



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
- + *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
- + *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

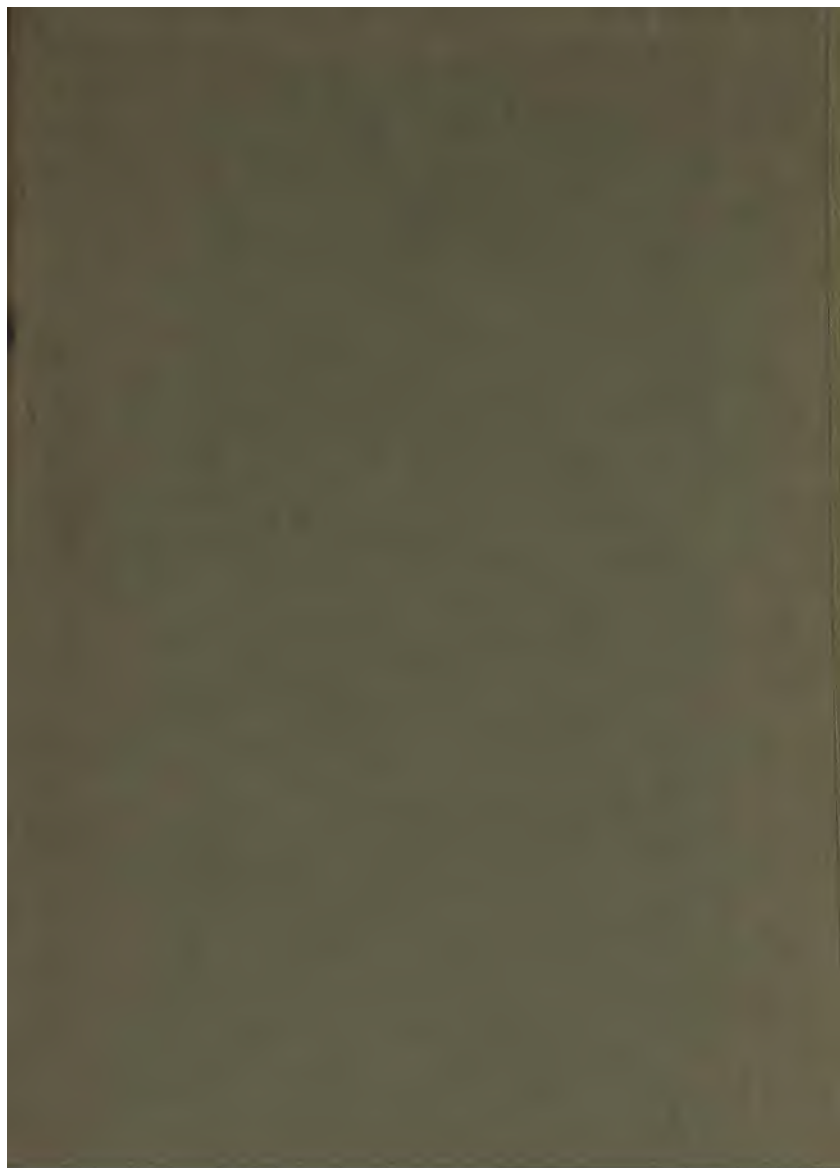
Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter <http://books.google.com> durchsuchen.

NYPL RESEARCH LIBRARIES



3 3433 06641568 2



Die Chemie im täglichen Leben.

Gemeinverständliche Vorträge

VON

Dr. Lassar-Cohn

Universitätsprofessor zu Königsberg in Pr.

Zweite, umgearbeitete und vermehrte Auflage.

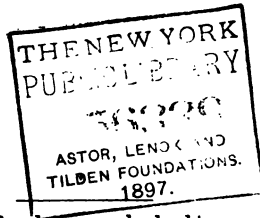
Mit 21 Abbildungen.

Hamburg und Leipzig,
Verlag von Leopold Voss.

1897.

(Cohn)

21



Alle Rechte vorbehalten.

Die erste Auflage wurde ausgegeben: Dezember 1895.

Vorwort zur ersten Auflage.

*Klarheit ist die Höflichkeit derer,
welche öffentlich reden.*
Arago.

Das vorliegende Buch ist aus Vorträgen entstanden, die im hiesigen „Verein für fortbildende Vorträge“, dessen Einrichtungen denen der Berliner HUMBOLDT-Akademie entsprechen, gehalten worden sind.

In der Annahme, dass sie auch für weitere Kreise von Interesse sein werden, übergebe ich sie der Öffentlichkeit mit dem Bemerken, dass, da die einzelnen Vorträge die übliche Dauer von einer Stunde hatten, die entsprechende Zeit ihrer Lektüre zu widmen sein wird.

Königsberg, im Dezember 1895.

Der Verfasser.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Hiermit übergebe ich die an manchen Stellen abgeänderte zweite Auflage des Buches der Öffentlichkeit. Möge ihr die gleiche Anerkennung wie der ersten Auflage zu teil werden.

Fast gleichzeitig mit ihr erscheint auch bereits eine zweite englische Ausgabe bei H. Grevel & Co. London. Die Übersetzung hat Herr Pattison-Muir M. A. in tadelloser Weise besorgt.

Habe ich der deutschen Kritik für die freundlichen Besprechungen des Buches zu danken, so scheint die englische es mit beinahe noch grösserem Beifall aufgenommen zu haben. Finden sich doch in Zeitschriften und Tagesblättern wie der Academy, der Pall Mall Gazette, der Daily Chronicle, der Morning Post etc. fast spaltenlange Mitteilungen über dasselbe.

Königsberg i. Pr. im Dezember 1896.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Erster Vortrag: Das Atmen. Die Physik und die Chemie. Gewicht der Luft. Barometer. Analyse der Luft. Argon. Ozon. Verschiedenheit der ein- und der ausgeatmeten Luft. Erhaltung der Körperwärme. Verbrennung. Zündhölzer. Gelber und roter Phosphor	1—15
Zweiter Vortrag: Natur der Flamme (I). Kerzen. Zu- sammensetzung der Fette. Öle. Petroleum. Kohlen- wasserstoffe. Die Elemente. Die Vierwertigkeit des Kohlenstoffatoms. Die chemischen Formeln. Atom und Molekül. Destillation. Petroläther. Vaseline. Paraffin. Die Leuchtgasfabrikation und ihre Nebenprodukte. Natur der Flamme (II). Kochen auf Gas. Gasglühlicht.	15—33
Dritter Vortrag: Ernährung der Pflanzen. Düngung. Brache. Künstlicher Dünger. Die Knochen. Das Super- phosphat. Die Kalisalze. Stickstoffdüngung. — Basen, Säuren und Salze. Mutterlauge. — Ernährung der Menschen und Tiere. Verdauungsversuche. Eiweiss. Fette. Kohlenhydrate. Die Milch und ihr Gerinnen. Käse. Soxletscher Apparat Fibrin. Serum. Kraft- futter. Leim	34—57
Vierter Vortrag: Gemischte Kost. Butter. Margarine. Stärkemehl. Die Zuckerarten. Süßwerden der Früchte. Ernährung der Zuckerkranken. Traubenzucker. Bonbons. Zuckercouleur. Rohrzucker. Exportprämien. Saccharin. Die Nahrungsaufnahme. Kochsalz. Eisen. Wert des Kochens. Suppe. Brotbacken. Kochen der Kartoffeln.	58—85
Fünfter Vortrag: Menge der notwendigen Nahrungsmittel und Nährwert der wichtigsten. Die Gärung. Wein. Obstwein. Champagner. Meth. Kumis. Bier. Malz.	

Spiritus. Presshefe. Kornbranntwein. Kartoffelspiritus. Schlempe. Raffination des Spiritus. Absoluter Alkohol. Denaturierter Spiritus. Die Spirituosen. Nährwert des Alkohols	86—111
Sechster Vortrag: Weinessig. Essigsprit. Holzessig. Eisessig. Holzgeist. Aceton. — Schiesspulver. Griechisches Feuer. Knallquecksilber. Schiessbaumwolle. Dynamit. Kollodium. Sprenggelatine. Cordit. — Wolle. Baumwolle. Seide. Kunstwolle. Karbonisieren. .	112—129
Siebenter Vortrag: Lohgerberei. Leder. Enthaarung und Schwellen der Häute. Gerbstoffe. Rinden. Quebracholz. Sumach. Gerbextrakte. Schllleder. Alaungerberei. Handschuhleder. Pelzwerk. Eisen- und Chromleder. Sämischgerberei. Waschleder. Pergament. — Rasenbleiche. Bläuen der Wäsche. Chlorbleiche. Chlorkalk. Antichlor. Eau de Javelle. Schweflige Säure. Wasserstoffsperoxyd. — Färberei. Beizen. Farblacke. Substantive Farbstoffe. Teerfarben. Indigo. Alizarin. Farbpasten. Farbholzextrakte. Blauholz. Zeugdruckerei.	130—151
Achter Vortrag: Ölmalerei. Trocknende und nicht-trocknende Öle. Leinöl. Firnis. Lack. Tinte. Cellulose. Papier. Leimen des Papiers. Strohstoff. Alfastoff. Natroncellulose. Sulfitcellulose. Patentwesen. .	152—169
Neunter Vortrag: Pottasche. Soda nach LEBLANC. Schwefelsäure. Glaubersalz. Salpetersäure. Chlorkalk. Brausteinwiedergewinnung. Krystallsoda. Schwefelregenerierung. Ammoniaksoda. Künstliche Pottasche. Melassenasche. Wollschweissasche. — Seife. Ätzkali. Ätznatron. Schmierseife. Gefüllte Seife. Harztalgseife. Weiches und hartes Wasser. Pflaster.	170—195
Zehnter Vortrag: Glas. Spiegel. Kali- und Natrongläser. Strass. Rubinglas. Milchglas. — Thon. Lehm. Ziegel. Mörtel. Glasur. Töpferwaren. Steingut. Majolika. Porzellan. — Photographie. Höllenstein. Chlor-Brom-Jodsilber. Daguerreotypien. Entwicklung der Negative. Talbotypien. Eiweissverfahren. Nasses Kollodiumverfahren. Trockene Bromsilbergelatineemulsionsplatten. Platinotypien. Photographie des Spektrums. Rotes Licht. Retouche. Farbenempfindliche Platten. Bunt-	

photographie. Chromgelatine. Pigmentdruck. Röntgenstrahlen.	196—231
Elfter Vortrag: Edle und unedle Metalle. Erz. Gold. Platin. Königswasser. Scheidewasser. Silber. Wertrelation zwischen Gold und Silber. Bimetallismus. Goldwährung. — Reduktion der Metalloxyde. Rösten der Schwefelverbindungen. Gusseisen. Stahl. Schmiedeeisen. Hochofen. Schlacken. Koks. Puddelprozess. Walzeisen. Schienenwege. Cementstahl. Gusstahl. Bessemerstahl. Spiegeleisen. Mangan. Entphosphorung des Eisens. Flusstahl. Flusseisen. Gasfeuerung. Regeneratoren. Freiflammführung. Zink. Galvanoplastik. Kalium. Natrium. Aluminium.	232—273
Zwölfter Vortrag: Legierungen. Münzen. Bronze. Patina. Messing. Tombak. Talmigold. Neusilber. Alfenide. Brittanniametall. Letternmetall. Nickelstahl. Alkaloide. Morphium. Methan. Acetylen. Benzol. Pyridin. Coniin. Chinolin. Kairin. Antipyrin. Phenacetin. Narcotica. Chloral. Äther. Chloroform. Antiseptica. Jodoform. Karbolsäure. Sublimat. Salicylsäure	274—293

I. Vortrag.

Das Atmen. Die Physik und die Chemie. Das Gewicht der Luft. Barometer. Analyse der Luft. Argon. Ozon. Verschiedenheit der ein- und der ausgeatmeten Luft. Erhaltung der Körperwärme. Verbrennung. Zündhölzer. Gelber und roter Phosphor.

Meine Damen und Herren!

In den Vorträgen, mit denen wir heute beginnen, soll der Versuch gemacht werden, Ihnen zu zeigen, dass das Verständnis zahlreicher Vorkommnisse des täglichen Lebens nur auf Grundlage von chemischen Kenntnissen möglich ist.

Wir werden sehen, dass wir mit einem grossen Teil der in Betracht kommenden Thatsachen durch die Gewohnheit so vertraut sind, dass wir sie für gewöhnlich kaum beachten, und uns daher nur selten die Mühe geben, über ihren näheren Zusammenhang nachzudenken.

So wollen wir mit der Besprechung des Atmens anfangen, weil wir dieses, solange wir überhaupt existieren, ununterbrochen ausüben müssen. Wir bezeichnen ja geradezu den Zeitraum unseres Erdendaseins als die Spannezeit zwischen dem ersten und letzten Atemzuge.

Damit drängen sich uns sogleich unwillkürlich die Fragen auf, was atmen wir und wozu atmen wir?

Nun was wir atmen, weiss jeder, wir atmen die uns umgebende Luft. Was ist aber diese? Der vor allem notwendige Beweis für das körperliche Vorhandensein der Luft zwingt uns, hier ein wenig das Gebiet der Physik zu streifen. Dieser Teil der Naturlehre beschäftigt sich bekanntlich mit Untersuchungen, mit denen eine Substanz-

änderung nicht verbunden ist, wie z. B. mit der Bestimmung des Gewichtes der Luft oder dem Übergang eines Eisenstabes in einen Magnetstab. Die Chemie dagegen macht sich im Gegensatz hierzu die Erforschung von Vorgängen zur Aufgabe, bei denen Änderungen der Substanzen eintreten. Ihre Aufgabe ist daher z. B. die Aufklärung der Vorgänge beim Rosten des Eisens, denn durch dieses geht das Metall in einen braunroten Körper über, der sich im Gegensatz zur Festigkeit des Metalles mit den Fingern zerreiben lässt, der also sicher eine ganz andere Substanz als Eisen ist. Und die Chemie hat daher weniger Interesse an der Bestimmung des Gewichtes der Luft, als an der Frage, ob sie eine einheitliche oder zusammengesetzte Materie ist.

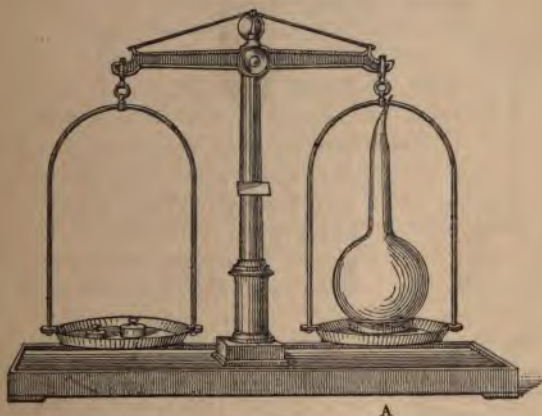
Ist die Luft also, um auf unser Thema zurückzukommen, etwas körperlich Vorhandenes oder nur in unserer Einbildung Existierendes? Denn darüber wollen wir uns doch nicht täuschen, niemand von uns besitzt irgend ein Organ, mit dem er empfinden kann, dass sie etwas Körperliches ist. Wir sprechen zwar alle von ihrer Schwere, aber es ist wohl kaum jemand unter Ihnen, der das Gewicht eines Quantums Luft wirklich auszuwägen imstande ist, diese in das Gebiet der Physik fallende Aufgabe zu lösen und zu bestimmen vermag, wieviel Kilogramm von ihr z. B. in dem Raume, in welchem wir uns befinden, vorhanden sind.

Die Schwere der Luft vermögen wir eben durchaus nicht direkt wahrzunehmen. Wir bewegen unsere Hand, scheinbar ohne Widerstand zu finden, in ihr hin und her, ja gehen mühelos mit unserem ganzen Körper durch sie hindurch. Und obgleich diese leicht zu vermehrenden Thatsachen der Vorstellung von ihrer Schwere geradezu zu widersprechen scheinen, weiss doch heute jedermann, dass sie etwas wiegt. Dies kommt aber nur daher, dass er von Jugend auf von dieser ihrer Eigenschaft mit unumstösslicher Gewissheit hat reden hören.

Es giebt, um das nebenbei zu erwähnen, noch manche andere feststehende Thatsache auf naturwissenschaftlichem

Gebiet, an der auch niemand zweifelt, obgleich sie so ohne weiteres gar nicht bewiesen werden kann. Dahin gehört z. B. die Lehre von der Kugelgestalt der Erde. Jedermann ist überzeugt von ihr, aber einen für Laien nicht zu schwer verständlichen Beweis für sie zu führen, ist trotz aller Mühe bis heute nicht gelungen.¹⁾

Wir befinden uns hier in unserem Falle insofern in einer besseren Lage, als wir uns ohne Voraussetzung irgend welcher Vorkenntnisse vom Gewichte der Luft und



Figur 1.

· somit von ihrem körperlichen Vorhandensein leicht überzeugen können.

Zu dem Zweck wollen wir folgenden einfachen Versuch ausführen.

Auf einer Wage lassen Sie uns den Kolben A mit Hilfe von Gewichtsstücken ins Gleichgewicht bringen. Das Besondere an diesem Kolben ist, dass sein Hals in

1) Anmerkung: Als einfachster Beweis wird wohl angeführt, dass man auf dem Meere zuerst die Mastspitzen entgegenkommender Schiffe sieht, was sich aus der durch die Kugelgestalt der Erde bedingten Krümmung seiner Oberfläche erklärt. Aber das

eine Spitze ausgezogen und sodann zugeschmolzen wurde, wodurch sein Innenraum von der uns umgebenden Luft völlig abgeschlossen wird. Und zwar ist das Zuschmelzen erst erfolgt, nachdem er mittelst einer Luftpumpe luftleer gemacht war. Breche ich jetzt seine Spitze mit einer Zange ab, so sinkt die Wagschale, auf der er sich befindet, sofort herunter, obgleich er doch durch das Abbrechen an sich gewiss nicht schwerer geworden ist. Der Grund dieser Erscheinung ist der, dass durch die ihm beigebrachte Öffnung wieder Luft in ihn hineingeströmt ist, und deren Gewicht wird uns jetzt durch das Heruntersinken der Schale vor Augen geführt.



Figur 2.

Kennen wir nun noch den räumlichen Inhalt des Kolbens und bringen durch hinzugefügte Gewichtsstücke ihn wiederum ins Gleichgewicht, so können wir natürlich die Schwere des Quantums Luft in ihm ganz direkt an der Wage ablesen. Möglichst genau ausgeführte Untersuchungen haben so ergeben, dass ein Liter von ihr 1,295 Gramm wiegt.

Ist sie etwas körperliches, so muss sie auch auf alles, auf dem sie aufliegt, einen Druck durch ihre Schwere ausüben.

In Rücksicht auf später Vortragendes wollen wir uns gleich an dieser Stelle von der Richtigkeit

dieser Anschauung überzeugen. Hierzu dient uns folgender wiederum sehr einfache Versuch.

haben doch z. B. die alten Griechen und Römer auch schon wahrgenommen, und so helle Köpfe unter ihnen waren, daraus auf die Kugelgestalt der Erde zu schliessen, vermochten sie deshalb doch nicht. Dieser Beweis an sich ist eben ganz ungenügend, und er konnte erst aufkommen, nachdem man auf Grundlage ganz anderer streng wissenschaftlicher Untersuchungen sich über die Kugelgestalt der Erde klar geworden war.

Wir nehmen nochmals einen Kolben, der nachdem er luftleer gepumpt war, zugeschmolzen worden ist, bringen seine Spitze unter Wasser, wie es die Abbildung zeigt, und brechen sie jetzt auch unter diesem ab. Sofort sehen wir das Wasser heftig in ihn hineinströmen und ihn schliesslich füllen. Der Grund hierfür ist der, dass die äussere Luft auf die Oberfläche der in unserem Gefäss A befindlichen Flüssigkeit drückt, und da im luftleeren Kolben kein Gegendruck vorhanden ist, presst der äussere Luftdruck diese Flüssigkeit in unserem Falle das Wasser nach dem Abbrechen der Spitze in ihn hinein.

Hätten wir statt unseres Kolbens ein sehr langes luftleer gepumptes beiderseits zugeschmolzenes Rohr in der gleichen Weise verwendet, so würden wir sehen, dass der Luftdruck, nachdem die Spitze der einen Seite in der gleichen Art unter Wasser abgebrochen worden ist, das Wasser über 10 Meter hoch hinaufhebt. Nehmen wir statt des Wassers als Flüssigkeit Quecksilber, das etwa 13,5 mal so schwer als dieses ist, so drückt die Luft es natürlich auch nur um so viel mal weniger hoch hinauf, das ist in runden Zahlen 760 Millimeter. Eine Quecksilbersäule von 760 Millimeter Höhe hält also dem Luftdruck das Gleichgewicht, und je nachdem dieser steigt und fällt, steigt und fällt auch das Quecksilber im Rohr. Daher benutzen wir eine solche Quecksilbersäule unter dem Namen Barometer (vom griechischen Worte βαρῦς schwer hergeleitet) als Mass für die Schwere oder richtiger für den Druck der Luft.

Wir wissen nunmehr, dass die Luft etwas Körperliches ist. Weiter fragt es sich jetzt, ist sie ein einheitlicher Körper, oder ist sie aus mehreren Bestandteilen zusammengesetzt?

Es ist von vornherein klar, dass es keine gerade leichte Aufgabe ist, etwas analysieren — d. h. also auf seine Bestandteile prüfen — zu sollen, das wir mit den Händen nicht greifen, mit den Augen nicht sehen können, und wirklich ist denn die Lösung dieses doch gewiss uralten Problems erst vor etwas mehr als 100 Jahren geglückt.

Wie nun die meisten scheinbar recht komplizierten Verhältnisse, wenn man ihren Zusammenhang kennen gelernt hat, verhältnismässig einfach erscheinen, so lässt sich auch hier ohne Voraussetzung irgend welcher chemischen Kenntnisse Ihnen zeigen, dass die Luft zum wenigsten aus zwei Bestandteilen bestehen muss, nämlich einem, der



Figur 3.



Figur 4.

die Verbrennung unterhält, und einem zweiten, der dies nicht thut.

Zu dem Zwecke verfahren wir folgendermassen. Wir schliessen ein bestimmtes Volumen von ihr von der übrigen Luft ab, indem wir einfach eine Glasglocke in Wasser tauchen. Unter dieser Glasglocke schwimmt ein Schälchen, in dem sich ein wenig Phosphor befindet. Zünde ich diesen an, und stülpe alsdann erst die Glasglocke über, so wird er noch kurze Zeit lebhaft weiterbrennen, indem er sich mit einem Teil der Luft unter der Glocke verbindet,

dann erlischt er. Und währenddessen treibt der äussere Luftdruck an die Stelle des vom Phosphor während seiner Verbrennung verbrauchten Teils der Luft, durch dessen Verschwinden doch eine Luftleere entsteht, so viel Wasser in die Glocke hinauf, als eben dem Quantum, das sich mit dem Phosphor verbunden hat, entspricht.

Untersuchen wir das in der Glasglocke zurückgebliebene Gas, so finden wir, dass es von der uns umgebenden Luft sich jetzt dadurch unterscheidet, dass in ihm nichts mehr zu brennen vermag — selbst ein so brennbarer Körper wie Phosphor erlosch ja in ihm — und auch in den verschiedensten anderen Beziehungen erweist es sich als höchst indifferent, d. h. zeigt es fast gar kein Bestreben sich mit anderen Substanzen zu neuen Körpern vereinigen zu wollen. Speziell in Rücksicht darauf, dass kein Lebewesen in ihm weiter zu existieren vermag, hat es den Namen Stickstoff erhalten.

Der andere Teil der Luft, der sich bei unserem Versuch mit dem Phosphor verbunden hat, führt den Namen Sauerstoff. Er ist im Gegensatz zum Stickstoff ein ausserordentlich reaktionsfähiger, d. h. zum Eingehen neuer Verbindungen geneigter Körper. Eine Verbrennung mit Feuererscheinung, nämlich die des Phosphors, die er, wie alle Verbrennungen, die im praktischen Leben vorkommen, veranlasst, haben wir soeben gesehen.

Er verbindet sich aber auch langsam ohne Feuererscheinung mit sehr vielen Körpern. Das den Hausfrauen so unerwünschte schon erwähnte Rosten des Eisens z. B. beruht auf dieser seiner Eigenschaft, indem dies Metall mit dem Sauerstoff der Luft zu Eisenoxyd, Eisenrost wie Sie das nennen, zusammentritt.

Solche Vereinigungen wie diese letztere zwischen den verschiedenartigsten Körpern und Sauerstoff, von denen wir noch eine ganze Reihe kennen lernen werden, kann man natürlich nicht als Verbrennung bezeichnen, weil wir mit diesem Begriff den der Feuererscheinung verbinden. Diesen Vorgang nennt man deshalb Oxydation, welcher Name daher stammt, dass der Sauerstoff auch den Fremd-

namen Oxygenium (vom griechischen Wort $\delta\xi\acute{o}\varsigma$ scharf abgeleitet) führt. Und die so oft gehörte Anhängesilbe Oxyd bezeichnet, wie wir jetzt leicht verstehen, nichts anderes als Verbindung mit Sauerstoff. Bleioxyd bedeutet also eine Verbindung von Blei mit Sauerstoff, Bleisuperoxyd eine solche Verbindung mit der doppelten Menge Sauerstoff etc.

Wenn man nun die uns umgebende Luft unter Anwendung aller von der Wissenschaft gebotenen Vorsichtsmassregeln untersucht, so findet man, dass sie ausser Stickstoff und Sauerstoff stets ein klein wenig kohlen-saures Gas sowie etwas Feuchtigkeit enthält, und berechnet man, wieviel von jedem dieser Bestandteile in 100 Teilen von ihr enthalten sind, so findet man folgendes Verhältnis:

Stickstoff	78,35	Teile	
Sauerstoff	20,77	"	
Wasser in Gasform	0,85	"	(sogen. Feuchtigkeit)
Kohlen-saures Gas	0,03	"	
	<hr/>		
	100,00	Teile.	

Die Chemiker bezeichnen diese auf 100 berechneten Teile als Prozente, sagen also die Luft enthält 78,35 Prozent Stickstoff etc.

Neuerdings ist gefunden worden, dass dem aus der Luft auf chemischem Wege. — wir lernten einen solchen ja soeben kennen — abgeschiedenen Stickstoff, den man für einheitlich ansah, ein anderes gasförmiges Element in sehr geringer Menge beigemischt ist, dem die englischen Chemiker, die es entdeckten, den Namen Argon gegeben haben.

Dass die Luft in stande ist Feuchtigkeit aufzunehmen, und sich schliesslich ihrer in Form von Regen wieder zu entledigen vermag, ist, wie wir alle wissen, für den Haushalt der Natur von grösster Wichtigkeit, aber auch im täglichen Leben machen wir von ihrer Fähigkeit der Wasseraufnahme fortwährend Gebrauch. Denn darauf beruht ja das Trockenwerden der Wäsche, das eines gescheuerten Fussbodens etc.

Ausserdem haben wir noch einer Modifikation des Sauerstoffs zu gedenken, die den Namen Ozon führt. In folgender Art etwa lässt sich hier darlegen, was man darunter versteht.

Das kleinste Teilchen Sauerstoffgas, das frei in der Luft vorkommt, besteht immer noch aus zwei Atomen Sauerstoff, zu welcher Vorstellung wir aus folgendem Grunde z. B. kommen. Wir müssen doch allen Elementen — und Sauerstoff ist ein Element, siehe Seite 21 — das Bestreben zuschreiben, sich mit anderen Elementen verbinden zu wollen. Denn wenn wir den Elementen diese Begabung nicht zuerkennen, ist ja nicht einzusehen, wie überhaupt Verbindungen sich bilden sollen, indem sie ohne diese Eigenschaft seit aller und in alle Ewigkeit jedes für sich neben dem anderen existieren würden.

Wenn nun Elemente als solche, wie z. B. der Sauerstoff in der Luft, vorkommen, so zeigt sich das Verbindungsbestreben ihrer Atome darin, dass dann immer eines von ihnen, siehe Seite 21, ein zweites festhält, indem beide auf diesem Wege ihre Verbindungskraft gegenseitig ausgleichen. Nun kann beim Sauerstoff unter gewissen Bedingungen, z. B. wenn man durch ihn elektrische Funken schlagen lässt, in der Natur also bei einem Gewitter — es giebt aber auch noch andere Ursachen dafür — der Fall eintreten, dass statt zweier Atome sich drei gegenseitig festzuhalten suchen. Die Bindung zwischen diesen dreien ist dann aber nicht sehr fest, und das dritte Atom reisst sich gern wieder los, sobald sich ihm nur Gelegenheit bietet, sich mit etwas anderem zu vereinigen. Diese Modifikation des Sauerstoffs, deren kleinste Teilchen also aus drei Atomen bestehen, hat nun den Namen Ozon erhalten, auch nennt man sie wohl aktiven Sauerstoff, indem aus den dargelegten Gründen ihr Bestreben sich mit anderen Körpern zu vereinigen, wie wir jetzt leicht verstehen, noch grösser als das des gewöhnlichen Luftsauerstoffs ist. Auf weitere Vorstellungen über Atome, auf die wir hier noch nicht eingehen können, kommen wir später (siehe Seite 21 und 24) noch ausführlich zurück.

Nachdem wir nunmehr die Zusammensetzung der Luft kennen gelernt haben, fragt es sich, weshalb wir in ihr leben müssen, da wir ja erfahrungsgemäss wissen, dass Luftmangel zur Erstickung, zum Aufhören des Lebens führt.

Das hängt so zusammen: Die von uns ganz unwillkürlich eingeatmete Luft gelangt in die Lunge, und hier kommt sie durch die Wände der feinen Äderchen hindurch, in denen das Blut in der Lunge zirkuliert, mit diesem in Berührung. Dünne Häutchen, wie z. B. derartige Wände von Adern, welche für Flüssigkeiten völlig undurchgängig sind, lassen Gase sehr wohl durch sich hindurchgehen, lassen sie durch sich, wie der Kunstaussdruck lautet, diffundieren.

Indem nun auf dem Wege der Diffusion das Blut mit dem Sauerstoff der Luft in Berührung kommt, nimmt es geradezu von ihm auf, während es gleichzeitig kohlen-saures Gas ausgiebt, das wir daher reichlich in der ausgeatmeten Luft finden müssen, in der wir es sogleich experimentell fast mühelos nachweisen können.

Zu diesem Zwecke wollen wir einmal die äussere Luft durch klar filtriertes Kalkwasser mit dem Munde bei A



Figur 5.



Figur 6.

ansaugen. Der geringe Kohlensäuregehalt der Luft macht sich bei der Kürze der Zeit, die wir dem Experiment widmen, kaum für den Nahestehenden bemerkbar, wenn ich dagegen durch das gleiche Kalkwasser meine ausgeatmete Luft mittelst des Röhrchens B hindurchblase, so tritt sehr rasch eine auch in der Ferne sichtbare Trübung

ein. Diese rührt daher, dass sich der Kalk mit der Kohlensäure der ausgeatmeten Luft zu dem im Wasser unlöslichen kohlensauren Kalk verbindet, welcher jetzt als weisses Pulver in der Flüssigkeit schwimmt.

Wie bedeutend der Gehalt der ausgeatmeten Luft an Kohlensäure ist, ergibt sich aus folgender Analyse, wonach sie, nachdem sie getrocknet worden ist, enthält:

Stickstoff	79,557	Prozent
Sauerstoff	16,033	"
Kohlensaures Gas	4,380	"

Während der Sauerstoffgehalt also um ein Fünftel etwa abgenommen hat, ist der Kohlensäuregehalt auf das Einhundert und vierzigfache zirka gestiegen.

Der vom Blute aufgenommene Sauerstoff wird nun von diesem mit durch den ganzen Körper geführt und wirkt jetzt oxydierend ein. Namentlich verbrennt er den Kohlenstoffgehalt mancher — sich mit Hilfe der Nahrungsaufnahme natürlich immer wieder neu bildender — Stoffe geradezu zu Kohlensäure, und das so gebildete kohlensaure Gas, das in den verschiedensten Teilen des Körpers also auch in den Geweben etc. entsteht, nimmt das Blut bei seiner Rückwanderung zur Lunge aus diesen Körpertheilen auf, und entledigt sich seiner dort im Austausch gegen Sauerstoff. Das aus den Lungen strömende Blut hat infolge der neuen Sauerstoffzufuhr seine bekannte schön rote Farbe, während das zu den Lungen strömende mit dunkelbrauner Farbe in sie eintritt.

Die infolge der Atmung also unausgesetzt im Körper stattfindende Oxydation ist wie jede Verbrennung, denn schliesslich ist doch Oxydation nur eine andere Bezeichnung für diese, mit Wärmebildung verknüpft, und die so erzeugte Wärme ist es, welche unseren Körper dauernd auf seiner Normaltemperatur von 37° Celsius erhält.

Wenn wir nun noch bedenken, dass der Kreislauf des Blutes vom Herzen bis zu seiner Rückkehr zu demselben beim Menschen nur etwa 10 Sekunden erfordert, so können wir sehr wohl begreifen, dass auf diesem Wege unsere Körperwärme, trotzdem wir ununterbrochen eine beträchtliche Menge von ihr an die kältere Umgebung ab-

geben müssen, sich gleichmässig in allen Teilen des Körpers erhalten kann. Später werden wir noch das Gewicht des Kohlenstoffs, den wir täglich zu dem Zwecke verbrennen müssen, genauer kennen lernen. Aber schon aus dem bisher Mitgeteilten geht klar hervor, dass ohne genügenden Ersatz sich der Vorrat an Kohlenstoffverbindungen im Körper bald erschöpfen müsste, und hierdurch sowie zum Ersatz anderer Ausscheidungen sind wir gezwungen, genügende Mengen von Nahrungsmitteln aufzunehmen.

Bevor wir zu diesen übergehen, wollen wir uns heute noch ganz kurz mit der Verbrennung und das nächste Mal ausführlich mit der mit ihr verbundenen Feuererscheinung beschäftigen, weil sie durch den von uns bereits kennen gelernten Sauerstoff veranlasst werden.

Zum Verbrennen benutzen wir im gewöhnlichen Leben Materialien, die recht reich an Kohlenstoff sind, z. B. Holz oder Torf seit uralten Zeiten, zu denen dann allmählich die Steinkohlen, Braunkohlen etc. hinzugekommen sind. Der Verbrennungsprozess geht dabei in der Hauptsache so vor sich, dass der Kohlenstoffgehalt dieser Substanzen sich mit dem Sauerstoff der Luft zu Kohlensäure verbindet, während gleichzeitig ihr meist recht geringer Wasserstoffgehalt zu Wasser verbrennt.

In der Kälte verbindet sich Kohlenstoff nie mit Sauerstoff, leitet man den Prozess aber ein, so brennt geeignetes Material weiter fort, indem die direkt brennenden Teile so viele Wärme erzeugen, dass nun auch die benachbarten heiss genug zur Einleitung ihrer Verbrennung werden, d. h. so heiss, dass sich Kohlenstoff und Sauerstoff miteinander verbinden. Hier ist es noch nicht möglich, näher auf die jetzt so sehr vervollkommeneten Methoden zur möglichsten Ausnutzung der Brennmaterialien einzugehen, aber bei der Besprechung der Metallurgie des Eisens im elften Vortrage werden wir zugleich mit den Methoden zur Gewinnung dieses Metalls Gelegenheit haben sie ausführlich kennen zu lernen.

Doch ist jetzt die Frage zu erörtern, wie zündet man das Brennmaterial an, bringt das Feuer überhaupt in Gang.

Heutzutage ist das sehr bequem, wir benutzen dazu Streichhölzer, doch sind diese bekanntlich erst seit etwa 60 Jahren in Gebrauch. Es wird wohl eine ewig ungelöste Frage bleiben, ob wirklich die ältesten Menschen durch Aneinanderreiben trockener Hölzer zuerst zum Feuer gekommen sind, oder ob sie nicht einem Blitzschlag in einen Baum zufällig seinen Besitz verdankten.

Gewiss ist es möglich, auf die oben genannte Weise Feuer zu erzeugen, und ist die Methode noch in diesem Jahrhundert von Reisenden bei entlegenen Völkerschaften im Gebrauch gefunden worden. Sie setzt aber so trockene Hölzer voraus, wie sie in unseren Breiten sich gewiss nie im natürlichen Zustande vorfinden. Gerade die Schwierigkeit neues Feuer zu bekommen, und die infolgedessen so wichtige Aufgabe das vorhandene zu erhalten, lässt es verständlich erscheinen, das bei allen älteren Völkern der Herd als die Stelle, an der dieser wichtige Besitz dauernd aufbewahrt wurde, als heilige Stätte galt.

Erst im späteren Mittelalter wurde das Verfahren erfunden, den Funken, welchen man beim Aufeinander schlagen eines Stahlstückes und eines Feuersteins erhält, auf Zunder oder trockenen Schwamm fallen zu lassen, und so Feuer zu schlagen.

Seit Anfang dieses Jahrhunderts treten dann vereinzelt Versuche auf, mit Hilfe irgend eines der Verfahren, nach denen man im chemischen Laboratorium Feuer erzeugen kann, — und diese Methoden sind sehr zahlreich — ein für die Allgemeinheit bequemes Feuerzeug herzustellen.

Bis zur Verwendung des Phosphors für diesen Zweck, die in die dreissiger Jahre zurückreicht, war aber der Erfolg dieser Bestrebungen ein sehr geringer, indem die Methoden höchst unbequem und unzuverlässig und die Apparate teilweise geradezu gefährlich waren.

Ein junger österreichischer Techniker, Johann Irinyi, kam um jene Zeit, veranlasst durch Experimente mit Phosphor, die er in einer Vorlesung sah, auf die Idee seiner Verwendung für diesen Zweck. Holzstäbchen, deren Kopf in Schwefel getaucht war, also Schwefelhölzer, waren

bereits zur leichteren Übertragung von Feuer allgemein im Gebrauch, und er befestigte auf dem Schwefel noch ein wenig Phosphor, womit das Zündholz fertig war. Der Phosphor entzündet sich wie bekannt schon durch Reibung, das Brennen überträgt sich sodann auf den Schwefel und von da weiter auf das Holz. Natürlich stellt sich in der Praxis die Herstellung guter Zündhölzchen lange nicht so einfach. Im Laufe der Jahre wurden sie aber allmählich in tadelloser Beschaffenheit geliefert.

Als Feuerzeug ist an diesen Zündhölzchen nichts mehr auszusetzen gewesen, aber ihre Nebeneigenschaften haben schliesslich zu ihrem Ersatz, zu den sogenannten schwedischen Zündhölzern geführt.

Phosphor ist nämlich ausserordentlich giftig, und so kam auf diesem Wege das Publikum ganz allgemein in den Besitz dieser gefährlichen Substanz, die auch für die Arbeiter in den Zündholzfabriken selbst verderblich war, indem viele von ihnen an höchst traurigen Erkrankungen der Knochen zu Grunde gingen.

Der gewöhnliche Phosphor ist gelb, hat aber die merkwürdige Eigenschaft, wenn man ihn in einem geschlossenen Raum — offen erhitzt würde er natürlich verbrennen — zum Beispiel in einem mit einem dichtschiessenden Deckel versehenen Kessel einige Zeit auf 250° erhitzt, in ein rotes Pulver überzugehen, das nun den Namen roter Phosphor führt.

Diesen Übergang können wir uns hier leicht in folgender Art vorführen. In der zugeschmolzenen Glasröhre A befindet sich etwas gelber Phosphor, und wir hängen sie in ein weiteres Glasrohr, in welches wir eine Flüssigkeit geben, die bei 250° siedet. Nachdem wir jetzt die Heizflüssigkeit durch die Flamme ins Kochen gebracht haben, wird



Figur 7.

das im Dampf derselben hängende Glasrohr A bald auf 250° erwärmt sein, und wir sehen den gelben Phosphor sich allmählich in eine rote Masse verwandeln.

Der rote Phosphor ist nun nicht giftig, und viel schwerer entzündlich als der gelbe, ja so schwer entzündlich, dass das Reiben auf beliebigen Flächen ihn nicht mehr zur Entflammung bringt. Er entzündet sich erst, wenn sehr sauerstoffreiche Chemikalien beim Reiben seine Entflammung begünstigen. Ein Gemisch, wie es z. B. für die Köpfe der sogenannten schwedischen Zündhölzer verwendet wird, besteht aus 32 Teilen chlorsaurem Kali, 12 Teilen chromsaurem Kali, 32 Teilen Bleisuperoxyd und 34 Teilen Schwefelblei, von dem die drei ersten Substanzen sich durch grossen Reichtum an Sauerstoff auszeichnen. Die Reibfläche besteht aus rotem Phosphor, dem, um die Fläche rauh zu machen, Kreide oder ähnliches zugesetzt ist.

Bereiten wir uns ein wenig von der Mischung für die Streichholzköpfe, was wegen etwaiger Explosionsgefahr vorsichtig geschehen muss, und entzünden sie, so verpufft sie vor unseren Augen mit jenem blauweissen Schein, den wir beim Entflammen dieser Art von Zündhölzchen zu sehen gewöhnt sind.

II. Vortrag.

Natur der Flamme (I). Kerzen. Zusammensetzung der Fette. Öle. Petroleum. Kohlenwasserstoffe. Die Elemente. Die Vierwertigkeit des Kohlenstoffatoms. Die chemischen Formeln. Atom und Molekül. Destillation. Petroläther. Vaseline. Paraffin. Die Leuchtgasfabrikation und ihre Nebenprodukte. Natur der Flamme (II). Kochen auf Gas. Gasglühlicht.

Die Verbrennung kohlenstoffhaltiger Substanzen dient uns bekanntlich nicht nur zur Erzeugung von Wärme, sondern auch zur Beleuchtung. Doch können nur solche kohlenstoffhaltigen Materialien eine Flamme geben und daher zur Beleuchtung dienen, welche sich bei der Verbrennung in Gase oder Dämpfe verwandeln, wovon uns das Experiment sogleich überzeugen wird.

Die stark kohlehaltigen Verbindungen wie Holz, Steinkohle, Talg brennen also nur deshalb mit Flamme, weil sie unter dem Einfluss der Hitze brennbare Dämpfe und Gase entwickeln. Die Flamme ist, wie sich hieraus ergibt, daher nichts anderes als ein verbrennendes Gasgemisch, welches die Hitze der Flamme selbst beständig neu aus dem Material, das verzehrt wird, bildet.

Zünden wir hier ein Stück Holz an, so brennt es mit Flamme, haben wir aber aus dem Holz vorher alles, was sich verflüchtigen kann, ausgetrieben, indem wir es ohne Luftzutritt stark erhitzen, und so in Holzkohle, wie wir es dann nennen, verwandelten, so sehen wir, dass die Holzkohle, weil sie keine flüchtigen Substanzen mehr enthält, auch nicht mehr mit Flamme zu brennen vermag.

Auf folgende Art können wir sogar geradezu das Gas aus einer Flamme, z. B. einer Kerzenflamme, heraus-

ziehen, und nachher als solches anzünden. Wir bringen zu dem Zweck in die Flamme eine Glasröhre, deren Öffnung in eine Spitze ausgezogen ist (siehe Figur 8), während die andere Seite derselben in einem vollständig mit Wasser gefüllten cylinderförmigen Glase dicht unter dem Korkstopfen endigt. Ein zweites durch den Kork geführtes Glasrohr reicht dagegen bis an den Boden des Glascylinders, und steht mit einem längeren Gummischlauch in Verbindung, der ebenfalls mit Wasser gefüllt ist, also als Heber wirken kann. Lässt man jetzt aus dem Schlauch, indem man den an ihm befindlichen Quetschhahn ein wenig öffnet, sehr langsam Wasser ausströmen, so wird an der Spitze des Glasrohrs, also innerhalb der Kerzenflamme, eine Saugwirkung eintreten, und



Figur 8.

ein Teil der Gase und Dämpfe wird aus der Flamme in den Cylinder hineingesogen, während sie selbst, weil wir ihr diesen Teil ihrer Nahrung entziehen, zugleich sich auffallend verkleinert. Man muss langsam saugen, damit nicht auch Luft mit in den Cylinder hineinkommt. Hat er sich schliesslich mit den Gasen gefüllt, so öffnet man seinen Stopfen, und jetzt lässt sich sein Inhalt, das Gas, welches der Flamme der Kerze entstammt, entzünden, und brennt, wie wir sehen, ruhig ab, womit der Beweis für unsere Behauptung, dass innerhalb einer leuchtenden Flamme brennbare Gase vorhanden sind, erbracht ist.

Nun wollen wir die drei Hauptmaterialien, die wir zu Beleuchtungszwecken benutzen, selbst näher kennen lernen. Es sind die Kerzen, die Öle und das Leuchtgas. Von der Elektrizität als Lichtquelle sehen wir hier natürlich ab, sie hat mit der Chemie, soweit sie uns an dieser Stelle interessieren kann, nichts zu thun.

Die Kerzen repräsentieren diejenige Form, in welcher feste Leuchtstoffe Verwendung finden. In älteren Zeiten schmolz man zu ihrer Herstellung Talg, also ausgelassenes tierisches Fett in einem Gefässe, und tauchte in dieses einen Docht. Durch mehrmaliges Wiederholen des Eintauchens kam man zur Talgkerze. Sie brannte nach unseren Begriffen sehr unvollkommen, und musste, um



Figur 9.

ihren Kopf zu entfernen, häufig mit der Lichtputzschere, einer heute bereits in Vergessenheit geratenen Scherenform, geputzt werden, wie es auch der Augenschein an dieser bei Beginn der Vorlesung angezündeten Talgkerze lehrt.

Der Grund des unvollkommenen Brennens lag in folgendem. Wir wissen jetzt, dass durch die hohe Temperatur der Flamme der Talg erst vergast wird. Dies geschieht natürlich vom Docht her, der das in seiner Nähe geschmolzene Fett aufgesogen hat, indem hier die Flamme die zur Vergasung nötige Hitze liefert. Die so entstandenen Gase gelangen dann an die umgebende Luft, und hier verbrennen sie, indem deren Sauerstoff ihren Kohlenstoff in Kohlensäure, ihren Wasserstoff in Wasser überführt.

Der Docht selbst aber kommt nicht mit der Luft in Berührung, da ihn die aufsteigenden Gase von ihr abschliessen, und so verkohlt er durch die Hitze, da sein Kohlenstoff aus Mangel an Sauerstoff nicht mit verbrennen kann, und schliesslich hindert sein angekohltes Ende die Flamme am gleichmässigen Weiterbrennen. Dieses tritt erst wieder ein, wenn der so entstandene Kopf entfernt, das Licht, wie man ehemals sagte, geputzt worden ist.

Uns erscheint diese Angelegenheit heute ziemlich belanglos, weil wir unter der Unbequemlichkeit des fortwährenden Putzens der Lichter nicht mehr persönlich

leiden, aber bei Goethe heisst es noch in den Sprüchen in Reimen:

„Wüsste nicht, was sie besseres erfinden könnten,
Als wenn die Lichter ohne Putzen brennten.“

Es muss wirklich wenig angenehm gewesen sein, wenn man die abendliche Lektüre vielleicht jede halbe Stunde unterbrechen musste, um die Talgkerze zu putzen, deren Leuchtkraft inzwischen so gesunken war, dass ohne das Putzen ein Weiterlesen unmöglich wurde, und diese Zeit liegt noch nicht 60 Jahre hinter uns.

Die Talgkerzen werden also aus dem Fett, wie es die Natur liefert, hergestellt. Die chemische Untersuchung desselben, die zu Ende des vorigen Jahrhunderts zuerst mit Erfolg begonnen wurde, führte dann schliesslich zu unseren heutigen Stearinkerzen.

Diese Untersuchung lehrt, dass alle Fette, die dem Tier- oder Pflanzenreich entstammen, in zwei Hauptbestandteile zerlegt werden können, nämlich in mehrere Fettsäuren und in das Glycerin.

Im Fett der Tiere, z. B. im Rinderfett, sind drei Fettsäuren mit dem Glycerin verbunden, welche die Namen Stearinsäure, Palmitinsäure und Ölsäure erhalten haben. Die ersten beiden sind feste Körper, die dritte ist eine Flüssigkeit, und je mehr ölsaures Glycerin ein Fett enthält, um so weicher ist es. So sind z. B. Schweineschmalz und Gänseschmalz sehr reich an dieser letzteren Verbindung. Die Zerlegung der Fette in ihre beiden Komponenten lässt sich fabrikmässig unschwer ausführen, und das erhaltene Gemisch der drei Fettsäuren wird durch Abpressen möglichst von der Ölsäure befreit.

Der zurückbleibende, noch weiter gereinigte, weisse Kuchen ist dann das Material für die Stearinkerzen. Man setzt ihm, bevor man ihn in Kerzenform giesst, noch 10 Prozent Paraffin — was das ist, lernen wir sogleich kennen — hinzu, wodurch das gleichmässige Weiss, das wir an den Stearinkerzen zu sehen gewöhnt sind, erzielt wird. Das Gemisch von Stearinsäure und Palmitinsäure

krystallisiert nämlich ohne diesen Zusatz beim Erkalten gern, und infolgedessen würden die Kerzen gewisse Streifungen zeigen, was eben durch den Paraffinzusatz vermieden wird.

Der Docht, um den das Gemisch, um Kerze zu werden, gegossen wird, ist vorher stark um seine Achse gedreht, und diese seine Drehung bleibt in dem harten Material erhalten. Dadurch wird erreicht, dass beim späteren Brennen der Kerze, während ihres allmählichen Verbrauchs, er sich stets krümmt, wodurch er fortdauernd sein verkohltes Ende selbstthätig aus der Flamme herausbringt. Ausserhalb dieser ist aber genügend Sauerstoff zu dessen vollständiger Verbrennung vorhanden, so dass es zur Bildung eines Kopfes gar nicht kommen kann, und wird daher das Putzen unnötig, brennen die Stearinkerzen vollkommen gleichmässig ab.

Bei den Talgkerzen war dieser Kunstgriff nicht anwendbar, weil ihr Material zu weich ist, um die nötige Drehung des Dochtes festzuhalten.

Ausser diesen Kerzen haben wir noch die Wachskerzen zu erwähnen. Das Bienenwachs als tierisches Fett ähnelt diesem in chemischer Beziehung sehr. Es besteht wie diese aus Fettsäuren und einem Alkohol; Glycerin gehört nämlich in chemischer Beziehung zur Klasse der Alkohole. Die Fettsäuren in ihm sind die Cerotinsäure und Palmitinsäure, die hier mit dem Myricylalkohol verbunden sind. Da das Bienenwachs härter als Talg ist, fallen die aus ihm hergestellten Kerzen besser als die Talgkerzen aus.

Als flüssige Brennmaterialien hat man bis vor 30 Jahren hauptsächlich Olivenöl und Rüböl benutzt, die mit Hilfe eingetauchter Dochte in hierzu eingerichteten Lampen gebrannt werden. In chemischer Beziehung stehen beide den Fetten ebenfalls sehr nahe. Auch sie bestehen aus Fettsäuren und Glycerin. Die Hauptmenge der in ihnen enthaltenen Fettsäuren ist natürlich flüssig.

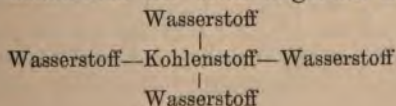
Ganz etwas anderes dagegen ist das heute weit mehr als die erwähnten Öle gebrauchte Petroleum. Petroleum

ist ein Gemisch von Kohlenwasserstoffen, und, zumal wir diesen letzten Ausdruck öfters selbst in politischen Zeitungen finden, müssen wir uns klar machen, was das bedeutet, und zu dem Zwecke auf ein Viertelstündchen etwas näher auf die chemische Seite der Sache eingehen.

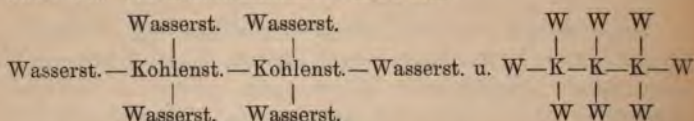
Man spricht in der Chemie von Elementen. Darunter versteht man Bestandteile von Körpern, die bis heute trotz aller darauf verwendeten Mühe nicht weiter zu zerlegen gewesen sind. Solcher Elemente kennt man etwas über siebzig. Die meisten sind sehr selten, nur etwa zwanzig von ihnen spielen eine Rolle im täglichen Leben, und aus diesen wenigen Bausteinen baut sich die ganze Welt auf, mit der wir für gewöhnlich zu thun haben. Daraus folgt, dass die Mannigfaltigkeit, nach der sie sich miteinander verbinden können, eine ganz erstaunliche sein muss, und so ist es in der That.

Nun ist dasjenige Element, welches alle anderen wiederum an Verbindungsfähigkeit bei weitem überragt, der Kohlenstoff. Die Mannigfaltigkeit, in der sich seine Atome mit Atomen anderer Elemente oder seinen eigenen Atomen wieder zu verbinden vermögen, übertrifft die aller anderen Elemente zusammengenommen. Und mit seiner Verwendung hat die Natur denn auch die Lebewesen geschaffen. Daher kommt es, dass sich in allem, was zu Lebewesen gehört, Kohlenstoff findet. Sei es im Kern eines Apfels, sei es im Fleisch der Tiere, sei es in ihrem Knochengerüst, denn auch dieses ist mit Kohlenstoffverbindungen durchsetzt etc.

Die ganz unzählige Menge gerade seiner Verbindungen lässt sich nun, wie man jetzt weiss, in ein leicht übersichtliches System bringen, wenn man zum Ausgangspunkt des Ganzen die Verbindungen mit dem Wasserstoff macht. Ein Atom Kohlenstoff kann vier Atome Wasserstoff festhalten, ist vierwertig, wie man sagt. Wenn wir das aufzeichnen, so bekommen wir etwa folgendes Schema:



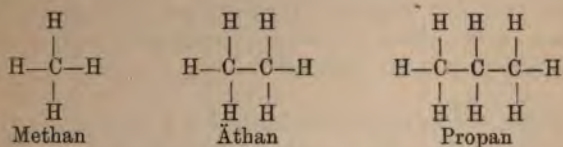
Nun erwähnten wir schon, dass Kohlenstoffatome sich auch als solche aneinander ketten können, und diese Erkenntnis liefert z. B. neue Kohlenwasserstoffe, in denen also die Kohlenstoffatome sowohl sich untereinander wie auch die Wasserstoffatome festhalten.



Wir haben hier bis zu drei Kohlenstoffatomen aneinander gehängt, und könnten das nun weiter fortsetzen. Diese Kette ist auch wirklich im Laboratorium bis zu 60 Kohlenstoffatomen aufgebaut worden. Solche Reihen können sich nun noch nach den verschiedensten Seiten verzweigen, ja schliesslich können die Kohlenstoffketten nach Art eines Ringes in sich zurückkehren, kurzum wir sehen, die Anzahl der Kohlenwasserstoffe, die es geben kann, ist eine geradezu ungeheure. In unserem letzten Vortrage werden wir noch Gelegenheit haben, die massgebende Rolle, welche speziell Körpern mit ringförmig gebundenen Atomkomplexen als Arzneimitteln zukommt, ausführlich kennen zu lernen.

Wir haben bei unseren drei Kohlenwasserstoffen die Namen der beiden Elemente anfangs ausgeschrieben, und dann allmählich bis auf die Anfangsbuchstaben abgekürzt, ohne dass dadurch die Verständlichkeit der „chemischen Formeln“ gelitten hätte. Denn die Schreibweise des dritten Kohlenwasserstoffes ist bereits die einer wirklichen chemischen Formel. Hätte sich die Chemie nur in Deutschland entwickelt, die Chemiker würden sie so schreiben, wie sie oben steht. Die Chemie ist aber, wie jede Wissenschaft, international ausgebildet, und so hat man die Abkürzung für Kohlenstoff C dem lateinischen Carbo entlehnt, und der Abkürzungsbuchstabe für Wasserstoff ist H von Hydrogenium her. Benutzen wir diese beiden Buchstaben als abkürzenden Ersatz unserer obigen Schreibweise, so sehen dann die drei

Formeln so aus, wie wir sie in jedem chemischen Lehrbuche finden:



Eine grosse Anzahl nun von Kohlenwasserstoffen mit „geraden Kohlenstoffketten“, deren Anfangsglieder wir hier geschrieben und mit den ihnen von den Chemikern beigelegten Namen unterzeichnet haben, findet sich speziell im amerikanischen Petroleum.

Das erste Glied dieser Reihe, welches sehr reich an Wasserstoff, dem leichtesten aller Elemente ist, ist ein Gas. Es bildet sich z. B. bei der Fäulnis in Gegenwart von viel Wasser, und steigt deshalb aus Sümpfen auf. Daher führte es in älteren Zeiten den Namen Sumpfgas¹⁾, die Chemiker nennen es jetzt also Methan.

Seine Gewinnung aus einem Sumpf bereitet weniger Schwierigkeit als man von vornherein anzunehmen geneigt ist. Man hat nur nötig einen weiten Trichter mit der Öffnung nach unten in ihn hineinzustecken, dann müssen doch unter diesem sich sammelnde Gase durch das Rohr des Trichters entweichen, und können in mit letzterem passend verbundenen Apparaten leicht aufgefangen werden.

1) Anmerkung: Der berühmte italienische Naturforscher Volta hatte schon, wie aus einem Briefe an einen befreundeten französischen Naturforscher hervorgeht, im Jahre 1776 erkannt, dass jeder Sumpf dieses brennbare Gas liefert, also wie wir heute sagen könnten, eine Art Gasanstalt sei. (Nach ihm benennt man, um das nebenbei zu bemerken, noch heute die Spannung elektrischer Ströme Volt, während man deren Menge als Ampère — nach einem französischen Physiker — bezeichnet, welche Ausdrücke jetzt auch das grosse Publikum seit Einführung der elektrischen Beleuchtung fortwährend hört.) — Die sichere Analyse des Sumpfgases, auf der fussend wir wissen, dass es aus einem Kohlenstoffatom und vier Wasserstoffatomen besteht, ist allerdings erst 40 Jahre nach seiner Entdeckung ausgeführt worden.

Der nächste Kohlenwasserstoff, das Äthan, dessen Molekül (siehe weiterhin) schon sechs Atome umfasst, ist ebenso wie der folgende Kohlenwasserstoff das Propan, der aus acht Atomen besteht, noch gasförmig. Dieser dritte findet sich im Rohpetroleum.

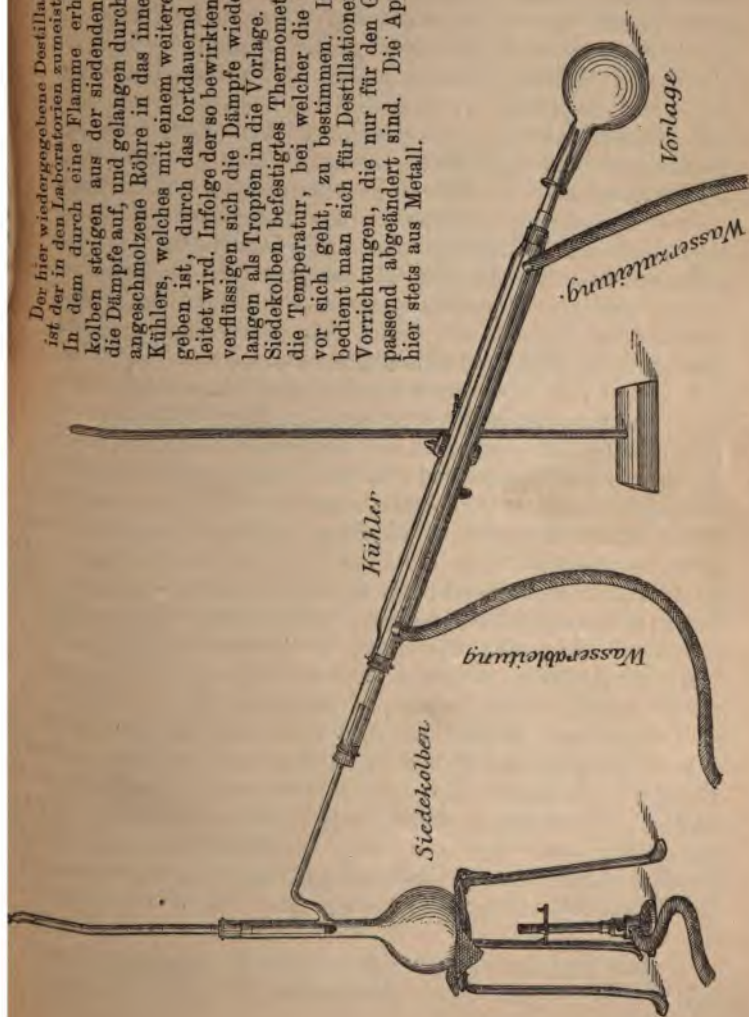
Bevor wir in unserer Betrachtung fortfahren, erfordert der soeben gebrauchte Ausdruck Molekül eine Erklärung. Die kleinsten nicht mehr zerlegbaren Teile von Elementen bezeichnen wir bekanntlich als Atome, ein dem Griechischen entstammendes Wort, das unteilbar bedeutet. Alle nicht elementaren Körper müssen nun doch selbst in ihren kleinsten Teilchen immer noch aus den Atomen der sie zusammensetzenden Elemente bestehen, und ein solches kleinstes Teilchen eines nicht elementaren Körpers nennet wir Molekül. Das kleinste Teilchen Kohlenwasserstoff, das wir uns vorstellen können, ist also z. B. ein Molekül, weil es immer noch aus Kohlenstoff- und Wasserstoffatomen zusammengesetzt ist.

Der Kohlenwasserstoff, welcher vier Kohlenstoffatome enthält, ist bereits eine Flüssigkeit, die allerdings schon bei 1° siedet. In diesem Sinne geht es nun weiter, je mehr Kohlenstoffatome im Molekül des Kohlenwasserstoffes vorhanden sind, um so mehr erhöht sich sein Siedepunkt, so siedet das im Petroleum sich findende Hexan, das sechs Kohlenstoffatome enthält, bereits bei 70°. Mit zunehmendem Kohlenstoffgehalt werden die Verbindungen auch immer konsistenter und schliesslich sogar fest.

Im Rohpetroleum finden sich die Kohlenwasserstoffe also in grosser Zahl. Wird dieses destilliert, d. h. so erhitzt, dass, was bei der erhöhten Temperatur flüchtig ist, durch eine Kühlvorrichtung abgekühlt und dadurch wieder verflüssigt wird, in der Art etwa, wie es die Abbildung wieder giebt, so entweichen zuerst die gasförmigen Verbindungen. Sodann kommen die niedrigsiedenden Anteile, die unter dem Namen Petroläther im Handel sind.

Sie geben öfters Veranlassung zu Explosionen und

Der hier wiedergegebene Destillationsapparat ist der in den Laboratorien zumeist gebrauchte. In dem durch eine Flamme erhitzten Siedekolben steigen aus der siedenden Flüssigkeit die Dämpfe auf, und gelangen durch die seitlich angeschmolzene Röhre in das innere Rohr des Kühlers, welches mit einem weiteren Rohr umgeben ist, durch das fortdauernd Wasser geleitet wird. Infolge der so bewirkten Abkühlung verflüssigen sich die Dämpfe wieder, und gelangen als Tropfen in die Vorlage. Ein in dem Siedekolben befestigtes Thermometer gestattet die Temperatur, bei welcher die Destillation vor sich geht, zu bestimmen. In Fabriken bedient man sich für Destillationen ähnlicher Vorrichtungen, die nur für den Grossbetrieb passend abgeändert sind. Die Apparate sind hier stets aus Metall.



Figur 10.

zwar aus folgendem Grunde. Bei ihrer Leichtflüchtigkeit verteilen sie sich sehr reichlich in der Luft, sagen wir eines Zimmers. Kommt nun dieses Gemisch von Luft und Kohlenwasserstoff mit einer Flamme in Berührung, so verbrennt der Kohlenwasserstoff mit dem reichlich vorhandenen Sauerstoff der Luft ganz plötzlich zu Kohlenensäure und Wasser, welche plötzliche Verbrennung dann mit einer Explosion verbunden ist. Deswegen soll man mit diesem Material, welches so viel zum Entfernen von Fettflecken und ähnlichem benutzt wird, nur am Tage und womöglich bei offenem Fenster arbeiten.

Während der Destillation des Rohpetroleums steigt allmählich der Siedepunkt der übergehenden Dämpfe, was man an dem im Apparate befestigten Thermometer erkennt, und von einem bestimmten Punkte ab fängt man das Destillat für sich auf, indem man die Vorlage wechselt, das ist dann unser gebräuchliches Petroleum.

Dieses Handelspetroleum muss nach dem Gesetze fast aller Staaten bestimmten Ansprüchen hinsichtlich seiner Entflammbarkeit entsprechen, und diese Ansprüche sind so hoch gestellt, dass dadurch eine Explosion während des Brennens in unseren gewöhnlichen Lampen jetzt so gut wie ausgeschlossen ist. Vor dieser gesetzlichen Regelung kam es wohl manchmal vor, dass es noch Anteile, die heute zum Petroläther kommen, enthielt, die sich dann im Bassin der Lampe verflüchtigten. Sobald hierauf die Mischung zwischen ihnen und der Luft im Bassin die geeignete war, veranlassten sie durch Entzündung an der Flamme der Lampe eine Explosion und Zertrümmerung derselben.

Diejenigen Anteile des Rohpetroleums, welche, nachdem das eigentliche Petroleum abdestilliert ist, übergehen, zeigen schliesslich eine butterähnliche Konsistenz und werden auf Vaseline verarbeitet. Andere Anteile, die namentlich aus dem kaukasischen Petroleum gewonnen werden, eignen sich zu Maschinen-Schmierölen und werden für diesen Zweck verwendet.

Auch das Seite 19 erwähnte Paraffin ist ein Gemisch von Kohlenwasserstoffen, welche aber infolge ihrer hoch-

molekularen Konstitution, d. h. ihres hohen Kohlenstoffgehalts im Molekül, bei gewöhnlicher Temperatur fest sind. Sie entstammen nicht dem Petroleum, sondern meist dem Theer, welchen Braunkohlen, wenn sie trocken destilliert werden, — wir kommen gleich auf diese Prozedur zurück, — liefern. Die Braunkohlentheerindustrie wird namentlich in Mitteldeutschland in grösstem Massstabe betrieben.

Natürlich kann man, wie leicht einzusehen ist, schon aus Paraffin allein Kerzen herstellen, und dies geschieht auch. Doch erfreuen sich dieselben keiner grossen Beliebtheit, zumal ihr durchscheinendes Weiss viel weniger schön als das reine Weiss der Stearinkerzen ist, und sie, wenn sie die Länge dieser haben, sich häufig durch ihre eigene Schwere schon krumm biegen.

Wir haben nunmehr von den Beleuchtungsmaterialien noch das Leuchtgas zu besprechen.

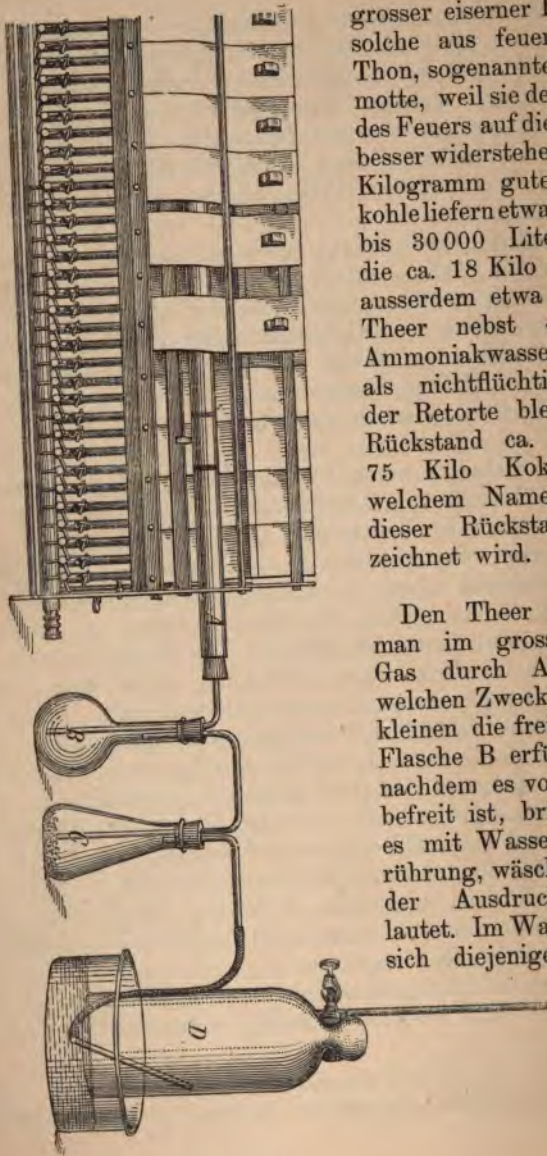
Wenn wir in dem in der Abbildung wiedergegebenen geschlossenen eisernen Rohr A¹⁾ Materialien wie Holz, Torf, Steinkohle möglichst stark erhitzen, sie der trockenen Destillation unterwerfen, wie man das nennt, so wird, was von diesen Substanzen flüchtig ist, aus ihnen ausgetrieben, und durch die Rohrleitung nach dem Gefäss B gelangen. Was bei gewöhnlicher Temperatur von dem durch die Hitze Verflüchtigten sich wieder verflüssigen kann, wird sich in B als Theer und sogenanntes Ammoniakwasser ansammeln, während das, was auch bei gewöhnlicher Temperatur gasförmig bleibt, weiter durch das Gefäss C strömen und sich schliesslich in der Glasglocke D, die die Stelle des Gasometers vertritt, ansammeln wird (s. Figur 11).

Wir können hier sehr wohl das Wort Gasometer brauchen, da unser Apparat eine Gasanstalt im kleinen in ihren Grundzügen repräsentiert.

In den wirklichen Gasanstalten benutzt man fast nur Steinkohlen als Ausgangsmaterial und verwendet statt

1) Anmerkung: Wir benutzen zum Erhitzen den in der Abbildung gleichfalls wiedergegebenen langgestreckten Gasofen.

Figur 11.



grosser eiserner Röhren solche aus feuerfestem Thon, sogenannter Chamotte, weil sie der Hitze des Feuers auf die Dauer besser widerstehen. 100 Kilogramm gute Steinkohle liefern etwa 28 000 bis 30 000 Liter Gas, die ca. 18 Kilo wiegen, ausserdem etwa 5 Kilo Theer nebst 4 Kilo Ammoniakwasser, sowie als nichtflüchtigen in der Retorte bleibenden Rückstand ca. 70 bis 75 Kilo Koks, mit welchem Namen eben dieser Rückstand bezeichnet wird.

Den Theer entzieht man im grossen dem Gas durch Abkühlen, welchen Zweck hier im kleinen die freistehende Flasche B erfüllt, und nachdem es von diesem befreit ist, bringt man es mit Wasser in Berührung, wäscht es, wie der Ausdruck dafür lautet. Im Wasser lösen sich diejenigen seiner

Bestandteile auf, die nun einmal in diesem löslich sind, und der bei weitem wichtigste von ihnen, auch der Menge nach, ist das Ammoniakgas, das die Beschaffenheit des Leuchtgases, wenn es in ihm bliebe, nur verschlechtern würde.

Ammoniakgas besteht aus Stickstoff und Wasserstoff, und indem diese beiden Elemente in den Steinkohlen in Form weit komplizierter zusammengesetzter Körper vorhanden sind, bildet es sich bei der hohen Temperatur der Retorten durch Übergang der komplizierten Substanzen in diese verhältnismässig einfache Verbindung.

Das Ammoniakgas ist in Wasser sehr löslich, und in dieser gelösten Form Ihnen allen unter dem Namen Ammoniak- oder Salmiakgeist als scharfriechende Flüssigkeit bekannt. Wozu die grossen Massen an Ammoniak, welche die gesamten Gasanstalten der Erde liefern, Verwendung finden, werden wir demnächst kennen lernen.

In unseren Apparat haben wir noch ein Gefäss C eingeschaltet. Dieses entspricht wiederum der im grossen angewandten weiteren Vorrichtung zur Reinigung des Gases, wenn wir in dasselbe Lamingsche Masse — der Name rührt vom Erfinder her — geben.

Diese Masse besteht der Hauptsache nach aus gelöschtem Kalk und Eisenoxyd. Der gelöschte Kalk dient dazu, die Kohlensäure, deren Bildung bei der Fabrikation nicht ganz auszuschliessen ist, möglichst aus dem Leuchtgase zu entfernen, indem diese sich mit ihm zu kohlen-saurem Kalk verbindet. In unserer ersten Vorlesung haben wir ja diese Verbindung beim Nachweis der Kohlensäure in der ausgeatmeten Luft schon kennen gelernt. Da die Kohlensäure das Endprodukt der Verbrennung des Kohlenstoffs darstellt, ist sie also selbst nicht mehr brennbar, würde daher im Leuchtgase bleibend dieses sozusagen verdünnen und somit ebenfalls verschlechtern.

Das gleichzeitig vorhandene Eisenoxyd hat den Zweck schwefelhaltige Gase dem Leuchtgas zu entziehen, indem es mit dem Schwefel dieser zu Schwefeleisen zusammentritt. Der Schwefel, welcher nämlich im Gase bleibt, ver-

brennt, wenn man es anzündet, zu schwefliger Säure, einem gasförmigen Körper, dessen scharfer Geruch einem jeden vom brennenden Schwefel her bekannt ist, ja er verbrennt teilweise sogar in der Hitze der Leuchtgasflamme bis zur Schwefelsäure.

Die Lamingsche Masse entfernt so ziemlich allen Schwefel aus dem Gase, bis auf den einer Verbindung, welche den Namen Schwefelkohlenstoff führt. Dessen Menge ist im Gase recht gering, seine Abscheidung im Grossbetrieb ist aber eine von der Gastechnik bis heute nicht gelöste Aufgabe.

Das auf die angegebene Art in den Gasanstalten gereinigte Gas wird in Gasometern gesammelt, und von diesen mittelst Rohrleitungen nach den Orten, an denen es Verwendung finden soll, geleitet.

Von der Zusammensetzung eines Leuchtgases möge folgende Analyse ein Bild geben:

Wasserstoffgas	45,2	Volumprocente
Methan (siehe Seite 23)	35,0	„
Sonstige Kohlenwasserstoffe	4,4	„
Kohlenoxydgas	8,6	„
Stickstoff	4,8	„
Kohlensäure	2,0	„
	<hr/>	
	100,0	Volumprocente.

Bei seinem Verbrennen bildet sich, wie wir uns jetzt schon sagen können, aus seinem Gehalt an Kohlenstoff kohlen-saures Gas, aus seinem Gehalt an Wasserstoff Wasser, letzteres bei der hohen Temperatur sogleich in Gasform. So verschwindet denn durch das Verbrennen das Leuchtgas scheinbar völlig, indem es in zwei geruchlose, farblose Gase übergeht.

Ausserdem gelangt aber infolge seines spurenweisen Gehalts an schwefelhaltigen Verbindungen bei seinem Verbrennen also stets etwas schwefligsaures Gas in die mit ihm erleuchteten Wohnräume.

Dieses schwefligsaure Gas ist Ursache, dass in solchen Räumen Zimmerpflanzen nicht gedeihen wollen. Schweflige Säure ist nämlich jedem Pflanzenwuchs höchst verderblich. Die geringe Menge, um die es sich handelt, ist

für Menschen, wie die Erfahrung zeigt, allerdings glücklicherweise völlig unschädlich.

Der Schwefel verbrennt, wie erwähnt, teilweise sogar zu Schwefelsäure. Und diese sehen wir schliesslich an den Cylindern von Gaslampen, die nicht sehr oft gereinigt werden, in Form von Flecken. Die Schwefelsäure als Flüssigkeit setzt sich nämlich in Form feinsten Tröpfchen an ihnen ab, und da sie eine sehr stark ätzend d. h. zerstörend wirkende Substanz ist, verkohlt sie hineinfallende Staubteilchen. Hiermit erklärt sich also die Eigenschaft der Cylinder der Gaslampen, allmählich bräunliche Flecke zu zeigen, eine Erscheinung, die man an Cylindern, die auf Öl- oder Petroleumlampen Verwendung finden, nie wahrnimmt, da diese Brennstoffe schwefelfrei sind.

Nun noch das weitere über die Natur der leuchtenden Flamme, da es an der Gasflamme sich am bequemsten klar machen und zeigen lässt.

Dass in der leuchtenden Flamme reichlich Kohlenstoff vorhanden ist, sehen wir, wenn wir etwa einen Porzellanteller in sie hineinhalten. Infolge der dadurch bewirkten Abkühlung schlägt er sich in Form von Russ auf ihm nieder. Dieser Kohlenstoff war durch die Hitze in der Flamme selbst aus den Kohlenwasserstoffen ausgeschieden worden, und indem er infolge ihrer hohen Temperatur gleichzeitig weissglühend wurde, hat er ihr Leuchten bewirkt. Gelangt er schliesslich am Rande der Flamme mit dem Luftsauerstoff in Berührung, so verbrennt auch er zu kohlenurem Gas, und verschwindet, indem er in dieser Form in die Umgebung entweicht.

Dass dieses sich wirklich so verhält, lässt sich leicht experimentell zeigen, und diejenigen von Ihnen, die auf Gas kochen, ein sich heute mit Recht immer mehr in den Küchen einführender Fortschritt, entleuchten in ihren Apparaten stets die Flammen, die nun, da keine Ausscheidung von Kohlenstoff mehr stattfindet, die Geschirre nicht berussen. Die Chemiker, die seit bald 50 Jahren in den Orten, in denen es Gas giebt, es zu Kochzwecken verwendet haben, benutzen hierfür den schon damals von

Bunsen erfundenen Brenner, der seitdem mit der nötigen Adaptierung auf die heutigen Gaskochapparate übertragen worden ist. Beim Bunsenbrenner strömt das Gas aus einer feinen Spitze aus, wie es der Teil A, des auseinandergeschraubten Brenners zeigt. Zünden wir es hier an, so leuchtet es nach Art jeder anderen Gasflamme. Setzen wir aber eine Röhre B auf diese Spitze, die in der Nähe der Öffnung für



Figur 12.

das einströmende Gas mit Löchern versehen ist, von denen wir eines an der Figur 12 sehen, so kann der aus der Spitze von A ausströmende Gasstrom durch diese ein wenig Luft mitreissen. Zünden wir jetzt den Brenner an seiner um das Rohrstück verlängerten Endöffnung an, so leuchtet die Flamme nicht mehr, indem in ihr so viel Luft vorhanden ist, das deren Sauerstoff sofort die Verbrennung des gesamten im Leuchtgase vorhandenen Kohlenstoffs bewirkt, wodurch zugleich auch ein grosser Heizeffekt erzielt wird. Halten wir die Löcher am äusseren Rohr zu, sperren also die Luftzufuhr ab, so leuchtet, wie zu erwarten, die Flamme sofort wieder.

Eine ganz entsprechende Einrichtung findet sich also an allen Gaskochapparaten, auch hier sehen Sie stets gleich hinter dem Hahn das Gas aus einer Spitze ausströmen und neben dieser einige Öffnungen für den Lufteintritt in dem weiteren Rohr, das das Gemisch von Gas und wenig Luft zur Verbrennungsstelle unter die Kochgeschirre leitet, unter denen es mit nichtleuchtender Flamme verbrennt.

Die entleuchtete Flamme giebt, wie erwähnt, infolge der momentanen Verbrennung ihres gesamten Kohlenstoffgehalts eine sehr grosse Hitze, und halten wir z. B. ein Bündel Platindraht — Platin wird selbst bei dieser Temperatur nicht im geringsten verändert — in sie hinein, so gerät es in starkes helles Glühen, strahlt Glühlicht aus. Der neueste auf dem Gebiete der Gasbeleuchtung gemachte gewaltige Fortschritt, das Gasglühlicht, stellt diesen Vorgang in grosser Vervollkommnung dar.

Auch beim Gasglühlicht wird die Flamme durch Luftzufuhr wie beim Bunsenbrenner entleuchtet, und sehen wir zu diesem Zweck an jedem solchen Brenner mehrere — meist vier — kleine Öffnungen neben der Einströmungsstelle des Gases. Die nichtleuchtende sehr heisse Flamme bringt sodann einen in ihr hängenden Hohlkegel in starke Glut. Der Kegel ist mit gewissen Oxyden, zum Teil recht seltener Elemente, wie Ceroxyd und Thoriumoxyd getränkt, von denen den Chemikern schon lange bekannt war, dass sie beim Erhitzen ein sehr helles Licht ausstrahlen.

Doch ist die Verwertung dieser Eigenschaft für das tägliche Leben erst AUER geglückt, und auch dieser hat lange darüber gearbeitet. Bereits 1885 hatte er ein Glühlicht für Zimmerbeleuchtung hergestellt, aber brauchbar wurde es erst im Oktober 1891, und seitdem ist auch noch sehr viel an ihm verbessert worden, indem man allmählich durch richtige Mischung der geeignetsten Oxyde dahin kam, seine ursprünglich fahle mondscheinartige Farbe in ein dem Auge angenehmes Weiss zu verwandeln.

III. Vortrag.

Ernährung der Pflanzen. Düngung. Brache. Künstlicher Dünger. Die Knochen. Das Superphosphat. Die Kalisalze. Stickstoffdüngung. Basen, Säuren und Salze. Mutterlauge. Ernährung der Menschen und Tiere. Verdauungsversuche. Eiweiss. Fette. Kohlenhydrate. Die Milch und ihr Gerinnen. Käse. Soxhlet'scher Apparat. Fibrin. Serum. Kraftfutter. Leim.

Wir kommen nunmehr zu den Nahrungsmitteln.

Die Erde besteht aus totem Material, nämlich dem Erdboden und der ihn umgebenden Atmosphäre. Auf diesem und in ihr leben die Pflanzen und Tiere. Die Pflanzen vermögen ihren ganzen Lebensbedarf dieser toten Materie zu entnehmen.

Ein Baum steht z. B. Jahrhunderte lang an seinem Platze, und die Natur liefert ihm alles zu seiner Existenz notwendige; so sorgt der Regen für die nötige Feuchtigkeit, und seinen Bedarf an Kohlenstoff für das Holz und alle jene komplizierten Gebilde, die sein Leben ermöglichen, entnimmt er der Kohlensäure der Luft etc.

Die Blätter, und aller Wahrscheinlichkeit nach speziell die grünen Körner derselben, die man als Chlorophyllkörner bezeichnet, haben die Begabung, Kohlensäure, die doch aus Kohlenstoff und Sauerstoff besteht, so zerlegen zu können, dass sie sich deren Kohlenstoffgehalt nützlich machen, während sie andererseits Sauerstoffgas ausscheiden. Dies ist um so merkwürdiger, weil Kohlensäure ein sehr beständiges Gas ist, welches im Laboratorium nur schwierig in seine Bestandteile zerlegt werden kann, bildet es sich doch gerade, wie wir wissen, in der hohen Temperatur aller Flammen.

Auch dasjenige, was die Pflanze an sonstigen anorganischen — d. h. also der toten Natur entstammenden — Verbindungen braucht, liefert der Boden, auf dem sie wächst. Wir bekommen diese zu sehen, wenn wir z. B. Holz verbrennen, dabei bleiben sie als Asche zurück.

Untersuchen wir derartige Pflanzenaschen genauer, so ergeben Analysen folgendes. Der Aschengehalt z. B. einer Roggenpflanze zur Zeit der Blüte beträgt 6,38 Prozent ihres Gewichts, der von reifen Roggenkörnern 1,93 Prozent. Und die Asche selbst zeigt folgende prozentische Zusammensetzung, wobei wir uns möglichst leicht verständlicher Bezeichnungen bedienen wollen.

Zusammensetzung der Asche von Roggenpflanzen.		Zusammensetzung der Asche von Roggenkörnern.	
Phosphorsäure	20,35 Prozent	47,52 Prozent
Kalisalze	37,16	„	34,50
Kieselsäure	24,88	„	2,75
Kalk u. Magnesia	12,32	„	14,13
Schwefelsäure	4,03	„	—
Kochsalz	0,76	„	0,90
Eisenoxyd	0,50	„	0,20

Alles dieses muss also der Boden enthalten, wenn Roggen z. B. auf ihm soll gedeihen können. An manchem dieser Bestandteile, wie Kieselsäure, welches die chemische Bezeichnung für reinen Sand ist, oder Eisenoxyd ist niemals Mangel. Und die Untersuchungen, die zuerst LIEBIG in vollständigem Umfange hinsichtlich aller ihrer Konsequenzen aufgenommen hat, haben dann dazu geführt, dass man jetzt weiss, dass man dem Boden, wenn er nicht erschöpft werden soll, im allgemeinen zuzuführen hat:

Phosphorsäure
Kalisalze
Stickstoff.

Den letzteren haben wir bisher in diesem Zusammenhange noch gar nicht erwähnen können, wir werden aber sehr bald das Nähere über ihn erfahren.

Wenn man nun bedenkt, dass alle Kulturvölker, von denen wir wissen, seit Urzeiten Ackerbau getrieben haben, und über dasjenige, was der Boden dabei zu leisten hat,

erst LIEBIG sich in den vierziger Jahren dieses Jahrhunderts klar geworden ist, so muss man sich gewiss wundern, dass die Menschheit zu dieser Erkenntnis so unendlich lange Zeit gebraucht hat, und muss LIEBIG um so mehr bewundern, zumal er niemals Landwirt gewesen ist.

Noch THAER — der grosse Reformator der Landwirtschaft, der zuerst ernstlich die Vorgänge in ihr wissenschaftlich zu ergründen suchte, und etwa seit Anfang dieses Jahrhunderts ausserordentliche Erfolge speziell auf dem Gebiete der Viehzucht erzielte, — hatte in dem Aschengehalt der Pflanzen nur zufällige Bestandteile gesehen, und nicht erkannt, dass sie unbedingtes Erfordernis für den Pflanzenwuchs sind. Nach ihm gedeihen die Pflanzen um so besser, je dicker die Humusschicht des betreffenden Bodens war, kurz er hatte die Sachlage hinsichtlich der Pflanzenernährung noch vollständig falsch aufgefasst. Und so kann man ohne Übertreibung sagen: Aller Ackerbau ist bis zur Erkenntnis der wahren Sachlage durch LIEBIG eigentlich Raubbau gewesen, und so manche Erdstrecke ist durch diesen im Laufe der Zeit geradezu ausgesogen worden.

Sehr früh hat man schon beobachtet, dass, wenn man die gleiche Frucht mehrere Jahre auf demselben Felde baut, deren Ertrag, oder richtiger ausgedrückt die Ertragsfähigkeit des Bodens in Bezug auf sie, allmählich mehr und mehr zurückgeht, und deshalb stets mit dem Anbau der Früchte in einem gewissen Cyklus abgewechselt.

So finden wir denn in den uns aus dem klassischen Altertum überkommenen Büchern, die sich mit landwirtschaftlichen Fragen beschäftigen, schon den aus der erwähnten Beobachtung sich ergebenden Fruchtwechsel empfohlen, und bis in die Regierungszeit Friedrichs des Grossen enthalten die landwirtschaftlichen Bücher eigentlich nichts, was nicht auch schon in jenen uralten Schriften abgehandelt wird. Es kann daher von einem Fortschritt gegen jene Zeiten kaum die Rede sein.

Der Grund des besseren Erträgnisses beim Fruchtwechsel liegt darin, dass, weil die Zusammensetzung der Aschen der einzelnen Pflanzen verschieden ist, auch die Ausnutzung des Bodens dann nicht alle Jahre in gleicher Richtung erfolgt. Andererseits hat man auch seit uralten Zeiten schon die Felder mit den in der Wirtschaft zur Verfügung stehenden Abfällen gedüngt, das, was sie dem Boden entzogen hatte, ihm auf diesem Wege, ohne eigentlich zu wissen warum, zurückgegeben, indem man sah, dass dadurch der Bodenertrag verbessert wurde.

Da doch aber vieles aus der Wirtschaft verkauft wird, musste alljährlich ein gewisses Quantum der anorganischen Salze den Feldern entzogen werden, ohne ihnen wieder zuzukommen, und aus diesem Grunde trotz der Düngung eine Verminderung der Tragfähigkeit des Bodens eintreten. Auch dieses ergab sich aus der Praxis des Lebens, ohne dass man hierfür den wirklichen Grund zu erkennen vermochte.

Diese Beobachtung führte zur sogenannten Brachewirtschaft. Man liess Felder, nachdem sie einige Jahre Frucht getragen hatten, ein Jahr unbenutzt liegen, und das half wirklich für die nächstfolgende Zeit ihre Fruchtbarkeit erhöhen.

Ohne weiteres verständlich ist das nicht. Denn es regnete, wenn es erlaubt ist sich so auszudrücken, doch weder Phosphorsäure noch Kalisalze vom Himmel, resp. von aussen kam doch beim Stillliegen des Bodens keines dieser Salze in ihn hinein, auf diesem Wege tritt keine Vermehrung dieser für den Pflanzenwuchs wichtigsten Bodenbestandteile ein.

Der Erfolg der Brache beruhte jedoch auf folgendem. Die Phosphorsäure und die Kalisalze befinden sich im Boden grossenteils in in Wasser unlöslicher Form. In dieser können sie von den Wurzeln der Pflanzen aber garnicht verwendet werden, die sie nur in gelöstem Zustande aufzusaugen vermögen. Jedoch die Feuchtigkeit im Boden zusammen mit der in ihm zirkulierenden Kohlensäure der Luft greifen diese unlöslichen Verbindungen an, führen

sie in lösliche über. Die Gesteinstrümmer verwittern im Boden, wie man sagt. Ist nun ein Jahr lang der auf diese Weise für die Pflanzenernährung brauchbar gewordene Vorrat dem Boden nicht entzogen worden, so genügt er zusammen mit dem, was doch jedes Jahr an und für sich gelöst wird, um wieder auf einige Zeit lohnende Ernten zu ermöglichen.

In der Mitte des vorigen Jahrhunderts fand man dann, dass man die Felder in dem Jahre, in dem man sie bis dahin brach liegen liess, mit Klee bepflanzen könne, ohne dass die nachherigen Erträge des Körneranbaus erwähnenswert darunter litten. Damit war für die damalige Zeit ein grosser Fortschritt insofern erreicht, als man jetzt namentlich viel mehr Vieh halten konnte, wodurch man wieder mehr Dünger zur Verfügung hatte, und wenn der Boden allmählich kleemüde ward, wie es die Praxis bald lehrte, baute man Erbsen, Bohnen, Kartoffeln und ähnliches. Auf diese Art kam man zu einem regelmässigen Wechsel von Halm- und Blattfrüchten, mit periodisch eingeschobenem Kleeanbau.

Fiel so die Brache weg, so war das ganze nur möglich, weil die verschiedenen Früchte, wie schon erwähnt, die einzelnen anorganischen Nährsalze in relativ sehr verschiedenen Mengen verbrauchen, so dass bei richtig geleiteter Fruchtfolge die von der betreffenden Pflanze besonders viel gebrauchten Salze jahrelang wenig durch die Vorfrüchte dem Boden entzogen worden waren. Aber an und für sich trieb die Landwirtschaft jetzt, ohne es zu wissen, hinsichtlich der anorganischen Salze, eigentlich noch stärkeren Raubbau als früher, denn um das, womit ein Feld infolge der vermehrten Viehzucht reicher gedüngt werden konnte, war das Nachbarfeld ärmer geworden. Dieser Nachteil würde sich sicher in unserer Zeit schon geltend gemacht haben, wenn nicht durch LIEBIG der Zusammenhang aufgeklärt, und ein billiger Ersatz der dem Boden entzogenen anorganischen Salze mit Hilfe der in der toten Natur an ihnen aufgespeicherten Schätze möglich wäre, der nunmehr die Brache wirklich überflüssig macht.

Heutzutage ersetzt man den Verlust, den der Boden durch das Abernten erleidet, soweit der natürliche Dünger nicht ausreicht, durch künstlichen Dünger. Und Liebigs Verdienste um die ganze Welt gipfeln gerade darin, dass er als erster von allen Menschen den einzig rationellen Weg zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit erkannt hat, nämlich der Ackerkrume die Verbindungen und Substanzen wieder künstlich zuzusetzen, die ihr durch das Wachstum der Pflanzen entzogen werden. Ja, indem von künstlichen Düngemitteln beliebige Mengen zur Verfügung stehen, kann man durch ihre reichliche Verwendung, für die die obere Grenze durch die Erfahrung festgestellt worden ist, den Ertrag des Bodens ausserordentlich erhöhen. Wir gehen jetzt zur Beschaffung dieser künstlichen Düngemittel seitens der chemischen Fabriken über.

Die hauptsächlichsten Quellen, die für die Gewinnung billiger Phosphorsäure — denn teure könnte der Landwirt nicht brauchen — zur Verfügung stehen, sind folgende drei: Knochen, Phosphorit und Thomasphosphatmehl.

Die Knochen bestehen zum grossen Teil aus phosphorsaurem Kalk, ausserdem enthalten sie Fett und leimgebende Substanz, und wollen wir von ihnen nebenbei folgendes mitteilen.

Das Fett entzieht man ihnen heutzutage durch Extraktion mit Benzin, und dieses dient dann zur Herstellung von Kerzen oder Seife, welche ersteren wir besprochen haben und letztere wir später kennen lernen. Ihr Leim, der unter dem Namen Knochenleim verwendet wird, wird nach einem Verfahren gewonnen, das wir hier nicht beschreiben wollen, da es zu viele Vorkenntnisse voraussetzt.

Glüht man sie in einem geschlossenen, nur mit einem Abzugsrohr für die Dämpfe versehenen Kessel, behandelt sie also in ähnlicher Weise wie es mit den Steinkohlen für die Leuchtgasfabrikation geschieht, so hinterlassen sie im Kessel eine tiefschwarze Masse, die sogenannte Knochenkohle, die somit den Koks der Gasanstalten entspricht. Solche Knochenkohle hat die merkwürdige Eigenschaft,

gefärbten Lösungen den Farbstoff zu entziehen. Schüttelt man z. B. Rotwein mit ihr und filtriert, so erhält man eine wasserhelle Flüssigkeit, die vom Rotwein in nichts als durch die mangelnde Färbung verschieden ist. Von dieser entfärbenden Kraft, die das angeführte Beispiel, welches für die Praxis des Lebens keinen Wert hat, in recht drastischer Weise erläutert, macht man in vielen Industrien Gebrauch. Z. B. wird auf diesem Wege das rein weisse Aussehen des Zuckers erreicht, auch werden wir ihrer Anwendung in der Kartoffelspiritusindustrie wieder begegnen.

Mahlt man Knochenkohle fein und versetzt sie mit passenden Schmiermitteln, so hat man Stiefelwichse.

Glüht man Knochen statt in einem geschlossenen Kessel offen an der Luft, so brennen sie sich natürlich, indem dann aller Kohlenstoff verbrennt, völlig weiss. Solche weissgebrannten Knochen sind das Ausgangsmaterial für die Fabrikation des Phosphors, über den wir bei den Zündhölzern Näheres hörten; sie finden auch bei der Herstellung des Milchglases (siehe den X. Vortrag) Verwendung.

Ausser den Knochen dient der an vielen über die ganze Erde zerstreuten Orten als Mineral vorkommende phosphorsaure Kalk als Phosphorsäurequelle. Er führt zumeist den Namen Phosphorit, und ist bald mehr, bald weniger verunreinigt. Zu Florida in Nordamerika findet er sich in grossen Massen mit einem Durchschnittsgehalt bis zu 82 Prozent an phosphorsaurem Kalk, und da speziell die Verunreinigungen des dort gefundenen Materials die chemische Verarbeitung, die wir gleich kennen lernen, wenig stören, erstreckte sich sein Absatz bis vor wenigen Jahren über die ganze Welt. Doch ist zur Zeit eine Änderung darin eingetreten. Erstens ist durch das allgemeine Darniederliegen der Landwirtschaft eine Abnahme des Verbrauchs von Phosphaten überhaupt eingetreten, und zweitens machen neuentdeckte Lager in Tennessee ihm in Amerika Konkurrenz, während in letzter Zeit in Algier entdeckte Fundstätten seinen Absatz in Europa schmälern.

Ehemals spielte auch der Guano eine grosse Rolle,

doch tritt er infolge der Erschöpfung seiner Läger allmählich immer mehr in den Hintergrund. Er besteht aus den zersetzten Exkrementen von Seevögeln, von denen sich grosse Ablagerungen namentlich an der peruanischen Küste und auf den nahe liegenden Inseln finden. Er ist meist reich an Phosphorsäure und enthält auch zugleich viel Stickstoff.

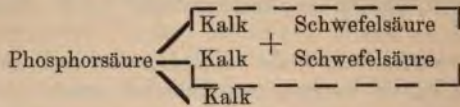
Schliesslich liefert die Entphosphorung des Eisens, die wir im elften Vortrage ausführlich kennen lernen, sogenanntes Thomasphosphatmehl, das seinen Namen nach dem einen Entdecker der Eisenentphosphorung führt.

In den genannten Materialien, mit Ausnahme des letzten und teilweise auch des Guanos, befindet sich nun die Phosphorsäure im gleichen Zustande wie im Boden, nämlich als phosphorsaurer Kalk in der unlöslichen Form. Wollte man die genannten Materialien etwa fein mahlen und auf den Acker bringen, so würde ihre Wirksamkeit eine ganz ungenügende sein, indem sie da nur sehr langsam auf dem natürlichen Wege, den wir bereits, um den Wert der Brache verständlich zu machen, ausführlich besprachen, wasserlöslich und damit für die Pflanzenwurzeln absorbierbar würden. Kurzum sie wären für den Landwirt so gut wie wertlos, indem die Pflanzen sie nur im Laufe vieler Jahre sich nutzbar machen könnten.

Ganz anders gestaltet sich aber die Sache dadurch, dass man die Phosphate aufschliesst, wie der fachmännische Ausdruck für ihre künstliche Überführung in den wasserlöslichen Zustand lautet, in welchem sie sogleich den Wurzeln der Pflanzen in einer solchen Beschaffenheit geboten werden, dass diese sie leicht und gern aufnehmen. Dies Aufschliessen erfolgt in seinen Grundzügen stets so, dass die Phosphate fein gemahlen und mit starker Schwefelsäure übergossen werden. Der so erhaltene künstliche Dünger wird Superphosphat genannt.

In den erwähnten Phosphorsäurequellen ist die Phosphorsäure nämlich stets der Hauptsache nach an Kalk gebunden, und zwar hält ein Molekül Phosphorsäure drei Moleküle Kalk fest. Schwefelsäure ist nun stärker als

Phosphorsäure, ein Molekül Schwefelsäure vermag aber immer nur ein Molekül Kalk zu binden. Lässt man deshalb zwei Mol. Schwefelsäure auf gebrannte Knochen oder bergmännisch gewonnenen Phosphorit wirken, so erhält man, wie aus dem Schema ersichtlich ist,



eine neue Verbindung, in der ein Molekül Phosphorsäure auf ein Molekül Kalk kommt, während sich andererseits durch die Umsetzung zwei Moleküle schwefelsaurer Kalk, der im gewöhnlichen Leben Gips heisst, bilden. Der so dargestellte phosphorsaure Kalk ist in Wasser löslich, und in dieser Form in den Boden gebracht, assimilieren ihn die Pflanzen leicht. Wenn man auch gewohnheitsmässig von Phosphorsäuredüngung spricht, so handelt es sich doch dabei um Düngung mit dieser Verbindung. Phosphorsäure als solche in Wasser gelöst, giebt eine so ätzende Flüssigkeit, dass sie allen Pflanzenwuchs zerstören würde.

Neben diesem löslichen phosphorsauren Kalk bildet sich also schwefelsaurer Kalk, und dass er dem Phosphat beigemengt bleibt, hat nichts zu sagen, ja für manchen an Kalk armen Boden ist die auf diese Weise mitbewirkte Kalkzufuhr ebenfalls recht günstig, denn die Pflanzen brauchen ja Kalk, wie wir aus den Aschenanalysen wissen.

Nun noch einige Worte über das Thomasphosphatmehl, jenes Abfallprodukt der Eisenindustrie. In ihm befindet sich die Phosphorsäure in einer solchen Verbindung mit Kalk, dass sie, ohne dass dieser phosphorsaure Kalk mit Schwefelsäure behandelt werden muss, bereits von den Pflanzen assimiliert werden kann. So ist gerade dieses eine ausserordentlich billige Quelle für Phosphorsäure, indem hier die Kosten des Aufschliessens ganz fortfallen, und wird das Mehl namentlich zur Wiesendüngung, für die es sich besonders eignet, in grösster Menge verwendet.

Wir kommen nun zu den Kalisalzen als Düngemittel. Kalisalze sind bis in die sechziger Jahre unseres Jahrhunderts recht kostbar gewesen. Die einzige Form, in der Kali in grösseren Mengen zu Gebote stand, war die Pottasche, die in chemischer Beziehung kohlen-saures Kali ist.

Pottasche wurde, wie noch der Name andeutet, ursprünglich durch Auskochen von Pflanzenasche, als welche natürlich hauptsächlich Holzasche diente, in Töpfen bereitet. Den Kaligehalt der Pflanzenaschen kennen wir ja schon von der Analyse der Pflanzenaschen her (siehe Seite 35). Noch in der Mitte dieses Jahrhunderts kauften Händler an vielen Orten, z. B. selbst in Paris, wo die zur Zimmerheizung dienenden Kamine sehr reine Holzasche lieferten, die Holzasche zusammen, die dann in Fabriken auf Pottasche verarbeitet wurde. Sie wird viel in den Gewerben (Glasfabrikation, Seifenfabrikation, Färbereien etc.) gebraucht, und stand, und steht auch noch, obgleich man sie jetzt künstlich aus anderen Kalisalzen herzustellen versteht, sehr hoch im Preis, so dass sie als Düngemittel nie hätte Verwendung finden können. Später werden wir im Zusammenhang mit der Soda noch ausführlicher auf ihre jetzige Fabrikation zurückkommen. Die anderen heute viel billiger als die Pottasche zu habenden Kalisalze, die zu Düngezwecken dienen, wie Chlorkalium und schwefelsaures Kali, stammen alle aus den Bergwerken in der Gegend von Stassfurt, welches in der Nähe von Magdeburg liegt.

In Stassfurt gab es viele salzige Quellen, die seit einer Reihe von Jahrhunderten versotten wurden. Das ward die Veranlassung in jener Gegend direkt nach Steinsalz zu bohren. Man stiess dabei wohl auf eine Art Salz, doch schmeckte es bitter, und wurde als Abraumsalz in grossen Mengen beiseite geworfen, nachdem infolge der Erbohrung reinen Steinsalzes der bergmännische Betrieb in Gang kam.

Diese bitteren Salze sind nun, wie man später fand, nichts anderes als Kalisalze, die dort in ungeheuren Massen liegen, und Veranlassung zur Gründung der grossen In-

dustrie gegeben haben, die jetzt in jener Gegend blüht, und die Landwirtschaft der ganzen Welt mit Kali versorgt. Die Rohsalze, wie sie die Natur liefert, müssen nämlich erst in Fabriken umgearbeitet werden, um als Düngemittel brauchbar zu sein. Auch die dabei erhaltenen Nebenprodukte sind teilweise technisch verwertbar.

Man nimmt an, dass das Salzlager der Überrest eines ausgetrockneten Meeresarmes ist, der nach dem beginnenden Austrocknen sich noch öfters wieder mit Seewasser füllte, woraus sich das so massenhafte Vorkommen der Salze erklärt. Das Meerwasser enthält z. B. Brom, und ist zuerst aus ihm dieses Element in Südfrankreich hergestellt worden. Es spielt jetzt eine wichtige Rolle in der Photographie, in der es sehr viel gebraucht wird, wie wir sehen werden. Nun müssen doch die Stassfurter Salze, wenn die Annahme, dass sie dem Meere entstammen, richtig ist, ebenfalls Brom enthalten, und wirklich wird Brom jetzt aus ihnen in grösstem Massstabe gewonnen, womit wir eines der Nebenprodukte der dortigen Industrie kennen gelernt haben.

Wir gehen nunmehr zum Stickstoffbedarf der Pflanzen über.

Die Pflanzen brauchen den Stickstoff zum Aufbau des sogenannten Pflanzeneiweisses — wir kommen sehr bald beim eigentlichen Eiweiss auf dieses zurück —, welches in ihrem Dasein in ähnlicher Weise, wie das für das tierische Eiweiss gilt, die eigentlichen Lebensfunktionen bedingt; und so erklärt es sich, dass Stickstoffmangel für sie gleichbedeutend mit Verkümmern ist.

In den Aschenanalysen (siehe Seite 35) finden wir Stickstoff nicht angeführt, und zwar deshalb, weil er in keiner Verbindung feuerbeständig ist, sondern bei hoher Temperatur stets als solcher oder in Verbindung mit anderen Elementen — seine Verflüchtigung als Ammoniak z. B. haben wir ja bei der Leuchtgasfabrikation bereits kennen gelernt — entweicht.

Von vornherein sollte man meinen, dass die Pflanzen an Stickstoff nie Mangel haben könnten. Wir sahen, dass

sie mit Hilfe der Blätter ihren Kohlenstoffbedarf (siehe Seite 34) aus der Luft und zwar mit Leichtigkeit decken, und wie wir wissen, enthält die Luft (siehe Seite 8) in zehntausend Teilen nur drei Teile Kohlensäure, während in dieser Menge rund achttausend Teile Stickstoff vorhanden sind.

Stickstoff ist nun einmal, wie öfters erwähnt, ein sehr indifferentes Gas, und die Pflanzen haben keine Vorrichtung zur direkten Aufnahme dieser trägen Materie.

Allerdings findet sich in der Luft Ammoniak, also eine wasserlösliche Stickstoffverbindung, in Spuren, die aber nur nach Millionstel Teilen sich berechnet. Da nun die Pflanzen Stickstoffverbindungen nur mit den Wurzeln nicht mit den Blättern aufzunehmen vermögen, gelangt von diesem Ammoniak höchstens der Teil an sie, der mit der Luft im Boden zirkuliert, oder das, was mit dem Regen in diesen hineingespült wird, und das ist ganz ungenügend.

Wie die neuesten Forschungen gezeigt haben, spielen nun bei dem Prozess der Stickstoffassimilation durch die Pflanzen Bacillen eine ausschlaggebende Rolle. Es kommen nämlich im Ackerboden Bacillen mit der merkwürdigen Eigenschaft vor, durch ihren Lebensprozess Stickstoff mit Sauerstoff vereinigen zu können. Solche Verbindungen geben ihrerseits mit im Boden vorhandenen Stoffen wasserlösliche Substanzen, wahrscheinlich zumeist salpetersaure Salze, die die Pflanzen dann aufnehmen.

Die Salpetersäure ist nämlich ein Oxydationsprodukt des Stickstoffs, also eine Sauerstoffverbindung desselben.

Ja, es giebt Pflanzen, und zwar gehören sie zur Klasse der Leguminosen, an deren Wurzelknöllchen sich infolge der Bacillenthätigkeit so viel stickstoffhaltige Materie ablagert, dass sie, wenn Phosphorsäure und Kali genügend vorhanden sind, nicht nur ohne jede Stickstoffdüngung vorzüglich gedeihen, sondern dass ihre beim Abernten zurückbleibenden Wurzeln den Boden geradezu an Stickstoffverbindungen anreichern. Man bezeichnet sie deshalb als Stickstoffsammler. Infolgedessen findet dann eine im folgenden Jahre gebaute Frucht, deren Wurzeln

diese Eigenschaft nicht haben, einen ihr Wachstum sehr fördernden Vorrat an ihm vor, ohne dass Stickstoffdüngung stattgefunden hat. Der Geldwert dieses Stickstoffs mag etwa 40 Mark pro Hektar bei dem jetzigen Preise des Chilisalpeters, wenn man mit diesem als Stickstoffdünger düngen müsste (siehe weiterhin), betragen.

Auch macht man diese Bacillen jetzt schon geradezu den Zwecken der Bodenkultur dienstbar, wobei man auf zweierlei Art verfährt. Man überträgt nämlich entweder einige hundert Kilo der Erde eines Ackers, auf dem z. B. Erbsen gewachsen sind, die also reich an den stickstoffsammelnden Bacillen ist, auf ein Feld, welches mit Erbsen bepflanzt werden soll, so dass der Bacillus von vornherein ebenfalls auf dem Felde vorhanden ist, oder man bedient sich eines zweiten weit vollkommeneren Verfahrens. Dieses letztere besteht darin, dass man den Bacillus in Reinkulturen züchtet, was bereits einzelne Fabriken ausführen, die diese Kulturen unter dem Namen Nitragin in den Handel bringen. Mit einer solchen mit Wasser verdünnten Reinkultur übergießt man die auszusäenden Erbsen. An jeder einzelnen von ihnen haftet somit bei diesem Verfahren vom Tage der Aussaat an der stickstoffsammelnde Bacillus, und sollen die Erfolge dieser Methode z. B. auf den sehr stickstoffarmen Moorböden Norddeutschlands ganz ausgezeichnete sein.

Nun haben Versuche, schon lange bevor man dies alles wusste, gelehrt, dass es für den Pflanzenwuchs ausserordentlich förderlich ist, wenn man dem Boden stickstoffhaltige Materialien zuführt, also sozusagen die Bacillen in ihrer Thätigkeit unterstützt. Am geeignetsten sind natürlich wasserlösliche Stickstoffverbindungen, und von diesen sind namentlich zwei in genügender Menge zu haben und billig genug, um für diesen Zweck in der Landwirtschaft Verwendung finden zu können.

Die eine entstammt dem uns jetzt schon so gut bekannten Ammoniak der Gasanstalten. Ammoniak ist in chemischer Beziehung ein Alkali oder eine Base, diese beiden Bezeichnungen sind heutzutage gleichbedeutend.

Und die Eigenschaft der Basen ist es, sich mit Säuren vereinigen zu können. Was dabei entsteht, nennt man ein Salz. Bei der Unsumme von Säuren und Basen, die es giebt, giebt es daher in chemischer Beziehung eine Unsumme von Salzen.¹⁾

Sowohl Säuren wie Basen können feste, flüssige oder gasförmige Körper sein. So ist Kieselsäure (Sand) eine feste Masse, und sie ist chemisch als Säure aufzufassen, weil sie sich z. B. mit der Base Kali zu kieselsaurem Kali also einem Salz vereinigt. Schwefelsäure ist eine flüssige Säure und Kohlensäure ist gasförmig. Die Base Kali ist ein fester Körper, Anilin ist eine flüssige Base, und Ammoniak, mit dem wir es hier speziell zu thun haben, ist eine gasförmige Base. Da Ammoniakgas zufällig die Eigenschaft hat, in Wasser sehr leicht löslich zu sein, halten wir es der Bequemlichkeit halber in wässriger Lösung vorrätig, und da es in dieser Form auch verkauft wird (meist unter dem Namen Salmiakgeist) sind die Laien geneigt, es für eine Flüssigkeit zu halten.

Das Ammoniak wird für die Zwecke der Landwirtschaft stets an Schwefelsäure gebunden, findet also seine Verwendung als schwefelsaures Ammoniak, wird in dieser Form auf die Felder geworfen.

Die zweite Stickstoffquelle repräsentiert der Salpeter. Salpeter entsteht durch Verbindung der Salpetersäure mit den Basen Kali oder Natron, und darnach unterscheidet man Kalisalpeter und Natronsalpeter.

Der Kalisalpeter ist lange bekannt, und dient zur Herstellung des Schiesspulvers. Auf dieses und die neueren Sprengmittel wollen wir nach Erledigung der Besprechung

1) Anmerkung. Solche Salze nennt man schwefelsaures Kali, kohlsaures Natron etc. nach älteren Anschauungen, die sich im Publikum erhalten haben. Die Chemiker fassen ihre Zusammensetzung heute etwas anders auf, und sprechen vom schwefelsauren Kalium, kohlsauren Natrium etc. Doch soll in diesem Buche die alte Bezeichnung beibehalten werden, zumal es ganz unmöglich ist, hier die Gründe dieser Änderung auseinander zu setzen.

der Nahrungsmittel näher eingehen. Er ist für die Landwirtschaft zu teuer.

Der billige Natronsalpeter ist wiederum ein Kind der Entdeckungen unserer Zeit. Er führt nach seinem Ursprungslande auch den Namen Chilialpeter. Dasselbst giebt es gewaltige Länderstrecken, in denen es nie regnet, und der Boden gerade jener Gegenden ist reich an ihm.

Würde es dort regnen, so wäre er längst fortgewaschen. Laugt man nun das den Salpeter enthaltende Erdreich mit Wasser aus, womit in den dreissiger Jahren begonnen worden ist, so erhält man eine Lösung von Natronsalpeter. Filtriert man diese und konzentriert sie sodann, so krystallisiert er schliesslich aus. Die so erhaltenen Krystalle bilden den Chilialpeter des Handels. Die Flüssigkeit, die über ihnen steht, heisst wie jede Flüssigkeit, aus der etwas auskrystallisiert ist, Mutterlauge.

Dampft man solche Mutterlauge ab, was nur an wenigen Orten, wie z. B. zu Kreuznach geschieht, so hinterbleiben die in ihr noch gelöst gebliebenen Salze, die als Mutterlaugensalze bezeichnet werden. Die Mutterlaugen des Chilialpeters werden nicht völlig eingedampft, wohl aber wird aus ihnen noch Jod, von dem sie ein wenig enthalten, gewonnen, und ist Chili jetzt auch Hauptlieferant für dieses verhältnismässig seltene Element.

Nachdem wir nunmehr gesehen haben, in welcher Weise die Pflanzen imstande sind, alle zu ihrem Aufbau nötigen Stoffe der anorganischen Welt mit Einschluss der uns umgebenden Luft¹⁾ zu entnehmen, gehen wir zur Ernährung der Menschen und der Tiere über.

1) Anmerkung: Es sind jetzt richtig hergestellte Gemische von allen für die Pflanzen wertvollen Nährstoffen, speziell für Garten- und Topfgewächse, in vollkommen wasserlöslicher Form, unter dem Namen Blumendünger im Handel. Bei der Düngung von Blumentöpfen muss man ganz besonders hinsichtlich der verwendeten Menge vorsichtig sein, da ein Zuviel, das bei der Kleinheit der Töpfe leicht eintreten kann, sehr schädlich ist. Man nehme von solchem Nährsalze pro Kilo Erde, welche der Topf enthält, etwa ein halbes Gramm, und löse dieses halbe Gramm in einem halben Liter Wasser. Weniger verdünnte

Der Mensch vermag seinen Körper nur aus den von den Pflanzen bereits hergestellten organischen Stoffen aufzubauen.

Er benutzt für diesen Zweck Obst, Getreide etc., aber ebensogut dienen ihm Tiere dazu, wie die Austern, oder Teile von diesen, wie ihr Fleisch.

Die Tiere selbst leben aber ihrerseits stets wieder von Pflanzen, resp. von anderen Tieren, so dass also die Nahrung des ganzen Tierreichs schliesslich dem Pflanzenreich entstammt.

Alle Stoffe, die uns als Nahrungsmittel dienen sollen, gelangen in den Magen. Dort und weiterhin im Darm werden diejenigen ihrer Bestandteile, die für die Ernährung Verwendung finden sollen, verdaut d. h. löslich gemacht, so dass sie ins Blut gelangen können, welches wiederum allen Teilen des Körpers das, was sie nötig haben, zuführt.

Wir wollen hier einmal eine Verdauung durch Magensaft uns in einigen Gläsern vorführen. Die Magenwand sondert einen Stoff ab, den man Pepsin nennt, und ausserdem findet sich im normalen Mageninhalt stets ein wenig, durchschnittlich 0,2 Prozent, Salzsäure. Diese beiden vereint haben die Eigenschaft die ungelösten Eiweissstoffe der Nahrung löslich zu machen, sie in, wie der Kunstausdruck lautet, Peptone zu verwandeln.

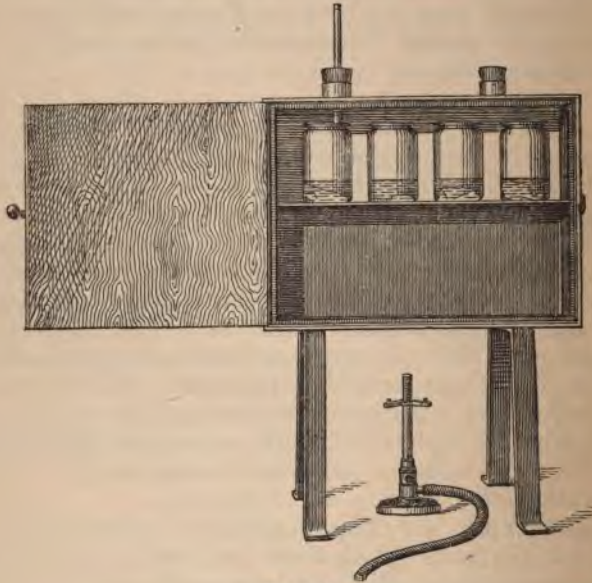
Das Pepsin der Magenwand geht, wenn man eine solche in Glycerin legt, in dieses über, und auf diese Weise gewonnenes pepsinhaltiges Glycerin wollen wir zu unserem

Lösungen führen die Gefahr mit sich, dass die Wurzeln angefressen resp. getötet werden, während bei dieser absichtlich hoch gewählten Verdünnung jede Schädigung ausgeschlossen ist. Das genannte Quantum genügt für ein Jahr. Man kann es auch so zur Verwendung bringen, dass man nach je sechs Monaten die Hälfte von ihm den Pflanzen giebt.

Im Garten berechnet sich die Menge der zu verwendenden Nährsalze nach der Tiefe, bis zu der man rajolt. Gräbt man also z. B. einen Quadratmeter 20 Centimeter tief um, so giesst man, indem man auch hier das Verhältnis von Nährsalz und Erde wie 1:2000 wählt, die in entsprechender Weise hergestellte Lösung von 100 Gramm dieser Nährsalze auf ihn.

Versuch verwenden, der in folgender einfachen Art sich anstellen lässt.

Wir halten in einem Schrank die Wärme ungefähr auf Körpertemperatur also auf etwa 37° Celsius und bringen in den erwärmten Raum vier Gläser mit ein wenig Wasser. In eines geben wir ausserdem etwas von unserer



Figur 13.

Pepsinlösung, in das zweite Salzsäure, in das dritte und vierte etwas Pepsin und Salzsäure.

Als zu verdauende Stoffe benutzen wir das erfahrungsgemäss sehr leicht verdauliche Fibrin — wir werden nachher erfahren, was das speziell für ein Eiweissstoff ist — und Stücke hartgekochten Eies. Von beiden Stoffen bringen wir etwas in die Gläschen 1 und 2, während wir in Gläschen 3 nur Fibrin, in Gläschen 4 nur ein Stück hartgekochtes Ei bringen.

Nun ist das Gelöstwerden der Eiweissstoffe keine

chemische Reaktion in gewöhnlichem Sinne, und verläuft nicht momentan wie so viele von diesen, sondern erfordert mindestens $\frac{1}{2}$ Stunde Zeit, um sich deutlich bemerkbar zu machen, und können wir uns daher erst am Ende des Vortrages von dem bis dahin erzielten Erfolge unseres Versuchs überzeugen.

Inzwischen sei folgendes weitere über die Verdauung mitgeteilt.

Während das im Magen in Thätigkeit tretende Agens wie erwähnt Pepsin heisst, und nur in Gegenwart von Säuren wirksam ist, veranlasst die Verdauung im Darm ein Stoff, den man Trypsin genannt hat. Dessen lösende Kraft kommt aber nur bei Anwesenheit von Alkali zur Geltung, und reagiert deshalb der Darminhalt alkalisch.

Sind auf diesem Wege also im Magen und Darm die Substanzen erst einmal gelöst, dann ist ja leicht einzusehen, wie sie durch Diffusion in das Blut übertreten können und durch den ganzen Körper verteilt werden.

Leicht einzusehen ist das wohl, wenn man es nur in der angegebenen Form betrachtet. Aber auch andere Fragen, die bis heute niemand gelöst hat, drängen sich dabei auf.

Wir haben es als ganz selbstverständlich besprochen, dass sich die Verdauungsvorgänge im Magen etc. abspielen. Der Magen besteht aber doch schliesslich auch aus Fleisch, d. h. Eiweissstoffen (siehe Seite 55), weshalb verdaut er da nicht sich selbst, woher kann er der Verdauungsflüssigkeit widerstehen? Wir verdauen doch mit Leichtigkeit, sagen wir, einen Gänsemagen, und wenn Sie dessen Verdaulichkeit etwa aufs Kochen schieben wollen, so müssen Sie bedenken, dass ein Hund z. B. ihn doch mühelos ungekocht bewältigt.

Die Beantwortung dieser Frage ist wirklich mit Sicherheit bis heute noch nicht gegeben. Wir wissen bereits, dass der Magensaft sauer ist, Blut dagegen reagiert alkalisch, und so kann man sich vorstellen, dass Säure und Alkali sich in der Magenwand gegenseitig abstupfen, wodurch, indem nunmehr die Säure fehlt, die Möglichkeit

der Verdauung aufgehoben ist. Ob dies aber wirklich die Ursache ist, ist bisher nicht zu entscheiden gewesen.

Auch lässt sich noch manches andere geheimnisvolle über die Leistungen der Verdauung sagen. Um nicht weitschweifig zu werden, sei nur noch eines erwähnt. Wo hat der Magen die Intelligenz her, all dasjenige aus den Nahrungsmitteln auszuwählen, was der ganze Körper braucht.

Wir können uns noch ganz gut vorstellen, dass er für sich selbst sorgt, seinen eigenen Bedarf an Nahrungstoffen zu seiner Instandhaltung deckt. Aber woher weiss er, wie viel phosphorsauren Kalks die Knochen für ihre Existenz benötigen und was das Gehirn braucht? Woher versteht der gesamte Verdauungsapparat bis etwa in sein zweiundzwanzigstes Jahr so viel Nahrungsstoffe an das Blut abzugeben, dass sie auch für das Wachstum des Körpers genügen, und hört von da ab damit auf.

Damit kommen wir immer mehr auf schwierige Gebiete der physiologischen Chemie, die wir hier nicht weiter verfolgen können.

Aber wenn wir offen sein wollen, wir wissen nicht einmal genau anzugeben, was Hunger und Durst ist. Der eine z. B. empfindet den Hunger mehr im Rachen, der andere im Magen. Nur hat die Natur dafür gesorgt, dass wir beim Eintreten des Gefühls wissen, dass wir dieser Unlustempfindung vermittelt Nahrungsaufnahme abhelfen können, und hinsichtlich der Auswahl der Nahrungsmittel hat sie uns einen bedeutenden Spielraum gelassen.

In chemischer Beziehung zerfallen diese in drei grosse Klassen:

Die Eiweissstoffe (nebst dem Leim).

Die Fette.

Die Kohlenhydrate (Stärke und Zucker).

Die Eiweissstoffe sind sehr kompliziert zusammengesetzte stickstoffhaltige Substanzen, die die Natur in den Pflanzen (siehe Seite 44) erzeugt. Sie gelangen von diesen aus mit der Nahrung in den tierischen Körper. Er

baut aus ihnen dann noch viel kompliziertere Eiweissstoffe auf, und scheidet sie, nachdem sie seinen Zwecken gedient haben, schliesslich in Form eines verhältnismässig sehr einfach zusammengesetzten stark stickstoffhaltigen Produkts, welches den Namen Harnstoff führt, durch den Urin wieder ab. Bestimmt man nun die Menge Harnstoff, die der Mensch täglich ausscheidet, so kann man daraus die Menge Eiweissstoffe, die der Körper zu seiner Existenz verbraucht hat, leicht berechnen.

Die Bezeichnung Eiweissstoffe rührt natürlich vom Eiereiweiss her, hat aber im Laufe der Zeit jene weit umfassendere Anwendung gefunden, deren Definition wir soeben gegeben haben. Infolgedessen kann es z. B. im Wasser lösliche und in ihm unlösliche Eiweissstoffe geben.

Die wasserlöslichen Eiweissstoffe, z. B. also das Hühner-eiweiss, gerinnen beim Kochen. Diese Umwandlung ist eine höchst merkwürdige. Wenigstens ist unter der Unzahl der Substanzen, die die Chemiker im Laufe der Zeiten dargestellt haben, keine einzige, die diese Eigenschaft zeigt, und es ist auch kaum Hoffnung vorhanden, Körper im Laboratorium aufzubauen, denen sie zukommt, und ganz aussichtslos ist die Darstellung künstlichen Eiweisses.

Der hauptsächlichste Eiweissbestandteil der Milch, das Casein, verträgt dagegen das Kochen, ohne sich zu verändern. Kommt aber nur die geringste Menge Säure in die Milch, so scheidet sich dieser Eiweissstoff sofort in Flocken ab, wie wir es uns hier sichtbar machen wollen, indem wir ihr einen Tropfen Essig zusetzen.

An warmen Sommertagen wird nun die Milch scheinbar von selbst sauer, und gerinnt Ihnen meist ganz gegen Ihren Willen. Dies Sauerwerden hängt so zusammen. Ausser dem Casein, das etwa drei Prozent ausmacht, enthält sie als spezifischen Bestandteil den Milchzucker, dessen Menge etwa vier Prozent beträgt, und dieser kann, wie die meisten Zucker, gären, d. h. unter bestimmten Voraussetzungen ohne eine eigentlich chemische Einwirkung in andere Stoffe übergehen.

Voraussetzung für jede Gärung sind gewisse überall

in der Luft vorhandene Lebewesen, Pilze, heute Bacillen genannt, die ihre Wirksamkeit aber nur bei Erfüllung ihnen zusagender Bedingungen äussern. So wirkt der Milchsäurebacillus — so genannt, weil er den Milchzucker in Milchsäure verwandelt, wir werden ihm im weiteren Verlaufe der Vorträge noch öfter begegnen — erst bei Temperaturen etwa zwischen 20 und 30° lebhaft auf die Milch ein, und gerinnt diese daher durch die sich in ihr dann bildende Milchsäure nur an sehr warmen Tagen.

Gerinnt die Milch durch Sauerwerden, so geschieht das also durch Abscheidung ihres Caseingehalts. Man bringt sie aber auch absichtlich in anderer Weise und zwar mittelst Lab zur Gerinnung, und das, was auf diese Art abgeschieden wird, dient passend hergerichtet unter dem Namen Käse als Nahrungsmittel. Das erwähnte Lab ist ein Ferment nach Art des Pepsins, welches wir schon kennen, nur findet sich dieses Ferment, welches also die Verkäsung der Milch ermöglicht, nicht in jeder Magenwand, sondern speziell in der Schleimhaut des vierten Kälbermagens.

Bei der wichtigen Rolle, die die Milch namentlich in der Kinderernährung spielt, hat man sich lange bemüht, da sie doch an und für sich eine ganz haltbare Flüssigkeit ist, sie für längere Zeit zu konservieren, also z. B. ihr Sauerwerden zu verhindern.

Zu dem Zweck dient in den Familien heute meist der Soxlehtsche Apparat. In diesem wird sie in einer geschlossenen Flasche auf 100° erhitzt. Damit erreicht man die Abtötung aller in ihr vorhandenen Bacillen, also z. B. auch aller Bakterien, die die Fäulnis veranlassen, womit man deren Eintritt unmöglich macht. Infolge des völlig dichten Verschlusses können aber auch, bis zum Wiederöffnen der Flasche, keine neuen Bacillen aus der Luft in sie hineinfallen, folglich kann auch die Milchsäuregärung und damit die Gerinnung nicht eintreten.

Vollkommen identisch mit der ungekochten Milch ist die in einem derartigen Apparate gekochte aber nicht,

wie sich das auch in der Praxis zeigt, indem sie manchen Kindern, die ausschliesslich derartige Milch erhalten, nicht bekommt. Der Grund dafür ist folgender. Das Casein, das Fett, der Milchzucker etc. sind wohl unverändert geblieben, aber die Menge wasserlöslicher Eiweissstoffe, die neben dem Casein in der Milch vorkommt, ist durch das Kochen geronnen und dadurch schwerer verdaulich geworden. Ihr Gesamtquantum beträgt zirka 0,5 Prozent, das ist etwa der sechste Teil vom Gewichte des Caseins.

Lernen wir bisher Eiweissstoffe kennen, die, sei es durch Hitze, sei es durch Säure gerinnen, so giebt es auch solche, die nur, solange sie sich im lebenden Körper befinden, gelöst bleiben, nach dem Verlassen desselben aber sehr bald erstarren. Solche Stoffe finden sich im Blute, und trennt sich dieses an der Luft sehr bald in eine feste Masse und eine Flüssigkeit. Die feste, rotgefärbte Masse wird durch Waschen mit Wasser farblos, sie führt dann den Namen Fibrin, und das ist der Stoff, den wir zu unseren Verdauungsversuchen benutzten, weil er also besonders leicht, wie die Erfahrung gelehrt hat, bei künstlichen Verdauungsversuchen peptonisiert wird, was für Vorlesungsversuche besonders vorteilhaft ist.

Die nach Abscheidung des Fibrins aus dem Blute übrigbleibende Flüssigkeit führt den Namen Blutwasser oder Serum. Sind Tiere mit den giftigen Stoffen behandelt gewesen, die die Diphtheriebazillen in den Nährböden, auf welchen man sie züchtet, erzeugen, so kommt nach den Erfahrungen der neuesten Zeit dem Serum dieser Tiere eine heilende Wirkung bei Diphtherieerkrankungen des Menschen zu.

Wir wollen uns nun nicht tiefer in die bald sehr schwierig werdende Einteilung der Eiweissstoffe einlassen, zu denen im chemischen Sinne z. B. auch das Fleisch gehört, da es ein höchst kompliziert zusammengesetzter stickstoffhaltiger Körper ist.

Bemerkt sei nur noch folgendes. Wie wir wissen, entstehen die Eiweissstoffe im Pflanzenreich, so sind im Weizenmehl etwa zehn Prozent, so mögen selbst im Gras

im Mittel zwei bis drei Prozent, im Heu wiederum zehn bis zwölf Prozent vorhanden sein.

Die Landwirte kaufen nun heute, wenn sie mit dem eigenen gebauten Vorrat an Viehfutter nicht auskommen, wie allgemein bekannt ist, Futterstoffe zu, die wegen ihres hohen Nährstoffgehaltes Kraftfuttermittel genannt werden. Es sind das meist Kleie und die durch Pressen gewonnenen Kuchen, welche bei der Gewinnung von Öl aus ölreichen Pflanzensamen als Pressrückstand erhalten werden. Kleianalysen werden wir Seite 64 finden. Sie bezahlen diese Futtermittel geradezu nach ihrem Gehalt an Eiweissstoffen, der bis zu fast 50 Prozent, wie z. B. in den Pressrückständen der Sonnenblumensamen, ansteigen kann. Der Gehalt an Eiweiss kann durch die chemische Analyse leicht festgestellt werden. Um nun den Namen Eiweiss, bei dem man unwillkürlich an Hühnereier denkt, und der daher als Benennung für Bestandteile von Pflanzensamen für den Laien etwas Seltsames hat, zu vermeiden, bezeichnet die Handelswelt die Eiweissstoffe als Proteinstoffe.¹⁾

Betrachten wir nunmehr den Erfolg unserer Verdauungsversuche.

Da sehen wir, dass das Pepsin allein im Glase weder auf das Fibrin noch auf das hartgekochte Eiweiss irgendwie verändernd gewirkt hat. Die Salzsäure allein hat wohl ein Aufquellen des Fibrins veranlasst, es aber nicht gelöst, während das hartgekochte Eiweiss ebenfalls nicht verändert erscheint.

Ganz anders dagegen hat unser Gemisch von Pepsin und Salzsäure gewirkt. In dieser der Verdauungsflüssigkeit des Magens entsprechenden Mischung ist im Glase 3 das Fibrin geradezu verschwunden, ist es aufgelöst worden, und wenn man das näher untersucht, findet man, dass es in einen wasserlöslichen Eiweissstoff, den man wie erwähnt

1) Anmerkung. Die Bezeichnung Proteinstoffe stammt vom griechischen *προτείνω*, ich nehme den ersten Rang ein, her. Sie ist seit den vierziger Jahren in der Wissenschaft gebräuchlich, und bezieht sich auf die hervorragende Rolle, die diesen Stoffen in der lebenden Welt zukommt.

Pepton nennt, übergegangen ist. Unser hartgekochtes Eiweiss ist im Glase 4 gleichfalls stark angegriffen, wenn auch noch nicht ganz gelöst und nicht völlig in Pepton verwandelt, es ist eben schwerer verdaulich als das Fibrin. Wollten wir mehr Zeit auf den Versuch verwenden, so würden wir es aber auch schliesslich völlig als Pepton in Lösung gehen sehen.

In der Wirklichkeit verhält sich die Sache selbstverständlich ebenso. Hartes Eiweiss gilt mit Recht für schwerverdaulich, aber schliesslich schadet es natürlich einem gesunden Menschen nicht, wenn dieser Auflösungsprozess etwas mehr Zeit als bei anderen Nahrungsmitteln wie Fleisch z. B. in Anspruch nimmt, während für einen nicht ganz gesunden Magen hiernach harte Eier nicht gerade empfehlenswert sind.

In Anschluss an das Eiweiss haben wir noch den Leim zu besprechen. Die Knorpel, die Knochen und das ganze sogenannte Bindegewebe des tierischen Körpers enthalten Substanzen, die, wenn man sie mit Wasser kocht, schliesslich in Lösung gehen, und der enthaltenen Flüssigkeit die Eigenschaft erteilen, beim Erkalten zu gelatinieren. Durch Eintrocknen dieser gelatinirten Flüssigkeit erhält man dann den Leim, der in dieser Form für Klebzwecke Verwendung findet.

Auch er ist stark stickstoffhaltig. Sein Prozentgehalt an diesem weicht nicht viel von dem des eigentlichen Eiweisses ab, von dem wir hier Analysen im Zusammenhang mit ihm geben, und vermag der Leim in der Nahrung, in die er also z. B. beim Kochen von Knochen etc. mit übergeht (siehe Seite 80), auch teilweise das Eiweiss zu vertreten. Er findet sich namentlich in Suppen und Saucen.

Hühnereiweiss.		Pflanzeneiweiss aus Weizen.		Leim.	
Kohlenstoff	52,25 Proz.	54,3	Proz.	50,1	Proz.
Wasserstoff	6,90 "	7,2	"	7,5	"
Stickstoff	15,25 "	16,2	"	17,5	"
Schwefel	1,93 "	1,0	"	—	"
Sauerstoff	23,67 "	21,3	"	24,9	"

IV. Vortrag.

Gemischte Kost. Butter. Margarine. Stärkemehl. Die Zuckerarten. Das Süsswerden der Früchte. Ernährung der Zuckerkranken. Traubenzucker. Bonbons. Zuckercouleur. Rohrzucker. Exportprämien. Saccharin. Die Nahrungsaufnahme. Kochsalz. Eisen. Wert des Kochens. Suppe. Brotbacken. Kochen der Kartoffeln.

Das mit den Nahrungsmitteln aufgenommene Eiweiss dient zur Neuschaffung der durch den Lebensprozess verbrauchten Eiweissstoffe des Körpers.

Ausser für deren Erneuerung hat der Körper aber noch weitere Nahrungsmittel nötig, welche seinen fortwährenden Kraftverbrauch ermöglichen. Dieser macht sich z. B. in seiner Bewegung als ganzes oder der einzelnen Teile von ihm, sagen wir des Herzens geltend, und die Nahrungsmittel müssen auch, indem ihr Kohlenstoffgehalt schliesslich zu Kohlensäure verbrennt, — ein Vorgang, von dem wir uns schon in der ersten Vorlesung überzeugten — seine Temperatur dauernd auf der für die Lebensfunktionen nötigen Höhe erhalten.

Zum Ersatz gerade der durch die Atmung ausgegebenen Kohlensäure (siehe Seite 10) bedarf er z. B. keiner stickstoffhaltigen Nahrung, da ja der Stickstoff in diesem Prozess keine Rolle spielt.

Nun hat uns die Natur, wie schon erwähnt, einen ziemlich weiten Spielraum hinsichtlich der Nahrungsmittel gelassen, und bei sehr reichhaltiger Eiweisskost kann dessen Kohlenstoffgehalt wohl den gesamten Bedarf des Tierkörpers an ihm decken. Das wird namentlich durch die Raubtiere bewiesen, die ja zum Teil ausschliesslich

Fleisch konsumieren, und von diesem zeigen die Analysen, dass es wenig stickstofffreie Nährstoffe enthält, also fast reine Eiweisskost (siehe Seite 78) ist.

Nötig für die Erhaltung des Körpers ist die reine Eiweissnahrung aber sicher nicht, und so geniessen die Menschen erfahrungsgemäss am liebsten gemischte Kost, d. h. im Laufe des Tages eine Folge von Speisen, deren Eiweissgehalt zum Ersatz des Verbrauchs an ihm ausreichend ist, und die andererseits so viel stickstofffreie Nahrung enthalten, dass sie für die nötige Arbeitsleistung und Erhaltung der Körperwärme genügt. Durch Zufuhr von Wasser oder flüssigen Nahrungsmitteln decken sie nebenbei ihren Bedarf an diesem.

Die stickstofffreien Nahrungsmittel zerfallen nun in zwei grosse Klassen, in die Fette und die Kohlenhydrate. Da Fette und Kohlenhydrate stickstofffrei sind und infolgedessen bei beiden für die Ernährung nur ihr Kohlenstoffgehalt in Betracht kommt, vermögen sie sich, was höchst wichtig ist, in den Nahrungsmitteln zu vertreten.

Die Fette, die als Nahrungsmittel Verwendung finden, entstammen grossenteils dem Tierreich, aber auch dem Pflanzenreich, letztere nennen die Nichtchemiker zumeist Öle, es sei an das Olivenöl erinnert. Die Kohlenhydrate dagegen finden sich im Tierkörper nur in minimalster Menge, und alle, die uns als Nahrungsmittel dienen, liefert das Pflanzenreich, wie wir noch ausführlich darlegen werden.

Aus dem bisher Mitgeteilten erklärt es sich z. B. sehr leicht, dass die Grönländer, wie es Reisende immer wieder als Merkwürdigkeit mitteilen, so reichlich Thran also Fett trinken. Da von ihnen Landbau nicht getrieben werden kann, und sie infolgedessen kein Mehl, keinen Zucker etc. zur Verfügung haben, müssen sie ihren ganzen Bedarf an stickstofffreier Nahrung durch Verzehren von Fetten hier speziell Thran decken. In unseren Gegenden geniesst man beide Klassen von stickstofffreien Nahrungsmitteln. Fette in Form von Fett oder Butter und Kohlenhydrate

in Form von Brot (resp. anders zubereiteten Mehlspeisen), Kartoffeln und ähnlichem. Weiter nach dem Süden treten dann pflanzliche Fette in den Kreis der Nahrungsmittel wie das Olivenöl. Wie wir sehen, hat also der Mensch instinktiv sein Bedürfnis an Fetten und Kohlenhydraten der Gegend, in welcher er lebt, anzupassen gewusst.

In unseren Breiten wird also ein sehr grosser Teil des Fettes in Form von Butter, die wir aus Milch gewinnen, genossen. Überlässt man Milch sich selbst, so trennt sie sich bei längerem Stehen in zwei Schichten, den Rahm und die entfettete oder abgerahmte Milch, indem die leichten Fettkügelchen allmählich nach oben steigen. Die einzelnen Fettkügelchen treten dann bei dem heftigen Schlagen, dem der Rahm im Butterfass ausgesetzt wird, zur Butter zusammen, wobei sie zugleich aus dem flüssigen in den festen Zustand übergehen.

Der bedeutende Preis solcher Butter liess lange schon an ihren Ersatz durch Kunstbutter denken. Die Aufgabe, eine solche herzustellen, ist anfangs der siebziger Jahre in Frankreich gelöst worden.

Zu ihrer Gewinnung dient Rindertalg. Dieser wird ausgeschmolzen, worauf die erhaltene ölige Flüssigkeit durch Filtration von allen Häuten befreit wird. Die jetzt ganz klare Flüssigkeit wird nach Zugabe von Salz etwa 24 Stunden bei circa 25° Celsius stehen gelassen, wobei sie teilweise wieder erstarrt, und sodann in Pressen, die die gleiche Temperatur haben, ausgepresst.

Der Pressrückstand der zum grössten Teil aus stearinsäurem Glycerin besteht, geht in die Stearinkerzenfabrikation (siehe Seite 19), während das Abfliessende unter dem Namen Oleomargarin als Speisefett Verwendung findet. Die Fabrikation von Oleomargarin ist eigentlich nur noch in Amerika lohnend, wo die Massen geschlachteten Rindviehs, deren Fleisch als Dauerwaare in den Handel kommt, das nötige Fett, das sonst kaum rationell verwendbar wäre, liefert. Es wird in grössten Mengen nach Europa importiert, und soll es hier in Kunstbutter verwandelt werden, so setzt man flüssigem Oleomargarin bis zu einem Drittel seines

Gewichtes an Baumwollsamensöl und Erdnussöl, sowie etwa die Hälfte seines Gewichts an Kuhmilch, und das gleiche Quantum Wasser zu, welches letztere eine geringe Menge der löslichen Bestandteile einer zerkleinerten Milchdrüse enthält. Die Milch findet für die guten Sorten als Vollmilch Verwendung, während zur Herstellung der billigen Qualitäten abgerahmte Milch benutzt wird.

Beim kräftigen Durcharbeiten sondert sich das so bereite Gemisch allmählich in zwei Teile, die Kunstbutter oder Margarine und eine wässrige Flüssigkeit.

Wie aus dem Mitgeteilten hervorgeht, ist an einer sauber hergestellten Kunstbutter als Nahrungsmittel nichts auszusetzen und nachdem bei uns die Fabrikation und namentlich der Verkauf der Margarinebutter jetzt strengster staatlicher Kontrolle unterworfen sind, liegt für diejenigen Bevölkerungsschichten, die nicht grade Anspruch auf allertheuerste Kuhbutter, deren Geschmack die Kunstbutter nie erreichen wird, machen können, kein Grund vor, gute Margarinebutter nicht den billigen Sorten schlecht hergestellter Kuhbutter vorzuziehen, mit welcher erstere im Preise sehr wohl konkurrieren kann.

Ausser in Form von Butter findet das Fett, welches die Fleischer im frischen Zustande mit dem Fleische liefern, wohl die grösste Verwendung als Nahrungsmittel, und daran schliesst sich das Schweineschmalz, welches massenhaft aus Nordamerika in den Handel gebracht wird.

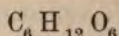
Wir gehen nunmehr zu den Kohlenhydraten über.

Sie haben ihren Gattungsnamen zufolge des Verhältnisses, in welchem die Elemente sie zusammensetzen, erhalten, und umfassen das Stärkemehl, den Zucker und ähnliche Stoffe, die wir weiterhin kennen lernen werden. Sie enthalten alle nur die drei Elemente Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff und besteht z. B. der Zucker, welcher in den Weintrauben sich findet, kurzweg Traubenzucker genannt, aus folgender Anzahl von Atomen:

Traubenzucker.

6	Atome	Kohlenstoff (abgekürzt C)
12	,	Wasserstoff (abgekürzt H)
6	,	Sauerstoff (abgekürzt O)

oder mit den uns jetzt leicht verständlichen Abkürzungen (siehe Seite 22) geschrieben ist seine Formel



Das Verhältnis in ihm zwischen den Atomen Wasserstoff und Sauerstoff ist darnach wie 2 zu 1, das ist das gleiche Verhältnis wie im Wasser, dessen so bekannte Formel ja $H_2 O$ ist. Indem man nun in älteren Zeiten annahm, dass in dieser Klasse von Verbindungen am Kohlenstoff sozusagen Wasser sässe, nannte man die Gruppe — denn in allen zu ihr gehörigen Körpern liegen die Verhältnisse ebenso, d. h. ist das Verhältnis der Wasserstoffatome zu den Sauerstoffatomen wie 2 zu 1 — Kohlenhydrate.

Heute weiss man durch geradezu bewundernswerte Arbeiten, die erst in den letzten Jahren zum Abschluss gediehen sind, dass das Verhältnis der Analysenzahlen nur durch reinen Zufall sich in der angegebenen Art deuten lässt, und so ist die Benennung Kohlenhydrate ganz und gar hinfällig, sie wird aber als bequeme Allgemeinbezeichnung dieser Körperklasse beibehalten.

Die Stärke oder das Stärkemehl, das wichtigste aller Kohlenhydrate, ist ein im Pflanzenreich ganz allgemein verbreiteter Stoff. Die chlorophyllhaltigen Körner der Blätter vermögen die Kohlensäure der Luft zu ihrem Aufbau zu benutzen, wie wir schon Seite 34 erwähnten. Daher finden wir sie in allen grünen Blattteilen. Schliesslich sammelt sie sich hauptsächlich in denjenigen Organen der Pflanzen, die als Reservestoffbehälter (siehe Seite 96) dienen. Wir treffen sie daher besonders reichlich in den Knollen und Wurzeln, in den Früchten und in den Samen an.

Wenn auch die chemische Formel für die Stärke jeden Ursprungs gleich ist, sie ist $C_6 H_{10} O_5$, d. h. also, wenn auch jedes Molekül Stärke aus sechs Atomen Kohlenstoff, zehn Atomen Wasserstoff und fünf Atomen Sauerstoff besteht, so haben doch die Stärkekörnchen der verschiedenen Pflanzen, wenn man sie unter dem Mikroskop betrachtet, ein voneinander abweichendes Aussehen, sind in ihrer Struktur verschieden, wie man sich ausdrückt.

Man gewinnt bei uns die Stärke namentlich aus Kartoffeln, aus Weizen, aus Reis und auch aus Mais. Im grossen ganzen verläuft die Fabrikation so, dass man z. B. Kartoffeln zerreibt, und den Brei durch ein feines Sieb laufen lässt. Alle groben Bestandteile bleiben auf demselben, während das im Wasser aufgeschwemmte Stärkemehl mit diesem durch die Maschen hindurchgeht. Die auf diesem Wege erhaltene milchweisse Flüssigkeit lässt man in Bottichen stehen, in denen sich die Stärkekörner allmählich zu Boden setzen. Der Bodensatz wird, nach dem Ablassen der überstehenden Flüssigkeit, möglichst entwässert, und schliesslich bei nicht zu hoher Temperatur getrocknet. Erwärmt man nämlich feuchte Stärke auf etwa 50 bis 60°, so ändert sie sich vollständig. Sie verliert ihre Struktur gänzlich und geht in das über, was wir Kleister nennen.

Je nach der Ursprungspflanze bezeichnet man sie als Kartoffelstärke, Weizenstärke etc. Ausländische Stärkemehle führen Fremdnamen wie Arrow-Root, welches aus den Wurzeln verschiedener tropischer Pflanzen gewonnen wird, und deshalb sind nicht alle Sorten, die unter diesem Namen im Handel sind, identisch.

Etwas anders verhält es sich mit der Sagostärke. Diese wird aus dem Mark einiger Palmen, ähnlich wie die Kartoffelstärke aus den Kartoffeln, durch Schlemmen gewonnen. Das fast trockene Material wird aber schliesslich durch ein Sieb auf warme Metallplatten fallen gelassen. Hierbei verkleistern die durchgesiebten Partikeln äusserlich und kleben zu jenen rundlichen Körnern zusammen, die unter dem Namen Sago in den Handel kommen, und der angegebenen Behandlungsweise ihre spezielle Form verdanken.

Um zu zeigen, wieviel Stärkemehl in den Samen und Knollengewächsen, die wir hauptsächlich geniessen, enthalten ist, seien hier die entsprechenden Analysen angeführt, und bei den Getreidesamen speziell ihre Zusammensetzung im gemahlten Zustande, da wir doch nur ihr Mehl als Nahrungsmittel verwenden.

	Feinstes Weizenmehl	Roggenmehl mittl. Zusammensetzung.	Kartoffeln mittl. Zusammensetzung.
Wasser . . .	14,86	15,06	75,48 Proz.
Eiweissstoffe	8,91	11,52	1,95
Fett	1,11	1,79	0,15
Stärke	65,93	62,00	20,69
Zucker	2,23	0,95	—
Gummi u. Dextrin	6,03	4,86	—
Cellulose	0,33	2,01	0,75
Asche	0,55	1,71	0,98

Wie Seite 56 erwähnt, dient die Kleie, das sind die Hülsen der Körner nebst all dem, was nach dem Mahlen des Getreides nicht durch die feinen Siebe als Mehl hindurchfällt, als Viehfutter, und wollen wir hier auch deren Analyse anreihen.

	Weizenkleie	Roggenkleie
Wasser	13,2	12,5 Proz.
Eiweiss	14,1	14,5
Fett	3,7	3,4
Kohlenhydrate	56,0	59,0
Cellulose	7,2	6,0
Asche	5,8	4,6

Aus den Analysen geht hervor, dass die Kleie reicher an Eiweiss als das Mehl ist, und daher gelten kleienreiche Brote mit Recht als sehr nahrhaft, aber ihr Aussehen ist ein sehr viel weniger schönes. Gerade wegen ihres höheren Eiweissgehaltes werden sie Zuckerkranken (siehe Seite 66) empfohlen.

Eine allen Stärkesorten gemeinsame Reaktion ist die, sich mit Spuren von Jod blau zu färben. Wir würden das hier nicht erwähnen, wenn diese Erscheinung nicht manchem gelegentlich einmal im Leben auffällt. Die Wäsche wird doch des besseren Aussehens halber gestärkt. Das heisst, man setzt ihr nach dem eigentlichen Waschen etwas gekochte Stärke also Kleister zu. Wird sie dann geplättet, so kleben die einzelnen Fasern aneinander, und sie zeigt mehr Festigkeit und Glanz. Kommt nun an derartig behandeltes Zeug ein wenig Jod, — und bei der Beliebtheit der sogenannten Jodtinktur im Publikum ist das gar nicht selten —, so tritt eine Blaufärbung ein, die übrigens in

der nächsten Wäsche wieder verschwindet, da sie ganz unbeständig ist. Viel Jod erzeugt natürlich einen braunen Jodfleck.

Die Cellulose, die, wie wir aus den mitgeteilten Analysen ersehen, sich in allen Mehlen findet, ist auch ein Kohlenhydrat von der Formel $C_6H_{10}O_5$ und muss deshalb als solches in der Analyse mitangegeben werden. Da sie aber als ganz unverdaulich bezeichnet werden muss, repräsentiert sie im Gegensatz zu den anderen Kohlenhydraten der Nahrungsmittel keinen Nährwert.

Wir gehen jetzt zu den Zuckern über. Wir sagen zu den Zuckern, weil in der Natur eine ganze Reihe von Zuckerarten vorkommen, wenn auch ihre Anzahl gegenüber der grossen Menge der Stärkemehle verschwindend ist. Wir kennen alle vom täglichen Gebrauch her den Rohrzucker, und haben von sonstigen Zuckern in den Vorträgen bereits den Milchzucker (Seite 53) und den Traubenzucker (Seite 61) kennen gelernt. Stärke und Zucker stehen nun einander sehr nahe, und die Stärke geht mit grosser Leichtigkeit in Zucker und zwar speziell leicht in Traubenzucker über.

Das nehmen wir im Leben häufig wahr. So schmecken unreife Früchte nicht süss, können aber, wie z. B. Erdbeeren, diesen Geschmack in wenigen Stunden annehmen. Der diese Umwandlung bewirkende Vorgang ist der, dass ein Teil der in der Erdbeere vorhandenen Stärke sich beim Reifwerden in Zucker verwandelt, und nicht nur das Reifen veranlasst diesen Übergang, sondern er kann auch beim Abkühlen von Früchten unter 0° eintreten. So schmecken bekanntlich Kartoffeln nach dem Erfrieren — wenn auch durchaus nicht schön — süss. Auch hier ist die Ursache der Veränderung die gleiche.

Der Übergang von Stärke in Zucker lässt sich sogar in kürzester Zeit vor Ihren Augen ausführen. Giebt man nämlich in Wasser, dem man etwas Säure, z. B. Salzsäure zusetzt, Stärkemehl, so ist nach kurzem Kochen schon ein Teil der Stärke in Zucker übergegangen, was wir an der folgenden chemischen Reaktion erkennen.

Fügen wir zu Wasser Natronlauge und Kupfervitriollösung, so erhalten wir einen blauen Niederschlag von Kupferoxydhydrat, der beim Kochen, indem er in Kupferoxyd übergeht, schwarz wird, und Zusatz von Stärke ändert diese Reaktion nicht. Nehmen wir aber die Flüssigkeit, die wir soeben durch Kochen der Stärke mit etwas Salzsäure erhalten haben, und setzen ihr Natronlauge und dann Kupfervitriollösung zu, so erhalten wir keinen blauen Niederschlag mehr, sondern eine himmelblaue klare Flüssigkeit, und kochen wir diese, so färbt sie sich nicht schwarz, sondern rot¹⁾ durch jetzt entstehendes Kupferoxydul. Letztere

1) Anmerkung: An dieser Reaktion, die der Geübte in gleicher Weise mit dem Harn anstellt, erkennt man die Zuckerkrankheit, denn auch Zuckerkrankte scheiden speziell Traubenzucker mit ihrem Harn aus. Die Diät, die sie einhalten sollen, die ihnen und ihrer Umgebung so oft hinsichtlich des erlaubten und verbotenen Genusses von Speisen und Getränken Kopfzerbrechen verursacht, ist, nach dem, was wir nunmehr wissen, für uns aus sich selbst klar, erscheint uns geradezu selbstverständlich. Denn Eiweiss kann nicht in Zucker übergehen, da zwischen ihm und Zucker ein näherer Zusammenhang nicht besteht (das ereignet sich nur in den allerschwersten Stadien dieser Krankheit, in welchen der ganze Stoffwechselumsatz des Körpers bereits in Unordnung geraten ist, die wir hier natürlich nicht berücksichtigen). Ebenso ist ein näherer chemischer Zusammenhang zwischen Fett und Zucker nicht vorhanden, wohl aber haben wir uns jetzt überzeugt, wie nahe Stärke und Zucker zu einander stehen und wie leicht Stärke in Zucker übergeht. Ein Zuckerkranker wird bei Eiweiss- und Fettnahrung, wenn er demnach Fleisch, Eier, Butter und ähnliches, also namentlich Nahrung tierischen Ursprungs genießt, keinen Zucker abscheiden. Dagegen werden der Zucker selbst und aus Mehl bereitete Speisen oder Kartoffeln, sowie Obst, kurzum so ziemlich alle dem Pflanzenreich entstammenden Nahrungsmittel, wegen ihres meist hohen Gehalts an Stärkemehl, zu einer mehr oder weniger reichlichen Zuckerausscheidung Veranlassung geben, und deshalb so viel als es möglich ist, von ihm gemieden werden müssen.

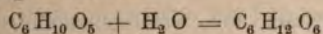
In nicht sehr schweren Stadien der Krankheit, und die Krankheit tritt ja glücklicher Weise verhältnismässig selten schwer auf, wird er noch einen bedeutenden Teil von stärkemehlhaltigen Stoffen nutzbar für die Ernährung seines Körpers verwerten, weshalb ihm dann meist ein wenig Semmel- oder Roggenbrot etc. zu geniessen gestattet bleibt. Er wird also nur einen kleinen Teil des in den Speisen enthaltenen Stärkemehls, ohne

Reaktion ist dem Traubenzucker eigentümlich. Er muss hier also durch Kochen mit einer Säure aus dem Stärkemehl entstanden sein.

Der Zucker, welcher sich beim Kochen mit Säuren aus der Stärke bildet, ist also Traubenzucker. Chemisch ist dieser Übergang sehr leicht verständlich. Die Stärke braucht nur einmal die Elemente des Wassers aufzunehmen, um in Traubenzucker verwandelt zu sein.

Stärke besteht aus,	nimmt Wasser auf	und liefert Traubenzucker, bestehend aus
6 Kohlenstoffatomen		6 Kohlenstoffatomen
10 Wasserstoffatomen	2 Wasserstoffatome	12 Wasserstoffatomen
5 Sauerstoffatomen	1 Sauerstoffatom	6 Sauerstoffatomen

oder abgekürzt geschrieben



Zwischen der Stärke und dem Traubenzucker giebt es nun Zwischenprodukte. Das bekannteste von ihnen ist das Dextrin, welches man z. B. erhalten kann, wenn man Stärke auf 170—200° erhitzt. Es dient viel als Ersatz für arabischen Gummi.

Der Zucker, wie man ihn aus Stärke durch Kochen mit Säuren erhalten kann, wird auch fabrikmässig dargestellt, und führt den Namen Stärkezucker oder auch Traubenzucker. Er ist kaum zum Festwerden zu bringen, oder wie man das nennt, zum Krystallisieren zu bringen, selbst im Laboratorium macht dies sehr viel Mühe, und die Handelsware bleibt daher stets syrupförmig. Dieser Syrup bildet einen passenden Ersatz für Honig, und so dient er auch viel zur Herstellung der Honig- oder Pfefferkuchen. Eine Hauptrolle spielt er aber in der Bonbonfabrikation. Die Bonbons sollen ja gar nicht so hart, wie es der Rohrzucker z. B. ist, werden, und für sie ist er deshalb speziell geeignet.

ihn für seine Ernährung verwendet zu haben, unverwertet im Harn als Traubenzucker ausscheiden. Wir werden noch öfters z. B. bei den Getränken auf die Diät der Zuckerkranken zurückkommen, und finden sich alle hierauf bezüglichen Stellen im Inhaltsverzeichniss unter dem Titel „Zuckerkranke, Ernährung“ zusammengestellt.

Ausserdem dient er zur Herstellung der Zuckercouleur. Erhitzen wir ein wenig von ihm in einem Glase, bis er dunkelbraun geworden, und giessen jetzt, nachdem das Glas wieder erkaltet ist, Wasser hinauf, so färbt es sich sofort gelbbraunlich, es hat sogleich die Farbe etwa von Cognac, lassen wir das Wasser ein wenig länger darauf stehen, so entspricht die Färbung der des dunklen Bieres, die übrigens, wie wir sehen werden, nicht auf diesem Wege hergestellt wird.

Diese sogenannte Zuckercouleur eignet sich deswegen so ausgezeichnet zum Färben für zur Ernährung oder zum Genuss bestimmte Waren, weil sie völlig unschädlich ist.

Weit mehr als der Traubenzucker, den man als solchen im Leben wenig zu sehen bekommt, und den wir nur des Zusammenhanges halber zuerst besprechen, interessiert uns der Rohrzucker, der uns täglich mehrere Male durch die Hände geht, und als Versüssungsmittel aller Speisen dient. Vor seiner Einführung hatte man für diesen Zweck nur den Honig zur Verfügung, und ob uns z. B. die süßen Speisen, die bei den berühmten Gastmählern der alten Römer oder selbst in den Nürnberger Patricierhäusern des frühen Mittelalters gereicht wurden, mit ihrem Honiggeschmack zugesagt hätten, erscheint sehr fraglich.

Der Rohrzucker ist, wie sein Name andeutet, ursprünglich das Erzeugnis eines rohrartigen Gewächses des Zuckerrohrs. Dieses kommt nur in südlichen Klimaten vor, und durch die Kreuzzüge lernten die Europäer den Zucker zuerst kennen. Zumeist venetianische Kaufherren brachten ihn um jene Zeit aus dem Orient und vertrieben ihn durch ganz Europa,

Man verstand aber jener Zeit nur den sehr süßen Saft der Pflanze, also einen Syrup, aus ihr zu gewinnen, und die Darstellung des festen Zuckers aus diesem gelang erst um 1400. Etwa noch ein Jahrhundert später lernte man ihn durch Raffination verfeinern, d. h. man löste das feste Produkt nochmals in Wasser, klärte die Lösung, und

liess nach dem Einkochen den Zucker aus der jetzt ganz klaren Flüssigkeit wieder auskrystallisieren, wodurch er natürlich viel reiner ausfiel. Die Mutterlauge, welche noch viel Zucker gelöst enthält, der nicht mehr auskrystallisieren will, schmeckt angenehm süss. Sie wird natürlich noch heute beim Raffinieren des Rohzuckers aus Zuckerrohr erhalten, und wird unter dem Namen Syrup als billiger süssschmeckender Stoff verzehrt.

Nachdem der Zucker so eine bequem transportable recht appetitlich aussehende Handelsware geworden war, nahm seine Fabrikation einen grossen Aufschwung, und alle Länder, in denen das Klima dem Anbau des Zuckerrohrs günstig war, kultivierten dieses eifrig. So ward in Mittelamerika, speziell auf den Antillen, wohin es schon im Jahre 1506, also keine 15 Jahre nach der Entdeckung Amerikas gebracht worden war, im sechzehnten und siebzehnten Jahrhundert mit Hilfe von aus Afrika herübergeholten Sklaven so viel Zucker hergestellt, dass dadurch der Anbau des Zuckerrohrs in der übrigen Welt selbst in dem klimatisch doch gewiss begünstigten Ostindien zeitweise fast oder gänzlich zum Erliegen kam. Nach Sizilien, dem nördlichsten und einzigen europäischen Lande, in dem man sich ernstlich mit seiner Kultur beschäftigt hat, war es schon früh mit den siegreichen Arabern gelangt. Es ist aber seit dem Aufkommen jener amerikanischen Überproduktion von dort und damit aus Europa wieder gänzlich verschwunden.

Die Entdeckung des Berliner Chemikers MARGGRAF, der im Jahre 1747 bekannt gab, dass in der Runkelrübe sich derselbe Zucker wie im Zuckerrohr finde, sollte dann von der folgeschwersten Bedeutung für die europäische Landwirtschaft werden, der dadurch, dass man seitdem aus dieser überall in Europa fortkommenden Pflanze denselben Zucker wie aus dem fast tropisches Klima verlangenden Zuckerrohr gewinnen kann, ein neues, für lange Zeit sehr gewinnbringendes Anbauobjekt zugefallen ist.

MARGGRAF war sich der Tragweite seiner Entdeckung sehr wohl bewusst. ACHARD, ein Verwandter von ihm,

versuchte alsbald die Zuckergewinnung im grossen auf diesem Wege, jedoch ohne Erfolg, indem der billige Kolonialzucker eine lohnende europäische Fabrikation jener Zeit noch ausschloss. Durch die politischen Verhältnisse änderte sich hernach die Sachlage. Infolge der Kontinentalsperre Napoleon des Ersten ging der Preis aller sonst von den Engländern nach Europa gebrachten Erzeugnisse aus den Kolonien, die durch jenes Edikt in den Bann gethan wurden, ausserordentlich in die Höhe, und speziell der Wert eines Pfundes Zucker stieg auf 2 Thaler. Unter solchen Umständen musste die Gewinnung des Rübenzuckers wieder lohnend werden und wurde eifrig aufgenommen.

Mit dem Aufhören der Kontinentalsperre kamen allmählich die meisten damaligen Zuckerfabriken wieder zum Erliegen, aber man hatte doch so viel Erfahrung in der Fabrikation gesammelt, dass es schliesslich gegenüber dem Kolonialzucker festen Fuss zu fassen gelang, zumal die Rüben natürlich, als sehr passendes Finanzobjekt, einen hohen Eingangszoll zu zahlen hatte.

Die Fabrikation des Zuckers aus Rüben ist dann im Laufe der Jahre auf eine Staunen erregende Höhe gelangt, indem sich Wissenschaft und Technik auf diesem Gebiete so vollständig als möglich ergänzten. Folgende Zahlen zeigen das aufs deutlichste. Zur Gewinnung eines Zentners Zucker brauchte man an Rüben:

im Jahre	1836	—	18	Zentner
"	"	1842	—	16
"	"	1857	—	12
"	"	1871	—	11
"	"	1894	—	7 $\frac{1}{2}$

MARGGRAF hat den Gehalt der Rüben an Zucker seit langer Zeit etwas über 6 Prozent gefunden. Durch passende Auswahl an Düngemitteln, die natürlich zumeist die von uns besprochenen künstlichen sind, hat man ihn auf 14 bis selbst 16 Prozent heraufgebracht.

Die Rüben werden zur Extraktion des Zuckers in Schnitzeln zerschnitten, und diesen wird in der sogenannten Diffusionsbatterie im Laufe weniger Stunden

ihr Zuckergehalt völlig entzogen. Der so erhaltene zuckerhaltige Saft muss nun eingedampft werden. Dies bietet grosse Schwierigkeiten, weil Zucker, wenn man ihn lange kocht, sich verändert, und die Eigenschaft später fest zu werden, also Krystallzucker zu geben, verliert. Auch diese Schwierigkeit hat man längst überwinden gelernt, und namentlich das Einkochen wird in merkwürdiger Weise ausgeführt.

Da siedende Zuckerlösungen sich also verändern, aber der Saft doch eingedickt werden muss, dampft man sie nämlich statt in offenen Gefässen im sehr stark luftverdünnten Raume ab, wodurch der Siedepunkt der Flüssigkeit aus folgendem Grunde sehr herabgesetzt wird.

In unserer ersten Vorlesung führten wir uns doch den Luftdruck vor Augen (siehe Seite 4). Soll z. B. Wasser sieden, so muss der Wasserdampf doch diesen überwinden, ehe er überhaupt aufsteigen kann. Entfernt man nun durch eine Luftpumpe aus einem geschlossenen Gefäss, sagen wir einem kupfernen Kessel — so verhält es sich in der Zuckerindustrie — die Luft, so wird jetzt in diesem Raum der Wasserdampf viel leichter aufsteigen können, das Wasser wird nicht bei seinem gewöhnlichen Siedepunkt von 100° Celsius, sondern bei weit niedrigerer Temperatur schon verdampfen.

Vielleicht wird dieser Vorgang durch folgende Thatsache noch leichter verständlich. Auf dem Montblanc siedet Wasser bereits bei 85°, weil hier auf ihm eine um so viel weniger hohe Luftsäule, also ein so viel geringerer Luftdruck lastet, als die Spitze des Berges über die Ebene, in der es bei 100° siedet, hinausragt.

Das Abdampfen bei der durch die Luftverdünnung im Apparat stark herabgesetzten Siedetemperatur der Flüssigkeit verträgt nun der Zuckersaft ohne jede Gefahr. Ist er genügend eingedickt, so scheidet er nach dem Erkalten Zucker in Krystallen aus, der durch Raffinieren gereinigt, und in Zuckerhutform in den Handel gebracht wird. Zu seiner vollständigen Entfärbung in der Lösung dient die uns schon bekannte Tierkohle (siehe Seite 40).

Beim Auskrystallisieren des Zuckers hinterbleibt natürlich eine Mutterlauge (siehe Seite 48), sie führt in der Rübenzuckerfabrikation den Namen Melasse. Diese ist im Gegensatz zum Syrup aus Zuckerrohr (siehe Seite 69) ungeniessbar, weil sie hässlich schmeckt. Eine lange Zeit ungelöste Frage war die Gewinnung des in dieser steckenbleibenden Zuckers. Auch diese Aufgabe ist mit Hilfe der Chemie seit etwa 18 Jahren gelöst, so dass auch diesem Fabrikationsrückstande jetzt sein gesamter Zucker entzogen werden kann.

Wir haben einige Male die Steuerverhältnisse des Zuckers erwähnt. Diese haben sich im Laufe der Zeit sehr geändert. Solange es nur Kolonialzucker gab, war dieser ein ebenso bequemes Steuerobjekt, wie es noch heute der Kaffee, der Thee etc. sind, waren die Einnahmen aus ihm der reine Finanzausgleich. Als dann im Inland Zucker erzeugt wurde, blieb nichts anderes übrig, wenn der Staat nicht auf seine Einnahmen verzichten wollte, als diesen ebenfalls zu besteuern. Die bequemste Form ist ohne Zweifel die, dass man die Rüben besteuert, indem man die Menge derselben abwägt, die in die Fabrik kommen, wobei man von der Annahme ausgeht, dass ein bestimmtes Quantum Rüben auch eine bestimmte Menge Zucker liefert. Dadurch ist die Fabrik in der Art und Weise, wie sie ihr Rohmaterial verarbeiten will, absolut ungehindert.

Als dann die Fabrikation so gross wurde, dass sie nicht nur den Inlandskonsum vollständig deckte, sondern dass Zucker aus dem Lande exportiert, also nach dem Auslande verkauft wurde, musste für diesen natürlich die Steuer rückvergütet werden, damit er überhaupt mit dem Rohrzucker, auf dem in seiner Heimat keine Steuer lastet, konkurrieren kann. Und damit begann dann die Ära der jetzt so viel genannten Exportbonifikationen. Hatte der Fabrikant seiner Zeit so viel Rübensteuer bezahlt, als ob zehn Zentner Rüben einen Zentner Zucker lieferten, und gelang es ihm durch Verbesserung seiner Fabrikation, dieses Quantum, sagen wir schon aus neun Zentnern Rüben herzustellen, so erhielt er, wenn sein Zucker ins

Ausland ging, die Steuer für zehn Zentner Rüben zurück, während er in Form des exportierten Zuckers sie nur für neun Zentner Rüben bezahlt hatte. So ging die ursprüngliche Steuerrückvergütung auf diesem Wege in die Exportprämie über. Und diese Verhältnisse waren die mächtigste Triebfeder unablässig auf Vervollkommnung der Fabrikation zu sinnen, da jede Verbesserung der Ausbeute an Zucker sich sofort in Form der sich dadurch in sich selbst erhöhenden Exportbonifikation zu barem Gelde umsetzte.

Im Anschluss an den Zucker wollen wir gleich noch den neuesten Süsstoff das Saccharin erwähnen. Sein Name entstammt der lateinischen Bezeichnung für Zucker *saccharum*.

Von der Unsumme von chemischen Verbindungen, die man kennt, zeigen natürlich viele einen ausgesprochenen Geschmack; so haben die Säuren ihren Namen daher, dass die zuerst bekannt gewordenen Glieder der Gruppe sauer schmecken. Den Basen, wie Kali oder Natron, kommt ein ätzender laugenhafter Geschmack zu. Die Salze, also die Verbindungen von Säuren mit Basen (siehe Seite 47), schmecken bald rein salzig, bald bitter salzig etc., bald haben sie gar keinen Geschmack. Und die Unzahl von chemischen Verbindungen, die nicht unter diese drei Klassen fallen, variieren natürlich auch hinsichtlich ihres Geschmacks unendlich. Abgesehen vom wirklichen Zucker kannte man schon seit langem einige Verbindungen, die ein wenig süsslich schmecken, wie das Glycocoll u. a.

Zufällig zeigt nun bisher nur ein einziger unter allen bekannt gewordenen Körpern die Eigenschaft ganz ausserordentlich süss, vielleicht 300 Mal so süss zu sein als Zucker, dieser Körper ist das Saccharin. Es ist chemisch sehr kompliziert zusammengesetzt und als Benzoësäuresulfid zu bezeichnen.

Es hat durchaus keinen Nährwert, ganz abgesehen davon, dass es ja überhaupt nur in Spuren genossen wird. Dagegen kann es, ohne dass je schädliche Folgen bekannt geworden sind, ganz nach Art des Zuckers zum Verstüssen der verschiedenartigsten Dinge dienen. Den grössten Vor-

teil von ihm haben die Zuckerkranken, die sich mit seiner Hilfe jetzt den süßen Geschmack von Speisen vortäuschen können, auf den sie bis zu seiner Erfindung ganz verzichten mussten.

Der Vorteil des Verstüßens der Speisen auf diesem Wege ist übrigens gar nicht so gering anzuschlagen, indem es jenen ihr Verzehren erleichtert.

Denn bei der Nahrungsaufnahme spielen ohne Zweifel ausser dem physischen Bedürfnis auch seelische Vorgänge eine Rolle. Wir können auf die Dauer nur Nahrungsmittel zu uns nehmen, die durch Zusätze irgend welcher Art für uns schmackhaft gemacht sind. Es scheint, als ob diese, wie das Salz, der Pfeffer, der Senf zur Anregung der Verdauungsthätigkeit notwendig sind. Ja, das geht so weit, dass wir die warmen Aufgüsse von Kaffee oder Thee deren Nährwert gleich Null gesetzt werden kann, ganz regelmässig geniessen, weil wir aus Erfahrung wissen, dass sie das Verzehren fester Nährstoffe erleichtern.

Auf der Mittelstufe zwischen Nahrungs- und Genussmittel stehen die geistigen Getränke, bei deren ausführlicher Besprechung wir allerdings sehen werden, dass sie weit mehr zu letzteren gehören.

Nun lehrt ja die Erfahrung weiter, dass der Mensch sich verhältnismässig leicht an Genussmittel gewöhnt, so dass bei fortgesetztem Gebrauch derselben Substanzen entweder Überdruß eintritt oder die gleiche Wirkung immer nur durch vergrösserte Mengen erreicht werden kann, was dann zu einem Übermass mit seinen verderblichen Folgen führt. Daraus ergiebt sich, dass eine auf die Dauer bekömmliche Ernährung eine passende Abwechslung der Speisen an sich verlangt, und dass es ebenso nötig ist, auch für eine richtige Auswahl der ihnen behufs besseren Wohlgeschmacks zuzusetzenden Genussmittel zu sorgen. Das gelingt ja den meisten Hausfrauen glücklicherweise auf Grund der täglichen Übung rein aus Erfahrung.

Eine Verfeinerung der Speisen ist ein durchaus nicht unerlaubtes Streben, und gewiss ebenso gestattet wie tausend

andere berechnete Bestrebungen nach Genüssen, die das Leben angenehm zu gestalten im Stande sind. Damit soll selbstverständlich nicht etwa eine Lanze für Dinners mit unendlich langer Speisenfolge eingelegt werden, sondern nur gesagt sein, dass es eine einer Hausfrau wohl würdige Aufgabe ist, dafür zu sorgen, dass das, was auf den Tisch kommt, so zubereitet ist, dass es mit Vergnügen verzehrt wird und im Anschluss daran wohl bekömmlich ist.

Nicht zu verkennen ist, dass die Bereitung von Nahrungsmitteln im grossen manches Gute zu Tage fördert. In den Städten bezieht jetzt wohl jeder sein Brot vom Bäcker und hat es dadurch täglich frisch und von bestem Wohlgeschmack zur Verfügung. Auf dem Lande dagegen, wo für den einzelnen Haushalt gebacken werden muss, giebt es fast immer verhältnismässig altes Brot, weil die tägliche Herstellung der täglich gebrauchten Menge nicht angängig ist. Und wer wollte in der auf diesem Wege erreichten Verbesserung des Brotgenusses eine Verschwendung oder Verweichlichung sehen.

Auch die Gemüse in Form von Konserven,¹⁾ die deren Genuss jetzt im Winter kaum teurer als im Sommer ermöglichen, gehören hierher, und ebenso die jetzt so zahlreich gewordenen Fleisch- und Fischkonserven. Sie gestatten z. B. ohne grosse Kosten eine ganz bedeutende Abwechslung in die Abendbrote zu bringen, eine Bezeichnung für diese Mahlzeit, die gewiss noch aus jener Zeit herrührt, wo man abends hauptsächlich auf Brot angewiesen war.

Die bekannte Thatsache von den „*toujours perdrix*“ ist ja ein wirklich durchgeführter Beweis dafür, dass das

1) Anmerkung. Die Herstellung der Konserven entspricht ganz der Haltbarmachung der Milch mittelst des Soxlehtschen Apparats, die wir Seite 54 kennen lernten. Die auf diesem Wege zu konservierenden Nahrungsmittel werden in die meist aus verzinnem Eisenblech (Weissblech genannt) hergestellten Dosen mit Wasser eingefüllt, und die Dosen sodann verlötet. Durch längeres Liegenlassen der Dosen in siedendem Wasser tötet man alle in ihnen vorhandenen Bakterien also auch die Fäulnisbakterien, womit das Verderben ihres Inhalts unmöglich wird.

jenige, was an und für sich für ein besonders gutes Essen gilt, und gelegentlich ausserordentlich wohlschmeckend ist, auf die Dauer allein und ohne Abwechslung genossen, geradezu ungeniessbar wird.

Das geht nicht allein den Menschen, sondern sogar fleischfressenden Tieren so. Wenigstens sterben selbst Ratten sehr bald, wenn man ihnen nichts anderes als ausgekochtes Fleisch giebt, indem sie es nicht mehr anrühren, und lieber verhungern als weiter von ihm fressen.

Mit Vögeln scheint es sich anders zu verhalten, da man diese im Käfig ohne Schaden jahrelang mit derselben Körnerart füttern kann. Allerdings wissen wir aus den mitgeteilten Analysen von Getreidekörnern (siehe Seite 57), dass solche in sich schon eine gemischte Nahrung repräsentieren, und mag diese Mischung sie auf die Dauer geniessbar erhalten.

Ausser Eiweiss, Fett und Kohlenhydraten brauchen wir also noch Wasser und anorganische Salze für unsere Existenz.

Von anorganischen Salzen geniessen wir direkt nur das Kochsalz, das wir absichtlich den meisten Speisen zusetzen, und dessen Genuss an und für sich auf den tierischen Körper günstig einzuwirken scheint. Sehen wir doch, dass viele Tiere, wenn sich ihnen Gelegenheit dazu bietet, gern und regelmässig an Salzsteinen lecken.

Was wir sonst von solchen Salzen brauchen, wie den phosphorsauren Kalk für die Knochen etc., das ist in den Nahrungsmitteln, wie aus den bereits angeführten Analysen, denen sich noch eine Anzahl anschliessen wird, hervorgeht, gleich mit und in genügender Menge enthalten. Ihr Gesamtquantum ist dort immer als Asche aufgeführt.

Nur einer von diesen Bestandteilen bietet auch für weitere Kreise grosses Interesse, das ist das Eisen. Die Menge des täglichen Eisenbedarfs beim Menschen ist recht gering, man kann sie auf etwa 0,15 Milligramm pro Kilo Körpergewicht schätzen. Bei einem Gewicht von 50 Kilogramm macht das also im Jahre noch lange nicht 3 Gramm aus, und trotzdem veranlasst die ungenügende Aufnahme

von Eisen Bleichsucht und sonstige Störungen, wie allgemein bekannt ist. Während nämlich der Gesunde seinen Bedarf an ihm mit Leichtigkeit aus den Nahrungsmitteln mit deckt, ist bei manchen Krankheiten, z. B. also der Bleichsucht der jungen Mädchen, diese Fähigkeit des Organismus, seinen Eisenbedarf allein aus den Nahrungsmitteln zu decken, so herabgesetzt, dass es der künstlichen Zufuhr von Eisenmitteln bedarf, um ihn zu der genügenden Aufnahme zu veranlassen. Nur ist es oft sehr schwer, das richtige eisenhaltige Medikament zur Anwendung zu bringen, weil der Körper der einzelnen Individuen sich ihnen gegenüber sehr verschieden verhält. Daher kommt es, dass fortwährend neue Eisenpräparate auftauchen. Doch lässt sich heute so viel sagen, dass das Vermögen der dem Körper in Form von Arzneimitteln zugeführten Eisenverbindungen, die Blutbildung zu erhöhen, so sehr für ein unumstößliches Faktum gilt, dass wohl kein Arzt es mehr bestreitet.

Wir wollen hier zum Schluss den Eisengehalt einiger Nahrungsmittel in Milligrammen angeben, zumal es sich um Zahlen, denen viele ein ganz besonderes Interesse entgegenbringen, handelt.

100 Gramm	Eiweiss enthalten	nur Spuren Eisen	0,1 Milligramm Eisen
100	" Weisswein	enthalten	0,1
100	" Rotwein	"	0,16
100	" Kuhmilch	"	0,3
100	" Apfelwein	"	1,3
100	" Reis	"	1,5
100	" Kartoffeln	"	1,6
100	" Äpfel	"	2,0
100	" Rindfleisch	"	4,2
100	" Spinat	"	4,5
100	" Weizen	"	4,8
100	" Erbsen	"	5,6
100	" Eigelb ¹⁾	"	10,0 bis 22,5

Nachdem wir nunmehr die einzelnen Klassen der für unsere Ernährung notwendigen Stoffe besprochen haben, kommen wir zum Werte des Kochens.

1) Anmerkung. Der Eisengehalt des Eigelbs wechselt mit den Jahreszeiten, und ist zur Brutzeit am höchsten.

In der Beziehung verhalten sich tierische und vegetabilische Nährstoffe recht verschieden.

Bei den tierischen, namentlich bei reinem Fleisch, ist in Bezug auf den Nährwert die Zubereitung ziemlich gleichgültig. Gilt doch rohes geschabtes Beefsteakfleisch, wenn es nur durch Pfeffer und Salz geniessbar gemacht ist, für besonders nahrhaft, und ist diese Annahme nicht ungerechtfertigt. Rohes Fleisch von Fischen oder Vögeln vermögen wir allerdings nicht zu geniessen, jedoch auch dieses wird durch Kochen oder Braten in seinem Nährwert nicht weiter verändert. Aber gerade beim Braten, wo das Fleisch mit geschmolzenem Fett und etwas Wasser erhitzt wird, bilden sich angenehm riechende und den Geschmack anreizende Substanzen, welche als anregende Genussmittel das Verzehren erleichtern.

Die fünf folgenden Analysen werden diese Mitteilungen durch ihre Zahlen unterstützen:

	Wasser	Protein- stoffe	Fett	Extraktiv- stoffe	Asche
Frisches Rindfleisch enthielt	70,88	22,51	4,52	0,86	1,23
Nach dem Kochen enthielt es	56,82	34,13	7,50	0,40	1,15
Als Beefsteak enthielt es . .	55,39	34,23	8,21	0,72	1,45
Kalbskotelett enthielt vor dem Braten	71,55	20,24	6,38	0,68	1,15
Nach dem Braten enthielt es	57,59	29,00	11,95	0,43	1,43

Was uns in den Analysen besonders auffällt ist, dass Rindfleisch nach dem Kochen wasserärmer ist, als in rohem Zustande. Dies beruht auf der Zusammenziehung seiner Fasern in der Hitze. Weit auffälliger ist aber noch, dass die Zusammensetzung des gekochten Rindfleisches (kurzweg Suppenfleisch genannt) so wenig von der des Beefsteaks abweicht, ja dass der Gehalt an Eiweissstoffen in beiden der gleiche ist. Eine grössere Differenz sehen wir nur bei den Extraktivstoffen, deren Menge allerdings im Beefsteak fast doppelt so gross als im Suppenfleisch ist.

Unter Extraktivstoffen sind in der Analyse diejenigen Stoffe verstanden, welche beim Kochen ins Wasser übergehen, und nicht zu den Proteinstoffen oder Fetten gehören. Sie gerade sind es nun, welche auf den Geschmack wirken, und, wie wir erfahrungsmässig wissen, in anregen-

dem Sinne wirken. Fehlt ein Teil von ihnen, wie es in-
folge des Auskochens beim Suppenfleisch der Fall ist, so
schmeckt solches Fleisch fade, und man isst es nicht gerne.
Gelingt es aber mit Hilfe nachträglich zugesetzter Genuss-
mittel den Geschmack des Suppenfleisches wieder zu ver-
bessern, und ist es überhaupt nicht so weit ausgekocht,
dass ihm durch keinen Zusatz mehr zu helfen ist, so
steht es hinsichtlich seines Nährwertes anderem Fleisch
kaum nach.

Damit kommen wir unwillkürlich zu dem Thema,
wie man das Fleisch zur Gewinnung von Suppe auskochen
soll. In vielen Gegenden der Erde kennt man diese über-
haupt nicht, bei uns ist es ja aber allgemein Usus sie
zuzubereiten. Die Frage, um deren Erledigung es sich
hierbei handelt, ist, soll man das Fleisch mit heissem
oder kaltem Wasser aufsetzen, und das wollen wir so-
gleich durch einen Versuch entscheiden.

Wir übergiessen zu dem Zwecke etwas gehacktes
Fleisch — wir verwenden solches, um eine recht grosse
Oberfläche zu haben — mit kaltem Wasser, und rühren
es gut durch. Filtrieren wir die Masse, um sie klar zu
erhalten, so bekommen wir eine durch ein wenig Blut-
farbstoff schön hellrosa gefärbte Flüssigkeit. Diese wollen
wir jetzt in einem Glase aufkochen. Wir sehen ihre Farbe,
indem der Blutfarbstoff in der Wärme unbeständig ist,
wird sehr bald in Grau übergehen, und eine grosse Menge von
Flocken scheidet sich ab, die, wie die Untersuchung ge-
lehrt hat, Eiweiss sind. Das kalte Wasser hat, also aus
dem Fleisch auch etwas lösliches Eiweiss ausgezogen, welches
beim Kochen gerinnen muss, und da doch Suppen ge-
schäumt werden, wie man das nennt, entfernt man mit
dem Schäumen diese festgewordenen Eiweissstoffe, ver-
zichtet des besseren Aussehens halber im praktischen Leben
auf diesen Nährstoff.

Jetzt wollen wir eine zweite Portion des gehackten
Fleisches mit siedendem Wasser übergiessen und kurze
Zeit kochen. Sofort färbt sich das Fleisch grau, nimmt
die Farbe des Suppenfleisches an, indem also der Blut-

farbstoff die Hitze nicht verträgt. Wir sehen in der siedenden Flüssigkeit nur sehr wenig Eiweissflocken schwimmen, und giessen wir auch diese jetzt durch ein Filter, so bekommen wir eine klare Flüssigkeit, die sich auch durch weiteres Kochen natürlich nicht mehr trübt.

Hier war der Verlauf also der, dass das auf das Fleisch gegossene siedende Wasser fast augenblicklich die Eiweisspartien an seiner Oberfläche zum Gerinnen brachte, wodurch seine feinen Poren verstopft werden, so dass jetzt die Extraktivstoffe aus dem Fleische kaum herauskönnen. Und so folgt auch unseren Versuchen, wie es das praktische Leben bestätigt: Will man eine sehr gut schmeckende Suppe haben, so setzt man das Fleisch mit kaltem Wasser auf, weil dieses die Extraktivstoffe reichlich herauszieht, das Suppenfleisch schmeckt dann aber wenig erfreulich. Liegt aber mehr an einem guten Geschmack des Fleisches, so benutzt man heisses Wasser, wobei die Suppe aus den angegebenen Gründen weniger gut schmeckend ausfällt.

Denn bei der Suppe handelt es sich eigentlich immer nur um den Geschmack, einen erwähnenswerten Nährwert hat sie nicht, wovon uns am besten wieder Zahlen überzeugen. Die analysierte Suppe war in gebräuchlicher Art und zwar aus 500 Gramm Rindfleisch und 190 Gramm Kalbsknochen hergestellt. Sie enthielt:

Wasser	95,18	Prozent.
Proteinstoffe .	1,19	„
Fett	1,48	„
Extraktivstoffe	1,83	„
Asche	0,32	„

Wir sehen, ihr Hauptbestandteil ist Wasser. Die Proteinstoffe in ihr sind zumeist Leim, da ja die Eiweissstoffe in der Hitze coagulieren, und durch Abschäumen entfernt werden. Die Menge des Fettes ist natürlich auch nicht bedeutend. Wenn wir Suppen trotzdem gern geniessen, und ihnen erfahrungsgemäss eine das Nervensystem anregende Wirkung zukommt, so ist das nur den Extraktivstoffen und auch ihrem Gehalt an Kalisalzen, von denen man eine ähnliche Wirkung annimmt, zuzuschreiben.

Die Asche obiger Suppe bestand z. B. zur Hälfte aus Kali und zu einem Viertel aus Phosphorsäure. Der usuelle Zusatz von Kräutern zur Suppe dient natürlich nur zur Verbesserung ihres Geschmacks.

Von ganz anderer Wichtigkeit wie für Fleischspeisen ist nun das Kochen, Backen etc. für die dem Pflanzenreich entstammenden Nahrungsmittel. Abgesehen vom Obst sind die meisten zum rohen Verzehren viel zu hart; und ihr organisiertes Gewebe, dem sie ihren Zusammenhalt verdanken, muss erst durch das Kochen gelockert werden, bevor wir sie geniessen können.

Bei den Getreidearten, die ja unsere wichtigsten pflanzlichen Nährstoffe sind, muss zuvörderst durch Mahlvorrichtungen die feste Hülle entfernt werden, um das darunter liegende Mehl zu gewinnen. Diese feste Hülle bildet hernach den Hauptbestandteil der Kleie (siehe Seite 64). Aber selbst das Mehl ist für den Menschen als Nahrungsmittel kaum tauglich, indem die von ihren Zellwänden umgebenen rohen Stärkekörner von seinen Verdauungssäften nur schwer angegriffen werden. Ganz anders gestaltet sich aber das Verhältnis durch das Erhitzen des Mehles mit Wasser. In der Wärme, also beim Kochen mehlhaltiger Speisen, platzen die Zellwände der Stärkekörner und die freigelegte Stärke geht jetzt in ihren kleisterartigen Zustand (siehe Seite 63) über, in welchem sie leichtverdaulich ist.

Dem gleichen Zwecke dient auch das Backen des Brotes, mit dem aber zugleich jene ausserordentliche Lockerung verbunden wird, welchem es seinen hohen Grad von Verdaulichkeit verdankt.

Rührt man Mehl mit Wasser an, so erhält man einen, infolge seines Gehaltes an Kleber, sehr zähen Teig. Kleber ist jener der Proteinstoffe des Mehles benannt worden, welcher, wie schon der Name ausdrückt, seine Zähigkeit beim Anfeuchten bedingt.

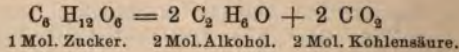
Bäckt man einen solchen Teig ohne weiteres, so bekommt man eine harte Masse, etwa von der Beschaffenheit der Schiffszwiebacke. Lässt man ihn aber einige Zeit

stehen, so ändert er sich. In ihn fallen aus der Luft erstens Hefezellen hinein, die den Zucker des Mehles vergären, worauf wir sogleich zurückkommen, und ausserdem auch Milchsäurebacillen (siehe Seite 54), die aus dem Zucker Milchsäure erzeugen. Dabei wirkt aber wieder die Milchsäure sogleich verzuckernd auf Stärke, so dass die Hefe, wenn auch das Mehl recht arm an Zucker ist, genügend von ihm zur Vergärung im Teig vorfindet.

Die Hefegärung, der auch alle geistigen Getränke — wir kommen sehr bald zu deren ausführlicher Besprechung — ihre Entstehung verdanken, verläuft in der Weise, dass Zucker in kohlen-saures Gas und Spiritus, welcher in der Chemie auch den Namen Alkohol führt, zerlegt wird.

1 Molekül Zucker bestehend aus:	liefert	2 Moleküle Alkohol bestehend je aus:	und	2 Moleküle Kohlen- säure bestehend je aus:
6 Atomen Kohlenstoff		2 Atomen Kohlenstoff		1 Atom Kohlenstoff
12 „ Wasserstoff		6 „ Wasserstoff		2 Atomen Sauerstoff
6 „ Sauerstoff		1 Atom Sauerstoff		

oder abgekürzt geschrieben:



Ein Molekül Zucker zerfällt also durch Gärung in zwei Moleküle Alkohol und zwei Moleküle kohlen-saures Gas. Das kohlen-saure Gas, welches sich in unserem Falle im Brotteig entwickelt, kann infolge seiner zähen Beschaffenheit nicht entweichen, und erfüllt so den ganzen Teig mit Blasen. Kommt er schliesslich in den Backofen so verdampft auch der Alkohol, und dies trägt ebenfalls zur Lockerung des Brotes bei. Die Hitze sprengt ausserdem die Zellen der feuchten Stärke-körnchen, die zugleich zu verkleistern beginnen.

An dem äusseren Umfange des Brotes wird aber die Temperatur, bis es die Beschaffenheit, welche wir als gar bezeichnen, angenommen hat, so hoch, dass die Stärke schon anfängt in Dextrin überzugehen. Nun haben wir ja schon besprochen (siehe Seite 67), dass Dextrin eine klebende Beschaffenheit hat, und so kleben an der Oberfläche des Brotes die Stärke-körnchen und sonstigen Be-

standteile zu jener harten Kruste zusammen, als welche wir sie zu sehen gewöhnt sind.

Infolge des Stehens an der Luft wird also Brotteig durch Milchsäure sauer. Da dieses die am leichtesten wahrnehmbare Veränderung an ihm ist, heisst er in diesem Zustande Sauerteig.

Bis genügend Hefezellen und Bacillen aus der Luft in ihn hineinfallen, dauert natürlich ziemlich lange. Hat man aber erst einmal solchen Teig, und setzt man ihn einer anderen frisch bereiteten Portion zu, so erfolgt das durch Gärung zu bewirkende Aufgehen verhältnismässig rasch, da die Hefezellen und Bacillen sich bekanntlich enorm schnell vermehren. Deshalb bewahrt man von solchem Teig immer wieder etwas auf, um ihn dem nächsten zuzusetzen.

Der Geschmack des Sauerteigs überträgt sich weiter auf das Brot, und bäckt man heutzutage mit ihm fast nur noch das Schwarzbrot, das ihm den säuerlichen Geschmack verdankt, während man für die Gärung oder, wie das Publikum sagt, für das Aufgehen des Weizenbrotes lieber reine Hefe als solche verwendet, also die Säuerung des Teiges durch Milchsäure vermeidet. Die Hefe lieferten ehemals die Bierbrauereien als Nebenprodukt, und heute wird sie als Presshefe ganz speziell hergestellt. Das nähere über sie können wir erst bei der Besprechung der gegorenen Getränke mitteilen, weil es noch eine Reihe von Vorkenntnissen zu seinem Verständnis erfordert.

Man kennt und benutzt als Ersatz der Hefe, um Teig aufgehen zu lassen, einige Mittel, deren Wirksamkeit auf ganz anderen Prinzipien beruht, und mit der Gärung des Teiges gar nichts zu thun hat.

Das Hirschhornsalz, welches das am meisten verwendete ist, und namentlich in der häuslichen Kuchenbäckerei diesem Zweck dient, ist, nach seinen Bestandteilen bezeichnet, kohlen-saures Ammoniak. Kohlensäure ist ein saures Gas und Ammoniak ist ein basisches Gas (siehe Seite 47), und wenn die Verbindung zwischen der Säure und der Base auch bei gewöhnlicher Temperatur sich als

festes weisses Salz repräsentiert, so zerfällt sie doch in der Hitze des Backofens bereits wieder in ihre Bestandteile, und die beiden Gase treiben jetzt im Ofen während des Backens den Teig auf.

Manche Hausfrau bedient sich auch der Pottasche. Pottasche ist kohlen-saures Kali (siehe Seite 43). Sie ist ein vollkommen feuerbeständiges Salz, kommt also durch die Wärme des Ofens nicht zur Geltung. Wohl aber entwickelt auch sie Kohlensäure, wenn der Teig, dem sie zugesetzt wird, gesäuert hat. Die Milchsäure ist nämlich stärker als die Kohlensäure, und so bildet sich einerseits milchsaures Kali, andererseits wird die Kohlensäure frei, und treibt als Gas den Teig auf. Da also selbst bei sehr reichlichem Zusatz an Pottasche allein die der Milchsäure äquivalente Menge von kohlen-saurem Gas in Freiheit gesetzt wird, ist sie nur bei reichlich gesäuertem Teig von genügender Wirkung.

Die Überlegung lehrt, dass das durch Hefe veranlasste Aufgehen des Teiges durch die Zerstörung des Zuckers, mit welcher jede Gärung verbunden ist, einen Verlust an Nährstoff herbeiführt, dass dieser Verlust also bei jedem Brotbacken eintritt. Mit Hilfe von sogenannten Backpulvern hat man, wohl durch LIEBIG zuerst veranlasst, diesen Verlust zu vermeiden gesucht, indem man im Teig auf anderem Wege eine für seine Lockerung genügende Menge Kohlensäure entwickelt.

So beruht die Wirksamkeit des viel verwendeten HORSFORD-LIEBIGSchen Backpulvers darauf, dass in ihm ein Gemenge von saurem phosphorsaurem Kalk und doppelt kohlen-saurem Natron vorhanden ist. Wird es mit dem Teig verknetet, so wirken infolge der Feuchtigkeit desselben diese beiden Bestandteile so aufeinander, dass sich kohlen-saures Gas entwickelt, und mit Beendigung des Knetens ist der Teig zugleich so weit gelockert, dass er sofort gebacken werden kann. Unter dem Namen Schnellhefe ist ein anderes Backpulver im Handel, das zur einen Hälfte aus Stärkemehl zur anderen aus Weinsäure und kohlen-saurem Natron besteht. Das Stärkemehl ist bei

ihm ein ganz überflüssiger Zusatz, und seine Wirksamkeit beruht auf den gleichen Prinzipien wie beim erstgenannten.

Nun wollen wir im Anschluss an das Backen des Brotes auch den Einfluss des Kochens auf die Kartoffeln besprechen.

Die rohen Kartoffeln sind schon infolge ihrer grossen Härte für uns ganz ungeniessbar. Ihre Festigkeit verdanken sie den die Stärkekörnchen einschliessenden Hüllen, die unter sich wieder ein zusammenhängendes Ganze, das Skelett der Kartoffel bilden. Dieses macht die Stärkekörner, wie wir das schon beim Mehl aus Getreidearten kennen lernten, beim Menschen fast unangreifbar für die Verdauungssäfte. Beim Kochen jedoch dehnen sich die Stärkekörnchen aus, sprengen die Hüllen, und gehen ihrerseits unter Wasseraufnahme in jenen halbverkleisterten Zustand über, in welchem die Verdauungssäfte des Darmes sie leicht in Zucker überzuführen vermögen (siehe Seite 81). Die Kartoffeln nehmen hierbei jene, wie wir das nennen, mehlig Beschaffenheit an, in der wir sie gern geniessen.

Nach dem bisher mitgetheilten können wir uns leicht selbst über den Einfluss des Kochens, Backens etc. auf alle hier nicht speziell besprochenen Nahrungsmittel klar werden, und damit dieses Thema verlassen.

V. Vortrag.

Menge der notwendigen Nahrungsmittel und Nährwert wichtigsten. Die Gärung. Wein. Obstwein. Champagner. M Kumys. Bier. Malz. Spiritus. Presshefe. Kornbranntwein. I toffelspiritus. Schlempe. Raffination des Spiritus. Absoluter Alko Denaturierter Spiritus. Die Spirituosen.

Wir kommen jetzt zu der wichtigen Frage, wie muss der Mensch essen, um bei Kräften zu bleiben. V wissen bereits, dass es eine aus stickstoffhaltigen (Eiwe und stickstofffreien Nahrungsmitteln (Fett und Kohl hydrate) gemischte Kost sein soll.

Von dieser Anschauung kann uns die mehr c minder grosse Enthaltbarkeit der Vegetarier nicht bringen. Diese müssen ihren ganzen Eiweissbedarf, sie solchen tierischen Ursprungs durchaus verschmä aus Pflanzennahrung entnehmen. In dieser ist, wie wir den früher mitgeteilten Analysen (siehe Seite 64) ersel zumeist das Verhältnis ein insofern ungünstiges, als Gehalt an Kohlenhydraten so sehr überwiegt, dass d Körper bei weitem zu viel von letzteren als ganz unnti Ballast zugeführt wird, um ihm die notwendige Me Eiweissstoffe bieten zu können. Dass man dabei beste kann, beweisen sie an sich selbst. Aber das Rückgre auf die Pflanzen fressenden Tiere, die, wie das Pferd c der Elefant, bei reiner Pflanzenkost gewiss kräftig s ist unstatthaft, weil diesen die Natur zur besseren A nutzung der Kohlenhydrate den dazu nötigen viel länge Darm gegeben hat. Auch haben viele Pflanzenfre mehrere Mägen und kauen ihre Nahrung wieder.

Während die Vegetarier sich nach ihrer Meth schliesslich ohne zu viel Mühe ernähren können, sch

eine reine Eiweissnahrung für den Menschen kaum erträglich zu sein. Das sehen wir an den schon öfters erwähnten Diabetikern (Zuckerkranken). Sie sollen eigentlich gar keine Kost pflanzlichen Ursprungs geniessen (siehe Seite 66), aber das längere Zeit durchzuführen, ist ihnen nicht möglich. Schon die sehr weit getriebene Entziehung Stärkemehl haltiger Nahrungsmittel also des Brotes, der Kartoffeln etc. ist für sie meist eine Quelle dauernden Unbehagens, wie es hundertfältige Erfahrung lehrt, und doch ist dies bisher das einzige Mittel die schweren Folgen, die diese Krankheit sonst allmählich herbeiführt, hintanzuhalten.

Zahlreiche Untersuchungen, von denen wir einige speziell anführen, haben nun hinsichtlich der Menge dessen, was zur Ernährung eines Menschen täglich notwendig ist, nach VOLT und PETTENKOFER folgendes ergeben:

Ein kräftiger Arbeiter braucht bei der Arbeit pro Tag:

137 Gr. Eiweiss, 173 Gr. Fett und 352 Gr. Kohlenhydrate ^(Stärke oder Zucker.)

Bei einem jungen Arzt wurden speziell folgende Zahlen ermittelt:

127 Gr. Eiweiss, 89 Gr. Fett und 362 Gr. Kohlenhydrate.

Und als Mittelwert rechnet man:

118,0 Gr. Eiweiss, 88,4 Gr. Fett und 392,3 Gr. Kohlenhydrate.

Diese Menge Eiweiss entspricht 18,3 Gramm Stickstoff und ist z. B. enthalten je in:

272 Gramm Käse	1868 Gramm Reis
520 " Erbsen	2905 " Milch
538 " magerem Fleisch	4575 " Kartoffeln
796 " Weizenmehl	4796 " Speck
905 " Eiern ¹⁾	7625 " Weisskohl
1430 " Schwarzbrot.	17000 " Bier.

An Kohlenstoff verbraucht der Mensch täglich 328 Gramm, die geliefert werden können von:

1) Eine oft gehörte Frage ist die nach dem Verhältnis des Nährwertes zwischen Fleisch und Eiern, und da ergibt sich als Durchschnitt, dass 18 bis 20 Eier und 1 Kilo Fleisch einander gleich gesetzt werden können.

450 Gramm Speck	2231 Gramm Eiern
824 „ Weizenmehl	2620 „ magerem Fleisch
896 „ Reis	3124 „ Kartoffeln
919 „ Erbsen	4652 „ Milch
1160 „ Käse	9318 „ Weisskohl
1346 „ Schwarzbrot.	13160 „ Bier.

Wägen wir uns die Menge des täglichen Bedarfs an Kohlenstoff, also 328 Gramm, etwa in Form von Holzkohle, in einer Schale ab, so staunen wir geradezu über die Grösse des Quantums, welches eher zur Anwärmung eines kleinen Ofens als zur 24stündigen Heizung des Menschen, wenn der Ausdruck gestattet ist, bestimmt zu sein scheint. Es gehört die Verbrennung von viel mehr Kohlenstoff, als wir uns gewöhnlich vorstellen, dazu, um einen Körper von, sagen wir 70 Kilo, dauernd 37° warm und in Gang zu halten.

Sehen wir uns die obigen Zahlen näher an, so bestätigen sie die Erfahrungen des Lebens zumeist, während wir uns hinsichtlich einiger anderer enttäuscht finden. So gilt ein Gericht aus Erbsen und Speck für sehr nahrhaft und unsere Tabelle zeigt, dass wir wirklich von beider zusammen nur sehr wenig brauchen, um unseren Tagesbedarf zu decken.

Wollten wir dies aber einmal mit Bier zu erreichen suchen, so sehen wir aus ihr, dass dessen Nährwert verhältnismässig sehr gering ist, da erst 17 Liter unsern Eiweissbedarf decken würden, während 13 Liter allerdings schon hinsichtlich unseres Kohlenstoffbedarfs genügen. Kurzum Bier kann wohl kaum als Nahrungsmittel im eigentlichen Sinne betrachtet, sondern muss als nahrhaftes Genussmittel angesehen werden, indem bei einem regelmässigen täglichen Trinken von z. B. einem Liter desselben, etwa der siebzehnte Teil unseres Nahrungsbedürfnisses befriedigt wird.

Am vollkommensten mit von allen angeführten Nahrungsmitteln entspricht nun das Schwarzbrot (Roggenbrot) dem Nahrungsbedürfnis des Menschen, indem, wie wir sehen, rund ein und ein halb Kilo von ihm seinen gesamten Tagesbedarf decken können. Und das erklärt es

uns, weshalb die Arbeiterbevölkerung, wenn sie sich auch scheinbar viel schlechter als die wohlhabenden Klassen, die z. B. regelmässig Fleisch essen, ernährt, trotzdem voll bei Kräften bleibt. Es lässt auch leicht einsehen, dass ein Arbeiter, infolge der andauernd geübten Muskelthätigkeit eine viel grössere physische Kraft als jene, hinsichtlich der Abwechslung in ihrer Ernährung, weit besser gestellten besitzen kann.

Die angeführten Zahlen stellen also die untere Grenze des zum Leben notwendigen für einen arbeitenden Menschen dar. Bleibt jemand noch unterhalb dieser, so muss er allmählich zu Grunde gehen; so viel müssen also selbst diejenigen geniessen, von denen man sagt, dass sie besonders wenig ässen.

Im allgemeinen isst natürlich jeder Mensch viel mehr, zumal es ganz unmöglich ist, die theoretisch gefundenen Zahlen im Verhältnis zu einander immer einzuhalten, und thut darin, wie schon erwähnt, die Gewohnheit sehr viel. Aus dem Überschuss der Speisen entnimmt der Körper das zu seiner Existenz nötige, während das überflüssige unverwertet wieder ausgeschieden wird.

Wenn wir sagten, dass man von $1\frac{1}{2}$ Kilogramm Roggenbrot täglich existieren kann, so ist das natürlich nur Theorie und zwar insofern, als niemand auf die Dauer nur Roggenbrot geniessen kann. Geniesst man aber dasselbe mit Butter oder Wurst und ähnlichem, und ersetzt einen Teil in täglicher Abwechslung durch andere Nahrungsmittel, geniessst warmen Kaffee etc. als Genussmittel, so gilt das von der Ernährung der Arbeiterbevölkerung gesagte in vollem Masse.

Wenn der Vortragende jetzt seine Meinung abgeben soll, welches Verhältnis von Eiweissstoffen zu Kohlenhydraten und Fett ihm im wirklichen Leben bei der täglichen Ernährung das passendste zu sein scheint, so ist er der Anschauung, dass wir hierfür die Natur als beste Lehrmeisterin betrachten sollen.

Sie wird sicher das richtigste Verhältnis zwischen

diesen dreien, sowie es dem Körper am zuträglichsten ist zu treffen gewusst haben:

Da nun Milch imstande ist, Neugeborene ein Jahr lang und länger ganz allein zu ernähren, wird das Verhältnis, in welchem wir Eiweissstoffe zu Fett plus Kohlenhydraten zu uns nehmen sollen, in ihr am besten ausgedrückt sein. In der Kuhmilch ist es so, dass auf 3,55 Prozent Eiweissstoffe 8,57 Prozent stickstofffreie Nährstoffe kommen, ist das Verhältnis also kurzweg wie 3,5 zu 8,5.

Die stickstofffreien Nährstoffe in ihr bestehen zu 4,88 Prozent aus Kohlenhydraten und 3,69 Prozent aus Fett, so dass das beste Verhältnis dieser beiden zu einander wie 5 zu $3\frac{1}{2}$ sein wird.

Ziehen wir nun noch einmal die Voit-Pettenkoferschen Zahlen heran, so kommen z. B. auf einen Tagesbedarf von 451 Gramm Kohlenhydrate dort nur 127 Gramm Eiweiss, während, wenn das Verhältnis wie in der Milch wäre, auf die 451 Gramm Kohlenhydrate 187 Gramm Eiweiss kommen müssten.

Hieraus erklärt sich wohl die instinktive Vorliebe der Menschen für eine reichliche, d. h. über den direkten Bedarf hinausgehende eiweissreiche Kost, also für Fleisch etc., welcher die Wohlhabenden gern nachkommen, während die ärmeren Kreise auf deren Befriedigung verzichten müssen.

Wir wollen uns nunmehr mit den gegorenen Getränken beschäftigen.

Lässt man zuckerhaltige Flüssigkeiten, die nicht gar zu viel Zucker enthalten, an der Luft stehen, so gehen sie mit der Zeit unter Aufbrausen und allmählicher Abscheidung eines Bodensatzes, welcher den Namen Hefe führt, in eine Flüssigkeit von ganz veränderter Beschaffenheit über. Die hervorstechendste Änderung ist die, dass sie nunmehr berauschend wirken. Der Prozess selbst wird als Gärung und die erhaltene Flüssigkeit als gegorenes Getränk bezeichnet.

Sehr konzentrierte Zuckerlösungen unterliegen diesem Prozess nicht, ja solche haben geradezu konservierende Eigenschaften, von denen man beim Einmachen der Früchte Gebrauch macht.¹⁾

Alle Gärung wird, wie schon (siehe Seite 54) erwähnt, durch überall in der Luft vorhandene kleinste Lebewesen veranlasst. Dasjenige, welches speziell den Übergang von Zucker in Spiritus und Kohlensäure²⁾ veranlasst, hat den Namen *Saccharomyces cerevisiae* erhalten.

Am leichtesten von allen Flüssigkeiten vergärt die, welche man durch Auspressen von Weintrauben gewinnt, die bekanntlich den Namen Most führt. Sie enthält den direkt durch die Hefe vergärbaren Traubenzucker, und auch im übrigen alle Stoffe, welche die Hefe, die als Lebewesen in der Beziehung bestimmte Ansprüche, z. B. hinsichtlich anorganischer Salze (siehe Seite 76) stellt, zu ihrer Entwicklung braucht. Das entstehende Getränk ist der Wein.

Der Zuckergehalt wechselt bei den Weintrauben, wie wir schon nach dem Geschmack beurteilen können, ausserordentlich, und dem entsprechend schliesslich auch der Alkoholgehalt, dessen Zunahme in dem aus ihnen gewonnenen Wein dadurch eine obere Grenze hat, dass, sobald er in einer gärenden Flüssigkeit etwa 16 Volumprocente erreicht, die Hefe abstirbt.

Nun finden wir aber Weine, wie die folgende Tabelle zeigt, deren Alkoholgehalt weit höher als der angegebene ist. Sie sind alsdann künstlich mit Spiritus versetzt, teils um sie haltbarer zu machen, teils um dem usuellen Ge-

1) Zu bemerken ist, dass nicht alle Zucker direkt gärungsfähig sind, und zu den nicht direkt gärungsfähigen gehören der Rohrzucker und der Milchzucker. Diese gehen aber, wenn die Gärung durch neben ihnen vorhandene Substanzen eingeleitet ist, in der Flüssigkeit von selbst in vergärbaren Zucker über (siehe weiterhin).

2) Es handelt sich dabei nicht um eine rein chemische Reaktion, sondern um Vorgänge, die mit dem Lebensprozess der Hefe im Zusammenhang stehen, und so bilden sich neben diesen Hauptprodukten noch geringe Mengen anderer Körper.

schmack, den das Publikum mit dem Namen gewisser Sorten verbindet, immer wieder zu genügen.

	Alkohol.	Freie Säure.	Zucker.
	5,5 Volumproz.	0,80 Proz.	— Proz.
Schlesischer Wein	5,5	0,78	—
Markobrunner von 1882	7,17	0,63	—
Liebfrauenmilch 1875	11,55	0,592	—
Vöslauer Goldeck 1868	10,28	0,637	—
St. Julien 1865	9,28	0,494	—
Chablis 1862	9,30	0,900	36,40
Malvasier	7,50	0,730	7,68
Samos	14,96	0,600	25,34
Tokayer Ausbruch	10,76	0,620	8,20
Tokayer Ausbruch II	14,84	0,830	4,82
Portwein	19,82	0,480	3,46
Madeira	19,12	0,390	15,50
Malaga	15,12	0,480	2,04
Sherry	21,22		

Auch sehen wir aus der Tabelle, die wegen der vielen Weinsorten, mit denen wir in Berührung kommen, etwa umfangreicher zusammengestellt ist, dass jeder Wein ein wenig freie Säure enthält, sowie dass in Weinen, die aus zuckerreichen Trauben stammen, der Zucker aus dem angegebenen Grunde nicht gänzlich vergärt, während er aus zuckerärmeren vollständig verschwindet. Letztere sind daher die für Zuckerkrankte geeigneten.

Was die sogenannte Blume des Weines anbetrifft, jenes feine Aroma, welches sich bei seinem Lagern immer mehr ausbildet, so lassen sich die chemischen Stoffe, die sie verursachen, noch nicht alle definieren, ein Teil von ihnen sind aber Ester organischer Säuren, eine Art von Verbindungen, deren Zusammensetzung ohne tiefere chemische Kenntnisse nicht mehr klar zu machen ist.

Man stellt auch Obstweine dar. Auch sie erhält man dadurch, dass man die betreffende Obstsorte (Äpfel, Birnen) auspresst und den so erhaltenen Most vergären lässt. Bei dem geringen Zuckergehalt dieser Moste wird aber der Wein sehr alkoholarm, und um ihn an diesem wesentlichsten Bestandteil reicher zu machen, setzt man der ausgepressten Flüssigkeit deshalb häufig Zucker zu, der dann

mit vergärt. Dieser Zusatz ist bei Verwendung von Johannisbeeren und ähnlichen wenig süssen Früchten geradezu unerlässlich, wenn überhaupt ein Getränk von erwähnenswertem Alkoholgehalt erhalten werden soll.

Ausser Wein wird aus dem Most auch in manchen Gegenden Champagner dargestellt, der seinen Namen natürlich von der Champagne her führt, wo er sicher seit Mitte vorigen Jahrhunderts¹⁾ fabriziert wird. Er wird so erhalten, dass man Most, nachdem die erste stürmische Gärung vorüber ist, in Flaschen, die fest verkorkt werden, füllt. Das bei der Nachgärung sich bildende kohlen saure Gas erzeugt, da es nicht entweichen kann, in diesen allmählich starken Druck. Da sich während der Zeit in den Flaschen noch mancherlei Verunreinigungen absetzen, hat man sie von vornherein auf den Kopf gestellt.

Öffnet hernach ein Arbeiter die mit dem Hals nach unten gehaltenen Flaschen, so werden mit dem ersten Anteil der herausgeschleuderten Flüssigkeit diese Verunreinigungen entfernt. Alsdann werden sie umgekehrt und mit dem sogenannten Liqueur wieder aufgefüllt, worauf bei langsamer Weitergärung sich neuerdings Kohlensäure in ihnen ansammelt, welche später nach dem Lösen des festen Verschlusses die Pfropfen mit lautem Knall heraus schleudert.

Die Zusammensetzung des Liqueurs, der natürlich auf den schliesslichen Geschmack des fertigen Produkts von grösstem Einfluss ist, ist stets Geheimnis des betreffenden Fabrikanten.

Der starke Druck in den Flaschen zertrümmerte in älteren Zeiten etwa ein Viertel von ihnen im Laufe der Fabrikation, während heute, infolge der zuverlässigeren Leistungen der Glasindustrie, nur noch etwa ein Prozent zerspringt. Wie man sieht, kann überall, wo Wein ge-

1) Der Ausdruck Sekt, den wir bei Shakespeare namentlich von Falstaff so oft angewendet finden, bedeutet dort Sherry-Wein. Erst Anfang des Jahrhunderts kam durch den Schauspieler Devrient Sekt als Bezeichnung für Champagner in die Mode.

wonnen wird, schliesslich auch Champagner fabriziert werden, aber das auf diesem Wege hergestellte Produkt wird wegen der Umständlichkeit der Fabrikation niemals sehr wohlfeil sein können, wie wir das an guten deutschen Marken sehen.

Wenn es trotzdem jetzt so ausserordentlich billige Schaumweine giebt, so ist das ein Getränk, das mit dem eigentlichen Champagner nur den Namen gemein hat, das aber auf andere Weise hergestellt ist. Zu seiner Fabrikation wird ein leichter Weisswein mit etwas Zucker, falls es nötig ist, gesüsst, und dann in ihn, ganz wie bei der Selterwasserfabrikation, Kohlensäure hineingepumpt, worauf der Champagner fertig ist.

Wenn man nun heute schon eine Flasche Selterwasser für wenige Pfennige erhält, so sieht man daraus, wie wenig das Hineinpressen von Kohlensäure, und damit das Überführen von Wein in Champagner nach dieser Methode kostet, wie billig er daher verkauft werden kann.

Während die Bewohner der Gegenden, in denen der Weinstock gedeiht, schon in den ältesten Zeiten den Wein gekannt haben, da seine Herstellung sich ihnen sozusagen von selbst aufdrängte, fanden die nördlicher wohnenden Völker andere Methoden, die ihnen alkoholhaltige Getränke lieferten, an denen die Menschen, wenn sie sie einmal kennen gelernt haben, dauernd zu hängen scheinen.

So kannte man in den Ländern nordwärts der Alpen, in welche der Weinstock erst mit den Eroberungen der Römer kam, den Meth seit Urzeiten. Auch seine Herstellung ist nicht schwierig. Der Bienenhonig, welcher ja sehr süss also reich an Zucker ist, ist sein Ausgangsmaterial.

Bienenhonig selbst gärt wegen zu hoher Konzentration nicht. Verdünnt man ihn aber mit Wasser, so veranlasst die aus der Luft hineinfallende Hefe die Gärung, und man erhält als berauschendes Getränk den Meth. Heute ist er so gut wie ganz vergessen; er schmeckt auch, wie man sich leicht überzeugen kann, nur wenig erfreulich.

Ebenso alt mag das Trinken von Kumys, das ist gegorene Stutenmilch, sein, das in Innerasien üblich und nie über jene Gegenden hinausgekommen ist. Da bei uns die Milch beim Stehen nicht durch die Hefe in ein berauschendes Getränk verwandelt, sondern durch den Milchsäurebacillus, indem dieser den Milchzucker in Milchsäure überführt, sauer wird (siehe Seite 54), müssen wir in Kürze die Entstehung dieses Getränkes besprechen.

Verdünnt man Milch mit etwa der zehnfachen Menge Wasser, und setzt bereits fertigen Kumys zu, so verwandelt der in diesem vorhandene Milchsäurebacillus einen Teil des Milchzuckers rasch in Milchsäure, und diese Säure wirkt jetzt auf den Rest des Milchzuckers so ein, dass er in einen durch Hefe vergärungsfähigen Zucker übergeht (siehe die Anmerkung Seite 91), worauf dann die wahre Gärung unter Bildung von Alkohol und Kohlensäure eintritt.

Nach dem gleichen Verfahren kann man Kuhmilch in ein berauschendes Getränk verwandeln, wie das auch mancher Orts sogar im grossen versucht worden ist, aber der Geschmack des Getränks scheint Europäern nicht zuzusagen, weshalb diese Fabrikation wieder aufgegeben werden musste.

Wo in Europa kein Wein mehr wächst, hat man im Laufe der Zeit statt Meth etc. Bier herzustellen gelernt, welches durch seinen Wohlgeschmack die letztbesprochenen Alkoholika so weit übertrifft, dass es sie jetzt überall verdrängt.

Wenn Samen der feuchten Erde übergeben werden, treiben sie sehr bald ein Würzelchen, und zugleich Blätter. Das Würzelchen ist aber nicht von vornherein imstande diese zu ernähren, und jetzt kommen die in den Samen aufbewahrten Vorräte an Stärkemehl (siehe Seite 62) und Eiweiss zur Geltung. Die Natur lässt nämlich zugleich mit der Keimung sich einen Stoff bilden, welcher das Stärkemehl in Zucker und Dextrin verwandelt, und lässt auch die Eiweisskörper löslich werden. Damit können denn diese löslich gewordenen Reservestoffe zur Ernährung

des Pflänzchens dienen, bis die Wurzel genügend erstarkt ist, um sie zu übernehmen.

Von allen Samenkörnern eignet sich nun erfahrungsgemäss die Gerste am besten zur Bierbereitung, zu deren Verständnis wir das eben gesagte vorausschicken mussten. Man kann aber auch Bier aus Weizen herstellen, solche ist das Berliner Weissbier etc.

Da aus dem angegebenen Grunde Gerstenbier das weitest verbreitetste ist, wollen wir im folgenden uns speziell mit ihm beschäftigen, indem die Gewinnung der anderen Biere damit zugleich so wie so klargelegt ist.

Zwecks der Bierbereitung feuchtet man die Gerste stark an, und bringt sie in einen nicht zu kalten Keller. Dort keimt sie nun ausserhalb der Erde. Sie treibt ihre Würzelchen, und es bildet sich in ihr jener Stoff, der die Stärke in Zucker zu verwandeln vermag, welchen man Diastase genannt hat. Auch stickstoffhaltige Stoffe also Eiweissstoffe werden gleichzeitig wasserlöslich.

Hat das Würzelchen die erfahrungsgemäss richtige Länge erreicht, so trocknet man die Gerste, und das so erhaltene Produkt heisst jetzt Malz. Besorgt man das Trocknen an einem luftigen Ort, so bekommt man Luftmalz. Die Mälzereien trocknen es aber jetzt zumeist auf Darren, das ist in stark erwärmten Räumen. Je höher die Temperatur, die hier angewendet wird, steigt, um so dunkler fällt schliesslich das Bier aus, indem sich immer mehr braune Substanzen im Malz bilden. Für sehr dunkle Biere röstet man sogar einen Teil von ihm nach Art des Kaffeebrennens in Trommeln (siehe Seite 68).

Das fertige Produkt wird, nachdem es geschrotet, d. h. etwas zerquetscht ist, in Bottichen mit etwa 50° bis 70° warmem Wasser übergossen, weil bei dieser Temperatur der Übergang der Stärke in Zucker und Dextrin unter dem Einfluss der Diastase, welche sich also während des Keimprozesses in der Gerste gebildet hat, am schnellsten vor sich geht. Durch diesen als Maischprozess bezeichneten Vorgang erhält man die Würze als eine stark zuckerhaltige

Flüssigkeit. Wollte man diese ohne weiteres vergären lassen, so bekäme man ein ganz ungeniessbares Bier. Man weiss vielmehr seit Urzeiten, dass es nötig ist, in der Flüssigkeit etwas Bitteres zu kochen, um schliesslich ein angenehm schmeckendes Getränk zu erhalten. Dazu dient heutzutage überall der Hopfen, der seit dem neunten Jahrhundert schon am Rhein zu dem Zweck angebaut wird. Bevor aber die Kenntnis desselben nach Ostpreussen z. B. gelangte, bediente man sich hier an seiner Statt der Eichenrinde. Der mittelst dieser hervorgebrachte bittere Geschmack würde uns heute gewiss wenig zusagen.

Die Würze wird durch das Kochen mit dem Hopfen infolge der Wasserverdampfung noch ein wenig konzentrierter, und muss nach Beendigung desselben so schnell wie möglich abgekühlt werden, was auf flachen Kühlschiffen unter Zuhilfenahme maschineller Vorrichtungen geschieht. Denn es liegt die Gefahr vor, dass die Vergärung des Zuckers in falscher Richtung verläuft, und namentlich bei einer Temperatur zwischen 30° und 25° droht die von uns jetzt schon oft besprochene Milchsäuregärung einzutreten, womit natürlich das Bier verloren wäre. Schliesslich kommt die genügend abgekühlte Flüssigkeit in Kellern in grossen Bottichen zum richtigen Gären, indem man von einer früheren Bierbereitung herkommende Hefe ihr zusetzt.

Wollte man nämlich darauf warten, bis aus der Luft genügend Hefe hineinfällt, so würde der Prozess ein sehr langsamer und unzuverlässiger werden, während die zugesetzte Hefe sehr bald sich in der Flüssigkeit, die alle zu ihrem Gedeihen nötigen Stoffe enthält, kräftig vermehrt. Lässt man die Gärung bei einer Temperatur von 12° bis 15° vor sich gehen, so tritt eine so stürmische Kohlensäureentwicklung ein, dass die aufsteigenden Gasblasen die Hefezellen mit nach oben reissen. Man erhält obergäriges Bier, das nicht mehr sehr beliebt und auch wenig haltbar ist.

In der sogenannten Bayrischbierbrauerei lässt man die Gärung dagegen bei etwa 6° bis 8° verlaufen. Sie vollzieht sich hier viel langsamer, und die Hefe bleibt, da

die Kohlensäuregasblasen nur sehr allmählich sich entwickeln und aufsteigen, als Schlamm am Boden der Bottiche liegen. Das erhaltene Bier ist untergärig, sehr viel haltbarer, und, wenn gut hergestellt, von so zusagendem Geschmack, dass bei dem Eroberungszuge durch die Welt, auf welchem es sich befindet, sich immer mehr Völker an seinen Genuss gewöhnen.

Damit es trinkbar sei, muss es aber noch im Gegensatz zu Wein und Spirituosen Kohlensäure enthalten, welche es ohne diese schal schmeckt, ungeniessbar ist. Um mit der nötigen Menge von ihr zu versehen, bringt man es nach der Hauptgärung auf Fässer, in denen eine fortwährende, wenn auch sehr schwache Nachgärung stattfindet, und kurze Zeit, bevor es getrunken werden soll, spundet man diese zu. Die weitergehende Gärung sättigt jetzt das Bier, da die Kohlensäure nun nicht mehr entweichen kann, allmählich mit der genügenden Menge von ihr. Dem Gewichte nach ist diese übrigens recht gering, sie beträgt etwa zwei Zehntel Prozent, wie wir aus folgenden Analysen entnehmen, die die Durchschnittszusammensetzung unseres Bieres, welche aus einer sehr grossen Anzahl von Analysen berechnet ist, angibt. Wir beschränken uns natürlich auf die Wiedergabe der wichtigsten Bestandteile.

	Wasser	Kohlensäure	Alkohol Gewichtsproz.	Zucker	Asche
Schenk- oder Winterbier	91,81 Proz.	0,228 Proz.	3,206 Proz.	0,442 Proz.	0,200 Proz.
Lager- oder Sommerbier	90,71 "	0,218 "	3,679 "	0,872 "	0,223 "
Porter	87,10 "	0,155 "	5,350 "	1,340 "	0,419 "
Weissbier	91,64 "	0,279 "	2,510 "	— "	0,163 "

Wie man sieht, wird der Genuss von einem halben Liter Bier pro Tag einem Zuckerkranken gestattet werden ihm können.

Wir kommen nun zum Spiritus selbst und den aus ihm bereiteten Getränken.

Die berauschende Wirkung des Weines war seit Urzeiten bekannt, aber das berauschende Prinzip aus ihm abzuschneiden, gelang erst den Arabern im achten Jahrhundert,

nachdem sie die Destillation¹⁾ (siehe Seite 25) erfunden hatten. Giebt man also in den dort abgebildeten Siedekolben Wein und erhitzt ihn in diesem, so erhält man in der Vorlage ein angenehm erfrischend riechendes wasserhelles Destillat.

Sie bewunderten zuerst am meisten die Brennbarkeit dieses scheinbaren Wassers, und gaben ihm den Namen Alkohol. Dieses Destillat schien nach Auffassung der Europäer den Geist des Weines zu enthalten und ist deshalb später spiritus vini oder kurzweg Spiritus genannt worden. Der ausgekochte Rückstand, mit dem nichts anzufangen ist, erhielt den Namen Phlegma, woher das

1) So einfach uns heute die Ausführung einer Destillation erscheint, so ist das Altertum trotz seines grossen Interesses an der Natur nie auf diese Trennungsmethode des Flüchtigen vom Nicht- oder weniger Flüchtigen gekommen. Die Alten neigten mehr zur Naturphilosophie, die nur durch spekulatives Denken alle Fragen zu beantworten hofft, während die eigentlichen Naturwissenschaften die Antworten der Natur durch das Experiment abzuwägen suchen.

Dabei wusste man z. B. schon im Altertum, dass manche Substanzen ganz brauchbare neue Verbindungen auf dem Wege der Destillation, wie wir heute sagen, liefern. So erzählt PLINIUS, dass man, wenn man Terpentin, jenes Harz, welches aus vielen Bäumen durch Einschnitte gewonnen werden kann, mit Wasser kocht, und über den Kessel wollene Decken hänge, nachher beim Ausdrücken dieser Decken ein Öl erhalte, welches vom Terpentinarz verschieden sei. Es muss für dieses Öl damals schon Verwendungen gegeben haben, da es, wie er mitteilt, ziemlich viel hergestellt wurde. Auf die Idee irgend einer Art der Destillation des Terpentinarzes, um so zu einem solchen Öl, unserem heutigen Terpentinöl, zu kommen, ist man also nicht verfallen, sondern bediente sich dauernd dieser unglaublich unvollkommenen Einrichtung.

Vielleicht ist es nicht uninteressant darauf hinzuweisen, dass noch heute also ca. 2000 Jahre später die Eingeborenen der Insel Formosa in ähnlicher Weise, wie es hier PLINIUS berichtet, den Kampher gewinnen. Sie kochen nämlich das Holz des Kampherbaumes mit Wasser in einem Kessel, auf den sie einen hohen Deckel, der von innen mit Reisig gefüllt ist, setzen. Mit dem Wasserdampf verflüchtigt sich der Kampher und bleibt, infolge der Abkühlung im Deckel, in Form von Kügelchen im Reisig in einer Ausbeute von etwa 3 Prozent des Holzes hängen. Seine vollständige Reinigung, bei der er das uns geläufige Aussehen annimmt, erfolgt erst in Europa.

Schillersche Wort stammt: zum Teufel ist der Spiritus, das Phlegma ist geblieben.

Wir wollen hier gleich von vornherein bemerken, dass so wie im Wein auch in allen anderen von uns genossenen geistigen Getränken der Alkohol das wirksame also anregende und im Übermass genossenen berauschendwirkende Prinzip ist, und wollen den Spezialnachweis hierfür am Bier führen. Wir führen ihn in der Form, dass wir zeigen, dass im Bier ein sich beim Kochen verflüchtigender brennbarer Körper vorhanden ist.

Zu dem Zwecke giessen wir den Inhalt einer Flasche Bier in einen Kochkolben, auf welchem wir mittelst eines Korkstopfens ein etwa ein und einen halben Meter langes Glasrohr aufsetzen (siehe Figur 14). Bringen wir jetzt das Bier in kräftiges Sieden, und halten gleichzeitig neben die obere Öffnung der Glasröhre ein brennendes Streichholz, so entzündet dieses die aufsteigenden und mit hoher Flamme weiterbrennenden Alkoholdämpfe. Diese Flamme erlischt natürlich sehr bald, da ja in dem verwendeten halben Liter Bier nur wenig Alkohol enthalten ist; immerhin haben wir ihn auf diesem Wege sozusagen direkt aus dem Bier herausbrennen lassen.

Hätten wir ihn nicht verbrannt, weil dies die für unsere Vorlesung bequemste Form ihn im Biere nachzuweisen ist, sondern



Figur 14.

hätten ihn abdestilliert, so würden wir ihn natürlich als Flüssigkeit erhalten haben. Von dieser ist es dann für die Chemiker nicht schwer zu zeigen, dass sie mit dem aus Wein auf dem gleichen Wege erhaltenen Alkohol identisch ist.

Während aus Wein noch heutzutage viel Spiritus aus metallenen Gefässen, deren Prinzip unserem Glasapparat Seite 25 entspricht, abdestilliert wird, der jetzt namentlich zur Cognacfabrikation dient, und der früher den ganzen Bedarf der Welt an Spiritus decken musste, hat das Bier nie zu diesem Zwecke gedient. Man hat nämlich schon früh eine Methode herausgefunden, um aus Getreide Spiritus, den sogenannten Kornbranntwein, herzustellen, welche weit weniger umständlich als die Bierbrauerei ist.

Das Verfahren scheint um 1500 herum in Süddeutschland erfunden zu sein. Seine Ausführung in ihren Hauptzügen ist folgende:

Als Rohmaterial dient zumeist Roggen, den man aber nicht allein verarbeitet, sondern fast stets zusammen mit Gerste. Der Beginn der Fabrikation ist ganz dem der Bierbrauerei entsprechend, indem man nasse Gerste in Kellern keimen lässt. Das so erhaltene Grünmalz wird in der Spiritusindustrie meist sogleich weiter verarbeitet, selten wie in jener erst getrocknet resp. gedarrt.

Die die Überführung der Stärke in Zucker und Dextrin bewirkende Diastase, welche sich beim Übergang der Gerste in Malz bildet (siehe Seite 96), kann nun weit mehr Stärke verzuckern, als im Malz selbst vorhanden ist. Übergießt man daher den geschroteten und zur besseren Freilegung der Stärkekörner heutzutage gekochten Roggen mit Wasser von etwa 60°, und giebt solches Malz zu, so wird auch der ganze Stärkegehalt des Roggens mit in Zucker verwandelt.

Die auf diesem Wege erhaltene zuckerhaltige Flüssigkeit wird nun der Gärung unterworfen, und die hierzu nötige Hefe bereitet sich der Spiritusfabrikant immer selbst.

Diese Hefegewinnung ist vielerwärts mit der Erzeugung der sogenannten Presshefe verbunden, die heutzutage, wo

sie so bequem zu haben ist, überall als Mittel zur Einleitung von Gärungen verwendet wird. Die Bäcker lassen mit ihr den Teig des Weizenbrotes aufgehen (siehe Seite 83) in der Küche wird sie benutzt u. s. f. Sie hat die ehemalige Bierhefe, die von obergärigen Bieren abgenommen durch ihren hohen Wassergehalt mehr einer grauen Flüssigkeit als der heutigen Presshefe ähnlich sah, und manchmal vom Hopfen her einen bitteren Geschmack hatte, völlig verdrängt.

Gewonnen wird sie auf nachstehende Weise. Die kräftige Gärung zur reichlichen Hefegewinnung für die Spiritusfabrikation lässt man obergärig verlaufen, indem man eine Würze, die man aus einem Teil Gerstenmalz und für zwei Teilen geschroteten Roggen bereitet hat, durch Hefezugabe bei einer Temperatur von nicht viel unter 30° , also bei einer für Gärungszwecke sehr hohen Temperatur, gären lässt. Die infolgedessen recht stürmische Gärung liefert sehr viel neue Hefe, von der ein Teil für die Spiritusfabrikation verbraucht wird, ein Teil auf Presshefe verarbeitet wird. Zu deren Herstellung schöpft ein Arbeiter die oben schwimmenden Hefemassen auf ein Haarsieb, das in einem mit Wasser gefüllten Bottich schwimmt. Die Hefezellen fallen durch dieses hindurch und lagern sich allmählich auf dem Boden ab, während alle gröberen Teile auf ihm liegen bleiben. Ist das eingetreten, so lässt man das Wasser ablaufen, giebt frisches hinauf, rührt durch lässt wiederum die Hefe sich absetzen und reinigt sie auf diese Art, indem man die Prozedur einige Male wiederholt. Nachdem das letzte Wasser abgelaufen ist, bleibt sie schliesslich in Form eines Schlammes zurück, der an angefeuchteten Bildhauerthon erinnert, und wie man aus diesem durch Pressen das Wasser nicht wieder herausbringen kann, so wollte das Entwässern auch bei dem Hefeschlamm ursprünglich nicht gelingen.

Mit Hilfe eines Kunstgriffes erreichte man es aber doch, sie so weit trocken zu bringen, dass sie jene teigige Beschaffenheit annahm, in der wir sie zu sehen gewohnt sind. Man setzte ihr nämlich etwa 20 Prozent stark getrockneter Stärke zu, welche dann so viel Wasser aufsaugt,

dass dadurch ein abpressbarer Brei entsteht. Stärke und Hefe wirken ja absolut nicht aufeinander, Hefe wirkt nur auf Zucker oder auf verzuckerte Stärke.

Seit einigen Jahren leitet man durch die in Gärung befindliche Maische Luft, da man gefunden hat, dass die bewirkte Durchlüftung das Wachstum der Hefe sehr begünstigt, und damit die Ausbeute an ihr verbessert. Auch sind Pressen konstruiert worden, mit Hilfe deren sie ohne Zuhilfenahme von Stärkemehl jetzt genügend entwässert werden kann. Daher kommt nunmehr auch stärkefreie Presshefe in den Handel.

Die auf dem vorhin angegebenen Wege aus dem Roggen, oder genauer ausgedrückt aus dem Stärkemehlgehalt des Roggens, mit Hilfe von Malz gewonnene zuckerhaltige Flüssigkeit lässt man alsdann zwecks der Spiritusgewinnung durch Zusatz kräftiger Hefe recht rasch vergären. Auf die spezielle Art und Weise des Verfahrens hat auch hier, wie in der Zuckerindustrie, die Besteuerung des Branntweines den grössten Einfluss. Auch hier gestattet die den Steuerverhältnissen, welche in den verschiedenen Ländern sehr variieren, möglichst angepasste Art der Fabrikation den gewinnreicheren Betrieb (siehe Seite 72). Schliesslich wird das vergorene Material destilliert, und das Destillat, der Kornbranntwein, hat, ähnlich wie der Weinspirit, einen angenehmen Geruch und Geschmack, so dass es ohne weiteres zur Fabrikation von Spirituosen aller Art dienen kann. Der Rückstand in der Destillierblase heisst Schlempe, auf die wir nachher zurückkommen müssen.

Seit den zwanziger Jahren des Jahrhunderts hat man gelernt auch aus Kartoffeln Spiritus zu bereiten.

Wenn auch Kartoffeln so gar nichts an sich haben, das an Geistiges erinnert, so wissen wir doch, dass sie sehr stärkemehlhaltig sind, und können daraufhin leicht verstehen, dass sie durch Verzuckerung ihres Stärkegehalts Ausgangsmaterial der Spiritusfabrikation werden können.

Ja eine Betrachtung der Erntedurchschnittszahlen zeigt, dass man mit Hilfe von Kartoffeln viel mehr Spiritus aus einem Stück Feld gewinnen kann, als wenn man es mit Roggen bebaut. Roggen liefert durchschnittlich pro Hektar eine Ernte von etwa 1600 Kilogramm, die, da sie etwa 65 Prozent Stärke enthalten, 1040 Kilo Stärke entsprechen. Von einem Hektar erntet man aber durchschnittlich 16000 Kilogramm Kartoffeln, und wenn deren Stärkegehalt auch durchschnittlich nur etwa 18 Prozent beträgt, so entspricht das doch 2880 Kilogramm Stärkemehl.

So ist denn die Spiritusfabrikation aus Kartoffeln namentlich in den ostelbischen Teilen Deutschlands, wo es so viel für den Kartoffelbau geeigneten Boden giebt, nachdem man sie einmal kennen gelernt hatte, zu sehr hoher Blüte gelangt. Sie hat viele Jahre den Reichtum dieser Provinzen in hohem Grade mehren helfen, leidet aber heute, wie zahlreiche andere Fabrikationen, an Überproduktion und dadurch herbeigeführtem ausserordentlichem Preisdruck des fertigen Produkts.

Wir wissen, dass die Stärkekörner der Kartoffeln in Hüllen eingeschlossen sind (siehe Seite 85), und um ihre Freilegung zu erreichen, hat man sie von immerher für die Gewinnung von Spiritus gekocht. Jedoch hat die Praxis der Jahre gezeigt, dass es nicht gelingt, auf diesem einfachen Wege alle Stärkekörnchen so freizulegen, dass sie der Verzuckerung durch die Diastase des Malzes zugänglich werden. Dieser, wie wir jetzt wissen, für die schliessliche Ausbeute an Spiritus wichtigsten Anforderung hat man dann in der Weise genügt, dass man die Kartoffeln nicht mehr in offenen, sondern in geschlossenen Gefässen kocht.

Erhitzt man Wasser in einem geschlossenen Kessel, also in einem Dampfkessel wie wir sagen, so wird es in ihm schwerer als in einem offenen Gefäss kochen. So wie wir sahen, dass es, wenn man die Luft aus einem Gefäss entfernt (siehe Seite 71), weit unter 100° Celsius seinem Siedepunkt bei dem gewöhnlichen Luftdruck kocht, so wird hier der Siedepunkt durch den Wasserdampf selbst, der nicht aus dem Gefäss heraus kann, und deshalb auf das

Wasser drückt, erhöht werden. So kocht Wasser, wenn der Überdruck das vierfache des gewöhnlichen Luftdrucks, oder wie man sagt vier Atmosphären beträgt, erst bei etwa 150° Celsius, und bis auf diese Temperatur und damit bis auf diesen Druck pflegt man die Kartoffeln in dem sogenannten Dämpfer zu erhitzen. Selbstverständlich hat dann auch dasjenige Wasser, welches durch den Kochprozess in sie eingedrungen ist, ebenfalls die Temperatur von 150°. Ist das erreicht, so wird plötzlich ein Ventil am Boden des Gefässes geöffnet, und sein Inhalt also die mit Wasser auf 150° erhitzten Kartoffeln werden infolgedessen in einen passend gestellten Bottich geschleudert werden. Jetzt ist der Überdruck von ihnen genommen, und das um 50° zu heisse Wasser, und zwar auch das innerhalb der einzelnen Zellen der Kartoffeln befindliche, geht ausserordentlich heftig in Dampf über, indem es seine ganze Überhitze zur fast explosionsartig heftiger Dampfbildung verwenden muss. Damit tritt dann Zerreissung aller Zellen ein, und die Stärkekörnchen sind jetzt so freigelegt, dass sie nunmehr alle von der Diastase verzuckert werden können.

Auch hier wird wieder so verfahren, dass durch Zugabe von Gerstenmalz zum mit Wasser angerührten Kartoffelbrei, wie in der Kornbrennerei, die Verzuckerung der Stärke bewirkt wird. Die zuckerhaltige Lösung wird sodann in der uns schon bekannten Weise durch Hefe vergoren.

Die schliessliche Destillation der vergorenen Flüssigkeit liefert den Spiritus, und als Rückstand ebenfalls Schlempe.

Die Schlempe sowohl der Kornbranntweinbrennerei als auch der Kartoffelspiritusfabrikation ist ein ausgezeichnetes Viehfutter, denn die einfache Überlegung lehrt ja, dass von dem Rohmaterial, also dem Getreide oder den Kartoffeln, nur die Stärke in Form von Spiritus verbraucht ist, während dessen stickstoffhaltigen Bestandteile, die Eiweissstoffe, in der Schlempe als solche vorhanden sein müssen. Sie namentlich sind aber, wie

wir ja wissen, ein ausgezeichnetes Nahrungsmittel, und so ermöglicht die Spiritusbrennerei der Landwirtschaft die Haltung eines grösseren Viehstapels als ohne sie auf dem betreffenden Gütern möglich sein würde, und wirkt auch in dieser Richtung fördernd.

Der Spiritus, wie ihn die Kartoffelbrennerei liefert ist aber sehr verschieden von dem aus Wein oder aus Korn destillierten. Der aus letzteren beiden gewonnenen kann ohne weiteres zur Fabrikation von Schnaps nebst all dessen Unterarten verwendet werden, da er einen reinen Geruch und Geschmack hat. Ganz anders der rohe Kartoffelspirit, dieser muss erst in den Spiritusraffinerien gereinigt werden, um überhaupt als Trinkbranntwein dienen zu können.

Bei der Gärung der Kartoffelmaische bildet sich nämlich nicht nur der gewöhnliche Spiritus nebst Kohlensäure aus dem Zucker, sondern neben ihm entstehen eine Reihe anderer Körper¹⁾, die die Chemiker auch zu den Alkoholen zählen, die aber in ihrer Wirkung auf den menschlichen Körper sehr vom gewöhnlichen Alkohol abweichen. In der chemischen Nomenklatur gehören sie meist zu den Amylalkoholen, das Publikum bezeichnet sie alle mit dem Gesamtbegriff Fuselöl, und sie wirken auf den Körper geradezu als Gifte; schon ihr Geruch hat etwas Erstickendes sehr bald zum Husten Reizendes.

Daher muss ihre Ausscheidung aus dem Rohspiritus bewirkt werden, was etwa in folgender Art geschieht.

Der rohe Kartoffelspiritus pflegt 80 Prozent Alkohol und 20 Prozent Wasser zu enthalten, und in ihm ist das Fuselöl aufgelöst. Verdünnt man ihn aber durch Wasserzusatz auf 50 Prozent Alkoholgehalt, so trübt er sich, indem das Fuselöl in so schwachem Spiritus nicht mehr recht löslich ist, und sich daher in feinen Tröpfchen abscheidet. Den fünfzigprozentigen Spiritus filtriert man sodann über Holzkohle, an der die feinen Tröpfchen

1) Wir haben in der Anmerkung auf Seite 91 schon darüber gesprochen und siehe deshalb dort.

hängen bleiben. Zugleich wirkt diese, wie wir wissen (siehe Seite 40), wie alle Kohle, zurückhaltend auf die Farbstoffe, schlechten Gerüche etc.

Der filtrierte fünfzigprozentige Spiritus wird nun in besonderen Apparaten auf einen Gehalt von 96 Prozent Alkohol gebracht, und zwar nach folgendem Prinzip.

Wir erinnern uns, dass wir den Alkohol des Bieres direkt anzuzünden vermochten, nachdem wir auf dem Kolben mit dem siedenden Bier ein langes Glasrohr befestigt hatten (siehe Seite 101). Das lange Rohr, das wir, ohne den Grund seiner Länge anzugeben, — wodurch wir nur die Klarheit des Versuchs damals beeinträchtigt hätten —, verwendet haben, war durchaus nötig, denn in ihm vollzog sich erst die Scheidung des Alkoholdampfes vom Wasserdampf.

Hätten wir den Alkohol direkt am Halse des Kolbens anzuzünden versucht, es wäre uns nie gelungen, denn hier war dem Alkoholdampf noch so viel Wasserdampf beigemischt, dass er nicht hätte brennen können. In dem langen Rohre jedoch fielen die verhältnismässig schweren Wasserdämpfe mehr zurück als die leichteren Alkoholdämpfe, wodurch eine Scheidung der beiden bewirkt wurde. Infolgedessen entströmten die letzteren in ziemlicher Reinheit der Öffnung des Glasrohrs und konnten hier angezündet werden.

Nach dem gleichen Prinzip macht man nun allen Spiritus möglichst hochprozentig, um ihn billig verfrachten zu können, indem man auf der Destillierblase einen hohen als Kolonne bezeichneten Aufsatz anbringt. In dieser Kolonne fallen also die Wasserdämpfe meist wieder zurück, so dass fast nur die Alkoholdämpfe in die Vorlage gelangen. Über 96prozentigen Spiritus kommt man aber auf diesem Wege nicht hinaus, die letzten vier Prozent Wasser hält er chemisch gebunden.

Die Darstellung von 100prozentigem, also ganz wasserfreiem Alkohol, ist überhaupt erst seit etwa 100 Jahren gelungen. Sie wird dadurch erreicht, dass man in 96prozentigen Spiritus gebrannten Kalk giebt. Der gebrannte Kalk löscht sich dann auf Kosten des Wassergehalts des Spiritus, und hält dieses jetzt chemisch

gebunden. Destilliert man nun wiederum den auf diesem Wege seines Wassers beraubten Spiritus, so erhält man den absoluten Alkohol, wie man den 100prozentigen benennt.

Wir wollen hier gleich auch den denaturierten Spiritus erwähnen. Spiritus und die spirituösen Getränke sind, da sie unter den Begriff der Genussmittel fallen, von je her ein beliebtes Steuerobjekt der Staaten gewesen, was wir schon kurz erwähnt haben.

Andererseits ermöglicht aber die Spiritusfabrikation dem Landmann einen Verdienst am Spiritus als solchen, und infolge der Schlempe, wie wir wissen, eine reichliche Viehhaltung. Der Staat hat also gar kein Interesse, die in dieser Beziehung für das Land so günstige Spiritusfabrikation einzuschränken, wenn er nur für den Trinkbranntwein seine Steuer bekommt, die er zugleich so hoch ansetzen kann, dass dadurch der Trunksucht ein Hemmschuh angelegt wird. Weshalb soll er z. B. Brennspritus besteuern? besteuert er doch auch Brennholz und Kohle nicht.

Nur muss ein Mittel gefunden werden, das ihn davor sichert, dass Brennspritus und solcher, der in anderen Betrieben gewerbliche Verwendung findet, heimlich zum Trinken benutzt wird. Der Spiritus muss seiner Natur als Trinkbranntwein beraubt, er muss denaturiert werden.

Und dies wird durch Zusätze erreicht, die ohne Beeinträchtigung der Brennbarkeit etc., durch Geruch und Geschmack ihn untrinkbar machen, und die ohne genauere Kenntnisse der Verhältnisse und Apparate, also von Nichtchemikern, nicht aus ihm wieder entfernt werden können.

Gesetzlich vorgeschrieben für die Denaturierung des Trinkbranntweins sind bei uns die sogenannten Pyridinbasen.

Bei der Gasbereitung entsteht, wie wir wissen, nebenbei Ammoniak, welches doch eine Verbindung von Stickstoff und Wasserstoff ist, und Teer. In diesem Teer finden sich nun stickstoffhaltige Körper, die chemisch als Abkömmlinge des Ammoniaks definiert werden können,

und wie dieses ausgesprochene und zum Teil sehr unangenehme Gerüche haben. Bei der Teerdestillation, auf die wir später eingehen werden, kann man auch sie gewinnen, und ein Teil von ihnen sind jene zum Denaturieren verwendeten Pyridinbasen, die also, wie ihr Name besagt, einer Körperklasse angehören, die sich mit Säuren zu Salzen zu vereinigen vermag (siehe Seite 47).

Die Verarbeitung des reinen Spiritus zu Liqueuren (Schnaps) ist nicht gerade schwierig.

Die Verkaufsstellen des Produkts nennen sich noch heute meist Destillationen. Diese Bezeichnung stammt aus jener Zeit, wo die Gewinnung des Kornbranntweins noch von den Inhabern der Verkaufsstellen persönlich als Kleingewerbe betrieben wurde, während sie jetzt ja nur Kaufläden sind. Heute werden die Liqueure sehr bequem auf kaltem Wege dargestellt, indem man den Spiritus, den die Grossindustrie liefert, dem verlangten Geschmack entsprechend verdünnt, und den nötigen Zucker nebst irgend einer Fruchtessenz zugiebt, die von chemischen Fabriken aus diesen Früchten extrahiert und in den Handel gebracht werden. Man kann solche Fruchtäther jetzt aber auch künstlich, also ohne Benutzung von Früchten, auf rein chemischem Wege herstellen, und diese verdrängen immer mehr die dem Pflanzenreich entstammenden Produkte.

Manche Liqueure werden auch so dargestellt, dass man den Spiritus längere Zeit mit den Pflanzenblüten, deren Geschmack er zeigen soll, stehen lässt und hernach abzapft, worauf er ihren Geruch und Geschmack angenommen hat etc.

Anders verhält es sich mit dem Cognac, Arrak und Rum. Diese drei werden durch direkte Destillation aus vergorenen Flüssigkeiten gewonnen. Sie verdanken ihren Geschmack nur den mit ihnen bei der Destillation zugleich sich verflüchtigenden Stoffen.¹⁾ Der Cognac wird

1) Sie stellen also sozusagen einen Rohspiritus von sehr angenehmem Geschmack dar.

aus Wein destilliert, und erhält seine Farbe dadurch, dass er in Eichenfässern lagert, wobei er einen gelben Farbstoff aus diesen auszieht. Der Arrak wird in Indien hauptsächlich durch Destillation von vergorenem Reis bereitet. Die Verarbeitung des Reis zu einem geistigen Getränk entspricht natürlich in ihren Grundzügen unserer Kornbranntweinbrennerei aus Roggen, indem in jenen Gegenden an Stelle von Roggen Reis verwendet wird. Der Rum wird namentlich auf den Antillen aus vergorener Rohrzuckermelasse (siehe Seite 72) erzeugt.

Da alle drei, wie aus der Art ihrer Gewinnung folgt, als destillierte Flüssigkeiten zuckerfrei sein müssen, können sie von Zuckerkranken im Gegensatz zu den Liqueuren ohne Nachteil genossen werden.

Nun noch die Angabe der wichtigsten Analysenzahlen hinsichtlich der Zusammensetzung einiger häufiger nassen Spirituosen:

	Alkohol.	Zucker.
Cognac	53,82 Volumprocente	— Prozent.
Arrak	60,74 " "	— "
Rum	77,62 " "	— "
Kümmelliqueur	33,90 " "	31,18 "
Benediktiner .	46,20 " "	32,57 "

Wir wollen hier zum Schluss noch die Frage erörtern wie es eigentlich mit dem Nährwert des Alkohols, über den wir bisher weggegangen sind, steht. Wir haben denselben in den vorausgehenden Auseinandersetzungen im Anschluss an alle massgebenden Autoren gleich Null gesetzt. Dabei müssen wir uns doch aber sagen, dass, wenn Stärke und Zucker Nahrungsmittel sind, weil ihr Kohlenstoff vom Körper schliesslich zu Kohlensäure verbrannt wird, dass gewiss der Alkohol, welcher doch ein Zwischenglied zwischen Zucker (resp. Stärke) und Kohlensäure ist, auch vom Körper wird schliesslich völlig verbrannt werden. Ja wegen seiner einfacheren Zusammensetzung sollte er auch viel leichter oxydiert werden, als das doch ebenfalls nur zum Verbrennen bestimmte aber weit komplizierter zusammengesetzte Körperfett, so dass sein Genuss zum mindesten eine Ersparnis im Verbrauch an

diesem herbeiführen sollte. Trotzdem ist also, wie zahlreiche Versuche ergeben haben, seine Bedeutung als Nahrungsmittel für Gesunde sehr gering.

Dagegen lehrt die Erfahrung, dass im Krankheitszustande das Verhältnis ein ganz anderes sein kann. Den Kräfteverfall bei Kranken, die sonstige Nahrungsmittel kaum aufnehmen wollen, kann man häufig, wie der Augenschein auch dem Laien beweist, mit Hilfe von Wein oder Champagner, deren Genuss ihnen zumeist angenehm ist, sehr wohl hintanhalteln. Dies lässt sich nur so erklären, dass im geschwächten Körper der Kranken, welcher Kohlenhydrate, Fette und Eiweissstoffe nur noch schwer zu verwerten vermag, der viel leichter als diese Stoffe oxydierbare Alkohol die Wärme und lebendige Kraft erhält, indem seine Oxydation selbst in diesem Schwächezustand noch nicht allzu schwierig vor sich geht.

VI. Vortrag.

Weinessig. Essigsprit. Holzeßig. Eisessig. Holzgeist. Aceton. — Schiesspulver. Griechisches Feuer. Knallquecksilber. Schiessbaumwolle. Dynamit. Kollodium. Sprenggelatine. Cordit. — Wolle. Baumwolle. Seide. Kunstwolle. Karbonisieren.

Wir kommen nunmehr zum Essig.

Die Erfahrung lehrt, dass Wein oder Bier, also alkoholische Flüssigkeiten, wenn sie einige Zeit an der Luft gestanden haben, sauer werden. Sie haben ihre berauschenden Eigenschaften verloren, und schmecken jetzt so scharf, dass sie an und für sich untrinkbar sind. Die neuen Flüssigkeiten dienen aber als Zusatz zu Speisen, denen sie einen angenehm säuerlichen Geschmack erteilen.

Bei der Säuerung von alkoholhaltigen Flüssigkeiten geht der Alkohol in Essigsäure über, und die entstandene Flüssigkeit nennen wir Essig. Wie wir gesehen haben verwandelt sich der Saft der Weintrauben ausserordentlich leicht in Wein, und kaum viel schwerer kann man diesen in sogenannten Weinessig überführen, der daher ebenfalls seit Urzeiten bekannt ist.

Der Übergang des Alkohols in Essigsäure beruht auf einer Oxydation, also einer Sauerstoffzufuhr, und im Laboratorium kann man leicht vermittelt Oxydation den Alkohol in Essig überführen. Der gewöhnliche Luftsauerstoff wirkt aber erst in Gegenwart eines Pilzes, der den Namen *Mycoderma aceti* erhalten hat, ein. Dieser findet sich, wie so viele Pilze, überall in der Luft, und wird namentlich da wirksam, wo bereits etwas Essig vorhanden ist.

So ist denn die Darstellung von Weinessig bis auf den heutigen Tag folgende. Man bringt in einen Bottich aus Eichenholz siedenden Essig, um ihn gut mit diesem zu tränken, und füllt ihn sodann etwa zwei Drittel voll mit Wein. In dieser Höhe des Fasses befinden sich eine

eihe von Löcher, die den Luftzutritt zur Oberfläche der Flüssigkeit erleichtern. Nach etwa 14 Tagen ist sie völlig

Essig übergegangen; jetzt zieht man die Hälfte von r als Verkaufsessig ab, ersetzt sie durch neuen Wein, ad kann so jahrelang mit diesem Verfahren fortfahren, vor es nötig wird, das Fass zu reinigen.

Bedingung ist, dass der Wein nicht mehr als etwa 10 Prozent Alkohol enthalte, sonst säuert er nicht ordentlich. Stärkere Weine müssen also mit Wasser verdünnt werden.

In gleicher Art kann man Obstweine verarbeiten, und ebenso Bier. Fertiges Bier so verarbeitet giebt natürlich einen Essig mit bitterem Beigeschmack, herrührend vom Hopfenbitter, das ja bei diesem Verfahren nicht entfernt wird. In alten Zeiten hat man deshalb auch wohl Bier ohne Hopfenzusatz bereitet, welches also als solches nicht verkäuflich ist (siehe Seite 97), und hernach gleich auf Essig verarbeitet.

Da es sich bei der Essigfabrikation nur um Oxydation von Alkohol handelt, kann jeder, also auch der aus Getreide oder Kartoffeln gewonnene Handelsspiritus zur Herstellung von Essig dienen, und auf diesem Wege wird der Essig heute grösstenteils hergestellt. Der Handelsspiritus wird soweit verdünnt, dass er nur noch 10 Prozent Alkohol enthält. Man kann ihn dann nach Art des Weines auf Essig überführen, der Erfolg ist aber ein sehr geringer; leicht Wein hierbei säuert, so schwer geht es mit dem verdünnten Spiritus.

Er wird deshalb nach einem etwas anderen Verfahren verarbeitet, welches seit den zwanziger Jahren des 19. Jahrhunderts Anwendung findet. Es führt den Namen Schnellessigfabrikation.

Man füllt zu seiner Ausführung einen hohen Bottich, der einen falschen Boden hat, mit Buchenholzspänen, die sich als die geeignetsten erwiesen haben, und lässt auf diese, die zuerst mit Essig gut getränkt waren, von oben den verdünnten Spiritus langsam tröpfeln. Der Bottich ist in den Seiten reichlich Löcher, die alle so gebohrt

sind, dass wohl Luft durch sie ein- aber Flüssigkeit nicht austreten kann. Diese oxydiert nunmehr den eine sehr grosse Oberfläche darbietenden Alkohol zu Essigsäure, und unter dem falschen Boden sammelt sich eine essigsäurehaltige Flüssigkeit, die drei- bis viermal ein solches Fass passieren muss, bis der Alkohol oxydiert und vollständig in Essig übergegangen ist.

Der stärkste nach dieser Methode erhaltbare Essig heisst Essigsprit. Analysen ergaben z. B. für:

Essigsprit	10,30	Prozent	Essigsäure
Weinessig	5,37	"	"
Weisser gewöhnlicher Essig	4,63	"	"
Brauner " " "	3,53	"	"

Der angeführte braune Essig könnte seine Farbe daher haben, dass er aus ungehopftem Bier oder vielleicht Rotwein bereitet ist, jetzt verdankt er aber die Färbung zumeist dem Zusatz von ein wenig Zuckercouleur (siehe Seite 68).

Nun wird heutzutage auch Essigessenz verkauft, die 25 bis 50 Prozent Essigsäure enthält, und erst durch entsprechende Verdünnung den im Haushalt gebräuchlichen Essig liefert. Sie kann natürlich nach dem bisher besprochenen Verfahren überhaupt nicht gewonnen sein, da es ja für mehr als zehnprozentigen Alkohol und der diesem entsprechenden Essigsäuremenge gar nicht verwendbar ist.

Und sie stammt auch wirklich ganz wo anders her. Sie wird nämlich bei der trockenen Destillation des Holzes mit gewonnen. Die von uns so ausführlich besprochene trockene Destillation der Steinkohlen (das ist also die Fabrikation des Leuchtgases) liefert doch hauptsächlich Gas, eine wässrige Flüssigkeit (Ammoniakwasser) und Teer. Die entsprechenden Produkte liefert bei der trockenen Destillation auch das Holz. Nur ist Holzgas gegenüber dem Steinkohlengas nicht konkurrenzfähig und findet deshalb kaum Anwendung. Der Holzteer findet hauptsächlich als Anstrichmittel für Flussschiffe und Holzzäune Verwendung und die wässrige Flüssigkeit ist, im Gegen-

satz zum basischen Ammoniakwasser, sauer. Sie enthält Essigsäure gemischt mit einer sehr grossen Reihe anderer Substanzen, die zum Teil wie diese rohe Essigsäure, die Holzessig benannt wird, im praktischen Leben Verwendung finden. So wird aus ihr ausser dem Essig auch der Holzgeist gewonnen. Dieser ist in chemischer Beziehung der einfachste Alkohol (siehe Seite 106), den es geben kann. Auch er ist wie die Fuselalkohole untrinkbar, und dient in England zum Denaturieren des Spiritus (siehe Seite 108).

Ein anderer Bestandteil ist das Aceton, eine ebenfalls wasserhelle Flüssigkeit, die chemisch schon nicht mehr so einfach zusammengesetzt ist. Sie wird namentlich in der Anilinfarben - Industrie zur Herstellung komplizierterer Körper verwendet, spielt aber vielfach auch als Lösungsmittel für bestimmte Substanzen eine Rolle, und als solchem werden wir ihr noch bei der Fabrikation rauchloser Pulver wieder begegnen.

Uns interessiert an dieser Stelle jedoch hauptsächlich die Essigsäure. Als Holzessig sieht sie, durch teerige Substanzen gefärbt, braun aus. Ihre umständliche Reinigung auf chemischem Wege ist zu kompliziert, um hier auseinandergesetzt werden zu können. Sie wird so geleitet, dass man die rohe Säure sogleich in absolute, also wasserfreie Essigsäure verwandelt. In diesem Zustande ist sie äusserlich vom gewöhnlichen Essig nicht zu unterscheiden, denn sie ist wie dieser eine wasserklare Flüssigkeit, aber von allerschärfstem Essiggeruch. Auch hat sie die Eigenschaft, bei niedriger Temperatur zu einer Masse zu erstarren, die dem Eis sehr ähnlich sieht, die jedoch erst bei + 17 Grad wieder schmilzt. In Rücksicht auf dieses Verhalten führt sie den ganz überflüssigen, etwas geheimnisvoll klingenden Namen „Eisessig“. Zur Hälfte mit Wasser verdünnt heisst sie also im gewöhnlichen Leben Essiggessenz.

Hiermit haben wir die Nahrungs- und Genussmittel in ihren Beziehungen zum menschlichen Leben genügend erörtert, und gehen nun zu Anderem über, das zu seinem Verständnis chemische Kenntnisse erfordert.

Wir haben den Salpeter (siehe Seite 47) seiner **Zeit** erwähnt, als wir die der Neuzeit angehörige Verwendung des Natronsalpeters in der Landwirtschaft kennen lernten. Ganz anders verhält es sich mit dem ihm chemisch so nahe stehenden Kalisalpeter.

Der Kalisalpeter bildet die Grundlage allen Schiesspulvers, das erst seit dem Jahre 1886 durch die rauchlosen Pulver anfängt teilweise verdrängt zu werden. Wir wollen nunmehr unserer früher ausgesprochenen Absicht gemäss (siehe Seite 47), die Explosivstoffe näher kennen lernen, und uns hierzu ins Gedächtnis zurückrufen, dass Salpetersäure ein Oxydationsprodukt des Stickstoffs, also eine sauerstoffreiche Verbindung ist.

Der Kalisalpeter ist das Salz, welches durch Vereinigung von Salpetersäure mit der Base Kali entsteht. Lässt man nun Salpetersäure statt auf Kali oder ähnliche Basen auf Substanzen wie Cellulose¹⁾ einwirken, so kommt auch hier eine Verbindung zustande, indem die in der Salpetersäure enthaltene Nitrogruppe²⁾ in die Cellulose eintritt. Die so gewonnene Nitrocellulose und ihr ähnliche Körper bilden, wie wir sehen werden, die Grundlage aller neueren Sprengmittel und rauchlosen Pulver. Die Nitrogruppe ihrerseits besteht aus einem Atom Stickstoff und zwei Atomen Sauerstoff.

Die Verbindung des Stickstoffs mit Sauerstoff, die an Kali gebunden in Form von Salpeter schon im alten Schiesspulver steckte, ist also in Form der „Nitrogruppe“ auch der ausschlaggebende Bestandteil aller modernen rauchlosen Pulver, und ist für sie, trotz unendlicher Mühe, bisher kein gleichwertiger oder besserer Ersatz zu finden gewesen, so dass diese Gruppe nach wie vor, also von der Erfindung des Schiesspulvers an bis auf den heutigen Tag, das Gebiet der Explosionstechnik unumschränkt beherrscht.

1) Das genauere über Cellulose lernen wir später bei der Papierfabrikation kennen.

2) Der Name Nitrogruppe stammt von Nitrum, der lateinischen Bezeichnung für Salpeter her.

Da die Griechen und Römer des klassischen Altertums den Salpeter nicht kannten, kannten sie auch keine pulverähnlichen Mischungen. Er scheint zuerst im fünften Jahrhundert aus dem fernen Osten, also aus Indien oder China, nach Byzanz, der Hauptstadt des griechischen Kaisertums, gekommen zu sein.

Im Arsenal zu Byzanz hat man dann herausgefunden, dass wenn man ihn verbrennlichen Körpern zusetzt, er sie in solchem Grade brennbar macht, dass das Feuer gar nicht mehr vor dem vollständigen Abbrennen der Mischung zu löschen ist. Diese seine Kraft beruht auf seinem sehr hohen Gehalt an Sauerstoff, welcher 47,5 Prozent beträgt, so dass also dieses, wie wir wissen, für alle Verbrennungen wichtigste Element durch ihn geradezu in fester Form in solche Gemische hineingebracht wird.

Auch fand man schon in Byzanz, dass die für das Brennen geeignetste Mischung aus Salpeter, Kohle und Schwefel hergestellt wird. Ein derartiges Gemisch war das „griechische Feuer“, in dessen Besitz die Stadt sich lange Zeit aller ihrer Feinde erwehrte. Mit seiner Hilfe verbrannten ihre Bewohner im siebenten Jahrhundert zahlreiche Schiffe der Flotten der Araber, sodass diese schliesslich von ihrer Eroberung Abstand nahmen. Dagegen konnten die Bewohner des äussersten Westen Europas, die dieses Verteidigungsmittel nicht kannten, den Arabern bekanntlich nicht widerstehen, hier gingen sie 711 nach Spanien hinüber und wurden auf viele Jahrhunderte Herren fast des ganzen Landes, das sie in ein mohamedanisches Reich verwandelten. Und noch im zehnten Jahrhundert schlug Byzanz wiederum mit seiner Hilfe die so bedrohlichen Angriffe der Bulgaren ab.

So ist das griechische Feuer seit seiner Erfindung von ausschlaggebendem Einfluss auf die Gestaltung der Weltgeschichte gewesen, und dieser Einfluss ist ihm in seiner weiteren Ausbildung, die wir Schiesspulver nennen, im Laufe der Zeit in immer stärkerem Maasse zugefallen.

Eine sehr merkwürdige Thatsache ist es, dass die Bewahrung der geheimnisvollen Zusammensetzung des griechischen Feuers, nach dessen Aufklärung doch sicher alle

je mit ihm in Berührung gekommenen Feinde strebten, den Byzantinern etwa 500 bis 600 Jahre lang möglich war. Für uns ist das eigentlich kaum verständlich. Denn wir können uns doch nicht mehr vorstellen, dass eine Erfindung von grösster Wichtigkeit vor einem entsprechend langen Zeitabschnitt — also noch 100 Jahre etwa vor der Entdeckung Amerikas — gemacht wäre, und dass es der betreffenden Stadt, die im Besitze des Geheimnisses sich befände, hätte gelingen können, dieses bis in unsere Zeit zu bewahren.

Die ältesten schriftlichen Mitteilungen über die Zusammensetzung des griechischen Feuers finden wir nämlich erst bei dem byzantinischen Schriftsteller Marcus Graecus, der um 1200 gelebt, und ein Buch, von dem eine lateinische Übersetzung auf uns gekommen ist, verfasst hat, deren Titel lautet: „liber ignium ad comburendos hostes“ oder deutsch: „Buch von den Feuern, mit denen man die Feinde verbrennen kann“. Die Verhältnisse liegen aber nicht so, als ob Marcus Graecus erst der damaligen Welt das Geheimnis des griechischen Feuers verraten hätte, vielmehr scheint die Kenntnis desselben durch mündliche Überlieferung um jene Zeit schon nicht mehr auf Byzanz allein beschränkt gewesen zu sein.

Auch in diesem Buche ist vom griechischen Feuer immer nur als von einer stark brennenden Mischung die Rede, obgleich Mischungen, die er empfiehlt, schon merkwürdiger Weise z. B. dem, wie man jetzt sagen muss, ehemaligen preussischen Militärpulver recht nahe stehen.

Satz für griechisches Feuer
nach Marcus Graecus.

11 Prozent Schwefel
22 „ Kohle
67 „ Salpeter

Militärpulver.

10 Prozent Schwefel
16 „ Kohle
74 „ Salpeter.

Wann und wo man zuerst jene geheimnisvolle fortschleudernde Kraft an diesem Gemisch entdeckt hat, die wir als Explosionskraft bezeichnen, und der keine sonstige Kraftentwicklung, abgesehen von den Naturkräften selbst, an die Seite gestellt werden kann, wird immer unbekannt bleiben. Nachdem sie aber einmal entdeckt war, was

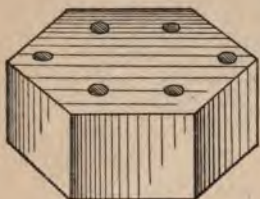
denfalls erst nach den Zeiten des Marcus Graecus gelesen ist, hat man ihre passende Ausnutzung für Zwecke des Krieges bald herausgefunden. Zu Florenz goss man 1326 die ersten metallenen Kanonen, die man mit eisernen Kugeln lud, und bei Schilderungen von Schlachten und Belagerungen finden wir bald darnach die Anzahl der zur Verwendung gekommenen Geschütze aufgezählt. Weit langsamer ging es mit deren Verkleinerung zu Handfeueraffen. Um 1500 herum standen die Schützen noch 37 Lieder tief. Das Wiederladen der Waffe erforderte nämlich so viel Zeit, dass der nach Abgabe seines Schusses nach rückwärts laufende Schütze erst nach 36 Schüssen wieder wiederum mit dem Laden fertig war. Es dauerte noch bis zur Zeit Friedrichs des Grossen, bis die Flinten so weit ausgebildet waren, dass seitdem die Entscheidung der Schlachten zumeist durch das Gewehrfeuer der Infanterie herbeigeführt wird.

Man hat natürlich im Laufe der Zeit sehr viel an der Verbesserung des Pulvers gearbeitet, aber wie die oben mitgetheilten Zusammensetzungen zeigen, waren die Erfolge der Jahrhunderte keine übermässigen.

Dazu kam die grosse Bequemlichkeit der Fabrikation, man mischte die drei Ingredienzien und hatte was man brauchte. In dieser der rein technischen Seite waren die Fortschritte namentlich des letzten Jahrhunderts sehr gross. Die Mischung derartigen Pulvers, das noch immer in grösster Menge dargestellt wird, ist von einer nicht mehr zu übertreffenden Vollkommenheit, ebenso hat man hinsichtlich der Grösse der Körner längst die passendsten Masse herausgefunden. Für grosse Geschütze z. B. wird es in sechseckige, prismenförmige Stücke, die umstehend in natürlicher Grösse abgebildet sind, gepresst. Dieselben haben Durchbohrungen, die ein gleichzeitiges Verbrennen des Korns von innen und aussen ermöglichen. Trotzdem geht es viel weniger rasch vor sich als wenn feinkörniges Pulver abbrennt. Hierdurch erreicht man, dass auch die Kraft der Explosion im Rohr etwas langsamer

geltend macht, und bei der grossen Länge der neuer Riesengeschütze kommt sie dadurch günstiger zur Wirkung.

Wir haben nur einen solchen auf logischen Schlüssen beruhenden Fortschritt in der Ausnutzung des Pulvers



Figur 15.

angeführt, um zu zeigen, dass wenn es auch durch seine Zusammensetzung an das griechische Feuer erinnert, jenes, das als Zündfackel auf die Feinde geworfen wurde, neben ihm keine Spielerei erscheint.

Als Beispiel für die Leistungsfähigkeit des geformten Pulvers sei folgendes angeführt. Ein

Krupp auf der Weltausstellung in Chicago ausgestellt Geschütz, das mit 115 Kilo von diesem Pulver gelad war, schleuderte sein Geschoss im Gewichte von 215 Kilo 2026 Meter weit. Es gebrauchte zum Durchfliegen dieser Strecke 70 Sekunden, und erreichte auf dem Wege eine Scheitelhöhe von 6540 Meter, während der Chiamborasso nur 6421 Meter hoch ist. Sechs ähnliche Geschütze sind jetzt zum Schutze des Nordostseekanals an der Elbmündung aufgestellt.

Den Fortschritten der Chemie in unserem Jahrhundert blieb es dann vorbehalten auch hinsichtlich des Pulvers eine vollständige Umwälzung herbeizuführen. Man kannte schon lange in den Laboratorien heftig explodierende Körper, die sich aber wegen ihrer ausserordentlichen Heftigkeit nicht für Waffen eignen, weil sie, bevor sie die Kugel im Rohr in Bewegung setzen, womöglich schon das Rohr selbst sprengen.

Nur eine Verbindung fand als Hilfsmittel Eingang in die Waffentechnik, das ist das Knallquecksilber, welches schon auf einen leichten Schlag explodiert. Es diente und dient in Form von Zündhütchen und in den Patronen zur Entzündung des Pulvers in der Waffe, das bis dahin sehr viel weniger sicher und zuverlässig, ursprünglich durch Zünder, viel später erst durch das bequemere Steinschloss

bewirkt worden war. Bei letzterem lieferte ein auf einen Feuerstein schlagendes Stahlstück (siehe auch Seite 13) den nötigen Funken.

Wenn Schiesspulver zur Explosion kommt, entwickelt sich sehr viel Rauch. Er rührt von dem in ihm enthaltenen Kalium des Salpeters her. Dies ist ein Metall, also ein durchaus beständiger Körper, der während der Explosion zumeist in schwefelsaures Kali und ähnliche Verbindungen übergeht. Diese Substanzen sind natürlich auch ihrerseits sehr beständige feste Körper und werden durch die Explosion in feinsten Verteilung umhergeschleudert, bleiben daher lange in der Luft schweben, und bilden so den schweren Pulverdampf.

Ganz anders nun, wenn wir etwas Schiessbaumwolle anzünden, zu der wir jetzt übergehen. Sie verbrennt, wie wir sehen, momentan und ohne jede Spur von Rauch.

Und worauf beruht nun dieser gewaltige Unterschied zwischen dem alten und dem neuen Explosionsstoff? Reine Baumwolle ist Cellulose und besteht aus sechs Atomen Kohlenstoff, zehn Atomen Wasserstoff und fünf Atomen Sauerstoff, hat also die Formel $C_6H_{10}O_5$ und ist daher ein Kohlenhydrat (siehe Seite 61). Behandelt man sie mit Salpetersäure, deren Wirkung man für diese Zwecke noch durch Schwefelsäure verstärkt, wendet man „Nitrosäure“, wie dies Gemisch in der Technik genannt wird, an, so treten, wie schon eingangs erwähnt, Nitrogruppen an das Cellulosemolekül ein. Während das alte Pulver ein möglichst gut hergerichtetes Gemisch von Substanzen ist, ist hier das Sprengmittel eine chemische Verbindung an sich. Das alte Pulver brennt ab, bei dem neuen tritt, wenn es zur Explosion gebracht wird, momentaner Zerfall des Moleküls ein. Während ein Kilogramm Pulver bei seiner Verbrennung etwa ein hundertstel Sekunde braucht, zersetzt sich ein Kilogramm Schiessbaumwolle in etwa ein fünfzigtausendstel Sekunde.

Bei der Verbrennung der Schiessbaumwolle bildet sich aus dem Kohlenstoff Kohlensäure, aus dem Wasserstoff Wasser, wozu der Sauerstoff teils schon in der Baum-

wolle vorhanden ist, in genügender Menge aber erst von den Nitrogruppen — es gehen mehrere Nitrogruppen in ein Molekül Cellulose — geliefert wird. Der Stickstoff der Nitrogruppen entweicht als solcher. Wir sehen, die Explosion liefert nur Gase, nämlich Kohlensäure, Stickstoff und Wasser in Gasform. Denn bei der hohen Temperatur, bei der sie sich vollzieht, ist auch das Wasser in Gasform vorhanden. Da diese drei Gase farblos sind, kann man sie natürlich nicht wahrnehmen, und daher verbrennt die Schiessbaumwolle rauchlos, verschwindet durch die Explosion scheinbar völlig.

Sie ist das zuerst entdeckte wirklich brauchbare neuere Sprengmittel gewesen, und viele Staaten stellen sie schon kurz nach ihrer Erfindung, die in das Ende der vierziger Jahre fällt, in grossen Mengen dar. Häufig explodierten aber die aufgespeicherten Vorräte scheinbar ohne jede äussere Ursache, und richteten dabei grosse Verheerungen an. So verlor sich für längere Zeit das Vertrauen zu ihr, bis nach vielleicht dreissigjähriger Arbeit man sich so klar über die Bedingungen zur Herstellung einer haltbaren Schiessbaumwolle geworden war, dass sie heute ganz gefahrlos gehandhabt werden kann.

Dazu kommt noch folgendes. Man fand schliesslich heraus, dass nasse Schiessbaumwolle ebenso geeignet, ja sogar noch geeigneter, als ganz trockene für Explosionen ist. Und mit unter ungeheurem Druck zusammengepressten feuchten Schiessbaumwollballen werden jetzt die Torpedos gefüllt, deren zerstörender Kraft ja selbst die bestgeschützten Schiffe nicht widerstehen, wenn sie von ihnen getroffen werden.

Dabei ist das Hineinbringen des Explosivstoffes in die Torpedos ganz ungefährlich, denn nasse Schiessbaumwolle lässt sich mit einer gewöhnlichen Flamme überhaupt nicht anzünden. Sie explodiert erst auf Initialzündung, und dies ist der eigentliche Kern dieser wichtigen Entdeckung.

Initialzündung bedeutet, dass sie erst explodiert, wenn sie einen im physikalischen Sinne ungeheuer raschen

Stoss erhält. Solch ein Stoss entsteht z. B. beim Explodieren von Knallquecksilber. Befindet sich also an einem mit nasser Schiessbaumwolle gefüllten Torpedo ein Zünder aus diesem Material und kommt zur Explosion, so wirkt seine Stosswelle so, dass die im Molekül der Schiessbaumwolle in bestimmter Ordnung gegeneinander gelagerten Atome aus ihrer Lage gebracht werden, womit denn der Zerfall der Moleküle und damit die Explosion, ganz gleich ob die Schiessbaumwolle nass oder trocken war, eintritt.

Lange bevor man mit ihr bis zu dieser nicht mehr zu übertreffenden Sicherheit der Handhabung gelangt war, war schon ein anderes modernes Sprengmittel für die friedlichen Zwecke des Bergbaues etc. in Aufnahme gekommen, dessen Name ebenfalls heute die Welt erfüllt, das ist das Dynamit.

Als einen Bestandteil der Fette lernten wir das Glycerin (siehe Seite 19) kennen. Bringt man dieses mit der oben erwähnten Nitrosäure zusammen, so nimmt es drei Nitrogruppen auf, wird also sehr reich an diesem für die Explosionswirkung massgebenden Bestandteil. Das erhaltene Produkt, das Nitroglycerin, ist, wie sein Ausgangsmaterial, eine Flüssigkeit, und in dieser Form für Sprengzwecke wenig geeignet. Deshalb mischt man ihm so viel sehr feinen Sand, sogenanntes Kieselgur, zu, dass das Gemisch schliesslich eine feste Masse repräsentiert, und in dieser Form hat es seitdem unter dem Namen Dynamit seine Sprengwirkungen geübt, und die Verbindung Deutschlands mit Italien durch den Gotthardtunnel und unzählige andere Werke des Friedens ermöglicht.

Die Ballistik hatte inzwischen auf rein rechnerischem Wege gezeigt, dass, bei Verkleinerung des Geschossdurchmessers im Gewehr, sich weit grössere Wirkungen, als bis dahin erreicht waren, mit Handfeuerwaffen würden erzielen lassen, wenn man den Geschossen nur einen stärkeren Antrieb, als ihn das alte Pulver ermöglicht, würde geben können.

Damit begann denn die Suche nach neuen kräftigeren

Pulvern für Gewehre, für die der Weg in den Nitroverbindungen gegeben war, die, wie uns jetzt verständlich ist, ausserdem rauchlos ausfallen mussten.

Diesem Bedürfnis verdankte der vor einigen Jahren so viel genannte Melinit der Franzosen seinen Ursprung. Er wurde auf dem Wege erhalten, dass man auf die Desinfektionsmittel so bekannte Karbolsäure, Nitrosäure einwirken liess. Aus der Karbolsäure entsteht dabei, dem auch hier drei Nitrogruppen eintreten, eine Verbindung, die den Namen Pikrinsäure führt, welche ganz besonders darin der Schiessbaumwolle ähnelt, dass auch im nassen Zustande auf Initialzündung explodiert. Näheres über die Zumischungen zu diesem als Staatsgeheimnis fabrizierten Pulver ist nicht bekannt geworden, es soll sich aber schliesslich nicht bewährt haben.

Es scheint vielmehr, dass über diesen wie über anderen Konkurrenten für die Zwecke der modernen rauchlosen Pulverbereitung die Schiessbaumwolle den Sieg davon getragen hat. Wenigstens scheint sie bei allen diesen Pulvern ein Bestandteil zu sein, wenn das sich auch bei dem Geheimnis, mit dem die einzelnen Staaten ihre Fabrikation umgeben, nicht absolut sicher sagen lässt.

Was die Schiessbaumwolle so ganz besonders verwendbar macht, ist ihre Eigenschaft, mit manchen Lösungsmitteln eine für die Zwecke der Pulverfabrikation geeignete Lösung zu geben, wie wir sogleich verstehen werden. So ist das uns allen so wohl bekannte Kollodium eine Auflösung von Schiessbaumwolle in einem Gemisch aus Äther und Alkohol. Verdunstet das Lösungsmittel, so hinterbleibt sie als ein Häutchen, das man von beliebiger Dicke erhalten kann, und zerschneidet man dieses zu kleinen Stücken, so hat man schon ein rauchloses Pulver. Ganz so einfach, wie wir es hier dargestellt haben, liegt die Sache in der Praxis nun nicht, aber immerhin ähnlich.

Da Schiessbaumwolle an sich ein für Gewehre zu starkes Pulver geben würde, indem es die Gewehre sprengen würde, statt die Kugel in ihnen in Bewegung zu setzen, so fügt man zu ihrer Lösung indifferente Substanzen — eine Zeitlang wurde z. B. Kampfer benutzt — hinzu, und

der nach dem Verdunsten dieser Mischung bleibende Rückstand ist dann so zu sagen durch Kampfer verdünnte Schiessbaumwolle, und findet nun als rauchloses Pulver Verwendung. Man sieht, dass man auf diesem einen Wege schon Pulver von beliebiger Stärke, resp. für die verschiedensten Zwecke geeignet, herstellen kann.

Das allerstärkste Sprengmittel, welches ebenfalls als solches nicht mehr für Gewehre brauchbar, wohl aber für den Bergbau geeignet ist, wird jedoch in der Art erhalten, dass man Schiessbaumwolle mit Nitroglycerin übergiesst. Zwar löst sie sich im letzterem nicht, sondern quillt nur auf, und das Ganze bildet eine gelatineartige Masse, das ist dann aber die sogenannte Sprenggelatine, das gewaltigste Sprengmittel, das wir zur Verfügung haben, dessen Kraft in ihren Grenzen durch Verwendung von viel oder wenig Schiessbaumwolle abgetönt werden kann, und welches, wie wir uns nach dem Vorausgegangenen sagen müssen, wohl nicht mehr zu übertreffen ist. Denn hier wird ja nicht, wie ehemals beim Dynamit, die Kraft des Nitroglycerins durch Zusätze wie Sand herabgesetzt, sondern umgekehrt noch durch Schiessbaumwolle verstärkt.

Verdünnt man das Nitroglycerin, bevor man die Schiessbaumwolle hineingiebt, mit dem uns bereits bekannten Aceton (siehe Seite 115), und giebt in der Art, wie wir es soeben auseinandergesetzt haben, in die Flüssigkeit indifferente Zusätze zur Milderung der Explosionskraft des nach dem Verdunsten des Acetons zurückbleibenden Explosivstoffes, so kann man, nachdem der grösste Teil des Acetons verdunstet ist, diesen Rückstand mit Hilfe von Maschinen, in die Form langer Fäden von bestimmter Dicke bringen. Ist dann der Rest des Acetons aus diesen Fäden verdunstet, so hat man den Cordit (vom französischen corde, der Strick, her benannt), welcher als rauchloses Pulver in der englischen Armee dient. Auch dieses Pulver kann durch Zugabe von mehr oder weniger indifferenten Stoffen zur Lösung, mit deren Hilfe es dargestellt wird, in seiner Kraft beliebig variiert werden.

Damit haben wir nun das alte Schiesspulver und die

Gründe des Übergangs zu den modernen rauchlosen Sorten genügend erörtert.

Es sind natürlich auch ungezählte Versuche in ganz anderen Richtungen unternommen worden, um zu passenden Pulvern oder Sprengmitteln zu kommen. Soviel steht aber wohl fest, dass, wie schon eingangs erwähnt, nur die Nitrogruppe für die Praxis brauchbare Resultate giebt, namentlich hinsichtlich dessen, dass die Fabrikation der Mittel nicht allzu gefährlich wird.

Geht man z. B. im Salpeter zum Ersatz seines Stickstoffatoms durch ein Chloratom über, so ist der betreffende neue Körper das chlorsaure Kali. Die Abkürzung für Stickstoff ist N von Nitrogenium her, für Chlor dienen seine Anfangsbuchstaben Cl. Die mit Hülfe der Abkürzungen geschriebenen Formeln beider Körper zeigen so recht ihre Ähnlichkeit in chemischer Beziehung.

NO_3K
Salpetersaures Kali.

ClO_3K
Chlorsaures Kali.

Natürlich kann man auch das chlorsaure Kali mit Schwefel oder Kohle respektive mit beiden mischen. Die Mischungen sind, wie zu erwarten, ausserordentlich kräftige Pulver, nur kann kein Mensch mit ihnen irgendwie sich umgehen, da schon ein Schlag, ja ein heftiger Druck, etwas was bei einer Fabrikation im grossen gar nicht zu vermeiden wäre, sie zur Explosion bringt, womit ihre Darstellung in Fabriken — sie ist selbst im Laboratorium gefährlich — ausgeschlossen ist.

So finden denn oberflächlich hergestellte Mischungen von chlorsaurem Kali und ähnlichen Verbindungen mit weiteren Zusätzen nur in der Feuerwerkerei Verwendung, die sie einfach in meist röhrenförmige Behälter schüttet, aus denen sie dann herausbrennen.

Wir kommen nunmehr zu unserer Bekleidung. Zu dieser dienen aus tierischen und pflanzlichen Fasern hergestellte Stoffe sowie das Leder.

Die tierischen und pflanzlichen Fasern unterscheiden sich chemisch dadurch sehr scharf voneinander, dass die ersteren Stickstoff enthalten, die letzteren nicht. Geraten die ersteren in Brand, so bilden sich hässlich riechende stickstoffhaltige Produkte, sie geben, wie meist gesagt wird, den Geruch nach angebranntem Horn aus, während die pflanzlichen Fasern hierbei den Geruch des angebrannten Papieres zeigen.

Über die Fasern an sich haben wir an dieser Stelle natürlich nur wenig zu sagen. Von den tierischen kommen hauptsächlich Wolle und Seide in Betracht.

Die ersteren haben eine sehr rauhe mit vielen Vorsprüngen besetzte Oberfläche. Werden Fäden aus ihnen hergestellt und diese, nachdem ein Teil von ihnen als sogenannte Kette eingespannt ist, durch das hin- und herschliessende Weberschiffchen, welches den „Einschuss“ liefert, in Stoff verwandelt, so sieht so hergestellter Stoff nicht viel anders als ein etwa aus starken Leinenfasern hergestellter aus. Wird der Stoff aber jetzt angefeuchtet und kräftig durchgearbeitet, gewalkt wie man sagt, so schieben sich die Vorsprünge der einzelnen Wollfasern ineinander, es tritt Verfilzung ein, und nach dieser Prozedur hat er jenes Äussere, das wir an Wollstoffen wahrzunehmen gewöhnt sind. Dass er hernach noch, um eine glatte Oberfläche zu erzielen, geschoren wird etc., gehört unter die technischen Einzelheiten, auf die wir nicht eingehen.

Der Seide geht die Eigenschaft des Verfilzens völlig ab, bei ihr kann man deshalb auch die einzelnen Fasern im fertiggestellten Gewebe unterscheiden. Und ebenso liegt es bei dem Leinen und der Baumwolle. Leinen- oder Baumwollzeuge mögen noch so viel gewaschen werden, die einzelnen Fäden bleiben stets nebeneinander liegen, und können schliesslich mit der Hand durch Zupfen wieder gelöst werden.

Vom chemischen Standpunkte interessiert uns hier die Kunstwolle weit mehr als die von der Natur gelieferten Gespinnstfasern.

Sind wollene Zeuge durch fortdauerndes Tragen für die weitere Benutzung unbrauchbar geworden, so ist doch der grösste Teil der zu ihrer Herstellung verwendeten Wolle noch in ihnen vorhanden. Nur ihr Äusseres ist schlecht, sie zeigen Löcher und so weiter.

Nehmen wir gewirkte Waren „wie Strumpfwaren“ z. B., so ist leicht einzusehen, dass wenn diese völlig wieder zerzupft werden, was mit Maschinen mühelos zu erreichen ist, sie eine zu neuem Verspinnen geeignete Wolle, die zwar nicht so gut wie ungebrauchte, aber doch sehr brauchbar ist, liefern werden.

Nun zerzupft man aber nicht nur derartige Wollwaren wieder, sondern auch die in weit grösserer Masse zu habenden Überreste der abgetragenen Kleider. Um von der Maschine wieder gerissen werden zu können, müssen sie von allen Nähten befreit sein, was so geschieht, dass Arbeiterinnen diese herauschneiden. Dabei werden ganz unregelmässige Stücke geschnittenes Tuch erhalten, die sortiert und jetzt gerissen werden. Auch sie liefern ihre Wolle zurück, aber diese ist, wie die Überlegung lehrt, viel kürzer in der Faser, als die oben erwähnte. Doch ist sie nichtsdestoweniger ein vorzügliches Spinnmaterial, das bei der Herstellung billigerer Stoffe, wie sie für wenig wohlhabende Kreise doch auch fabriciert werden müssen, seine durchaus passende Mitverwendung findet.

Diese Fabrikation wäre sehr bequem, wenn sie nicht mit folgendem zu kämpfen hätte. Baumwolle ist viel wohlfeiler als Wolle, und so setzt man sie mancherwärts bei der Herstellung von Wollstoffen der zu verspinnenden Wolle gleich zu, um das fertige Produkt billiger liefern zu können. Diese Art des Mischens ist aber verhältnismässig selten, zumal Wolle und Baumwolle sich nicht gleichmässig färben, wofür wir die Ursache später kennen lernen. Meist wird so verfahren, dass die Kette des Gewebes aus Baumwollfäden hergestellt wird, während der Einschuss Wolle ist. Beim Walken hernach verfilzt sich die Wolle genügend, um die ersteren zu verdecken. Nur an Stellen, an denen eine starke Abnutzung ein-

tritt, wie an den Ärmelöffnungen, reibt sie sich beim Tragen bald ab, und treten die scharfgedrehten unverfilzbaren Baumwollfäden wieder hervor.

Wird nun solcher Stoff nach seiner Abnutzung wieder zu Kunstwolle (auch Shoddy oder Mungo genannt) zerissen, so wird diese baumwollhaltig, und wiederholte sich dieser Prozess im Laufe der Jahre mit solchen Stoffen, so müsste die Kunstwolle schliesslich fast unbrauchbar werden. Das Störendste für die Wiederverarbeitung ist allerdings auch hier, dass sich Wolle und Baumwolle im gleichen Färbeprobe nicht gleichmässig färben.

Um nun baumwollhaltige Kunstwolle verwertbar zu machen, wird sie durch einen „Karbonisieren“ genannten Prozess, den ein Deutscher Namens Köber in den vierziger Jahren erfand, von ihrem Gehalt an dieser befreit. Zu dem Zweck bringt man sie in verdünnte Schwefelsäure, an deren Stelle auch mancherwärts andere ähnlich wirkende Mittel benutzt werden. Die zur Verwendung kommenden Flüssigkeiten haben alle die Eigenschaft die Baumwolle an der rohen Kunstwolle so stark anzugreifen, dass sie nach dem Wiedertrocknen, das bei 90° bis 95° erfolgt, fast zu Staub zerfällt, während sie die Wolle so gut wie gar nicht schädigen. Die so behandelte Kunstwolle kann also schliesslich mittelst Durcharbeitens mit Maschinen völlig von der ihr ursprünglich beigemischten Baumwolle befreit werden. Es giebt jetzt in allen Industriestaaten Kunstwollfabriken. Schon im Jahre 1880 waren nur noch 34 Prozent der in England fabrizierten Tuche aus reiner Wolle hergestellt, und die Verwendung von Kunstwolle hat seitdem weitere grosse Fortschritte gemacht.

Die Natur liefert die bei weitem grösste Menge der Gespinnstfasern farblos. Wollte man immer weisse Gewänder tragen, so wäre das in vielen Beziehungen nicht gerade bequem, und seit Urzeiten hat man deshalb Stoffe zu färben versucht und verstanden. Wir werden uns deshalb demnächst mit der Färberei zu beschäftigen haben.

VII. Vortrag.

Lohgerberei. Leder. Enthaarung und Schwellen der Häute. Gerbstoffe. Rinden. Quebrachholz. Sumach. Gerbextrakte. Sohlleder. Alaungerberei. Handschuhleder. Pelzwerk. Eisen- und Chromleder. Sämischerberei. Waschleder. Pergament. — Rasenbleiche. Bläuen der Wäsche. Chlorbleiche. Chlorkalk. Antichlor. Eau de Javelle. Schweflige Säure. Wasserstoffsperoxyd. — Färberei. Beizen. Farbblacke. Substantive Farbstoffe. Teerfarben. Indigo. Alizarin. Farbpasten. Farbholzextrakte. Blauholz. Zeugdruckerei.

Wir wollen vor der Färberei noch die Zubereitung des Leders besprechen, welches uns namentlich zur Färberei dient, und sich daher passend an die Betrachtung der Bekleidungsstoffe aus Gespinnstfasern anreihet; welches aber ausserdem im Leben zahllose Verwendungen findet, für die es durch nichts ersetzt werden kann.

Leder ist haltbar gemachte Tierhaut, der auf dem Wege des Gerbens, so nennt man den Prozess der Haltbarmachung, zugleich eine ihr dauernd verbleibende Geschmeidigkeit erteilt ist.

Die frische Tierhaut neigt in hohem Grade zur Fäulnis. Diese Eigenschaft verliert sich allerdings schon durch Austrocknen, aber die trockene Haut ist hart und brüchig, weil ihre Fasern zusammengeklebt sind. Im Gerbprozess bringt man nun zwischen die Fasern den Gerbstoff, hindert dadurch deren Zusammenkleben, und kommt so zum Leder, dessen Geschmeidigkeit je nach dem angewendeten Gerbverfahren wieder mehr oder weniger an die der lebenden Tierhaut erinnert.

Die für die Lederfabrikation bestimmten Häute müssen vor allen Dingen enthaart werden.

Die älteste für diesen Zweck gebrauchte Methode, die aber zum Teil heute noch, nach den Erfahrungen der Neuzeit verbessert, Verwendung findet, ist das sogenannte Schwitzen. Es besteht darin, die feuchten Häute eine Zeitlang sich selbst zu überlassen. Dabei tritt eine leichte Fäulnis ein, die die Haare so weit lockert, dass sie herab ohne viele Mühe abgeschabt werden können. Sobald dieses möglich ist, wird das Schwitzen unterbrochen. Aber auch mit Hilfe von Chemikalien kann man die Haare leicht lockern. Dazu dient seit langem der gebrannte Kalk. Löscht man ihn mit viel Wasser (später beim Waschen kommen wir noch auf das Löschen zurück), so erhält man die sogenannte Kalkmilch, in welche man die Häute legt. Noch wirksamer ist die Verbindung von Schwefel und Kalk, das Schwefelcalcium, oder das letzterem chemisch sehr nahestehende Schwefelnatrium. Dieses wird heute jetzt speziell für die Enthaarungszwecke der Gerbereien fabriziert.

Die enthaarten Häute kommen in die sogenannte Schwellbeize. Als solche Beize kann jede sehr verdünnte Säure, z. B. Schwefelsäure dienen. In ihr schwellen die Häute allmählich bis wohl zur doppelten Dicke an, und werden dadurch für den Gerbstoff leichter durchdringbar.

Doch benutzt man von alters her meist eine andere Methode, die auf rein empirischem Wege herausgefunden worden ist. Man verschafft sich nämlich das nötige saure Milchsäure durch die uns jetzt so wohl bekannte Milchsäuregärung, und dessen Resultate sollen immer noch besser sein, als die mit verdünnten Säuren, von denen man natürlich die allerverschiedensten versucht hat, sein.

Zur Herrichtung des Bades übergießt man Weizenmehl mit Wasser, giebt Sauerteig zu, und lässt bei etwa 30 Grad sich die Milchsäuregärung vollziehen, neben der auch ein wenig andere Säuren wie Buttersäure etc. entstehen. In der erkalteten Flüssigkeit schwellen dann die Häute, die hierauf den Gerbstoff der Gerbmaterien aufnehmen sollen.

Gerbstoffe, d. h. also Substanzen, die tierische Haut in Leder verwandeln, finden sich in sehr vielen Pflanzen. Sie hören z. B. vom Gerbsäuregehalt des Thees und des Kaffees sprechen. Natürlich kommen die in solchen Pflanzen vorhandenen Gerbstoffe wegen ihres hohen Preises für die Gerberei nicht in Betracht. Das Hauptmaterial bis in unsere Zeit sind Baumrinden gewesen, und alle Baumrinden übertrifft an Gerbstoffgehalt die Eichenrinde, in zerschnittenem Zustande auch Eichenlohe oder glattweg Gerberlohe genannt.

Die Menge der Rinde im Verhältnis zum Holz ist bei der Eiche zwischen dem fünfzehnten und dreissigsten Jahre des Baumes am günstigsten. In diesem Alter schält man letztere deshalb, daher der Ausdruck Schälwaldungen, wie sie noch im südlichen Deutschland, namentlich aber im südlichen Frankreich häufig sind.

Um dem Boden nicht zu viel Kraft — das heisst also, wie wir jetzt wissen, um ihm nicht zu viel anorganische Salze — zu entziehen, verbrennt man das nach dem Schälen übrigbleibende Holz stets auf dem betreffenden Terrain, damit dessen Asche ihm wieder zu gute kommt. Heute könnte man natürlich auch mit künstlichem Dünger nachhelfen.

Ausser Eichenrinde verwendet man auch die Rinde von Tannen, Fichten, mancherwärts auch die der Wallnussbäume, welche aber meist nur mit Eichenrinde gemischt benutzt werden.

Bei der Menge Leder, die jetzt gebraucht wird, hat man auch andere, namentlich auswärtige Bäume und Sträucher zum Ersatz dieser Rinden mit herangezogen, denn die gerbenden Stoffe finden sich nicht allein in den Rinden, sondern auch in anderen Teilen der Pflanzen.

Von den Hölzern wollen wir nur das Quebracho-Holz erwähnen, welches vor zwei Jahren so viel bei uns genannt wurde, weil die Absicht, es bei seiner Einfuhr nach Deutschland im Interesse der Schälwaldbesitzer mit einem Zoll zu belegen, zu sehr lebhaften Auseinandersetzungen im Reichstage geführt hat.

Das Quebracho-Holz ist ein dunkelrotes, sehr hartes

Holz, welches aus Argentinien in Massen exportiert, und nachdem es mit Maschinen zu kleinen Teilchen zerraspelt ist, ganz wie die Eichenlohe verwendet wird.

Dann dient auch viel der Sumach. Dies ist ein Pulver, welches durch Zerreiben der getrockneten jungen Triebe von im südlichen Europa wachsenden Pflanzen, die zu den Rhus-Arten gehören, gewonnen wird.

Noch weiter wollen wir auf die Aufzählung von Gerbmaterien nicht eingehen.

Mit Eichenlohe und ihrem Ersatz gerbt man nun so, dass man in eine Grube abwechselnd sie und die geschwellten Häute giebt, und die auf diese Weise vollgeschichtete Grube mit Wasser füllt. Die Gerbstoffe lösen sich allmählich im Wasser, und werden von den Häuten langsam aus diesem aufgenommen. Da dicke Häute, wie sie z. B. für Sohlleder gebraucht werden, sehr viel Gerbstoff bis zu ihrer völligen Sättigung mit ihm brauchen, müssen sie mehreremals mit neuer Lohe geschichtet werden, und so erfordert ihre vollständige Gerbung auf diesem Wege zwei Jahre und länger; das Produkt ist dafür allerdings vorzüglich.

Natürlich sucht man das Verfahren abzukürzen, und das kann man dadurch erreichen, dass man die Extraktion der Lohe etc. mit Wasser für sich vornimmt, und erst in die so hergestellte Brühe die Häute bringt. Nach dieser Methode gelingt es das Leder in etwa drei Monaten fertig zu stellen.

Damit sind wir nun bei den Gerbextrakten angelangt.

Seit langem kommen namentlich aus Ostindien einige solche in den Handel, die dort so bereitet werden, dass man gerbstoffreiches Holz oder gerbstoffreiche Blätter mit Wasser extrahiert. Die erhaltene Lösung wird sodann zur Ersparnis an Transportkosten möglichst eingedampft; die wichtigsten von diesen konzentrierten Extrakten sind wohl der Gambir und das Catechu.

Seit den achtziger Jahren werden aber auch in Europa derartige Extrakte fabriziert, indem auch hier sich dadurch

die Transportkosten sehr verringern. So kommt Eichenrindenextrakt aus dem waldreichen Ungarn und Kroatien und wird Quebrachoextrakt in den Hafenzentren, nach denen das Holz von Argentinien kommt, hergestellt etc.

Diese Fabrikation wird auch hier so betrieben, dass das Material, nachdem es zerraspelt oder gemahlen ist, mit Wasser ausgelaugt, und die wässrige Lösung eingedampft wird. Nur dampft man nicht im offenen, sondern im stark luftverdünnten Raume ein, wie wir das in der Rübenzuckerindustrie bereits (siehe Seite 71) kennen gelernt haben. Bei dieser Art sie zu konzentrieren, leiden die Extrakte gar nicht in ihrer Güte, was beim Eindampfen auf freiem Feuer nicht zu vermeiden ist.

Mit Hilfe solcher Extrakte ist die Darstellung von Leder also viel bequemer als nach der alten Methode. Sie lässt sich aber auch in geradezu erstaunlicher Weise bei ihrer Verwendung beschleunigen. In einem deutschen Reichs-Patent, das im Jahre 1892 angemeldet worden ist, findet sich die Angabe, dass nach 36 Stunden selbst das dickste Sohlleder fertig gegerbt ist, wenn man geschwellte Häute mit einer Gerbebrühe, die achtmal so stark als die bisher gebräuchliche ist, deren Herstellung mit Hilfe der Gerbextrakte also mühelos ist, in einem Apparate, der sich etwa zehnmal in der Minute umdreht, durcharbeitet.

Statt der ehemaligen zwei Jahre jetzt nicht einmal zwei Tage, um die geschwellte Haut in Leder zu verwandeln, und das Patent ist nicht, wie so viele, in der Praxis undurchführbar, sondern derartige Sohlleder — nur für dieses scheint sich das Verfahren bisher zu eignen — ist bereits dauernd im Handel.

Ausser der bisher beschriebenen Art der Gerberei gibt es noch zwei Verfahren, die viel in Benutzung sind das sind die Alaungerberei und die Sämischerberei.

Alaun ist in chemischer Beziehung eine Doppelverbindung von schwefelsaurem Kali mit schwefelsaurer Thonerde. Bringt man in eine wässrige Lösung von ihm und Kochsalz eine geschwellte Haut, so wirkt hier die Thonerde ähnlich wie wir es von den Gerbstoffen sahen, si

tritt in die Haut ein und verhindert, indem sie sich zwischen den Fasern ablagert, das Hartwerden des auf diesem Wege gegerbten Materials.

Wird das erhaltene Produkt mit Fett gut durchgearbeitet, so nimmt es auch von diesem in sich auf, und man erhält das allerzähste Leder, das es überhaupt giebt. Arbeitet man sehr vorsichtig, so dass die Felle keine Flecken bekommen etc., so erhält man bei Verwendung von Häuten junger Tiere, namentlich Ziegen und Lämmer, auf diesem Wege das Leder für die Glacéhandschuhe.

Die geschwellten Häute werden hierzu mit einer Alaunbrühe, der Eidotter und etwas Mehl zugesetzt ist, gegerbt. Eidotter ist hauptsächlich Eiweiss mit Fett, welches letztere sich in ausserordentlich feiner Verteilung befindet. Indem nun gerade dies feinverteilte Fett mit in die Haut eintritt, erhält sie jene ausserordentliche Geschmeidigkeit, die wir vom Handschuhleder verlangen.

Die Alaun- oder Weissgerbung ist lange nicht so gut wie die mit Eichenlohe, wenn sie auch für viele Zwecke gar nicht durch letztere ersetzt werden kann. Das zeigt sich namentlich bei dem Verhalten so hergestellten Leders gegen Wasser. Während Sohlleder doch z. B. von ihm, wie wir das an unseren Stiefeln oft genug zu sehen Gelegenheit haben, in keiner Weise beeinflusst wird, zieht viel Wasser die Gerbung aus dem weissgegerbten Leder fast ganz wieder heraus. Daher kommt es, dass sehr nass gewordene Handschuhe zusammenschrumpfen, indem sie sich jetzt wieder ähnlich wie eine ungegerbte Haut verhalten.

Mit Hilfe von Alaun wird auch die Gerbung von Pelzwerk erzielt. Die angewendeten Verfahren weichen ziemlich viel von einander ab, im grossen ganzen ist es aber immer eine Fett- und Alaungerbung. Man verfährt etwa so, dass man die Felle, nachdem sie unter Zuhilfenahme von Seife möglichst gereinigt sind, wieder trocknet, und dann die Fleischseite mit Fett einreibt. Sobald man durch Walken erreicht hat, dass möglichst viel von diesem aufgenommen ist, streicht man saure Kleien-

beize auf, und erzielt hierdurch im Laufe von 24 Stunden eine schwache Schwellung. Nach Entfernung der Kleie bewirkt eine hinaufgegossene Alaun-Kochsalzlösung die eigentliche Gerbung.

Thonerde ist eine Base (siehe Seite 46), und so liegt es nicht allzufern, diese Base in der Gerberei durch andere ersetzen und so zu neuen Lederarten kommen zu wollen. Eine Betrachtung der Verhältnisse durch Sachverständige lehrt, dass von solchen Basen erstlich nur Eisenoxyd und Chromoxyd in Anwendung kommen können, und mit beiden hat man wirklich Leder hergestellt. Die grossen Fabriken, die für diese Fabrikation in Europa zu Ende der siebziger Jahre gebaut worden sind, haben aber niemals brauchbare Produkte zu liefern vermocht, und sind alle sehr bald zu Grunde gegangen, während in Amerika, wie aus einem im Dezember 1895 entschiedenen Patentprozess hervorgeht, Chromleder hergestellt wird.

Nun haben wir noch die Sämisch- oder Ölgerberei zu besprechen. Auch für diese werden die Felle enthaart und geschwellt, und hernach mit Fett, namentlich Thran, eingerieben, und hierauf tüchtig gewalkt. Das Einreiben mit dem Fett wird so lange wiederholt, als es noch resorbiert wird. Seine Aufnahme erfolgt nicht nur mechanisch, sondern es tritt auch eine chemische Umwandlung ein, die das Ende des Prozesses an einem sich entwickelnden bestimmten Geruch erkennen lässt. Ist dieser Punkt erreicht, so überlässt man die Häute in grösseren Haufen einige Zeit sich selbst, wobei sie sich durch die fortgehende chemische Umsetzung erwärmen, welche Temperatursteigerung andererseits wieder den chemischen Prozess unterstützt, bei dem sie sich schliesslich anfangen gelb zu färben. Dabei hüllt das Fett die Fasern der Haut so ein, dass diese hernach nicht mehr zusammenkleben, wir es also mit einem wirklichen Leder zu thun haben, und andererseits ist die Bindung zwischen Fasern und Fett eine so innige, dass selbst heisses Wasser sie nicht mehr zu lösen imstande ist, weshalb solches

Leder auch geradezu Waschleder heisst. Zur Entfernung des ihm nach beginnender Gelbfärbung noch anhängenden Fettes, welches nicht chemisch gebunden worden ist, wird es sodann mit Pottaschelösung durchgewaschen. Mit letzterer bildet der Überschuss des Fettes eine Emulsion, und geht auf diesem Wege in das Wasser über.

Stumpft man in der Flüssigkeit hernach die Pottasche durch eine Säure ab, so kann das Fett nicht emulgiert bleiben, und schwimmt deshalb wieder oben auf. Gerade dieses Fett eignet sich erfahrungsgemäss besonders gut zum Einschmieren von lohgarem, also nach dem von uns zuerst beschriebenen Verfahren gegerbtem Leder, und ist unter dem Namen Dégras Handelsware.

Erwähnt sei, dass man auch nach dem Verfahren der Sämischerberei Pelzwerk herstellt.

Im Anschluss an das Leder ist noch das Pergament zu besprechen. Pergament ist aber kein Leder, wofür es oft gehalten wird, sondern wird so dargestellt, dass die Felle ganz junger Tiere durch Kalk enthaart, und nun nicht gegerbt, sondern nach möglichster Reinigung straff aufgespannt getrocknet werden. Zur Herstellung der glatten Oberfläche, die wir am fertigen Produkt zu sehen gewohnt sind, werden sie mit Kreide bestreut und mit Bimsstein abgeschliffen. Das so erhaltene Pergament ist für Schreibzwecke zu glatt, und soll es nicht zu Büchereibänden, Trommelfellen und ähnlichem Verwendung finden, so wird es meist mit dünner weisser Ölfarbe bestrichen, um als Schreibunterlage dienen zu können.

Wir kommen jetzt auf die Gespinnstfasern zurück, indem wir noch ihr Bleichen und Färben zu besprechen haben. An letzteres sollen sich dann Mitteilungen über die Malerei anreihen.

Wie die Natur die Gespinnstfasern liefert, sind sie grösstenteils, was wir schon erwähnten, weiss oder fast weiss, wie Leinen oder Baumwolle, auch die Wolle ist zumeist ungefärbt etc.

Das Tragen ganz weisser Stoffe wäre wegen des bald nicht mehr sehr erfreulichen Äusseren derselben wenig angenehm, auch lässt sich mit gefärbten Stoffen ein schöneres und vornehmeres Aussehen erzielen, galt ja der Purpurmantel von jeher als die Tracht der Vornehmsten.

Vollkommen weiss liefert übrigens die Natur die wenigsten Gespinstfasern, zumeist haftet ihnen ein Stich ins Gelbe an, und den sucht man durch das Bleichen in der Sonne zu entfernen. So wie das Sonnenlicht die meisten Farben auszieht also zerstört, so bringt es auch diese Gelbfärbung zum Verschwinden. Man unterstützt den Übergang des Gelb in reines Weiss noch durch das Bläuen, z. B. bei der Wäsche. Gelb und Blau sind nämlich Komplementärfarben, heben also einander auf.

Nachdem im Laufe der Zeit die Herstellung der leinenen und baumwollenen Gewebe der Thätigkeit der einzelnen Hausfrauen entzogen worden war, und an ihre Stelle der Fabrikbetrieb trat, stellte sich für diesen die Notwendigkeit sehr grosser Bleichplätze heraus, was für die Fabrikanten recht unbequem und kostspielig war. Und bei der jetzigen Ausdehnung der Fabrikation, die andererseits in gewissen Gegenden besonders lebhaft betrieben wird, wäre die Beschaffung der nötigen Bleichplätze geradezu eine Unmöglichkeit. Heute werden daher seit Entdeckung der künstlichen Bleiche, alle leinenen und baumwollenen Gewebe innerhalb der Fabriken, und zwar mit Chlorkalk, gebleicht.

Der wirksame Bestandteil im Chlorkalk ist das Chlor, ein im freiem Zustande gelbes Gas, das ein ausserordentliches Bestreben sich mit anderen Substanzen zu vereinigen hat. Als es im letzten Viertel des vorigen Jahrhunderts entdeckt worden war, hielt man es nicht sogleich für ein Element, wie das heute der Fall ist, und da es noch sehr viel energischer wirkt als der Sauerstoff, das aktivste Gas, das man bis dahin kannte, wollten manche eine Art von neuem Sauerstoff in ihm sehen. Namentlich die franzö-

sischen Chemiker sprachen viel vom *nouvel oxygène*. Infolge seiner energischen Wirkung auf die verschiedenartigsten Stoffe zerstört es auch die meisten Farben.

Nun ist mit Gasen im Fabrikbetrieb schlecht arbeiten, und so bedient man sich zum Bleichen nicht des Chlors selbst, sondern jener Verbindung, die es mit Kalk eingeht, wenn es über diesen geleitet wird. Diese führt den Namen Chlorkalk, und ist zuerst 1799 von Tennant in Glasgow dargestellt worden. 1000 Kilogramm kosteten anfangs 2800 Mark, 1825 kosteten sie nur noch 540 Mark, 1870 170 Mark. Ihr Werth sank dann bis 100 Mark und mag jetzt wieder 180 Mark betragen.

Die bleichende Wirkung des Chlorkalks oder richtiger ausgedrückt die chemische Energie desselben zerstört nun in kürzester Zeit ebenso vollkommen wie die Rasenbleiche, die erwähnte schwachgelbe Färbung weisser Leinen- oder Baumwollgewebe. Aber damit erschöpft sich die Kraft des Chlorkalks nicht. Nach der Zerstörung der Farbe kommt die Zerstörung der Faser, die er ebenfalls angreift, und daher hat sich dieses Bleichen bei den Hausfrauen bis auf den heutigen Tag nicht einzuführen vermocht.

In den Fabriken liegt die Sache ganz anders. Sobald die Stoffe gebleicht sind, macht man dort den Überschuss des Chlors mit Antichlor unwirksam, und so geschieht der Faser nicht das geringste durch diesen Prozess. Würden die Hausfrauen ebenfalls Antichlor anwenden und die nötige Erfahrung haben, so hätten sie keinen Grund sich dieser bequemen Bleichmethode nicht zu bedienen.

Als Antichlor können sehr verschiedene chemische Stoffe dienen. Zumeist nimmt man unterschwefligsaures Natron. Dies Salz thut an und für sich der Wäsche nichts, und sobald es mit Chlorkalk in Berührung kommt, geht es in andere Verbindungen über, die ebenfalls für die Wäsche völlig unschädlich sind, während der Chlorkalk seinerseits beim Zusammentreffen mit ihm in das ganz unschuldige Chlorcalcium übergeführt wird.

Aber wie oft riecht von Waschfrauen gelieferte Wäsche nach Chlor. So misshandelte Tücher können natürlich nicht lange halten, da ihre Faser geradezu zerfressen wird, die

Verwendung von ein wenig Antichlor würde diesen Übelstand also völlig beseitigt haben.

Ausser Chlorkalk ist noch das Eau de Javelle als Bleichwasser im Handel. In chemischer Beziehung ist seine Wirkung identisch mit der des Chlorkalks, von dem es sich nur dadurch unterscheidet, dass in ihm an Stelle von Kalk Natron vorhanden ist. Verwendet man es, um Flecken, die also, wie wir jetzt wissen, von ihm gerade zerstört werden, so muss man ebenfalls auf die gereinigte Stelle hernach Antichlor, also z. B. ein wenig in Wasser gelöstes unterschwefligsaures Natron giessen, weil sonst auch hier die Faser sehr leidet.

Zum Bleichen tierischer Gespinnstfasern kann man den Chlorkalk nicht verwenden, weil er sie nicht völlig bleicht, sondern nur gelb färbt. Zu ihrer Entfärbung bedient man sich deshalb der schwefligen Säure, die dies erfahrungsgemäss bei der tierischen Faser in genügender Masse thut, wenn sie auch kein so energisches Bleichmittel wie der Chlorkalk ist. Die schweflige Säure ist jenes scharf riechende Gas, welches sich beim Brennen des Schwefels entwickelt. Da sie im Wasser sehr löslich ist, arbeitet man mit ihr meist so, dass man die zu bleichenden Stoffe nass in einer Kammer aufhängt, in der man dann Schwefel abbrennt, so dass auf diesem Wege die schweflige Säure an die nassen Stoffe gelangt. Ein besonderes Gegenmittel zur Zerstörung des Überschusses ist hier nicht nötig, weil bei diesem Verfahren nur sehr wenig schweflige Säure an die einzelnen Stoffe kommt.

Zum Schluss müssen wir noch eines Bleichmittels gedenken, das, wenn es auch sehr häufig erwähnt wird, die bisher genannten trotz aller Mühe, die man sich gegeben hat, mangels besonderer Vorzüge in keiner Weise zu verdrängen vermochte. Dies Mittel ist das Wasserstoffsperoxyd. Wir haben öfters gehört, dass das Wasser eine Verbindung von Wasserstoff und Sauerstoff ist, folglich kann

es bezeichnet werden als Wasserstoffoxyd H_2O (siehe Seite 8). Nun gelingt es an dasselbe mittelst gewisser Verfahren noch ein zweites Sauerstoffatom heranzubringen, und dann haben wir unser Wasserstoffsuperoxyd H_2O_2 .

Man erzielt allerdings manche Resultate mit ihm, die mit Chlorkalk oder schwefliger Säure überhaupt nicht zu erreichen sind, so bleicht es, was jene nicht vermögen, Haare, Federn und Elfenbein völlig, und hierfür findet es deshalb auch Verwendung.

Da es nach einem vor einigen Jahren erfundenen neuen Verfahren jetzt sehr billig herzustellen ist, ist ihm vielleicht allmählich eine grössere Wirksamkeit beschieden.

Wir gehen nunmehr zum Färben der Gespinste über. Dieses zerfällt in zwei grosse Abschnitte, nämlich in die gleichmässige Färbung ganzer Stoffe und in den Zeugdruck.

Das Färben ganzer Stoffe könnte am einfachsten so erfolgen, dass man die betreffenden Farben mit Leimwasser anrührt, und die Stoffe dann mit dieser Mischung bestreicht, die Haltbarkeit würde aber eine sehr geringe sein, und dass werden dürfte solch ein Stoff gewiss nicht.

Während dies wohl mehr ein Anstreichen als ein Färben ist, wird die Haltbarkeit etwas besser, wenn man die Farbstoffe in Eiweiss, wie das in der Praxis manchmal geschieht, einrührt, mit der Mischung das Gewebe bestreicht und hernach erwärmt. Indem das Eiweiss coaguliert, wird es wasserunlöslich, und die Farbstoffe sind hierdurch ziemlich gut befestigt. Reibt man solchen Stoff aber stark, so wird er sehr abfärben.

Das Verfahren spielt eine gewisse Rolle im Zeugdruck, ein eigentliches Färben ist es auch nicht. Dieses ist nur ausführbar, wenn die Farbstoffe in gelöster Form auf die Fasern einwirken.

Dabei giebt es wieder ausserordentlich grosse Unterschiede. Die tierischen Fasern wie Wolle und Seide verhalten sich gegenüber den meisten Farbstoffen sehr verschieden von den pflanzlichen, von denen für uns hauptsächlich Baumwolle in Betracht kommt.

Löst man einen Farbstoff, sagen wir Fuchsin, in Wasser auf, und zieht durch seine Lösung Wolle oder Seide, so wandert er allmählich aus der Flüssigkeit in die Fasern, die sich dadurch schön rot färben.¹⁾

Legt man aber Baumwolle in die Lösung, so sehen wir, dass der pflanzlichen Faser die Eigenschaft mangelt, den Farbstoff festhalten zu können. Waschen wir nämlich schliesslich die rotgefärbte Wolle oder Seide mit noch so viel Wasser, so behalten sie ihre Farbe, während die Baumwolle bei gleicher Behandlung wieder vollkommen entfärbt wird.

So bequem, wie wir es hier geschildert haben, ist nun die Woll- und Seidenfärberei durchaus nicht mit allen Farbstoffen. Auch bei ihr muss man häufig jener Umweg anwenden, der in der Baumwollfärberei bis zum Jahre 1884 der einzig gangbare war. Man muss Beizer benutzen. Was diese sind, wird uns durch folgende Auseinandersetzung am besten klar werden.

Wenn wir zu einer Lösung von Blutlaugensalz eine Eisenlösung giesen, so bekommen wir jenen wundervollen blauen Niederschlag, den man Berliner Blau nennt.

Wollen wir einen Stoff mit dieser Farbe färben, so verfahren wir sicher am besten so, dass wir ihn erst in die eine Lösung und dann in die andere tauchen. Hat er sich in der ersten Flüssigkeit mit Eisenlösung vollgesogen und bringen wir ihn sodann in die Blutlaugensalzlösung, so wird jetzt der blaue Niederschlag sich in den Fasern bilden, folglich innerhalb dieser sich befinden und er, der im Wasser ganz unlöslich ist, wird auch durch noch so viel Wasser nicht mehr herauszubringen sein, und

1) Die Fasern spielen hier etwa die Rolle, wie wir sie von der Tierkohle (siehe Seite 40) als entfärbendem Mittel kennen gelernt haben. In gleicher Weise wie die Kohle gefärbten Flüssigkeiten ihren Farbstoff entziehen kann, indem sie ihn an sich reißt, vermögen auch tierische Fasern aus Lösungen Farbstoffe aufzunehmen und dauernd festzuhalten, so dass sie hernach gefärbt erscheinen.

ebensowenig wird er abfärben. Kurzum auf diesem Wege ist das betreffende Gespinst jetzt wirklich gefärbt.

Auf den Vorgang, wie er sich hier abspielt, kommt nun auch die Verwendung der Beizen hinaus. Will man mit ihrer Hilfe färben, so taucht man den Stoff zuerst in eine Flüssigkeit ein, die man eben Beize nennt, durch welche in die Faser eine Substanz kommt, die mit dem eigentlichen Farbstoff hernach in der Faser eine unlösliche Verbindung bildet.

Zu Beizen dient zum Beispiel sehr viel die Thonerde. Schon in der Gerberei sahen wir (siehe Seite 135), dass sie Verbindungen mit der Faser der tierischen Haut eingeeht, und in gleicher Weise zeigt sie ein Vereinigungsbestreben sowohl zu tierischen wie pflanzlichen Gespinststoffen, wenn man diese durch eine passend gewählte Lösung von ihr zieht.

Da in älteren Zeiten der Alaun, welcher also ein Doppelsalz von schwefelsaurem Kali und schwefelsaurer Thonerde (siehe Seite 135) ist, das einzig bequem zugängliche in Wasser lösliche Thonerdesalz war, spielt er von immerher eine grosse Rolle in der Färberei. Er ist seit uralten Zeiten an einzelnen Stellen Europas leicht aus dem Ort vorkommenden Erdarten zu gewinnen gewesen. Das schwefelsaure Kali in ihm ist für Zwecke der Färberei vollständiger Ballast, und längst hat die Chemie ihn jetzt in ihr durch die verschiedenartigsten anderen wasserlöslichen Thonerdesalze ersetzt. Hat man also z. B. Baumwolle in der Thonerdelösung gebeizt, und zieht sie nunmehr durch die vorhin erwähnte Fuchsinlösung, so erhält man das Gespinst jetzt echt rot gefärbt. Denn jetzt sitzt in den Fasern das Fuchsin unlöslich gebunden an Thonerde, ganz ähnlich so, wie wir es beim Färben mit Berlinerblau von dieser Farbe sahen.

Die Verbindungen zwischen der Beize und dem Farbstoff führen den Namen Farblack. Den Lack können wir natürlich auch ohne die Faser herstellen. Wenn wir z. B. zur geeigneten Thonerdelösung direkt Fuchsinlösung giessen, erhalten wir ihn als roten Niederschlag. Trocknen wir

so dargestellte Lacke, und reiben sie hernach mit Firnis (siehe weiterhin Seite 156) an, so haben wir Malerfarben, mit denen wir Flächen in gewünschter Weise anstreichen können.

Die Thonerde ist eine Base, und ganz wie sie lässt sich eine grosse Reihe anderer Basen für Färbereizwecke verwerten. Während in der Lederfabrikation sie allein brauchbar ist (siehe Seite 136), liegt hier also die Sache ganz anders. Hier spielen die schon bei jener genannten Basen, Eisenoxyd und Chromoxyd, als Beizen wirklich eine wichtige Rolle, aber nicht nur sie, sondern noch eine grosse Anzahl anderer Oxyde eignen sich zum Festhalten der Farben in der Faser. So z. B. das Zinnoxid, das man in Form einer Lösung von Zinnchlorür oder als sogenannte Zinnkomposition verwendet.

Das Zinn ist noch heute ein nicht gerade billiges und war früher sogar ein recht kostbares Metall. Nachdem man aber im Jahre 1640 in Holland zufällig gefunden hatte, dass mit einer Lösung von ihm gebeizte Stoffe wenn sie nachher mit Cochenille gefärbt werden, den schönsten Scharlach liefern, den die Welt bis dahin gesehen hatte, fing es an eine grosse Rolle in der Färberei zu spielen, zumal als man später beobachtete, dass es auch auf den Glanz vieler anderen Färbungen günstig einwirkt. Wenn auch seit etwa zehn Jahren mit Hilfe von Anilinfarbstoffen noch weit schönere Scharlachfärbungen als mit Cochenille herstellbar sind, so wird deswegen doch das Zinn seine Rolle in der Färberei behalten, weil es eben ein sehr geeignetes Fixationsmittel für die verschiedenartigsten Farben ist.

Nebst den in den Fasern sich niederschlagenden basischen Metalloxyden, von denen wir die allerwichtigsten jetzt kennen gelernt haben, spielt namentlich noch das Tannin eine grosse Rolle als Beize. Das Tannin giebt ebenfalls mit vielen Farbstofflösungen direkt Farblacke, so dass also mit seiner Hilfe Stoffe gefärbt werden können. Man kann aber auch die mit Tannin behandelten Stoffe noch durch Lösungen von Thonerde und ähnlichen Oxyden ziehen. Dann bekommt man in der Faser zunächst eine

Verbindung von Tannin mit Thonerde z. B., und auf diesem Doppelwege vorgebeizte Stoffe geben mit einer Unzahl von Farblösungen Lacke, die also aus Tannin, Metall-oxyd und dem Farbstoff bestehen. Kurzum gerade mit Hilfe des Tannins kann man die allermerkwürdigsten Resultate erzielen.

Wir sagten oben, dass es bis zum Jahre 1884 ohne Beize brauchbare Farben für Baumwolle gar nicht gegeben hat, und das Färben mit Beizen erfordert, so einfach es auch in der Theorie erscheint, grosse Übung.

Namentlich jenes berühmte Rot, welches als Türkischrot bezeichnet wird, auf Baumwolle zu erzielen, ist schwer. Diese Art der Färberei ist dadurch eigentümlich ausgezeichnet, dass zur Herstellung ihrer Beize Öl verwendet werden muss. Der gebeizte Stoff wird schliesslich im Alizarinbade — auf diesen Farbstoff kommen wir noch zurück — ausgefärbt. Diese Färberei ist im Orient seit langem bekannt. Ihre volle Ausbildung hat sie aber erst in Europa erfahren, und haben die hier nach diesem Verfahren gefärbten Baumwollzeuge sich längst den Orient erobert. Speziell von auf diesem Wege gefärbten Tüchern werden ungeheure Mengen dort verbraucht.

Und so war es ein für diese Industrie höchst bedrohlicher Fortschritt, als plötzlich ein Rot, das Kongorot, auftauchte, welches Baumwolle direkt färbt. Will also, sagen wir eine indische Frau, ein rotes Tuch haben, so braucht sie jetzt nur etwas Kongorot in Wasser zu lösen, und das Baumwollzeug kurze Zeit darin liegen zu lassen, um es rotgefärbt wieder herauszunehmen. Wenn dieses Rot auch im Gegensatz zum Türkischrot sehr unecht ist, so hat das nicht viel zu sagen, eine Wiederholung der einfachen Prozedur liefert das Tuch ja neuerdings von der begehrten Farbe.

Man bezeichnet nun direkt, also ohne Beizen färbende Farbstoffe als substantive, und das Kongorot ist der erste substantive Baumwollfarbstoff gewesen, ihm sind dann sehr bald ungezählte andere in allen Nüancen gefolgt.

In der Chemie der Teerfarbstoffe spielten als Zwischenprodukte der Fabrikation seit langem schon sogenannte Diazoverbindungen eine grosse Rolle. Körper dieser Klasse sind unglaublich reaktionsfähig, und war man mit den Studien der praktischen Verwertbarkeit von mit ihrer Hilfe darstellbaren Farben noch an den meisten Orten beschäftigt, als anderwärts schon ein Schritt weiter gegangen wurde. Man kann nämlich Körper herstellen, die die Diazogruppe zweimal in sich haben, die also wiederum noch ausserordentlich viel reaktionsfähiger als ihre immerhin nur halb so begabten Verwandten sein müssen. In der wissenschaftlichen Welt waren lange einzelne von ihnen bekannt und für rein theoretische Zwecke benutzt worden. Die Arbeiten nun, die sie, welche den Klassennamen Bisdiazoder auch Tetrazokörper führen, auf ihre Verwendbarkeit in technischer Beziehung untersuchten, führten zur Entdeckung jener die Baumwolle direkt färbenden Farbstoffe.

Wir können uns, da uns alle Vorkenntnisse fehlen, unmöglich weiter auf das Gebiet der Teerfarbstoffe, die im Publikum auch den Namen Anilinfarben führen, wagen. Nur für den im Besitze sehr reichlicher chemischer Kenntnisse Befindlichen ist dieses Kapitel überhaupt noch verständlich. Jedoch das sei hervorgehoben, Teerfarbstoffe in dem Sinne, wie sich das Publikum sie öfters denken mag, sind sie nicht, jene dicke schwarze Masse, die den Namen Teer führt, kann nicht direkt auf Farben verarbeitet werden.

Sie wird für diesen Zweck zuerst destilliert, wozu wir uns eines Apparates bedienen können, wie wir ihn zur Destillation des Weines (siehe Seite 25) benutzten. Dies that für wissenschaftliche Zwecke zuerst der deutsche Chemiker Runge 1834, und seine damaligen Arbeiter bilden die Grundlage der heutigen Teerfarbenindustrie. Erhitzt man den Teer in einem solchen Destillationsapparat, so gehen, wie dort der Geist des Weines, hier eine Zeitlang wasserhelle Öle über. Diese bilden nun schon eine der Grundlagen der Teerfarbenindustrie, dann kommen Destillate, die zum Teil beim Abkühlen wieder erstarren. Aus diesen gewinnt man die Carbonsäure, deren Entdecker ebenfalls Runge ist, weiterhin das Naphthalin, und noch

eine Reihe anderer Stoffe, von denen wir nur noch das Anthracen, weil wir hernach auf dieses zurückkommen müssen, erwähnen wollen. In der Destillierblase hinterbleibt schliesslich, wenn lange genug destilliert worden ist, eine Koks ähnliche Masse, die als Brennmaterial dient.

Von den Farbstoffen selbst wollen wir ausführlicher nur den Indigo und das natürliche und künstliche Krapprot besprechen.

Der seit den ältesten Zeiten bekannte blaue Farbstoff, welcher den Namen Indigo führt, wird von jeher in Indien aus dem Saft einiger nahe miteinander verwandten Pflanzen gewonnen. Der Saft selbst ist farblos, aber beim Stehen an der Luft, scheidet sich allmählich infolge eines Oxydationsprozesses der blaue Farbstoff aus ihm ab.

Nun giebt es bei uns eine Pflanze, welche den Namen Waid führt, deren Saft ebenfalls beim Stehen etwas Indigo liefert, aber sehr viel weniger als jene indischen Pflanzen, nämlich nur 0,3 Prozent. Bei den mangelhaften Verbindungen mit dem Orient aber färbte man in alten Zeiten in Europa nur mit diesem aus der inländischen Pflanze gewonnenen Produkt. Da der Bedarf an dem blauen Farbstoff kein unbedeutender war, erreichte der Waidbau in manchen Gegenden eine bedeutende Ausdehnung, und brachte sie zu grosser Wohlhabenheit. Schon um 1300 war er speziell in der Erfurter Gegend gross, und diejenigen Bürger, die überhaupt das Recht Waid anzubauen hatten, hiessen Waidjunker, und noch um 1600 herum beschäftigten sich mehrere hundert thüringische Dörfer mit seiner Kultur.

Schliesslich konnte sich sein Anbau gegenüber dem billigeren indischen Indigo aber nicht halten, wenn auch Fürsten und Städte nicht nur durch Schutzzölle, sondern geradezu durch Einfuhrverbote ihn zu retten versuchten. So liessen die Nürnberger lange Zeit ihre Mitbürger alljährlich einen Eid leisten, keinen ausländischen Indigo verwenden zu wollen.

So beherrscht der indische Indigo bis heute die Welt, aber es ist nicht sehr wahrscheinlich, dass das noch lange

der Fall sein wird. Erstens giebt es dem Teer entstan-
mende blaue Farbstoffe, die es an und für sich m
ihm aufnehmen können, und zweitens ist seine künstlich
Darstellung von Baeyer durch eine Reihe von bewu-
dernswert scharfsinnigen Arbeiten vollständig gelöst. Nun
ist seine Herstellung auf diesem Wege, für den eben-
falls Teerprodukte das Ausgangsmaterial sind, noch teure
als sich das Naturprodukt stellt. In Anschluss an jene
erste Verfahren sind aber bereits eine ganze Reihe ander-
Methoden zu seiner Synthese d. h. seiner künstlichen Her-
stellung durchgeführt, und es ist durchaus wahrscheinlic
dass auch ein solches gefunden wird, welches hinsichtlic
des Preises des fertigen Produkts wird konkurrieren könne

Hatten, was den Indigo anbetrifft, die verbesserte
Verkehrsverhältnisse zwischen Indien und Europa de
Anbau einer europäischen ihn liefernden Farbpflanze zu
Erliegen gebracht, so haben die Fortschritte der Chem
auf dem Gebiete der Herstellung von Farben im Labora-
torium, und im Anschluss daran in Fabriken, die Kultu
einer weiteren solchen Pflanze auf der ganzen Erde un-
lohnend gemacht.

Diese zweite Pflanze ist der Krapp, die sogenannte Färber-
röte, mit der man die verschiedenartigsten Farben, haupt-
sächlich aber ein schönes Rot herzustellen vermag. Sie
wurde im ganzen südlichen Europa bis nach Baden hinein
aber ebensogut in Kleinasien und anderwärts angepflanzt.
Für die Färberei braucht man ihre Wurzeln, und dies
führen im Orient den Namen Alizari, von dem unse
Ausdruck Alizarin stammt.

In dieser Wurzel steckt eine Reihe von Farbstoffen,
und obgleich man seit dem Jahre 1823 sich ernstlich m
ihrer chemischen Untersuchung beschäftigte, waren be
der Schwierigkeit des Themas die Erfolge lange Zeit nu
sehr geringe. Erst im Jahre 1868 gelang es Gräbe un
Liebemann zu konstatieren, dass der Hauptfarbstoff, de
den Namen Alizarin führt, im Zusammenhang steht m
dem Anthracen, jenem Kohlenwasserstoff aus Steinkohle-
teer, den wir vorhin erwähnten.

Weiter ergab sich dann, dass das Alizarin im chemischen Sinne ein Bioxyanthrachinon ist, und nun gelang es im Anschluss an diese Erkenntnis jenen Teerkohlenwasserstoff in diese Verbindung überzuführen.

Sofort wandte sich die Industrie der Herstellung des Farbstoffes zu. Nachdem dann noch unendlich viele Mühe aufgewendet worden war, weil die ursprünglich im Laboratorium gebrauchten Methoden sich wenig für die Darstellung im grossen eigneten, und in den Fabriken durch passendere ersetzt werden mussten, hat die Gewinnung des künstlichen Alizarins allmählich eine wohl nicht mehr zu übertreffende Höhe erreicht. Mit diesem Kunstprodukt kann das Naturprodukt hinsichtlich der Wohlfeilheit nicht konkurrieren.

Wenn beim Aufkommen des Verfahrens an ihm allseitig besonders gerühmt wurde, dass es weite, bis dahin mit Krapp bebaute Strecken Landes, wiederum dem Getreidebau zurückerobert habe, und so zur Vorbeugung von Hungersnöten beitrage, so ist das eine Anschauung über eine Nebenleistung dieser grossen Errungenschaft auf chemischem Gebiete, die wir beim heutigen Getreideüberfluss, der ein fortwährendes Suchen nach neuen lohnenderen Anbauobjekten für die Landwirtschaft zur Folge hat, kaum teilen; derartig haben sich volkswirtschaftliche Grundanschauungen in den letzten 25 Jahren geändert, die man als für alle Zeiten dauernd ansah und ansehen musste.

Es wurde schon erwähnt, dass man mit Krapp, also auch mit Alizarin, eine Reihe von Farben erzeugen kann, ihr schliessliches Aussehen hängt nämlich von den Beizen ab. Mit der Thonerdebeize erhält man das Rot, Eisenbeizen erzeugen dunkle Töne, die völlig in schwarz übergehen, wenn reichlich Eisen angewendet ist, Chrombeizen liefern ein Violett etc.

Damit kann man nun sehr überraschende Wirkungen erzielen. Tränkt man z. B. ein Baumwollenzeug reihenweise mit verschiedenen Beizen, so ist nach dem Trocknen derselben, da sie alle farblos oder fast farblos sind, kaum etwas von ihnen zu bemerken.

Taucht man den so vorbereiteten Stoff aber dann

in Wasser, dem man künstliches Alizarin, eine gelblich aussehende Paste, zusetzt und kocht kurze Zeit, so zeigt jetzt das Tuch eine ganze Farbenskala. Alizarin kommt wie viele Farben als Paste, d. h. mit hohem Wassergehalt in den Handel, weil das trockene Alizarin sich so schlecht wieder im Wasser verteilt, dass diese Verteilung den Färbern grosse Mühe machen würde.

Zu erwähnen haben wir noch die ebenfalls unserer Zeit angehörigen Farbholzextrakte. Auch die wässrigen Auszüge vieler namentlich in den Tropenländern wachsender Hölzer, wie Campèche-Holz oder Fernambukholz etc. können mit gebeizten Stoffen Farben erzeugen, also in der Färberei Verwendung finden. Ersteres Holz heisst deswegen auch Blauholz letzteres Rothholz. Um nun an Transportkosten zu sparen, stellt man, meist in Hafenorten, auf ganz demselben Wege, den wir schon bei den Gerbstoffextrakten (Seite 133) beschrieben haben, konzentrierte Extrakte aus ihnen dar, die die Färber sodann benutzen. Auch für sie bilden die Teerfarbstoffe eine gefährliche Konkurrenz, der sie wohl mit der Zeit erliegen werden. Sind doch ausser dem erwähnten Krapp, die Farbstoffe Cochenille, Orseille und Curcuma bereits ganz verdrängt, und giebt es jetzt schon viele so echte und schöne Tetracyanfarbstoffe (siehe Seite 146), dass sie an Echtheit und Schönheit den Farbholzern und ihren Extrakten überlegen sind.

Deutschland steht hinsichtlich der Teerfarbenfabrikation an der Spitze aller Staaten, und die Ausfuhr deutscher Teerfarben erstreckt sich über alle Länder der Welt. Sie hatte 1890 einen Wert von 34,8 Millionen, und war 1894 schon auf 53,2 Millionen Mark gestiegen, so dass in vier Jahren eine Steigerung des Exports um 50 Prozent stattfand. Da nun diese vier Jahre für die Textilindustrie nicht besonders günstig gewesen sind, und sie sich daher in dieser Zeit nicht viel ausgedehnt hat, können die Ursachen der gewaltigen Zunahme im Verbrauch von künstlichen Farbstoffen nur in den glänzenden Leistungen dieser Industrie gesucht werden, welche die Farben anderer Ursprungs immer mehr verdrängen.

Von Teerfarbstoffen finden zur Zeit über 400 in der Färberei Verwendung, die je nach den Beizen noch sehr verschiedene Färbungen geben können. Das ist eine verschwindende Zahl gegenüber der Unsumme der bereits dargestellten Farbstoffe dieser Art. Aber auch hier sind die Ansprüche an Licht- und Waschechtheit schon so sehr gestiegen, dass eigentlich nur noch Farben, welche diesen Ansprüchen in hohem Grade genügen, Aussicht haben, in der Praxis Verwendung zu finden.

Nun auch noch einiges über gemusterte resp. mit Mustern bedruckte Zeuge.

Ursprünglich sind auf den Stoffen die Muster wohl direkt aufgezeichnet worden. Dann erfand man die Methode, diejenigen Stellen, die ungefärbt bleiben sollen, mit einer für die Farblösung undurchdringlichen Masse zu überziehen, die meist durch Zusammenschmelzen von Wachs und Harz hergestellt wurde, so dass, obgleich die ganzen Stücke in die Farbflotte kamen, das Zeug dennoch schliesslich weisse Muster zeigte.

Hernach kam das Drucken der Muster auf, indem man diese in Holz schnitt, das Holz sodann auf einem mit Farbe bestrichenen Tuche färbte und darauf auf dem zu bedruckenden Stoffe abklatschte. Kurzum genau das Verfahren, nach dem man im gewöhnlichen Leben die mit Namen versehenen Farbstempel — die jetzt meist aus Kautschuk hergestellt sind — auf Papier abdruckt.

In der Zeugdruckerei ist man jedoch längst zu Maschinen übergegangen, die eine sehr grosse Vollkommenheit erreicht haben. So giebt es solche, die bis 16 Farben in einer Reihe selbstthätig aufeinander folgender Operationen auf einem Stoffe auf einmal herzustellen gestatten.

VIII. Vortrag.

Ölmalerei. Trocknende und nicht trocknende Öle. Lein-
Firnis. Lack. Tinte. Cellulose. Papier. Leimen des Papie-
Strohstoff. Alfastoff. Natroncellulose. Sulfitcellulose. Patentwe-

Das Anbringen von Mustern auf Zeugen, von de-
wir am Schlusse des letzten Vortrages sprachen, leit-
uns zur eigentlichen Malerei hinüber. Bei dieser werde
die fertig hergestellten Farben mit Leimwasser z. B. an-
gerührt, und auf die Wände aufgetragen.

Diese sogenannten Wasserfarben erfüllen in zahl-
reichen Fällen ihren Zweck, lassen doch aber auch vie-
zu wünschen übrig, zumal sie nicht nass werden dürfen,
ohne zu zerlaufen, also im Freien gar nicht zu ver-
wenden sind.

In der Malerei, sowohl der der Wasserfarben als de-
Ölmalerei, zu der wir gleich übergehen, verwendet man-
im Gegensatz zur Färberei, fast niemals organische Farb-
stoffe, zu denen die Chemiker auch die Teerfarbstoffe
rechnen. Sie sind für die Zwecke der Malerei nicht wider-
standsfähig genug gegen die Einflüsse des Lichts und des
Wetters, welchem letzteren doch Ölmalerei auch oft aus-
gesetzt werden.

Man verwendet hier fast stets anorganische Substanzen,
die mit Hilfe des „Öles“ auf ihrem Untergrunde befestigt
werden. Denken wir uns z. B. einen Ziegelstein aufs feinste
gemahlen, so würde das erhaltene Pulver doch schliesslich
eine fast unzerstörbare rote Farbe repräsentieren; nun
diese speziell ist so wenig schön, dass sie niemand ver-
wenden wird, aber in ähnlicher Weise werden in der Natur

vorkommende gefärbte Materialien benutzt, oder durch Glühen dieser resp. durch Zusammenschmelzen verschiedener Substanzen gefärbte Massen hergestellt, die hernach auf dem gleichen Wege als Farbstoffe brauchbar gemacht werden. So färbt sich Glas, wenn man ihm Kobalt während der Fabrikation zusetzt, blau, und mahlt man es hernach fein, so erhält man die „Smalte“ als eine, wie wir uns sagen können, ausserordentlich beständige Farbe. Auch viele beim Zusammenbringen der Lösungen zweier Salze entstehenden Niederschläge sind sehr brauchbar, so liefern Lösungen von chromsaurem Kali und essigsaurem Blei das chromsaure Blei, welches unter dem Namen Chromgelb Verwendung findet etc.

Hinsichtlich der Ölmalerei ist vor allem folgendes zu bemerken. Ölfarben können durchaus nicht mit jedem Öl hergestellt werden. Denken wir an Olivenöl, so wissen wir, dass dieses die sogenannten Fettflecke d. h. nie eintrocknende Flecke giebt, also z. B. mit diesem angeriebene Farben würden überhaupt nicht trocknen.

Die Öle zerfallen nämlich in zwei grosse Klassen, in nicht trocknende und trocknende Öle.

In den nicht trocknenden, wie also dem Olivenöl, finden sich, wie wir das schon wissen (siehe Seite 19), hauptsächlich Ölsäure und Glycerin, und zwar dieselbe Ölsäure, die auch einen Bestandteil der tierischen Fette, wie des Rindertalgs etc. bildet. Die trocknenden Öle enthalten dagegen an ihrer Stelle andere Säuren, die meist nach dem betreffenden Material benannt werden. So enthält das Leinöl, welches zu den trocknenden gehört, die Leinölsäure.

Leinöl ist das Öl, welches man durch Auspressen der Leinsamen erhält. Samen sind, wie wir wissen (siehe Seite 56) stets sehr ölfreich, und Leinsamen speziell liefern etwa 22 Prozent von ihm beim Kaltpressen, beim Heisspressen sogar 28 Prozent.

Beide Sorten Öle sind bei längerem Stehen an der Luft nicht ganz unveränderlich. Olivenöl und ähnliche werden ranzig, die trocknenden Öle dagegen gehen, nament-

lich wenn sie dünn aufgestrichen werden, in eine har-
durchscheinende Masse über. Das Ranzigwerden rührt von
ihrem teilweisen Zerfall in freie Fettsäuren und Glycerin
her, welchen wie die einen meinen, die feuchte Luft allein
schon veranlasst, während andere annehmen, dass hier
bei ein Bacillus mitwirkt. Das Festwerden der trocken-
den Öle beruht dagegen auf einer Oxydation durch den
Luftsauerstoff, durch welche die Leinölsäure und ähnliche
Säuren völlig verändert werden.

Erwähnt sei, dass es Öle, wie das Baumwollensamen-
öl giebt, die sowohl die eigentliche als eine trocknen-
Ölsäure enthalten. Man bezeichnet sie nach ihrem je-
leicht zu verstehenden Verhalten als schlecht trocknende Öle.

Sehr merkwürdig ist, dass die trocknenden Öle be-
deutend rascher trocknen, wenn man ihre Oxydation
künstlich einleitet, wenn man sie zu dem Zweck z. B. mit
einer Substanz wie Bleioxyd, die Sauerstoff abgeben kann,
kocht. Und mit diesem und ähnlichen Mitteln, — denken
man wie dem borsäuren Manganoxydul zum Teil ein-
noch bessere Wirksamkeit nachsagt — gekochtes Leinöl
dient mit der betreffenden Farbe angerieben als Ölfarbe
in der Ölmalerei.

Mit so vorbereitetem Leinöl kann man natürli-
auch beliebige Flächen, sie mögen z. B. mit Wasserfarbe
vorgestrichen sein oder nicht, anstreichen, dann trocknen
es zu einer durchsichtigen sehr festen glasartigen Haut
ein, und solche Gegenstände bezeichnen wir als gefirnisst.
Firniss ist aber ein ziemlich weiter Begriff. Im Allge-
meinen versteht man unter Firniss nicht gekochtes Leinöl,
sondern die Lösung von Harzen in ihm oder in leicht
verdunstenden Mitteln. Die letzteren Lösungen bezeichnet
man auch als Lacke.

So dient eine Lösung von Schellack in Spiritus als
Lack, der die Annehmlichkeit bietet sehr rasch zu trocknen,
weil der Spiritus sich an der Luft schnell verflüchtigt.
Spirituslacke sind aber weit weniger beliebt als die durch
Lösen von Harzen in Terpentinöl erhaltenen Lacke, weil
die nach dem Verdunsten dieses Öles zurückbleibenden

dünnen Überzüge viel fester als die, welche Spirituslacke hinterlassen, haften.

Weit dauerhafter jedoch, als die dünnen Überzüge, welche diese Lacke liefern, sind die Anstriche, welche man bei Benutzung des gekochten Leinöls erhält, in welchem man, um einen richtigen Firnis zu haben, namentlich Bernstein oder Kopal auflöst. Der Bernstein, der bekanntlich ein fossiles Harz ist, muss für die Herstellung des Bernsteinlacks vorher geschmolzen werden, da er sich im rohen Zustande nicht löst.

Kopal ist ebenfalls ein Harz. Viele Pflanzen enthalten eigentümliche Flüssigkeiten, die freiwillig oder auf Einschnitte aus ihnen ausfliessen, und an der Luft fest werden, welche erstarrten Massen dann den Namen Harz führen. So entstammt der Kopal des Handels einer ganzen Reihe von in heissen Klimaten wachsenden Bäumen. Zum geringen Teil wird er auch an der Ostküste Afrikas aus der Erde gegraben. Die einen halten diesen Kopal für fossil, andere meinen, dass er aus den Wurzeln von Pflanzen ausgeflossen sei.

Jetzt wollen wir noch die Färbeflüssigkeit besprechen, die mehr als jede andere gebraucht wird, das ist die Dinte. Ihr Name steht allerdings nicht ganz fest. Die einen nennen sie bekanntlich Dinte die anderen Tinte.

Die altbewährte schwarze Dinte ist eine im Wasser suspendierte Verbindung von gallusgerbsaurem Eisen. Sie wurde so erhalten, dass man zu einem wässrigen Auszuge von Galläpfeln eine Lösung von Eisenvitriol goss. Um den tiefschwarzen Niederschlag besser suspendiert zu erhalten, und um die Dinte konsistenter zu bekommen, setzte man von immer her ihr etwas Gummilösung zu. Heute erzielt man ein schöner aussehendes Schwarz dadurch, dass man mit den Galläpfeln zugleich ein wenig Blauholz (siehe Seite 150) extrahiert, und nun erst die Eisenvitriol- und die Gummilösung zufügt.

Mit Hilfe der wasserlöslichen Anilinfarben ist aber jetzt auch die Dintebereitung sehr viel bequemer geworden. Für schwarze Dinte löst man das sogenannte

Anilinschwarz oder auch Indulinschwarz in Wasser. Rote Dinte erhält man durch Lösen von Fuchsin, von noch schönerer Farbe liefert sie das Eosin (Eos die Morgenröte). Die so beliebte violette Dinte erhält man durch Auflösen von einem Teil Anilinviolett in 300 Teilen Wasser, Zusatz von etwas Gummilösung etc.

Die Kopiertinten unterscheiden sich von den gewöhnlichen Tinten nur dadurch, dass man ihnen reichlicher Gummi und auch Zucker zusetzt; dadurch bleibt beim Schreiben so viel von ihnen am Papier haften, dass in der Kopierpresse ein lesbarer Abdruck der Schrift hergestellt werden kann.

Wir wollen auch noch die sogenannten sympathetischen Dinten erwähnen, die allerdings mehr in Romanen als phantasieanregendes Mittel als in der Wirklichkeit eine Rolle spielen.

Schreibt man z. B. mit einer Lösung von Blutlauge auf Papier, so ist, weil diese nur ganz schwach gefärbt ist, nach dem Trockenwerden nichts von ihr zu bemerken, überfährt der Eingeweihte aber hernach den Bogen mit einem Pinsel, den er in verdünnte Eisenchloridlösung getaucht hat, so tritt die Schrift blau hervor, indem sich jetzt aus den beiden Ingredienzien Berlinerblau (siehe Seite 142) bildet. Auf diesem Wege kann man bei passender Auswahl der Flüssigkeiten, die beide an sich nicht oder kaum gefärbt sein dürfen, aber mit einander dunkle Niederschläge erzeugen, die Schrift in fast beliebigen Farben erscheinen lassen.

Die wahre sympathetische Dinte soll aber etwas noch Geheimnisvolleres haben. Während hier die Schrift, nachdem sie einmal entwickelt ist, dauernd bestehen bleibt, soll sie dort wieder verschwinden, sobald der Empfänger des Schriftstückes z. B. eines Briefes ihn gelesen hat.

Diese Dinte besteht für gewöhnlich aus einer Lösung von Kobaltchlorür oder von Kupferchlorid. Eine Lösung des ersteren ist kaum gefärbt und mit ihr hergestellte Schrift ist auf der weissen Unterlage nicht mehr wahrzunehmen. Erwärmt man aber so beschriebenes Papier,

so giebt die Verbindung Wasser, das sie bis dahin chemisch festgehalten hat, ab, und geht in das stark blau gefärbte wasserfreie Kobaltchlorür über, so dass jetzt die Schriftzüge leicht lesbar sind. Nach dem Abkühlen verschwinden sie bald wieder, indem das Salz aus der Feuchtigkeit der Luft von neuem so viel Wasser anzieht, dass wieder die farblose wasserhaltige Verbindung entsteht.

Schreibt man mit einer Kupferchloridlösung, die nur sehr schwach bläulich gefärbt ist, und erwärmt hernach das Papier, so treten die Schriftzeichen mit gelbbrauner Farbe hervor, um, aus dem eben kennen gelernten Grunde, auch hier beim Abkühlen wieder zu verschwinden.

Einer unauslöschlichen Dinte werden wir bei der Besprechung der Photographie begegnen.

Wir gehen nunmehr zum Papier über.

Nachdem in den ältesten Zeiten nur auf von der Natur gegebenen Gegenständen, wie Steinen, Hölzern, Häuten geschrieben worden war, erfanden die Ägypter sehr früh schon die Herstellung des Papiers aus der Papyrusstaude. Die Stengel dieser wurden in möglichst dünne und breite Blättchen geschnitten, die man nebeneinander legte. Eine zweite Lage wurde quer zur ersten hinübergelegt und das ganze kam unter eine Presse, unter der es zu einem Blatt zusammentrocknete. Hernach wurde dieses möglichst glatt gerieben, und diente sodann zum Schreiben. Ausser diesem Schreibmaterial hatten das Altertum und das frühe Mittelalter noch das Pergament (siehe Seite 137) zur Verfügung, bis im elften Jahrhundert schon das erfunden wurde, was wir heute als Papier bezeichnen.

Unser jetziges Papier besteht aus einer dünnen Schicht von stark verfilzten Fasern, welche dem Pflanzenreich entstammen, während die des Tierreiches sich für die Papierfabrikation nicht eignen.

Um Papier genügend billig herstellen zu können, hat man von jeher das geeignete Fasermaterial nicht direkt,

wie es die Pflanzen liefern, zu seiner Fabrikation gebraucht, sondern die von den Pflanzen gelieferten Fasern, nachdem sie als Leinen- und Baumwollzeuge infolge der Abnutzung unbrauchbar geworden waren, als Lumpen verwendet.

Alle derartigen Fasern bestehen aus Cellulose, welche kurze Fäserchen bildet, und den die Fäserchen zusammenklebenden — wie man sich ausdrückt sie inkrustierenden — Substanzen. Die reine Cellulose ist ein Kohlenhydrat (siehe Seite 65), sie besteht aus sechs Kohlenstoffatomen, zehn Wasserstoffatomen, fünf Sauerstoffatomen. Die Anzahl der Atome in ihr ist also die gleiche wie im Stärkemehl.

Ursprünglich war die Papierfabrikation folgende. Man liess nasse Lumpen zwei bis drei Tage faulen, worauf sich die die Cellulose inkrustierenden Substanzen so weit gelöst hatten, dass, wenn die so behandelten Lumpen nunmehr unter Zugabe von viel Wasser gestampft wurden, die Fäserchen der Cellulose als solche hervortraten. Hierauf wurde der so erhaltene Brei auf ein feines Sieb geschöpft, das der Arbeiter gleichzeitig hin und her schüttelte. Durch dessen Löcher lief der grösste Teil des Wassers ab, und es hinterblieb, indem sich die einzelnen Fäserchen der Cellulose ineinander geschoben hatten, eine dünne verfilzte Schicht auf ihm. Diese brachte ein zweiter Arbeiter sogleich auf ein dickes Filztuch und deckte sie auch mit einem solchen zu. Hatte er eine passende Anzahl von ihnen aufgestapelt, so kam das Ganze unter eine Presse, um möglichst viel Wasser zu entfernen. Zugleich wurde dadurch die Festigkeit der einzelnen Papierbogen erhöht. Hernach wurden sie aus den Filztüchern wieder herausgenommen und völlig getrocknet.

So erhaltenes Papier hat eine schwammige Beschaffenheit nach Art des Löschpapiers. Es kann als Druck- und Packpapier wohl dienen, aber man kann nicht auf ihm schreiben, weil die Fäserchen die Dinte aufsaugen und verteilen, wodurch ein Verlaufen der Schrift eintritt. Auch ist solches Papier trotz des Pressens sehr wenig haltbar.

Um ihm eine grössere Festigkeit zu erteilen und seine Kapillarität, also sein Aufsaugvermögen, aufzuheben,

wird es deshalb geleimt, wie der Ausdruck lautet, der den Vorgang nicht ganz richtig bezeichnet. Denn Leim einfach dem so wasserreichen Papierbrei zugesetzt, müsste ja im Wasser gelöst bleiben und mit diesem durch das Sieb laufen, und nur ein unbedeutender Rest könnte im schliesslichen Papier zur Wirkung kommen.

Setzt man ausser Leim dem Papierbrei aber noch Alaun zu, so ändert sich das. Wir haben schon sowohl in der Gerberei wie in der Färberei die Verwandtschaft der im Alaun enthaltenen Thonerde zur Faser kennen gelernt. Hier macht sich nun wieder das gleiche Verhältnis geltend. Die Faser hält Thonerde fest, und diese ihrerseits bindet den Leim.

Kommt also der Papierbrei, nachdem diese beiden Substanzen ihm zugesetzt sind, auf das Sieb, so läuft das Wasser nach wie vor ab, aber in den Fäserchen steckt der durch die Thonerde festgehaltene Leim, und trocknet man solches Papier, so verkleben diese miteinander. Jetzt kann man auf ihm auch schreiben, indem die Fasern ihre Kapillarität verloren haben, und die in ihm steckende wasserunlösliche Leimung macht es nun auch gegen das Nasswerden unempfindlicher.

Bei der Handpapierfabrikation verfuhr man wohl auch so, dass man erst ungeleimtes Papier herstellte, und dies hernach durch Lösungen, die Leim und Alaun enthielten, hindurchzog, worauf man es nochmals trocknete. Die Oberfläche des mit der Hand auf dem Siebe hergestellten Produktes kann nie sehr eben sein, und so muss alles Handpapier, um schön auszusehen, nachträglich geglättet werden. Zu dem Zweck presst man es entweder feucht zwischen glatten Flächen, oder man satiniert es, wie der Ausdruck dafür lautet, indem man es zwischen zwei aufs beste polierten Walzen hindurchgehen lässt, deren tadellos glatte Oberfläche sich dabei auf das Papier überträgt.

Allmählich ist es gelungen, die Handarbeit völlig durch Maschinen zu ersetzen, und während früher der einzelne Bogen nur so gross sein konnte, als das grösste Sieb, mit dem ein Arbeiter noch hantieren kann, liefern diese Maschinen das Papier von bedeutender Breite, und

ist man bei ihnen hinsichtlich der Länge überhaupt nicht beschränkt.

Um die Lumpen in Papierbrei zu verwandeln, stampft man sie heute nicht mehr nach kurzem Faulen, sondern, nachdem man durch Kochen mit einem starken Alkali, als welches Natronlauge (diese lernen wir bei Besprechung der Sodaindustrie noch näher kennen) dient, möglichst die inkrustierenden Substanzen gelöst hat, kommen sie in einen länglichen Trog, in dem sich eine mit Messern besetzte Walze dreht. In seinem Boden sind in passender Stellung zu diesen Messern, ebenfalls solche eingelassen. In einem derartigen als Holländer bezeichneten Apparat, in welchem die Walze durch mechanische Kraft gedreht wird, werden sie allmählich völlig zerkleinert, und mit dem Wasser zu einem Brei vermahlen.

Dieser wird alsdann mit Chlorkalk gebleicht und durch Antichlor (siehe Seite 139) jede schädigende Wirkung des Bleichmittels aufgehoben. Hierauf wird mit ihm die Leimung vorgenommen. Aber für die Herstellung des Maschinenpapiers kommt eigentlicher Leim gar nicht mehr zur Verwendung. Man verwandelt vielmehr geeignete Harze, wie Colophonium, durch Kochen mit Natronlauge in eine Seife (siehe weiterhin im Abschnitt Seife) und setzt diese sowie den Alaun dem Brei zu. Die Thonerde des Alauns wird auch hier wieder von der Cellulose festgehalten, und sie bindet die Harzbestandteile, die die Fasern im Papier zusammenkleben, und es für Schreibzwecke brauchbar machen.

Der nunmehr für die Papierbildung völlig fertiggestellte Brei läuft, da durch reichlichen Wasserzusatz für die notwendige Dünflüssigkeit gesorgt ist, auf ein sogenanntes endloses sich ununterbrochen vorwärts bewegendes Sieb aus feinem Messingdraht, das ein in sich zurückkehrendes Ganzes bildet, welches Walzen fortdauernd in Bewegung halten. Seine gleichzeitig schüttelnde Bewegung sorgt für die Verfilzung der Fäserchen, und etwaige in das Sieb eingewebte Zeichnungen kommen

hiernach als Wasserzeichen im fertigen Papier zum Vorschein. Der Papierbrei, der auf dem Sieb den grössten Teil seines Wassers bereits hat ablaufen lassen, wird sodann von einem Filztuch gepackt, das ihn mitnimmt. Sehr bald kommt ein zweites Filztuch heran, und zwischen diesen beiden wird er durch ein Walzenpaar gepresst und möglichst entwässert. Von den Walzen wandert er auf einen polierten geheizten Cylinder, auf dem er, während er trocknet, zugleich eine völlig glatte Oberfläche erhält. Ein zweiter Cylinder, über den er kommt, sorgt dafür, dass auch die Gegenseite ein ebenso schönes Aussehen annimmt. Und das jetzt fertige Papier wickelt die Maschine in Rollenform auf.

Der ungeheure Bedarf an Papier ist mit Hilfe von Lumpen schon lange nicht mehr recht zu decken gewesen. In unserer Zeit wäre das namentlich in Rücksicht auf die vielen Zeitungen undenkbar, indem der einzelne Mensch doch bei weitem nicht so viel an leinenen oder baumwollenen Abfällen liefert, als der Verbrauch an Cellulose auf seinen Kopf, sei es für Schreib-, sei es für Zeitungspapier, beträgt. Daraus erklärt es sich, dass im vorigen Jahrhundert in manchen Ländern, z. B. in Preussen, geradezu Ausfuhrzölle auf Lumpen erhoben wurden, um den inländischen Papierfabriken die Versorgung mit ihnen zu erleichtern.

Aber eine solche Massregel trägt doch zu ihrer Vermehrung an sich nichts bei. So begann man infolge der fortwährend wachsenden Schwierigkeit sie in genügender Menge zu beschaffen, eifrig nach einem passenden Ersatz für sie in der Papierindustrie zu suchen. Und darin hat denn unsere Zeit unter Ausnutzung der vermehrten chemischen Kenntnisse solche Fortschritte gemacht, dass es heute viele Papierfabriken giebt, in die Lumpen überhaupt nicht mehr kommen. Wenn, wie in früheren Zeiten, auch teilweise jetzt noch das Publikum Papieren, die nicht aus Lumpen hergestellt sind, abgeneigt ist, weil sie ehemals wirklich sehr schlecht waren, so ist heute die Cellulosebereitung, namentlich aus Holz, wie wir sehen werden,

so weit ausgebildet, dass sie nicht mehr, wie damals, wo diese Industrie noch in ihren Kinderschuhen steckte, ein Surrogat sondern einen wirklichen Ersatz für Lumpen liefert.

Die Überlegung lehrt, dass so gut wie z. B. die Leinpflanze, die doch das Rohmaterial für die leinenen Lumpen und damit für das Papier ist, Cellulose in ihrem Stengel enthält, sich diese auch in der Unzahl anderer Pflanzen finden wird. Aber auch hier gilt, was wir schon bei dem Stärkemehl (siehe Seite 62) erfuhren, wenn auch die chemische Zusammensetzung der in den Pflanzen vorkommenden Cellulosen die gleiche ist, die physikalischen Eigenschaften können sehr verschieden sein. So giebt Stroh, passend zerkocht, eine brauchbare Cellulose, und sehr geeignet erwies sich z. B. die Cellulose, die das Alfagras liefert, eine Pflanzenart, die in Nordafrika speziell Algier in grössten Mengen wild wächst. Die beiden genannten Rohmaterialien liefern allerdings bei weitem keinen so guten Stoff für die Papierfabrikation wie die leinenen Lumpen.

Weiter muss man sich doch sagen, dass schliesslich jede gross gewordene Pflanze, also jeder Baum respektive jedes Holz Cellulose enthalten muss, und mit der Verarbeitung von Hölzern zu Papier hat man also nicht mehr zu übertreffende Resultate erzielt.

Zufällig sind gerade die Versuche zur Holzverwertung als Lumpenersatz die ältesten. Im Jahre 1846 ist zuerst sogenannter Holzschliff, und zwar in Süddeutschland erzeugt worden. Das Verfahren ist sehr einfach, die betreffenden Hölzer werden gegen einen nassen Mühlstein gehalten, der sie zermahlt.

Der so erhaltene Brei hat natürlich kaum eine faserige Struktur, seine Verfilzungsfähigkeit ist sehr gering. Dabei steckt er voll von den Harzen der betreffenden Bäume, die sein Bleichen erschweren ja unmöglich machen können. So kann man ihn denn nur mit Lumpen zusammen verarbeiten, indem die längeren Fasern, die diese liefern, dem Papier, dessen Masse er vermehren hilft, die nötige Halt-

barkeit geben müssen. Er ist also mehr ein Füllstoff als ein Ersatz der Hadern.

Hinsichtlich solcher Füllstoffe ist man übrigens noch viel weiter gegangen. Man hat dem Papierbrei geradezu Gips und ähnliche weisse Materialien zugesetzt, die an sich gar keine Verfilzbarkeit besitzen, sondern nur zwischen den zusammengeklebten Fasern des Papiers als die Masse vermehrendes, aber zugleich ihre Festigkeit beeinträchtigendes Material, liegen.

Neben dem rein mechanischen Zermahlen des Holzes, hatte man sich alsbald dem schon erwähnten Stroh zugewandt, und dessen Gefüge durch Kochen mit einem Alkali so zu lockern gelernt, dass es hierauf, nachdem es mit Wasser gut ausgewaschen war, sich im Holländer mit dem Papierbrei vermahlen liess. Als Alkali diente das für derartige Zwecke billigste, das ist die Natronlauge (siehe im Vortrag IX).

Der so erhaltene Stoff ist mit Chlorkalk bleichbar, und kann in reichlicher Menge der eigentlichen Cellulose bei der Papierfabrikation zugesetzt werden.

In der gleichen Weise wird aus dem obengenannten Alfagras der Alfastoff hergestellt.

Während das Zerkochen von Stroh oder Alfagras und ähnlichem unter Verwendung geeigneter Chemikalien wenig Mühe macht, liegen die Verhältnisse nun beim Holz, wenn man es durch Zerkochen statt durch Schleifen für die Papierfabrikation brauchbar machen will, viel schwieriger, da man es mit einer so sehr viel festeren Masse zu thun hat. Zunächst bildete sich als passendste Methode für diesen Zweck das Natroncelluloseverfahren aus.

Dies besteht darin, das Holz — und man verwendet hauptsächlich Tannen und Fichten — mit Natronlauge unter sehr starkem Druck zu kochen. Die Kessel liegen nach Art der Dampfkessel direkt im Feuer. Das in zum Stamm senkrecht stehende Scheiben zerschnittene Rohmaterial wird in Drahtkörben in sie eingesetzt und sodann die Lauge einfliessen gelassen. Man muss hierauf bis auf etwa zehn Atmosphären Überdruck gehen, um ein ge-

nügendes Aufschliessen des Holzes zu erreichen, und um diesen Druck zu ertragen, werden die Bleche, aus denen diese Kessel zusammengesetzt werden, nicht wie bei Dampfkesseln mit einer Reihe sondern mit einer dreifachen Reihe von Nieten aneinander befestigt.

Die aus dem Kocher kommenden Holzscheiben sehen dunkelbraun aus. Alle die Cellulose im Holz einhüllende und zusammenklebenden Stoffe sind nunmehr wasserlöslich, und bringt man die Scheiben jetzt in viel Wasser und zerstampft sie ein wenig, oder benutzt sonst eine entsprechende Vorrichtung, so bleibt nur die Cellulose zurück, während die sie ehemals inkrustierenden Substanzen vom Wasser gelöst und weggeführt werden. Die so erhaltene ziemlich langfaserige Cellulose, welche den Namen Natroncellulose führt, lässt sich sehr gut bleichen, ist als solche Handelsware, und wird im Verein mit anderem Material auf Papier verarbeitet.

Gegen diese Fabrikation ist dann als mächtige Konkurrenz die sogenannte Sulfitcellulose seit dem Jahre 1884 aufgetreten, die ihr allmählich den Boden abgräbt.

Es ist ja von vornherein ganz gut denkbar, dass ausser der Natronlauge noch andere Mittel geben würden, die im Stande sind, ohne die Cellulose zu sehr anzugreifen, die sie im Holze inkrustierenden Substanzen aufzulösen. Im Laufe der Zeit sind sie denn auch zahlreich bekannt geworden, bewährt hat sich für die Praxis aber von ihnen allen nur der saure schweflige Kalk (siehe weiterhin).

Im Anschluss daran, dass in der Chemie die Salze der schwefligen Säure als Sulfiten bezeichnet werden, hat jene neue Art von Cellulose zur Unterscheidung von der Natroncellulose ihren schon erwähnten Namen Sulfitcellulose erhalten.

Das Verfahren der Sulfitcellulosefabrikation hat ein deutscher Erfinder zuerst praktisch verwertbar gemacht, aber Versuche in dieser Richtung, die absolut zu nichts geführt haben, haben schon andere vor ihm angestellt. Ja es giebt ein englisches Patent aus dem Jahre 1866, in dem das ganze Verfahren ungefähr angegeben ist, aber

eben nur ungefähr, und nie ist ein Kilo nach jenem Patent gewonnener Cellulose im Handel gewesen.

Nun darf in Deutschland nichts zum Patent angemeldet werden, das bereits von anderen in gleicher oder sehr ähnlicher Weise irgendwo in der Welt beschrieben worden ist, wenn nicht 50 Jahre seit der letzten öffentlichen Mitteilung verflossen sind. Infolgedessen lagen hier die Verhältnisse zur Erlangung eines Patentes für den Erfinder sehr ungünstig. Wir wissen von der Gerberei her, dass fast alle Hölzer Gerbstoffe enthalten, und so müssen die Gerbstoffe, wenn Holz auf Cellulose gekocht wird, wobei also alle Nichtcellulose gelöst wird, ebenfalls in Lösung gehen. Folglich müssen sie, vorausgesetzt, dass sie den betreffenden Kochprozess überhaupt vertragen, sich schliesslich in der wässrigen Flüssigkeit finden. Und so wurde das Patent — dessen eigentlicher Zweck also die Gewinnung der Sulfitcellulose war — in der Art angemeldet, dass durch Kochen von Holz mit saurem schwefligsaurem Kalk eine Lauge erhalten werde, welche als Gerbmaterial dienen soll, während nebenbei Cellulose entstehe.

Doch jetzt zuerst, was ist saurer schwefligsaurer Kalk?

Wenn man Schwefel anzündet, so wissen wir alle, verbrennt er mit ausserordentlich heftigem Geruch, indem er gleichzeitig verschwindet, und ganz wie Kohle beim Brennen scheinbar verschwindet, indem sie sich mit dem Sauerstoff der Luft zu Kohlensäure also einem Gas vereinigt, vereinigt sich der Schwefel hierbei mit dem Sauerstoff zu schwefliger Säure, welche ebenfalls ein farbloses Gas ist. Säuren verbinden sich wie wir wissen mit Basen zu Salzen (siehe Seite 47), und leiten wir daher die aus einem Ofen mit brennendem Schwefel aufsteigenden Gase in einen Schornstein, der aber nicht, wie die gebräuchlichen Schornsteine leer, sondern mit feucht gehaltenen Kalksteinen gefüllt ist, so wird die schweflige Säure nicht aus dem Schornstein entweichen und in die Luft gehen, sondern sich mit dem Kalk als Base zu einem Salz, zu schwefligsaurem Kalk vereinigen.

Da am Fusse des Schornsteins natürlich reichlich schwefligsaures Gas vorhanden ist, so wird dieses Gas, weil es sehr wasserlöslich ist, sich in dem Wasser, das langsam über den Kalkstein herunterrieselt, lösen, und in dieser sauren Flüssigkeit löst sich wieder der schwefligsaure Kalk als sogenannter saurer schwefligsaure Kalk auf.

Die Darstellung der Lösung des sauren schwefligsauren Kalks vermittelt mit Kalkstein gefüllter Türme, so wurde die Vorrichtung benannt, ward ebenfalls patentiert, weil bis dahin niemand ihn, den die Chemie seit langen Zeiten kennt, auf diesem Wege gewonnen hatte, diese Methode seiner Herstellung also neu war. Der saure schwefligsaure Kalk sammelt sich bei diesem Verfahren schliesslich als wässrige Lösung am Fusse des Thurmes, in welcher von der Seite her das aus dem Ofen, in welchem Schwefel brennt, abziehende schwefligsaure Gas eintritt.

Die Lösung des sauren schwefligsauren Kalks greift ihrerseits die meisten Metalle auf das energischste an. Das widerstandsfähigste Metall in chemischer Hinsicht, das überhaupt in der für industrielle Zwecke nötigen Menge hinreichend billig zu beschaffen ist, ist nun das Blei, und Gefässe aus Blei oder solche die verbleit sind finden deshalb in der chemischen Grossindustrie zahlreiche Verwendung.

Zum Verarbeiten des Holzes auf Cellulose mittels unserer sauren Sulfitlauge, muss das Holz mit ihr unter Druck gekocht werden, aber aus Blei kann man keinen Kessel, die Druck aushalten sollen, welche wir für gewöhnlich als Dampfkessel bezeichnen, fabrizieren, dazu ist dieses Metall viel zu weich. Daher war eine Herstellung von Gefässen, in denen der Prozess dieser Cellulosegewinnung im grossen ausführbar sein sollte, eine recht schwierige Aufgabe.

Schliesslich wurde so gearbeitet. Ein in gebräuchlicher Art aus Kesselblechen hergestellter Dampfkessel ward von innen mit einem Harz ausgekleidet, auf welchen Platten von Blei kamen. Diese wurden ihrerseits mit

säurefesten Steinen überdeckt, und zwar in zwei Lagen, wobei die Fugen der Steine zwischen der unteren und oberen Lage um die Hälfte gegeneinander verschoben waren. Erst dieser Schutzmantel sicherte den äusseren eisernen Kessel vor dem Zerfressenwerden. Heute lässt man allerdings das Blei weg, indem die Steine allein, wenn sie mit einem passenden Cement verbunden werden, genügend schützen sollen.

Zur Heizung des Kessels dienten mehrere Systeme von Bleiröhren, die in ihm lagen, durch welche der in einem anderen Kessel entwickelte Dampf geleitet wurde. Die grössere Anzahl Systeme war nötig, weil leicht das eine oder das andere Bleirohr riss, indem wie erwähnt Blei Druck nur sehr schlecht verträgt. Auch dies wurde besser, nachdem man statt der reinen Bleiröhren eiserne mit Blei umgebene Rohre in Anwendung brachte. Doch jetzt sollen die Bleirohrfabrikanten, durch das Bedürfnis zu ihrer Herstellung veranlasst, auch schon solche liefern, die ohne Eisenauskleidung genügend haltbar sind.

Wenn man nun bedenkt, wie viel Raum im Kessel die beschriebenen Schutzvorrichtungen wegnehmen, und wenn wir ausserdem erfahren, dass eine Kochung zur Herstellung der Sulfitcellulose anfangs 72 Stunden erforderte, so folgt daraus, dass die Kessel, wenn die Menge der fertiggestellten Cellulose eine irgendwie erwähnenswerte sein soll, sehr gross sein müssen, und so sind sie denn wirklich in diesen Fabriken teilweise so geräumig, dass man mit Wagen und Pferd in sie hineinfahren könnte.

Das mit dem sauren schwefligsauren Kalk gekochte Holz verlässt, im Gegensatz zu den durch die Kochung mit Natronlauge dunkelbraun gewordenen Scheiben (siehe Seite 164) den Kessel in hellerem Zustande als es in ihn hineingebracht wurde. Wir wissen ja, dass schweflige Säure geradezu ein Bleichmittel (siehe Seite 140) ist, und es hält auch nicht schwer die auf diesem Wege erhaltene Cellulose hernach völlig zu bleichen.

Weisstannen, die nach dem Verfahren verarbeitet werden, liefern das allerbeste Produkt. Die nördliche

Grenze für das Vorkommen dieser Tanne bildet aber bereits der Main, und da sich für den Prozess am besten etwa fünfzehnjährige Hölzer eignen, ist in Süddeutschland und der Schweiz der Bedarf an Hölzern in diesem Alter sehr gestiegen, und haben die Forstverwaltungen jetzt mit ihm zu rechnen. Weiter nordwärts verarbeitet man Fichten, die speziell in Norddeutschland und Norwegen viel zu Sulfitcellulose zerkoht werden.

Bald begann nun die Sulfitcellulose der Natroncellulose sehr ernste Konkurrenz zu machen, und die Natroncellulosefabrikanten suchten vor allen Dingen das Patent umzustossen, indem sie auf die Anmeldung desselben in einer nicht richtigen Form — bis auf den heutigen Tag ist kein aus der Sulfitlauge hergestelltes Gerbmateriale (siehe Seite 165) käuflich zu haben — und auf jenes ältere englische Patent hinwiesen. Daraufhin wurde schliesslich das deutsche Patent für nichtig erklärt, bis auf die Darstellung des sauren schwefligsauren Kalks in Türmen, die patentrechtlich geschützt blieb, da sie von niemandem vorher in der Art beschrieben worden war.

So blieben denn die Sulfitcellulosefabriken trotzdem vom Erfinder abhängig, indem sie ohne die Türme keine Lauge für ihre Kochungen bereiten konnten. Auch dieses änderte sich allerdings später, indem man sie nach anderen Verfahren bequemer und billiger herstellen lernte.

Jetzt sind alle Streitigkeiten um dieses Patent, die in der Mitte der achtziger Jahre für die beteiligten Kreise von höchstem Interesse waren, bereits hinfällig geworden. Patente bleiben bei uns nämlich nur 15 Jahre in Kraft, und da dieses im Jahre 1878 angemeldet war, erlosches 1893.

Die Sulfitcellulose verdrängt die Natroncellulose immer mehr, und ein grosser Teil der ehemals nach dem letzteren Verfahren Cellulose herstellenden Fabriken, ist bereits für die Herstellung ersterer umgebaut. Sie ist nicht nur in der Qualität der Natroncellulose überlegen,

ndern sie beginnt geradezu auch das ehemalige Rohmaterial also die Lumpen aus der Papierfabrikation zu verdrängen. Daher fangen leinene und baumwollene Lumpen an kaum mehr gebraucht zu werden und sind alljährlich schwerer zu verkaufen.

Zum Schluss wollen wir hinsichtlich der Vorzüglichkeit der mittelst des Sulfitverfahrens gewinnbaren Cellulose Folgendes erwähnen. Es sind Bestrebungen im Gange, durch besonders vorsichtiges Arbeiten, das schon beim Zerschneiden der Hölzer beginnt, mittelst dieses Verfahrens eine so langfaserige Cellulose zu erzeugen, das sie sogar mit Baumwolle zusammen versponnen werden kann, also als teilweiser Ersatz für diese zu dienen vermag. Ob diese Versuche, an denen seit vielen Jahren gearbeitet wird, je von Erfolg gekrönt sein werden, ist natürlich nicht zu entscheiden, aber sie geben eine Vorstellung von den Hoffnungen, die einzelne an die Sulfitcellulose knüpfen.

IX. Vortrag.

Pottasche. Soda nach LEBLANC. Schwefelsäure. Glauber~~s~~salz. Salpetersäure. Chlorkalk. Braunsteinwiedergewinnung. Krys~~t~~all-soda. Schwefelregenerierung. Ammoniak-soda. Künstliche Pottasche. Melassenasche. Wollschweissasche. — Seife. Ätzkali. Ätznatron. Schmierseife. Gefüllte Seife. Harztalgseife. Weiches und hartes Wasser. Pflaster.

Die Herstellung der Seifen, zu denen wir jetzt kommen, erfolgt durch Einwirkung von in Wasser gelösten „ätzenden Alkalien“ auf die Fette. Also müssen wir, bevor wir die Seifen besprechen können, erst näheres über die ätzenden Alkalien mitteilen. Ihre Gewinnung ist aber wiederum untrennbar mit der der kohlen-sauren Alkalien verbunden, und kann sie daher nur im Zusammenhang mit diesen klar gemacht werden.

Von „ätzenden Alkalien“ war in älterer Zeit nur der gebrannte Kalk der Welt zugänglich. Das Brennen oder genauer bezeichnet das Ausglühen des Kalksteins ist eine uralte geübte Praxis. Der gebrannte Kalk diente von jeher zur Herstellung des Mörtels, worauf wir später zurückkommen. Wird Kalkstein, welcher in der Natur sich massenhaft findet, — seine reinsten Varietäten nennen wir Marmor oder Alabaster — in einem Ofen stark erhitzt, so ist der nach diesem Glühen bleibende Rückstand ganz verschieden von dem in den Ofen gegebenen Stein. Jener ist ein vorzügliches Baumaterial, weil er Witterungseinflüssen kaum zugänglich ist. Der gebrannte Stein dagegen zerfällt, sobald Wasser an ihn kommt, völlig, löst sich mit dem Wasser, wie man sagt, und dabei entwickelt sich solche Wärme, dass Wasserdampf massenhaft aufsteigt.

Der so erhaltene gelöschte Kalk hat sehr stark ätzende und zerstörend wirkende Eigenschaften, und wird der genannte Kalkstein daher auch geradezu Ätzkalk genannt. Weil er sich mit Säuren zu Salzen vereinigt, es sei hier den phosphorsauren Kalk als Düngemittel erinnert, ist chemisch eine Base oder ein Alkali (siehe Seite 46).

Wenn er sich auch mit Wasser zu einem Brei löschet, indem er sich mit einem Teil des auf ihn gegossenen Wassers chemisch verbindet, so ist er doch im Wasser unauflöslich. Mit seiner Hilfe verstanden aber die Seifenmacher schon im Mittelalter in Wasser leicht lösliches Ätzkali für ihre Zwecke zu bereiten. Es führt von jeher die Namen Ätzkali, und wurde und wird dies Ätzkali aus der Pottasche hergestellt. Auf die hierzu übliche Methode wollen wir zurückkommen, wenn wir uns klar gemacht haben, was Pottasche ist. Und diese ist folgendes:

Wir wissen, dass alle Landpflanzen zu ihrer Existenz Kalisalze brauchen (siehe Seite 35), daher enthält alles Holz Kalisalze, und verbrennt man es, so finden sie sich in seiner Asche. In ihr sind sie zumeist als kohlenstoffsaures Kali, ein im Wasser leicht lösliches Salz, vorhanden. Nimmt man also schliesslich die Asche in Töpfen aus, so erhält man die Kalisalze in Lösung, und dampft man die Lösung ab, so hinterbleibt als Rückstand die Topf- oder Pottasche, deren Name dem Niederdeutschen entstammt.

Pottasche wurde nun viel gebraucht. Sie fand eine bedeutende Verwendung in der Seifenfabrikation. Auch die Glasfabrikation hatte sie höchst nötig, wie wir sehen werden, ebenso die Färberei etc. Mit der Abnahme der Wälder und der damit abnehmenden Erzeugung von Holzasche musste auch sie rarer werden, und dieser Mangel machte sich zuerst ganz ernstlich in Frankreich geltend, wo deshalb die Pariser Akademie bereits 1775 einen Preis von 2500 Livres nicht für die Herstellung künstlicher Pottasche, sondern — für die beste Methode zur Umwandlung von Kochsalz in Soda ausschrieb, weil diese letztere in den meisten Fällen als Ersatz der Pottasche dienen kann.

Damit verhält es sich nämlich so. Pottasche ~~is~~ kohlen-saures Kali, wie wir soeben erfahren haben, Soda, das wusste man damals schon, ist kohlen-saures Natron. Für Kali kannte man zur Zeit des Preisausschreibens kein weiteres Vorkommen auf Erden als eben die Pottasche. Die Stassfurter Kalisalze (siehe Seite 43) sind ja erst in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts aufgefunden worden. Also fehlte damals die Möglichkeit Pottasche künstlich aus anderen Kaliverbindungen zu bereiten.

Für Soda als solche gab es der Zeit auch nur eine und zwar recht ungenügende Quelle, das waren die Aschen verbrannter Seepflanzen, welche hauptsächlich in Nordspanien hergestellt wurden und Barilla hiessen. Denn die Seepflanzen enthalten an Stelle der Kalisalze zumeist Natronsalze, so dass ihre Asche, wenn man sie auskocht, nicht kohlen-saures Kali (Pottasche), sondern kohlen-saures Natron (Soda) liefert. Die Barilla war häufig ausserordentlich schlecht, kamen doch Aschen vor, die nur fünf Prozent Soda enthielten, alles übrige war Verunreinigung. Und trotzdem wurden sie industriell verwendet, so gross war der Bedarf an oder, wie wir in diesem Falle wohl sagen können, der Heiss-hunger nach derartigen Stoffen. Also Soda ist wie öfters erwähnt kohlen-saures Natron, und für Natriumverbindungen giebt es einen ganz unerschöpflichen Vorrat in der Welt, nämlich das Kochsalz, welches aus Chlor und Natrium besteht.

So schrieb man denn jener Zeit, da aus dem angegebenen Grunde künstliche Pottasche herzustellen nicht möglich war, einen Preis für künstlich aus Kochsalz zu gewinnende Soda aus.

Einen Begriff von ihrem Werte mögen folgende Zahlen geben. 1814 kosteten 1000 Kilo Krystallsoda noch 1200 Mark. 1824 600 und vor einigen Jahren hat man sie schon zu 60 Mark ab Fabrik kaufen können. Die einstigen Preise liessen also einen sehr grossen Gewinn bei künstlicher Herstellung der Soda erhoffen.

Die Aufgabe gelöst hat, nachdem viele Leute vergänglich darüber gearbeitet hatten, LEBLANC, der im Jahre

1791 ein Patent auf sein Verfahren erhielt, das bis heute benutzt wird.

Seine Methode erscheint ausserordentlich kompliziert. Sie erfordert nach den verschiedensten Richtungen hin nicht nur chemische Kenntnisse, um sie überhaupt ausführen zu können, sondern verlangte auch, hinsichtlich der Übertragung der im Laboratorium gefundenen Verbesserungen und sich allmählich ergebenden zahlreichen Nebenfabrikationen in die Praxis, die grösste Intelligenz in technischer Beziehung. Sie ist daher nicht nur die Grundlage, das wäre zu wenig gesagt, sondern geradezu die Lehrmeisterin für die Leistungen der jetzigen chemischen Grossindustrie geworden ist.¹⁾

Das LEBLANCSche Verfahren besteht nun in folgendem. Kochsalz, also Chlornatrium, wird durch Erhitzen mit Schwefelsäure in schwefelsaures Natron übergeführt, und dieses wird sodann mit Kohle und Kreide, das ist kohlen-saurer Kalk, zusammengeschmolzen. Laugt man die erhaltene Schmelze mit Wasser aus, so nimmt das Wasser aus ihr Soda auf, die nach dem Eindampfen der Flüssigkeit auskrystallisiert, und die Krystallsoda des Handels repräsentiert. Um also aus Kochsalz Soda zu gewinnen, muss es erst in schwefelsaures Natron verwandelt werden. Dieses heisst im gewöhnlichen Leben Glaubersalz von

1) Anmerkung: Diejenigen, die die Durchführung der oft fabelhaft komplizierten Prozesse in der Fabrikpraxis zuerst ermöglichten, nach denen jetzt in chemischen Fabriken die Anilinarbstoffe oder die künstlichen Fiebermittel wie das Antipyrin, und die künstlichen Wohlgerüche wie das Vanillin, oder der Geruch der Veilchen hergestellt werden, waren zum Teil aus der Sodaindustrie hervorgegangen, zum Teil stützten sie sich auf die Erfahrungen dieser. Die Fortschritte der genannten, der neuesten Zeit angehörigen Industrien, haben dann allerdings alles bis dahin vorhandene weiter hinter sich gelassen, als selbst die mit einer sehr kühnen Phantasie Begabten vorausszusehen vermocht haben werden, und Deutschland übertrifft auf diesem schwierigsten Gebiete der gesammten chemischen Industrie alle Länder der Welt, wofür wir die Gründe im zwölften Vortrage auseinanderzusetzen ersuchen werden.

seinem Entdecker GLAUBER her, der es um 1645 zuerst darstellte. Hierzu bedarf es natürlich einer eigenen Fabrik für Schwefelsäure, und die Herstellung dieser Säure ist denn auch in den Sodafabriken zugleich mit ausgebildet worden.

Verbrennt man Schwefel, so liefert er schweflige Säure in Gasform, wie wir wissen (siehe Seite 165). Damit die schweflige Säure in Schwefelsäure übergeht, muss sie noch ein Atom Sauerstoff aufnehmen.

Schweflige Säure + Sauerstoff aus der Luft = Schwefelsäure.

Dies vermag sie nicht direkt aus der Luft aufzunehmen, wohl aber addiert sie Sauerstoff in Gegenwart von Salpetersäure, und zwar, wie die Erfahrung gelehrt hat, am besten in grossen Kammern, die, um der Säure widerstehen zu können, ganz aus Blei (siehe Seite 166) erbaut sein müssen. Die Salpetersäure oxydiert in diesen Räumen die schweflige Säure zu Schwefelsäure, verliert also ihrerseits Sauerstoff. Indem man aber gleichzeitig durch die Kammern Luft und Wasserdampf leitet, gehen die aus der Salpetersäure entstehenden Produkte immer wieder von neuem in Salpetersäure über, wodurch ein eigentlicher Verbrauch an ihr — abgesehen vom Fabrikationsverlust — nicht stattfindet, indem sie nur den Überträger des Luft-sauerstoffs auf die schweflige Säure bildet. Die entstehende Schwefelsäure sammelt sich auf dem Boden der Kammer als Flüssigkeit an.

Immerhin erfordert die Sodafabrikation, wie hieraus hervorgeht, auch eine Fabrik für Salpetersäure. Salpetersäure nennt man im gewöhnlichen Leben Scheidewasser. Der Name stammt daher, dass sie wohl Silber aber nicht Gold löst, deshalb zum Scheiden dieser beiden Metalle dienen kann. Man erhält sie durch Einwirkung von Schwefelsäure auf Salpeter, und zwar nimmt man der Billigkeit halber natürlich den Natronsalpeter (Chilipeter, siehe Seite 48). Es bilden sich, bei der Einwirkung dieser beiden Ingredienzien aufeinander, Salpetersäure und schwefelsaures Natron (und zwar letzteres

Form von saurem schwefelsaurem Natron aus Gründen, die eine Auseinandersetzung uns hier zu weit führen würde).

Die Schwefelsäure wurde ursprünglich in den Sodafabriken in der angegebenen Art aus Schwefel hergestellt, das änderte sich im Jahre 1838. Schwefel giebt in grossen Mengen als solchen, soweit europäische Verhältnisse in Betracht kommen, nur in Sizilien, und im Jahre erklärte der damalige König von Neapel ihm ein Monopol, welches einem Marseiller Hause verlehnt wurde. Dieses erhöhte den Preis sofort von 100 Mark auf 280 Mark für die Tonne, d. h. für 1000 Kilo. Die englischen Schwefelsäurefabriken, und damals gab es die fast nur in England, beschwerten sich darüber bei der Regierung, und eine Art von Schwefelkrieg drohte auszubrechen, worauf das Monopol wieder rückgängig geht wurde.

Aber die Not hatte inzwischen erfinderisch gemacht. Man kann auch freier Schwefel in Europa nicht viel sonst zu finden ist, so giebt es doch überall in der Welt ungeheure Mengen von Schwefelverbindungen, namentlich Schwefeleisen, wovon letztere die Mineralogen Pyrit nennen.

Solcher Pyrit kann auch in Öfen angezündet werden, er liefert sein Schwefelgehalt, der etwa 48 Prozent beträgt, schweflige Säure, sein Eisen verbrennt zu Eisenoxid. Dieses wird jetzt auf Eisen weiter verarbeitet. Auch giebt es kupferhaltige Pyrite, die meist aus Spanien kommen, und solche benutzen die Schwefelsäurefabriken mit Vorliebe, weil die nachherige Extraktion des Kupfers aus den Pyritabbränden recht lohnend ist. Da haben wir also einige Nebenfabrikationen der Sodaindustrie.

Die Schwefelsäure gehört zu den im grössten Maasse dargelegten industriellen Erzeugnissen. Wir brauchen nur zu bedenken, welche grossen Mengen von ihr, abgesehen von der Sodaindustrie, allein jährlich zum Aufessen der Phosphorite, um diese in für die Landwirtschaft verwertbaren Dünger zu verwandeln, verbraucht

werden, und welches Quantum für die Herstellung des zu gleichem Zweck Verwendung findenden schwefelsauren Ammoniaks nötig ist (siehe Seite 47). Das Deutsche Reich produzierte an ihr im Jahre 1891 627 392 Tonnen à 1000 Kilo, also täglich etwa 175 Eisenbahnwaggonladungen. Der Wert dieser Produktion war cirka 15 Millionen Mark, davon 138910 Tonnen aus deutschen Pyriten, 359480 Tonnen aus spanischen Pyriten etc. und die Produktion ist seitdem sehr gestiegen.

Lässt man Schwefelsäure auf Kochsalz also Chlornatrium einwirken, so bilden sich das für die Sodafabrikation nach Leblanc erforderliche schwefelsaure Natron und zugleich Salzsäure.

Kochsalz + Schwefelsäure = Schwefelsaures Natron + Salzsäure.

Salzsäure ist ein Gas wie die schweflige Säure oder wie das Ammoniak, und wie diese beiden ist auch sie im Wasser sehr löslich. Die Salzsäure des Handels, das ist ihre wässrige Lösung, enthält etwa 33 Prozent von ihr. Sie ist bekanntlich eine an der Luft schwach rauchende Flüssigkeit, und diese Eigenschaft hat sie daher, dass aus ihr abduftendes salzsaures Gas mit der Feuchtigkeit der Luft Nebel bildet.

Dies salzsaure Gas war für die beginnende Sodafabrikation eine geradezu furchtbare Zugabe. Irgend eine Art der Verwertung desselben kannte man nicht, und so liess man es aus dem Kamin mit den Feuergasen entweichen. Da es aber alle Vegetation in der Umgegend der Fabriken zerstörte, gab dieses zu den schwersten Klagen Veranlassung. Infolge einer solchen Anlage in einer Brüssler Vorstadt wurden sogar die Instrumente aller in ihr wohnenden Handwerker stets in kürzester Zeit stumpf. Deshalb baute z. B. eine Fabrik, um es zu entfernen, einen Kamin von 150 Meter Höhe, also etwa der doppelten Höhe eines gewöhnlichen Kirchturmes, aber statt dass das Gas sich mit der Luft dort oben gemischt hätte, fiel es namentlich bei feuchtem Wetter in schweren Wolken aus der Höhe

herunter.¹⁾ Um die steten Klagen los zu sein, wurden einige Fabriken sogar auf die kleinen Inseln im englischen Kanal verlegt. Das geschah alles, obgleich man sehr wohl wusste, wie leicht die Salzsäure sich in Wasser löst, doch hatte es keinen Zweck sich des Gases in dieser Weise zu entledigen, denn wo sollte man mit der wässerigen Salzsäure, die man auf diese Art erhielt, hin, da man sie nicht in die Flüsse laufen lassen durfte, weil sie die Fische tötete.

Und so blieb das salzsaure Gas eine wahre Plage für die Fabrikanten, bis allmählich die Verhältnisse geradezu

1) Es sei hier nebenbei bemerkt, dass die Vorwürfe, welche man den Sodafabriken wegen der vielen Salzsäure, die sie in die Luft liessen, seiner Zeit machte, in gewissem Masse schliesslich auf jede reichlich Kohle verbrauchende Industrie wegen der Menge von schwefliger Säure, die sie in die Luft jagt, zutreffen. In der Beziehung wird auch die so viel erstrebte Rauchverbrennung nichts ändern.

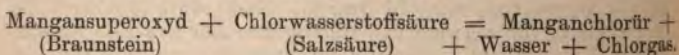
Wir wissen ja, dass alle Steinkohle Schwefel enthält, von dem ein wenig sogar mit dem Leuchtgas (siehe Seite 30) in die Wohnungen gelangt. Die mit den Verbrennungsprodukten der Steinkohlen infolge ihres Gehalts an Schwefel aus den Schornsteinen in die Luft gelangende schweflige Säure wird man natürlich durch das Verbrennen der Russteilchen nicht los, und was von ihr in die Luft gelangt, geht dort ziemlich rasch in Schwefelsäure über.

Ämtliche Untersuchungen haben z. B. ergeben, dass in London in einer Million Kubikmeter Luft 1670 Gramm Schwefelsäure vorhanden sind, ja in Manchester stieg die Zahl auf 2518, und in der Nähe von Schwefelsäurefabriken auf 2668 Gramm. Auf dem Lande dagegen enthielt sie nur 474 Gramm. Hier rührt die Schwefelsäure zumeist von verwesenden organischen Körpern also eiweisshaltigen Körpern her, indem die Eiweissstoffe doch Schwefel enthalten (siehe Seite 57). Rechnen wir die Londoner Zahl auf die Grösse eines Zimmers von 6 Meter Länge, 5 Meter Breite und 4 Meter Höhe um, so beträgt die Schwefelsäuremenge in diesem doch schon grossen Raum schliesslich allerdings nur zwei Zehntel Gramm. Der Gehalt der Luft an schwefliger- und Schwefelsäure wird aber hauptsächlich durch den Regen schädlich, indem er sie auf den Blättern der Pflanzen niederschlägt, wodurch diese in ihrer Entwicklung sehr zurückbleiben. Erst in der neuesten Zeit gab es wieder einen grossen Prozess zwischen einem ober-schlesischen Hüttenwerke und einem in der Nähe gelegenen Waldbesitzer, welcher letzterer auf Ersatz des Schadens klagte, den das aus den Kaminen jenes Werkes entweichende schweflige Gas an seinem Baumbestand angerichtet habe.

in ihr Gegenteil umgeschlagen sind, „heute ist sie das wertvollste Erzeugnis der Leblanc-Soda-Fabrikation,“ wie wir später sehen werden, und auf dem Verdienst an ihr, nicht auf dem an der Soda, beruht die Existenz dieser Fabriken.

Sie findet jetzt ihre Hauptverwendung zur Herstellung des Chlorkalks, der in grossen Mengen ja als Bleichmittel (siehe Seite 139) gebraucht wird, und dessen Fabrikation wir gleich besprechen wollen. Ein wenig wird auch auf Kalichloricum, das ist chloresaures Kali, und auf ähnliche Salze verarbeitet. Ein sehr grosser Teil aber von ihr wird jetzt auch von anderen Industrien für deren Zwecke als solche gekauft.

Um salzsaures Gas in Form von Chlorkalk verwenden zu können, wird es zuerst in Wasser geleitet und so aufgefangen. Damit ist jeder schädliche Einfluss auf die Umgebung der Fabrik vermieden und sind die Unannehmlichkeiten, die das Gas ehemals bereitete, aus der Welt geschafft. Die wässrige Lösung der Säure, die Flüssigkeit als welche die Säure auch in den Handel kommt, wird sodann mit Braunstein erhitzt. Braunstein ist seiner chemischen Zusammensetzung nach Mangansuperoxyd, und Salzsäure ist eine Verbindung von Wasserstoff mit Chlor. Daher führt sie auch den Namen Chlorkwasserstoffsäure. Indem nun der sehr sauerstoffreiche Braunstein, er ist doch ein Superoxyd, auf die Salzsäure wirkt,



verbindet sich sein Sauerstoff mit deren Wasserstoff zu Wasser, und wird andererseits Chlorgas frei. Wenn man dieses über in Kammern ausgebreiteten Kalk leitet, erhält man den Chlorkalk.

Das im Braunstein enthaltene Mangan geht durch die Salzsäure während des Prozesses als Chlormangan in Lösung, und so wohlfeil auch der Braunstein ist, — er wird in grössten Quantitäten bergmännisch gewonnen — hat Weldon doch ein bewundernswertes Verfahren ersonnen, das aus dieser Lösung das Mangan als Braunstein sehr

wieder zu gewinnen gestattet. Man nennt das die Verwitterung des Braunsteins.

Also jede Sodafabrik nach LEBLANC erzeugt auch Kalk und hat die sehr umfangreichen Einrichtungen zur Braunsteinwiedergewinnung nötig.

LEBLANC bedurfte zur Einrichtung der ersten Fabrik seines Verfahrens grösserer Geldsummen.

Diese gab der Herzog von Orléans, hernach Philipp Egalité genannt, her, nachdem d'Arcet, Professor der Chemie am Collège de France, — welches die eine der beiden Universitäten ist —, das Verfahren für gut erklärt hatte. 1793 endete aber Egalité, wie so mancher, der damals im Mittelpunkt der französischen Politik stand, dem Schaffot, und die Fabrik wurde mit seinen anderen Gütern konfisziert. Nachdem sodann infolge der anhaltenden Kriege der Republik, die den Transport zur See hinderten, die Pottasche in Frankreich anfangs ausserordentlich knapp zu werden, erliess der Wohlfahrtsaususschuss ein Dekret, wonach alle bisher aufgefundenen Verfahren zur Sodafabrikation (siehe Seite 172) bekannt gemacht werden mussten. Damit verfiel zugleich LEBLANCS Patent.

Erst im Jahre 1799 übergab man ihm die ehemalige Fabrik wieder, aber Mangel an Mitteln hinderten ihn sie bald wieder in Stand zu setzen, und schliesslich endete die Fabrik des grossen Erfinders, dessen Leistungen, abgesehen von der Erfindung an sich, die Industrien des Glases und der Chemie, wie wir sehen werden, in neue Bahnen lenkten und für zahlreiche weitere Industrien einen Umschwung bewirkten, 1806 in Verzweiflung durch Selbstmord. In den nächsten Jahren hat die französische Regierung eine nationale Anleihe zur Bezahlung der Fabrikation ausgezahlt.

LEBLANC'S Verfahren kam zwar nicht in Vergessenheit, es konnte sich aber ohne viel Erfolg hin, bis englische Chemiker es auf seine Höhe brachten. Da aber bis zum Jahre 1824 in England auch für das in der Industrie benutzte Salz eine Steuer von 60 Mark für 100 Kilo-

gramm bezahlt werden musste, wurde auch dort erst nach Abschaffung dieses Hindernisses die Sodaindustrie gross. Anfangs musste das Fabrikat in London verschenkt werden, um nur die Seifenfabrikanten an die Soda zu gewöhnen, und sie der Barilla (siehe Seite 172) abspenstig zu machen. Das änderte sich dann aber sehr rasch. Mit dem reinen Fabrikat arbeitete es sich so viel bequemer und sicherer, als mit der hinsichtlich ihres Sodagehalts so unzuverlässigen Barilla. Ja bald änderten sich die Verhältnisse völlig, und die Leute waren froh, wenn sie nur die rohen Schmelzen, wie sie aus den Öfen kamen, erhalten konnten. Von der Barilla her nicht verwöhnt, langten sie diese sich selber aus. Damit hatte die Soda festen Fuss gefasst.

Ihre Fabrikation in Deutschland begann in den dreissiger Jahren zu Schönebeck an der Elbe.

Man schmilzt somit zur Darstellung der Soda Glaubersalz (schwefelsaures Natron), Kreide und Kohle zusammen. Das Glaubersalz liefert das Natrium, und die Kreide, welche chemisch, wie erwähnt, kohlenaurer Kalk ist, liefert die Kohlensäure für die Soda, die ja kohlenaurer Natron ist. Darauf hier einzugehen, wie die Umsetzung in der Schmelze zwischen deren Rohmaterialien sich vollziehen, ist in Rücksicht auf die komplizierte Deutung der verschiedenen nebeneinander herlaufenden Prozesse ganz unmöglich.

Das Auslaugen der Schmelzen mit Wasser führt als aus diesen die Soda in die wässrige Flüssigkeit über. Wird diese Lösung durch Eindampfen so konzentriert, dass das Wasser nicht mehr genügt alle Soda gelöst zu halten, so krystallisiert sie aus. Aber nicht als kohlenaurer Natron allein, sondern mit fast 63 Prozent Wasser, die die Krystalle als sogenanntes Krystallwasser festhalten. Dieses Binden von Krystallwasser ist eine Eigenschaft, mit der sehr viele Salze begabt sind.

Daher sehen wir Krystallsoda, wenn sie längere Zeit offen aufbewahrt wird, sich ändern. Beim Liegen an der Luft verliert sie einen Teil ihres Krystallwassers, und in-

folgedessen zerbröckeln die Krystalle, die nur mit ihm zusammen ihre bestimmte Gestalt repräsentieren. Andererseits verteuert der hohe Krystallwassergehalt, wenn sie verschickt wird, ihre Fracht ganz unnütz und deswegen stellen die Fabriken auch wasserfreie Soda dar, indem sie die Krystalle so lange erhitzen, bis sich alles Wasser verflüchtigt hat. Sie hinterbleibt hierbei als ein weisses Pulver, und führt den Namen kalcinierte Soda, weil man einen derartigen Trockenprozess Kalcinieren nennt.

Die Soda das kohlen saure Natron ist schwefelfrei, kurzum all der Schwefel, der für ihre Fabrikation zur Überführung des Kochsalzes in schwefelsaures Natron gedient hat, hat mit ihr eigentlich gar nichts zu thun und geht verloren. Er bleibt in den Rückständen stecken, die von der Schmelze übrig bleiben, wenn das Wasser ihr die Soda entzogen hat.

Diese Rückstände mussten natürlich in der Nähe der Fabriken aufgestapelt werden, wenn diese nicht zufällig wie manche englische am Meere lagen, welche sie täglich weit in dasselbe hinausfahren und versenken liessen. Sie gaben mit Recht zu den ernstesten Klagen seitens der Nachbarschaft Veranlassung. Sobald sie längere Zeit an der Luft gelegen hatten, also dem oxydierenden Einfluss des Sauerstoffs ausgesetzt gewesen waren, fingen sie, namentlich wenn es auf sie regnete, an Schwefelwasserstoffgas auszugeben, das ist jenes berüchtigt riechende Gas, welches auch faule Eier entwickeln, und das bei diesen dem Schwefelgehalt ihres Eiweisses entstammt (siehe Seite 57). Ausserdem laugte der Regen sie aus, und die schwefelhaltige Flüssigkeit vergiftete alle in der Nähe befindlichen Brunnen und Bäche.

Dieses und manche sonstigen Übelstände drängten darauf eine lohnende Verarbeitung für sie aufzufinden, und lohnend konnte dabei nur die Wiedergewinnung des in ihnen enthaltenen Schwefels sein. Die Unsumme von Intelligenz, Arbeit und Geldmitteln, die seit den vierziger Jahren auf dieses Problem verwendet worden sind, würde bei seiner Wiedergabe hier geradezu das Staunen eines Jeden erregen.

Es ist hier aber überhaupt nicht möglich — ganz abgesehen von manchen teilweise geglückten Versuchen die es wenigstens bis zu einer Ausführung im grossen brachten, und dann wieder zu Grunde gingen, weil der so gewonnene Schwefel gegen den in Form von Pyrit (Schwefeleisen) immer billiger werdenden natürlichen Schwefel nicht aufkommen konnte — auch nur von dem schliesslich mit Erfolg gekrönten Verfahren einen Begriff zu geben. Es ist auf der Grundlage allerausgedehntester Kenntnisse aufgebaut, die zu ihrem Verständnis eine reichliche chemische und zugleich technische Vorbildung voraussetzen. Die Aufgabe ist nämlich zu Ende der achtziger Jahre wohl endgültig von Gossage in England gelöst worden, und liefert das Verfahren den so wieder gewonnenen Schwefel zugleich in chemisch reinem Zustande.

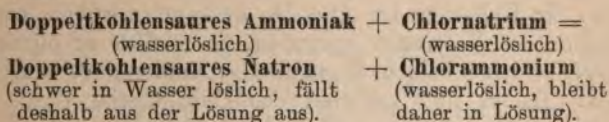
Von der Unmenge von Schwefel, um die es sich dabei handelt, und von der Kompliziertheit des Verfahrens wird am besten die Mitteilung einen Begriff geben, dass die Einrichtungen einer solchen Wiedergewinnung über anderthalb Millionen Mark kosten.

Einst hatte also sizilianischer Rohschwefel in der Sodaindustrie Verwendung gefunden, war sie von ihm abhängig gewesen, dann wurde sie gezwungen ihre Schwefelsäure aus dem Schwefelgehalt der Pyrite zu gewinnen. Und jetzt liefert sie umgekehrt den Schwefel aus diesen Pyriten als ihr Nebenprodukt in unübertrefflicher Reinheit für die Zwecke anderer Industrien, jetzt ist sie gefährliche Konkurrentin des sizilianischen Rohschwefels geworden.

Wir haben nunmehr in grossen Zügen die Sodaindustrie nach LEBLANC nebst den durch sie hervorgerufenen Nebenindustrien, von denen wir nur die wichtigsten erwähnt haben, kennen gelernt. Aber die Existenz dieser Industrie, in der so Grosses geleistet worden ist, ist, nachdem sie etwa 60 Jahre lang völlig gesichert erschien — wenn wir ihren Beginn als Grossindustrie ins Jahr 1824 setzen —, seit Anfang der achtziger Jahre ins Wanken geraten.

Man kannte schon lange eine Methode Kochsalz in Soda auf viel einfacherem Wege, als es das **LEBLANC**sche Verfahren ist, überzuführen. Sein Prinzip ist folgendes, und seine Ausföhrung im Laboratorium macht keine Schwierigkeit.

Ammoniak als Base verbindet sich mit Kohlensäure zu kohlensaurem Ammoniak sowie mit der doppelten Menge von ihr zu doppeltkohlensaurem Ammoniak, und wenn man eine Lösung von doppeltkohlensaurem Ammoniak zu einer Lösung von Kochsalz (Chlornatrium) giebt, erhält man infolge der Umsetzung einen Niederschlag von dem in Wasser verhältnismässig schwer löslichen doppeltkohlensauren Natron, und in der Lösung bleibt jetzt Chlorammonium.



In der Theorie ist das Verfahren also sehr einfach. Zuerst finden wir ein Patent auf dasselbe im Jahre 1838, auch weiss man, dass in den Jahren 1855 bis 57 in einer französischen Fabrik Soda, die im Gegensatz zu der nach **LEBLANC** hergestellten, Ammoniaksoda betitelt wird, auf diesem Wege dargestellt worden ist. Doch müssen sich damals bei der fabrikmässigen Ausföhrung der Methode solche Schwierigkeiten ergeben haben, dass man schliesslich auf sie, als gegenüber der **LEBLANC**schen Soda nicht konkurrenzfähig, wieder verzichtete.

Die der Darstellung der Ammoniaksoda im grossen entgegenstehenden Schwierigkeiten, die zumeist auf maschineller Seite liegen, indem das sich ausscheidende doppelkohlensaure Natron alle Rohrleitungen, durch die das kohlensaure Gas und das Ammoniakgas in die Kochsalzlösung gepumpt werden, zu verstopfen drohen, sind dann endgültig von **SOLVAY** überwunden worden, und nach dessen Verfahren wird jetzt Soda in allergrösstem Massstabe dargestellt.

Der Verlauf dieser Fabrikation ist etwa der folgende.

In die Kochsalzlösung wird Ammoniakgas gepumpt, und sobald dies in genügender Masse geschehen ist, kohlen-saures Gas ebenfalls eingepumpt. Es bildet sich doppel-kohlensaures Ammoniak in der Flüssigkeit, welches sich sofort mit dem Kochsalz umsetzt, wodurch das Ausfallen des doppelkohlensauren Natrons eintritt.

Für die Fabrikation notwendig sind also Kochsalz so-dann Ammoniak und Kohlensäure. Das Kochsalz liefert der Bergbau und das Ammoniak liefern die Gasanstalten, wie wir wissen. Ausserdem wird sehr viel Kohlensäure gebraucht, und zu ihr kommt man so, dass man die aus Kalköfen abziehenden Gase mittelst Luftpumpen in die Laugen hineintreibt.

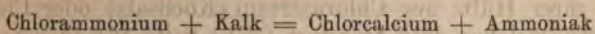
Wird nämlich der in der Natur vorkommende Kalkstein in Kalköfen zu Ätzkalk gebrannt, wovon wir zu Beginn des Vortrages sprachen, so zerfällt er durch die Hitze in seine beiden Bestandteile, Kohlensäure und Ätzkalk. Indem nun zugleich das Heizmaterial durch den verbrennenden Kohlenstoff doch auch Kohlensäure liefert, sind die aus einem solchen Ofen entweichenden Gase besonders reich an kohlen-saurem Gas. Sie dienen daher in manchen Industrien, wie auch in dieser, als Quelle für Kohlensäure, indem man sie mittelst Luftpumpen aus dem Ofen saugt und an den Ort ihrer Verwendung leitet.

Das auf dem beschriebenen Wege beim Solvayprozess erhaltene Produkt, das doppelkohlensaure Natron, muss nun noch, um Soda zu sein, in einfach kohlen-saures Natron übergeführt werden. Dies macht jetzt keine Schwierigkeiten, indem es zu dem Zweck nur leicht calciniert zu werden braucht, wobei das zweite Molekül Kohlensäure entweicht.

In den Laugen bleibt also das Chlorammonium, und muss das Ammoniak aus diesem wiedergewonnen werden. Ammoniak als Base wird durch jede stärkere Base verdrängt. Kocht man daher die Lauge mit Ätzkalk, den also die Kalköfen der Fabrik gleichzeitig mit der Kohlensäure liefern, so wird der Kalk als stärkere Base es aus der Flüssigkeit austreiben. Natürlich wird es sofort

in eine neue Portion Kochsalzlösung geleitet, zirkuliert also ununterbrochen in der Fabrikation.

Jetzt hat man als letztes Nebenprodukt noch die mit Kalk ausgekochte Chlorammoniumlauge, die nun an dessen Stelle Chlorcalcium



enthält. Für diese Lösung oder das aus ihr durch Eindampfen darstellbare feste Chlorcalcium, welches nicht mit Chlorkalk zu verwechseln ist, giebt es kaum Verwendung, und infolge der massenhaften Nebengewinnung der Lösung bei dieser Art der Sodafabrikation bleibt nichts anderes übrig, als sie in den nächsten Fluss laufen zu lassen.

Hieraus ersehen wir, dass diese Fabrikation das Chlor, das im Kochsalz steckt, nicht verwerten kann, sondern als Chlorcalcium weglaufen lässt. Im LEBLANCSCHEN Verfahren dagegen gewinnt man es in Form von Salzsäure, die an sich oder auf Chlorkalk etc. verarbeitet einen bedeutenden Wert repräsentiert, wie wir ausführlich besprochen haben.

Und so arbeiten noch beide Fabrikationsmethoden neben einander, wobei die Verhältnisse für die LEBLANC-Soda-Fabriken aber recht schwierig liegen. Die Soda nach LEBLANC ist eben in der Herstellung viel teurer als die nach SOLVAY, erstere Methode bleibt aber an für sie günstig gelegenen Orten existenzfähig, weil ihr einst unerwünschtes Nebenprodukt, die Salzsäure, so wertvoll geworden ist, und nur von ihr geliefert werden kann. Wird aber die Aufgabe, über die unendlich viel gearbeitet wird, gelöst, aus jenen jetzigen wertlosen Endlaugen aus den Chlorcalciumlauge der SOLVAY-Fabriken, oder an einer anderen Stelle im Verlaufe jener Fabrikation, billig Salzsäure oder Chlor zu gewinnen, dann ist das Ende der LEBLANC-Soda-Fabrikation da. Es sei aber darauf hingewiesen, dass bisher die Aufgabe für die Zwecke des Grossbetriebes kaum irgendwie ihrer Lösung näher gebracht ist. Doch wer will beurteilen, was die Zukunft bringt.

Dazu kommt noch folgendes. Der elektrische Strom vermag, worauf wir im elften Vortrage noch ausführlich zurückkommen, Substanzen geradezu in die Elemente, aus denen sie bestehen, zu zerlegen. Und so kann man jetzt, wo die Elektrizität billig zu erzeugen ist, daran denken mit ihrer Hilfe aus Chlornatrium (Kochsalz) oder Chlorkalium, welches doch Stassfurt (siehe Seite 43) so massenhaft liefert, direkt Chlor abzuschneiden. Das Natrium und Kalium sollen in der wertvollen Form von Ätznatron oder Ätzkali gleichzeitig mitgewonnen werden. Die glückliche Besitzer der Patente behaupten, dass ihre Methode das Chlor und damit auch Chlorkalk etc. billiger liefert, als der LEBLANC - Sodaprozess. Sollte das wirklich zutreffen, so würde die Lage dieser Sodafabrikation eine immer erfreulichere werden. Versuche über die Brauchbarkeit der Elektrizität für diese Zwecke sind in England und Deutschland im grössten Massstabe im Gange, und es werden die Angelegenheit im Laufe einiger Jahre entscheiden.

Wenig übereinstimmen derartige Verhältnisse mit den allgemeinen Anschauungen der Moralphilosophie, nach denen jede ehrliche Arbeit auch ihren Lohn erhalten soll. Hier sehen wir gerade, wie eine ehrliche einer anderen eben ehrlichen den Boden abgräbt, wie das eben, wenn besser Neue das Ältere ersetzt, immer geht.

Nachdem ein Teil der englischen Sodafabriken nach dem LEBLANC System ihren Betrieb bereits eingestellt hatten, haben die übrigen sich im Jahre 1890 dort zu einer grossen Aktiengesellschaft vereinigt, deren Kapital 120 Millionen Mark beträgt, wonach man sich von der noch immer imponierenden Grösse dieser Fabrikation allein in jenen Lande eine Vorstellung machen kann.

Ist auch der Verbrauch an Soda sehr gross und hat aus vielen Industriezweigen die Pottasche verdrängt, so ist doch immerhin ein recht bedeutender Bedarf auch an ihr übrig geblieben. Sie wird grösstenteils noch aus Holz-

asche gewonnen. Dann werden auch grosse Mengen von ihr nach dem **LEBLANC**schen Verfahren der Sodagewinnung dargestellt, indem man hier statt vom schwefelsauren Natron (siehe oben), welches kohlen-saures Natron also Soda liefert, vom schwefelsauren Kali, welches man von Stassfurt (siehe Seite 43) bezieht, ausgeht, das, auf diesem Wege verarbeitet, kohlen-saures Kali also Pottasche liefert. Doch ist die Herstellung der Pottasche auf diesem Wege viel schwieriger als die der Soda. Nach dem **SOLVAYS**schen, also dem Ammoniakverfahren, Pottasche im grossen aus Chlorkalium herzustellen, ist bisher immer wieder missglückt. Seit der Mitte unseres Jahrhunderts sind aber zwei ganz neue Quellen für sie erschlossen worden. Eine ist die Melasse, die andere der Wollschweiss.

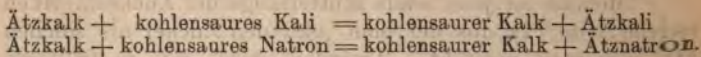
Melasse ist jene letzte Mutterlauge der Zuckerfabriken (siehe Seite 72), aus der man jetzt den Zucker als solchen zu gewinnen versteht. Trotzdem wird, wie in früheren Zeiten, noch viel von ihr auf Spiritus verarbeitet, indem ihr Zucker vergoren wird. Nach dem Abdestillieren von diesem hinterbleibt auch hier eine Schlempe (siehe Seite 103). Nur hat diese gar keinen Nährwert, da sie ja nur die Salze enthalten kann, die beim Auslaugen der Rüben für die Zwecke der Zuckergewinnung (siehe Seite 70) seinerzeit mit in Lösung gingen. Sie sind, da sie dem Erdboden entstammen, sehr kalireich, und dampft man deshalb diese Schlempe zur Trockene und verkohlt sie, so kann man schliesslich aus dem Rückstand, der den Namen Schlempekohle führt, wie sonst aus dem Rückstand verbrannter Pflanzen, die Pottasche mit Wasser auslaugen.

Ein noch merkwürdigeres Ausgangsmaterial für sie ist das oben als zweites erwähnte. Diejenigen Fabriken, die sich mit dem Waschen der Schmutzwollen beschäftigen, wie sie in grössten Quantitäten von Australien, Afrika und Südamerika nach Europa importiert werden, haben in ihren Waschwässern bedeutende Mengen von Wollschweiss, und da dieser, wie Untersuchungen gelehrt haben, sehr reich an Kalisalzen ist, erhält man, wenn man die Waschwässer zur Trockene dampft und ihren Rückstand glüht,

eine stark Pottasche haltige Kohle, aus der ihre Darstellung als für Handelszwecke lohnend fabrikmässig betrieben wird.

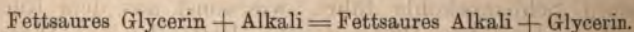
Für die Herstellung von Seife, zu der wir jetzt übergehen, sind nun weder Pottasche also kohlen-saures Kali, noch Soda also kohlen-saures Natron, direkt verwendbar. Sie beide wirken auf die Fette, und Seife wird aus Fette hergestellt, nicht ein. Sie müssen dazu erst in ätzendes Alkali, also in Ätzkali resp. Ätznatron übergeführt werden.

Dieses wird durch Zugabe von Ätzkalk, dessen Gewinnung wir in diesem Vortrage besprochen haben, zu ihren Lösungen erreicht.



Zu dem Zwecke wird der gebrannte Kalk mit viel Wasser gelöscht, und die so erhaltene Kalkmilch zur Lösung von Pottasche oder Soda gegossen. Es bildet sich der im Wasser ganz unlösliche kohlen-saure Kalk, während die Flüssigkeit jetzt Ätzkali oder Ätznatron, je nachdem man von Pottasche oder Soda ausgeht, enthält.

Auf diese Art kommt man zur Ätzlauge der Seifensieder. Kocht man mit ihr Fette, von denen wir ja wissen (siehe Seite 19), dass sie fettsaures Glycerin sind, so werden diese zerlegt, und zwar nach folgender Gleichung:



Fettsaures Alkali ist nun Seife.

Schon PLINIUS der Ältere spricht davon, dass man in Germanien durch Kochen von Asche mit Fett eine Salbe bereite, doch wird sie erst etwa im zweiten Jahrhundert nach Christus als Reinigungsmittel verwendet, dient aber auch zu jener Zeit noch wie bis dahin weit mehr als Medikament als zu diesem Zweck. Weiterhin weiss man dann, dass Marseille schon ums Jahr 1000 eine blühende Seifenindustrie hatte, der eine eigentliche Konkurrenz erst

an der venetianischen Fabrikation im fünfzehnten Jahrhundert erwuchs, von welcher Zeit ab sich die Kunst ihrer Herstellung allmählich über die ganze Welt verbreitete.

Da man von den chemischen Vorgängen, die sich hierbei abspielen, keinen Begriff hatte, so blieb diese ein völlig empirisch betriebenes Handwerk, bis der französische Chemiker CHEVREUL zu Anfang des Jahrhunderts die Natur der Fette, nämlich ihre Zusammensetzung aus Fettsäuren und Glycerin, erkannte. Damit kam denn auch Klarheit in die Seifenfabrikation, und nachdem hernach ausser der theuren Pottasche auch die billige Soda für ihre Bereitung zur Verfügung stand, begann jene Massenfabrikation, die heute auch dem ärmsten zugänglich macht.

Hatte man in alten Zeiten nur den tierischen Talg und etwa Olivenöl als Fette verwenden können, wodurch niemals dieser Industrie eine gewisse Stetigkeit gegönnt war, so kamen mit der Ausbreitung des Handels immer neue Fette und Öle, die aus anderen Erdteilen eingeführt wurden, für ihre Fabrikation auf, die wieder besonders gehandelt sein wollten, und viel Nachdenken seitens der Seifensieder verlangten, wollten sie neben dem fleissigen Nachbar existenzfähig bleiben.

Es hat mal jemand bekanntlich die Behauptung aufgestellt: Alles Unglück kommt vom Reisen. Hier könnte man sich an dieses Wort erinnert finden. Aber besser würde es wohl lauten: Aller Fortschritt kommt vom Reisen. Denn die Auffassung teilen wir doch eigentlich nicht, dass der Fortbestand des Schlendrians früherer Jahrhunderte ein Glück sein würde.

Ausserdem liefert jetzt auch manche Industrie Fett als Nebenprodukt. Das gilt namentlich vom Knochenfett.

Wir haben ja einmal ausführlich die Ausnutzung der Knochen (siehe Seite 39) besprochen. Für die dort angegebenen Verwendungen ist ihr Fettgehalt belanglos, und so entzieht man ihnen erst diesen, bevor man sie für jene Zwecke benutzt. In älteren Zeiten kochte man sie kräftig, worauf ihr Fett schliesslich auf dem Wasser schwamm. Doch war der Erfolg des Verfahrens ein ziem-

lich unvollkommener. Heute extrahiert man sie dagegen nach passender Zerkleinerung in geeigneten Apparat mit Benzin, das ja die Fette auflöst, und an dieses geben sie ihren gesamten Vorrat an ihm ab.

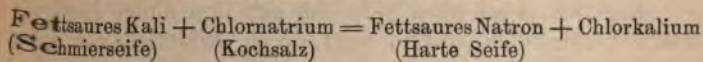
Der grosse Unterschied nun, ob die Fette mit Ätzkali oder Ätznatron verseift werden, ist der, die Kaliseifen bleiben weich, sind die „Schmierseifen“, die Natronseifen dagegen sind hart.

Zur Herstellung der Schmierseifen verwendet man möglichst billige Öle, wie Thran, Hanföl, Leinöl, und kocht diese in einem eisernen Kessel mit der Kalilauge. Hat die Lauge allmählich eingewirkt, so nimmt der Inhalt des Kessels eine leimige Beschaffenheit an, womit im grossen und ganzen die Schmierseife fertig ist. Sie besteht sonach aus fettsaurem Kali, derjenigen Verbindung, die die eigentliche Seife repräsentiert, und ihr bleibt das Glycerin aus dem Fett, und das Wasser aus der Kalilauge beigemischt. So hergestellte Seife trocknet also nie an der Luft aus, bleibt immer weich. Man kann sie auch noch füllen, d. h. sie verträgt viele Zusätze, ohne dass man es ihr anzusehen vermag. So kann sie in Mengen z. B. Wasserglas (das ist kieselsaures Natron, siehe später beim Glas) aufnehmen, aber auch Lösungen von schwefelsaurem Kali und anderes werden verwendet. Für ihre reinigende Kraft sind solche Zusätze ganz überflüssig, aber sie helfen ihre Masse vermehren, und da sie an sich noch billiger als Schmierseife sind, können mit ihrer Hilfe dem Publikum solche gefüllten Seifen ausserordentlich wohlfeil angeboten werden.

Da man vor Erfindung der Soda, wie wir jetzt wissen, nur das aus der Pottasche dargestellte Ätzkali zum Verseifen zur Verfügung hatte, so konnte man direkt nur Schmierseifen darstellen. Sehr früh fand man aber schon heraus, dass, wenn man zu dem auf diesem Wege erhaltenen siedenden Seifenleim Kochsalz setzt, eine grosse Veränderung eintritt. Infolge des Aussalzens setzt sich aus ihm eine Flüssigkeit ab, die sogenannte Unterlauge, die man wegfließen lässt, und er selbst, der nun viel viel

wasserärmer ist, geht in eine weisse halbfeste Masse über, die beim Abkühlen hart wird.

Der Grund der Änderung ist der, dass das Kochsalz also Chlornatrium auf die Seife also das fettsaure Kali so einwirkt, dass sich infolge von doppelter Umsetzung Chlorkalium und fettsaures Natron bilden.



Fettsaures Natron kann nicht alles aus der Lauge herkommende Wasser binden, dieses scheidet sich deshalb als Unterlauge ab, indem es gleichzeitig das durch die Verseifung aus dem Fett abgespaltene Glycerin und das Chlorkalium gelöst enthält, wodurch diese mit ihr zusammen entfernt werden. Genügt ein einmaliges Aussalzen nicht, so wird die Prozedur wiederholt. Nach dem Erstarren liefert der so behandelte Seifenleim die echten Toilettenseifen. Da das Aussalzen nie vollständig gelingt, enthalten diese immer noch etwas fettsaures Kali, also nicht erstarrende Seife, und diese erteilt ihnen jene für den Gebrauch so angenehme Geschmeidigkeit. 100 Teile Talg geben nach diesem Verfahren verarbeitet etwa 160 Teile Kernseife.

Heute aber stellt man die bei weitem meisten Natronseifen so her, dass man die Fette sogleich mit Natronlauge, die seit Erfindung der Soda doch leicht zu haben ist, kocht, welches Verfahren sie, also die harten Seifen, dann direkt liefert.

Aber auch die Natronseifen können gefüllt werden. Lässt man nämlich den durch das Verseifen auf diesem Wege erhaltenen Seifenleim nachträglich noch längere Zeit mit Wasser sieden, so erstarrt er nachher ebenfalls, ohne dass eine Abscheidung der Unterlauge stattfindet, zu einer harten Masse, und das fertige Produkt führt jetzt den Namen geschliffene Seife. Es enthält etwa 50 Prozent Wasser.

Hochgradig gefüllte Natronseifen lassen sich aber eigentlich nur mit Hilfe von Kokosnussöl herstellen.

In den an Kokospalmen reichen tropischen Gebieten

wird das weisse Fruchtfleisch ihrer Nüsse getrocknet, und dann unter dem Namen Coprah nach Europa versandt. Hier gewinnt man aus ihm bis 68 Prozent seines Gewichtes an Fett, das erst um 21° herum schmilzt, also bei gewöhnlicher Temperatur ziemlich fest ist. Daher führt es auch den Namen Kokosbutter.

Man hat denn auch versucht aus ihm einen Butterersatz herzustellen, indem man durch Einleiten von gespanntem Dampf in das geschmolzene Öl die leichtflüchtigen Substanzen aus ihm entfernte, und hernach ein wenig freie Fettsäuren, die es noch enthielt, durch Zugabe einer basischen Substanz nämlich Magnesia neutralisierte. Da das fertige Produkt aber trotz dieser seiner Verarbeitung gewöhnlichen Sterblichen wenig schmeckt, vermochte es keinen Boden zu gewinnen.

Kokosnussöl für sich allein verarbeitet man nicht auf Seifen wegen des sehr unangenehmen Geruchs, der wie die Erfahrung lehrt, diesen schliesslich anhaftet, sondern man nimmt 1 Teil Kokosnussöl und 2 Teile Palmöl und wohl auch etwas Talg.

Das Palmöl stammt von der Ölpalme, die an der Westküste Afrikas und in Mittelamerika viel vorkommt. Es ist in dem Fruchtfleisch sowie den Fruchtsamen reichlich vorhanden. Das Fruchtfleisch kochen die Eingeborenen zu seiner Gewinnung aus, während die Samen, die sehr harten Palmkerne, in Europa ausgepresst werden. Sie liefern hier etwa 40 Prozent ihres Gewichtes an Palmkernfett, und in Form ihrer Rückstände, unter dem Namen Palmkuchen, ein vorzügliches Futter speciell für Milchvieh (siehe Seite 56).

Das Kokosnussöl verseift sich nun ausserordentlich leicht, und diese leichte Verseifbarkeit überträgt es auf seine Mischungen. Erwärmt man sie unter Rühren mit starker Natronlauge, der man etwas Soda zusetzt, nur bis etwa 40° Celsius, so tritt schon völlige Verseifung ein, womit nach dem Erkalten die harte Seife fertig ist, indem eben die Eigenschaft des Kokosnussöls die ist, dass die ganze Flüssigkeit hernach ohne weiteres sogleich erstarrt. Dadurch, dass sie alles Wasser der verwendeten

Lauge etc. einschliesst, bekommt man so aus 100 Teilen des Ölgemisches 300 bis 600 Teile Seife, oder die doppelte bis vierfache Ausbeute im Verhältnis zu dem, was Talg an **Kernseife** liefert.

Nun hören wir auch manchmal etwas von **Harzseifen**. Aus Harz, als welches hauptsächlich Kolophonium dient, lässt sich für sich allein eine im gewöhnlichen Leben brauchbare Seife nicht herstellen, weil sie gar zu mangelhaft ausfällt, wohl aber ist uns eine solche Lösung, wie sie durch Kochen von Harz mit Natronlauge erhalten wird, in der Papierfabrikation (siehe Seite 160) als Leimungsmittel begegnet. Stellt man dagegen aus Talg oder Palmöl Seife dar, so kann man während der Fabrikation dem siedenden Seifenleim etwa die Hälfte vom verwendeten Fett an Harz zusetzen, das nun mitgelöst die sehr wohl brauchbare und sehr wohlfeile Harztaigseife liefert.

Kocht man also Talg oder ihm ähnliche Fette und Öle mit Kalilauge oder Natronlauge, so erhält man die eigentlichen Seifen. Wir wissen ja aber, dass es sehr viel mehr Alkalien als die genannten beiden giebt, folglich muss man auch andere Verbindungen als die beiden Seifenarten zwischen den Fettsäuren und sonstigen Alkalien herstellen können.

Da kommt zuerst das in chemischer Beziehung stärkste Alkali, das es überhaupt giebt, das ist der gelöschte Kalk, in Betracht.

Und so giebt es auch, wie uns die Theorie voraussehen lässt, solchen fettsauren Kalk. Nur ist er im Wasser ganz unlöslich, liegt in diesem wie irgend ein anderes unlösliches Pulver tot dar, und das Wasser ist durchaus kein Seifenwasser im gewöhnlichen Sinne, indem es nicht schäumt etc.

Ja er erweist sich im Leben als recht störend. Infolge seiner Unlöslichkeit scheidet er sich momentan als Niederschlag aus, wenn sich ihm Gelegenheit bietet sich zu bilden, und bringen wir Seife also fettsaures Natron oder fettsaures Kali in gewöhnliches Wasser, so entsteht

deshalb sogleich fettsaurer Kalk. Alles Wasser, abgesehen vom destillierten, enthält nämlich Kalk, wie das ja allgemein bekannt ist, also in unserem Gebrauchswasser wird er sich stets auf Zugabe von Seife bilden, und die Menge Fettsäure, die er bindet, ist für Reinigungszwecke verloren.

Je mehr Kalk ein Wasser enthält, um so mehr von ihm entsteht, um so grösser ist der Seifenverlust. Denn erst nachdem aller Kalk als fettsaurer Kalk gebunden ist, kann nunmehr weitere Seife das Wasser in Seifenwasser verwandeln, kann die Seife sein Schäumen veranlassen, ihm die reinigenden Eigenschaften, die wir von ihm erwarten, erteilen.

Im gewöhnlichen Leben unterscheidet man deshalb die weichen und die harten Wasser. Die weichen Wasser wie das Flusswasser sind arm an Kalk, sie geben mit wenig Seife bereits Schaum, während die harten Wasser, die Quellwasser, die sehr reich an ihm sind, erst einen ziemlichen Teil von ihr für die Bildung von fettsaurem Kalk verbrauchen, bevor auch sie schäumen.

Während die Verbindungen der in den Seifen vorhandenen Fettsäuren mit Kalk hiernach praktisch nicht verwertbar sind, liegen nun die Verhältnisse anders, wenn man als Alkali Bleioxyd verwendet, also Fette statt mit Lauge mit diesem kocht. Es bildet sich dann fettsaures Blei, also eine Bleiseife, und diese Verbindung ist das, was wir Pflaster nennen. Unter Pflastern verstehen wir bekanntlich eine Masse, welche zäher und härter als eine Salbe, aber ganz wie diese bestimmt als äusserliches Heilmittel verwendet zu werden. Man benutzt sowohl die reine Bleiseife, also fettsaures Bleioxyd, als auch modifiziert man ihre Eigenschaften durch Zusätze aller Art. So ist das deutsche Heftpflaster meist ein auf Leinen gestrichenes Gemisch von 500 Teilen auf 60 bis 80 Grad erwärmter Bleiseife, mit 50 Teilen Wachs, sowie 50 Teilen geschmolzenem Dammarharz und Kolophonium, dem 5 Teile Terpentin zugesetzt worden sind.

Ganz etwas anderes ist, um das nebenbei zu erwähnen, das Englischheftpflaster. Dies wird so erhalten, dass man in einen Rahmen gespannten Taffet mehrermals mit einer Lösung von allerbestem Leim in verdünntem Spiritus überpinselt, bis eine Probe schliesslich nach dem Wiederanfeuchten gut auf der Hand klebt. Mit Benzoëharzlösung oder ähnlichem wird es ein wenig parfümiert.

X. Vortrag.

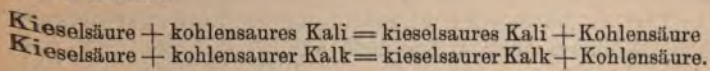
Glas. Spiegel. Kali- und Natrongläser. Strass. Rubinglas. Milchglas. — Thon. Lehm. Ziegel. Mörtel. Cement. Glas. Töpferware. Steingut. Majolika. Porzellan. — Photographie. Höllenstein. Chlor-Brom-Jodsilber. Daguerreotypie. Entwicklung der Negative. Talbotypie. Eiweissverfahren. Nasses Kollodiumverfahren. Trockene Bromsilberemulsionsplatten. Platinotypie. Photographie des Spektrums. Rotes Licht. Retouche. Farbenempfindliche Platten. Buntphotographie. Chromgelatine. Pigmentdruck.

Wir lernten in der Seifenfabrikation das kiesel-saure Natron, das Wasserglas, als ein leicht im Wasser lösliches Salz kennen, das zur Füllung von Seifen Verwendung findet. Dieses und das kiesel-saure Kali sind die einzigen im Wasser löslichen Verbindungen der Kieselsäure. Aber auch sie verlieren ihre Wasserlöslichkeit, wenn sie mit anderen kiesel-sauren Salzen gemischt verschmolzen werden.

Schmilzt man daher z. B. Kieselsäure mit Kali und mit Kalk zusammen, so ist die erhaltene Schmelze eine Mischung von kiesel-saurem Kali mit kiesel-saurem Kalk, und daher eine in Wasser völlig unlösliche Masse. Wir nennen sie Glas, wenn sie mit der nötigen Erfahrung hergestellt, und in für uns brauchbare Formen gebracht ist.

In der Praxis schmolz man denn auch von altersher für die Glasfabrikation Kieselsäure (Sand) mit Pottasche, das ist also kohlen-saures Kali als Lieferanten für das Kali, und kohlen-saurem Kalk als Lieferanten für den Kalk zusammen. In der Hitze des Schmelzofens treibt die Kieselsäure die im chemischen Sinne stärkere Säure die Kohlen-säure aus den beiden anderen Verbindungen aus. Nachdem sie g

förmig entwichen ist, besteht die Schmelze schliesslich daher aus dem Gemisch von kieselsaurem Kali und kieselsaurem Kalk, und ist nach dem Erkalten das, was wir Glas nennen.



Da man die kieselsauren Salze in der chemischen Nomenclatur unter dem Namen Silikate zusammenfasst, ist Glas ein zusammengeschmolzenes Gemisch mehrerer Silikate.

Man braucht sich, wie aus unserer eine recht umfassende Deutung zulassenden Definition folgt, nun nicht streng an Kieselsäure, Pottasche und kohlensauren Kalk zu halten, und wirklich ersetzt man in den Gläsern bald zu einem, bald den anderen der Bestandteile ganz oder teilweise durch eine andere Säure oder eine andere Base, die sich als für die Fabrikation geeignet erwiesen haben. Die wichtigsten von ihnen werden wir im folgenden zu besprechen haben.

Zum Zusammenschmelzen der in der Glasfabrikation verwendbaren Materialien ist stets eine recht hohe Temperatur erforderlich. Dies allein schon genügt, um die Pliniusche Erzählung von der Erfindung des Glases ins Reich der Fabel zu weisen, zufolge welcher phönizische Kaufleute ein Feuer unter einem Gefäss gemacht haben sollen, das sie mit Hilfe von Stücken Soda¹⁾ hohl stellten. Indem nun durch die Hitze die Soda schmolz, habe sie mit dem Sande, also der Kieselsäure des Bodens, und dessen sonstigen Bestandteilen Glas geliefert. Ein Feuer, wie das erwähnte, genügt aber durchaus nicht zum Glasschmelzen, und wenn trotzdem Glas uralte bekannt ist, wie das aus Gräberfunden folgt, braucht es uns nicht zu wundern, weil man vom Metallschmelzen her schon sehr früh in der Herstellung hoher Temperaturen Übung hatte.

1) So wird das Wort meist übersetzt. Sicher ist natürlich, dass PLINIUS das, was wir heute als Soda anzusehen gewöhnt sind, nicht gekannt hat.

Im Altertum war Glas recht kostbar. Die berühmtesten Fabriken des Mittelalters befanden sich zu Murano bei Venedig, wo die Fabrikation, nachdem sie fast zu Grunde gegangen war, in unserer Zeit neu belebt worden ist. Heute wird Glas wohl in jedem Lande fabriziert, dessen Arbeitslöhne nicht gar zu hoch sind.

Seine uns ganz selbstverständlich erscheinende und durch nichts anderes zu ersetzende Verwendung als Fensterglas kam infolge des hohen Preises, in dem es stand, erst sehr allmählich in Aufnahme. Kein altgriechisches oder altrömisches Haus hatte Glasfenster, und ebensowenig kannte man sie in den Palästen Karls des Grossen oder Wilhelms des Eroberers. Nachdem man Kirchen schon im zehnten Jahrhundert mit ihnen ausgestattet hatte, kamen sie in reichen Privathäusern etwa im vierzehnten Jahrhundert in Gebrauch, aber es hat noch weitere Jahrhunderte gedauert, bis sie das geölte Papier und die feste Fensterladen völlig verdrängten. Die ganz besondere Vorliebe, mit der die frühmittelalterlichen deutschen Dichter den wiederbeginnenden Frühling besingen, mag zum Teil hiermit zusammenhängen. Erlöste er doch nach dem langen Winter die Menschen vom Sitzen in halbdunklen meist nur durch flackernde Kienspähne erhellten Räumen.

Die Glasfabrikation braucht also Kieselsäure. Diese steht ihr in Form von Sand, welcher chemisch Kieselsäure ist, oder als Quarz, der die Kieselsäure im krystallisierten Zustande darstellt, zur Verfügung. Je reiner das Rohmaterial ist, um so besser ist es verwendbar. Namentlich ein Gehalt an Eisen ist störend, indem das kieselsaure Eisen, das sich bei seiner Gegenwart in der Fabrikation bildet, sehr dunkel gefärbt ist. Dies ist der Grund für die stets dunkle Färbung billiger Gläser. Es sei in der Beziehung an die Weinflaschen erinnert. Auch war in älteren Zeiten alles Fensterglas grünlich, indem ganz eisenfreier Sand selten und daher vielerorts gar nicht zu haben war. Heute wird er weithin mit Hilfe der modernen Verkehrsmittel verschickt.

Nur in sehr seltenen Fällen giebt man in Gläser als

teilweisen Ersatz der Kieselsäure die viel teurere Borsäure. Sie erteilt ihnen einen hohen Grad von Glanz, und macht sie ausserdem für manche optischen Zwecke besonders brauchbar.

Da jedes brauchbare Glas Kali oder Natron enthalten muss, und in älteren Zeiten nur Kali in Form der Pottasche zu haben war, kannte man auch nur kalihaltige Gläser. Der Bedarf an letzterer war mit ein Grund, dass man namentlich in Deutschland die Glasfabriken gern in Wäldern anlegte. Sie lieferten einmal das nötige Brennmaterial für den Betrieb der Schmelzöfen, und die erhalten Holzasche (siehe Seite 43) diente gleichzeitig zur Herstellung der Pottasche, von der diejenige Menge, die über diese Selbsterzeugung hinaus gebraucht wurde, ebenfalls in solchen Gegenden am leichtesten zu haben war.

Als Ersatz der Pottasche kam dann die Soda auf. Aber die Sodafabrikation liefert in sich für die Glasfabrikation ein noch billigeres Ersatzmittel, was man bald herausfand. Wie wir wissen, erfordert diese Fabrikation, wenn sie nach LEBLANCS System erfolgt, als erstes Stadium die Überführung des Kochsalzes in schwefelsaures Natron. Und schwefelsaures Natron kann in der Glasschmelze an Stelle von Soda verwendet, braucht also für diesen Zweck nicht erst weiter verarbeitet zu werden, wenn man zugleich Kohle¹⁾ zusetzt. Es bildet sich aus ihm und der Kieselsäure dann ebenfalls kieselsaures Natron.

Der kohlen saure Kalk kommt zumeist in Form von

1) Die Umsetzung geht so vor sich: Während die Kieselsäure das Natron in Beschlag nimmt, wirkt die gleichzeitig zugesetzte Kohle auf den zweiten Bestandteil des schwefelsauren Natrons die Schwefelsäure ein. In der hohen Temperatur der Schmelze verbrennt die Kohle auf Kosten des Sauerstoffs derselben zu Kohlenoxydgas, das gasförmig entweicht. Wenn aber der Schwefelsäure Sauerstoff entzogen wird, so wird sie ihrerseits in schweflige Säure übergehen (siehe den umgekehrten Prozess Seite 174). Diese ist, wie wir wissen, auch ein Gas, und sie entweicht ebenfalls als solches, weshalb in den fertigen Gläsern trotz Verwendung des schwefelsauren Natrons fast gar kein Schwefel vorhanden ist.

Kreide zur Verwendung, indem diese, die in ihrem reinsten Zustande geradezu chemisch reiner kohlenaurer Kalk sich leicht frei von störenden Beimengungen, namentlich fast oder ganz frei von Eisen, beschaffen lässt.

An die Stelle des Kalks können, wie erwähnt, in der Glasfabrikation eine ganze Reihe anderer Basen treten. Viel verwendet wird namentlich das Bleioxyd.

Schliesslich schmelzen die Fabriken altes Glas wieder mit ein, und wandern aus diesem Grunde die Glasscherben massenhaft zu ihnen zurück.

Die Rohmaterialien der Glasfabrikation werden, nachdem sie mittelst Maschinen aufs beste gemischt sind, in grossen Häfen eingeschmolzen. Von den Schmelzöfen wird natürlich hohe Hitze bei möglichst geringem Brennstoffverbrauch verlangt, weshalb sie jetzt zumeist mit Regenerativgasfeuerungen, auf deren Einrichtungen wir in der Eisenindustrie zurückzukommen haben, versehen werden.

Aus der Schmelze wird sodann vom Glasbläser mit Hilfe der sogenannten Glasmacherpfeife etwas Glas herausgeschöpft, das er durch Blasen in alle möglichen Formen bringt, wobei ihm ein zweiter Arbeiter, wenn das herzustellende Objekt komplizierter ist, helfen muss. Die Pfeife ist weiter nichts als ein Stück Metallrohr, das in der Mitte seiner Länge mit Holz bekleidet ist, damit es, wenn es auch selbst heiss wird, leicht anfassbar bleibt. Die Herstellung gewöhnlicher Flaschen erfolgt jetzt auch mittelst Maschinen. Die heissen fertiggestellten Glaswaren kommen in die Kühlöfen, in denen sie erst im Laufe einiger Tage völlig erkalten, da sie sonst so spröde werden, dass sie praktisch unverwertbar sind. Bemerkenswert sei, dass unser Fensterglas ebenfalls auf diesem Wege hergestellt wird. Durch das Blasen erzeugt der Arbeiter einen möglichst grossen länglichen Cylinder, der schliesslich mit der Schere aufgeschnitten wird. Er ist dann noch so weich, dass er sich glatt strecken lässt, worauf er in Plattenform in den Kühlöfen wandert, den er als fertige Scheibe verlässt.

Eine Erfindung von grosser Wichtigkeit war das Erfinden des Glases, die ins siebzehnte Jahrhundert fällt. Zu dem Zweck lässt man es im geschmolzenen Zustande auf genügend grosse Metalltische, die mit einer Randhöhe versehen sind, laufen. Jene grossen Spiegelheben, die wir heute an den Kaufläden sehen, sind die durch Abschleifen von auf diesem Wege erhaltenen Platten hergestellt. Die beliebige Dicke, in der man sie schneiden kann, ermöglicht auch sie so stark herzustellen, dass sie zu Oberlichtfenstern, die in Fussböden eingelassen werden, dienen können. Für solche Zwecke werden sie natürlich nicht erst geschliffen.

Glasplatten dienen auch zur Herstellung der Glaspiegel, die die ehemaligen Metallspiegel längst verdrängt haben.

Bis zu ihrer Erfindung bediente man sich namentlich schönpolierter Silberplatten, oder solcher, die aus zwei Teilen Kupfer und einem Teil Zinn einer sehr weissen Legierung zusammengeschmolzen waren. Bei der Empfindlichkeit der Metalle und namentlich des Silbers, das so leicht schwarz wird, war ihre Benutzung aber recht un bequem. Ganz anders die Glasspiegel, bei denen die spiegelnde Fläche durch Glas geschützt, völlig äusseren Einflüssen entrückt ist.

Um eine Glasplatte in einen Spiegel zu verwandeln, brachte man auf ihre eine Seite ein Blatt Zinnfolie, d. h. dünngeschlagenes Zinn, das man mit Quecksilber übergoss. Letzteres löst das Zinn auf, es bildet sich ein Amalgam, wie man das nennt, und speziell dieses Amalgam hat die Eigenschaft erstens vorzüglich zu spiegeln, und zweitens sehr fest am Glase zu haften. Durch allmähliches Schiefstellen der ursprünglich horizontal liegenden Scheibe bewirkte man das Abfliessen des überschüssigen Quecksilbers, das etwa vier Wochen Zeit erfordert, womit der Spiegel fertig war.

So hergestellt lassen diese kaum etwas zu wünschen übrig. Aber ihre Fabrikation ist für die mit ihr Beschäftigten höchst gefährlich, indem die Arbeiter einer

allmählichen Vergiftung durch die Dämpfe des Quecksilbers ausgesetzt sind. Quecksilber verflüchtigt sich nämlich schon bei Zimmertemperatur, ähnlich wie Wasser, wenn auch in weit geringerem Grade als dieses.

Während bei dieser Art der Spiegelfabrikation das Zinnamalgam die spiegelnde Fläche liefert, kannten die Chemiker schon lange ein ganz anderes Verfahren, bei dem sich nicht Quecksilber, sondern Silber als spiegelnder Belag auf dem Glase abscheidet. Der Vorschlag, nach dieser Methode im grossen zu arbeiten, ging von England aus.

Die Grundlage des Verfahrens — die genauen chemischen Vorgänge lassen sich hier nicht klar legen — ist die, dass man Lösungen von Silber herstellen kann, aus denen das Metall durch gewisse Zusätze als solches wieder abgeschieden wird. Wählt man diese Zugaben passend, so fällt es nicht etwa rasch als Pulver aus, sondern nur ganz allmählich, und bedeckt dann die Wände des Gefässes, in welchem diese langsame Abscheidung vor sich ging, als prachtvoll spiegelnder Belag. Zur einseitigen Versilberung des Glases auf diesem Wege verfährt man deshalb so, dass man diese Seite mit der passend gewählten Mischung begiesst, worauf sie nach einiger Zeit versilbert ist. Da nun Silber das weisseste Metall ist, das es giebt, sind diese Spiegel auch in der Beziehung ihren Vorgängern überlegen, und erscheint ein mit Hilfe von Quecksilber hergestellter Spiegel neben sie gehängt vergleichsweise dunkel. Ihre Fabrikation ist, wie aus dem Mitgetheilten hervorgeht, infolge Fortfalls der giftigen Dämpfe völlig unschädlich für die mit ihr beschäftigten Arbeiter. Sie ist auch trotz der Verwendung von Silber an sich nicht teuer. Auf einem Quadratmeter Spiegelfläche schlagen sich nämlich nur etwa 2,5 Gramm an Metall nieder, die heute circa einen Wert von 25 Pfennigen haben.

Ganz allgemein gilt der Satz, dass Kaligläser weit schwerer schmelzbar als Natrongläser sind. Deshalb werden Gegenstände aus Kaliglas eigentlich nur noch für

Chemiker und Physiker hergestellt. Hinsichtlich der Glasgefässe, in denen in den chemischen Laboratorien so viel gekocht wird, sind die Fortschritte der neuesten Zeit, die ihre Grundlage in der vollen Ausnutzung unserer Kenntnisse von dem chemischen und physikalischen Verhalten des Glases haben, ausserordentliche. Solche Gefässe müssen sehr dünn sein, damit sie sich rasch gleichmässig erwärmen. In der Hand des Geübten ist trotzdem, infolge des gewohnheitsmässigen Umgehens mit ihnen, ihre Zerbrechlichkeit keine grosse. Während man aber bis vor wenigen Jahren bei ihrem Erhitzen stets vorsichtig sein musste, giebt es jetzt eine Sorte von Kochgefässen, die man z. B. mit Flüssigkeiten, die in ihnen auf 180—200° erhitzt sind, sofort in kaltes Wasser tauchen kann, ohne dass sie zerspringen, eine Leistung auf glastechnischem Gebiet, die man kaum für möglich erachten sollte.

Die leicht schmelzbarsten Gläser, deren Besprechung wir an die schwerschmelzbaren anreihen wollen, werden durch Ersatz des grössten Theils des Kalks durch Bleioxyd dargestellt. Solches Glas lässt sich ganz vorzüglich verarbeiten, und aus ihm werden auch durch Pressen jene schönverzierten Teller, Schüsseln, Aufsätze hergestellt, die jetzt so viel im Gebrauch sind. Natürlich zeigen die gepressten Gläser nie die scharfen Kanten geschliffener Facetten, aber ihr Preis ist auch ein verhältnismässig niedriger im Vergleich mit den nach dem teuren Schleifverfahren hergestellten Waren.

Verzichtet man ganz auf den Kalk und schmilzt ein Glas aus Kieselsäure, Pottasche und Bleioxyd zusammen, also ein reines Doppelsilikat von kieselsaurem Kali und kieselsaurem Blei, so erhält man den Strass. Das ist eine Glasmasse von so hohem Glanze, dass man mit ihr alle Edelsteine nachahmen kann. Sind diese künstlichen Steine gut geschliffen und poliert, so sind sie äusserlich durch blosses Ansehen in keiner Weise von ihnen zu unterscheiden. Der Unterschied besteht aber darin, dass sie, da das Bleiglas sehr weich ist, bei häufigem Tragen bald zerkratzt werden, und hierdurch gerade stehen sie in vollem Gegensatz zu den fast unzerstörbaren wahren Edelsteinen.

Um die verschiedenen Arten von diesen nachzuahmen, wird der Glassatz passend gefärbt.

Das Färben aller Gläser erfolgt durch Zugabe geeigneter Substanzen zur schmelzenden Glasmasse, so färbt sie sich durch Zusatz von Kobalt, wie wir schon Seite 153 erwähnten, blau. Das schönste gefärbte Glas ist sicherlich das Rubinglas, zu dessen Herstellung Gold in einer geeigneten chemischen Verbindung, z. B. als sogenannter Goldpurpur der geschmolzenen Masse zugesetzt werden muss. Dieses prachtvoll rote Glas findet fast nur in Form von Schalen für kostbare Tafelaufsätze und ähnliches Verwendung. Die Menge des zum Färben nötigen Goldes ist recht gering.

Nun haben wir noch zum Schluss das Milchglas zu erwähnen. Dieses wird dadurch erhalten, dass man der Glasmasse phosphorsauren Kalk, und zwar meist die Asche von Knochen (siehe Seite 39) zusetzt. In der Hitze erhält man dann eine klare Schmelze, die wie jedes andere Glas verarbeitet wird. Beim Abkühlen scheidet sich aber der phosphorsaure Kalk wieder aus, und erteilt dem fertigen Glase die gewünschte Undurchsichtigkeit. Dem phosphorsauren Kalk ähnlich wirken einige andere Materialien, wie der Kryolith, ein nur auf Grönland vorkommendes Thorerde und Natron in Verbindung mit Fluor enthaltendes Mineral, welches ganz eisenfrei ist.

Das mit Kryolith hergestellte Milchglas eignet sich besonders für Lampenschirme, indem man durch diese hindurch die betreffende Flamme nicht sieht, während sie durch das nach dem älteren Verfahren dargestellte Glas blutrot durchscheint.

Wir kommen nunmehr zu den Thonwaren.

In der Natur finden sich vieler Orten Erdarten, die, wenn man sie mit Wasser anrührt, eine zähe Masse bilden, welche knet- und formbar ist. Man nennt sie Thon, und

je nach den Beimischungen, die sie enthalten, variiert ihre Verwendbarkeit und damit ihr Specialname.

Am häufigsten findet sich der Lehm, das ist ein Thon, der schon ziemlich viel Sand enthält und durch einen Eisengehalt braungelb gefärbt ist. Bringt man ihn in die Form länglicher Stücke von rhombischem Querschnitt, so bekommt man die Ziegel. Lässt man sie an der Luft austrocknen, so ist ihre Haltbarkeit sehr gering, indem jeder Regen sie wieder zum Zerfliessen bringt. Immerhin dienen diese Luftziegel noch mancherwärts zum Ausfüllen der Zwischenwände von Fachwerkbauten.

Zu einem wirklich haltbaren Stein, zum eigentlichen Ziegel, werden die Luftziegel erst durch das Brennen. Für diese Prozedur setzte man sie, zwischen die man Lagen von Holz, Torf oder Steinkohle brachte, in alten Zeiten so zu einem Haufen zusammen, den man aussen mit Lehm bewarf, dass das in Brand gesetzte Feuerungsmaterial sie möglichst erhitze. Hierdurch tritt das sogenannte Sintern ein, das heisst, leicht schmelzbare Teilchen im Lehm verflüssigen sich fast, und durch sie ist das bei der Temperatur, die im Haufen herrscht, unschmelzbare Gerüst des Steines nach dem Erkalten zu einem festen Ganzen vereinigt, sozusagen zusammengeklebt. Indem in der Hitze zugleich der Eisengehalt des Lehmes in rotes Eisenoxyd übergeht, zeigen die fertigen Ziegel dessen Farbe.

Heutzutage brennt man sie in den sogenannten Ringöfen, die eine weit vollkommenere Ausnutzung des Brennmaterials ermöglichen.

Wir wollen an dieser Stelle im Anschluss an die Ziegel sogleich den Mörtel besprechen, indem sich später keine Gelegenheit dazu bietet. Der Mörtel, den man gewöhnlich bei Ziegelbauten verwendet, ist ein Gemisch von gelöschtem Kalk mit Sand.

Wird Kalkstein geglüht, so zerfällt er, wie wir wissen (siehe Seite 170) in seine Bestandteile Ätzkalk und Kohlen säure. Der Ätzkalk ist eine Masse, die an Härte dem

ungebrannten Kalkstein wenig nachgiebt. Nur kommt ihm wie erwähnt die merkwürdige Eigenschaft zu in Berührung mit Wasser sich völlig zu ändern, und so hart er im trockenen Zustande ist, unter dem Einfluss desselben völlig zu zerfallen.¹⁾ Der durch den Einfluss des Wassers auf den gebrannten Kalk erhaltene, sogenannte gelöschte Kalk lässt sich dann mit Wasser zu einem Brei anrühren. Dieser stellt also mit Sand gemischt den gewöhnlichen Mörtel dar.

Er erhärtet zwischen den Ziegeln allmählig völlig, indem sein Kalkgehalt mit der Kohlensäure der Luft sich wieder zu kohlensaurem Kalk verbindet. Daher stammt der Gebrauch brennende Kokskörbe in Neubauten aufzustellen, sie liefern reichlich Kohlensäure und befördern diesen Prozess. Im Laufe der Jahrhunderte wirkt aber auch der Sand, welcher chemisch doch Kieselsäure ist ein. Es bildet sich auch kieselsaurer Kalk, dem eine ausserordentliche Festigkeit zukommt. Und daraus erklärt sich die grosse Festigkeit sehr alter Ziegelbauten. Nicht die Alten haben so festen Mörtel gemacht, sondern das Alter.

Derartige Mörtel kann, weil Kohlensäure dazu nöthig ist, nur an der Luft erhärten, ist deshalb zu Bauten unter Wasser nicht zu verwenden.

Enthalten Mörtel jedoch vom gebrannten Rohmaterial her gewisse Beimischungen, z. B. ziemlich viel Kieselsäure und Thonerde, so zeigen sie die Eigenschaft unter Wasser zu erhärten. Man nennt solche Mörtel heutzutage Cement. Das Altertum kannte sie bereits, indem in der Natur manche stark thonhaltigen Kalksteine vorkommen, die aus diesem Grunde Wassermörtel, Cement, liefern, was man durch Zufall herausfand. Die Neuzeit, deren Cementbedarf ins Riesige gestiegen ist, mischt dem Kalkstein vor dem Brennen absichtlich Thon und ähnliches zu, und kann so, unabhängig vom zufälligen natürlichen Vorkommen thon-

1) Der gebrannte Kalk ist chemisch das Oxyd des Metalls Calcium, und Calciumoxyd hat nun einmal von Natur aus das Bestreben sich chemisch mit Wasser zu verbinden. Dabei entsteht sehr viel Wärme, während gleichzeitig das Calciumoxyd in Calciumhydroxyd, das ist gelöschter Kalk, übergeht.

haltiger Kalksteine, jedes gewünschte Quantum Cement erzeugen.

Der Hauptbestandteil aller Thone, zu denen wir nunmehr wieder zurückkehren, im streng wissenschaftlichen Sinne der Chemie bezeichnet, ist die kieselsaure Thonerde. Diese ist, was wir uns in Rücksicht auf die weiteren Mitteilungen über Thonwaaren besonders merken wollen, im reinen Zustande im Ofenfeuer unschmelzbar. Beimengungen aber von Sand also Kieselsäure nebst solchen von Kalk, Kali, Eisenoxyd setzen ihre Feuerbeständigkeit sehr herab. Wir wissen ja von der Fabrikation des Glases her, dass kieselsaures Kali und kieselsaurer Kalk und ebenso gut kieselsaures Eisen sich zu einem Glas zusammenschmelzen lassen. Diese Beimengungen im Lehm schmelzen also beim Brennen desselben, der Ziegel sintert infolgedessen, und die beim Erkalten wieder erstarrenden halb verflüssigt gewesenen Glasteilchen bedingen nachher die Festigkeit des Ziegels.

Ist nun umgekehrt ein Thon recht arm an den genannten Beimengungen, so wird er sehr feuerbeständig sein, und aus derartigem Material, das sich ebenfalls vieler Orten in der Welt findet, werden die feuerfesten Ziegel, aus denen man die Feuerungsanlagen der Industrie und ähnliches baut, hergestellt. Man nennt sie auch Chamotteziegel. Was dieser Name eigentlich bedeutet, ist nicht bekannt.

Die Formbarkeit des Thons erlaubt nun natürlich nicht nur so einfache Dinge, wie es ein Ziegel ist, herzustellen, sondern ermöglicht die Anfertigung der verschiedenartigsten Objekte.

Wenn man ihn auf einer sich drehenden Scheibe verarbeitet, gelingt es leicht bauchige und sonstwie geformte Gefässe von kreisförmigem Querschnitt herzustellen, und die Drehscheibe der Töpfer ist bei manchen Völkern, z. B. den Chinesen, eine so alte Erfindung, das sie schon vor den Zeiten, aus denen schriftliche Aufzeichnungen überkommen sind, im Gebrauch war.

Brennt man ein so hergestelltes Gefäss im Ofen, so

wird es nach Art der Ziegelsteine porös ausfallen, kurzum wenig brauchbar sein und sich kaum zu etwas anderem als zu Blumentöpfen eignen. In dasselbe gegebene Flüssigkeiten werden sich in seine Wände hineinziehen, vielleicht sogar durchsickern, so dass es jedenfalls nicht wieder völlig zu reinigen ist. Zur Abhilfe dieser Übelstände werden deshalb solche Geschirre glasiert, d. h. mit einem Glas überzogen.

Wir wissen bereits, dass die leichtschmelzbarsten Gläser die Bleigläser (siehe Seite 203) sind. Daher ist die billigste Töpferglasur die, dass man irgend eine der Natur vorkommende Bleiverbindung, die sich dazu eignet, mit etwas Lehm zusammen feinmahlt, und aus dieser Mischung, die man in Wasser aufschwemmt, das zu glasierende Gefäß übergiesst. Brennt man es hernach im Ofen, so schmilzt das Bleiglas auf der Oberfläche zusammen, indem es sich aus der Kieselsäure des Lehms und dem Blei bildet, und nunmehr ist das Gefäß nicht mehr porös und nach „einmaligem“ Brennen fertig. Die von den Töpfern verwendete Bleiverbindung ist der Bleiglanz, der sich vielerwärts auf der Erde findet. Wegen der Giftigkeit dieses Metalls gehören aber auf diesem Wege glasierte Gefäße nicht in die Küche, indem saure Speisen, also die mit Essig zubereiteten z. B., aus ihnen Blei auflösen. Heutzutage ist ihr Verkauf als Küchengeschirr deshalb gesetzlich verboten.

Man hat nun in neuerer Zeit versucht die Zusammensetzung dieser Glasuren so abzuändern, dass nach dem Brennen der Waare alles Blei in ihnen in so feste chemische Verbindungen übergegangen ist, dass sie von sauren Speisen, die doch in chemischem Sinne immer nur schwach sauer sind, nicht mehr angegriffen werden. Namentlich in Bayern hat man in der Beziehung Erfolg erzielt.

Ein weit haltbareres Material nun als die gewöhnliche Töpferwaare ist das Steinzeug. Zu seiner Herstellung verwendet man einen Thon, der bei nicht zu hoher Temperatur so vollständig sintert, also so weit zusammen-

schmilzt, dass schliesslich eine für Flüssigkeiten ganz undurchlässige harte Masse entsteht. Deshalb brauchten z. B. jene billigen grauen oder hellbraunen Krüge, in denen das natürliche Selterwasser verschickt wird, die auf diesem Wege hergestellt sind, gar nicht glasiert zu werden, um wasserdicht zu sein.

Doch geschieht dies hier sowohl wie bei allem anderen in den Handel gebrachten Steinzeug, um ihm ein ansehnlicheres glänzendes Äussere zu geben, und zwar in folgender sehr einfachen Art.

Hat der Ofen, in dem das Geschirr gebrannt wird, seine volle Hitze erreicht, so schüttet man Kochsalz ins Feuer und verschliesst für einige Zeit seine Abzugsöffnungen. Der Ofen füllt sich infolgedessen, da Kochsalz nicht gerade schwerflüchtig ist, mit seinen Dämpfen. Es besteht, wie wir wissen, aus Chlor und Natrium. So kommt Natrium mit der Kieselsäure des Thones an der Oberfläche der Gefässe in Berührung, es bildet sich etwas kiesel-saures Natron, und dieses mit anderen Silikaten zusammen, — der Thon besteht ja aus Silikaten, — ist doch ein Glas. So genügt denn das Hineinwerfen des Kochsalzes zum Glasieren dieser billigen Steingutwaaren, die also ebenfalls nur „einmal“ ins Feuer kommen.

Hat man für die Herstellung von Steinzeug einen sehr reinen d. h. möglichst eisenfreien Thon gewählt, und schmilzt, nachdem das aus diesem hergestellte Gefäss, welches also fast weiss ausfallen wird, einmal gebrannt und hierbei völlig gesintert ist, nachträglich noch eine schön weisse Glasur auf, so erhält man das wahre Steingut, das also im Gegensatz zur Töpferwaare „zweimal“ gebrannt wird. Es unterscheidet sich äusserlich kaum vom Porzellan, auf das wir gleich ausführlich kommen, nur ist es lange nicht so haltbar wie dieses, indem seine bei verhältnismässig niedriger Temperatur aufgeschmolzene Glasur mit der des Porzellans hinsichtlich ihrer Güte keinen Vergleich aushalten kann und bei der Benutzung durch Zerkratzen bald feine Risse bekommt, die sich nicht mehr reinigen lassen, und es unansehnlich ja geradezu unappetitlich machen, wenn es sich um Essgeschirre handelt.

Dies Verhalten der Glasur kommt daher, dass die Temperatur, bei der ihr Einbrennen erfolgt, beim Steingut nicht hoch ist, wodurch sehr an Brennmaterial gespart wird, und um diese Glasur von genügender Leichtschmelzbarkeit zu haben, setzt man ihr Borax und auch Bleioxyd zu. Das letztere ist, da die Zusammensetzung der Mischung passend gewählt wird, schliesslich so fest gebunden, dass Säuren es nicht mehr lösen können. Steingut trotzdem also durchaus als Kochgeschirr Verwendung finden kann.

Die einmal im Ofen für die Zwecke der Steingutfabrikation gebrannten Gefässe haben in dem unglasierten Zustande, in welchem sie wieder aus dem Ofen kommen, durch die völlige Sinterung schon ihre volle Festigkeit erlangt. Bei dem für das Aufschmelzen der Glasur auf Steingutgefässe nötigen zweiten Brennen ist von einem nochmaligen Sintern keine Rede, findet daher im Gegensatz zum Porzellan, wie wir bei diesem sehen werden, keine Zunahme der Festigkeit mehr statt. Andererseits liegt daher auch nicht die Gefahr vor, dass Steingutwaaren sich im zweiten Feuer nach Art des Porzellans (siehe weiterhin) im Ofen verziehen, also ihre regelmässige Form verlieren könnten. Und so findet man am Boden von Steingutwaaren, betrachten wir z. B. einmal einen Steingutteller, im Unterschied zum Porzellan (siehe dort) meist nur drei gegen die übrige Glasur etwas eingedrückte Vertiefungen, welche die Stellen sind, an denen der Teller während des Einbrennens der Glasur auf Stützpunkten auflag. Dagegen erweist sich der untere Rand eines Porzellantellers ganz frei von Glasur, wofür wir den Grund Seite 214 kennen lernen werden.

An das gewöhnliche Steingut wollen wir die Fayen anreihen. Ihren Namen hat diese Art von Thonwaaren von der italienischen Stadt Faenza her, in der sie zuerst gefertigt wurde. Gleichbedeutend ist der Name Majolika, der an die Insel Majorka erinnert, indem auf der in alter Zeit ebenfalls viel solches Geschirr fabri-

worden ist.

Die Fayence verlangt einen sehr bildsamen, plastischen Thon, damit man jene Objekte wie Schüsseln, Teller etc., aus ihm herstellen kann, deren en relief ausgeführte Verzierungen häufig ihren Hauptwert ausmachen. Das so hergestellte Gefäss wird ziemlich scharf gebrannt und erhält dadurch eine bedeutende Festigkeit. Infolge der Feuerbeständigkeit des verwendeten Thones sintert es nur wenig zusammen, wodurch die Konturen der Figuren recht gut erhalten bleiben.

Andererseits ist aber, wie wir wissen, ein ungenügend gesinteter Thon porös, und deshalb muss alle Fayence, um wasserdicht zu sein, stets nachträglich glasiert werden.

So wird denn auch die Fayence, nachdem sie einmal gebrannt ist, mit Glasurmasse überzogen und ein zweites Mal in einen Ofen gegeben. Wenn man die Glasurmischung so wählt, dass sie zu einem undurchsichtigen weissen oder zu einem gefärbten Glase zusammenschmilzt, kann man auf diese Wege gleichzeitig die grösste Abwechselung erreichen. Die undurchsichtige weisse Glasur wird hauptsächlich durch Zugabe von Zinnoxid zur gewöhnlichen Glasurmischung erzielt.

Wir kommen nunmehr zur vollkommensten aller Thonwaren, zum Porzellan.

Es hat manche für den Gebrauch des Glases wertvolle Eigenschaften in fast noch höherem Grade als dieses selbst. So ist es härter und erträgt den Temperaturwechsel viel besser ohne zu zerspringen. Dagegen lässt es sich allerdings nicht so vielgestaltig verarbeiten wie jenes, und muss man sich an Stelle der Durchsichtigkeit mit seinem reinen Weiss begnügen.

In China und Japan ist es seit langem bekannt. In Europa erfand es der sächsische Alchymist Böttcher 1703. Anfangs erhielt er es nur von brauner Farbe, und 1710 gelang ihm zuerst die Darstellung rein weisser Gefässe, welche seit jenem Jahre in Meissen fabrikmässig hergestellt werden, an welchem Orte Böttcher im Auftrage des Königs August des Starken halb als Gefangener der Kunst des Goldmachens nachging.

Da vom Porzellan ein reines Weiss verlangt wird, und da es bei möglichst hoher Temperatur gebrannt werden muss, um seine edlen Eigenschaften zu zeigen, kann nur ein eisenfreier Thon, der, um die enorme Hitze der Brennöfen zu ertragen, fast frei von Flussmitteln ist, zu seiner Herstellung dienen.

Dieser findet sich nicht allzu häufig, man bezeichnet ihn als Kaolinthon. Zu seiner Reinigung wird er geschlämmt, d. h. mit sehr viel Wasser angerührt. Alle schweren und gröberen Beimengungen sinken, sobald das Rühren aufhört, in diesem rasch zu Boden, während die feinen Partikeln sich in ihm schwebend erhalten. Trennt man dann die Flüssigkeit vom groben Bodensatz, so wird sich bei weiterem Stehen in einem zweiten Gefässe aus ihr der reine Thon absetzen. So erhalten ist er infolge seiner Reinheit so feuerbeständig, dass er im Ofenfeuer kaum zum Sintern zu bringen ist, und um ihn zu Gefässen brennen zu können, muss ihm etwas Flussmittel zugesetzt werden. Als solches dient feinstgemahlener und geschlämmt Kalifeldspat, ein sich in der Natur findendes Mineral, das in sehr hoher Temperatur glasartig zusammenschmilzt. Dies nimmt uns nicht besonders Wunder, wenn wir erfahren, dass die Feldspate Doppelsilikate von kiesel-saurer Thonerde mit kiesel-saurem Kali oder kiesel-saurem Natron, auch kiesel-saurem Kalk sind, denn dieses sind zum Teil ja die gleichen Materialien, wie die, aus denen man das Glas herstellt (siehe Seite 197).

Formt man Gefässe aus dem Gemisch von geschlämmt Kaolin und geschlämmt Feldspat, so ziehen sie sich beim Brennen so sehr zusammen, dass sie häufig Risse bekommen. Doch wird dieser Übelstand herabgemindert, wenn man der Porzellanmasse noch Kieselsäure zusetzt. Diese erhält man für unseren Zweck in der notwendigen Reinheit durch Feinmahlen und Schlämmen von Quarz, Feuerstein oder Sand (siehe Seite 198).

Die aus den drei Bestandteilen, denen manche Fabriken noch etwas kalkhaltiges Material hinzufügen, gemischte Porzellanmasse wird dann wie der Töpferthon auf der Drehscheibe geformt, die erhaltenen Gegenstände werden

lmählich getrocknet, und sind hierauf ausserordentlich
rbrechlich.

Sie kommen nunmehr zum ersten Male ins Feuer
nes Ofens, in dem sie bei starker Rotglut gebrannt
erden. Erst bei dieser Temperatur sintern sie etwas zu-
mmen und zeigen hernach eine gewisse Festigkeit.

Als einmal gebrannte Masse findet das Porzellan
gentlich nur eine Verwendung, es dient als Einsatzgefäß
r die so bekannten galvanischen Elemente. Da es nicht
llig gesintert ist, ist es soweit porös, dass die in ihm
efindliche Flüssigkeit mit der von ihr verschiedenen im
usseren Gefäß vorhandenen in Kontakt treten kann, ohne
ch im eigentlichen Sinne mit ihr zu mischen, was zur
rzeugung galvanischer Ströme nach dieser Methode
ötig ist.

Das so erhaltene „verglühte“ Porzellan muss nun
asiert werden. Im Gegensatz zu allen anderen Thon-
aaren wendet man hierfür eine „ausserordentlich schwer
hmelzende“ Glasur an, die dann als ein wahres Glas
as fertige Produkt überzieht, wodurch es seine vorzüg-
hen Eigenschaften erhält.

Man verwendet als Glasur die Porzellanmasse selbst,
er man nur reichlicher Flussmittel zusetzt, damit sie
irklich zum Schmelzen kommt. Als solche fügt man
lkali und Kalk zu, und zwar ersteres, indem man einfach
e Menge des Kalifeldspats vermehrt. Die feingeschlammte
lasurmasse rührt man mit Wasser zu einem dünnen Brei
t, in den man das verglühte Porzellan taucht, wobei
ne genügende Menge von ihr an der Oberfläche des ein-
stauchten Gefäßes hängen bleibt.

Von den Stellen am Boden, mit welchen das so vor-
reitete Porzellan die Unterlage, auf welcher es im Ofen
eht, berührt, muss die Glasurmasse vor dem Einbrennen
er Glasur wieder fortgekratzt werden, weil das Gefäß
onst, sobald sie zum Schmelzen kommt, an dieser Unter-
ge anschmelzen würde.

Daher sehen wir z. B. an Porzellantellern im Gegen-
tz zu Glastellern nie einen flachen Boden, sondern stets
nen erhabenen Rand um diesen, weil so, statt vom

ganzen Boden, nur von ihm die Glasur entfernt zu werden braucht. Solche unglasierten Stellen sind rau und werden beim Gebrauch dauernd schmutzig, da sie nicht wie die glasierte Gegenstand durch einfaches Abreiben wieder gereinigt werden können, sondern die Verunreinigungen in den Poren sitzen bleiben. Und durch jene unglasierten Stellen am Boden sind selbst die besten dem Porzellan nahestehenden Steingutwaren (siehe oben) leicht von diesem auf den ersten Blick zu unterscheiden, da sie sich bei dem Steingut niemals finden.

Zum Einschmelzen der Glasur kommt das Porzellan ins zweite Feuer, dessen Hitze im Gegensatz zum Verfahren in der Steingutfabrikation also sehr hoch gesteigert wird.

Beim Steingut hat wie erwähnt das verglühte Rohmaterial nach dem erstmaligen Feuer schon seine Festigkeit, die durch das Einbrennen der Glasur in keiner Weise gesteigert wird. Hier beim Porzellan dagegen verglast der durch das erste Brennen erhaltene schon ziemlich feste Scherben, mit welchem Ausdruck das einmal gegläht Material bezeichnet wird, erst in diesem zweiten stärkeren Feuer völlig. Er wird hier erst jene harte Masse, mit der Glasur sozusagen in eins verschmolzen, eine bedeutende Widerstandsfähigkeit gegen alle äusseren flüsse erlangt. Andererseits erweicht das Porzellan dieser sehr hoch gesteigerten Temperatur so weit, wenn die einzelnen Stücke nicht genügende Auflage ihrer Unterlage hätten, sie sich durch ihre eigene Schwere krumm ziehen würden.

Durch Herausziehen einzelner Probestücke man den Verlauf des Prozesses. Die allmählich schr Glasur wird immer glatter, und wenn man schließlich der durchscheinenden Beschaffenheit des Ganzen dass der ehemalige Scherben selbst ausreichend vor so lässt man den Ofen samt seinem Inhalt langsam

Man kann natürlich auch unglasiertes Porzellan gleichen scharfen Feuer, in welchem man sonst ihm einbrennt, aussetzen. Dabei sintert

weit zusammen, dass es seine Porosität verliert, seine Oberfläche behält aber etwas Rauhes und sieht matt aus. Es führt den Namen Biskuitporzellan. Aus ihm macht man Büsten, Statuen und ähnliches, bei denen der Glanz der Glasur störend wirken würde.

Was das Bemalen des Porzellans anbetrifft, so kann es in zweifacher Art erfolgen. Man malt unter und auf der Glasur.

Zum Malen unter der Glasur, also zum Bemalen des verglühten Porzellans, können nur jene wenigen Metalloxyde dienen, die die grosse Hitze des zweiten Feuers, des sogenannten Scharffeuers, ertragen, so Kobaltoxyd für Blau, Chromoxyd für Grün, Uranoxyd (Uran ist ein seltenes Element) für Schwarz.

Der Vorteil dieser Malerei ist der ihrer Unzerstörbarkeit, die, da sie durch die Glasur geschützt ist, nur bei der Zertrümmerung des Porzellangefässes selbst eintreten kann. Während man beim Malen unter der Glasur mit den Farben verhältnismässig beschränkt ist, versteht man es auf der Glasur jetzt alle gewünschten Nüancen zu erzeugen, und auf ihr z. B. jedes Ölgemälde zu kopieren, eine Kunst, die in Sèvres namentlich gepflegt wird.

Die betreffenden Farben, auch hier natürlich Metalloxyde, werden mit einem leicht zu einem farblosen Glase schmelzenden Material gemischt, bei dessen Herstellung also Bleioxyd, wie wir uns jetzt schon denken können, eine grosse Rolle spielt, und nach dem Anreiben mit Öl aufgemalt. Erhitzt man das so vorbereitete Gefäss sodann in einem Muffelofen¹⁾ so weit, dass die gefärbten Glasflüsse ins Schmelzen kommen, so schmilzt die Malerei auf dem Gefässe fest.

In ganz gleicher Weise hat man in älterer Zeit das so viel benutzte Vergolden also Auftragen goldener Verzierungen auf das Porzellan bewirkt. Das mit einem

1) Eine Muffel ist ein aus feuerfestem Thon hergestellter Kasten, der durch ein um ihn geführtes Feuer erhitzt wird, so dass die in ihm stehenden Gegenstände weder mit Russ noch mit den Flammgasen in Berührung kommen.

Flussmittel eingebrannte Gold kam aber matt aus dem Ofen, und musste hernach, um seinen Glanz zu zeigen, poliert werden. Da wurde im Jahre 1830 eine Vergoldungsflüssigkeit, für die das Gold zuerst in Königswasser (siehe später beim Golde) gelöst wird, erfunden, die mit passenden Zusätzen auf das Porzellan aufgetragen und hernach eingebrannt, sofort eine glänzende Vergoldung liefert.

Wenn wir uns jetzt zur Photographie wenden, so ist es, in Rücksicht auf die komplizierten chemischen Prozesse, auf denen sie beruht, nicht leicht ohne Voraussetzung einiger Vorkenntnisse, die bei ihrer Ausführung sich abspielenden Erscheinungen zu erklären.

Am besten wird es, wie das unter solchen Verhältnissen immer der Fall ist, uns gelingen, wenn wir die historische Entwicklung zur Grundlage unserer Betrachtung machen. Wir sehen dann ihre allmähliche Vervollkommnung an uns vortüberziehen und haben Gelegenheit in Kürze die wichtigsten jener aufeinanderfolgenden Denkprozesse, die sie auf ihre Höhe gebracht haben, selbst zu durchdenken.

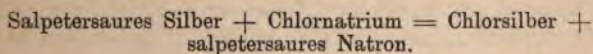
Silber löst sich leicht in Salpetersäure zu einer wasserhellen Flüssigkeit. Dampft man diese Lösung ab, so erhält man als Rückstand ein weisses Salz, das salpetersaure Silber. Es heisst im gewöhnlichen Leben Höllenstein.

Was man auch mit ihm bestreicht, wird, namentlich bei Tageslicht, sehr bald schwarz, so die menschliche Haut, auf die es von den Ärzten als Ätzmittel öfters gebracht wird. Und von der gleichen Farbe erscheinen nach kurzer Zeit Buchstaben, die man mit seiner Lösung schreibt. Sie sind hernach kaum mehr zu entfernen, z. B. auch nicht aus Wäsche, so repräsentiert denn diese Lösung eine unauslöschliche Tinte.

Der Grund für die angeführten Erscheinungen ist der, dass das salpetersaure Silber sehr dazu neigt in seine Bestandteile zu zerfallen, wobei sich das Silber als höchst

fein verteiltes schwarzes Pulver ausscheidet. Schon das Tageslicht vermag also diese Spaltung herbeizuführen. Diese Eigenschaft des salpetersauren Silbers ist, wie der uralte Name Höllenstein andeutet, sehr lange bekannt. Auf einem derartigen Zerfall von Silbersalzen beruht nun die ganze Photographie. Der Höllenstein selbst kann aber zur Gewinnung von Bildern nicht dienen, weil sein Zerfall ein, für diesen Zweck viel zu langsamer ist.

Die Herstellung von Bildern gelingt erst mit Silbersalzen, die sehr viel schneller als das salpetersaure Salz durch das Licht verändert werden. Und zwar hat man in der Photographie hauptsächlich drei von ihnen verwendet, das Chlorsilber, Bromsilber und Jodsilber. Alle drei sind leicht darstellbar. Da sie im Wasser völlig unlöslich sind, scheiden sie sich sofort aus, wenn man zu einer Höllensteinlösung eine Lösung von Chlornatrium (Kochsalz), oder von Bromkalium resp. von Jodkalium setzt. Es bilden sich bei Verwendung von Kochsalz z. B. Chlorsilber und salpetersaures Natron.



Das salpetersaure Natron ist ein uns bekanntes Salz (siehe Seite 48), welches im Wasser leicht löslich ist also in der Flüssigkeit gelöst bleibt, so dass, wenn man den Chlorsilberniederschlag mit Wasser wäscht, man ihn vollkommen frei von ihm erhält.

Das Chlorsilber ist sehr lange bekannt. Bromsilber und Jodsilber erst seit dem ersten Viertel des Jahrhunderts, zu welcher Zeit Brom und Jod aufgefunden wurden. Von wo aus diese Elemente heute hauptsächlich in den Handel gebracht werden, haben wir bereits (siehe Seite 44 und 48) besprochen.

Mit dem Chlorsilber haben schon die Alchymisten sehr viel gearbeitet. Es ist recht empfindlich gegen das Licht, denn sobald es diesem ausgesetzt wird, färbt sich sein anfangs reines Weiss violett, und schliesslich wird es ganz schwarz. Zur Erzeugung von Bildern hat es zuerst der Hallenser Arzt SCHULTZE 1727 benutzt.

Er legte Papierbuchstaben auf einen frischen Niederschlag von Chlorsilber. Nur die unbedeckten Stellen, welche dem Lichte ausgesetzt blieben, wurden dunkler, und nahm er das Papier fort, so erschienen die Buchstaben von weisser Farbe auf dunklem Grunde, um kurze Zeit nachher natürlich, durch den Einfluss des Lichtes, dem nun auch der bisher bedeckte Teil des Chlorsilbers ausgesetzt wurde, ebenfalls schwarz zu werden. Kurzum in dieser Art der Ausführung war das Ganze eine interessante aber praktisch nicht verwertbare Beobachtung.

Erst 112 Jahre später, nämlich 1839, hat dann TALBOT wirklich Bilder mit Hilfe von Chlorsilber zu stande gebracht. Sein Verfahren war folgendes. Er tauchte Papier in eine Lösung von Kochsalz und bestrich es sodann mit einer solchen von salpetersaurem Silber. Jetzt enthielt das Papier Chlorsilber und war lichtempfindlich. Auf den so vorbereiteten Bogen legte er hierauf durchsichtige resp. durchscheinende Zeichnungen. Unter dem Einfluss des Sonnenlichtes, dem er das Ganze aussetzte, schwärzte sich sodann sein Chlorsilber an denjenigen Stellen am stärksten, an denen das meiste Licht die obere Zeichnung durchdringen konnte.

Hätte er jetzt diese ohne weiteres entfernt, so wäre sehr bald sein unteres Papier durch den fort-dauernden Einfluss des Lichtes, wie einst bei SCHULTZE, gänzlich schwarz geworden. Und sein grosses Verdienst besteht nun darin, dass er solche Bilder festzuhalten, zu fixieren, lehrte.

Zum Zwecke der Fixierung verfuhr er so, dass er sein lichtempfindliches Papier, auf dem die Sonne die hin-aufgelegte Zeichnung abgebildet hatte, in einer Dunkel-kammer, um jede weitere Lichteinwirkung auszuschliessen, in siedendes Kochsalzwasser legte. Siedende Kochsalzlösung löst nämlich Chlorsilber auf. Also das unverändert ge-bliebene Chlorsilber wurde so entfernt, und nun blieb die Zeichnung bestehen, da die Kochsalzlösung das durch das Licht in chemischer Beziehung veränderte geschwärzte Chlorsilber nicht zu lösen im Stande ist.

Natürlich ist, wie die Überlegung lehrt, das erhaltene Bild das „negative Schattenbild“ der ursprünglichen Zeichnung. Die dunklen Stellen der Zeichnung hatten ja am wenigsten Licht durchgelassen. An diesen blieb also das Chlorsilber fast unverändert, und war durch die heisse Kochsalzlösung bei der Fixierung entfernt worden. So erschienen denn die dunklen Stellen der Originalzeichnung in der Kopie weiss oder fast weiss, während die hellen dunkel ausfielen. Aber legte TALBOT dies Negativ wiederum auf durch Chlorsilber lichtempfindlich gemachtes Papier, so bekam er die genaue Kopie des Originals, indem er jetzt wieder ein Schattenbild des Schattenbildes der ursprünglichen Zeichnung und damit eine Kopie von der Grösse des Originals erhielt.

War TALBOTS Verfahren noch nichts anderes als ein „photographisches Abklatschen vorhandener Bilder in nicht verkleinertem Massstabe“, so brachte nun DAGUERRE ebenfalls Ende der dreissiger Jahre auf einem Wege, den vorher schon NIÉPCE versucht hatte, durch die Photographie selbst die ersten Bilder fertig, ist DAGUERRE der eigentliche Erfinder dessen, was wir heute Photographie nennen.

Er verwendete die Camera obscura zur Gewinnung von Abbildungen an sich, jenen Apparat, der mit Hilfe von Linsen Bilder vor ihm befindlicher Gegenstände an einer bestimmten Stelle, an welche die Photographen zwecks seiner Einstellung eine Milchglasplatte bringen, zu erzeugen ermöglicht. Die Camera obscura gestattet zugleich „die beliebige bildliche Verkleinerung der vor der Linse befindlichen Gegenstände“, was natürlich gegenüber dem TALBOTSchen Abklatschverfahren einen ausserordentlichen Fortschritt bedeutet.

DAGUERRE brachte nun an die Stelle der Milchglasplatte, mit Hilfe deren also der Apparat auf den zu photographierenden Gegenstand scharf eingestellt wird, eine Silberplatte, auf der er durch Joddämpfe etwas Jodsilber erzeugt hatte. Nach stundenlangem Einwirken des Lichtes sah er ein auf der Platte entstandenes Bild der vor der Camera befindlichen Gegenstände, dessen Festhalten ihm aber

die grössten Schwierigkeiten bereitete, welche erst ein Zufall überwinden half.

Brachte er nämlich die nicht stundenlang sondern nur ganz kurze Zeit belichtete jodierte Silberplatte in Quecksilberdampf, so schlugen sich an den zumeist belichteten Stellen auch die meisten Quecksilberdämpfe nieder, und erschien das photographisch erzeugte Bild, das auf den Quecksilberdampf sozusagen orientierend wirkte, in glänzendem Quecksilber ausgeführt. Quecksilberdampf „entwickelte“ also das dem menschlichen Auge noch unsichtbare Bild. Daher stammt das für uns jetzt sehr merkwürdige Aussehen jener alten Daguerreotypen, die sich noch in manchen Familien finden. Hiermit war auch die „photographische Abbildung Lebender“ ermöglicht, die von dem Tage ab nur kurze Zeit stille zu sitzen brauchten, um abkonterfeit zu sein, und heute ja sogar in voller Bewegung photographiert werden können.

Das für alle Zeiten Wichtige an DAGUERRES Beobachtung ist folgendes. Wenn auch das menschliche Auge an lichtempfindlichen nur sehr kurze Zeit in der Camera obscura belichteten Platten absolut noch nichts wahrnehmen kann, so hat die chemische Wirkung der Lichtstrahlen doch bereits einen Zerfall der Silberverbindung eingeleitet, und nun ist es nicht nötig, diesen Zerfall sich vollständig durch fortgesetzte Belichtung vollziehen zu lassen, damit er dem menschlichen Auge sichtbar werde. Jetzt ist es vielmehr möglich diesen Zerfall-Prozess mit Hilfe geeigneter Chemikalien, von denen wir bisher nur den Quecksilberdampf kennen gelernt haben, ohne weitere Lichteinwirkung zur Entwicklung von negativen Bildern zu benutzen.

Bald nach dem Bekanntwerden des DAGUERRESchen Verfahrens begann die Suche nach Ersatz für die teuren Silberplatten, und TALBOT benutzte an ihrer Stelle sein lichtempfindliches Papier mit Erfolg in der Camera obscura. Als Silberverbindung wandte er im Anschluss an DAGUERRE statt Chlorsilber jetzt Jodsilber an, indem er sein in Silberlösung getauchtes Papier durch Jodkaliumlösung zog. Doch erwies sich das Jodsilberpapier nicht genügend empfindlich

für die Camera. Taucht man es aber noch in eine Mischung von Gallussäure und Silberlösung, so giebt es hernach ein vorzügliches, natürlich negatives Bild des zu Photographierenden.

Zum Entfernen des auf der belichteten Platte unverändert gebliebenen Jodsilbers benutzte er an Stelle der ehemals verwendeten siedenden Kochsalzlösung nunmehr eine Lösung von unterschwefligsaurem Natron, die in der Kälte bereits Chlorsilber sowohl wie Bromsilber und Jodsilber mit grösster Leichtigkeit löst, und seitdem allgemein zu diesem Zwecke dient. Aber die Rauheit selbst des besten Papiers machte sich bei den nach TALBOTS Verfahren hergestellten Bildern unangenehm geltend, und DAGUERRES auf polierten Silberplatten hergestellten Bilder schienen den Sieg davontragen zu sollen.

Das änderte sich mit dem Tage, an welchem NIÉPCE die Eiweisslösungen in die Photographie einführte. Setzt man zu einer Lösung von Eiweiss Jodkalium, giesst sie auf Glasplatten und taucht diese nach dem Trocknen in Höllensteinlösung, so hat man jetzt eine durch ihren Gehalt an Jodsilber lichtempfindliche Eiweisschicht auf dem Glase, der die Rauigkeit des Papiers völlig abgeht, und die nunmehr ausgezeichnete Bilder liefert.

Die verkleinerten Bilder, welche die Camera obscura liefert, sind also negativ und werden deshalb, wie es ursprünglich TALBOT für Zeichnungen angewandt hatte, auf lichtempfindliches Papier übertragen, um so zum wirklichen Bilde des zu Photographierenden zu gelangen. Auch das Papier, auf das man die Negative übertrug, überzog man von jetzt ab mit einer lichtempfindlichen Eiweisschicht, und erzielte wegen seiner Glätte und des Glanzes, den hernach das fertige Bild, das Positiv, zeigt, ausgezeichnete Resultate.

Die unangenehme Neigung der Eiweisslösungen zur Fäulnis führte dann zu ihrem von FRY empfohlenen Ersatz durch Kollodium. Dieses ist eine Auflösung¹⁾ von

1) Der Name stammt daher, dass Maynard diese Lösung zuerst als Klebmittel empfahl, und ihr aus diesem Grunde den Namen Kollodium (vom lateinischen collis der Leim her) beilegte.

nitrierter Baumwolle also Schiessbaumwolle (siehe Seite 121) in einem Gemisch von Äther und Alkohol.

Die für das Auge unsichtbare Veränderung, die bei kurzer Belichtung der Platte hervorgerufen wird, die einst Daguere mit Quecksilber zu einem Bilde entwickelt hatte, muss unheran an Stelle der Silberplatten verwendeten Ersatzplatten, ebenfalls sichtbar gemacht werden. Die hierzu dienende Mittel fasst man unter dem Namen „Entwickler“ zusammen. Zuerst benutzte man als solche schwefelsaures Eisenoxyd (Eisenvitriol im gewöhnlichen Leben genannt) und Pyrogallussäure. Später hat man die verschiedensten anderen Chemikalien versucht, von denen sich das Hydrochinon besonders bewährt und jetzt am meisten verwendet wird.

Im Kollodiumverfahren, zu dem wir jetzt speziell übergehen, wurde mit Brom- und Jodkalium versetztes Kollodium in salpetersaures Silber getaucht, und sodann die nasse Glasplatte, die also ein Gemisch von Brom- und Jodsilber enthält, mit dem noch anhängenden Überschuss des salpetersauren Silbers in der Camera exponiert. Tauchte man sie sodann in Eisenvitriol- oder Pyrogallussäurelösung, so reduzierte eines dieser Mittel das überschüssige salpetersaure Silber zu Silber, während sie auf Jod- und Bromsilber nicht einwirken. Das aus ersterem pulvrig abgeschiedene Silber schlägt sich hierauf, wie einst die Quecksilberdämpfe im Daguere'schen Verfahren, an den belichteten Stellen im Verhältnis zur Stärke ihrer Belichtung, also durch diese orientiert, nieder, so dass auf diese Art in der Dunkelkammer das negative Bild sichtbar ward. Die Fixation dieses Negativs, welches, wenn es in diesem Zustande ans Licht käme, sofort ganz schwarz werden würde, erfolgt durch Eintauchen in eine Lösung von unterschwefligsaurem Natron, die das überschüssige Brom- und Jodsilber, die die völlige Schwärzung veranlassen hätten, entfernt. In Rücksicht auf die Pyrogallussäure kann man das Verfahren als ein im chemischen Sinne saures bezeichnen.

Versuche auf diesem Wege Trockenplatten, die man als Dauerplatten aufbewahren konnte, herzustellen, hatten keinen Erfolg, es blieb nötig frisch in eine

Lösung von salpetersaurem Silber getauchte Platten zu verwenden.

RUSSELL fand dann in den sechziger Jahren, dass der Lichteindruck auf die in der Camera obscura erhaltene Platte auch ohne den dem Überschuss an salpetersaurem Silber entstammenden Silberniederschlag, der bis zu dieser Entdeckung also absolut nötig war, sichtbar gemacht werden kann. Wäscht man nämlich aus den nassen Platten den Überschuss an salpetersaurem Silber mit viel Wasser völlig aus, belichtet sie in diesem Zustande in der Camera obscura, und taucht sie hernach in „alkalische“ Pyrogallussäure (d. h. fügt man Alkali der ehemals verwendeten Lösung von dieser zu), so wirkt diese Lösung jetzt auf das belichtete Brom- und Jodsilber ein, was sie, wie wir oben besprochen, ohne Alkali nicht vermochte, indem sie das Gemisch dieser beiden Silberverbindungen nach der Massgabe der Belichtung zersetzt, und so ein Bild entwickelt, welches hernach durch unterschwefligsaures Natron fixiert wird. Damit war man der Herstellung von Trockenplatten bedeutend näher gekommen, indem die bisher auf der Platte notwendige überschüssige Silberlösung unnötig wurde.

Da die alkalische Pyrogallussäurelösung, wie sich bald herausstellte, weit besser auf Brom- als auf Jodsilber wirkt, kam damit das Bromsilber zu seiner jetzigen Bedeutung in der Photographie.

1871 empfahl MADDOX an Stelle des Kollodiums Gelatine zu verwenden. Der wahre Erfinder des Gelatineemulsionsverfahrens, auf welchem unsere jetzigen Trockenplatten beruhen, ist aber BENNETT im Jahre 1878 gewesen. Er zeigte, dass eine fertig hergestellte Bromsilbergelatineemulsion durch „nachheriges Erwärmen“ — das ist das ausschlaggebende — erst jenen hohen Grad von Empfindlichkeit, den man heute an ihr rühmt, bekommt. Und so ist denn die Herstellung der jetzigen Trockenplatten, welche die Verwendung der Gelatine und diese Beobachtung ermöglichen, etwa folgende:

Man löst Bromammonium (an Stelle des früher ver-

wendeten Bromkaliums) in Wasser, dem man Gelatine und sodann Höllesteinlösung selbstverständlich in einer Dunkelkammer zufügt, auf, wobei die Temperatur anfangs 75° beträgt, hernach aber bis zum Sieden gesteigert wird. Es bildet sich hierbei in der Emulsion das Bromsilber. Aus der auf diesem Wege erhaltenen Bromsilbergelatineemulsion, welche nach dem Erkalten erstarrt, wäscht man mittelst Wasser sodann alles Lösliche heraus, trocknet sie und bringt sie durch Anwärmen wieder zum Schmelzen. In diesem Zustande giesst man sie auf Glasplatten, die ihrerseits in Trockenschränken rasch völlig getrocknet werden, und nunmehr Handelsware sind. Die so hergestellten Trockenplatten sind etwa zehnmal so empfindlich als die ehemaligen nassen Kollodiumplatten.

Mit Herstellung dieser Trockenplatten beginnt der grosse Aufschwung der Liebhaberphotographie. Die Anfertigung der lichtempfindlichen Platte, ehemals natürlich das Schwierigste in der Photographie, ist damit Aufgabe von Fabrikanten geworden und dem Photographierenden entzogen.

Die Trockenplatte liefert in einer, mit einer guten und deshalb teuren Linse versehenen Camera obscura, mit Leichtigkeit vorzügliche Abbildungen, und ihre Empfindlichkeit ist bekanntlich so gross, dass ein Moment die nötige Belichtungszeit darstellt. Die dadurch herbeigeführte beginnende Zersetzung des Bromsilbers an den vom Lichte getroffenen Stellen führt, um es kurz zu rekapitulieren, also der Entwickler dann bis zur gewünschten Stärke fort. Sobald dieser Punkt erreicht, und damit das Bild entwickelt ist, wovon man sich durch Besichtigung der Platte beim roten Lichte (siehe weiterhin) der Dunkelkammer überzeugt, entfernt man durch Eintauchen in eine Lösung von unterschwefligsaurem Natron das unangegriffene gebliebene Bromsilber, womit das Negativ fertig ist. Erfolgt die Übertragung des Negativs sodann auf lichtempfindliches Silberpapier, so bekommen wir die speziell als Photographien bezeichneten Abbildungen.

Natürlich hat man, nachdem man die Empfindlichkeit

der Silbersalze gegen das Licht kennen gelernt hatte, auch Salze anderer Metalle und sonstige Substanzen oder Gemische von diesen auf ihr Verhalten gegen das Licht geprüft, und gefunden, dass z. B. auch bestimmte Platinsalze lichtempfindlich sind.

Das Bild in der Camera obscura, also das Negativ, wird stets mit Bromsilbergelatine hergestellt, kopiert man es hernach aber statt auf Silberpapier auf das jetzt schon im Handel befindliche passend hergerichtete Platinpapier, so erhält man jene so schön sammetschwarzen Platinotypen, deren Aussehen an Kupferstiche erinnert.

Die ganze Photographie beruht also auf der chemischen Einwirkung des Lichts auf durch das Licht zersetzliche Salze, speziell heutzutage auf Bromsilber. Nun wissen wir von der Physik her, dass das weisse Licht aus einem Gemisch verschiedener Farben, den sogenannten Regenbogenfarben, besteht. Zerlegt man es mittelst eines Prismas in diese seine Farben und versucht das so erhaltene Spektrum auf die gewöhnliche Art zu photographieren, so sieht man, dass an einem Ende desselben, nämlich beim Rot, keine Wirkung auf die photographische Platte eintritt, während sie am anderen Ende, also beim Violet, und Ultraviolett, so nennt man das auf das Violet folgende Stück, welches dem menschlichen Auge unsichtbar ist, und ihm daher schwarz erscheint, welches aber noch auf die photographische Platte wirkt, am stärksten ist. Und daher kommt es, dass man die Entwicklung der der Camera entnommenen Platten in der Dunkelkammer bei rotem Licht ausführt, ohne dass die gegen weisses Licht so empfindliche Platte hierdurch beeinflusst wird.

So erklärt es sich auch, dass rote, gelbe, selbst grüne Farben sehr wenig auf die Platte wirken, was z. B. bei der Reproduktion von Ölgemälden höchst störend ist, sich aber auch bei Porträtaufnahmen geltend macht.

Dies zwang dazu Bilder von farbigen Objekten, namentlich Porträts hinsichtlich der Gesichtsfarben, nachträglich etwas zu korrigieren, was man als Retouche bezeichnet.

VOGEL fand dann, dass man diesen Übelstand vermeiden kann, wenn man die Bromsilbergelatineplatten selbst wenig mit gewissen Farbstoffen färbt. Sie werden dadurch auch für solche Farben, die ohne diesen Zusatz nicht auf sie einwirken, empfindlich, indem Licht von diesen ihnen zugesetzten Farben jetzt ebenfalls auf ihr Bromsilber einwirkt. Seitdem erst ist es möglich speziell Ölgemälde in jenen schönen photographischen Reproduktionen wiederzugeben, die wir jetzt zu sehen gewöhnt sind, während ältere oder mit gewöhnlichen Trockenplatten hergestellte Photographien von ihnen ganze Teile nur in verschwommenen Umrissen zeigen.

So kann man das Bestreben, farbige Gegenstände photographisch in richtiger Weise zu reproduzieren, als auf dem Wege der farbenempfindlichen Platten der Hauptsache nach gelöst bezeichnet werden. Eine ganz andere Aufgabe, die aber im Publikum manchmal mit ersterer verwechselt wird, ist es jedoch, Photographien statt in schwarz sogleich in bunten Farben herzustellen.

Trotz aller darauf verwandten Mühe ist die Lösung dieser Aufgabe bisher nicht geglückt, wenigstens in keiner Weise für die photographische Wiedergabe von Personen, deren Bilder man jetzt nachträglich allerdings mit der Hand sehr schön koloriert.

Dagegen sind mit der direkten bunten Wiedergabe des Sonnenspektrums schon Erfolge erzielt. Um dieses auf der Bromsilbergelatineemulsionsplatte sogleich in seinen natürlichen Farben wiederzugeben, wird in der Camera obscura hinter die Platte Quecksilber gegossen, und wird sie mit der lichtempfindlichen Seite gegen das Quecksilber gestellt. Die Lichtstrahlen des zu photographierenden Spektrums erzeugen sodann, infolge der spiegelnden Wirkung des Quecksilbers, in dem Glase der Platte sogenannte Interferenzerscheinungen, und diese sind die Ursache, dass, nachdem die Platte in üblicher Weise entwickelt ist, sich das Spektrum auf ihr in seinen natürlichen bunten Farben zeigt. Die Gründe für diesen merkwürdigen Erfolg der Photographie sind theoretisch auf vorzüglichste klargelegt worden. Der Ausführung in der

Praxis stellen sich aber noch so grosse Schwierigkeiten entgegen, dass die Herstellung solcher wahren Buntphotographien erst in ganz kleiner Zahl geglückt ist.

Ausserdem lassen sich bunte Objekte mit Hilfe des sogenannten Pigmentdruckes, welcher, wie schon der Name andeutet, kein rein photographisches Verfahren ist, jetzt bereits vorzüglich farbig reproduzieren.

Die Grundlage des Verfahrens ist folgende: Ausser den bisher als lichtempfindlich erwähnten Salzen giebt es, wie oben angedeutet ist, noch manche lichtempfindlichen Mischungen. Setzt man z. B. zu einer Lösung von Gelatine eine Lösung von doppeltchromsaurem Kali, bestreicht mit ihr irgend einen Gegenstand, und lässt die Sonne hinaufscheinen, so wird die doch sonst im Wasser lösliche Gelatine sehr rasch völlig unlöslich.

Grund hierfür ist, dass das doppeltchromsaure Kali vom Licht so beeinflusst wird, dass es teilweise in ein Chromoxyd übergeht, welches auf die Gelatine gerbend wirkt, was dann ihre Unlöslichkeit veranlasst. Wir haben die Versuche, geradezu Chromleder herzustellen, ja seiner Zeit kennen gelernt (siehe Seite 136).

Legt man nun auf ein im Dunkeln mit Chromgelatine bestrichenen Papier das auf die gewöhnliche Art photographisch erzeugte Negativ eines Bildes, so werden die Stellen, durch die das Licht dringt, unlöslich werden, und wäscht man die unangegriffen gebliebene Chromgelatine nachher in der Dunkelkammer mit Wasser ab, so hat man ein Bild, dass nun nicht, wie beim Silber- oder Platinpapier, schwarz erscheint, sondern, da es nur die Farbe der Gelatine zeigt, wenig sichtbar ist.

Es liegt aber gar kein Grund vor, die Gelatine nicht vor Ausführung des Verfahrens mit einem geeigneten Pigment zu färben. Gelbe Gelatine liefert dann ein gelbes, rote ein rotes und blaue ein blaues Bild, und befestigt man jetzt die drei so hergestellten durchsichtigen Abbildungen — die, da sie von demselben, mit einer farbenempfindlichen Platte hergestellten Negativ stammen, genau aufeinander passen müssen — übereinander, so ist der Erfolg ein geradezu überraschender.

Nach der Theorie der Mischfarben, wie sie die Physiker entwickelt haben, lassen sich hierbei glänzende Resultate, hinsichtlich der treuen Wiedergabe der Farben des ursprünglichen Objektes, voraussehen und werden in Wirklichkeit erzielt. So einfach auch das Verfahren nach diesen Angaben erscheinen mag, so gross sind die Schwierigkeiten, die sich seiner erfolgreichen praktischen Ausführung entgegenstellen. Zumeist wird so gearbeitet, dass man das photographische Negativ auf eine Walze überträgt, und das Bild von dieser aus in den drei erwähnten Farben übereinander druckt.

Ausser diesem Reproduktionsverfahren sind noch eine ganze Anzahl anderer teils versucht, teils wirklich in Benutzung, auf die wir aber nicht mehr eingehen wollen. Bei ihnen allen bildet, wie beim Pigmentdruck, ein in der Camera obscura hergestelltes Negativ, also eine auf photographischem Wege gewonnene Abbildung des Gegenstandes, die Grundlage, und insofern sind alle diese Reproduktionen echte Kinder der Photographie.

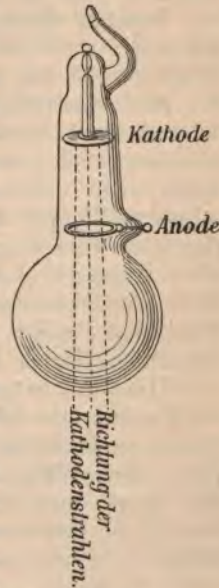
Wir können unsere Betrachtung über die photographische Reproduktion von Gegenständen unmöglich schliessen, ohne den neuesten Fortschritt auf diesem Gebiete, welchen die Röntgen Strahlen ermöglichen, hervorzuheben, wenn auch die Entdeckung selbst ins Gebiet der Physik fällt. Haben wir doch auch gleich im ersten Vortrage, um uns über die Luft klar zu werden, das Gebiet der Physik gestreift.

Wir wissen alle, dass der elektrische Funke, wenn er als Blitz oder künstlich erzeugt von einem Orte zum anderen überspringt, nicht einen geraden sondern einen Zickzackweg zurücklegt. Grund hierfür ist der sich ihm entgegenstellende Widerstand der Luft. Lässt man aber den Funken innerhalb einer Glasröhre überschlagen, aus der die Luft bis auf etwa ein Tausendstel Atmosphäre ausgepumpt ist, indem man an ihre beiden Enden Drähte, die dann als Pole einer elektrischen Leitung dienen, eingeschmolzen hat, so leuchtet die Röhre, in der jetzt der Luftwiderstand nicht mehr in Frage kommt, ihrer ganzen

nach, wenn die Funken in ihr überspringen. Mit diesen Röhren lassen sich unter Verwendung verschiedener verdünnter Gasarten, wie Wasserstoffgas, Sauerstoffgas, jedes verschiedenfarbiges Licht ausstrahlen, wunderbare Farbenzusammenstellungen erzielen. Sie heissen nach dem berühmten Glasbläser Geissler, der sie zuerst in vorzüglicher Schönheit anfertigte, Geisslersche Röhren. Geht man hinsichtlich der Verdünnung der Luft in der Röhre ordentlich viel weiter, als es bei den Geisslerschen Röhren der Fall ist, so treten wiederum andere Erscheinungen auf. Alsdann leuchtet nicht die ganze Röhre, sondern nur von dem einen Pol, welcher Kathode heisst, gehen kegelförmige Strahlen aus, während die Röhre an der Anode kaum Farbenscheinung zu bemerken ist.

Wenn man an Stelle eines gewöhnlichen Rohres ein in der Zeichnung gegebenes Gefäss, so gehen die Kathodenstrahlen nicht nach der Anode, sondern senkrecht zu ihrer Eintrittsöffnung weiter und erzeugen, da wo sie auf der gegenüberliegenden Glaswand anprallen, einen hellen Fleck. Wenn man dem Rohr einen Magneten nähert, seinen Platz ändert. Dann werden die sichtbaren Kathodenstrahlen im Gegensatz zum gewöhnlichen Licht durch den Magnet beeinflusst.

Geissler unternahm nun eine Untersuchung der Kathodenstrahlen ausserhalb der Röhre, in welcher man sie sieht und führte diese Versuche in einer Dunkelkammer aus. Er bemerkte dabei, dass, wenn er die Röhre in



Figur 16.

den Kasten aus schwarzer Pappe brachte, also vollständig verdeckte, und in der verlängerten Richtung der Kathodenstrahlen ein Papier hielt, das mit einer Lösung von Platinplatinocyanür bestrichen war, dieses Papier mit

gelber Farbe zu fluorescieren begann, also in der Dunkelkammer sichtbar wurde. Hier zeigte sich somit eine neu höchst merkwürdige Wirkung von von den Kathodenstrahlen verschiedenen Strahlen.

Unter Fluorescenz versteht man die Eigenschaft mancher Körper, zu denen also das Bariumplatincyanür gehört, ultraviolette Strahlen (wir erwähnten diese oben) in sichtbare Lichtstrahlen zu verwandeln. So beruht der täglich uns auffallende grünliche Schimmer, den die meisten Petroleumsorten zeigen, auf Fluorescenz, und wie die im gewöhnlichen Lichte enthaltenen lange bekannten ultravioletten rufen auch die neuentdeckten Röntgenschen Strahlen diese Erscheinung hervor.

Das mit allem bisherigen Wissen unvereinbare Fluorescieren des erwähnten Papiers in der Dunkelkammer konnte seinen Grund nur in der völlig verdeckten Röhre, in der die Kathodenstrahlen erzeugt wurden, haben. Es muss einer Art von Strahlen, die von den Kathodenstrahlen verschieden sind, seine Entstehung verdanken, die unser Auge nicht wahrzunehmen vermag, und die andererseits schwarze Pappe durchdringen. Auch ein in der verlängerten Richtung der Kathodenstrahlen gehaltenes Buch oder Holzbrett hinderte nicht das Leuchten des hinter diese Hindernisse gehaltenen mit Bariumplatincyanür bestrichenen Papiers, wonach die neuen Strahlen durch die genannten Körper hindurchgehen.

Brachte Röntgen jetzt an die Stelle des fluorescierenden Papiers eine lichtempfindliche photographische Trockenplatte, so bemerkte er, dass diese in der für das menschliche Auge völlig lichtlosen Dunkelkammer von den für das Auge unsichtbaren Strahlen beeinflusst wird, und brachte er zwischen sie und die die Strahlen liefernde Röhre sehr viel festere Körper als es Papier und Holz sind, so zeigte sich deren Schattenbild auf der photographischen Platte, wenn diese hernach in gewöhnlicher Weise entwickelt wurde.

Da die Strahlen z. B. durch Fleischteile hindurchgehen aber Knochen nicht durchdringen, liefert eine mit den Strahlen beleuchtete — wenn man diesen Ausdruck

für die unsichtbaren Strahlen verwenden darf — Hand als Bild ihr Knochenskelett.

Während die Einwirkung des gewöhnlichen Lichtes die Herstellung von Momentaufnahmen, wie wir ausführlich besprochen haben, ermöglicht, dauert hier die Exposition mehrere Minuten. Aber man kann mit diesen Strahlen ohne weiteres bei Tageslicht photographieren, indem man z. B. seine Hand auf ein Kästchen legt, in welchem sich die Trockenplatte befindet, und nunmehr die Röntgenschen Strahlen auf die Hand fallen lässt. Sie wirken dann durch das Holz des Kästchens, welches das Tageslicht nicht durchdringt, auf die Platte, indem sie durch das Holz hindurchgehen.

Da diese Strahlen nicht durch Linsen brechbar sind, sind alle mit ihrer Hilfe hergestellten Bilder nur sehr genaue Schattenbilder, die die Grösse des Abzubildenden haben, im Gegensatz zu eigentlichen Photographien, die das Bild ganzer Landschaften, weil das gewöhnliche Licht durch Linsen brechbar ist, auf wenige Quadratcentimeter zu übertragen gestatten.

Die dem menschlichen Auge unsichtbaren Röntgenschen Strahlen wirken also auf lichtempfindliche Silbersalze nach Art des gewöhnlichen Lichtes, nur viel langsamer als dieses ein, sind aber, um es kurz zusammenzufassen, keine ultravioletten oder ultraroten Strahlen, weil sie nicht durch Linsen oder Prismen gebrochen werden, sie sind kein Licht im bisherigen Sinne des Wortes, weil wir sie nicht sehen, sie sind keine Kathodenstrahlen, weil wir diese in der Röhre leuchten sehen, auch werden sie nicht durch den Magneten beeinflusst, und sind daher auch keine elektrischen Ströme. Sie sind ganz etwas Neues und von welchem Wert sich dieses Neue in späterer Zeit, sei es für die Wissenschaft sei es für das Leben, erweisen wird, kann nur diese lehren.

XI. Vortrag.

Edle und unedle Metalle. Erz. Gold. Platin. Königswasser. Scheidewasser. Silber. Wertrelation zwischen Gold und Silber. Bimetallismus. Goldwährung. — Reduktion der Metalloxyde. Rösten der Schwefelverbindungen. Gusseisen. Stahl. Schmiedeeisen. Hochofen. Schlacken. Koks. Puddelprozess. Walzeisen. Schienenwege. Cementstahl. Gussstahl. Bessemerstahl. Spiegel-eisen. Mangan. Entphosphorung des Eisens. Flusstahl. Gas-feuerung. Regeneratoren. Freiflammführung. Zink. Galvano-plastik. Kalium. Natrium. Aluminium.

Wir sprechen im Leben von zwei grossen Klassen von Metallen, den edlen und den unedlen. Ihr Hauptunterschied besteht darin, dass die edlen Metalle von anderen Elementen, und zwar hauptsächlich Sauerstoff und Schwefel, die infolge ihres massenhaften Vorkommens auf Erden am meisten in Betracht zu ziehen sind, sehr wenig angegriffen werden, im Gegensatz zu den unedlen, die deren Angriff sehr bald erliegen, oder anders ausgedrückt sich im Unterschiede von den edlen mit diesen gern chemisch verbinden.

So finden sich denn die edlen Metalle meist als solche auf der Erde, und sind daher verhältnismässig leicht gewinnbar, während die anderen im Laufe der unendlichen Zeiten bald durch Sauerstoff in Oxyde, bald durch Schwefel in Schwefelverbindungen¹⁾ übergeführt sind, resp. in Form noch weit komplizierterer Verbindungen vorkommen.

Wenn die unedlen Metalle dem menschlichen Gebräuche dienen sollen, müssen sie aus der Verlarvung, in

1) Die Bergleute nennen die Schwefelverbindungen bald Kiese, bald Glanze, bald Blenden. Die ersten beiden haben einen metallischen Habitus wie z. B. der Bleiglanz, die letzteren zeigen diesen nicht.

der sie sich in der Natur finden, durch irgend einen Prozess befreit werden, und man spricht von ihren natürlich vorkommenden Verbindungen als von ihren Erzen, wenn sich diese an einer Stelle in solchen Massen finden, dass die technische Abscheidung des Metalls aus ihnen lohnend wird.

Nur in der dichterischen Sprache wird Erz, und im Anschluss daran ehern, als Bezeichnung für Metall oder Metallgemische resp. für metallisch gebraucht, während im praktischen Leben ersteres also niemals das Metall selbst, sondern irgend welche in der Natur sich findenden Verbindungen desselben bedeutet, und letzteres hier überhaupt nicht verwendet wird.

Es hätte wenig Zweck hier alle Metalle zu besprechen. Abgesehen von einigen Mitteilungen über edle Metalle wollen wir daher nur die Gewinnung des Eisens als des im Leben wichtigsten von ihnen ausführlich erörtern. Sie wird es uns zugleich ermöglichen, einen genügenden Einblick in die Metallgewinnung überhaupt zu geben.

Das Gold — und das Platin — kommen, als auch im chemischen Sinne edle Metalle, fast nur als solche auf der Erde vor. Man findet das Gold und ähnlich das Platin im Sande der Flüsse oder auch sonst in Sandlagern, und wäscht die Metalle aus diesen heraus. Solche goldhaltigen Sandlager nennt man Goldseifen. Findet das Gold sich im harten Gestein eingesprengt, so wird dieses zerstampft und gemahlen, und nun das Metall entweder direkt herausgewaschen, oder mit Hilfe von Quecksilber oder Chemikalien, welche das Gold auflösen, herausgezogen.

Quecksilber löst Gold mit Leichtigkeit, im übrigen ist es in jeder einzelnen Säure unlöslich, nur ein Gemisch von Salzsäure und Salpetersäure löst es, und weil das Gold bei den Alchymisten für den König der Metalle galt, nannten sie diese Mischung Königswasser. Sie löst es, weil durch Einwirkung der Salpetersäure auf die Salzsäure Chlor in ihr vorhanden ist, welches das Gold angreift, so dass wir in der mittelst Königswasser erzielten Lösung schliesslich Chlorgold haben. Im Bergbau dienen jetzt zum Extrahieren des zerstampften Gesteins ausser

dem Quecksilber das Cyankalium oder das Brom, zwei in der Neuzeit gefundene Lösungsmittel.

Die Salpetersäure allein löst aber das Silber, und daher führt sie seit alten Zeiten den noch im Volke erhalten gebliebenen Namen Scheidewasser, mit ihr vermag man eben Gold von Silber zu scheiden.

Die Gewinnung des Silbers ist, abgesehen von den Orten, an denen es gediegen vorkommt, schon nicht mehr so einfach, dass sie hier auseinander gesetzt werden kann, und wir wollen, da alle Methoden nur speziell für das Silber brauchbar sind, hier nicht näher auf sie eingehen, obgleich namentlich ihre Vervollkommnungen in chemischer Beziehung so viel zu dessen Preissturz beigetragen haben.

Mehr kann uns hier schon die jetzt wieder so brennende Frage vom Werte dieser beiden Metalle interessieren.

Die älteste Nachricht hierüber besitzen wir etwa aus dem Jahre 710 vor Christus. In den Fundamenten des Palastes des Königs Sargina in der damals assyrischen Stadt Khorsabad, die aus jener Zeit stammen, sind eine Gold- und eine Silberplatte mit Inschriften gefunden worden, aus denen folgt, dass damals ein Pfund Gold $13\frac{1}{3}$ Pfund Silber wert war, und diese Wertrelation finden wir auch in allen späteren Zeiten höchst merkwürdigerweise immer ungefähr wieder, so im alten Rom, und auch im Mittelalter. Das genaue Wertverhältnis zwischen Gold und Silber ist ununterbrochen seit 1687 bekannt, von welchem Jahre ab die Kaufleute der Londoner und der Hamburger Börse den Wert beider Metalle notieren liessen.

Da finden wir denn, auf Gewicht gerechnet, dass dieses Verhältnis zwei Jahrhunderte fast, nämlich bis zum Jahre 1874, nur sehr wenig schwankte, indem ein Pfund Gold im grossen ganzen so viel als $15\frac{1}{2}$ Pfund Silber galt. Mit dem Jahre 1874 änderte sich das. Die ganz ungeheure Vermehrung der Silberproduktion, die von Amerika ausging, und die jetzt womöglich noch von Australien hinsichtlich des Wachsens der Produktion übertrumpft wird, setzte so viel weisses Metall in die

Welt (siehe die Produktionszahlen), dass das Angebot bei weitem über den Bedarf hinausging.

Ob es sich dabei nun um weisses Metall oder rotes Metall — mit dem Kupfer ging es infolge der Überproduktion z. B. hinsichtlich seines Preises ebenso — oder um Getreide handelt, ist ziemlich gleichgültig, was mit Jewelt verkauft werden muss, muss billiger abgegeben werden, und so sehen wir als Folge der ungeheuren Produktionsvermehrung, der ein genügender Bedarf nicht regenübersteht, das Silber fortwährend billiger werden. Man bekam für ein Pfund Gold infolgedessen schon bis über dreiunddreissig Pfund Silber.

So liegen die Verhältnisse, wenn man mit Gold und Silber als Waren rechnet, und das sind sie doch, denn sie werden wie jede andere Ware irgendwie und irgendwo erzeugt, und so hängt auch ihr Wert, wie der jeder anderen Ware von Angebot und Nachfrage ab.

Die Produktion an diesen beiden Metallen betrug jährlich im Durchschnitt:

der Jahre	an Gold		an Silber
1871—1875	5605303 Unzen	(zu 31 Gramm)	59176465 Unzen
1876—1880	5269811 „	„	71227010 „
1881—1885	4913550 „	„	87581508 „
1886—1890	5320837 „	„	111510349 „

im Jahre	an Gold		an Silber
1891	6286235 Unzen	„	137965412 Unzen
1892	7041822 „	„	152939986 „
1893	7666077 „	„	161170242 „
1894	8820227 „	„	149100000 „

Viel komplizierter erscheint ihr Wertverhältnis, wenn man es sich an den Münzen, die aus diesen beiden Metallen geprägt werden, klar machen will. Auf die Zusammensetzung der Münzen kommen wir ausführlich im Vortrage XII bei den Metalllegierungen zurück.

Solange das Verhältnis zwischen Gold und Silber konstant blieb, also für die jetzt Lebenden bis etwa zum Jahre 1874, war es ganz gleich, ob man ein Pfund Goldmünzen oder 15,5 Pfund Silbermünzen — auf den reinen Gehalt an Gold und Silber gerechnet — besass, denn

jeder Zeit konnte man, je nachdem man es nötig hatte, die Goldmünzen gegen das entsprechende Quantum Silbermünzen oder umgekehrt eintauschen.

Das war die Zeit des „berechtigten“ Bimetallismus. Da sich beide Metalle wegen ihres relativ hohen Wertes an sich zu Münzen eigneten, prägten die Staaten diese im Gewichtsverhältnis von 1 zu 15,5 aus.

Als nun die Zeit kam, dass man für 1 Pfund Gold 16 Pfund Silber ja 17 Pfund etc. Silber bekommen konnte, mussten natürlich die Staaten ihre Anstalten sehr bald für die Ausprägung des ihnen von Privatleuten gelieferten Silbers schliessen, womit das Ende des Bimetallismus gekommen war. Denn sie hätten ihren gesetzlichen Vorschriften gemäss aus 15,5 Pfund Silber immer weiter den gleichen Wert an Münzen, wie aus einem Pfund Gold prägen müssen, während man die 15,5 Pfund ungeprägten Silbers schon für, sagen wir, $\frac{9}{10}$ Pfund und hernach für immer weniger Gold kaufen konnte, wodurch natürlich alle Goldmünzen sofort aus den betreffenden Ländern ausgewandert wären. Denn die Händler, in diesem Falle Bankiers genannt, hätten diese ins Ausland geschafft, und dort für ein Pfund von ihnen — immer auf reines edles Metall gerechnet — nicht nur 15,5 sondern allmählich 20 und mehr Pfund Silber bekommen, und letzteres sodann den betreffenden Staatsanstalten zur Ausprägung übergeben. Diese hätten aber so viel Münzen schon aus 15,5 Pfund Silber anfertigen müssen, dass sie ihrer Aufschrift nach die gleiche Summe wie ein Pfund Goldmünzen repräsentierten, die jedermann in dem betreffenden Lande als vollständig hätte annehmen müssen. Folglich hätte der Händler bei dem oben genannten Verhältnis beim Verkauf jeden Pfund Goldes und nachherigem Ausprägen des dagegen gekauften Silbers 4,5 Pfund Silber verdient. In den letzten Jahren konnte man wie erwähnt nun schon für 1 Pfund Gold bis 33 Pfund Silber bekommen. Man würde also, wenn die betreffenden Staaten noch wie ehemals Silbermünzen für Rechnung von Privatleuten prägten, an jedem einzelnen Pfund Goldmünzen, das man aus ihnen ausführte, wenn man dagegen Silbermünzen geprägt bekommen hätte,

bis zu 17,5 Pfund Silber verdient haben, und das ist doch klar, unter diesen Umständen wäre nicht eine Goldmünze in den betreffenden Ländern geblieben.

Rechnet man die angegebenen Gewichtsverhältnisse in Geld um, so bedeutet das folgendes. In London, welches noch immer der massgebende Platz im Edelmetallverkehr ist, kostete bis 1874 eine Unze Silber (das sind etwa 31 Gramm) im kaum schwankenden Durchschnitt der Jahre circa 60 Pence, und zu Zeiten kaufte man die Unze jetzt schon etwa für 27 Pence.

Da wir Goldwährung haben, sind wir von diesen Schwankungen unabhängig, denn das Gesetz bestimmt bei uns glattweg, dass aus einem Kilo Silber 200 Mark geprägt werden, und zwar in einer Menge von 10 Mark auf den Kopf der Bevölkerung. Daher sind 20 Mark in silbernen Einmarkstücken an sich jetzt lange nicht so viel wert, wie ein goldenes Zwanzigmarkstück, sondern, wenn diese 20 Stücke zufällig zusammenschmelzen, ist der Silberklumpen, der dann, wie aus der gesetzlichen Bestimmung hervorgeht, 100 Gramm ungeprägtes Silber enthält, eine nur nach Gewicht verkaufbare Handelsware, und als solche nur etwa für neun Mark verkäuflich, weil gegenwärtig der Preis des Silbers gegen 90 Mark für ein Kilogramm beträgt. Die zwanzig Einmarkstücke sind also nur infolge der gesetzlichen Bestimmung so viel mehr wert als ihrem Silberwert entspricht, und das Gesetz bestimmt deshalb zugleich, dass, da wir Goldwährung haben, niemand gezwungen ist, bei einer einzelnen Zahlung mehr als zwanzig Mark in Silber anzunehmen.

Nun ist es sehr wunderbar, dass es in Europa überall jetzt die Partei der Bimetallisten giebt, die die Heilung aller wirtschaftlichen Schäden, oder sagen wir die bessere Bezahlung jeder Arbeit und jeden Besitzes, und damit eine allgemeine Verbesserung unserer socialen Verhältnisse davon erhofft, dass wo möglich das Wertverhältnis von Gold zu Silber wie 1 zu 15,5 wieder hergestellt werde, die also von dieser vergangenen Zeit schwärmt.

Die weniger enragierten Anhänger dieser Theorie wollen sich allerdings jetzt etwa mit dem Verhältnis 1 zu 22

begnügen — wie man sieht, sind sich also die Bimetallisten nicht einmal untereinander darüber einig, was sie eigentlich wollen — während in Wahrheit das Verhältnis jetzt also schon um 1 zu 30 herum schwankt.

Gerade dies Schwanken macht aber jeden Bimetallismus heutzutage unmöglich. Denn wenn auch die Staaten infolge internationaler Abmachungen beschliessen würden, wieder Gold- und Silbermünzen, in einem bestimmten Verhältnis von einem Pfund Goldmünzen zu einer festgesetzten Anzahl Pfunde, sagen wir z. B. 22 Pfund Silbermünzen zu prägen, so würde das doch die Silberminenbesitzer der ganzen Welt, da jetzt Silber wieder mehr wert wäre, nur veranlassen ihre Produktion — „die durch ihre Vergrösserung den alten berechtigten Bimetallismus, auf den sie, solange er existierte, nie Rücksicht genommen haben, zerstörte“ — weiter um so und so viel zu vergrössern, bis dem neuen internationalen glücklich auch wieder der Garaus gemacht wäre.

Ohne internationale Abmachungen geht es natürlich überhaupt nicht, denn wollte ein einzelner Staat gegenwärtig Silbermünzen wieder aus so viel Silber, als ihm dazu übergeben würde, zu einem Satze, der für das Verhältnis von Gold zu Silber günstiger wie 1 zu 30 etwa wäre, prägen, er wäre, wie wir oben besprochen haben, in wenigen Wochen alle seine Goldmünzen los.

So sind denn die Staaten am besten daran, die Goldwährung haben. Ihre Bewohner besitzen einen stabilen, keinen Schwankungen unterworfenen Wertmesser für alle Dinge, die in Geld ausgeglichen werden sollen, und so sehen wir bei den Kulturstaaten, die noch nicht im Besitze der Goldwährung sind, das Bestreben zu ihr überzugehen. Bis vor wenigen Jahren beunruhigten die Bimetallisten die Gemüter auch damit, es gäbe gar nicht genug Gold, um in allen Staaten die Goldwährung zu ermöglichen, indem man nicht so viel Goldmünzen würde herstellen können, als im Verkehr würden gebraucht werden. Nach den massenhaften Goldfunden in Südafrika ist aber diese Sorge für die jetzt lebende Generation geschwunden, wie die Produktionszahlen zeigen.

Sicher würden die Bimetallisten, so lange sie das Schwanken des Silberpreises nicht wieder aus der Welt schaffen, nur eines erzielen, wenn sie die Kulturstaaten zur Einführung eines internationalen Bimetallismus veranlassen könnten auf die Utopien hin, die sie von dem dann anbrechenden wirtschaftlichen Völkerfrühling jedem, der davon hören will, ausmalen, — „denn einen zuverlässigen Beweis für ihre Behauptungen hat nie einer von ihnen beigebracht, weil es einen solchen gar nicht giebt, sonst könnte er mittelst dieses die massgebenden Kreise ja leicht zur Wiedereinführung des Bimetallismus bekehren“ — sicher wäre nur das, dass die Besitzer der amerikanischen und australischen Silberminen, von deren ersteren einer ja bereits der reichste Mann der Welt ist, noch sehr viel mehr an ihren Minen verdienten, und daran haben die Europäer doch kein gerade grosses Interesse. Der Nutzen der europäischen Silberproduzenten würde wegen der Kleinheit der europäischen Produktion daneben nicht bedeutend sein. Alle sonstigen Fortschritte für Europa, die das Wort Bimetallismus für dieses mit sich führen soll, beruhen auf Anschauungen, für die sie schwärmen, für die sie positive Beweise also nicht beibringen können, während sich manche theoretischen vielleicht konstruieren lassen, die dann auf nicht Sachverständige ihren Eindruck nicht verfehlen.

Daher kann es nicht wunder nehmen, dass, seitdem der Bimetallismus sich wieder an die grosse Masse wendet, er die Anzahl seiner Anhänger sehr wachsen gesehen hat. Die Besucher der Versammlungen verstehen zwar meist wegen der Schwierigkeit des Themas den Zusammenhang des Vorgetragenen nicht recht, aber der Vortragende behauptet doch, dass der wiederhergestellte Bimetallismus, dieses so geheimnisvolle Wort für sie, wenigstens einen Teil jenes Glückes, auf das jeder gewiss seinen berechtigten Anspruch hat, herbeiführen würde, und weshalb sollten sie da nicht für den Bimetallismus sein. Rief nicht auch im Jahre 1826 ein Teil der Truppen zu Petersburg bei der Thronbesteigung des Kaisers Konstantin, es lebe die Konstitution statt es lebe Konstantin, nachdem ihm gesagt worden war, ersteres wäre der Name der neuen Kaiserin.

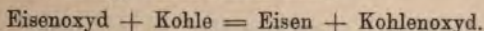
So schrieb Verfasser im Dezember 1895. Im März 1896 wiesen dann die Regierungen Deutschlands, Österreichs, Englands und Frankreichs das ihnen in ihren Parlamenten gestellte Ansinnen, zum Bimetallismus zurückzukehren, auf das energischste zurück. Und im gleichen Monate fand das vom Verfasser behauptete Bestreben weiterer Kulturstaaten die Goldwährung einführen zu wollen, seine Bestätigung, indem Russland dem erstaunten Europa erklärte, dass es nun ebenfalls zur Goldwährung übergehen werde.

Daran schloss sich dann vor wenigen Wochen im November 1896 die Wahniederlage des zum Präsidenten der vereinigten Staaten vorgeschlagenen Kandidaten Bryan, welcher den Bimetallismus in Nordamerika wieder einzuführen sich verpflichtet hatte, trotz der ungeheuren Mittel für die Wahlagitation, die ihm von amerikanischen Silberkönigen zur Verfügung gestellt worden waren.

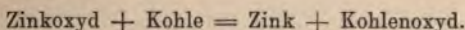
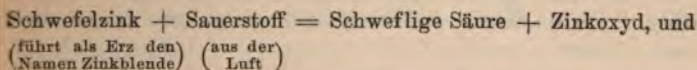
Damit ist wohl das Schicksal des Bimetallismus, nachdem er in dem Lande, welches zu den am meisten Silber produzierenden Gebieten der Erde gehört, keinen Erfolg mehr zu erringen vermochte, endgültig besiegelt. Wenn seine Anhänger auch noch viele Reden zu seinen Gunsten halten werden, indem die vom Stein des Bimetallismus im Entenpfehl der Währungsdebatten erregten Wellen sich ja erst allmählich beruhigen werden, an irgend welchem praktischen Erfolg werden sie wohl bald selbst nicht mehr glauben, und wie lange unter diesen Umständen noch ernstlich mit der Partei der Bimetallisten zu rechnen sein wird, ist schwer zu sagen.

Die unedlen Metalle, zu denen wir jetzt übergehen, werden, wie erwähnt, aus ihren Erzen, die im grossen ganzen entweder Oxyde oder Schwefelverbindungen sind, gewonnen. Aus den Oxyden, also den Sauerstoffverbindungen, erfolgt ihre Abscheidung so, dass man diese mit Kohle in geeigneten Öfen erhitzt, sie werden dadurch

wie man das nennt, zu Metall reduziert, wie es sich durch folgende Gleichung ausdrücken lässt.



Die Schwefelverbindungen müssen, um in dieser Weise, welche die im Grossbetriebe einzig brauchbare ist, auf Metall verarbeitet werden zu können, erst an der Luft erhitzt geröstet werden, wie der Ausdruck lautet. Dabei verbrennt der Schwefel zu schwefliger Säure und das Metall zu Oxyd, welches dann seinerseits mit Kohle reduziert wird z. B.



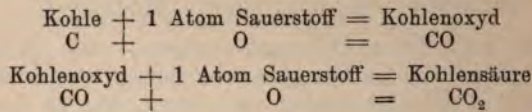
Geht die schweflige Säure in die Luft, so verdirbt sie weit hin allen Pflanzenwuchs (siehe Seite 177). Deshalb wird sie heutzutage meist mit Hilfe verbesserter Ofeneinrichtungen aufgefangen und auf Schwefelsäure verarbeitet.

Wir haben oben in den Gleichungen angegeben, dass bei der Reduktion der Metalloxyde die Kohle in der Hitze dieser Öfen nur in Kohlenoxydgas übergeht, während wir sonst immer sahen, dass Kohle gleich zu Kohlensäure verbrennt.

Da für das Verständnis des Folgenden die Kenntnis des Verhaltens des Kohlenstoffs gegenüber dem Sauerstoff, also die Art wie er verbrennt, absolut notwendig ist, muss sie hier, was glücklicherweise sich mit wenigen Worten erledigen lässt, klargelegt werden.

Der Grund also dafür, dass bei der Metallgewinnung die Kohle nur zu Kohlenoxyd verbrennt, ist der, dass die zur Reduktion der Metalloxyde nötige Temperatur so hoch liegt, dass der Kohlenstoff nur noch ein Atom Sauerstoff zu binden vermag. Mit diesem bildet er Kohlenoxydgas, und dieses Gas kann nachträglich mit einem zweiten Atom Sauerstoff seinerseits wieder weiter zu Kohlen-

säure verbrennen. Folgende Gleichungen geben die Vorgänge sehr klar wieder.



Das Kohlenoxyd ist also die Zwischenstufe der Verbrennung zwischen der Kohle und der Kohlensäure.

Nunmehr gehen wir speziell zur Gewinnung des Eisens über. Beim Eisen unterscheidet man von alters her drei Sorten:

Gusseisen, welches 2,3 Prozent und mehr Kohlenstoff enthält.
Stahl, welcher 1,6 Prozent und weniger Kohlenstoff enthält, aber mehr als
Schmiedeeisen, welches etwa $\frac{1}{2}$ Proz. Kohlenstoff enthält.¹⁾

Wir müssen uns auch dieses, um das Folgende zu verstehen, genau merken.

Das Gusseisen ist schmelzbar und kann, wie schon sein Name besagt, zu Gusswaren dienen, lässt sich aber nicht schmieden. Der Stahl lässt sich schmieden, und die aus ihm geschmiedeten Gegenstände können hernach gehärtet werden. Das Schmiedeeisen lässt sich ebenfalls schmieden, ist aber nachher nicht härtbar. Der Begriff schmiedbar besagt, dass diese Eisensorten bei heller Glühhitze so weit erweichen, dass sie durch Hammerschläge oder sonstwie ausgeübten Druck sich in beliebige Formen bringen lassen.

Die neueste Eisenkunde unterscheidet zwar weit mehr Eisensorten, für uns genügt aber die oben angeführte Einteilung, wie wir uns überzeugen werden.

Doch werden heute andererseits so viele Zwischenstufen zwischen Stahl und Schmiedeeisen hergestellt, dass man häufig kaum in der Lage ist zu sagen, zu welcher

1) Anmerkung: Eisen mit einem Kohlenstoffgehalt zwischen 1,6 und 2,3 Prozent findet keine technische Verwertung.

er beiden schmiedbaren Eisensorten man sie rechnen soll, und so thut man vielleicht besser die schmiedbaren Eisensorten jetzt in Rücksicht auf den Endprozess ihrer Darstellung zu unterscheiden. Wie wir im Folgenden sehen werden, werden schmiedbare Eisensorten bald so erhalten, dass das Ausgangsmaterial in eine schmiedbare Masse verwandelt wird, ohne dass es zum Schmelzen kommt, welche Eisensorten nennt man Schweisstahl oder Schweisseisen, oder es wird in eine geschmolzene also geflossene Masse, die hernach schmiedbar ist, verwandelt. Diese Sorte nennt man dann im Anschluss an ihre Herstellungst Flusstahl oder Flusseisen. Weil wir diesen Ausdrücken jetzt fortwährend begegnen, z. B. bei Beschreibung grosser rückenbauten etc., war es nötig, auch sie hier zu erklären. Zur Darstellung des Schweisseisens und Schweisstahls aus dem Roheisen (siehe weiterhin) dienen jetzt hauptsächlich

Das Puddeln
Das Cementieren
Das Tempern.

Zur Herstellung des Flusstahls und Flusseisens dienen
Das Bessemern
Das Siemens-Martinverfahren.

Wie wir sahen, enthält jedes Handeisen Kohlenstoff. Und während es bekannt ist, dass man alle anderen Metalle so rein wie möglich herzustellen sucht, indem man ihre besonderen Eigenschaften im Stadium der grössten Reinheit am besten zur Geltung kommen, liegen also die Verhältnisse beim Eisen ganz anders. Gerade seine Verunreinigung durch Kohlenstoff, wenn es in diesem Grade erlaubt ist den Ausdruck anzuwenden, ist durchaus notwendig, um ihm jene verschiedenartigen Eigenschaften zu erteilen, die es zum brauchbarsten aller Metalle machen.

Nun nimmt Eisen über 2,3 Prozent Kohlenstoff auf in sehr hoher Temperatur auf, und infolgedessen konnte das Altertum Gusseisen überhaupt nicht. Wohl aber ist Schmiedeeisen uralte bekannt. So ist ein Stück von ihm in einer Pyramide, deren Alter auf 4900 Jahre gerechnet ist, gefunden worden. Jedoch auch dessen Ge-

winnung hing ganz von der Höhe des Kulturzustandes der betreffenden Länder ab, denn andererseits berichtet Cäsar, dass, als er nach Britannien kam, also in der Mitte der fünfziger Jahre vor Christi Geburt, dort Gold und Eisen ziemlich gleichwertig gewesen seien, indem die Einwohner nur das wenige, was durch Händler hinkam, besaßen.

Zu jener Zeit war also die Eisendarstellung in England noch unbekannt, jenem Lande, in dem hernach die grössten Erfindungen auf diesem Gebiete gemacht worden sind, wie wir sehen werden, und dessen Roheisenproduktion Jahrhunderte lang die bedeutendste auf Erden geblieben ist, bis erst vor einigen Jahren die der Vereinigten Staaten von Nordamerika¹⁾, die ja aber auch ihrem Flächeninhalt nach ausserordentlich viel grösser sind, sie hinsichtlich der Quantität überholte. Als Beispiel des rücksichtlosen Vorgehens amerikanischer Grubenbesitzer sei folgendes angeführt. Anfangs der neunziger Jahre wurden die Mesabi-Eisensteingruben entdeckt. 1892 förderte man dort 4245 Tonnen (zu 1000 Kilo) Erze, 1893 613 620 Tonnen, 1894 1 792 170 Tonnen.

Die Gewinnung des Eisens ist nun nicht klar zu machen, wenn man sich nicht die Art und Weise der zu seiner Erzeugung nötigen hohen Temperaturen vergegenwärtigt, und so müssen wir deren Herstellung immer an den betreffenden Stellen mit erörtern.

Denken wir uns Holz oder Kohle oder sonst ein Brennmaterial am Boden liegend brennen, so werden wir nur ein wenig brauchbares Flackerfeuer erzielen, indem der Zutritt der Luft, mit Hilfe dessen doch der Kohlenstoff nur verbrennen kann, ein ganz ungenügender ist.

Anders gestaltet sich schon die Sache, wenn wir das

1) Anmerkung: Hinsichtlich fertiger Eisen- und Stahlwaaren (also nicht des Roheisens) hat sich auch das Verhältnis Deutschland gegenüber bereits verschoben. 1882 war die Erzeugung von derartigen Waaren in England noch doppelt so gross als in Deutschland, 1895 hat sie aber in Deutschland 5 927 000 Tonnen betragen, während England nur noch etwas mehr als 4 000 000 Tonnen produzierte.

Heizmaterial auf einem durchbrochenen Boden anzünden, so dass die Luft auch von unten zutreten kann. Wir erreichen das, indem wir die Feuerung auf Rosten brennen lassen, und sorgen wir dafür, dass die Verbrennungsprodukte, also die Kohlensäure etc. recht rasch entfernt werden, indem wir ein Rohr als Zugerreger in passender Höhe über dem Feuer befestigen, so veranlasst die regelmässig nachströmende Luft ein gleichmässiges kräftiges Brennen des Materials.

Ein solches Rohr, das in den Häusern die Form des Schornsteins annimmt, wirkt als Zugerreger, indem die durch das Feuer stark erhitzten Gase, also namentlich die entstandene Kohlensäure und der mit der Luft zugleich in die Feuerung gelangte Stickstoff sich ausdehnen, und jetzt durch die Hitze leichter sind als die umgebende Luft, folglich das Bestreben aufzusteigen haben, und dadurch andererseits zugleich saugend wirken, wodurch neue Luft an ihre Stelle strömt.

In einem derartigen Feuer lassen sich schon manche Metalloxyde durch Kohle reduzieren, also in Metall überführen, aber nicht das Eisenoxyd. Dies wird erst reduziert, wenn man einem solchen Feuer die Mühe abnimmt sich die Luft anzusaugen, indem man sie statt dessen geradezu in dasselbe hineinbläst, wodurch natürlich ein sehr heftiges Verbrennen erzielt wird. Eine derartige Vorrichtung repräsentiert nun jedes Schmiedefeuer, da es ja mit dem Blasebalg angefacht wird.

Im Schmiedefeuer (siehe Figur 17) reduzierten denn auch die Alten das Eisenoxyd, und kamen, je nach der Art zu arbeiten, bald zu Schmiedeeisen bald zu Stahl, indem, entsprechend der Behandlung, welcher sie das Eisenoxyd unterwarfen, bald mehr bald weniger Kohlenstoff an das Eisen trat, wovon doch die Gewinnung des einen oder des anderen abhängt.

Je nach der Reinheit der Erze und nach der Übung der Arbeiter, die ihre Kenntnisse und Handgriffe durch Generationen vererbten, fielen die Leistungen besser oder weniger gut aus, und daher erklärt sich der Ruhm,

den Damascener und Toledaner Klingen z. B. in der Welt hatten, in der Art, dass man in jenen Gegenden speziell die Kunst der Stahlerzeugung, eine im Schmiedefeuer nur schwierig ausführbare Arbeit, zu hoher Blüte gebracht hatte. Dies uralte längst verlassene Verfahren der direkten Gewinnung von schmiedbarem Eisen aus den Erzen bezeichnet man als Rennarbeit.



Figur 17.

Im Schmiedefeuer lassen sich nämlich nur verhältnismässig leicht reduzierbare Eisenerze verarbeiten. Bei der allmählichen Ausbreitung der Eisengewinnung über die verschiedenen Länder hatte man aber nicht überall solche zur Verfügung, und so sah man sich zur Verstärkung der Hitze genötigt. Diese erreichte man dadurch, dass man das Schmiedefeuer mit Steinen umbaute, es in einen Schachtofen verwandelte. Jetzt ging die Hitze des Feuers nicht gleich in die Umgebung verloren, sondern die glühend gewordenen Steine hielten sie vielmehr zusammen, und nun stieg die Temperatur so hoch, dass das in solchem Ofen reduzierte Eisen über zwei Prozent Kohlenstoff aufnahm, und als Flüssigkeit, als Gusseisen aus dem Ofen lief.

Die Erfindung scheint in der Gegend des südlichen Elsass in der Nähe des heutigen Mülhausen gemacht zu sein, wenigstens stammen die ältesten Stücke Gusseisen, die man kennt, aus der Zeit um 1490 und aus jener Gegend. Die Erfindung des Gusseisens fällt also etwa in die Zeit der Entdeckung Amerikas.

Die Weiterverbreitung seiner Herstellung erfolgte

ziemlich langsam, erst 1547 begann seine Darstellung in England. In Preussen, dessen damalige territoriale Ausdehnung aber ja sehr von der heutigen abwich, wurde das erste Eisen 1667 erschmolzen.

Solche Schachtöfen im ungeheuer vergrösserten Massstabe unter Ausnutzung aller möglichen Hilfsmittel stellen nun unsere heutigen Eisenhochöfen (siehe Figur 18) dar.

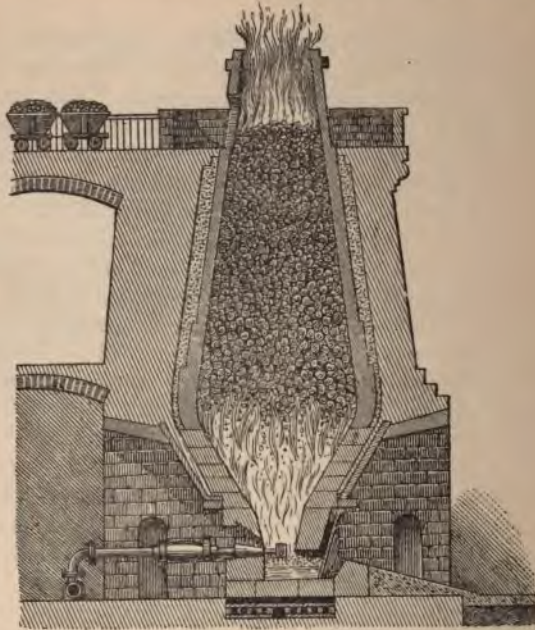
Hinsichtlich der Eisengewinnung in ihnen haben wir folgendes hervorzuheben. Ist das Eisenerz im Ofen durch die Kohle zu Eisen reduziert, und sinkt das Metall immer weiter in ihm herab, bis es an eine so heisse Stelle kommt, dass es durch Aufnahme der genügenden Kohlenstoffmenge flüssig wird, so hat es hernach noch die Zone zu passieren, in welcher die Luft in den Ofen eingeblasen wird. An dieser Stelle würde es bei der hohen Temperatur einfach wieder zu Eisenoxyd verbrennen, wenn nicht besondere Vorsichtsmassregeln dagegen getroffen wären. Diese Vorsichtsmassregel bilden die „Schlacken.“

Schlacken sind eine Sorte von Glas, daher Doppelsilikate wie wir wissen (siehe Seite 196). Man bringt in den Hochofen deshalb nicht nur Kohle und Eisenoxyd, sondern auch Kalkstein und Thon (Thon ist ja kieselsaure Thonerde) und wenn nötig auch Sand. Diese Zusätze variieren nach den Bestandteilen, die den Erzen so wie so anhaften, und nach den Gegenden, indem man die gerade vorhandenen möglichst billigen geeigneten Stoffe wählt. In der Hitze des Ofens bildet sich aus den von uns genannten, welche die meiste Verwendung finden, kieselsaure Kalk-Thonerde, ein Doppelsilikat, also eine Art Glas.

Die Mischung der Schlackenbestandteile ist nun immer derartig gewählt, dass sie erst, nachdem das Eisen genügend Kohlenstoff aufgenommen hat, um Gusseisen zu sein, zu einem Glase zusammenschmilzt. Dieses Glas hüllt dann die einzelnen Tropfen des flüssigen Eisens ein, und schützt sie vor dem Einfluss der Gebläseluft.

Auf diese Art passiert das Metall jene Zone, in welcher die glühende Luft vorhanden ist, ohne wieder

zu verbrennen. Unterhalb derselben trennt sich dann das flüssige Eisen durch seine Schwere von dem leichteren Glase. Beide laufen flüssig aus dem Ofen.¹⁾ Das erstarrte



Figur 18.

Eisen führt hernach den Namen Roheisen, das erstarrte Glas also die Bezeichnung Schlacke.

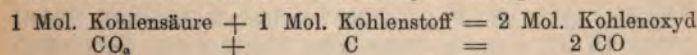
Erst durch die Erfindung des Gusseisens wurde die Eisendarstellung eine „Grossindustrie“. Denn bis zu der Zeit hatte der Schmied in seinem Rennfeuer täglich zwei bis drei Eisenblöcke, die jeder etwa 80 Pfund wogen, fertig

1) Anmerkung: Unsere Abbildung des Hochofens ist eine teilweise schematische, die mehr das Verständnis der Roheisengewinnung möglichst erleichtern, als die genaue Wiedergabe eines solchen modernen Ungeheuers sein soll. Braucht ein solches doch z. B. sechs bis sieben Luftzuführungen, während wir nur eine

stellen können, worauf er den nächsten Tag in der Arbeit fortfuhr oder auch nicht. Ganz anders verhält es sich aber mit der Gusseisenherstellung. War ein Ofen für diesen Zweck erst einmal in Gang gesetzt, so musste er Tag und Nacht durcharbeiten, sonst wurde und blieb er gar nicht heiss genug, um überhaupt Eisen auszuschmelzen, und er lieferte infolge des ununterbrochenen Betriebes wiederum grosse Mengen von Gusseisen, das dadurch ein billiger Verbrauchsartikel wurde.

Zum Betriebe eines solchen Hochofens sind eine grössere Anzahl Arbeiter nötig, die Tag und Nacht abwechselnd zur Verfügung stehen müssen. Der ehemalige selbständige Schmied wird aus dem Handwerker ein Lohnarbeiter, und der Besitzer des Hochofens wird, der modernen Bezeichnung folgend, Grossindustrieller. Seine Aufgabe ist nicht mehr das persönliche Mitarbeiten bei der Eisenherstellung, sondern die Sorge für den Absatz des massenhaft erzeugten Produkts, um den sich die das Eisen aususchmelzenden Arbeiter, deren Zeit und Kraft durch ihre Thätigkeit völlig in Anspruch genommen ist, nicht kümmern können. Er muss den Absatz so zu leiten suchen, dass er den für ihn körperlich Arbeitenden nicht nur ein hinreichendes Äquivalent in Form von Lohn zahlen kann, sondern auch für sich selbst einen genügenden

solche auf der Zeichnung sehen. Auch ist der Ofen oben offen und brennend gezeichnet. Damit verhält es sich aber heute ebenfalls anders. Da wo die Luft, die man jetzt vor ihrem Eintritt stark erhitzt, in den Ofen geblasen wird, verbrennt die Kohle natürlich zu Kohlensäure. Die glühende Kohlensäure wirkt aber auf die höher liegenden Kohlschichten so ein, dass sie sich mit deren Kohlenstoff wieder zu Kohlenoxyd vereinigt.



und so entweicht aus dem Ofen das brennbare Kohlenoxydgas. Statt dieses nun wie in alten Zeiten (so ist es auf der Zeichnung angegeben) nutzlos an der Luft verbrennen zu lassen, schliesst man heutzutage den Hochofen mit einer Haube ab, und leitet es von dieser aus z. B. unter Dampfkessel, unter denen man es anzündet, oder benutzt es zum Erhitzen der in den Ofen mittelst des Gebläses hineingetriebenen Luft, und zu ähnlichen Zwecken.

den Überschuss erzielt, der dann bei geschickter Leitung zu gewaltigen Reichtümern führen kann.

Roheisen enthält also mehr als 2,3 Prozent Kohlenstoff, und wenn es gelingt, einen Teil dieses Kohlenstoffs zu verbrennen, so muss es (siehe Seite 242) in Stahl oder in Schmiedeeisen übergehen. Und das gelingt wirklich. Wenn man das Roheisen im Schmiedefeuer unter reichlicher Luftzufuhr erhitzt, so verliert es seine Eigenschaft sich zu verflüssigen, indem ein Teil seines Kohlenstoffs verbrennt, es wird teigig, und je nach der Kunst des Arbeiters entsteht hierbei Stahl oder Schmiedeeisen. Viel leichter entsteht allerdings letzteres, weil es sehr schwer ist, den Punkt zu treffen, bei dem noch genügend Kohlenstoff im Eisen vorhanden ist, damit es die Eigenschaft des Stahles hat. Zur Herstellung des Schmiedeeisens ist es nur nötig, den Kohlenstoff möglichst vollständig zu verbrennen, so viel bleibt immer noch von ihm übrig, dass der erhaltene Block dessen Beschaffenheit zeigt. Diese Methode der Gewinnung von schmiedbarem Eisen aus Roheisen bezeichnet man als Frischen.

Nun ist es so sehr viel bequemer, aus dem Roheisen auf dem eben beschriebenen Wege des Frischens Schmiedeeisen herzustellen, als es nach dem früheren Verfahren der Rennarbeit direkt aus Erzen zu erzeugen, dass sich die uralte ehemalige Methode der Schmiedeeisenerzeugung, die Jahrtausende lang den Menschen das nötige Eisen geliefert hatte, also die Rennarbeit verhältnismässig rasch gänzlich verlor, und infolgedessen das im Hochofen erschmolzene Roheisen die „Grundlage aller Eisenindustrie“ geworden ist.

So stand die Sache bereits um 1620. Namentlich in England hatte die Herstellung des Roheisens schon damals grosse Dimensionen angenommen, indem dieses Land mehr als jedes andere jener Zeit dazu geeignet war.

Die Intelligenz seiner Bewohner betrieb mit Eifer die Ausnutzung der zahlreich vorhandenen Eisenerzgruben, und die vielen in das Land einschneidenden Flüsse ermöglichten die leichte Ausfuhr des fertigen Metalls nach allen Ländern. Da man zu jener Zeit noch keine eigent-

lichen Strassen sondern nur Landwege, die bei jedem Regen grundlos wurden, kannte, war das für die Beförderung grosser Mengen von Roheisen geradezu ausschlaggebend, resp. machte es dessen lohnende Erzeugung in weit von Flüssen oder dem Meere gelegenen Gegenden unmöglich.

Als Brennmaterial diente in den Hochöfen die Holzkohle, und bei dem grossen Bedarf an ihr verschwanden die englischen Wälder zusehends, so dass — ganz abgesehen von der Waldverwüstung, auf die man wohl in jener Zeit nicht viel gab — die Notwendigkeit, nach einem Ersatz zu suchen, sich gebieterisch geltend machte. Wollte man heute alles Roheisen mittelst Holzkohlen darstellen, so würden in wenigen Jahrzehnten die Wälder aller Kulturländer aufgebraucht sein.

Als Ersatz bot sich in England die Steinkohle. Aber mit Steinkohlen kann man keinen Hochofen betreiben. Wenn wir darauf achten, wie eigentlich Steinkohlen brennen, so sehen wir, dass sie vor dem Verbrennen halbwegs erweichen, indem in der Hitze theerige Substanzen aus ihnen ausschmelzen. Im Hochofen würden diese halbflüssigen Massen die einzelnen Stücke miteinander verkleben, infolgedessen könnte die Gebläseluft nicht hindurch, und der Weiterbetrieb des Ofens wäre unmöglich. So kam man denn auf die Idee, die Steinkohlen in Koks umzuwandeln. Das heisst man brachte die Steinkohlen in einen geschlossenen Raum, in dem sie also aus Mangel an Luft nicht verbrennen konnten, und erhitzte sie in diesem. Um das, was durch die Hitze aus ihnen ausgetrieben wurde, kümmerte man sich nicht, sondern nur um den Rückstand, das sind eben die Koks (siehe Seite 28). Aus ihnen ist auf diesem Wege alles leicht flüchtige und leicht schmelzbare entfernt. Sie stellen jetzt ein hartes, im Hochofen brauchbares, weil ohne Zusammenschmelzen verbrennendes Heizmaterial dar.

Um 1700 herum beginnt der Betrieb der mit Koks gefeuerten Hochöfen, und nun, wo jede beliebige Menge von Brennmaterial zu beschaffen möglich war, vergrösserte

sich die Roheisenproduktion recht bedeutend, bis von 1800 etwa ab jenes gewaltige Anwachsen beginnt, dessen Ende noch nicht abzusehen ist.

Die Härte der Koks erlaubt die Öfen selbst bis 30 Meter hoch zu bauen, ohne dass sich ihr Inhalt in sich zerdrückt. Die Massen Rohmaterial, die ein solcher Ofen täglich verbraucht, wären auf die alte Weise gar nicht mehr heran und auch nicht auf seine Höhe zu schaffen, erst die Erfindung der Dampfmaschinen und Eisenbahnen ermöglicht dies.

Holzkohlenhochöfen wie sie z. B. in Steiermark betrieben wurden, lieferten gegen Ende vorigen Jahrhunderts 3000—4000 Kilo Roheisen in 24 Stunden, aber ein Kokshochofen zu Pittsburg in Amerika liefert jetzt in der gleichen Zeit 250 000 Kilo von ihm.

Während so die materielle Seite des Betriebes vervollkommt wird, arbeitet die Chemie ununterbrochen an der Aufklärung der Vorgänge im Hochofen selbst, denn so einfach liegen sie natürlich nicht, wie wir sie in unserer Übersicht schematisch dargestellt haben. Und indem man zugleich sich immer mehr darüber klar wird, dass namentlich der Prozentgehalt an Kohlenstoff im Eisen seine verschiedenen Eigenschaften bedingt — ansehen kann man ihm das doch durchaus nicht — wachsen nun jene stauenswerten Fortschritte, die auf Grundlage dieser Erkenntnis möglich sind, ihrer allmählichen Reife entgegen, die unsere Generation aus der Periode der Eisenzeit in die der Stahlzeit bringen sollten.

Von einer Kunst des Eisenschmelzens in der alten Bedeutung kann man heute nicht mehr sprechen, denn die Technik des Hochofenbetriebes ist jetzt Allgemeingut der Eisenhüttenleute geworden, und die Existenzfähigkeit eines Hochofens ist lediglich durch die wirtschaftlichen Verhältnisse bedingt. Daraus erklärt sich z. B. eine jetzt im grössten Style im Bau begriffene Hochofenanlage in der Nähe von Stettin, obgleich es in jener Gegend, also der norddeutschen Tiefebene, weder Eisenerz noch Kohle noch den für die Schlacke nötigen Kalkstein giebt. Alles dieses

kann aber vorteilhaft genug nach diesem grossen Hafensplatz über See von England und Schweden herangeschafft werden, indem das aus den zollfrei eingehenden Rohmaterialien hergestellte Eisen sich eines Schutzzolles erfreut, um dessen Höhe es im deutschen Reich einen Vorsprung vor englischem und schwedischem Roheisen hat.

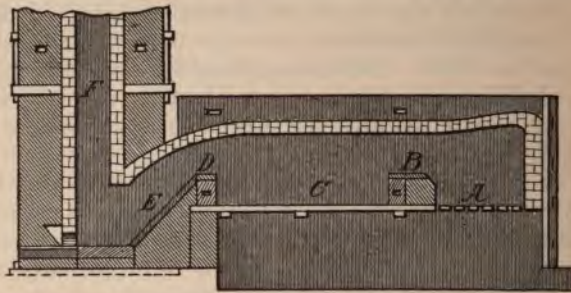
Der Mangel an Holzkohlen hatte, wie wir gesehen haben, zuerst in England den Übergang zu den Kokshochöfen erzwungen. Das erhaltene Roheisen wurde und wird, so weit es nicht zu Gusswaren dient, weiter auf Stahl und Schmiedeeisen verarbeitet. Die Verarbeitung auf letzteres geschah also im Schmiedefeuer bei starkem Luftzutritt, welches Verfahren, wie wir wissen, den Namen Frischprozess führt. Bei diesem verbrennt allmählich sein Kohlenstoffgehalt von etwa 2,5 Prozent bis auf etwa $\frac{1}{3}$ Prozent und dadurch ist das in Arbeit genommene Gusseisen in Schmiedeeisen verwandelt.

Für dies Verfahren sind als Brennmaterial nur Holzkohlen verwendbar, denn der Aschengehalt der Steinkohlen resp. Koks enthält Bestandteile, die, indem sie bei diesem Durcharbeiten des Roheisenblocks im Schmiedefeuer fortwährend mit ihm in Berührung kommen, chemisch in so ungünstigem Sinne einwirken, dass das schliesslich gewonnene Schmiedeeisen völlig unbrauchbar sein würde.

Während also das im grossindustriellen Betriebe erzeugte Roheisen längst in Massen und billig zu haben war, blieb Schmiedeeisen, für das man also die Bezeichnung Schweisseisen (siehe Seite 243) heute ebensogut verwenden kann, nach wie vor teuer, indem seine Herstellung erstens auf kleinindustriellem Wege erfolgen musste, da ein Roheisenblock nach dem anderen im Schmiedefeuer wie in alten Zeiten zu bearbeiten blieb, und ausserdem zu seiner Gewinnung die teuren Holzkohlen verwendet werden mussten.

Einen Umschwung in diese Verhältnisse brachte erst die Erfindung des Engländers Cort, dessen Patent vom Jahre 1784 datiert. Er kam auf die Idee, bei der Schmiedeeisengewinnung die Feuerung vom Roheisen getrennt zu halten, so dass die Asche des Brennmaterials

nicht mehr mit ihm in Berührung kommt, folglich einflusslos wird. Zu dem Zwecke verlegte er seine Umwandlung in Schmiedeeisen in den Flammofen, und der Prozess, den man den Puddelprozess nennt, ist der bis heute übliche geblieben, wenn auch an vielen Orten die Feuerungsanlage der Öfen, worauf wir nachher kommen, eine andere geworden ist. Beim Flammofen wirkt also, wie aus der Abbildung ersichtlich ist, nur noch die Flamme der auf dem Roste brennenden Feuerung auf das Roheisen ein, das so im Gegensatz zum Schmiedefeuer mit dessen Aschenbestandteilen gar nicht in Berührung kommt.



Figur 19.

- A.: Rost, auf welchem das Feuerungsmaterial brennt.
- B.: Feuerbrücke, welches das Brennmaterial vom Herd trennt.
- C.: Herd, auf welchem das Eisen erhitzt und gepuddelt wird.
- D.: Trennt den Herd von
- E.: dem sogenannten Fuchs, durch den die Verbrennungsprodukte des Heizmaterials nach
- F.: dem Kamin geleitet werden.

Indem man nun auf seinem Herd, der vom Brennmaterial durch die Feuerbrücke getrennt ist, gleich eine grössere Anzahl Roheisenblöcke erhitzen kann, deren Kohlenstoffgehalt hier allmählich bis auf einen geringen Rest verbrennt, liefert dies Verfahren jetzt grosse Quantitäten von Schmiedeeisen, und da der Ofen, um in Hitze zu bleiben, ununterbrochen Tag und Nacht betrieben werden muss, ist damit auch die Schmiedeeisendarstellung Grossindustrie geworden. Die gleiche Arbeiterzahl stellt beim Puddeln unter bedeutender Brennstoffersparnis etwa die

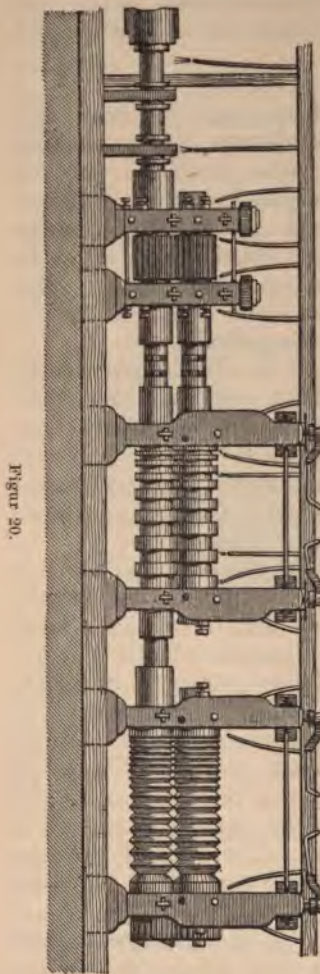
zehnfache Menge von dem an Schmiedeeisen fertig, was sie nach dem ehemaligen Frischprozess zu liefern vermochte.

Bis zu dieser Erfindung hatte man die nach dem alten Verfahren einzeln im Schmiedefeuer fertig gestellten Blöcke entweder mit der Hand oder mit Hilfe eines mit einem Wasserrade betriebenen etwas grösseren Hammers ausgehämmt. Daher finden wir an älteren Schmiedeeisenarbeiten niemals völlig glatte Oberflächen, indem die einzelnen Hammerschläge an ihnen zu erkennen sind, selbst wenn sie z. B. aus Bandeisen bestehen, dessen Oberfläche doch heute so glatt wie poliert hergestellt wird.

Die Massen Schmiedeeisen, die der Puddelofen lieferte, waren nach diesem alten Verfahren des Hämmerns überhaupt nicht mehr zu bewältigen. Und so führte CORT auch das Walzen des Schmiedeeisens ein. Er gab also den Blöcken, wie sie die Öfen liefern, die gewünschte Form, indem er sie im glühenden Zustande zwischen Walzen (siehe Figur 20) durchquetschte.

Laufen beide Walzen dicht aufeinander, und sind nur aus der oberen und der unteren entsprechende Stücke ausgeschnitten, so kommt man zu dem erwähnten Band- oder zu Quadrateisen, die, wenn diese Ausschnitte gut gearbeitet sind, völlig glatt ausfallen müssen. Schneidet man in die obere Walze den Kopf, in die untere den unteren Teil einer modernen Eisenbahnschiene ein, so liefert das Walzwerk diese. Lässt man ein Eisenstück zwischen zwei glatten Walzen, die in einer gewissen Entfernung von einander stehen, durchpassieren, so nimmt es die Form eines Bleches etc. an. Das auf die Walzen rieselnde Wasser (siehe die Zeichnung) dient zu ihrer Kühlung.

CORT selbst hat für sich, wie so viele grossen Erfinder, keinen materiellen Erfolg von seinen den Kulturfortschritt so mächtig fördernden Ideen und Arbeiten gehabt. Indem die zahlreichen zu ihrer Durchführung nötigen Versuche seine Mittel verschlangen, ist er schliesslich im Elend gestorben.



Gegen Ende des vorigen Jahrhunderts hatte JAMES WATT auch bereits seine Dampfmaschine erfunden. Ihre Arbeitsleistung war aber noch eine sehr beschränkte, weil er den für ihren Betrieb nötigen Dampf nur in gusseisernen Kesseln, die man damals noch nicht sehr gross herzustellen verstand, erzeugen konnte. Erst als der Walzprozess gleichmässige grosse schmiedeeiserne Bleche lieferte, änderte sich das.

Aus ihnen, an deren Stelle heute bereits Stahlbleche getreten sind, kann man natürlich beliebig grosse Kessel zusammennieten, in diesen in folgedessen sehr viel Dampf entwickeln, und mit ihrer Hilfe nun die grössten Maschinen in Bewegung setzen.

Zu Anfang des Jahrhunderts beginnt auch gleich das Bestreben, fahrende Dampfmaschinen an Stelle von Pferden zu verwenden. Wie erwähnt, lagen die englischen Bergwerke meist in der Nähe von Flüssen, und um ihre grossen Lasten leicht an diese bringen zu können, waren

seit langem mit Holz belegte Fahrbahnen im Gebrauch. Man hatte in den Boden Querschwellen gelegt, und diese durch lange Hölzer zu einem System vereinigt.

Um nun die Langhölzer selbst, zwischen denen die Pferde gingen, nicht immer wieder erneuern zu müssen, benagelte man sie mit Brettern, die wenn sie durch das Fahren der auf ihnen laufenden Räder zerstört waren, durch neue ersetzt wurden.

Im Jahre 1767 trat dann eine ganz ausserordentliche Krisis im Eisengewerbe ein, die schliesslich Roheisen gradezu unverkäuflich machte. Ein grosses Werk, das bald einen bedeutenden Vorrat an ihm hatte, liess nun einen Teil von ihm in längliche Platten giessen, um ihn, bis er wieder verkäuflich sein würde, nicht ganz nutzlos liegen zu lassen, und damit, an Stelle der Bretter, den hölzernen Strassenunterbau benageln; und dieser war hierdurch in den ersten Schienenweg, wie wir solche Anlage heute nennen, verwandelt.

Der Versuch bewährte sich ausgezeichnet. Die Pferde zogen weit grössere Lasten auf dieser glatten Unterlage als auf den ehemaligen Brettern, und die Abnutzung des Eisens war fast verschwindend. Nach Beendigung der Krisis blieb nicht nur dieser erste Schienenweg bestehen, sondern auch alle anderen Werke gingen allmählich zu dieser Einrichtung über.

Damit war im wahren Sinne des Wortes die Unterlage für Dampfmaschinen gegeben. Die erste auch für die Beförderung von Menschen wirklich brauchbare Lokomotive hat ja dann STEPHENSON gebaut.

Wenn man in der englischen Patentliteratur jener Zeit die Unsumme der missglückten Vorschläge und sich daran knüpfenden Versuche verfolgt, die sich auf Dampfmaschinen beziehen, begreift man um so mehr die Hochachtung der Zeitgenossen vor diesem Erfinder, der auf einem so viel bearbeiteten und so schwierigen Gebiete endlich das Richtige traf.

Waren nach Erfindung des Puddelprozesses nunmehr sowohl Gusseisen wie Schmiedeeisen leicht zugänglich geworden, so lagen die Verhältnisse bei der hinsichtlich der Brauchbarkeit wertvollsten Form des Eisens, beim Stahl, noch immer sehr ungünstig.

Durch den Puddelprozess Stahl aus Roheisen zu erzeugen, ist ebenso schwierig, wie beim alten Frischprozess, obgleich theoretisch dem auch hier nichts im Wege steht, denn man brauchte mit dem Puddeln ja nur aufzuhören, wenn das Eisen noch für Stahl genügend Kohlenstoff enthält, aber wie gesagt, das gelingt kaum.

Man hatte jedoch schon zu Anfang vorigen Jahrhunderts, also lange vor dem Puddelprozess, in Nordfrankreich eine neue Stahlbereitung erfunden, deren Produkt den Namen Cementstahl führt. Die erste wirklich wissenschaftliche Arbeit über diesen liegt von Réaumur vor, der damals lebte, aber nur infolge seiner Thermometerskala so allgemein bekannt geblieben ist.

Wenn es gelingt ins Schmiedeeisen so viel Kohlenstoff hineinzubringen, dass der Gehalt an ihm von $\frac{1}{2}$ auf etwa $1\frac{1}{2}$ Prozent steigt, muss dieses in Stahl übergehen, wie wir im Anschluss an unsere zu Anfang gegebene Übersicht voraussagen können, und auf diesem Prinzip beruht die Cementstahlbereitung.

Für dieselbe packt man schmiedeeiserne Stäbe zwischen Holzkohlenpulver in Kasten aus feuerfestem Thon, welche etwa 8000 Kilo von ihnen fassen, setzt mit diesen in passender Weise einen Flammofen aus, und erhitzt sie 6—8 Tage lang auf etwa 1000° . Dann tritt ein allmähliches Wandern des Kohlenstoffs ins Eisen ein, das dadurch in Stahl übergeht.

Sehr gleichmässig kann der Stahl aber nicht sein, denn die äusseren Teile der Stäbe werden kohlenstoffreicher als die inneren werden. Dem suchte man dadurch abzuhelpfen, dass man sie hernach tüchtig unter dem Hammer durcharbeitete. Seit 1811 wird Cementstahl auch in Deutschland erzeugt.

Einen wirklich gleichmässigen Stahl, der bis auf den heutigen Tag nicht mehr übertroffen worden ist, erfand dann der englische Uhrmacher HUNTSMANN im Jahre 1730. Mit der Herstellung von stählernen Uhrfedern beschäftigt, zerbrachen ihm, wie jedem anderen, ein grosser Teil derselben während der Fabrikation infolge der ungleich-

mässigen Beschaffenheit des Rohstahls, und mit Versuchen zu dessen Verbesserung beschäftigt, fand er, dass sich kleine Quantitäten Cementstahl im schärfsten Ofenfeuer in Tiegeln umschmelzen lassen.

Verständlich für uns ist das ja. Eisen mit 2,3 Prozent Kohlenstoff schmilzt verhältnismässig leicht, warum soll es da nicht gelingen, auch kohlenstoffärmeres Eisen, wenn nur die Hitze genügend hoch ist, einzuschmelzen.

Der von HUNTSMANN erfundene Gussstahl ist als geschmolzen gewesene Masse von ganz gleichmässiger Beschaffenheit, und ein Material, das in vielen Beziehungen durch kein anderes vertreten werden kann. Das Verfahren HUNTSMANNS blieb Geheimnis einiger englischen Fabriken, und sie forderten für ihren Stahl geradezu Phantasiepreise. Bezahlt wurden sie, da ein ebenso geeignetes Material für manche Zwecke sonst in der Welt nicht existierte. Natürlich gab man sich vielerwärts Mühe mit der Lüftung des Geheimnisses dieser englischen Stahlbereitung. Mit zähester Konsequenz arbeitete in dieser Hinsicht der Begründer der Kruppschen Eisenwerke, und wenn er auch die volle Lösung des Problems nicht mehr erlebte, sein Sohn produzierte schon tadellosen Gussstahl, der schliesslich dieses Werk zum grössten Eisenwerk auf der ganzen Erde machen sollte.

Gussstahl dieser Art lässt an sich nichts zu wünschen übrig, aber teuer musste er durch die grosse Zahl der zu seiner Herstellung nötigen Prozesse bleiben, denn zu seiner Darstellung muss doch das Roheisen erst im Puddelofen möglichst entkohlt werden, um in Schmiedeeisen verwandelt zu sein. Dieses ist dann eingepackt in Kohlepulver in vieltägiger Glut rückzukohlen, um in Cementstahl überzugehen, worauf der so erhaltene Cementstahl noch im schärfsten Feuer in Tiegeln umzuschmelzen ist.

Billigen Stahl verschaffte der Welt erst BESSEMER seit dem Jahre 1856. Sein Verfahren führt das flüssige Roheisen „ohne Brennmaterialverbrauch“ in Gussstahl über. Während ein Puddelofen etwa 3000 kg Roheisen in 24 Stunden unter Aufwand von viel Kohlen in Schmiede-

eisen verwandelt, leistet der Bessemerprozess dessen Überführung in schiedbares Eisen in Stahl in 15 Minuten.

Zu diesem Zwecke bringt BESSEMER das geschmolzene Roheisen in ein birnförmiges Gefäß, dessen Boden mit einer Reihe von Düsen versehen ist. Das Gefäß selbst wird aus Blechplatten zusammengenietet, und damit diese der hohen Temperatur, die das Verfahren mit sich bringt, zu widerstehen vermögen, wurde es gänzlich mit einem möglichst feuerfesten Stein, der fast aus reiner Kieselsäure bestand, ausgefittert.

In die auf die Seite geneigte Birne lässt man sodann das zur Stahlbereitung bestimmte geschmolzene Roheisen



Figur 21.

laufen, und während sie aufgerichtet wird, presst man bereits durch die Düsen im Boden der Birne mittelst eines Gebläses Luft ein. Sogleich beginnt der durch den Gehalt des Roheisens an Kohlenstoff in die Birne gelangte Kohlenstoff¹⁾, welcher also schon auf die Temperatur des geschmolzenen Roheisens erhitzt ist, in der furchtbaren Glut zu verbrennen, und die hierdurch erzeugte Hitze, die zwischen 1800° und 2000° beträgt, genügt um das Bad für die Zeit, die der Prozess erfordert, geschmolzen zu erhalten, so dass also ein besonderer Brennmaterialverbrauch bei dieser Verwandlung von Roheisen in Stahl nicht stattfindet. Nach etwa zehn Minuten ist der

1) und auch das Silicium, ein dem Kohlenstoff sehr ähnliches Element, verbrennt unter sehr grosser Hitzeentwicklung. Es

Kohlenstoff bereits völlig verbrannt, und der Inhalt der Birne wäre eine wertlose Eisensorte, wenn man jetzt nicht wieder ein Quantum Roheisen zugeben würde, welches so berechnet ist, dass sein Gehalt an Kohlenstoff genügt, damit das dadurch in der Birne entstehende Gemisch von ihm und dem völlig entkohlten Eisen, die dem Stahl entsprechende Menge Kohlenstoff enthält.

Das nachträglich zur Rückkohlung zugegebene Eisen wählt man absichtlich reich an Mangan, ein dem Eisen ähnliches Element, welches den Prozess aus Gründen, auf die wir hier nicht eingehen können, sehr günstig beeinflusst. Weil ein Roheisen, das manganhaltig ist, wenn es zerbrochen wird, auf der Bruchfläche stark spiegelt, heisst solches speziell Spiegeleisen, welchem Namen man öfters begegnet.

Es giebt übrigens heutzutage Hüttenwerke, die reines Mangan fabrizieren, das dann ebenfalls seine Verwendung im Bessemerprozess findet, indem es an und für sich bisher industriell nicht verwertbar ist.

Das Bessemerverfahren gestattete nun seit dem Jahre 1856 auch eine Massenfabrikation von billigem Stahl, indem der Einsatz einer Birne zwischen 10000 und 16000 Kilo Roheisen beträgt, das also in einer viertel Stunde in Stahl verwandelt ist. Lässt man das geschmolzene Eisen direkt aus dem Hochofen in die Birne laufen, verwandelt es hier in Stahl, und walzt den glühend aus der Birne erhaltenen Stahl, sobald er genügend abgekühlt ist, zu Schienen aus, wie es auf vielen Werken geschieht, so erfordert sogar die Verwandlung des Roheisens in die fertige Stahlschiene keinen Brennmaterialaufwand mehr, sondern die dem Hochofen entstammende Hitze genügt für ihre Herstellung.

Im Anschluss an den Bessemer Prozess haben wir nun die Entphosphorung des Eisens zu besprechen, welche den Stahl noch weiter verbilligen sollte,

kommt im Hochofen in das Eisen, indem bei dessen hoher Temperatur auch ein wenig Kieselsäure, welche aus Silicium und Sauerstoff besteht, zu Silicium reduziert wird, das sich im Eisen auflöst.

In der Natur finden sich in grösster Menge Eisenerze, die etwas Phosphor enthalten. Das aus ihnen erschmolzene, infolgedessen phosphorhaltige Roheisen erweist sich, wenn der Phosphorgehalt nicht fast verschwindend klein ist, als von ganz schlechter Qualität, so dass höchstens die grössten Gusswaren, von denen eine eigentliche Haltbarkeit nicht verlangt wird, wie Grabgitter und ähnliches aus ihm hergestellt werden können. Dagegen ist an eine Weiterverarbeitung auf Stahl oder Schmiedeeisen gar nicht zu denken, weil diese infolge grosser Brüchigkeit geradezu unbrauchbar sein würden.

Dass der Phosphor Ursache dieses Verhaltens ist, erkannte man aus den chemischen Analysen solchen Roheisens zwischen 1830 und 1840. Man erkannte auch schon damals, dass es kein Mittel giebt im Hochofenprozess den mit den Erzen hineinkommenden Phosphor vom Eisen fernzuhalten, wie das auch bis heute der Fall ist. So unendlich viel seitdem über die Entphosphorung gearbeitet worden ist, ein erwähnenswerter Erfolg wurde nie erzielt, bis THOMAS und GILCHRIST die Frage endgültig und in genialster Weise lösten.

Zahlreiche Versuche hatten speziell gezeigt, dass durch den Bessemerprozess, wie ihn der Erfinder angegeben hat, z. B. sich nicht eine Spur Phosphor aus dem Eisen herausbringen lässt. Aller Phosphor, den das verwendete Roheisen enthält, kommt daher bei ihm ohne die geringste Verminderung in die Stahlblöcke, resp. in die aus diesen dargestellten Eisenbahnschienen, Axen, Bandagen etc. Für Schienen konnte man noch einen Phosphorgehalt von 0,1 bis höchstens 0,2 Prozent dulden, für alle sonstigen Verwendungen ist aber schon der zehnte Teil dieser Menge ganz unzulässig.

Für den alten Bessemerprozess, der also auf phosphorfreie Erze angewiesen ist, findet sich nun das Rohmaterial, soweit es europäische Interessen berührt, nur in den völlig phosphorfreien Roteisensteinen von Cumberland und Westmoreland an der Westküste Nordenglands, sowie in Spanien, Algier, Schweden, Steiermark und im Siegener Land.

Daher machte es in den betreffenden Kreisen unge-

heures Aufsehen, als es im Jahre 1879 auf dem grössten in Cleveland, also an der englischen Ostküste, an welcher es phosphorfreie Eisenerze nicht giebt, gelegenen Eisenwerk von BOLCKOW, VAUGHAN & Co. gelang, phosphorhaltiges Roheisen in der Bessemerbirne in phosphorfreien Stahl zu verwandeln.

Bis zur Erfindung des Bessemerprozesses hatte man für die Eisenbahnen nur schmiedeeiserne Schienen verwenden können, weil stählerne einfach nicht zu beschaffen waren. Das änderte sich aber hernach völlig. Die nach Bessemers Verfahren so billig und in den grössten Mengen herstellbaren Stahlschienen haben heute die ehemaligen Eisenschienen bereits ganz verdrängt, weil ihre Haltbarkeit eine so sehr viel grössere ist.

So entwickelte sich denn in Cumberland, also an der Westküste Englands, gestützt auf die heimischen phosphorfreien Erze eine gewaltige Stahlschienenindustrie aus Bessemerstahl, während man sie in Cleveland, weil die dortigen Erze wegen ihres Phosphorgehaltes sich für diese Art der Stahlgewinnung nicht eignen, nicht betreiben konnte. Und die Herstellung von schmiedeeisernen Schienen, die aus den Cleveländer Erzen, deren Phosphorgehalt ein recht geringer ist, möglich ist und ehemals erfolgte, musste aufgegeben werden, weil ihre Verwendung allmählich aufhörte, indem die Eisenbahnen sich immer mehr den Stahlschienen zuwandten.

So entschloss sich die erwähnte an der Ostküste Englands gelegene Fabrik denn, um auch ihrerseits weiter Schienen produzieren, und die einmal vorhandenen grossen Einrichtungen ausnutzen zu können, sich spanische vollkommen phosphorfreie Erze kommen zu lassen. Aus ihnen stellte sie jetzt das Roheisen für Bessemerstahl dar, und hatte mit diesem Unternehmen den grössten Erfolg.

Das veranlasste sie aber nicht mit dem Erreichten zufrieden zu sein, sondern auch nach dieser Zeit wurde unentwegt weiter an der Lösung der Aufgabe gearbeitet, die reichlich vorhandenen, fast vor der Thüre liegenden heimischen Erze für den Bessemerprozess verwendbar zu

machen. Und das gelang auf diesem Werke den schon genannten Technikern schliesslich in folgender Art:

Wir hoben hervor, dass BESSEMER, um seinen Birnen die nötige Haltbarkeit in der Hitze zu geben, sie mit einem möglichst feuerfesten Material ausfütterte, das sehr kieselsäurereich also im chemischen Sinne sauer ist. THOMAS und GILCHRIST fütterten nun in Gegensatz dazu die Birne mit basischen, und zwar stark kalkhaltigen Ziegeln aus.

In der hohen in der Birne herrschenden Temperatur verbrennt der Kohlenstoff des Roheisens, wie wir sahen, und ebenso natürlich auch der Phosphor, und zwar dieser zu Phosphorsäure. Während diese Säure nun früher aus dem Bade nicht herauskonnte, vermag sie sich jetzt mit dem basischen Futter zu verbinden, tritt an den Kalk desselben, indem sie mit ihm phosphorsauren Kalk bildet.

Damit erwies sich die Frage der Entphosphorung des Eisens in der Bessemerbirne als gelöst. Das phosphorhaltige Roheisen giebt phosphorfreien Stahl, indem also sein Phosphorgehalt als Phosphorsäure von dem basischen Futter festgehalten wird.

Dieser phosphorsaure Kalk ist im gemahlten Zustande das sogenannte Thomasphosphatmehl (siehe Seite 41), mit dem die Landwirte ihre Wiesen düngen. So wird der ehemals so störende Phosphor jetzt in dieser Form gar noch verkäuflich, und trägt seinerseits zu der so ausserordentlichen Verbilligung des Stahles bei. Dazu kommt, dass an und für sich phosphorhaltige Eisenerze billiger als phosphorfreie sind, weil sie an vielen Orten der Erde besonders leicht zu gewinnen sind. Dazu kommt ferner, dass das Thomasverfahren gestattet, sehr kohlenstoffarme schmiedbare Eisensorten herzustellen, welche mehr an Schmiedeeisen als an Stahl erinnern, die man also besser als Flusseisen wie als Flussstahl bezeichnen wird, sodass es zugleich ein Concurrrenzverfahren für den theurer arbeitenden Puddelprozess, den eigentlichen Schmiedeeisenlieferanten, geworden ist.

Man glaube nun nicht, dass das Verfahren den glücklichen Entdeckern, wie es nach dem Mitgetheilten scheinen

kann, in den Schooss gefallen ist. Ganz im Gegenteil, es war die Frucht jahrelanger Arbeiten und jahrzehntelanger Bestrebungen. Erforderte doch allein die Herstellung der zur Ausfütterung der Birne notwendigen genügend feuerfesten basischen Ziegel viele Jahre Arbeit und grossen Geldaufwand, ohne dass man wissen konnte, ob sich die Anschauung, der zu Liebe sie sich mit der Beschaffung dieses Materials abmühten, auch im grossen als ausführbar erweisen würde.

Weil eben die meisten epochemachenden Erfindungen Produkte allgemeiner langjähriger Betrebungen und in der Regel nicht die Gedankenblitze einzelner sind, pflegen gewöhnlich nach ihrem Bekanntwerden Prioritätsstreitigkeiten um sie auszubrechen. So ist die Idee basisches Futter in der Bessemerbirne zur Entphosphorung zu verwenden, schon in den sechziger Jahren aufgetaucht und 1875 und nochmals 1878 ausführlich in der einschlägigen Literatur verschiedener Länder behandelt worden. Dabei schien es sich um unausführbare Projekte zu handeln, während schon 1879 die Frage also in England auf diesem Wege gelöst wurde.

Wir kommen jetzt zur Verwandlung von Gusseisen in schmiedbares Eisen auf dem Wege des Temperns. Viele Gegenstände, wie z. B. jene zahlreichen kleinen Winkel und T Stücke, welche Gasleitungen in den Wohnräumen erfordern, ferner Schlüssel oder Fenster- und Thürbeschläge etc. aus Schmiedeeisen herzustellen, ist eine schwierige und darum teure Arbeit. Man bedient sich deshalb zur Herstellung dieser nicht übermässig dicken Gegenstände des Temperns, das in folgendem besteht. Man stellt diese kompliziert geformten Sachen auf dem bequemen Wege des Giessens her, und packt sodann die gusseisernen Stücke zwischen Eisenoxyd, als welches natürliches Eisenerz dient, in feuerfeste Kasten, in welchen man sie mehrere Tage auf Rotglut erhitzt. Während dieser Zeit wirkt der Sauerstoffgehalt des Oxyds auf den Kohlenstoffgehalt der gusseisernen Formstücke, und indem er diesen verbrennt, werden die Gussstücke so arm an Kohlenstoff, dass sie bei der

Wiederherausnahme aus den Kästen die Eigenschaft des schmiedbaren Eisens zeigen, jetzt nach Art von diesem bearbeitet werden können.

Ausserdem lässt sich noch eine ganz andere Methode der Stahlbereitung denken. Gusseisen hat über 2,3 Prozent Kohlenstoff, Schmiedeeisen etwa $\frac{1}{2}$ Prozent, wenn man diese beiden zusammenschmilzt, muss man bei passend gewähltem Mischungsverhältnis doch ein Mittelprodukt (siehe Seite 211), welches je nach dem Kohlenstoffgehalt, den es schliesslich enthält, als Flussstahl oder Flusseisen zu bezeichnen sein wird, erzielen können.

Die Schwierigkeit in der Übertragung dieser Idee auf die Fabrikpraxis bestand darin, dass man lange Zeit keinen Flammofen herzustellen wusste, dessen Temperatur genügte, damit sich bei ihr das in jedem Ofenfeuer für sich allein unerschmelzbare Schmiedeeisen im geschmolzenen Gusseisen auflöste, um mit ihm zu Stahl zusammenzutreten.

Zuerst hat solchen sogenannten Flussstahl der Franzose MARTIN erschmolzen. Öfen, in denen er mit Leichtigkeit herstellbar ist, hat aber SIEMENS erst im Jahre 1885 angegeben.

Wir erwähnten beim Puddeln, dass dieser Prozess seit COCHS Erfindung ziemlich unverändert geblieben ist und nur noch hinsichtlich der Feuerung der Öfen Abänderungen eingetreten sind. COCHS konnte für seine Flammöfen, in denen das vom Rost aus hineinschlagende Feuer die nötige Hitze geben soll, nur jene sehr gute und deshalb teure Sorte von Steinkohlen, die mit langer Flamme brennen, brauchen. Jetzt feuert man dagegen mit Gas, welches man an Ort und Stelle in sogenannten Generatoren erzeugt.

Für die Zwecke einer Gasfeuerung schüttet man Brennmaterial, das durchaus nicht gut zu sein braucht, sehr hoch auf einem Roste auf. Infolge der hohen Lage bekommt der Kohlenstoff durch diese hindurch lange nicht

genügend Luft zur vollständigen Verbrennung, und so entweicht aus diesem „Generator“ nicht Kohlensäure, sondern Kohlenoxydgas (siehe Seite 242) nebst anderen brennbaren Gasen, die sich in der Hitze aus dem Heizmaterial entwickeln, und aus Luftmangel ebenfalls nicht gleich verbrennen können, wie wir das in der Anmerkung auf Seite 249 genauer erklärt haben. Aber mit diesen Gasen mit geht der ganze Stickstoff, der mit der Luft durch die Roste in den Ofen tritt.

Das eben ist der grosse Unterschied zwischen solchem Generatorgas und dem Leuchtgas, welches letztere durch Erhitzen von Kohle, die sich in der Retorte befindet, also unter Ausschluss der Luft erhalten wird (siehe Seite 27), daher frei von Stickstoff ist, und nur aus brennbaren Gasen besteht.

Die aus dem Generator kommenden heissen Gase werden sofort im Flammofen durch zugeführte Luft verbrannt.

Die bedeutendste Vervollkommnung wiederum der Gasfeuerung bestand dann in den Regeneratoren. Hatte das Gas im Ofen seine Arbeit gethan, so entwich es ehemals als glühendes verbranntes Gemisch in den Kamin. Mittelst dieser Vorrichtung wird aber seine Hitze jetzt festgehalten, regeneriert.

Man leitet hierzu das verbrannte Gas, das also seinen eigentlichen Zweck erfüllt hat, durch Kammern, die gitterartig mit feuerfesten Steinen ausgesetzt sind, und erst, nachdem es an diese seine Hitze möglichst abgegeben, sie also in hohe Glut versetzt hat, gelangt es in den Kamin. Diese glühenden Kammern sind die Regeneratoren.

Nachdem das Gas den Generator also den Ort seiner Herstellung verlassen hat, passiert es nämlich eine solche glühende Kammer, wird hierdurch natürlich in sich sehr viel heisser, und gelangt nun erst in den Flammofen, in welchem es auf die zur Verbrennung nötige Luft trifft. Aber auch diese Luft ist vorher mit Hilfe von Rohrleitungen durch einen glühenden Regenerator geführt worden, und bringt ihrerseits ebenfalls dessen Wärme in den Ofen zurück.

Da man mit Hilfe von Schiebern die Regenerator-

kammern ein- und auszuschalten vermag, kann man sie abwechselnd erhitzen, sodass ununterbrochen glühende Kammern zum Vorwärmen des Gases und der Luft vorhanden sind, und solche, die soeben ihre Wärme hergegeben haben, neuerdings erhitzt werden können. Die Brennmaterialersparnis gegen die alte Methode der direkten Feuerung beträgt etwa 40 bis 50 Prozent.

Jedoch auch in solchen mit Generatoren und Regeneratoren ausgestatteten Flammöfen gelingt es kaum Flussstahl oder Flusseisen, so nennt man also nach der schliesslichen Beschaffenheit die erhaltene Sorte, herzustellen. Dies ermöglichte erst die Freiflammführung von SIEMENS. Aus theoretischen Gründen über die Natur der Flamme kam er zur Anschauung, dass sie, wenn sie ihre volle Hitze entwickeln soll, nicht an Wände schlagen dürfe, sondern nach Art einer riesigen Zunge in den Flammöfen brennen müsse.

Man hatte bis dahin, d. h. bis zum Jahre 1885, die Grösse der Flammöfen stets so bemessen, dass die Flamme sie möglichst erfüllte, jetzt baute er sie entsprechend grösser, und der Erfolg ist ein geradezu überraschender. Die Temperatur in den Öfen ist eine so hohe, dass selbst die besten feuerfesten Steine sie kaum ertragen, und in ihnen lässt sich nun auch mit verhältnismässiger Leichtigkeit der Flussstahl oder das Flusseisen herstellen. Auch bei dem Siemens Martinprozess hatte man ursprünglich mit saurem Ofenfutter gearbeitet. Hernach ist man aber auch hier zu basischem Futter übergegangen, und verarbeitet phosphorhaltiges Rohmaterial, das im Prozess zugleich entphosphort wird. Das auf dem Wege des basischen Siemens-Martinprozesses gewonnene Flusseisen ist nun von so vorzüglicher Beschaffenheit namentlich so ausgezeichnet schweisssbar, dass in ihm dem auf dem Wege des Puddelns gewonnenen eigentlichen Schmiedeeisen im alten Sinne eine noch weit gefährlichere Konkurrenz als durch den Thomasprozess (siehe Seite 264) erwachsen ist. Zumal nun bei der Herstellung dieses Flusseisens altes Guss-eisen und altes Schmiedeeisen mitverwendet werden können,

resp. so viel von diesen zu haben ist, im Flammofen mit eingeschmolzen werden kann, ist diese in ihrer Beschaffenheit so vorzügliche Eisensorte ganz besonders billig herstellbar. Wie weit das sich teurer stellende Puddeln durch diese beiden neuen Errungenschaften verdrängt werden wird, kann nur die Zeit entscheiden.

Damit haben wir denn die Entwicklung der Eisenindustrie bis in unsere Tage kennen gelernt.

Die Gewinnung anderer Metalle wie die des Kupfers, Bleis, Nickels etc. kommt schliesslich immer ebenfalls darauf hinaus, wie schon Seite 210 erwähnt wurde, die in der Natur vorkommenden Erze in Metalloxyde zu verwandeln und diese durch Kohle zu reduzieren. Eine gewisse Ausnahme machen nur das Zink und das ganz neuerdings erst massenhaft fabrizierte Aluminium, die wir beide deshalb besprechen wollen.

Den Schmuck vieler älteren Gebäude, wie Kirchen und Schlösser bilden ihre schön patinierten Kupferdächer. Wenn wir heute Metallplatten zu Bedachungen verwenden, und das geschieht viel mehr als früher, nehmen wir aber nicht mehr Kupferplatten, sondern fast immer Zinkbleche, die allerdings schliesslich unansehnlich grau werden, und zwar thun wir es wegen der sehr viel grösseren Billigkeit der letzteren. Man hat sie früher hierfür deshalb nicht brauchen können, weil man seit nicht ganz hundert Jahren sie überhaupt erst herzustellen versteht.

Der Grund dafür, dass man das metallische Zink und damit die Zinkbleche so spät kennen lernte, ist folgender. Erhitzt man Zinkoxyd mit Kohle, so tritt wohl Reduktion des Oxyds zu Metall ein, es bildet sich Zink und Kohlenoxyd, aber die Temperatur, bei der diese Umsetzung eintritt, liegt so hoch, dass das Zink, infolge seiner verhältnismässigen Leichtflüchtigkeit bei ihr bereits gasförmig ist. Erhitzt man also Zinkoxyd mit Kohle in einem der sonst für die Metallreduktion üblichen Öfen, so wird sehr bald Zink dampfförmig entweichen, in der Hitze verbrennt

es aber gleich wieder zu Zinkoxyd, kurzum man erhält auf diese Art gar kein Metall.

So kam denn erst Mitte des vorigen Jahrhunderts seine Gewinnung in Europa in Gang — die Chinesen scheinen sie früher gekannt zu haben — als man Zinkoxyd mit Kohle nicht mehr offen im Ofen, sondern in einer Retorte also in einem geschlossenen Raume durch Aussenfeuerung erhitzte. In ihr kann der entstehende Zinkdampf dann ja nicht verbrennen, und so gewinnt man das Zink als ein aus der Retorte herausdestillierendes Metall. Es dauerte aber noch bis zum Anfang dieses Jahrhunderts, dass man aus diesem an sich recht spröden Zink jene grossen Bleche herzustellen lernte, die heute so massenhafte Verwendung finden, und die hauptsächlich seine Industrie zu einer so ausgedehnten gemacht haben.

Das jüngste unter allen im täglichen Leben Verwendung findenden Metallen, das Aluminium, zu dem wir jetzt übergehen, verhält sich nun ganz abweichend von den bisher besprochenen. Es ist dasjenige Metall, das wohl am allermeisten auf Erden vorkommt. Seine Sauerstoffverbindung, sein Oxyd heisst von Alters her bei den Chemikern Thonerde, und der Name Aluminium hängt mit Alaun (lat. Alumen) zusammen, weil man seit langem weiss, dass Alaun (siehe auch Seite 134) eine Verbindung der Thonerde, nämlich ein Doppelsalz, schwefelsaure Kali Thonerde ist.

Auch wissen wir ja, dass aller Thon (siehe Seite 247) kiesel-saure Thonerde oder noch ausführlicher jetzt bezeichnet kiesel-saures Aluminiumoxyd ist. Jeder Ziegel enthält daher reichlich Aluminium, und jeder Topfscherben wäre von immerher ein Rohmaterial — ein Erz — für Aluminium gewesen, wenn das Aluminiumoxyd nach Art anderer Metalloxyde durch Kohle reduzierbar wäre. Das ist aber nicht der Fall, ja diese Methode ist hier geradezu ausgeschlossen, indem das Verbindungsbestreben des Sauerstoffs zum Aluminium grösser als zur Kohle ist, so dass Kohle das Oxyd nicht zu zerlegen vermag.

Nun kann man im Laboratorium Metalle nicht nur

auf dem Wege der Reduktion ihrer Oxyde durch Kohle gewinnen. Es giebt dafür auch andere allerdings viel kompliziertere Methoden, und nach einer solchen ist Aluminium zuerst 1827 erhalten worden. Seit Anfang der fünfziger Jahre hat man dann ununterbrochen irgend eines der Laboratoriumsverfahren für die Praxis brauchbar zu machen gesucht.

Die ersten sehr grosse Mittel beanspruchenden Versuche in der Beziehung liess Napoleon der dritte anstellen. Es war die Zeit vor dem Krimkriege, und er hoffte damals seine Soldaten mit dem leichten Metall panzern zu können. Auf diesen Versuchen ist dann weiter gebaut worden, aber Aluminium wäre auf diesem Wege, bei dem es sich um rein chemische Methoden handelte, schwerlich je sehr billig geworden, wenn nicht ein anderes bis vor wenigen Jahren recht kostspieliges Agens, nämlich die „Elektrizität“, die im Laboratorium seit langem ebenfalls zur Metallgewinnung benutzt wurde, plötzlich in grösster Fülle und billig zu haben gewesen wäre.

Auch die Praxis verwendete die Elektrizität seit langem, aber nur zur Abscheidung einiger Metalle aus Lösungen für den Zweck, um weniger wertvolle Metalle mit wertvolleren zu überziehen, um sie also zu vergolden, vernickeln etc.

Für die Gewinnung von Metallen an sich war der Prozess zu teuer. Er wird bekanntlich Galvanoplastik genannt, und nach diesem Verfahren sind namentlich versilberte Waaren seit den fünfziger Jahren in grösster Menge hergestellt worden. Die Kunst mittelst des elektrischen Stromes Metalle als festhaftende Masse auf anderen niederzuschlagen, war von JACOBI in Russland und SPENCER in England fast gleichzeitig 1839 entdeckt worden, die darnach als Erfinder der Galvanoplastik zu bezeichnen sind. Bis zu diesem Jahre waren die elektrolytisch ausgeschiedenen Metalle immer nur in leicht zerbröckelnden Stücken erhalten worden.

Die Einwirkung der Elektrizität auf chemische Verbindungen ist, was wir hier nicht unerwähnt lassen wollen,

schon recht lange untersucht. PRIESTLEY teilte bereits 1775 mit, dass das durch Reibungselektrizität erzeugte Feuer — es war das die einzige Elektrizitätsquelle, die man damals kannte — das Ammoniakgas zersetze. Wir wissen, Ammoniakgas ist eine Verbindung von Stickstoff und Wasserstoff (siehe Seite 29). Lässt man also durch dasselbe elektrische Funken schlagen, so findet man hernach statt seiner ein Gemenge von diesen beiden Gasen. Wie hätte jemand damals ahnen können, dass diese Beobachtung etwa 120 Jahre später der Welt ein neues Metall, nämlich das Aluminium, zur Verfügung stellen sollte.

Im Jahre 1782 fand man dann, dass das elektrische Feuer auch das Wasser in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff zerlege, und 1800 wurde konstatiert, dass nicht nur die Reibungselektrizität, sondern auch der zehn Jahre vorher entdeckte galvanische Strom dies vermöge.

Da der letztere bald mit Hilfe der sogenannten galvanischen Batterien nicht übermässig schwer zugänglich war, sich jedenfalls sehr viel bequemer handhaben liess, als das mit der Elektrisiermaschine erzeugte elektrische Feuer, studierte man seine Einwirkung auf chemische Verbindungen weiter, und im Jahre 1806 wurde das auffällig leichte Metall Kalium aus einer Kaliumverbindung und bald auch das Metall Natrium aus einer Natriumverbindung mittelst „Elektrolyse“ zuerst hergestellt.

Damit lernte man zwei ganz neue sogenannte leichte Metalle kennen, die leichter als Wasser sind und solche Verwandtschaft zum Sauerstoff haben, dass sie auf Wasser geworfen aufbrennen. Indem sie diesem nämlich auf das eifrigste Sauerstoff entziehen, um sich mit ihm zu verbinden, wird die Hitze bald so gross, dass der Wasserstoff, den sie hierbei aus dem Wasser frei machen, — Wasser besteht doch aus Wasserstoff und Sauerstoff, — sich an der Luft anzündet, und sie mit in Brand setzt.

Eine Verwendung für sie im Leben erscheint damit ausgeschlossen. Im Gegensatz zu ihnen ist das Aluminium, mit dem wir es hier speziell zu thun haben, wenn auch ein ebenfalls sehr leichtes Metall, doch an der Luft und im Wasser durchaus beständig und deshalb praktisch verwertbar.

Nach einer ganz unglaublichen Zahl missglückter Versuche erfolgt jetzt seine Darstellung mittelst des elektrischen Stromes in folgender leicht verständlichen Art, der man es nicht anmerkt, dass ihre Auffindung so unendliche Mühe gemacht hat, und die auch in der Beschreibung viel einfacher erscheint, als sich ihre Ausführung in der Wirklichkeit gestaltet. Thonerde also Aluminiumoxyd wird in ein geschmolzenes Gemisch von Kryolit (siehe Seite 204) und Flussspat, zwei sich in der Natur massenhaft findenden Mineralien, eingetragen, und in dieses Bad der elektrische Strom geleitet. Er zerlegt in diesem das Aluminiumoxyd in seine beiden Bestandteile, das Aluminium, welches sich im geschmolzenen Zustande am Boden des Gefäßes ansammelt, und den Sauerstoff, welcher gasförmig entweicht, womit die Aufgabe das Aluminium als Metall zu gewinnen, gelöst ist.

XII. Vortrag.

Legierungen. Münzen. Bronze. Patina. Messing. Tombak. Talmigold. Neusilber. Alfénide. Britanniametall. Lettermetall. Nickelstahl.

Alkaloide. Morphiun. Methan. Acetylgas. Benzol. Pyridin. Coniin. Chinolin. Kairin. Antipyrin. Phenacetin. Narcotika. Chloral. Äther. Hoffmanns Tropfen. Chloroform. Antiseptica. Jodoform. Karbolsäure. Sublimat. Salicylsäure.

Metalle werden nicht nur als solche verwendet, sondern man stellt auch durch Zusammenschmelzen mehrerer von ihnen die Legierungen her, deren Eigenschaften für manche Zwecke wertvoller als die der einzelnen Mischungsbestandteile sind.

Täglich gehen uns z. B. jene Metallegierungen durch die Hände, die zu Münzen verwendet werden. Sowohl reines Gold wie reines Silber sind verhältnismässig weich, sie würden sich im Verkehr zu rasch abnutzen. Ältere Münzen würden daher hinter frisch geschlagenen sehr bald stark im Metallwert zurückstehen, was jetzt nur in sehr geringem Masse der Fall ist. Deshalb mischt man sowohl dem Golde wie dem Silber Kupfer bei, wodurch, wie die Erfahrung gelehrt hat, eine genügend harte Legierung entsteht.

Die Mischung unserer deutschen Goldmünzen wird aus 900 Teilen Gold und 100 Teilen Kupfer zusammengeschmolzen. Da nun 0,3584 Gramm Gold unter dem Namen Mark die Münzeinheit bilden, wiegt ein Zehnmarkstück 3,982 Gramm (3,584 Gr. Gold + 0,398 Gr. Kupfer). 1 Kilo Gold ist 2784 Mark wert.

Desgleichen werden unsere Silbermünzen aus 900 Teilen Silber und 100 Teilen Kupfer zusammengeschmolzen, und

zwar werden aus dem Kilo Silber 200 Mark in silbernen Münzen geprägt. Hierbei ist also auf den eigentlichen Wert des Silbers und seine Schwankungen keine Rücksicht genommen, wir haben Goldwährung. 1 Kilo Silber ist zur Zeit etwa 88 Mark wert.

Unsere Nickelmünzen sind eine Legierung aus 1 Teil Nickel und 3 Teilen Kupfer, und zwar sind im Zehnpfennigstück 1 Gramm Nickel und 3 Gramm Kupfer enthalten.

Unsere Kupfermünzen bestehen aus einer Legierung von 95 Teilen Kupfer mit 4 Teilen Zinn und 1 Teil Zink, und zwar wiegen 300 Zweipfennigstücke und 500 Einpfennigstücke je ein Kilo.

Die letzteren bilden für uns einen geeigneten Übergang zur Bronze und zum Messing.

Die Bronze¹⁾ ist eine Mischung aus Kupfer und Zinn, in der das Kupfer stets vorwiegt. Sie ist die älteste aller bekannten Metallmischungen. Bis zur Gewinnung des Eisens stellten die Menschen nach der Meinung der meisten Forscher alle Metallgeräte, die sie überhaupt brauchten, aus ihr her, weshalb man von der Bronzezeit spricht, während einzelne eine dieser Zeit vorausgehende Kupferperiode annehmen.

Sie wird auch heute noch in grössten Mengen dargestellt, und dient zu den verschiedenartigsten Zwecken. Nicht nur in Form von Kirchenglocken tönt sie mahndend durch das Land an das Gewissen des einzelnen, auch in Form von Kanonen, die erst seit einem Menschenalter durch solche aus Gussstahl anfangen ersetzt zu werden, redet sie ein gewichtiges Wort im Schicksal der Völker.

In der Hoffnung, die allerbeste Legierung für den Kanonenguss zu finden, haben die verschiedensten Staaten endlose Versuche über diese Legierung anstellen

1) Das Wort Bronze soll nach den neuesten Forschungen eine Abkürzung von *aes Brundusinum* d. h. Metall von Brundusium (heute Brindisi) sein, so wie *aes Cyprium*, Metall von Cypern, der Ursprung des Wortes Kupfer ist.

lassen, und die Bücher, in denen so ziemlich alles über sie denkbare abgehandelt wird, repräsentieren eine ganze Bibliothek.

Ihre ausgezeichnete Gussfähigkeit lässt sie auch besonders zur Herstellung von Kunstwerken geeignet erscheinen, und die grossen Reiterstandbilder z. B. zeigen, wie sicher sie für derartige Zwecke gehandhabt werden kann.

Dabei leiden diese Kunstwerke selbst im Freien nicht durch die Zeit, sondern sie erhalten im Gegenteil jenen schönen Edelrost, den man als Patina bezeichnet.¹⁾ Die Patina trägt, und das ist das besondere an ihr, mit ihrem malachitartigen Grün zugleich einen metallischen Charakter, der eigentümliche Metallglanz leuchtet bei ihr durch die Farbe noch durch. Damit steht sie im wesentlichen Gegensatz zum Anstrich, denn wenn man auch diesen z. B. durch einen Firnisüberzug glänzend machen kann, so sitzt hier der Glanz oben, nicht in der Tiefe.

Ebensogut wie mit Zinn lässt sich Kupfer mit Zink legieren. Diese Mischung nennen wir Messing, auch der Bedarf an ihr ist ein sehr grosser. Wenn man auch Zink (siehe Seite 269) erst seit dem vorigen Jahrhundert kennt, so wusste man doch, dass wenn man beim Ausschmelzen des Kupfers aus seinen Erzen zugleich gewisse andere Erze, die man später Galmei im Altertum Cadmia nannte, zusetzt, das erhaltene Kupfer nachher nicht rot, sondern gelb aussieht. Unter Cadmia oder Galmei verstand man also zinkhaltige Erze, wie wir heute sagen. Schon ARISTOTELES berichtet etwa 330 Jahre vor Christus: In Indien wird Kupfer gefunden, welches sich vom Golde nur durch seinen Geschmack unterscheidet. Während man nämlich aus goldenen Bechern sehr gut trinken kann, haben alle kupferhaltigen Gerätschaften einen unangenehm

1) Werden in der Nähe von Bronzestandbildern viele Steinkohlen gebrannt, so stört die mit deren Russ, der an sich schon schädlich ist, in die Luft gelangende schweflige Säure (siehe Seite 177) allerdings die Patinabildung so sehr, dass sie jetzt oft überhaupt nicht mehr zu Stande kommt.

metallischen Geschmack, weshalb er dieses Mittel der Unterscheidung als für seine Zeit sehr passende analytische Methode empfahl.¹⁾

Messing kann bei passender Mischung der Metalle auch fast goldähnlich aussehen, und unter dem Namen Tombak sind Waaren aus solcher Legierung im Handel. Durch Zugabe von Blei erhält es eine besonders goldähnliche Farbe. So hergestelltes Messing ist aber an der Luft wenig beständig, indem es sich bald oxydiert und dadurch unansehnlich wird. Überzieht man es oder auch Tombak mit ein wenig Gold, so hat man das Talmigold.

Nicht unerwähnt wollen wir auch das „cuivre poli“ lassen, obgleich es schon wieder anfängt unmodern zu werden. Cuivre poli ist ein Mittelding zwischen Messing und Bronze. Immerhin steht es der Billigkeit halber — Zink kostet jetzt nicht ganz ein Viertel so viel als Zinn — dem Messing sehr nahe, es ist, wie man will, eine stark zinkhaltige Bronze, oder ein schwach zinnhaltiges Messing.

Schmilzt man Kupfer, Zink und Nickel zusammen, so erhält man das Neusilber. Diese Legierung, die von 1820 bis 1860 etwa eine bedeutende Rolle spielte, ist durch die auf galvanischem Wege echt versilberten Waaren wieder ganz in den Hintergrund gedrängt worden. Ursprünglich war Alfénide echt versilbertes Neusilber. Für solche Waaren verwendete man aber bald als Unterlage wohlfeilere weisse Metallgemische, wie z. B. das Britanniametall, welches aus 90 Teilen Zinn und 10 Teilen Antimon zusammengeschmolzen wird, das man aber heute durch noch billigere ersetzt.

1) Auch die Messinöken ein nordwärts wohnendes Volk, berichtet er, machen Kupfer durch Zusammenschmelzen mit einer Erde, die also ebenfalls ein Zinkerz gewesen sein muss, goldgelb. Von diesem Volksnamen wollen einige die Bezeichnung Messing herleiten, nach andern soll möschen, maischen ein älterer Ausdruck für mischen sein, und Gebrüder GRIMM leiten ihn einfach von massa her, das im Mittelalter so viel wie ein ungeschmolzener Metallklumpen bedeutet.

Nun wollen wir zum Schluss die Zusammensetzung jener Legierung, die wir zwar selbst nicht häufig zu sehen Gelegenheit haben, die aber der Vervielfältiger unserer geistigen Nahrung ist, kennen lernen, das ist das Letternmetall.

Sein wichtigster Bestandteil ist stets das Blei. Diesem wird Antimon, auch ein wenig Zinn und ähnliches zugesetzt. Bisher ist es leider nicht gelungen eine bleifreie Legierung von gleicher Brauchbarkeit wie die bleihaltige für den Buchdruck herzustellen, so wünschenswert dies auch ist, da dann erst die schweren Erkrankungen mancher Setzer an chronischer Bleivergiftung endgültig beseitigt wären.

Wir haben nunmehr gesehen, wie Metalle von so ausgezeichneter Brauchbarkeit wie das Kupfer, das Zink und andere, in Form von Legierungen noch neue wertvolle Eigenschaften zeigen können. Eine Ausnahme macht in der Beziehung nur das von uns so ausführlich besprochene Eisen. So viel auch versucht worden ist, es durch Beimischung anderer Metalle zu verbessern, so waren alle diese Bestrebungen bis in die letzten Jahre hinein vergeblich. Jetzt scheint es allerdings gelungen zu sein, die Festigkeit des Stahls durch Zumischen von etwas Nickel noch zu erhöhen, wie zuerst auf französischen Werken erfolgreich angestellte Versuche ergeben haben. Wenigstens werden neuerdings Geschützrohre aller schwersten Kalibers sowie Torpedoboote aus der Nickelstahl genannten Legierung hergestellt und Kriegsschiffe trotz ihres hohen Preises mit ihr gepanzert, wonach die Hoffnungen, die man auf sie setzt, sehr grosse sein müssen.

Auch stellt jetzt Krupp jene Riesenwellen, die die vielen tausend Pferdekräfte der Maschinen moderner Ozeandampfer auf die Schiffsschrauben übertragen, aus Nickelstahl her, und zwar können sie wegen der erstaunlichen Festigkeit des neuen Materials im Gegensatz zu den älteren Gussstahlwellen, die, um die nötige Sicherheit zu bieten, massiv hergestellt werden mussten, in Hohl-guss

ausgeführt werden, wobei die Ersparnis an Materialgewicht die Mehrkosten ausgleichen hilft.

Alles bisher von uns Vorgetragene beschäftigt sich mit Kenntnissen, die für die Gesamtmenschheit verwertet werden oder zu verwerten sind. Wir stellen uns diese doch als ein nicht durch die Zeit beschränktes unablässig vorwärts strebendes Ganze vor.

Aber die Chemie hat auch lange schon versucht ihre Leistungen in den Dienst des Einzelindividuums zu stellen, das entsteht, lebt und vergeht, und während der beschränkten Zeit seines Daseins noch oft genug von Krankheiten bedroht resp. ihnen unterworfen ist. Ein älterer Abschnitt aus ihrer Geschichte führt geradezu den Namen des Zeitalters der Jatrochemie, d. h. der ärztlichen resp. medizinischen Chemie. Auch hierin hat sie namentlich seit Beginn des Jahrhunderts grosse Erfolge aufzuweisen, die alles frühere in den Schatten stellen.

Den Anfang in dieser Beziehung machte die Entdeckung der Alkaloïde, worunter man in den Pflanzen vorkommende Bestandteile von alkalischer (siehe Seite 46) Beschaffenheit versteht. Man lebte bis dahin der Anschauung, aus dem Pflanzenreiche liessen sich nur Säuren wie Weinsäure, Citronensäure u. a. m., sowie neutrale Substanzen wie Stärke, Zucker etc. gewinnen. Bei der Untersuchung arzneilich wirksamer Drogen fand aber Derosne bereits 1803 das Opiumsalm, wie er sein Produkt nannte, welches alkalisch reagierte. Dies erschien ihm so merkwürdig, dass er von ihm als einer „matière végétotanimale toute particulière“ spricht. Erst 1817 ist aber reines Morphin, das jenes Opiumsalm in unreiner Form repräsentiert hatte, dargestellt und an ihm endgültig festgestellt worden, dass sich dieser einer Pflanze entstammende Stoff wirklich wie ein Alkali mit Säuren zu verbinden vermöge.

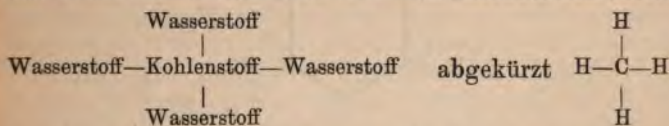
Auf den Wert solcher Alkaloïde wie des Chinins als

Mittels gegen das Fieber, des Morphiums als Schlafbringers, des Atropins als die Pupille erweiternden Stoffes, des Cocains als lokalen Anaesthetikums also örtlich begrenzt wirkenden Chloroforms, und was in leicht zu vermehrender Weise sonstige Alkaloïde als Linderungs- und Heilmittel der leidenden Menschheit leisten, brauche ich hier nicht erst näher einzugehen. Gewiss benutzte man vor ihrer Kenntnis schon mit teilweiseм Erfolge die Drogen, in denen sie vorkommen, als Arzneimittel. Sie sind aber in diesen öfters mit so vielen anderen Stoffen gemengt, welche ihre eigentliche Wirksamkeit modifizieren, dass diese schliesslich womöglich gar nicht zur Geltung kommt. So liegt die Sache z. B. beim Morphiум im Verhältnis zu dem der Pflanze direkt entstammenden Opium, aus dem es hergestellt wird. Das Opium kann wegen seiner Gesamtwirkungen wohl für andere Zwecke aber trotz seines Morphiумgehalts in der Medizin nicht als Schlafmittel Verwendung finden.

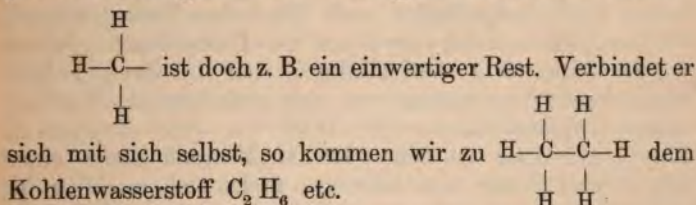
Die chemische Untersuchung dieser Alkaloïde zeigt, dass, wie zu erwarten ist, die Atomkomplexe, aus denen sie bestehen, sehr komplizierte sind. Es ist uns ja von früher her bekannt (siehe Seite 21 und 62), dass es nicht allein genügt die Anzahl der Atome, aus denen sich ein Körper zusammensetzt, zu wissen, um sich über ihn klar zu sein, sondern dass es zu seiner wirklichen chemischen Erkenntnis notwendig ist, auch herauszubringen, wie in ihm diese Atome eines an dem anderen hängen. Erst, wenn diese, wie auch jeder Laie einsieht, ungemein schwierige Aufgabe gelöst ist, kann man im Laboratorium die Sache umzukehren versuchen, und nun seinerseits wagen, sich daran zu machen, solchen Atomkomplex künstlich aus den Atomen zusammensetzen, das Naturprodukt durch Synthese zu gewinnen trachten.¹⁾

1) Hinsichtlich verhältnismässig so einfach zusammengesetzter Körper, wie es der reine Trinkbranntwein z. B. ist, der, wie wir wissen (siehe Seite 82), nach der Formel C_2H_6O zusammengesetzt ist, ist die Aufgabe, ihn aus zwei Atomen Kohlenstoff, sechs Atome

Wir wissen schon (siehe Seite 21), dass alle Körper der organischen Chemie sich von dem Kohlenwasserstoff, der den Namen Methan oder Grubengas führt, und der aus einem Kohlenstoff- und vier Wasserstoffatomen besteht,

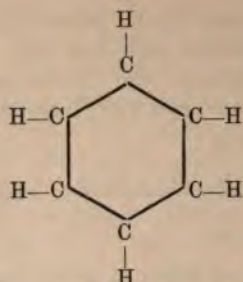


herleiten lassen, wenn wir uns an die Stelle seiner Wasserstoffatome immer andere Atome und Atomkomplexe gebracht denken, wobei jeder einwertige Rest an die Stelle jedes anderen einwertigen, jeder zweiwertige für zwei, jeder dreiwertige für drei Wertigkeiten eintreten kann.



Nun vermögen die Kohlenstoffketten, denn wir können sie uns beliebig verlängert denken (siehe Seite 22), auch sich nach den Seiten zu verzweigen, ja ringförmig ineinander zurückzukehren. Namentlich Atomkomplexe mit sechs Kohlenstoffatomen lieben eine derartige Anordnung, und ein solcher Ring zeigt eine erstaunliche Festigkeit gegenüber dem Zerreißen, indem er chemischen Angriffen meist völlig widersteht. Da es unbequem ist, kreisförmige Figuren zu zeichnen, so macht man einem allgemein eingeführten Brauche zufolge zwischen diesen sechs Atomen gerade Bindungsstriche, wodurch der Kreis ein Sechseckschema wird, eine Figur, der man jetzt fortwährend in den chemischen Abhandlungen begegnet.

Wasserstoff und einem Atom Sauerstoff aufzubauen, seit vierzig Jahren etwa gelöst. Aber der im Laboratorium erzeugte Alkohol ist unendlich teurer als der durch Gärung gewonnene.



Der im Schema wiedergegebene Kohlenwasserstoff ist wiederum der unter diesen Bedingungen denkbar einfachste. Er besteht aus sechs Kohlenstoff- und sechs Wasserstoffatomen. Seine Formel ist daher C_6H_6 . Er ward im Jahre 1825 aufgefunden und führt den Namen Benzol, weil er bald hernach auch aus der Benzoësäure erhalten wurde. Die ewig denkwürdige, weil in ihren Folgen unabsehbare Vorstellung von der ringförmigen Bindung seiner Kohlenstoffatome ist 1866 von Prof. KÉKULÉ in Bonn entwickelt worden. Er ist Muttersubstanz einer ungeheuren Menge von Körpern, findet sich reichlich im Steinkohlentheer, und alle Anilinfarben können beispielsweise aus ihm hergestellt werden.

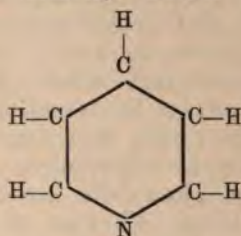
In der Herstellung der Anilinfarben sowohl wie der künstlichen Heilmittel, zu denen wir sogleich kommen, die nicht minder schwierig ist, ist Deutschland allen Ländern der Welt überlegen, und der Grund hierfür ist nach der allgemein adoptierten Meinung der Sachverständigen auf den verschiedenen Studiengang der Chemiker in Deutschland gegenüber dem in den meisten anderen Ländern zurückzuführen. „Der junge künftige Techniker“ sagt Ostwald, „in England denkt zu praktisch, um Chemie in abstrakter Gestalt zu studieren. Wenn er, sagen wir, später in die Färberei gehen will, studiert er lieber das Färben selbst. In Deutschland ist es umgekehrt; da studiert jeder künftige Chemiker vor allen Dingen Chemie; ihre Anwendungen kommen später. Die

notwendige Folge ist, dass der englische Techniker von neuem anfangen muss, wenn irgend eine wesentliche Änderung in seinem Gebiete stattfindet, der Deutsche besinnt sich auf die allgemeinen Grundlagen, die er sich zu eigen gemacht hat, und findet sich bald zurecht. Demgemäss verfügt die deutsche chemische Industrie über einen grösseren Vorrat von wissenschaftlich geschulter Intelligenz als irgend ein anderes Land, und daher stammt ihre Überlegenheit.“

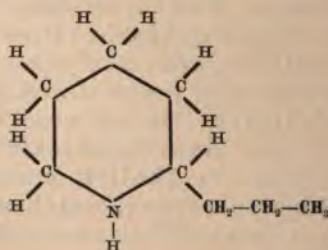
Auch der Laie wird, nachdem er sich mit dem Inhalt des Buches vertraut gemacht hat, einsehen, dass das Studium der Chemie heutzutage ein sehr schwieriges ist. Und es lässt sich nicht leugnen, worauf Verfasser auf Grund zahlreicher an ihn ergangener Anfragen zu sprechen kommt, dass viel zu viel Chemie studiert wird. Die meisten beginnen dieses Studium in der unbestimmten Hoffnung, die sie selbst oder ihre Angehörigen hegen, es werde ihnen später gelingen eine „wertvolle Erfindung“ zu machen, die sie für die Zukunft aller Sorgen enthebt. Aber so viel geht wohl aus diesem Buche, welches zeigt, wie gründlich alles von den Chemikern durchgearbeitet wird, hervor, dass das natürlich nicht mehr leicht sein kann. Es steht das ungefähr auf der gleichen Stufe mit der Hoffnung auf einen bedeutenden Lotteriegewinn. Jene vom Glücke bevorzugten, die anfangs der siebziger Jahre als fertige Chemiker in die damals ihren Aufschwung nehmende Anilin-farbenindustrie kamen, haben es fast alle zu grossen Erfolgen gebracht. Dies gilt aber in sehr geringem Masse von den meisten, die in den letzten Jahren als junge Chemiker in diese Industrie eintraten. Ja es erscheint so gut wie ausgeschlossen, dass nochmals der chemischen Grossindustrie ein ähnlich einträgliches Gebiet wird erschlossen werden, welches plötzlich wieder allen jungen so reichlich vorhandenen Kräften ein

lohnendes Arbeitsfeld schafft, wie es mit der Anilinfarbenfabrikation mit ihren Annexen seiner Zeit der Fall war, deren schier unglaubliches Anwachsen die lohnende Anteilnahmeso ausserordentlich vieler gestattete.

Seit den achtziger Jahren weiss man auch, dass ringförmige Atomkomplexe nicht nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff zu bestehen brauchen, sondern dass der Ringchluss auch durch andere Elemente namentlich durch Stickstoffatome bewirkt werden kann. Stickstoff kürzen wir, von Nitrogenium her, durch N ab, und so ist der einfachst mögliche derartige Körper C_5H_5N . Er führt

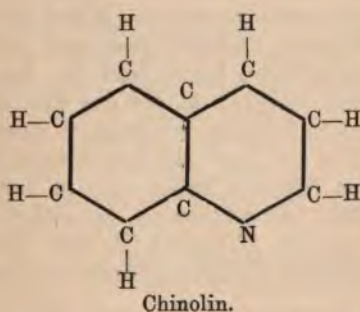


den Namen Pyridin, auch er findet sich im Teer, und alle Alkaloide, also alle jene auf den menschlichen Körper so stark einwirkenden Pflanzenbestandteile, sind bis auf verschwindende Ausnahmen Derivate von ihm. So hat das Coniin, welchen Namen das giftige Alkaloïd des Schierlings erhalten hat, die Summenformel $C_8H_{17}N$, und die einzelnen Atome sind in ihm in folgender Weise aneinander gekettet:



Diese Art der Aneinanderlagerung der Atome im Schierlingsgift ist von LADENBURG schliesslich völlig erkannt worden, und er hat den bis dahin nur von der Natur in der Pflanze erzeugten Atomkomplex im Laboratorium 1888 künstlich aus Pyridin hergestellt.

Die Untersuchung des Chinins, jenes berühmtesten aller Fiebermittel, ist noch nicht ganz so weit gediehen, denn das Chinin ist unendlich komplizierter als z. B. das Coniin zusammengesetzt. Aber aus dem Chinin gewinnt man mit Leichtigkeit ein Spaltungsprodukt das Chinolin. Dies ist, wie die Untersuchungen ergeben haben, ein Atomkomplex mit zwei Ringen, der Benzolring und der Pyridinring haben sich in ihm in folgender Art aneinander gelagert:



Man weiss nun noch nicht, wie alle anderen im Chinin vorhandenen Atome am Chinolin hängen. Vom Chinin kostet, so sehr es auch im Preise gefallen ist, immer noch ein Kilo cirka 50 Mark, folglich war das aus ihm hergestellte Chinolin eine gewiss teure Substanz, heute kauft man aber ein Kilo von letzterem trotz des hohen Chininpreises für weniger als 10 Mark. Dies kommt daher, dass man das Chinolin aus Steinkohlenteerderivaten in beliebiger Menge billig herstellen kann, so dass man also zu seiner Gewinnung das teure Chinin gar nicht mehr nötig hat.

Da das Chinolin so zu sagen das Gerippe des Chinins darstellt, so kam man auf die Idee, ob es denn gerade notwendig sei, dass genau die gleichen Atome und Atomkomplexe wie im Chinin an ihm hängen, damit es ein Fiebermittel sei; ob nicht vielleicht, wenn man das Chinolin in einen den ganzen bisherigen Erfahrungen nach geeigneten Atomkomplex verwandelte, diese neue Substanz, die also nur eine ungefähre Anlehnung an das Naturprodukt darstellt, ähnlich diesem im Stande sein würde, die hohe Körpertemperatur der Fiebernden herabzusetzen, und so ähnlich dem Chinin würde als Fiebermittel Verwendung finden können.

Nach vielen Versuchen wurde so das erste neue künstliche Fiebermittel im Jahre 1881 geboren, das den Namen Kairin erhielt. Es ist heute längst wieder vergessen, weil es durch wirksamere ersetzt worden ist, indem seitdem ein neues künstliches Mittel das andere jagt. Dazu kam, dass man, nachdem man sich einmal mit dem Gegenstande beschäftigte, herausfand, dass auch bei weitem einfachere Atomkomplexe, als es das Chinolin ist, schon Fiebermittel liefern können, wodurch es noch leichter geworden ist, solche im Laboratorium herzustellen.

Am meisten bewährt haben sich in der Praxis wohl Antipyrin, dessen Atomkomplex ein sehr komplizierter aber kein Derivat des Chinolins ist, und Phenacetin, dem eine verhältnismässig einfache Anordnung von Atomen zu Grunde liegt.

Wir erwähnten eingangs das Morphinum, das als einschläferndes Mittel einen geradezu epochemachenden Fortschritt in der inneren Medizin bedeutet, namentlich seitdem der englische Arzt Wood 1855 die Einspritzung desselben unter die Haut einführte, wodurch seine Wirkung eine viel schnellere und zuverlässigere wird, indem es auf dem kürzesten Wege in die Blutbahn gelangt.

Zumal in Rücksicht auf die Gefahr der Morphiumsucht, die leider mit seinem Gebrauch verbunden ist, hat man sich dann viele Mühe gegeben, einen passenden Ersatz für dasselbe zu finden. Der erste von diesen ist das

Chloral gewesen, welches chemisch, woran schon der Name erinnert, in einer gewissen Verwandtschaft zum Chloroform steht.

Auch die Anzahl dieser Mittel ist mit der Zeit Legion geworden. Es hat sich gezeigt, dass den verschiedenartigsten Körperklassen die Eigenschaft zukommt bei Menschen und Tieren Schlaf zu erzeugen. Schliesslich ist doch auch der gewöhnliche Alkohol ein Schlafmittel, nur pflegt sein reichlicher Genuss unangenehme Konsequenzen für den nächsten Tag zu haben, und so geht es mit vielen dieser neuen Mittel. Sie führen wohl Schlaf, aber auch manche unangenehmen Folgen herbei, und dadurch erleidet die Zahl der praktisch verwendbaren eine bedeutende Einschränkung, wenn sie auch trotzdem immer noch gross genug ist.

Während die Schlafmittel dazu bestimmt sind, einen dem natürlichen möglichst ähnlichen Schlaf künstlich herbeizuführen, kann man jetzt bekanntlich auch die schwersten Operationen während eines so tiefen Schlafes, dass der Patient nichts von ihnen fühlt, ausführen.

Das erste zu dem Zweck einer so tiefen Einschläferung verwendete Mittel war der Äther, eine aus Alkohol leicht herstellbare Substanz.

Da man sie noch heute am bequemsten erhält, wenn man den Alkohol mit Schwefelsäure destilliert, nannte man sie einst und nennt das Volk sie jetzt noch Schwefeläther, obgleich sie keine Spur Schwefel enthält, wie man seit circa hundert Jahren weiss.

Den Äther hat der Professor der Arzneimittellehre zu Wittenberg, VALENTINUS CORDUS, um 1530 entdeckt, und schon 1541 kennt THEOPHRASTUS PARACELUS BOMBASTUS seine schlafmachende Wirkung. Es heisst bei ihm ¹⁾:

Zum andern hat dieser Sulphur (es ist der Äther gemeint) eine Süsse, das jhn die Hüner all essen, vnd aber

1) Band I Seite 1064 seiner zu Strassburg 1603 in 10 Bänden neuaugelegten gesammelten Werke.

endtschlaffen auff ein Zeit, ohn schaden wieder auffstohndt.¹⁾

Die wahren Konsequenzen aus diesem „Tierversuch“ des THEOPHRASTUS, der bereits zeigte, dass Äther einen tiefen Schlaf, aus dem man ohne Schaden wieder erwacht, herbeiführt, sind leider erst dreihundert Jahre später gezogen worden, was man gewiss sehr bedauern muss, da schon Jahrhunderte lang leidenden Menschen viele Schmerzen mit seiner Hilfe hätten erspart werden können, indem man sie, wenn nur die richtigen Konsequenzen aus dem Tierversuche gezogen worden wären, schon seit damals für die Zeit von Operationen hätte gefühllos machen können.

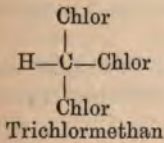
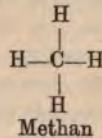
Zum Entschluss den Äther in diesem Sinne als Einschläferungsmittel für kranke Menschen zu verwenden, kam erst der amerikanische Chemiker JACKSON im Jahre 1846, der den Zahnarzt MORTON veranlasste, ihn als Einschläferungsmittel bei Zahnoperationen zu verwenden.

Die Erfolge auf diesem Gebiete waren so ausgezeichnete, dass der Chirurg WARREN, dem sie sie mitteilten, daraufhin einen durch Äther bis zur völligen Unempfindlichkeit eingeschlaferten Kranken am 17. Oktober 1846 zu operieren wagte. Mit diesem Tage beginnt die schmerzlose Ausführung chirurgischer Operationen.

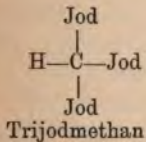
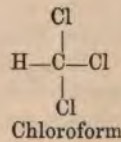
Andrerseits begann sogleich die Suche nach Mitteln, die womöglich noch besser als der sehr feuergefährliche Äther — bei seiner Benutzung war z. B. die Verwendung des für Chirurgen öfters unentbehrlichen Glüheisens unmöglich — den gewünschten Zweck erfüllen sollten, und SIMPSON empfahl schon 1847 das Chloroform, das seitdem das Feld so ziemlich behauptet hat, wenn man auch noch immer bemüht ist, es durch andere und bessere Mittel oder Gemische von solchen zu ersetzen.

1) In der Fortsetzung dieser Mitteilung rühmt er ihn dann gegen alle möglichen Krankheiten, und seitdem 1750 der Hallenser Kliniker HOFFMANN ein Gemisch von 3 Teilen Spiritus und 1 Teil Äther als beruhigende schmerzstillende Arznei zuerst ernstlich empfohlen hat, ist er in Form der HOFFMANN'S Tropfen Volksmittel geworden.

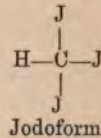
Das Chloroform hat LIEBIG zuerst 1831 aus dem Chloral dargestellt. Heute gewinnt man es durch Einwirkung von Chlorkalk auf Spiritus. In chemischer Beziehung ist es ein sehr einfach zusammengesetzter Körper. Ersetzen wir in dem uns jetzt so wohlbekannten Kohlenwasserstoff CH_4 , also dem Methan, drei Wasserstoffatome durch Chlor — das kann man im Laboratorium ganz direkt ausführen — so bekommen wir das Chloroform, und damit unser Einschläferungsmittel.



oder



oder



Unter das Chloroform haben wir gleich das ihm, hinsichtlich der chemischen Konstitution, wie aus den mitgeteilten Formeln ersichtlich ist, ganz nahestehende Jodoform geschrieben.¹⁾

Wenn wir an das Chloroform das Jodoform gleich angereicht haben, so sind wir damit von der Klasse der „Narcotica“ zur Klasse der „Antiseptica“ übergegangen, die zur Schmerzlosigkeit, mit der das Chloroform die

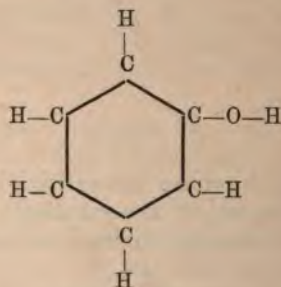
1) Die Abkürzungssilbe form rührt von Acidum formicum zu deutsch Ameisensäure her, indem diese Körper hinsichtlich ihrer chemischen Konstitution auch in gewisser Beziehung zu ihr stehen, resp. auch diese ein sehr nahestehendes Derivat des Methans ist.

chirurgischen Operationen umgibt, den glatten Heilungsprozess der Wunden gefügt haben.

Diesen in der Wundbehandlung grossartigsten Fortschritt aller Zeiten verdankt die Welt dem englischen Professor der Chirurgie LISTER, der die Anregung hierzu den Arbeiten Pasteurs verdankte.

Überall im Raume vorhandene Bakterien veranlassen, wenn sie in Wunden gelangen, deren Eiterung und im Anschluss daran oft höchst gefährliche zum Tode führende Allgemeinerkrankungen. Da es nun nicht möglich ist, die uns umgebende Luft von den Wunden abzuschliessen, sorgt man nach Listers Vorschlage, seit Mitte der siebziger Jahre dafür, dass die Bakterien der an die Wunden kommenden Luft durch Desinfectionsmittel, mit denen man sie umgibt, abgetötet werden. Das von ihm hierzu verwendete Mittel war die Karbolsäure.

Diese ist eine dem Benzol (siehe Seite 282) sehr nahe stehende Substanz, sie ist nur ein Sauerstoffatom reicher als dieses und hat folgende Konstitution.



Karbolsäure.

Der durch Lister herbeigeführte Fortschritt wird uns so recht klar, wenn wir an den deutsch-französischen Krieg, also an den Anfang der siebziger Jahre zurückdenken. Damals zupfte noch alle Welt unter Ausschluss jeder Vorsichtsmassregel Charpie aus altem Leinen, wie das so Brauch war, ohne eine Ahnung zu haben, welche eine

Unsumme von Ansteckungsstoffen man gerade mit einem so hergestellten Material, wenn es undesinfiziert verwendet wird, in die Wunden bringt. Sicher ist durch dasselbe der Tod vieler, die heute gerettet würden, herbeigeführt worden. Heute benutzt man deshalb gar keine Charpie mehr, sondern bedient sich an ihrer Statt der durch Antiseptica bakterienfrei gemachten Verbandwatte.

Indem jetzt alles und jedes, was mit den Wunden in Berührung kommt, also auch die Hände und Instrumente des Operierenden desinfiziert werden, heilen sie hernach meist ohne jede Eiterung. Natürlich bleiben grosse Operationen nach wie vor mit Gefahr verbunden, aber die ehemals häufigste von diesen, das Wundfieber, ist als ausgeschlossen zu betrachten. Sind doch viele Operationen, die früher sicher den Tod durch nachherige Vereiterung herbeigeführt hätten, überhaupt erst seit Kenntnis der antiseptischen Methode ausführbar.

Antiseptica giebt es eine Unsumme, und das Karbol hat viele viele Konkurrenten bekommen, zumal infolge der so grosse Fortschritte machenden Bakteriologie und der Hygiene der Bedarf an ihnen und die Ansprüche an sie ununterbrochen wachsen.

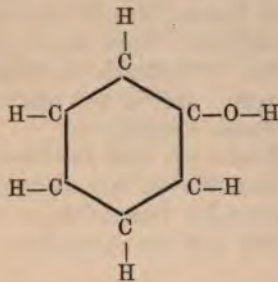
Das bereits erwähnte Jodoform mit seinem unerfreulichen Geruch hat sich trotz dieser unerfreulichen Zugabe ganz besonders in der Wundbehandlung bewährt. Die Bakteriologen brauchen wieder für ihre Zwecke häufig ein sehr viel stärkeres und dabei geruchloses Mittel, und als dieses dient ihnen zumeist das Sublimat.

Sublimat ist chemisch Quecksilberchlorid. Seine wässrige Lösung zeigt noch bei starker Verdünnung die allergrösste antiseptische Kraft. Und wäre es nicht an und für sich auch für den menschlichen Körper so sehr giftig, es würde wahrscheinlich ziemlich alle anderen Antiseptica verdrängen.

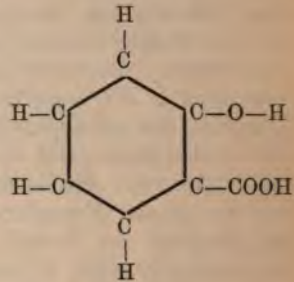
Das Publikum braucht aber auch völlig geruchlose und dabei geschmacklose und ganz ungiftige Antiseptica, um Speisen z. B. mittelst solcher haltbar zu machen. Für den Zweck hat sich die Salicylsäure mit am meisten bewährt. Sie ist zuerst im Jahre 1839 aus der Rinde der

Weide (*Salix*) gewonnen worden, und ihr daran anklingender Name ist ihr erhalten geblieben.

Die Untersuchung der Atomanordnung in ihr lehrte allmählich, dass sie eine der Karbolsäure sehr nahestehende Verbindung ist. Ersetzt man in dieser ein bestimmtes Wasserstoffatom durch einen anderen Atomkomplex, den man Karboxyl nennt, so erhält man sie aus diesem Teerprodukt. Karbolsäure hat die Formel C_6H_6O , Salicylsäure die Formel $C_7H_6O_3$. Letztere ist also um die Atome CO_2 , das ist, wie wir wissen, die Elementarzusammensetzung der Kohlensäure, reicher.¹⁾



Karbolsäure



Salicylsäure

1) Wir wollen hier zum Schluss bemerken, dass wir im Buche, weil das für unsere Zwecke genügt, in den chemischen Formeln immer nur die qualitative Zusammensetzung der Körper gesehen haben. „Dem Chemiker bedeuten die Formeln aber weit mehr“, sie geben ihm gleichzeitig die Gewichtsverhältnisse an, in welchen die einzelnen Elemente den betreffenden Körper zusammensetzen. Das Gewicht der Atome der einzelnen Elemente ist nämlich im Verhältnis zu einander bestimmbar und bestimmt. Man bezieht es auf das leichteste aller Elemente, das ist das Wasserstoffatom, dessen Atomgewicht man gleich 1 setzt. Das Kohlenstoffatom ist z. B. zwölfmal so schwer als das Wasserstoffatom, das Sauerstoffatom sechzehnmal so schwer. Diese Kenntnis ermöglicht die ungemein einfache chemische Zeichensprache, welche keine besonderen Sprachkenntnisse erfordert, sondern den Chemikern aller Nationen gleich verständlich ist. Mit ihr lässt sich, wie Mack sehr richtig bemerkt, hinsichtlich der grossen Einfachheit und der allgemeinen Verständlichkeit wohl nur noch die Notenschrift vergleichen.

Und so wird sie jetzt in der Technik in grösstem Massstabe aus dem Karbol nach einem allmählich zur denkbarsten Vollkommenheit ausgebildeten Verfahren gewonnen.

Andererseits dienen, wenn es auf ihre weitere Beschaffenheit nicht ankommt, auch nur ganz oberflächlich gereinigte Destillationsprodukte des Teers, die infolgedessen äusserst wohlfeil geliefert werden können, welche aber ebenfalls erfahrungsgemäss eine sehr grosse antiseptische Kraft besitzen, vielfach zu Desinfektionszwecken, und damit ist die Abhaltung vieler Erkrankungen selbst den armen Bevölkerungsschichten ermöglicht.

So schreiten die Arbeiten auf chemischem Gebiete, wie wir sie kennen zu lernen Gelegenheit gehabt haben, rastlos vorwärts, indem alles, was die Natur liefert, auf das genaueste nach den verschiedensten Richtungen hin geprüft wird, sei es, dass es sich um den Ausbau der Wissenschaft handelt, sei es, dass Zwecke der Gesamtheit oder der einzelne Mensch in Betracht kommen.

Nicht mehr ist wie in alten Zeiten das Ganze mit dem Mantel alchymistischer Geheimnisse umgeben, sondern offen liegt es dar, und wohl erscheint der Versuch gerechtfertigt, auch dem Fernerstehenden in diese scharfdurchdachte Welt einen Einblick zu eröffnen, der sein Allgemeinwissen mehren, sein eigenes Denken zu schärfen geeignet sein wird.

Register.

- Abraumsalze, Stassfurter 43.
Aceton 115, 125.
Aethan 23.
Aether 287.
Aetzkali 171, 188.
Aetzkalk 171, 184, 206.
Aetznatron 188.
Alabaster 170.
Alaun 134, 145, 161, 270.
Alfagras 162.
Alfévide 277.
Alizarin 145, 148.
Alkali 46.
Alkaloïde 279, 284.
Alkohol 20, 82, 99, 101, 287.
— absoluter 108.
— Gehalt des Bieres 98.
— „ der Spirituosen 110.
— „ des Weines 92.
— Nährwert des 110.
Aluminium 271, 273.
Amalgam 204.
Ammoniak 29, 45, 47, 183.
— soda 183.
— wasser 28.
Ampère 23.
Amylalkohol 106.
Analysen und Zusammen-
setzungen von:
Alaun 134.
Alkohol 182.
Ausgeatmeter Luft 11.
Asche der Roggenpflanze 35.
— der Roggenkörner 35.
Benzol 282.
Bier 98.
- Analysen und Zusammen-
setzungen von:
Cellulose 65.
Chinolin 285.
Coniin 284.
Eisengehalt der Nahrungs-
mittel 77.
Essig 114.
Fette 19.
Fleischsorten 78.
Gärungsverlauf des Zuckers
82.
Hühnereiweiss 57.
Karbolsäure 290.
Kartoffeln 34.
Leim 57.
Leuchtgas 30.
Luft 8.
Pflanzeneiweiss 57.
Pottasche 171.
Pyridin 284.
Roggenkleie 64.
Roggenmehl 64.
Salicylsäure 292.
Salpeter 117.
Salzsäure 178.
Schiesspulver 118.
Soda 172.
Spirituosen 110.
Stärke 62.
Suppe 80.
Traubenzucker 61.
Wachs 20.
Wein 92.
Weizenkleie 64.
Weizenmehl 64.

- Anilinfarben 144, 146, 155, 282.
 Anode 229.
 Anorganische Salze 35, 37, 76,
 91, 132.
 Anthracen 147, 148.
 Antichlor 141, 160.
 Antipyrin 286.
 Antiseptika 289.
 Arbeiter, Ernährung der 89.
 Argon 8.
 Arrak 109.
 Arrow-Root 63.
 Arzneimittel 22, 286.
 Aschenanalysen 35.
 Atmen 1, 10, 58.
 Atom 9, 21, 24, 280.
 — complexe ringförmige 22, 281,
 284.
 Atropin 280.
 Aufschliessen der Phosphate 41.
 Aussalzen 190.
 Bacillen 54, 82, 290.
 Backen 81.
 Backpulver 84.
 Bairischbierbrauerei 98.
 Barilla 172.
 Bariumplatincyanür 229.
 Barometer 5.
 Base 46, 73.
 Baumwolle 127, 139.
 Baumwollsamensöl 61, 154.
 Beefsteak 78.
 Beize 142, 149.
 Bekleidung 126.
 Benediktiner 111.
 Benzoësäuresulfid 73.
 Benzol 282.
 Berliner Blau 142, 156.
 Bernsteinlack 155.
 Bessemerstahl 259.
 Besteuerung des Branntweins
 103, 108.
 — des Roheisens 253.
 — des Zuckers 72.
 Bier 87, 95.
 — Alkoholgehalt 101.
 — Analysen 98.
 — Nährwert 88.
 Bimetallismus 237.
 Bioxyanthrachinon 149.
 Biskuitporzellan 215.
 Bläuen der Wäsche 138.
 Blauholz 150, 155.
 Blende 232.
 Blei 166, 269.
 — glas 203, 208.
 Bleichen 137.
 Bleichsucht 77.
 Bleiglanz 208, 232.
 Bleioxyd 8, 154, 194, 200, 203,
 210.
 Blumentöpfe 208.
 — Düngung der 48.
 Blut 10.
 — kreislauf 11.
 — laugensalz 142.
 Bonbonfabrikation 67.
 Borsäure 202.
 Borsäures Manganoxydul 154.
 Brache 37.
 Braten 78.
 Braunkohlen 12.
 Braunstein 178.
 Britanniametall 277.
 Brom 44, 217, 234.
 Bromsilber 217.
 Bronze 275.
 Brot 81.
 — teig 82.
 — kruste 83.
 Bunsenbrenner 82.
 Buntphotographie 226.
 Butter 60.
 Camera obscura 219.
 Campècheholz 150.
 Carbonsäure 124, 146, 290.
 Casein 53.
 Catechu 133.
 Cellulose 65, 116, 158.
 Cement 206.
 — stahl 258.
 Cerotinsäure 20.
 Ceroxyd 33.
 Chamotte 28, 207.
 Champagner 93.
 Chemie, medizinische 279.
 — physiologische 52.
 — über das Studium der 282.

- Chemie, Unterschied zwischen und Physik 1.
 Chemische Formeln 23.
 Chilisalpeter 48.
 Chinin 279, 285.
 Chinolin 285.
 Chloral 287.
 Chlorammonium 183.
 Chlorcalcium 139, 185.
 Chlorgas 138, 185, 233.
 Chlorgold 233.
 Chlorkalium 43.
 Chlorkalk 138, 160, 178, 289.
 Chloroform 280, 288.
 Chlorophyllkörner 34, 62.
 Chlorsaures Kali 15, 126, 178.
 Chlorsilber 217.
 Chromgelatine 227.
 Chromgelb 153.
 Chromleder 136.
 Chromoxyd 136, 215, 227.
 Cocain 280.
 Cochenille 144, 150.
 Cognac 101, 109.
 Coniin 245.
 Coprah 192.
 Cordit 125.
 Cuivre poli 277.
 Curcuma 150.
 Cyankalium 234.
 Daguerrotypie 220.
 Damascenerstahl 246.
 Dampfkessel 104, 164, 166.
 Dampfmaschine 256.
 Darren 96.
 Dégras 137.
 Denaturierter Spiritus 108.
 Desinfection 290.
 Destillation 25, 99, 146.
 — trockene 27, 108, 114.
 Dextrin 67, 82, 97.
 Diastase 96, 101.
 Diazoverbindungen 146.
 Diffusion 10, 70.
 Dinte 155, 158.
 — sympathetische 157.
 — unauslöschliche 216.
 Diphtherieserum 55.
 Doppeltkohlensaures Natron 183.
 Doppeltchromsaures Kali 227.
 Dünger, künstlicher 39.
 Durst 52.
 Dynamit 123.
 Eau de Javelle 140.
 Edelsteine, künstliche 203.
 Eichenrinde 97, 132.
 Eidotter 135.
 Eier 53, 87.
 Einkochen des Zuckersaftes 71.
 Eisen 242.
 — bedarf des Menschen 76.
 — erze 262.
 — gehalt von Nahrungsmitteln 77.
 — kieselsaures 198, 207.
 — oxyd 29, 136, 144, 241.
 — Schutzzoll für 253.
 — vitriol 155, 222.
 Eisessig 115.
 Eiweiss 44, 52, 96, 141.
 — analysen 57.
 — Gerinnen des 53.
 — lösung in der Photographie 226.
 — täglich nötige Menge des 87.
 Elektrizität, Einfluss der auf chemische Verbindungen 186, 271.
 Elektrolyse, Geschichte der 272.
 Elemente 9, 21, 33.
 Englischheftpflaster 195.
 Enthaarung von Häuten 131.
 Entphosphorung des Eisens 261.
 Entwickler, photographische, 220, 222.
 Eosin 156.
 Erbsen 87.
 Erde, Kugelgestalt der 3.
 Ernährung 49.
 — Zuckerkranker 66.
 Erz 233, 263.
 Essig 112.
 — essenz 114.
 — säure 112, 115.
 — sprit 114.
 Extraktivstoffe 78.
 Explosionskraft 118.
 Explosionsstoffe 116, 121.

- Exportprämien 73.
 Färberei 137, 141.
 Farbholzextrakte 150.
 Faser, pflanzliche 127, 157.
 — tierische 127, 157.
 Fayence 210.
 Feldspat 212.
 Fensterglas 198, 200.
 Ferment 54.
 Fernambukholz 150.
 Fette 19, 59, 188.
 Fettsäuren 19, 191.
 Feuerschlagen 13.
 Feuerungsanlagen 244.
 Feuerwerkerei 126.
 Fibrin 49, 55.
 Fiebermittel, künstliche 286.
 Firnis 144, 154.
 Flamme, Natur der 16, 31.
 Flammofen 254.
 Fleisch 51, 78, 87, 90.
 — Nährwert des 88.
 Flusseisen 243, 266.
 — stahl 243, 266.
 Formeln, chemische 22, 292.
 Freiflammführung 268.
 Frischen 250.
 Fruchtäther 109.
 Früchte, Einmachen der 91.
 — Reifen der 65.
 Fruchtfolge 36.
 Fuchsin 142, 156.
 Fuselöl 106.
 Futtermittel 56, 192.
 Galläpfel 156.
 Galmei 276.
 Galvanoplastik 271.
 Gambir 132.
 Gänseschmalz 19.
 Gartendüngung 49.
 Gärung 53, 82, 97.
 Gas 27.
 — feuerung 266.
 — gehalt einer Flamme 16.
 — glühlicht 32.
 — Kochen auf 32.
 Geisslersche Röhren 229.
 Geistige Getränke 74, 82.
 Gelatine 227.
 Gelatineemulsionsverfahren 224.
 Gelatinieren 57.
 Generatorgas 267.
 Genussmittel 74, 88.
 Gerberlohe 132.
 Gerbextrakte 133.
 Gerbstoffe 132, 165.
 Gerinnen des Eiweiss 53.
 — der Milch 54.
 Gerste 96, 101.
 Geschichtliche Angaben über:
 Ackerbau 36.
 Aether 287.
 Alkaloide 279.
 Alkohol 107, 280.
 Aluminium 271.
 Antiseptica 290.
 Atomkomplexe 282, 284.
 Benennung der Salze 47.
 Bronze 275.
 Cellulose 163.
 Cement 206.
 Champagner 93.
 Chilialpeter 48.
 Chlorkalk 138.
 Chloroform 289.
 Destillation 99.
 Eichenlohe und ihren Ersatz
 132.
 Eisen 243, 247, 253.
 — bahnen 256.
 — bahnschienen 263.
 Elektrolyse 272.
 Entphosphorung des Eisens
 262.
 Essig 113.
 Explosivstoffe 117.
 Färberei 144.
 Fiebermittel 286.
 Gasglühlicht 32.
 Glas 197, 201.
 Goldwert 234, 240.
 Heilmittel, künstliche 286
 Indigo 147.
 Kalisalze 43.
 Kohlenhydrate 62.
 — wasserstoffe 282.
 Koks 251.
 Krapp 149.

- Kunstwolle 129.
 Kupfer 275.
 Leder 136.
 Lumpen 161.
 Messing 276, 277.
 Morphinum 279.
 Narkose 288.
 Naturanschauungen der
 Alten 99.
 Papier 157.
 Pergament 157.
 Photographie 217.
 Porzellan 211, 216.
 Pottasche 43, 171.
 Salicylsäure 291.
 Salzsäure 177.
 Schiesspulver 117.
 Schlafmittel 287.
 Schwefel 175, 182.
 Seife 188.
 Silberwert 234, 240.
 Soda 171, 179, 183.
 Spiritusfabrikation 101.
 Stahl 258, 259.
 Sumpfgas 23.
 Talgkerzen 19.
 Teerdestillation 146.
 Teerfarbstoffe 146.
 Zink 270.
 Zucker 68.
 Zündhölzer 13.
 Getränke, gegohrene 91.
 — geistige 74, 82.
 Gewicht der Luft 4.
 Gips 42, 163.
 Glacéhandschuhe 135.
 Glanze 232.
 Glas 196.
 — Färben des 204.
 — Giessen des 209.
 — spiegel 204.
 Glasur 208, 213.
 Glaubersalz 174, 180.
 Glühlicht 33.
 Glycerin 19, 49, 123.
 Glycocoll 73.
 Gold 216, 233, 236, 274.
 — produktion 235.
 — währung 237.
 Gold, Wert des 274.
 Griechisches Feuer 117.
 Grubengas 281.
 Guano 41.
 Gusseisen 242, 246.
 Gussstahl 259.
 Handschuhleder 135.
 Hanföl 190.
 Harnstoff 53.
 Harz 157.
 — seifen 193.
 Hefe 82, 83, 90, 97, 102.
 Heftpflaster 195.
 Heilmittel, künstliche 173, 286.
 Heu 56.
 Hexan 24.
 Hirschhornsalz 83.
 Hochofen 248.
 Hoffmannstropfen 288.
 Höllenstein 216.
 Holz 12, 16, 27, 163.
 — Destillation des 114.
 — essig 115.
 — geist 115.
 — kohle 16, 107, 251, 253.
 — schliff 162.
 Honig 68, 94.
 — kuchen 67.
 Hopfen 97.
 Hunger 52.
 Hydrochinon 222.
 Indigo 147.
 Initialzündung 122.
 Jod 48, 217.
 Jodoform 289.
 Jodsilber 217.
 Kaffee 74, 132.
 Kairin 286.
 Kalbskotelett 78.
 Kalcinieren 181, 184.
 Kalifeldspat 212.
 Kalilauge 193.
 Kalisalpete 47.
 Kalisalze 35, 43, 81, 172.
 Kalium 121, 272.
 Kalk 29, 107, 131, 170, 193, 206.
 — kieselsaurer 11.
 — kohlensaurer 206.
 — milch 206.

- stein 170.
 wasser 10.
 pher 99, 124.
 onen 275.
 inthon 212.
 oolsäure 124, 146, 290.
 onisieren 129.
 offeldämpfer 105.
 offel, Erfrieren der 65.
 rtrag der 104.
 ochen der 85.
 ährwert der 89.
 piritus 103.
 ärke 63.
 usammensetzung der 64.
 54, 87.
 odenstrahlen 229.
 seife 191.
 en 18.
 icht, Gasgehalt des 17.
 e 232.
 elgur 123.
 elsäure 35, 47, 196, 261.
 er 81.
 e 56, 64, 81.
 ster 63, 81.
 lquecksilber 120, 123.
 chen 39, 57.
 sche 204.
 att 39, 182.
 ohle 39, 142.
 im 39.
 pel 57.
 lt 153, 157, 204, 215.
 en auf Gas 31.
 Vert des 77, 81.
 gefässe aus Glas 203.
 esalz 76, 172, 176, 191, 209.
 enhydrate 59, 61, 121.
 yd 199, 241, 249.
 äure 18, 31, 82, 184, 242.
 äure im Bier 98.
 äure in der Atemluft 11.
 aures Ammoniak 83, 183.
 aures Kali 171.
 aurer Kalk 170.
 aures Natron 172.
 toff 20, 243, 260.
 wasserstoff 20, 150.
 Kokosnussöl 192.
 Koks 28, 251.
 Kolloidium 124, 221.
 Kolonnenapparat 107.
 Kolophonium 160, 193, 194.
 Kongorot 145.
 Königswasser 216, 233.
 Konserven 75.
 Kopiertinte 158.
 Kopal 155.
 Kornbranntwein 101, 103.
 Körperwärme, Erhaltg. der 11, 88.
 Kraftfuttermittel 56, 192.
 Kranke, Wert des Weines für
 sie 111.
 Krapp 148.
 Kreide 173, 200.
 Kreislauf des Blutes 11.
 Kryolith 204, 273.
 Krystallwasser 180.
 Kuchenbäckerei 83.
 Küchengeschirr 208, 210.
 Kumys 95.
 Kunstbutter 60.
 Kunstwolle 127.
 Kupfer 235, 269, 275.
 — chlorid 157.
 — oxydul 66.
 Lab 54.
 Lack 143, 154.
 Laming'sche Masse 29.
 Lauge 188.
 Leblancsoda 173.
 Leder 126, 130.
 Legierungen 274.
 Lehm 205.
 Leim 57, 80, 160, 193.
 Leimung des Papiers 160.
 Leinen 127, 138.
 Leinöl 153, 190.
 Letternmetall 278.
 Leuchtgas 27.
 Licht, rotes 225.
 — violettes 225.
 Lichtputzschere 18.
 Liqueur 93, 109.
 Lokomotive 257.
 Luft, Bestandteile der 8, 45, 177.
 Luftmörtel 206.

- Luft, Schwere der 2, 4.
 Lumpen 158.
 — ersatz 165.
 Magensaft 49.
 Magnetstab 2.
 Maischprozess 96.
 Majolika 210.
 Malerei 137, 152.
 Malz 96.
 Mangan 261.
 — superoxyd 178.
 Margarine 61.
 Marmor 170.
 Mehlanalysen 64, 81.
 Melasse 72, 110, 187.
 Melinit 124.
 Messing 276.
 Metalle 232.
 Metallspiegel 201.
 Meth 94.
 Methan 23, 281.
 Milch 60, 87, 90.
 — Gerinnen der 53.
 — Nährwert der 87, 88.
 — glas 40, 207.
 — Sauerwerden der 53.
 — säure 54, 82, 84, 97, 131.
 — säurebacillus 54, 82, 95.
 — zucker 53.
 Molekül 24.
 Morphinum 279, 286.
 Most, 91, 93.
 Muffel 215.
 Mungo 129.
 Münzen 235, 274.
 Mutterlauge 48, 72.
 Mycoderma aceti 112.
 Myricylalkohol 20.
 Nahrungsaufnahme 74.
 — mittel 12, 49, 52, 74.
 — Menge der nötigen 87.
 Narkotika 289.
 Natrium 272.
 Natroncellulose 164.
 Natronlauge 163.
 Natronsalpeter 47, 174, 217.
 Naturphilosophie 99.
 Naphtalin 146.
 Negativ, photographisches 219.
 Neusilber 277.
 Nickel 269.
 — münzen 275.
 — stahl 278.
 Nitragin 46.
 Nitrocellulose 116.
 — glycerin 123.
 — gruppe 116, 126.
 — säure 121.
 Obst 81.
 — weine 92.
 Oele, trocknende 153.
 Oelfarbe 153.
 Oelgerberei 136.
 — malerei 152.
 — säure 19, 153.
 Oleomargarin 60.
 Olivenöl 20, 59, 153, 189.
 Opium 242.
 Orseille 150.
 Oxyd 8, 241.
 Oxydation 7, 154, 247.
 Ozon 9.
 Palmitinsäure 19, 20.
 Palmkuchen 19.
 Palmöl 192.
 Papier 157.
 Paraffin 19, 26.
 — kerzen 27.
 Patente 165, 168, 173, 186, 253.
 Patina 276.
 Pelzwerk, 135, 137.
 Pepsin 49.
 Pepton 49.
 Pergament 137, 157.
 Petroläther 24.
 Petroleum 20, 23, 26.
 Pfeffer 74.
 — kuchen 65.
 Pflanzenasche 35.
 — eiweiss 44.
 — kost, Ausnutzung der 86.
 Pflaster 194.
 Phenacetin 286.
 Phlegma 100.
 Phosphor 6, 12, 40, 262.
 — roter 14.
 Phosphorit 40.
 — säure 35, 39, 81, 264.

- Photographie 216.
 Physik, Verhältnis z. Chemie 1.
 Pigmentdruck 227.
 Pikrinsäure 124.
 Platin 233.
 Platinotypie 225.
 Porter 98.
 Porzellan 211.
 — teller 210, 213.
 — vergolden 216.
 Pottasche 43, 84, 171, 186, 196.
 Presshefe 83, 101.
 Presskuchen 56, 192.
 Prisma 225.
 Prismatisches Pulver 120.
 Propan 23.
 Proteinstoffe 56.
 Puddelprozess 254.
 Pulver, rauchloses 116, 124.
 — dampf 121.
 Pyridin 284.
 — basen 109.
 Pyrit 175.
 Pyrogallussäure 222.
 Quarz 198, 212.
 Quebrachholz 132.
 Quecksilber 201, 220, 233.
 Raffination des Spiritus 106.
 — des Zuckers 68.
 Rahm 60.
 Ranzigwerden der Fette 154.
 Rauchverbrennung 177.
 Reduktion der Oxyde 241.
 Regeneration des Braunsteins 179.
 Regenerativgasfeuerung 200.
 Regenerator 267.
 Reis 87, 110.
 Retouche 225.
 Ringofen 205.
 Roggen 101, 104.
 — mehl 64.
 Roheisen 248.
 Rohrzucker 65, 68.
 Röntgenstrahlen 228.
 Rösten der Erze 241.
 Rosten des Eisens 2, 7.
 Rotholz 150.
 Rotwein 40.
 Rübenzucker 69.
 Rubinglas 204.
 Rüböl 20.
 Rum 109.
 Saccharin 73.
 Saccharomyces cerevisiae 91.
 Sago 63.
 Salbe 194.
 Salicylsäure 291.
 Salmiakgeist 47.
 Salpeter 47, 116, 174, 217.
 — säure 45, 116, 121, 174.
 — saures Silber 216.
 Salz 47, 76, 134, 176, 209, 217.
 — säure 176.
 — säure im Mageninhalte 49.
 — steine 76.
 Samen, Keimen der 96.
 Sämischgerberei 135, 136.
 Sand 197.
 Sauerstoff 7, 18, 116, 241.
 — aktiver 9.
 — Aufnahme des Blutes 11.
 Sauerteig 83, 131.
 Säuren 46, 73.
 Saurer schwefligsaurer Kalk 165.
 Schachtofen 246.
 Schälwaldungen 132.
 Scharlach 144.
 Schaumwein 94.
 Scheidewasser 174, 234.
 Schienen 255, 263.
 — wege 257.
 Schiessbaumwolle 121, 222.
 — nasse 122.
 Schiesspulver 116.
 — prismatisches 119.
 Schiffszwiebacke 81.
 Schlacken 247.
 Schlämmen 212.
 Schlempe 103, 105, 187.
 Schmiedeeisen 242.
 Schmierseife 190.
 Schnaps 106.
 Schnellessigfabrikation 113.
 Schnellhefe 74.
 Schwarzbrot 83, 88.
 Schwedische Zündhölzer 14.
 Schwefel 117, 175.
 — calcium 131.

- Schwefelgehalt des Leuchtgases 29.
— hölzer 14.
— kohlenstoff 30.
— natrium 131.
— säure 31, 129, 175, 177, 241.
— saures Ammoniak 47.
— Kali 43, 187.
— Natron 174.
— wasserstoff 181.
— Wiedergewinnung des 181.
Schweflige Säure 30, 141, 165, 177, 199, 241.
Schwefligsaurer Kalk 165.
Schwellbeize 131.
Schweineschmalz 19, 61.
Schweisseisen 243.
Schweissschmelz 243.
Seide 127.
Seife 170, 188.
— gefüllte 190.
— geschliffene 191.
Sekt 93.
Selterwasser 94.
Senf 74.
Serum 54.
Shoddy 129.
Silber 202, 216, 274.
— produktion 235.
— wert 237, 275.
Silikate 197.
Silicium 261.
Sintern 205.
Smalte 137.
Soda 174, 197, 199.
— calcinierte 181.
Sohlleder 133, 134.
Sonnenblumensamen 50.
Soxlets Apparat 54.
Speck 88.
Spektrum 225.
— photographisches 226.
Spiegel 201.
— eisen 261.
Spiritus 82, 91, 98, 100, 187, 289.
— denaturierter 108.
— lack 154.
— vini 100.
Sprengelatine 125.
Sprengmittel 116, 121.
Stahl 242.
— schienen 261.
Stärke 61, 65, 103.
Stärken der Wäsche 64.
Stärkezucker 67.
Statistische Angaben über:
Chlorkalk 139.
Eisen 244.
Gartendüngung 49.
Gas aus Steinkohlen 28.
Gold 235.
Kartoffelertrag 104.
Kunstwolle 129.
Nahrungsmittelwert 87, 88.
Roggenertrag 104.
Schiesspulver 120.
Schwefelsäure 176.
Schweflige Säure 177.
Silber 235.
Soda 172, 186.
Teerfarbstoffe 150.
Zucker 70, 72.
Stearinsäure 19.
Stearinkerzen 19, 60.
Steingut 186.
Steinkohlen 12, 16, 28, 251.
Steinschloss 13, 120.
Steinzeug 208.
Stickstoff 7, 35, 44, 267.
— sammler 45.
Stiefelwichse 40.
Strass 206.
Stroh für Papierfabrikation 162.
Streichhölzer 13, 15.
Sublimat 291.
Substantive Farbstoffe 145.
Sulfitcellulose 164.
Sumach 133.
Sumpfgas 23.
Superphosphat 41.
Suppe, Nährwert der 80.
— Asche der 81.
Suppenfleisch 78.
Synthese 148, 280.
Syrup 69.
Talbotypie 218.
Talg 16, 18, 60.
Talmigold 277.

- Tannin 144.
 Teer 28, 108, 146, 284, 292.
 — farbstoffe 146, 150, 282.
 Tempern 265.
 Terpentinöl 99, 154.
 Tetrazokörper 146.
 Thee 74, 132.
 Thomasphosphatmehl 41, 42, 264.
 Thon 208.
 Thonerde 136, 143, 273.
 Thoriumoxyd 33.
 Torf 12, 27.
 Torpedo 122.
 Thran 59, 136, 190.
 Tierkohle 39, 71, 142.
 Tombak 277.
 Töpferwaren 207.
 Traubenzucker 61, 91.
 Trockenplatten, fotogr. 222, 224.
 Trunksucht 108.
 Trypsin 51.
 Türkischrot 145.
 Ultraviolett 225, 230.
 Unterlauge 193.
 Unterschwefligsaures Natron 139, 221.
 Unze 237.
 Uranoxyd 215.
 Vaseline 26.
 Vegetarische Lebensweise 86.
 Verbandwatte 291.
 Verbrennung 11.
 Verdampfen unter Minderdruck 71.
 Verdauung 49, 51, 81.
 Verfilzung 127.
 Viehfutter 56, 64, 192.
 Volt 23.
 Wachskerzen 20.
 Waid 149.
 Walken 127.
 Walzen des Eisens 255.
 Waschleder 137.
 Wasser, Elektrolyse des 272.
 — farben 152.
 — glas 190, 196.
 — mörtel 206
 — stoffsuperoxyd 140.
 — weiches und hartes 194.
 — zeichen 161.
 Wein 92.
 — Blume des 92.
 — essig 112.
 Weizenbrot 83, 102.
 — kleie 64, 131.
 — mehl 64.
 — stärke 63.
 Weissbier 96, 98.
 — blech 75.
 Weissgerbung 135.
 — kohl 88.
 — tannen 167.
 Wertrelative zwischen Gold u. Silber 234.
 Wolle 127, 137.
 Wollschweissasche 187.
 Würze 96, 102.
 Zeugdruckerei 153.
 Ziegel 208.
 — Brennen der 205.
 Zimmerpflanzen 30.
 Zink 269, 276.
 — blende 241.
 Zinn 144, 204, 275.
 — composition 144.
 — folie 204.
 — oxyd 211.
 Zucker 52, 61, 65, 69, 72, 91.
 — couleur 68, 114.
 — kranke, Ernährung der 64, 66, 74, 87, 92, 98, 110.
 — krankheit 66.
 Zündhütchen 120.

Verlag von **Leopold Voss in Hamburg**, Hohe Bleichen 34.

Arbeitsmethoden für organisch-chemische Laboratorien.

Von Dr. **Lassar-Cohn** (Königsberg). **Zweite**, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 42 Figuren im Text. M. 7.50.

Moderne Chemie. Zwölf Vorträge, vor Ärzten gehalten. Von Dr. **Lassar-Cohn**, Privatdocent an der Universität Königsberg. M. 3.50.

Die Praxis des Chemikers bei Untersuchung von Nahrungsmitteln etc. Von Dr. **Fritz Elsner**. **Sechste**, umgearbeitete und vermehrte Auflage. Mit 169 Abbildungen im Text. M. 10.—, geb. M. 12.—.

Technik der Experimentalchemie. Anleitung zur Ausführung chemischer Experimente für Lehrer und Studierende, sowie zum Selbstunterricht. Von Professor Dr. **Rudolf Arendt**. **Zweite**, umgearbeitete Auflage. Mit 780 Abbildungen und einer Figurentafel. Preis brosch. M. 20.—, geb. M. 22.50.

Krolls Stereoskopische Bilder. **Dritte**, verbesserte Auflage von Dr. **R. Perlia**, Augenarzt in Crefeld. M. 3.—.

Leitfaden der Hygiene des Auges. Von Dr. **R. Perlia**, Augenarzt in Crefeld. Mit 32 Abbildungen. M. 2.—.

Periodische Depressionszustände und ihre Pathogenesis auf dem Boden der harnsauren Diathese. Von Prof. **C. Lange** (Kopenhagen). Deutsch von Dr. **Hans Kurella**. 1896. M. 1.—.

Die Zahnverderbnis und ihre Verhütung. Von Zahnarzt **Fenchel** (Hamburg). Mit 26 Abbildg. 1896. M. —.40. (In Partien bedeutend billiger.)

Die Versorgung von kleineren Städten, Landgemeinden und einzelnen Grundstücken mit gesundem Wasser. Von Dr. **F. Krauschutski**, Stabsarzt in Danzig. 1896. Mit 4 Abbildungen. M. —.80.

Grundzüge der Physiologie. Von **Thomas H. Huxley**. Herausgegeben von Prof. **Rosenthal** (Erlangen). **Dritte** Auflage. Mit 118 Abbildungen. M. 9.—, geb. M. 11.—.







AUG 1 8 1930



