A80-118

Kleine Bibliothek Nr. 19

Chemie im Alltag

Von Dr. Adolf Reiß

J. S. W. Reiß Nachf. Stuttgart

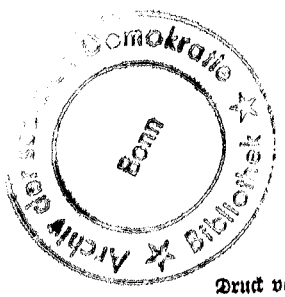
Chemie im Alltag

Von

Dr. Adolf Reitz

Stuttgart
Verlag von J. H. W. Dietz Nachf. G. m. b. H.
1912

Alle Rechte vorbehalten



Druck von J. H. W. Dietz Nachf. G. m. b. H. Stuttgart

A80-11832

Inhalts-Verzeichnis.

	Seite
Vorwort	5
Einführung	7
Wasser und Luft	13
Die Säuren	24
Die Laugen (Basen)	30
Die wichtigsten Salze	33
Glas und Ton. Künstliche Edelsteine	43
Die Metalle und ihre Verbindungen	49
Die Farben	66
Die Faserstoffe	72
Brenn- und Leuchtstoffe	76
Sprengstoffe	83
Die Nahrungs- und Genußmittel	86
Sachregister	109

Vorwort.

Wenn man die Erfolge der Chemie aufzählt, vergißt man in der Regel etwas. Man spricht von den Heilmitteln, von den Farbstoffen, von neuen Verfahren. Man spricht aber seltener von der Umwertung aller Werte durch die Chemie. Man spricht nicht davon, daß chemische Erkenntnisse Starres zum Fließen gebracht haben, daß alte Werte wankten. Daß Dinge, die einst zu den Vorrechten der Reichsten gehörten, nun in den Kammern der Armen zu finden sind. Und doch gehört es zu den mächtigsten Impulsen chemischen Schaffens, Werte zu entwerten, was teuer, was kostbar, was selten, billig und alltäglich zu machen. Es liegt ein besonderer Reiz in diesem zerstörenden Aufbau, in diesem vernichtenden Schaffen, in dieser tötenden Fruchtbarkeit. Und diesem Reiz frönen wir im stillen alle, die wir aus Retorten Dinge hervorrufen wollen, deren Ahnen so unschätzbar sind. Es macht uns Freude, der Menschheit lächelnd mitteilen zu können: Dies und das, was euch so wertvoll deucht, für was ihr Tausende ausgegeben, es besteht aus dem und dem, aus simplen Dingen, aus Wohlbekanntem. Man zerstört Einbildungen und gibt dafür Wirklichkeiten. Doch eben darin liegt ein großer Wert wissenschaftlichen Forschens, in diesem Entwerten, in diesem Augenöffnen für das Werktägliche, in dem Finden der rauhen Erde in glänzenden Kristallen. Man konstruiert Zusammenhänge, man verbindet Entferntes mit Nahem, man fühlt die Unzulänglichkeit unserer Wertbestimmungen. Das Kleinste wird zum Teil eines Großen, und im Größten ruhen die Ideen des Kleinsten.

In dieses große Gebiet chemischen Denkens will diese Schrift einleiten. Sie will ein wenig die Sinne schärfen für das Alltägliche, sie will durch Mitteilung von Tatsachen, die auf dem Wege chemischen Forschens erkannt wurden, zeigen, daß alles,

was wir hören, von dessen Vorhandensein die Sinne uns berichten, im stetigen Wandel sich befindet.

Du Arbeiter, fühle, wenn du ein Stück Eisen in der Hand hältst, daß es ein Stück Welt ist, um das deine Finger sich gelegt haben, ihr alle, empfindet, daß euer Körper der Rhythmus ist von Dingen, die zerstreut in allem möglichen Form angenommen haben. Euer Leben wird durch dieses Erkennen reicher und schöner.

München, im Dezember 1911.

Adolf Reitz.

Einführung.

Unser Auge sieht eine vielgestaltige Welt. Von weiten Fernen glitzern leuchtende Pünktchen des Nachts, Sterne, die unser Denken aus engen Kreisen herausheben und uns wie eine weiche Flut umhüllen. Wir vergessen das bißchen Ich, das in uns verkörpert ist, und versinken in dem Großen, das wir Welt heißen, als schöne Stäubchen.

Und mit uns alles, das zu unserer Welt gehört, Bäume und Tiere, Blume und Stein.

Wir suchen die Entfernungen zu kürzen. Wir beobachten den fernen Stern mit Instrumenten, und er erscheint unserem Auge größer. Wir erkennen Einzelheiten an ihm, die uns sonst verborgen waren. Wir schneiden die Pflanze in dünne Schnitte und vergrößern die Teile und finden, daß sie aus kleinen Einheiten, aus Zellen besteht, in deren Innerem verschiedenes gelagert ist. Lebewesen haben wir entdeckt, die unter der Sichtbarkeitsgrenze für das bloße Auge liegen.

Wir drangen ein in die Welt des Kleinsten und in die Welt des Größten, in den Mikrokosmos und in den Makrokosmos.

Aus was bestehen diese Dinge alle, die wir beobachten, deren Erforschung Aufgabe der Naturwissenschaft ist? Aus Stoffen. In der Sonne liegen Stoffe wie auch in der Erde, die Masse des Mondes bildet der Stoff, der Leib der Pflanze, des Tieres ist aus ihm erbaut. Unsere Nahrung sind Stoffe, die der Körper zerlegt, anderes aus ihnen macht, neue Stoffe, mit denen wir Altes erneuern und die wir in anderer Form ausscheiden.

Mit diesen Stoffen allen gibt sich die Chemie ab. Sie ist die Wissenschaft von den Stoffen. Ihre Aufgaben liegen also nicht allein auf der Erde. Sie sucht auch die Frage nach den Stoffen, nach der Zusammensetzung ferner Weltkörper zu beantworten. Sie umfaßt die ganze Welt, den gesamten Kosmos.

Stoffe füllen einen Raum aus. Sie haben Eigenschaften, an denen wir sie erkennen.

Sie können gefärbt sein, sie können einen Geruch oder Geschmack haben, flüssig, fest oder gasförmig, warm oder kalt, schwer oder leicht, hart oder weich sein. Wasser unterscheiden

wir ja von einem Stück Eisen eben dadurch, daß wir die Eigenschaften beider erkennen.

Wenn wir eine Glasstange reiben, so erhält sie durch diese Reibung eine Eigenschaft, die ihr vorher abging. Sie zieht nämlich kleine Papierschnitzel an. Die sonstigen Eigenschaften haben sich jedoch keineswegs verändert, die Zusammensetzung des Glases, die stoffliche Natur des Glases ist gleich geblieben. Es hat sich an ihm der physikalische Zustand geändert, nicht der chemische. Die Physik gibt sich nämlich mit den Naturerscheinungen, mit den Vorgängen ab, bei welchen keine stofflichen Veränderungen eintreten.

Wenn Eisen rostet, so bildet sich auf diesem Metall ein rotbrauner Belag, dessen Eigenschaften von dem ursprünglichen Metall erheblich abweichen. Es ist ein neuartiger Stoff aus dem Eisen geworden, es hat sich chemisch verändert.

Solche chemische Veränderungen beobachten wir alltäglich. Das Hartwerden des Mörtels, mit dessen Hilfe wir die Steine unserer Häuser verbinden, das Vergären des Mostes, aus dessen Zucker sich Alkohol und Kohlensäure bilden, das Schwarzwerden eines Silberlöffels, das Verbrennen einer Kerze, deren Stearinleib sich in Ruß und gasförmige Substanzen auflöst, alles dies sind chemische Vorgänge, Stoffumwandlungen.

Aus dieser kleinen Aufzählung von Beispielen, die sich beliebig erweitern läßt, erkennen wir die Bedeutung der Chemie. Denn nicht nur der leblose Stoff ist diesen Änderungen unterworfen, unser eigener Körper, alles Lebende besteht aus fortgesetzten chemischen Wandlungen. Wenn wir unsere Speisen genießen, so erleiden sie teilweise schon im Munde durch die Einwirkung des Speichels chemische Umwandlungen, mehr noch im Magen und Darm. Es gehen andersartige Stoffe aus ihnen hervor, die der lebende Körper für sich auszunutzen vermag, aus denen er Teile seines Organismus beim Wachstum bildet.

Kann man sich denn in diesem Chaos von Erscheinungen zurechtfinden, gibt es einen Plan für diesen Irrgarten der Stoffwandlungen, besteht eine Aussicht, diese Fülle von Vorgängen zu verstehen?

Die chemische Wissenschaft stellt sich die Aufgabe, einen solchen Plan zu bilden. Sie will die chemischen Prozesse unserem Verständnis näherbringen.

Lange schon mühen sich Menschen mit diesen Dingen ab, Zuerst als reine Erfahrung (Empirie), welche unseren Vorfahren der Steinzeit zeigte, wie sich verschiedene Dinge beim Brennen verhalten, stieg sie allmählich aus dem mystischen Dunkel in klareres Licht. Aus der Küche des Alchimisten im Mittelalter, die mit geheimnisvollem Zauber seltsam geformte Retorten, Totenschädel und das übrige Inventar umgab, ist das durchsichtige chemische Laboratorium der Neuzeit geworden, aus dem die großzügigsten Gedanken in die Welt wandern. Die Fernstehenden sind verblüfft. Farbstoffe, Heilstoffe entsteigen den Gläsern der Chemiker, Neuartiges modelt unser Weltbild. Dem Arzt, dem Ingenieur, dem Baumeister, dem Handwerker zeigt sie neue Ausblicke.

Man kann die unzählbaren Stoffe, welche auf unserer Erde sich vorfinden, auf etwa 80 Grundbestandteile zurückführen, die man Elemente heißt und die nicht weiter zerlegbar sind. Fragt man also nach der Zusammensetzung irgendeines Dinges, so wird vom Chemiker immer in der Weise die Antwort erteilt, daß er einen oder mehrere Grundstoffe, Elemente nennt. Wasser zum Beispiel besteht aus den Grundbestandteilen Wasserstoff und Sauerstoff. Jeder dieser beiden Stoffe kann nicht weiter zerlegt werden, Wasserstoff und Sauerstoff sind Elemente. Zucker besteht aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, welche in bestimmten Mengenverhältnissen zusammengetreten den Zucker bilden. Der Kalkstein birgt in sich die Elemente Calcium, Kohlenstoff und Sauerstoff.

Nachfolgend sind die Elemente, die man bis jetzt kennt, zusammengestellt. Bei jedem Element ist die kurze internationale Bezeichnung beigedruckt. Die Abkürzung ist in der Regel der lateinischen Sprache entnommen. (Blei zum Beispiel heißt lateinisch plumbum und wird deshalb in der chemischen Ausdrucksweise Pb gekürzt.)

Aluminium	Al	Blei	Pb	Chlor	Cl
Antimon	Sb	Bor	B	Chrom	Cr
Argon	Ar	Brom	Br	Eisen	Fe
Arsen	As	Cäsium	Cs	Erbium	Er
Barium	Ba	Calcium	Ca	Fluor	F
Beryllium	Be	Cerium	Ce	Gadolinium	Gd

Gallium	Ga	Neon	Ne	Stickstoff	N
Germanium	Ge	Nickel	Ni	Strontium	Sr
Gold	Au	Niobium	Nb	Tantal	Ta
Helium	He	Osmium	Os	Tellur	Te
Indium	In	Palladium	Pd	Terbium	Tb
Iridium	Ir	Phosphor	P	Thallium	Tl
Jod	J	Platin	Pt	Thorium	Th
Kadmium	Cd	Praseodym	Pr	Thulium	Tu
Kalium	K	Queckſilber	Hg	Titan	Ti
Kobalt	Co	Radium	Ra	Uran	U
Kohlenſtoff	C	Rhodium	Rh	Vanadin	Vd
Krypton	Kr	Rubidium	Rb	Waſſerſtoff	H
Kupfer	Cu	Ruthenium	Ru	Wismut	Bi
Lanthan	La	Samarium	Sa	Wolfram	W
Lithium	Li	Sauerſtoff	O	Xenon	X
Lutetium	Lu	Scandium	Sc	Ytterbium	Yb
Magneſium	Mg	Schwefel	S	Yttrium	Y
Mangan	Mn	Selen	Se	Zink	Zn
Molybdän	Mo	Silber	Ag	Zinn	Sn
Natrium	Na	Silicium	Si	Zirkonium	Zr
Neodym	Nd				

Dieſe Grundſtoffe (Elemente) finden ſich keineswegs gleich häufig. Nur etwa 20 gehören zu denen, welche in großer Menge auf unſerer Erde vorhanden ſind.

Wenn ſich die Elemente unter ſich verbinden, entſtehen Stoffe, die andere Eigenſchaften haben als die Grundſtoffe, aus denen ſie zuſammengeſetzt ſind. Verbinden wir auf eine Weiſe, die wir ſpäter kennen lernen werden, Waſſerſtoff mit Chlor, ſo entſteht eine „chemiſche Verbindung“ dieſer zwei Grundſtoffe. Der dabei entſtandene neue „zuſammengeſetzte Stoff“ iſt unter dem Namen Salzſäure wohlbekannt. Verbindet ſich Waſſerſtoff mit Sauerſtoff, ſo entſteht hierbei Waſſer, in ſeinen Eigenſchaften vom Waſſerſtoff und Sauerſtoff gut unterſchieden. Nicht jeder Grundſtoff hat das gleiche Vermögen, ſich mit anderen Grundſtoffen zu dauerhafter Bindung zu vereinigen. Es gibt Grundſtoffe, die unter ſich überhaupt keine Verbindung eingehen, andererſeits kennen wir Grundſtoffe, welche in freier Form unter den gewöhnlichen Verhältniſſen kaum auftreten, da

ſie ſofort mit anderen in der Nähe befindlichen Elementen ſich vereinigen.

Die chemiſche Wiſſenſchaft hat nicht bloß den Zweck, die Zuſammenſetzung all der Dinge um uns her zu ergründen. Mit der Löſung dieſer Aufgabe ergeben ſich weitere Probleme. Denn das Auffinden jener obengenannten Grundſtoffe wirft ohne weiteres die Frage nach dem Verhalten der Elemente zu anderen auf.

Die Art und Weiſe, wie chemiſche Vorgänge eingeleitet werden, wie ſich Grundſtoffe unter ſich verbinden, iſt eine ſehr verſchiedene. Miſchen wir fein verteiltes Eiſen, ſogenannte Eiſenfeile, mit Schwefelpulver, ſo erhalten wir ein graulicheſ „Gemenge“ von dieſen beiden Grundſtoffen. Der Schwefel befindet ſich noch in freiem Zuſtand neben dem Eiſen, denn mittels eines Magneten können wir ja das Eiſen leicht wieder von dem Schwefel trennen. Es liegt noch keine chemiſche Bindung beider vor.

Sobald wir aber das Gemenge erwärmen, wird unter Glühen ein neuartiger Stoff entſtehen, die chemiſche Verbindung von Schwefel und Eiſen, das Schwefeleiſen, aus dem wir mit dem Magneten nicht mehr das Eiſen herausziehen können, denn nun iſt letzteres nicht mehr in freiem Zuſtand vorhanden, ſondern chemiſch an den Schwefel gebunden.

Beſonders bemerkenswert iſt bei den chemiſchen Vorgängen, daß ſich die Grundſtoffe in ganz beſtimmten Gewichtsverhältniſſen miteinander verbinden. Nicht beliebige Gewichtsmengen eines Grundſtoffs vereinigen ſich mit beliebigen Gewichtsmengen eines anderen.

Verſuchen wir zum Beiſpiel Queckſilber mit Schwefel zu vereinigen, ſo gelingt uns das ſchon durch einfaches Verreiben in einer Porzellanſchale mit einem Reiber aus Porzellan. Noch ſchneller geht die chemiſche Verbindung dieſer zwei Grundſtoffe vor ſich, wenn wir ſie in einem Gläschen zuſammenbringen und ſie darin erwärmen. Es entſteht ein neuer ſchwarzer Stoff, das Schwefelqueckſilber. Bei dieſer Vereinigung wird jedoch nur dann kein freier Schwefel oder kein freies Queckſilber übrig bleiben, wenn wir auf 32 Gramm Schwefel 200 Gramm Queckſilber nehmen. Nehmen wir weniger als 32 Gramm Schwefel, ſo müſſen wir auch weniger Queckſilber nehmen; auf 1 Gramm

Schwefel zum Beispiel kämen, damit das Verhältnis das gleiche bleibt, 6,25 Gramm Queckfilber.

Man konnte durch eingehende, oft sehr schwierige Untersuchungen für jeden Grundstoff ein bestimmtes Verbindungsgewicht feststellen, das heißt man konnte bestimmen, welche Mengen von einem Element sich mit denen eines anderen verbinden. Auf den Wert dieser Bestimmungen werden wir später eingehen.

Wasser und Luft.

Zwei Grundbestandteile sind in dem Stoff enthalten, von dem wir so sehr abhängen. In allen Lebewesen fließt es, im Blut, in den Zellsäften finden wir das Wasser. In die Erde reißt es in langen Jahren Täler und strömt als Fluß zu den niedersten Punkten der Erdoberfläche, zu den Meeren. Über uns kreist das Wasser als Wolke, und fällt es als Tropfen zur Erde, so sickert es in das Erdreich, löst auf seinem Wege durch die Erdschichten manches auf. Wird das Wasser von einem wasserundurchlässigen Boden aufgehalten, so sammelt es sich als Grundwasser an und kann zuweilen als Quelle wieder zutage treten.

Was durch Schiebungen, durch innere Pressungen auf der Erde sich gehoben hat, wird von ihm wieder abzutragen gesucht. In dieser Eigenschaft spielt das Wasser die Rolle als der große natürliche Ausgleicher, als das geologische Werkzeug.

Neben dieser mechanischen Wirkung, neben dem Einreißen von Tälern und Schluchten in die Erdrinde ist es aber auch die lösende Wirkung des Wassers, die für das Werden der Erde von großer Bedeutung ist.

Die Eigenschaft des Wassers, viele Stoffe zu lösen, macht es in unserem eigenen Organismus zu einem Bestandteil, ohne den wir uns ein Leben nicht denken können. Denn alle unsere Nahrungsmittel, die Nährstoffe, die in ihnen enthalten sind, werden unter Mitwirkung von Säften und Wasser gelöst und im wasserhaltigen Blut an die Stellen befördert, an die sie zu gelangen haben.

Die Eigenschaft des Wassers, beim Durchsickern durch die Erde andere Stoffe aufzulösen und sie in gelöstem Zustand mit sich zu führen, bewirkt es, daß die Quellwässer und auch die Grundwässer nicht aus reinem Wasser bestehen. Man kann sich davon leicht überzeugen, wenn man Wasser einkocht. Es bleibt in dem Gefäß, in dem man das Kochen des Wassers vornimmt, ein Rückstand, bestehend aus den Stoffen, die das Wasser gelöst enthalten hatte.

Zu bestimmten Zwecken muß man jedoch reines Wasser haben. Wie kommt man dazu?

Man erwärmt das Wasser, bis es siedet. Die dabei entstehenden Dämpfe sind reines Wasser, denn die Verunreinigungen und gelösten Bestandteile bleiben ja in dem Kochgefäß zurück. Wenn man die Dämpfe abkühlt, so daß sie wieder flüssig werden, so hat man ein Wasser vor sich, das keine fremdartigen Stoffe mehr enthält.

Man bezeichnet das Verdampfen einer Flüssigkeit und das Wiederverflüssigen des Dampfes als *Destillieren*, den Vorgang als Destillation. Das Wasser, das man nach diesem Verfahren gewinnt, wird *destilliertes Wasser* genannt. Es hat einen faden Geschmack, da ihm alle die Stoffe fehlen, welche unseren Gaumen beim Quellwasser reizen.

Einen großen Destillationsprozeß haben wir täglich vor uns: das Verdunsten des Wassers auf der Erdoberfläche in die Luft, die sich mit Wasserdampf sättigt. In den kälteren Luftschichten wird dieses Wasser zu Wolken verdichtet (kondensiert). Bei der natürlichen Verdunstung des Wassers bleiben ebenfalls die gelösten Stoffe auf der Erde zurück, und das destillierte Wasser, das bei diesem großen Prozeß wieder zur Erde fällt als Regenwasser, hat denn auch weitgehende Ähnlichkeiten mit dem in den Arbeitsstätten der Chemiker hergestellten destillierten Wasser. Es schmeckt fade, hat aber einige gasförmige Bestandteile der Luft aufgenommen, durch welche es als Regentropfen fiel.

Das Destillieren ist nicht nur für die Herstellung chemisch reinen Wassers wichtig, es gehört zu den Verfahren, die überhaupt in der chemischen Technik an erster Stelle stehen. Die Herstellung von konzentrierten Alkoholen, die Reinigung des Erdöls, die Gewinnung des Leuchtgases aus Steinkohle und so vieles anderes hängt mit der Destillation zusammen.

Eine einfache Vorrichtung, in der man destilliertes Wasser gewinnen kann, besteht aus einem bauchigen Glasgefäß, unter dem eine Gasflamme brennt. Das Wasser verdunstet, und der Dampf gelangt aus dem in eine Röhre auslaufenden Hals dieses Kolbens (Retorte) in einen anderen runden Kolben, den man als Vorlage bezeichnet, weil er der Retorte vorgelegt ist. Auf die Vorlage tröpfelt zur Abkühlung von außen her Wasser, das mit dem Inhalt der Vorlage jedoch in keine Berührung

kommt. In der Vorlage verwandelt sich der Dampf wieder in Flüssigkeit, in destilliertes, in chemisch reines Wasser, während im Kochkolben das zurückbleibt, was in dem Wasser gelöst war.

Bei manchen Flüssigkeiten genügt diese einfache Art der Kühlung nicht, und man ist genötigt, die Dämpfe eine lange Röhre passieren zu lassen, deren Außenfläche von einem Kühlmantel, das heißt von strömendem kaltem Wasser umgeben ist. Ein bekannter Kühler für Destillationszwecke ist der sogenannte *Liebigsche Kühler*, dessen Effekt aber auch in einer kleinen, zweckmäßiger gebauten Vorrichtung zu erreichen ist, nämlich in einem sogenannten Schlangenkühler. Bei den Schlangenkühlern ist zur Erreichung einer großen Kühlfläche das Rohr, in das die Dämpfe gelangen, schlangenförmig gewunden. Dadurch wird erreicht, daß die Dämpfe eine lange Strecke von der Kühlflüssigkeit umgeben bleiben, also sicher abgekühlt werden und sich wieder vollständig verflüssigen. Dies ist namentlich für solche Flüssigkeiten von Bedeutung, deren Siedepunkt nieder liegt, zum Beispiel Benzin, Alkohol, Äther und andere.

Die Farbe des Wassers kann, wenn es in dicker Schicht vorliegt, blau sein. Die Ursache dieser Erscheinung haben wir darin zu sehen, daß das Wasser einen Teil der Lichtstrahlen, und zwar in erster Linie die roten und gelben Strahlen (das weiße Licht ist bekanntlich ein Gemisch von rot, gelb, grün, blau, violett) auffaugt. Nimmt man dem weißen Licht gelb und rot, so entsteht blau.

Kühlt man das Wasser auf 0 Grad ab, so wird es zu *Eis*. Bei diesem Festwerden kommt es nicht selten zur Bildung von Körperchen, die eine regelmäßige Gestalt haben, zu Kristallen. Untersucht man den Schnee unter dem Mikroskop, so finden wir, daß er aus überaus schön geformten Kriställchen besteht. Die Eisblumen an den Fensterscheiben zur Winterszeit geben ebenfalls von der Kristallnatur des festen Wassers Zeugnis.

Bemerkenswert ist, daß man unter Umständen Wasser einige Grade unter 0 Grad abkühlen kann, ohne daß es zu Eis erstarrt. Hält man nämlich das Wasser bei der Abkühlung ganz ruhig, so kann dieser Zustand der „Überkältung" eintreten.

Die Anwendung des Eises beruht vor allem auf der Tatsache, daß es beim Schmelzen Wärme verbraucht, welche es seiner Umgebung entzieht. Diese Temperaturerniedrigung, die in

den Gegenständen eintritt, welche mit Eis in Berührung kommen, ist für viele Zwecke außerordentlich günstig. Die Mikroorganismen, welche unsere Nahrungsmittel zersetzen, die Bakterien, zu denen auch die Erreger der Fäulnis zu zählen sind, gedeihen bei niederen Temperaturen nicht, es tritt keine Vermehrung ein, und so können sie ihre zersetzende Tätigkeit nicht ausüben. Die Nahrungsmittel bleiben frisch, sie werden durch Eis konserviert.

Die Konservierung durch Kälte kommt jedoch, das sei besonders hervorgehoben, nicht einer Abtötung der Bakterienkeime gleich. Es ist durch zahlreiche Versuche sichergestellt, daß die Bakterien sehr niedere Temperatur ohne Schaden aushalten können. Die Konservierung unterscheidet sich also grundsätzlich von einer eigentlichen Sterilisation. Bei ersterer handelt es sich meistens um eine Entwicklungshemmung der Kleinlebewesen, bei der Sterilisation jedoch um eine völlige Abtötung.

Zusatz von Kochsalz zu Eis gibt eine Kältemischung, das heißt eine Lösung, die außerordentlich kalt ist. Kochsalz mit dem dreifachen Gewicht Schnee vermischt, gibt eine Kältemischung von — 21 Grad Celsius. In Schnee, der mit dem dreifachen Gewicht von Chlorcalcium vermischt ist, sinkt das Thermometer auf — 48 Grad. Noch niedrigere Kältemischungen erhält man mit fester Kohlensäure und Äther, in welcher Mischung eine Temperatur von — 100 Grad herrscht.

Zusatz von Salz zu Schnee verursacht also eine Lösung, deren Gefrierpunkt weit unter 0 Grad liegt. Man befreit deshalb Straßenbahnschienen von Schnee und Eis durch Streuen von Salz.

Das Wasser siedet, wenn auf ihm der gewöhnliche Luftdruck ruht, bei 100 Grad. Wird dieser Druck dadurch kleiner, daß wir das Wassergefäß luftleer machen, so siedet das Wasser bei niederer Temperatur. Erhöhen wir den Druck, so liegt der Siedepunkt des Wassers über 100 Grad.

Da Wasserdampf ständig in der Luft ist, so ist es für manche chemische Zwecke schwierig, vollständig trockene Stoffe zu erhalten. Namentlich für chemische Messungen, für die Bestimmung, wieviel von einem Stoff in einem anderen enthalten ist, ist es wichtig, völlig wasserfreie Präparate zu haben.

Man verwendet zu diesem Zwecke Vorrichtungen, in denen eine Substanz liegt, welche den Wasserdunst in dem Gefäß an

sich zieht. Es sind die sogenannten Exsikkatoren, Trockner, die entweder mit der Feuchtigkeit anziehenden Schwefelsäure oder mit dem ebenfalls „hygroskopischen“ (Wasser anziehenden) Chlorcalcium beschickt sind.

Leitet man den elektrischen Strom durch Wasser, so findet eine Zerlegung des Wassers in seine gasförmigen Grundbestandteile Wasserstoff und Sauerstoff statt. Von ersterem wird dem Raume nach doppelt soviel gewonnen wie von letzterem. Dies sieht man gut, wenn man über die Eintrittstelle und Austrittstelle des elektrischen Stromes — Anode (+) und Kathode (—) — je ein Gläschen stülpt. Man kann auf diese Weise die Gasbläschen auffangen. An der Anode, am positiven Pol, wird doppelt soviel Gas gebildet wie am negativen Pol, an der Kathode.

Untersucht man die beiden Gasarten, so findet man wesentliche Unterschiede in ihren Eigenschaften. Das eine Gas, das an der Kathode, am negativen Pol sich bildet, ist brennbar, es ist Wasserstoff, das andere Gas an der Anode hat diese Eigenschaft nicht, es ist Sauerstoff.

Vom **Wasserstoff** soll zuerst die Rede sein.

Man kann ihn außer auf elektrischem Wege noch auf eine andere Weise aus dem Wasser erhalten. Leitet man nämlich Wasserdampf über glühendes Eisen, so wird ebenfalls das Wasser in Wasserstoff gespalten, während der aus dem Wasser frei werdende Sauerstoff sich mit dem Eisen verbindet. Der Wasserstoff wird als Gas entweichen und kann aufgefangen werden.

Eine weitere Darstellungsart ist die mit Hilfe von Magnesiumpulver. Erwärmt man in einem Gläschen Wasser mit Magnesiumpulver, so entsteht Wasserstoff. Besonders haben die Metalle Natrium und Kalium die Eigenschaft, den Wasserstoff aus dem Wasser freizumachen.

Alle Säuren enthalten Wasserstoff in einer Form, in der er leicht durch Metalle zu ersetzen ist. Übergießt man zum Beispiel Zink mit verdünnter Schwefelsäure, so entweicht der Wasserstoff und aus der Schwefelsäure bildet sich schwefelsaures Zink (Zinkvitriol). Das Zink hat sich an die Stelle des Wasserstoffs in der Schwefelsäure begeben.

Wasserstoff ist zehnmal leichter als Luft. Ein Liter Wasserstoff wiegt 0,0899 Gramm. Man benützt ihn in erster Linie zum Füllen der Ballons.

Um Wasserstoff für transportable Luftschifferstationen in bequemer und ungefährlicher Form vorrätig zu haben, verwendet man zurzeit Hydrolith, eine Masse, die aus Wasserstoff und Calcium besteht und die durch Übergießen mit Wasser Wasserstoff abgibt. Das Hydrolith selber wird durch Einleiten von Wasserstoff in geschmolzenes Calcium gewonnen.

Außer zur Ballonfüllung findet der Wasserstoff bei einer Reihe technischer Prozesse Verwendung, zum Beispiel zum Bleilöten, wobei jedoch neben dem Wasserstoff noch der Sauerstoff mittätig ist. Eine Mischung von Wasserstoff und Sauerstoff stellt nämlich das bekannte Knallgas dar, das bei der Verbrennung explodiert. Diese Explosion tritt jedoch nicht auf, wenn man das Knallgas aus enger Röhre strömen läßt, oder wenn man Sauerstoff und Wasserstoff durch feine Röhren sich vereinigen läßt und dann entzündet. Die Temperatur dieser Knallgasgebläse ist sehr hoch (1900 Grad). Platin, dessen Schmelzpunkt bei 1700 Grad liegt, wird in der Knallgasflamme geschmolzen.

Beim Metallschmelzen mittels Knallgases hat man dafür Sorge zu tragen, daß durch den Sauerstoff nicht Metallveränderungen (Oxydationen) eintreten. Man verhindert dies in erster Linie durch Benützung von Luft an Stelle von Sauerstoff. Neuerdings hat man einen Brenner (Drägerbrenner) konstruiert, mit dessen Hilfe es gelingt, unter Verwendung von Wasserstoff allein eine für die Bleilötung geeignete heiße Stichflamme zu erzeugen. Das Metallverbinden durch die Knallgasflamme oder den Drägerbrenner wird als autogene Schweißung bezeichnet.

Durch starke Abkühlung gelang es, den Wasserstoff auch in flüssigem Zustand zu erhalten. Die farblose Flüssigkeit siedet natürlich sehr niedrig, nämlich bei — 252 Grad.

Während unter den gewöhnlichen Bedingungen eine Mischung von Wasserstoff und Sauerstoff unverändert bestehen kann — die Explosion tritt erst durch Erwärmung ein —, ist die Anwesenheit gewisser Metalle in dem Gasgemisch von besonderer Bedeutung.

Platin ist ein teures Metall, dessen Kilogrammwert etwa 4000 Mark beträgt. Das in der Natur sich vorfindende verunreinigte Platinerz wird mittels Königswasser (einer Mischung

von Salpetersäure mit dem zwei- bis vierfachen Raumteil Salzsäure) gelöst und diese Lösung vollständig eingedunstet. Durch Behandeln des eingetrockneten Rückstandes mit Salzsäure und Salmiak erhält man das Ammoniumplatinchlorid (Platinsalmiak) und aus diesem durch Glühen sehr fein verteiltes Platin, den Platinschwamm.

Bringt man Teile des Platinschwamms in Knallgas, so kommt das Platin von selber ins Glühen und entzündet hierdurch das Gasgemisch, ohne daß sich hierbei das Platin verändert. Man nennt derartige Stoffe, die chemische Vorgänge durch ihre Gegenwart einleiten, ohne sich dabei zu verändern, Katalysatoren.

Der Platinschwamm findet bei den Leuchtgasselbstzündern häufig Verwendung. Leuchtgas enthält Wasserstoff. Auch Wasserstoff wird durch Platinschwamm zur Entzündung gebracht.

Bei der Vereinigung von Sauerstoff und Wasserstoff im Knallgas entsteht Wasser.

Welche Beschaffenheit hat der andere Bestandteil des Wassers, der **Sauerstoff?**

Um diese Frage zu beantworten, wollen wir uns diesen gasförmigen Stoff auf verschiedene Weise in reinem Zustand gewinnen. Eine Darstellungsweise kennen wir schon, die der Zerlegung des Wassers auf elektrischem Wege, wobei sich an der Austrittstelle des elektrischen Stromes an der Kathode Sauerstoff abscheidet. Zu Laboratoriumszwecken, das heißt in kleineren Mengen, erhält man Sauerstoff aus chlorsaurem Kalium und Braunstein durch Erwärmen. Auch durch Erwärmung des roten Quecksilberoxyds gelingt die Spaltung in Quecksilber und in den flüchtigen Sauerstoff.

Bei der technischen Gewinnung des Sauerstoffs spielt die oben erwähnte Zerlegung des Wassers die größte Rolle. Außerdem kommt jedoch neuerdings die flüssige Luft als Quelle des technischen Sauerstoffs in Betracht, worüber auf Seite 23 noch einiges gesagt werden soll.

Der Sauerstoff ist wie der Wasserstoff ein farb-, geruch- und geschmackloses Gas. Der durch starken Druck verflüssigte Sauerstoff zeigt eine bläuliche Färbung und siedet bei — 182 Grad.

Bringt man in eine Flasche, in der Sauerstoff ist, ein brennendes Holz, so nimmt die Flamme einen starken Glanz und

große Helligkeit an. Schwefel brennt in Sauerstoff mit prächtiger blauer Farbe, und selbst Eisen, das glühend in Sauerstoff gebracht wird, verändert sich unter schöner Feuererscheinung.

Wie hieraus ersichtlich, begünstigt der Sauerstoff die Verbrennung. Ist dies der Grund, warum Gegenstände in der Luft, die ja Sauerstoff enthält, überhaupt brennen?

Auf diese Frage gibt uns ein einfacher Versuch Antwort.

Lassen wir eine kleine Kerze in einer großen Flasche brennen und verschließen wir die Flasche mit einem Korkstopfen, so wird die Flamme bald erlöschen. Der Sauerstoff der Luft, der in der Flasche enthalten war, ist nämlich verbraucht; er hat sich mit Bestandteilen der Kerze bei der Verbrennung vereinigt, und in sauerstofffreier Atmosphäre ist keine Verbrennung mehr möglich.

Wenden wir statt einer Kerze einen Grundstoff an, der ebenfalls bekannt ist, den Phosphor. Phosphor wird wegen seiner Leichtentzündlichkeit unter Wasser aufbewahrt. Verbrennt man ein Stückchen von ihm in einem Schälchen, das auf der Wasseroberfläche eines Waschbeckens schwimmt, und bedeckt man das Schälchen mit einer Glasglocke, so wird der Phosphor so lange weiterbrennen, bis der Sauerstoff der Luft in der Glasglocke verbraucht ist. Ist der Sauerstoff zur Neige gegangen, so wird der Phosphor erlöschen, und die Glocke ist mit einem weißen Nebel angefüllt, der eine Verbindung des Phosphors mit Sauerstoff ist und sich allmählich in dem Wasser löst. Da der Sauerstoff in der neuen Verbindung, in dem Phosphorsauerstoff einen wesentlich geringeren Raum einnimmt als vorher in der Luft, so werden wir beobachten, daß ein Teil des Wassers vom Waschbecken in die Glocke eingedrungen ist, und zwar so viel, als Sauerstoff ursprünglich dem Raume nach vorhanden war.

Jede Verbrennung ist nichts anderes als eine Vereinigung des brennbaren Stoffes mit Sauerstoff.

Es treten jedoch auch Vereinigungen mit Sauerstoff auf, die nicht von einer Flammenbildung begleitet sind. Eine Reihe von Metallen verändern sich an der Luft. Sie „oxydieren". Unter Oxydation versteht man die Vereinigung einer Substanz mit dem Sauerstoff.

Mit anderen Grundstoffen verbunden kommt der Sauerstoff recht häufig in der Natur vor. Der Kieselstein, der Kalk, die Kohlensäure, alle unsere Nährstoffe, die Eiweißstoffe sowohl wie

die Fette und Zuckerarten enthalten Sauerstoff. Ohne Sauerstoff ist auch unser eigenes Leben unmöglich. In unseren Geweben ist er mit anderen Elementen verbunden in reichlicher Menge vorhanden.

Bemerkenswert ist ein dem Sauerstoff seiner Natur nach ähnliches Gas, das Ozon, das aus Sauerstoff entsteht, wenn wir ihn elektrischen Schwingungen aussetzen. Schlägt zum Beispiel durch die sauerstoffhaltige Luft der elektrische Funke, so werden wir schon mit unserem Geruchsorgan die Bildung des Ozons feststellen können, denn es hat einen eigentümlichen scharfen Geruch. Weil das Ozon die Eigenschaften des Sauerstoffs gewissermaßen in verstärkter Form besitzt, nennt man das Ozon auch aktiven Sauerstoff. Frei kommt es in der Natur hauptsächlich nach Gewittern vor. In der Technik ist das Ozon bereits wichtig geworden als Ergänzung von Lüftungsanlagen, zur Bleichung von Gewebestoffen, zur Reinigung von Stärke. Tabake können durch Ozonbehandlung verbessert werden, und Spirituosen nehmen nach der Ozonisierung schneller bei der Lagerung das gewünschte Aroma an.

Welche Stoffe haben wir nun außer dem Sauerstoff noch in der Luft? In 100 Gramm Luft sind 23,2 Gramm Sauerstoff, 75,5 Gramm Stickstoff und 1,3 Gramm Argon sowie geringe Beimengungen von Wasserdampf und Kohlensäure enthalten. Ein Liter trockene Luft hat ein Gewicht von 1,29 Gramm.

Der Hauptbestandteil der Luft ist also der Menge nach der **Stickstoff**, der aber in seiner freien, von anderen Elementen losgelösten Form keine Bedeutung für unseren menschlichen Körper hat.

Der Stickstoff (N) ist ein durchsichtiges, geruch- und geschmackloses Gas. Bei — 194 Grad verflüssigt sich der Stickstoff und wird bei — 214 Grad fest.

Er kann aus der Luft gewonnen werden, indem man letztere von den anderen Gasen befreit. Leitet man Luft zum Beispiel durch Kalilauge, so wird die Kohlensäure festgehalten, und mit Schwefelsäure kann die Luft vom Wasserdampf befreit werden. Aus der Luft ist ein Gemisch von Sauerstoff und Stickstoff geworden. Leitet man dieses Gemisch über glühende Kupferspäne, so verbindet sich das Kupfer mit dem Sauerstoff zu Kupferoxyd, während der Stickstoff allein dem Apparat entweicht.

Auch durch Erwärmen von salpetrigsaurem Ammonium kann man den Stickstoff erhalten.

Im Haushalt der Natur spielt der Stickstoff eine sehr große Rolle. Nicht etwa in freier Form, der Stickstoff wirkt, wie sein Name besagt, erstickend, sondern gebunden an andere Grundstoffe. Stickstoff ist in der Substanz enthalten, die die wichtigste ist für alle Lebewesen, im Protoplasma, in den Eiweißstoffen.

Die Stickstoffaufnahme des Pflanzenkörpers erfolgt in Form von salpetersauren Salzen (Nitraten). Bei den Hülsenfrüchtlern (Leguminosen), wie Erbse, Bohne und andere, finden wir jedoch als Zwischenträger des Luftstickstoffs eine Art von Bakterien, die an den Wurzeln dieser Pflanzen schmarotzen und den Stickstoff der Luft aufzunehmen vermögen. Sie wandeln ihn um in eine schleimige Substanz, die durch die Verarbeitung dieser Stickstoffbakterien noch andere Grundstoffe enthält. Der Schleim wird von den Leguminosen gierig aufgenommen.

Die Wichtigkeit genügender Stickstoffzufuhr hat in den letzten Jahren Veranlassung gegeben, die Lösung eines Problems zu versuchen, nämlich die Nutzbarmachung des Luftstickstoffs zu Düngezwecken.

Dies gelang durch die Herstellung des Kalkstickstoffs, der ein gutes Düngemittel ist. Man leitet Luftstickstoff über geschmolzenes Calciumcarbid (denselben Stoff, der durch Wasserzusatz Azetylengas [Seite 80] gibt) oder läßt das Calciumcarbid gleichzeitig mit dem Einleiten von Stickstoff sich bilden, indem man nämlich letzteren in ein im elektrischen Ofen erwärmtes Gemisch von Kalk und Kohle führt. Der Kalkstickstoff führt die wissenschaftliche Bezeichnung Calciumcyanamid.

Wir haben die Hauptbestandteile der Luft kennen gelernt und wollen nun noch hören, wie man die Luft verflüssigt. Linde baute als erster einen Apparat, mit dem dieses Problem gelöst war. In diesem Apparat wird die Luft auf 200 Atmosphären Druck gepreßt, sodann entspannt, wobei sie sich abkühlt. Diese kühle Luft wird wiederum gepreßt, wieder entspannt. Dies wiederholt sich einigemal, wodurch ihre Verflüssigung erreicht wird.

Die flüssige Luft ist eine schwach bläuliche Flüssigkeit. Zur Aufbewahrung der flüssigen Luft bedient man sich der Dewarschen Flasche, einem Gefäß mit Doppelwand. Der Raum zwischen den beiden Wandungen wurde luftleer gemacht und die innere Flaschenwand mit einem Spiegelüberzug versehen, wodurch die Wärmestrahlung vermindert wird.

Aus der flüssigen Luft verdunstet zuerst der Stickstoff und dann der Sauerstoff. Man verwertet aus diesem Grunde technisch die flüssige Luft auch zur Sauerstoff- und Stickstoffgewinnung. Der Sprengstoff „Oxyliquit" enthält als wesentlichen Bestandteil flüssige Luft.

Von den vielen schönen Versuchen, die man mit flüssiger Luft ausführen kann, seien folgende hervorgehoben: Gießt man flüssige Luft in ein gewöhnliches Glasgefäß, so tanzen die Tropfen hin und her. Quecksilber in ein Glas mit flüssiger Luft gebracht, gefriert sofort und wird dabei so fest, daß man es wie einen Nagel in die Wand schlagen kann. Ein Schlauch aus Kautschuk gefriert in flüssiger Luft zu einer harten spröden Masse, die man mit dem Hammer in Stücke schlagen kann. Ebenso werden Blumen, Früchte, Fleisch steinhart.

Die Säuren.

Man hat dem Sauerstoff seinen Namen gegeben, weil man bei seiner Entdeckung glaubte, daß er in allen Säuren enthalten sei.

Diese Ansicht hat sich als irrig herausgestellt. Es gibt Säuren, die keinen Sauerstoff enthalten, zum Beispiel Salzsäure, die aus Wasserstoff und Chlor besteht.

Alle Säuren enthalten jedoch Wasserstoff. Wir sahen beim Wasserstoff, daß er aus Säuren dargestellt werden kann, wenn diese mit Metallen zusammengebracht werden. Wir können unter Säuren demnach Wasserstoffverbindungen verstehen, deren Wasserstoff durch Metalle befreit werden kann.

An was kann man außerdem erkennen, ob ein Stoff eine Säure ist oder nicht?

Die Geschmacksprüfung, die Untersuchung, ob ein Stoff sauer oder süß schmeckt, ist in der Regel deshalb nicht angebracht, weil ja beim Schmecken die betreffenden Stoffe mit unserem Körper in Berührung kommen, und zwar mit den sehr empfindlichen Schleimhäuten.

Man bedient sich wegen diesen Gefahren, die auch in der Giftigkeit mancher Substanzen liegen, anderer Mittel, die genauer und leichter zu handhaben sind. Das wichtigste Erkennungsverfahren, ob ein Stoff saure Eigenschaften hat oder nicht, ist die Prüfung mit Lackmuslösung. Lackmus ist ein blauer Farbstoff, der in verschiedenen niederen Pflanzen (Flechten) enthalten ist und in Wasser sich zu einer blauen Flüssigkeit löst. Bringt man Spuren einer sauren Flüssigkeit zu dieser Lackmuslösung, so färbt sich letztere rot.

Um die Handhabung noch mehr zu erleichtern, wendet man oft an Stelle von Lackmuslösung Fließpapierstreifen an, die mit dieser Lösung blau gefärbt wurden, sogenanntes blaues Lackmuspapier.

Es soll schon hier erwähnt werden, daß die Laugen wesentlich andere Eigenschaften zeigen als die Säuren. Laugen verändern blaues Lackmuspapier und blaue Lackmuslösung nicht.

Dagegen rufen sie in Lackmuslösung, die durch ein Tröpfchen Säure rot gefärbt wurde, einen Farbenwechsel hervor. Sie machen nämlich rote Lackmuslösung und rotes Lackmuspapier blau.

Man nennt die Stoffe, mit deren Hilfe es gelingt, zu entscheiden, ob saure oder laugenhafte (basische) Eigenschaften vorhanden sind, Indikatoren.

Außer der Lackmuslösung, die die wichtigste ist, gibt es noch andere. Cochenille, in verdünntem Alkohol gelöst, wird durch Säuren gelbrot, durch Laugen violett gefärbt, Rosolsäure (Korallin), in Alkohol gelöst, nimmt durch Säuren eine gelbe Farbe an, durch Laugen eine rote, Phenolphthalein, in Alkohol gelöst, wird durch Säuren nicht verändert, durch Laugen dagegen kräftig rot gefärbt, Methylorange, in Wasser gelöst, wird durch Säuren (Mineralsäuren, wie Schwefelsäure, Salzsäure) rot, durch Laugen gelb.

Zu den wichtigsten Säuren gehört die **Salzsäure**, welche aus Wasserstoff und Chlor besteht. In der Technik wird sie hauptsächlich als Nebenprodukt bei gewissen Industrien gewonnen, unter anderem bei der Herstellung von Sulfat zur Sodafabrikation. Man läßt hierbei auf Kochsalz Schwefelsäure einwirken, wodurch einerseits das gewünschte schwefelsaure Natrium (Sulfat) sich bildet, andererseits Salzsäure, die in Gasform entweicht und in Wasser eingeleitet wird.

Von weiteren wichtigen Verfahren zur Salzsäureherstellung ist hervorzuheben, daß auch bei der Verarbeitung der bei Staßfurt in reichlicher Menge vorkommenden Kalisalze als Nebenzweig die Salzsäurefabrikation sich angegliedert hat. Beim Auslaugen der Kalisalze zum Zwecke der Gewinnung von Chlorkalium, das zu Düngezwecken und zur Kalisalpeterherstellung Verwendung findet, benützt man Chlormagnesium, das nachher als Abfallauge den Betrieb verläßt. Dampft man diese Abfallauge ein und erhitzt den trockenen Rückstand unter gleichzeitiger Einleitung von Wasserdampf, so entsteht neben Magnesiumoxyd Salzsäure.

Salzsäure bildet sich ferner aus den Grundbestandteilen von Wasserstoff und Chlor. Mischt man diese beiden Gase, so hat man ein explosionsfähiges Gasgemenge ähnlich dem Knallgas vor sich, das sogenannte Chlorknallgas. Entzündet man das

Chlorknallgas, so gehen die beiden Elemente Wasserstoff und Chlor unter heftigem Knall eine chemische Verbindung miteinander ein. Es entsteht Chlorwasserstoff, der sich in Wasser zu Salzsäure auflöst. Merkwürdig ist, daß das Chlorknallgas sich durch bloße Belichtung entzünden kann.

Die Salzsäure findet zu einer Reihe von chemischen Prozessen Verwendung, unter anderem zur Darstellung des Chlorkalks, des Leims, zu gewissen künstlichen Farbstoffen. Im Haushalt wird sie zuweilen wegen der metallösenden Eigenschaften zum Reinigen von Geschirren benützt. Da sie sehr giftig ist, so ist beim Arbeiten mit ihr Vorsicht angebracht.

Eine andere wichtige Säure ist die **Schwefelsäure,** welche aus Wasserstoff, Sauerstoff und Schwefel besteht.

Verbrennt Schwefel in Luft, so nehmen wir bekanntlich einen scharfen Geruch wahr. Dieser Geruch rührt von dem Gas her, das beim Brennen des Schwefels entsteht und das eine Verbindung des Schwefels mit dem Sauerstoff der Luft ist, sogenanntes Schwefeldioxyd. Leitet man dieses Gas in Wasser, so wird es von dem Wasser aufgesogen unter Bildung von *schwefliger Säure*, die den gleichen Geruch aufweist, wie er beim Brennen des Schwefels entsteht. Da der schwefligen Säure bakterientötende Eigenschaften zukommen, so wird sie zuweilen zum Reinigen und Desinfizieren der Fässer verwendet.

Die schweflige Säure enthält wie die Schwefelsäure Wasserstoff, Sauerstoff und Schwefel, jedoch in anderen Mengenverhältnissen, sie ist nicht so sauerstoffreich wie die Schwefelsäure. Um aus der schwefligen Säure Schwefelsäure zu machen, müssen wir der ersteren noch Sauerstoff zuführen. Der Sauerstoff verbindet sich jedoch nicht ohne weiteres mit der schwefligen Säure. Als Vermittler benutzt man in den Bleikammern, in denen die Schwefelsäurebildung vor sich geht, salpetrige Säure und Wasserdampf.

Bei der Schwefelsäurefabrikation geht man der Rentabilität halber nicht von Schwefel als solchem aus, sondern von Mineralien, welche Schwefel enthalten, zum Beispiel Eisenkies (Pyrit), der aus Eisen und Schwefel besteht. Beim Rösten dieser Kiese entweicht dasselbe Gas, das beim Brennen des Schwefels entsteht, Schwefeldioxyd.

Der Kammerschwefelsäure macht neuerdings ein Verfahren erfolgreich Konkurrenz, das als Kontaktverfahren zu bezeichnen ist. Bei diesem Verfahren wird das Schwefeldioxyd mit Sauerstoff durch Berührung mit gewissen Substanzen (Kontaktsubstanzen) vereinigt, und es geht ein Stoff hervor (Schwefelsäureanhydrid), der durch Behandeln mit Wasser zu Schwefelsäure wird. Durch Verwendung von mehr oder weniger Wasser hat man es in der Hand, die verschiedensten Konzentrationen von Schwefelsäure zu gewinnen. Als Kontaktsubstanzen, die allein durch ihre Anwesenheit wirksam sind, ohne sich hierbei selbst zu verändern, dienen Platin und nunmehr besonders Vanadinverbindungen, mit denen man Asbest tränkt.

Die Schwefelsäure ist eine sehr starke Säure. In reinem Zustand ist sie eine wasserklare schwere Flüssigkeit. Stoffe, die Kohlenstoff gebunden enthalten, wie Zucker, Kork, kann sie verkohlen. Die Schwefelsäure zieht Wasser an (ist hygroskopisch) und vermischt sich mit Wasser unter Wärmebildung. Beim Verdünnen der Schwefelsäure hat man darauf Rücksicht zu nehmen, daß man nie Wasser in Schwefelsäure schüttet, sondern umgekehrt die Schwefelsäure in dünnem Strahl in Wasser fließen läßt, da sonst leicht ein Spritzen der Schwefelsäure eintritt.

Die Verwendung der Schwefelsäure ist eine außerordentlich vielfache. Die Sodafabrikation, die Fabriken zur Herstellung von verschiedenen Säuren, von Sprengstoffen, von Farbstoffen, von Kunstdünger benötigen sie.

Die **Salpetersäure,** die auch den Namen Scheidewasser führt, wird durch Einwirkenlassen von Schwefelsäure auf Natronsalpeter (Chilisalpeter) gewonnen. Die Salpetersäuredämpfe werden in Kühlvorrichtungen verdichtet, verflüssigt.

Neuerdings geht man darauf aus, andere Verfahren zur Salpetersäureherstellung auszubauen, zum Beispiel unter Verwendung von Ammoniak und Luft als Rohmaterialien, weil natürlich der Verbrauch von Chilisalpeter ein außerordentlich großer ist, andererseits die Lager des Salpeters keine unerschöpflichen sind.

Wird Ammoniak, das aus Wasserstoff und Stickstoff besteht, mit Luft über glühendes Platin geleitet, so entsteht Salpetersäure.

Noch wichtiger als dieses Verfahren ist das der *elektrischen Luftstickstoffverbrennung*. Läßt man in einem Gemisch

gleicher Teile von Sauerstoff und Stickstoff oder durch Luft allein bei einer Temperatur von 80 Grad elektrische Entladungen vor sich gehen, so bildet sich Salpetersäure. Namentlich hat sich das Birkeland-Eydesche Verfahren bewährt, bei dem der Flammenbogen eines Wechselstroms durch ein magnetisches Feld verteilt wird, wobei die Verbrennung des Luftstickstoffs unschwer vonstatten geht. Die Verbrennungsprodukte geben mit Wasser Salpetersäure.

Die Salpetersäure hat einen stechenden Geruch und wirkt stark zersetzend. Hauptsächlich wird sie zur Schwefelsäurefabrikation, zur Herstellung von Teerfarben und Explosivstoffen verwendet.

Die **Kohlensäure** entweicht an einzelnen Stellen der Erde. Sie wird zu einem großen Teile aufgefangen und kommt als natürliche Kohlensäure in den Handel.

Man kann die Kohlensäure auf chemischem Wege gewinnen, indem man kohlensauren Kalk mit Salzsäure übergießt. Nach entsprechender Reinigung ist auch diese Kohlensäure Handelsprodukt.

Ein Verfahren, zu dem als Ausgangsmaterial möglichst reine Kohle (Gaskoks) verwandt wird, besteht darin, daß man die Kohle in besonderen Öfen verbrennt. Hierbei entsteht eine Verbindung von Kohle und Sauerstoff, Kohlendioxyd, das in Wasser eingeleitet zu Kohlensäure wird. Zur Reinigung des bei der Verbrennung entstehenden Gases wird dieses zuerst in kalte Sodalösung gepreßt, wobei sich doppeltkohlensaures Natrium bildet, während die verunreinigenden Gase entweichen. Erhitzt man diese doppeltkohlensauren Verbindungen, so bildet sich aus ihnen bei 100 Grad wieder Kohlensäure.

Um die Kohlensäure leichter transportieren zu können, wird sie in flüssigen Zustand übergeführt, was durch starken Druck und Abkühlung gelingt. Als Flaschen verwendet man Stahlflaschen.

Alle brennenden Gegenstände ersticken in Kohlensäure, da diese die Verbrennung nicht unterstützt. Auf dieser Tatsache beruht auch ihre Verwendung zu Feuerlöschzwecken.

Andere chemische Feuerlöschmittel werden dem zur Löschung benutzten Wasser zugesetzt. Sie verkrusten auf dem brennenden

Gegenstand und werden durch dessen Wärme in feuererstickende Gase umgewandelt. Man verwendet Mischungen von Kochsalz und Salmiak, Kochsalz und Soda, Alaun und Wasserglas und andere.

Die jetzt so gebräuchlichen Gasspritzen enthalten Sodalösung und von dieser abgeschlossen Schwefelsäure. Beim Gebrauch einer solchen Spritze strömt im Apparat die Schwefelsäure zur Sodalösung, wodurch Kohlensäure entsteht, die das Wasser mit kräftigem Druck ausströmen läßt. Auch Füllungen mit flüssiger Kohlensäure werden zuweilen gemacht.

Die Laugen (Basen).

Bereits bei den Säuren haben wir sie erwähnt und ihr Verhalten gegenüber rotem Lackmus angeführt, den sie blau färben.

Die **Natronlauge** ist eine Lösung von Natriumhydrat (Ätznatron, kaustische Soda) in Wasser. Dieses Ätznatron wird vielfach benutzt in der Farbenfabrikation, der Papier- und Textilindustrie und läßt sich aus Soda durch Kaustizieren gewinnen, das heißt durch Behandeln mit gelöschtem Kalk und Abdampfen.

Größere Bedeutung errang das Verfahren der Zerlegung von Kochsalz mit Hilfe des elektrischen Stromes, die sogenannte elektrolytische Gewinnung der kaustischen Soda. Man gewinnt hierbei aus dem Kochsalz, das aus Natrium und Chlor besteht, einerseits Chlor, andererseits Natrium. Das Natrium vereinigt sich bei der Ausscheidung mit Wasser zu Natronlauge. In einigen Betrieben sucht man das bei der elektrischen Zerlegung des Kochsalzes (Elektrolyse) sich bildende Natrium an Quecksilber zu Natriumquecksilber (Natriumamalgam) zu binden, das beim Behandeln mit Wasser Quecksilber und Natronlauge gibt.

In ähnlicher Weise kann aus Chlorkalium **Kalilauge** gewonnen werden.

Beide, Kalilauge und Natronlauge, sind sehr starke Laugen. Bringt man Spuren davon an die Finger, so quillt die Haut zu einer schleimigen Masse auf, was bei der Berührung ein seifenartiges Gefühl hervorruft. Fette, Horn und anderes werden von ihnen leicht gelöst.

Leitet man Ammoniak in Wasser, so kommt man zu einer schwächeren Lauge, zum **Salmiakgeist.** Man stellt Ammoniak (eine Verbindung von Stickstoff und Wasserstoff) aus dem Gaswasser der Leuchtgasfabriken her. Behandelt man nämlich das Gaswasser mit gelöschtem Kalk (Kalkmilch) und erwärmt dieses Gemenge, so entweicht Ammoniakgas, das man in Wasser leitet. Auch aus Braunkohle und Torf kann Ammoniak gewonnen werden.

Der Salmiakgeist ist eine nach Ammoniak riechende klare Flüssigkeit, die wegen ihrer fett- und schmutzlösenden Eigenschaften als Reinigungsmittel im Haushalt Verwendung findet. Ammoniak spielt weiterhin in der Fabrikation von Lacken und Farben, in der Bleicherei und Zeugdruckerei eine Rolle. Ferner ist dieser Stoff für die Kälteindustrie wichtig geworden.

Den **gelöschten Kalk** müssen wir zu den Laugen zählen, es ist die Calciumlauge, bestehend aus Calcium, Sauerstoff und Wasserstoff. Brennt man den gewöhnlichen Kalk, der als kohlensaurer Kalk ganze Gebirgszüge bildet (Marmor, Muschelkalk, Kreide), so entweicht der kohlensaure Bestandteil und es bleibt eine Verbindung zurück, die nur noch aus Calcium und Sauerstoff besteht, der sogenannte gebrannte Kalk (Calciumoxyd). Übergießt man den gebrannten Kalk mit Wasser, so bildet sich der gelöschte Kalk, der laugenhaften Charakter hat und durch die Kohlensäure der Luft in weißen unlöslichen kohlensauren Kalk übergeht.

Man kann dies sehr leicht erkennen, wenn man in ein Gefäß, in dem sich der gelöschte Kalk, die Kalkmilch, befindet, mit einer Glasröhre hineinbläst. Es entsteht eine weiße Trübung, die sich zu Boden setzt, verursacht von kohlensaurem Kalk. Wir atmen ja ständig Kohlensäure aus, und diese ausgeatmete Kohlensäure hat sich mit dem Ätzkalk verbunden.

In der Praxis macht man sehr oft Gebrauch von dieser Erscheinung. Die Anwendung des Mörtels zu Bauzwecken beruht hierauf. Man unterscheidet Luftmörtel, die an der Luft hart werden, und hydraulische Mörtel, welche sich auch im Wasser festigen. Zu ersterem verwendet man gelöschten Kalk und Sand, die beide zu einem dicken Brei angerührt werden. Die Kohlensäure der Luft erhärtet allmählich den Mörtel, indem sie sich mit dem Ätzkalk zu kohlensaurem Kalk verbindet.

Dies tritt jedoch nur dann ein, wenn der Mörtel nicht unter Wasser liegt. Ist dies der Fall, so hat man hydraulischen Mörtel anzuwenden, dessen wirksame Bestandteile die Zemente sind.

Die Zemente werden eingeteilt in 1. Portlandzement, 2. Romanzement, 3. hydraulischen Kalk (Wasserkalk) und 4. Puzzolan- und Schlackenzemente.

Der wichtigste hydraulische Mörtel ist der Portlandzement. Nach der Begriffserklärung des Vereins deutscher Portlandzementfabrikanten ist unter Portlandzement ein Produkt zu ver-

stehen, das entstanden ist durch Brennen einer innigen Mischung von kalk- und tonhaltigen Materialien als wesentlichsten Bestandteilen bis zur Sinterung (körniger Zerfall) und darauffolgender Zerkleinerung bis zur Mehlfeinheit. Als Rohstoffe werden in erster Linie Kalkmergel und Kreide verwendet. Der Ton soll möglichst keinen Sand enthalten.

Zu Bauzwecken wird dem Zement Quarzsand beigemengt.

Unter Beton ist ein Gemenge von Zementmörtel mit Kies zu verstehen.

Ganz anderen chemischen Charakter besitzt der auch als Mörtelmaterial Verwendung findende **Gips**, der aus Calcium, Schwefel und Sauerstoff besteht, eine Verbindung der Schwefelsäure, schwefelsaures Calcium darstellend.

Gips enthält in natürlichem Zustand Wasser, das man aus ihm durch Erwärmen vertreiben kann. Ist die Erwärmung nicht über 180 Grad gegangen, so erhält man ein Pulver (Stuckgips), das mit Wasser verrührt in kürzester Zeit hart wird, jedoch nicht so hart wie der Estrichgips, bei dessen Herstellung der Gips auf 1000 Grad erhitzt wurde. Solcher Gips erhärtet langsam, bildet aber nach dem Hartwerden eine außerordentlich dichte und feste Masse.

Noch zu einem anderen für Bauzwecke wertvollen Material benötigt man den Kalk. Nach langwierigen Versuchen gelang es, aus einem Gemisch von Sand und Kalk einen künstlichen Stein zu machen, den Kalksandstein, der einen guten Ersatz für die Tonziegel bietet, bei deren Fabrikation man von der Jahreszeit und der Witterung abhängig ist. Sand wird zum Zwecke der Kalksandsteinherstellung mit 7 bis 10 Prozent gelöschtem Kalk vermengt, angefeuchtet und hernach zu Ziegeln gepreßt. Durch mehrstündiges Erhitzen, bei dem eine bestimmte Feuchtigkeit eingehalten werden muß, kommt man zu einem porösen Stein, der große Festigkeit besitzt. Da er feuerfest ist, so verwendet man ihn auch zu Dampfkesseleinmauerungen. Verzieht man den Kalksandstein zuletzt noch mit einem Glasurüberzug, der beim Brennen schmilzt und mit den Bestandteilen des Kalksandsteins sich vereinigt, so ist eine Veränderung des Steines durch Feuchtigkeit ausgeschlossen.

Die wichtigsten Salze.

Wir haben bei den Laugen, insonderheit beim gelöschten Kalk gesehen, daß er mit der Kohlensäure der Luft eine Verbindung eingeht und dabei kohlensauren Kalk bildet.

Alle Laugen können sich mit Säuren vereinigen. Dabei entstehen immer Produkte, die nicht mehr als Säuren und nicht mehr als Laugen anzusehen sind. Es ist die große Gruppe der Salze.

In der Chemie versteht man also unter Salz etwas anderes als im gewöhnlichen Leben. Kochsalz ist nur ein einziger Vertreter der weitverzweigten Familie. Kochsalz besteht aus Natrium und Chlor, und wir können es entstehen lassen, wenn wir Natronlauge und Salzsäure zusammenbringen. Das Chlor der Salzsäure verbindet sich mit dem Natrium der Natronlauge zu Chlornatrium, zu Kochsalz. Der Wasserstoff der Salzsäure gibt dabei noch mit den übrigen Bestandteilen der Natronlauge Wasser.

In der Chemie drückt man diesen Vorgang kürzer aus, indem man schreibt:

Natronlauge + Salzsäure = Kochsalz + Wasser

oder indem man die kurzen Bezeichnungen für die in ihnen enthaltenen Grundbestandteile aufschreibt:

$$Na\,O\,H + H\,Cl = Na\,Cl + H_2\,O.$$

Man bezeichnet einen solchen kurzen Ausdruck eines chemischen Vorganges als chemische Formel.

Das **Kochsalz** kommt als Mineral nicht selten vor und führt als solches den Namen Steinsalz. Wir können uns die Steinsalzlager entstanden denken aus eingetrockneten Meeren, die früher an Stelle der jetzigen Steinsalzlager waren. Das Meer enthält Chlornatrium in reichlicher Menge, und noch jetzt wird in südlichen Ländern Kochsalz durch Verdunstenlassen von Meerwasser gewonnen.

Gelangt das in den Erdboden einsickernde Wasser bei seinem Wege durch die Erdrinde auf ein Steinsalzlager, so kann es sich mit diesem Stoff, den es ja leicht löst, anreichern und tritt

zuweilen als Salzsole zutage, aus der es durch Verdampfen des Wassers gewonnen werden kann. Man erschließt solche Solen auch durch Tiefbohrung.

Man konzentriert die Solen zur Kochsalzgewinnung, indem man sie über Gradierwerke fließen läßt. Diese Gradierwerke bestehen aus Holzgerüsten, in denen Reisig angebracht ist. Beim Überfließen der Sole über diese großen Oberflächen verdunstet ein Teil des Wassers, und viele Verunreinigungen der Sole bleiben als „Dornstein" an den Reisigbüscheln haften.

Nach dieser Vorreinigung wird die Sole in Pfannen eingedunstet, wobei sich zuerst wieder Verunreinigungen (Gips, organische Stoffe) ausscheiden.

Da der Wind von den Gradierwerken, die offen gebaut sind, Flüssigkeitströpfchen von der Sole mit sich reißt, so schwängert sich die Luft der Umgebung solcher Gradierwerke mit Kochsalz an, was für Kurzwecke mit Erfolg ausgenutzt wird.

In Deutschland besteht ein Gesetz, daß für Salz, das zu Speisezwecken verwendet wird, eine Steuer zu entrichten ist, während Viehsalz und solches, das gewerblichen Zwecken dient, von dieser Besteuerung frei ist. Um letzteres Salz für den Genuß unbrauchbar zu machen, wird es durch Zusatz von bestimmten Stoffen „denaturiert", und zwar nimmt man für Viehsalz ein Gemenge von Eisenoxyd und Wermutpulver für gewerbliche Zwecke, wenn nicht die Denaturierung durch ständige Kontrolle unnötig ist, Schwefelsäure oder Petroleum. Das Salz für Bierbrauereien wird mit Eisenvitriol oder Seifenpulver denaturiert.

Eine andere wichtige salzartige Verbindung ist die **Soda**, die aus Natronlauge mit Hilfe von Kohlensäure entstehen kann. Man bezeichnet aus diesem Grunde die Soda chemisch als kohlensaures Natrium oder Natriumkarbonat.

Technisch gewonnen wird Soda nach dreierlei Verfahren, dem Leblancprozeß, dem sogenannten Ammoniaksodaverfahren und seit wenigen Jahren auch auf elektrischem Wege. Als Rohmaterial wird bei allen diesen Verfahren Kochsalz (Chlornatrium) benutzt.

Beim Leblancprozeß wird das Kochsalz zuerst in schwefelsaures Natrium (Glaubersalz) mit Hilfe von Schwefelsäure übergeführt. Hernach wird das schwefelsaure Natrium, das kurz Sulfat genannt wird, mit Kohle und Kalkstein zusammengeschmolzen, wobei als Endprodukt Soda und eine Verbindung von Calcium mit Schwefel, das Calciumsulfid, entsteht.

Letzterer Abfallstoff der Leblancsodafabrikation wird auf Schwefel verarbeitet, was nicht ganz einfach ist. Man wandelt das Calciumsulfid zuerst mit Kohlensäure in kohlensauren Kalk und Schwefelwasserstoff um und fängt den gasförmigen Schwefelwasserstoff auf, mischt ihn mit einer bestimmten Menge Luft und leitet dieses Gemisch über glühendes Eisenoxyd, wobei sich der Schwefelwasserstoff zu Schwefel zersetzt und sein anderer Bestandteil, der Wasserstoff, mit Sauerstoff sich zu Wasser vereinigt. Wenn man dafür Sorge trägt, daß nicht überschüssige Luft zutreten kann, so verbrennt der Schwefel nicht zu dem uns bereits bekannten Schwefeldioxyd, sondern schlägt sich als feines Pulver (Schwefelblumen) nieder.

Beim Ammoniaksodaverfahren läßt man auf Kochsalz ein Gemisch von Ammoniak und Kohlensäure einwirken, wobei sich saures kohlensaures Natrium bildet, das durch Erhitzen zu Soda wird.

Die elektrolytische Sodagewinnung nimmt als Rohmaterial ebenfalls Chlornatrium, das mit Hilfe des elektrischen Stromes, wie wir bereits bei der Natronlauge sahen, in Natrium und Chlor zerlegt wird. Ersteres vereinigt sich mit Wasser zu Natronlauge. Leitet man in diese Lauge Kohlensäure ein, so bildet sich Soda.

Läßt man auf Soda Wasserdampf und Kohlensäure einwirken, so entsteht das doppeltkohlensaure Natrium (Natriumbikarbonat), das als Arzneimittel, zur Herstellung von Brausepulvern, auch zu technischen Zwecken verwendet wird.

Brausepulver stellt man sich her durch Vermischen von 26 Gewichtsteilen doppeltkohlensauren Natriums mit 24 Gewichtsteilen pulverisierter Weinsäure und 50 Gewichtsteilen gestoßenen Zuckers. Wirft man geringe Mengen dieses Pulvers in Wasser, so löst sich die Weinsäure und treibt aus dem doppeltkohlensauren Natrium die Kohlensäure aus, was ein Aufbrausen des Wassers zur Folge hat.

Ein Salz der Salpetersäure ist der **Salpeter.** Je nachdem er Kalium oder Natrium enthält, spricht man von Kali- oder

Natronsalpeter. Letzterer findet sich in hohen Erdschichten als sogenannter Chilisalpeter, aus dem der Kalisalpeter (Konversionssalpeter) durch Umsetzung mit Chlorkalium gewonnen werden kann.

Den Chilisalpeter braucht man bei der Herstellung der Schwefelsäure, der Salpetersäure, als Düngemittel und zum Einpökeln des Fleisches. Zu letzterem Zwecke kann man auch Kalisalpeter benutzen, der außerdem noch zur Herstellung von Schießpulver verwendet wird. (Seite 83.)

Bei der Salpeterherstellung geht man auch von der aus dem Stickstoff der Luft erhältlichen Salpetersäure (Seite 27) aus, die leicht mit Hilfe von Chlornatrium (Kochsalz) oder von Chlorkalium in Natron- oder Kalisalpeter übergeführt werden kann.

Von anderen wichtigen Natriumsalzen ist das zur Essigsäurefabrikation benutzte **essigsaure Natrium** anzuführen, das aus essigsaurem Calcium durch Glaubersalz und Soda bereitet wird. Das essigsaure Calcium wird erhalten durch Abstumpfen von Holzessig mit gelöschtem Kalk. Die Darstellung des Holzessigs werden wir bei den Vorgängen der Holzverkohlung (Seite 80) kennen lernen.

Zu den erwähnenswerten Kaliumsalzen gehört das **chlorsaure Kalium** (Kaliumchlorat), das wegen der Eigenschaft, seinen Sauerstoff leicht abzugeben, zu Zündhölzern, zu Feuerwerkskörpern und anderem gebraucht wird. Wir haben gesehen (Seite 19), daß durch einfaches Erhitzen der Sauerstoff aus ihm entweicht.

Man stellt das Kaliumchlorat nur noch auf elektrischem Wege durch Zerlegung von Chlorkalium her. Hierbei entstehen Chlor und Kalilauge, die in ihrer gegenseitigen Einwirkung chlorsaures Kalium geben.

Das **Chlorkalium** (Kaliumchlorid), das wir mehrfach erwähnt haben, findet sich in den sogenannten Abraumsalzen als Sylvin, mit Magnesiumchlorid verbunden als Karnallit und kann auch aus dem Kainit dargestellt werden, der aus schwefelsaurem Kalium, schwefelsaurem Magnesium und Chlormagnesium besteht.

Diese drei Mineralien finden sich hauptsächlich der Staßfurter Steinsalzschicht aufgelagert. Sie sind wegen ihres Kaligehaltes von hoher Bedeutung. Ihre Aufarbeitung ist zu einer besonderen Industrie, der Kaliindustrie, geworden.

Zur Herstellung des reinen Chlorkaliums müssen die Mineralien mit Wasser ausgelaugt werden, wobei unter Anwendung besonderer Vorsichtsmaßregeln Lösungen erhalten werden, aus denen das Chlorkalium sich in Kristallform und in reinem Zustand ausscheidet.

Die Pflanzen brauchen bekanntlich andersartige Nahrung als Tier und Mensch. Alle Lebewesen beherbergen unter den Stoffen, aus denen sie aufgebaut sind, **Kohlenstoff**, der naturgemäß in der Nahrung zugeführt werden muß.

Während die Pflanzen ihren Kohlenstoffbedarf aus der Kohlensäure der Luft decken, indem sie diese in ihren Blättern mit Hilfe der darin lagernden grünen Körnchen (Chlorophyllkörner) und unter Einwirkung des Sonnenlichtes zu zerlegen vermögen, sind die Tiere und der Mensch auf andere Kohlenstoffquellen angewiesen. Ihnen geht die Fähigkeit der Pflanze ab, die Kohlensäure zu Nahrungszwecken auszunutzen. Sie benötigen verwickeltere Kohlenstoffverbindungen, wie sie der Pflanzenleib und der Tierleib aufweist.

Verbrennen wir eine Pflanze, so werden die kohlenstoffhaltigen Pflanzenteile zerstört, und setzen wir die Verbrennung genügend lange und genügend intensiv fort, so verwandelt sich auch die zurückbleibende Kohle in ein Gas, das wir bereits kennen, in die Kohlensäure.

Alles von der Pflanze werden wir aber nicht verbrennen können, es bleibt ein kleines Häufchen von Substanzen übrig, die Asche.

Was enthält die Pflanzenasche?

Sie enthält die anderen Stoffe, die für das Wachstum der Pflanze wichtig sind, aus denen sie die Bausteine ihres Körpers bildet. Die Kenntnis dieser Stoffe ist für den Ackerbauer sehr wichtig. Denn woher nimmt die Pflanze diese Stoffe? Aus dem Boden. Wo speichert sie diese aus dem Boden gezogenen Stoffe auf? In sich, in der Frucht, im Gewebe, in den Blättern. Nehmen wir die Pflanze also weg, so nehmen wir mit ihr auch

ursprüngliche Bestandteile des Bodens weg, eben die, welche die Pflanze zu ihrem Wachstum benötigte.

Es muß, tritt dies zu wiederholten Malen ein, allmählich eine Armut an gewissen Stoffen im Boden eintreten, die für den Pflanzenwuchs ungünstige Folgen hat.

Die Düngung hat den Zweck, diese Stoffarmut zu beheben.

Liebigs klassische Untersuchungen haben uns darüber Aufschluß gebracht, welche Stoffe besonders als **Düngemittel** Verwendung finden müssen. Durch eingehende Versuche, die eine Anschauung von Jahrhunderten mit einem Male umrissen, erbrachte er den untrüglichen Beweis, daß wir in der künstlichen Düngung ein vorzügliches Mittel haben, den Ackerbau zu heben, indem wir den Boden mit entsprechender Nahrung befruchten.

Als Bestandteile der künstlichen Düngemittel kommen in erster Linie die Kalisalze, Phosphorsäure und Stickstoff in Betracht. Vom Stickstoff haben wir bereits auf Seite 21 gesprochen.

Zu den kalihaltigen Düngemitteln sind die Abraumsalze von Staßfurt zu rechnen.

Als Phosphorsäuredünger wandte man früher pulverisierte Knochen an. Die Knochen enthalten viel phosphorsauren Kalk. Neuerdings werden Stoffe benützt, die als Gestein vorkommen und in pulverisiertem Zustand gut von den Pflanzen ausgenützt werden können. Dazu gehören die in Nordamerika vorkommenden Phosphorite und Apatite, deren wirksamer Bestandteil phosphorsaurer Kalk ist.

Man führt die natürlichen Phosphorverbindungen in das sogenannte Superphosphat über mit Hilfe von Schwefelsäure, wobei sich neben phosphorsaurem Calcium auch schwefelsaures Calcium bildet. Das Gemisch beider Stoffe führt den Namen Superphosphat.

Ein wertvolles phosphorsäurehaltiges Düngemittel haben wir auch in der Thomasschlacke vor uns.

Thomasschlacke ist ein Abfallprodukt der Flußeisenfabrikation (Seite 51) und wird, nachdem sie ein Jahr gelagert hat, in pulverisierten Zustand gebracht, was man außer durch Stampfen und Mahlen auch durch Einwirkung eines starken Dampfdrucks erreichen kann.

Von stickstoffhaltigen Düngemitteln haben wir dem Natronsalpeter noch ein anderes Salz anzufügen, das schwefelsaure Ammonium. Auch stickstoffhaltige Substanzen, wie Blutmehl, Hornmehl, Fleischmehl, werden als künstliche Stickstoffquellen für Düngezwecke verwendet.

Um dem Kalk- und Kieselsäuremangel abzuhelfen, verwendet man gelöschten Kalk und kohlensauren Kalk sowie Kaliwasserglas.

Dieses **Wasserglas**, das in der Haushaltung zum Einlegen der Eier Verwendung findet (Seite 93), ist ebenfalls ein Salz, und zwar kieselsaures Kalium oder Natrium. Ersteres bezeichnet man als Kaliwasserglas, letzteres als Natronwasserglas. Wie der Name besagt, zeigt es eine gewisse Verwandtschaft mit den Glasarten, die außer Kalium und Natron noch Calcium und Schwermetalle (Blei) an Kieselsäure gebunden enthalten.

Das Natronwasserglas erhält man durch Zusammenschmelzen von 45 Gewichtsteilen Quarzpulver (bestehend aus Kieselsäure), 23 Teilen calcinierter Soda (durch Erhitzen entwässerte Soda) und 6 Gewichtsteilen Holzkohle bei hoher Temperatur. Die bei diesem Prozeß erhaltene Schmelze wird mit Wasser aufgenommen und stellt in dieser Form das Natronwasserglas dar.

Die Herstellung des Kaliwasserglases ist ähnlich, nur nimmt man statt kohlensaurem Natrium (Soda) kohlensaures Kalium (Pottasche).

Von Kaliumsalzen ist auch das **chromsaure Kalium** bekannt. Es gibt ein einfachchromsaures Kalium und ein doppeltchromsaures Kalium. Das erstere, das zur Herstellung von Farben benützt wird, ist gelb gefärbt, während das doppeltchromsaure Kalium (Kaliumbichromat) rot aussieht und vielfache Verwendung als Beize, in der Photographie, zum Füllen der galvanischen Elemente findet. Man gewinnt es durch Rösten von geglühtem Chromeisenstein mit gebranntem Kalk und Pottasche. Das auf diese Weise erhaltene Produkt wird mit einer Lösung von Pottasche in Wasser behandelt und sodann mit Schwefelsäure versetzt. Es bilden sich hernach die charakteristischen Kristalle des Kaliumbichromats.

Ein sehr giftiges bekanntes Kaliumsalz ist das **Cyankalium**, bestehend aus Kalium, Kohlenstoff und Stickstoff. Nach den neueren Verfahren stellt man es durch Glühen von Holzkohle

und Pottasche her, wobei man über diese Masse Ammoniak, das den Stickstoff enthält, leitet. Die geschmolzene Masse gibt nach der Behandlung mit Pottaschelösung das giftige Cyankalium.

Man sucht bei anderen Verfahren auch den Stickstoff der Luft für die Cyankaliumgewinnung zu verwerten.

Ein ebenfalls bekanntes Kaliumsalz ist das **übermangansaure Kalium**, das die Grundbestandteile Kalium, Mangan und Sauerstoff enthält. Wegen seiner Eigenschaft, den Sauerstoff leicht abzugeben, bildet es ein wirksames Oxydationsmittel. Es tötet auch Bakterien schnell ab und wird aus diesem Grunde vielfach als Desinfektionsmittel verwendet. Zur Herstellung mischt man Kalilauge mit chlorsaurem Kalium und Braunstein (bestehend aus Mangan und Sauerstoff), dampft das Gemisch ein und schmilzt den Rückstand. Die Schmelze wird mit Wasser gekocht, wobei man Kohlensäure einleitet. Dadurch geht das in der Schmelze vorhandene einfachmangansaure Kalium in übermangansaures Kalium über, was man auch durch Einleiten von Ozon erreichen kann.

Natrium und Kalium zählt man zu den sogenannten Alkalimetallen. In die Gruppe der Erdkalimetalle gehört das Calcium, vom dem wir einige Verbindungen schon kennen gelernt haben.

Die wichtigsten Verbindungen des Calciums sind der **kohlensaure Kalk** und der **schwefelsaure Kalk** (Gips). Ersterer findet sich in großer Menge frei in der Natur vor.

Wenn wir Gelegenheit haben, in Steinbrüchen zu verweilen, deren Gestein der Geologe zu der Erdperiode Jura rechnet, so werden uns fast immer Gebilde auffallen, die versteint sind und merkwürdige Formen haben. Wir werden schneckenähnliche „Versteinerungen" finden, auch fingerähnliche Gebilde. Erstere führen den Namen Ammoniten, letztere, die Teufelsfinger, Belemniten.

Aus was bestehen diese sonderbaren Gebilde? Es sind die Zeugen des Lebens in längstvergangenen Jahrtausenden. Es sind die Schalen von uralten Lebewesen, die ihrer Form nach wenige oder gar keine Vertreter in der Lebewelt unserer Tage haben. Die Schalen dieser Tiere, die einst in weiten, weiten

Meeren lebten, welche jetzt zu Land geworden, bestanden zu Lebzeiten aus kohlensaurem Kalk. Starb ein Tier, so senkte sich die Schale auf den Meeresboden, das Tier verweste, nur die Schale blieb übrig.

Durch kohlensäurehaltiges Wasser kann kohlensaurer Kalk aufgelöst werden. Ein großer Teil der Schalen wurde in der Tat gelöst und war nun im Wasser als doppeltkohlensaurer Kalk enthalten. In dieser Form trägt das Quellwasser den Kalk. Kochen wir solches Wasser, das doppeltkohlensauren Kalk enthält, so entweicht ein Teil der Kohlensäure in ihm, und es entsteht wieder der unlösliche einfachkohlensaure Kalk, welcher sich in unserem Kochgefäß als Kesselstein ansetzt.

In der gleichen Weise müssen wir uns den Vorgang in der Natur denken. Kohlensäurehaltiges Wasser löste die meisten Schalen der Ammoniten auf, und nach dem Entweichen der Kohlensäure fiel der kohlensaure Kalk als feiner Staub nieder, der sich allmählich anhäufte und durch die überlagernden Schichten einem starken Druck ausgesetzt war, wodurch die ganze Masse zu Stein erstarrte.

Einzelne Schalen wurden zufällig nicht gelöst. Sie sind die Versteinerungen, welche uns Kunde geben von längst vergangenen Zeiten, in denen kein Mensch die Erde bewohnte.

Fast gleich häufig in der Natur ist das schwefelsaure Calcium, der Gips, der in natürlichem Zustand Wasser gebunden enthält, das er durch Erwärmen abgibt. (Seite 32.)

Der bereits erwähnten Verwendung des Gipses zu Abgüssen ist nachzutragen, daß man die Gipsabgüsse durch Behandeln mit verschiedenen Stoffen zu konservieren sucht. Man benützt hierzu Wachslösungen, mit Erfolg auch Zaponlack. (Seite 71.)

Dem Calcium in vielem ähnlich erweist sich eine Klasse von chemischen Verbindungen, welche Barium enthalten. Als wichtigste ist das **schwefelsaure Barium**, der Schwerspat anzuführen, der wegen seiner Schwere und weißen Farbe zuweilen zum Verfälschen von Mehl benützt wird.

Eine wichtige salzartige Verbindung organischer Natur, ein Stoff also, der Kohlenstoff enthält, ist die **Seife**, die aus Fetten und Ölen abscheidbar ist. Fette und Öle sind Verbindungen von Fettsäuren mit Glyzerin. Behandelt man diese Fette und

Öle mit Ätzalkalien, zum Beispiel mit Natronlauge, Kalilauge oder Kalkmilch, so verbindet sich die Fettsäure mit Bestandteilen der Laugen zu Seifen, es entstehen fettsaure Salze. Man bezeichnet die Spaltung der Fette mittels Laugen als Verseifung. Von Ölen, die zur Seifenbereitung Verwendung finden, seien genannt das Kokosöl, das Sesamöl, das Erdnußöl, das Leinöl, das Stearinöl (Ölsäure), wobei häufig Zusätze von Fichtenharz gemacht werden.

Eine besondere Art der Verseifung ist die Karbonatverseifung, bei der unter hohem Druck die Fette in Fettsäuren und Glyzerin gespalten werden. Das Glyzerin wird von den Fettsäuren getrennt und diese mit Soda oder Pottasche zu den entsprechenden fettsauren Salzen, das heißt den Seifen umgewandelt. Wendet man Pottasche an, die aus kohlensaurem Kalium besteht, so gelangt man zu den Kaliseifen (weiche Seifen, Schmierseifen), bei Verwendung von Soda (kohlensaures Natrium) erhält man die harten Seifen, die Natronseifen.

Glas und Ton. Künstliche Edelsteine.

Eine besondere Art von Salz ist das **Glas**. So merkwürdig es klingt, Glas ist tatsächlich eine Salzart. Es ist eine kieselsaure Verbindung, der je nach den Eigenschaften des Glases, das man erzielen will, verschiedene Stoffe beigemengt sind.

Die Herstellung des Glases ist längst bekannt. Schon die alten Ägypter zur Pyramidenzeit hatten Glasgeräte. Glashütten in den böhmischen und bayerischen Wäldern finden sich seit dem zehnten Jahrhundert.

Zu den Rohmaterialien der Glasfabrikation ist die Kieselsäure zu rechnen, ferner die sogenannten Flußmittel und die Entfärbungs- beziehungsweise Färbungsmittel.

Die Gläser werden in zwei große Gruppen eingeteilt, in Kalkgläser und Bleigläser. Zu den üblichen Glasgeräten, wie Flaschen, Spiegeln, Fensterscheiben und anderes, verwendet man Kalkgläser. Diese Kalkgläser werden nach ihrer Zusammensetzung unterschieden in Kaligläser und Natrongläser. Ihr Kieselsäuregehalt kann sehr verschieden sein. Fernerhin gibt die Art der Glasherstellung Unterscheidungsmöglichkeiten. Ist das Glas nur mit der Pfeife geblasen, so spricht man von Hohlglas, wurde es nach dem Blasen mit der Pfeife zu Tafeln geformt, so nennt man es Tafelglas, ist es geschliffen und poliert, so führt es den Namen Spiegelglas. Im Bleiglas ist der Kalk ganz oder teilweise durch Bleioxyd ersetzt. Man stellt aus diesem Glas, das zuweilen als Bleikristall bezeichnet wird, hauptsächlich Schmuckgeräte und feine Gebrauchsgegenstände her.

Wir wollen zuerst das gewöhnliche Gebrauchsglas, das Kalkglas kennen lernen. Ein gutes Glas soll sehr widerstandsfähig sein gegen äußere Einflüsse. Je mehr Kieselsäure ein Glas enthält, desto widerstandsfähiger ist es. Da aber kieselsäurereiches Glas schwerer herzustellen ist als kieselsäurearmes, so ist der Fabrikation nach dieser Richtung eine Grenze gezogen. Kali- und Natrongläser unterscheiden sich in ihren Eigenschaften nur wenig voneinander. Doch nicht allein von den Stoffen,

die dem Glase einverleibt sind, hängen die Eigenschaften des Glases ab. Sehr wichtig ist die Behandlung, die Herstellungsart. Rasch abgekühltes Glas ist spröde, zerbrechlich; durch langsame Abkühlung wird dies verhindert.

Bei der Glasfabrikation wird die Kieselsäure in der Form von Sand oder Quarz verwendet. Als Flußmittel dienen kohlensaure oder schwefelsaure Salze, wie Soda, schwefelsaures Natrium (Sulfat), Pottasche, Kalk. Bei den gewöhnlichen Gläsern werden Glasscherben mitverschmolzen.

Wichtig sind für die Glasbereitung die Entfärbungsmittel. Wenig Eisen im Glasfluß gibt grünliches Glas, das am besten durch Braunstein (Glasseife) entfärbt wird. Andere Mittel, um namentlich die durch Schwefelnatrium hervorgerufene schwache Gelbfärbung zu beseitigen, sind Salpeter und arsenige Säure.

Naturgemäß gibt es viele Mischungsverhältnisse (Glassätze) der Rohmaterialien zur Glasfabrikation. Ein solcher Glassatz zur Herstellung von weißem Fenster- und Flaschenglas besteht zum Beispiel aus 100 Teilen Sand, 37,5 Teilen Sulfat, 5 Teilen Soda, 35,8 Teilen Kalkspat, 1,9 Teilen Koks. Alle Rohstoffe werden, nachdem sie gut zerkleinert sind, miteinander vermengt.

Diese Rohstoffe werden in Schmelzgefäßen aus feuerfestem Ton, den sogenannten Häfen, zusammengeschmolzen. Das Erhitzen der Häfen erfolgt in den Glasöfen, die einen besonderen Bau aufweisen. Ihre Heizung ist insofern sehr wichtig, als nur dann gute Produkte entstehen, wenn von der Feuerung weder Asche noch Kohle in den Glasschmelzraum des Ofens gelangen können. Die Gasfeuerung hat aus diesem Grunde großen Anklang gefunden.

Die weitere Verarbeitung des Glases besteht im Formen, was durch Blasen, Pressen, Kneifen, Ziehen und Gießen gemacht werden kann.

Das Bleiglas, auch Kunstglas, Kristallglas benannt, schmilzt bei niederer Temperatur als Kalkglas und ist weniger hart als dieses.

Das undurchsichtige Milchglas, wie es zu Lampenschirmen, Thermometern benützt wird, trübt man, indem der geschmolzenen Glasmasse Feldspat, Flußspat, phosphorsaures Calcium, Zinkoxyd und anderes zugesetzt werden.

Die Farbe des Glases kann durch gewisse Stoffe verändert werden. Sie hängt aber auch von der Herstellungsart ab. Das grünliche Flaschenglas hat seine Farbe von kieselsauren Eisenverbindungen. Braun färbt man die Weinflaschen mit Hilfe von Braunstein und Eisenoxyd. Gelblichgrünes Glas wird durch Chromoxyd hergestellt, indem man dem Glassatz doppeltchromsaures Kalium zufügt. Kupferoxyd macht das Glas blaugrün, während Kobalt das Glas blau, Braunstein violett färbt.

Die Glasspiegel werden dadurch hergestellt, daß man das nasse Glas mit einer Versilberungsflüssigkeit übergießt. Hierzu kann man zum Beispiel eine Flüssigkeit verwenden, die salpetersaures Silber, in Wasser gelöst, ferner Ammoniak und Weinsäure enthält. Die glänzende Silberschicht scheidet sich allmählich aus.

Die **Tonwaren** bestehen aus gebranntem Ton. Ihre Herstellung wird als Töpferei oder Keramik bezeichnet. Auch die Töpferei ist ein uraltes Gewerbe. Davon geben die in Ägypten ausgegrabenen Ziegel Kunde. Die Tone, wie sie die Natur liefert, werden eingeteilt in Kaoline oder Porzellantone, in feuerfeste Tone und in Töpfer- und Ziegeltone. Die Kaoline sind von diesen Rohmaterialien am seltensten.

Die feinste Tonware ist das Porzellan. Man vermischt naß den Kaolin mit Feldspat und Quarz. Das Formen der Masse kann auf verschiedene Weise geschehen, aus freier Hand, mit der Töpferscheibe oder durch Eindrücken in Gipsformen. Die Masse wird zuerst im Schatten getrocknet, hernach bei 700 bis 800 Grad im Ofen „roh gebrannt". Dieser Ofen hat Kapseln von feuerfestem Ton, in denen das Porzellan vor Verunreinigungen mit Flugstaub gesichert ist. Alsdann wird glasiert. Beim Hartporzellan verwendet man hierzu ein kieselsäurereiches und tonerdehaltiges bleifreies Glas von hoher Schmelztemperatur. Das Glasurgemisch wird mit Wasser zu einem Brei verrührt und das geglühte Porzellan hindurchgezogen. Nach dem Antrocknen wird bei etwa 1600 Grad Celsius „gargebrannt".

Die Färbung des Porzellans kann auf verschiedene Weise erfolgen. Die Unterglasurfarben, wie Kobaltblau, werden auf den Scheiben vor der Glasierung aufgetragen. Die Email-

farben, hauptsächlich aus pulverisierten gefärbten Bleigläsern bestehend, werden mit Terpentinöl oder Lavendelöl vermengt auf das fertige Porzellan aufgemalt und bei niedriger Temperatur in die Glasur eingebrannt.

Enthält die Grundmasse des Porzellans nicht der Hauptmenge nach Kaolin, wie beim Hartporzellan, sondern noch andere Stoffe niedrigen Schmelzpunktes, so spricht man von Weichporzellan.

Der Zusammensetzung des Porzellans kommt das Steinzeug nahe. Feuerfeste Tone sind der Rohstoff, der nach der Formung nur einmal gebrannt wird. Zuweilen wird mit Kochsalz glasiert, indem man das Salz in den Ofen wirft. Die sich bildende Salzsäure bewirkt das Entstehen eines glasurartigen Überzugs.

Andere Beschaffenheit als das Steinzeug hat das Steingut oder die Fayence. Diese Tonwaren sind porös; ein kleiner Scherben haftet an der Zunge. Als Rohmaterial verwendet man feuerfeste plastische Tone, die fast weißbrennen, und vermengt sie mit Sand oder Quarz, manchmal auch mit Feldspat. Feines Steingut wird zweimal gebrannt, das erstemal ohne Glasur bei etwa 1100 Grad, das zweitemal mit Glasur bei etwa 950 Grad. Als Glasuren werden Bleigläser oder die hygienisch einwandfreieren Borsäureverbindungen verwendet. Die Ofenkacheln und die Wandfliesen bestehen aus Steingut und haben Blei- oder Borsäureglasuren. Das gewöhnliche Töpfergeschirr wird aus dem gemeinen Töpferton hergestellt, der bei niederer Temperatur gebrannt wird. Unglasiertes Steingut führt auch die Bezeichnung Terrakotta und wird zu Statuetten, Blumentöpfen und anderem verwendet.

Zu Ziegelsteinen (Mauerziegel, Backsteine) benutzt man Ton, Lehm, der in der Regel viel kohlensauren Kalk enthält. Man brennt ihn bei etwa 1000 Grad. Zu den feuerfesten und gegen chemische Einflüsse widerstandsfähigen Tonmaterialien gehört Schamotte. Als Rohmaterial dienen Tone, die eine ähnliche Zusammensetzung haben wie Kaolin.

An dieser Stelle sei noch einiges gesagt über die **künstlichen Edelsteine**, da durch sie die Glasindustrie ein besonderes Gepräge erhielt. Unter Edelsteinen versteht man bekanntlich eine

Reihe von Mineralien, die selten sind und sich durch besonderes Verhalten im Licht, durch Farbe oder Glanz, auch durch Härte auszeichnen. Nach den Härtegraden kann folgende Reihenfolge der bekannteren Edelsteine aufgestellt werden: Härte 10 Diamant, 9 Korund, Rubin, Saphir, 8 Topas, 7 Quarz, Amethyst, 6½ Chalcedon, Achat, 6 Türkis, 4 Flußspat, 3½ Malachit, 2½ Bernstein.

Von künstlichen Edelsteinen seien der künstliche Korund und der künstliche Diamant angeführt. Korund ist kristallisierte Tonerde. Künstlich wird der Korund durch Schmelzen von Bauxit, einem tonerdehaltigen Mineral, hergestellt. Die zum Schmelzen notwendige Temperatur erzielt man im elektrischen Schmelzofen, der auch für die künstlichen Diamanten von Bedeutung ist. Dieser elektrische Ofen ist ein rechteckiger Block aus kohlensaurem Kalk, der in der Mitte eine Vertiefung für einen Tiegel hat. In dem Hohlraum befinden sich die aus Kohlen bestehenden Elektroden (Zuleitungsstellen des elektrischen Stroms), die durch zwei Rinnen seitlich eingeführt sind. Die Temperatur, die durch den Lichtbogen im Innern entsteht, beträgt etwa 3500 Grad.

Aber auch Thermit (Seite 64) wird zur künstlichen Korundbereitung verwendet. Man mischt gepulvertes Aluminium mit Metallsauerstoffverbindungen, wobei nach der Entzündung eine chemische Veränderung der vermischten Bestandteile vor sich geht und sich die Verbindung von Sauerstoff und Aluminium, das ist künstlicher Korund, bildet.

Der glitzernde Diamant im Ringe besteht aus Kohlenstoff. Schon anderthalb Jahrhunderte ist es her, daß man es uns sagte und bewies; so lange ist es her, daß Pariser Juweliere Schätze an die Chemiker ablieferten, welche die Diamanten verbrannten, verbrannten wie gewöhnliche Kohle, und hier wie dort entstand Kohlensäure, nichts als Kohlensäure.

Die Namen Lavoisier und Humphry Davy knüpfen sich an diese Entdeckungen. Also kein Quarz ist es, keine Kieselsäure, wie man bis zum Ende des achtzehnten Jahrhunderts angenommen hatte, denn aus Quarz kann keine Kohlensäure entstehen. Quarz kann nicht verbrannt werden.

Kohlenstoff mußte demnach auf irgend eine Weise in Kristallform gebracht werden können. Wie Kochsalz aus wässeriger

Lösung bei langsamem Verdunsten des Wassers in Würfelform seine Teilchen ordnet, wie der Alaun seine Kristalle an den in die Lösung gehängten Faden ansetzt, so muß es auch eine Möglichkeit geben, gelösten Kohlenstoff kristallisieren zu lassen. Diese Kristalle sind Diamanten.

Doch worin löst sich der Kohlenstoff? Versuche über Versuche wurden angestellt.

Die ersten unzweifelhaften Erfolge erzielte der französische Chemiker Moissan, dessen Verfahren überaus fein durchdacht war. Er benützte den schon oben erwähnten elektrischen Ofen, in dessen Mittelraum ein Kohlentiegel gebracht wurde, den er mit Eisen und Kohlenpulver beschickte. Moissan hatte als Verunreinigungen der Diamanten häufig Eisen gefunden, und aus Meteoritenuntersuchungen schloß er, daß geschmolzenes Eisen ein Lösungsmittel für Kohlenstoff ist. Durch rasche Abkühlung des Kohlentiegels nach dem Schmelzen des Inhalts fand er in der Eisenmasse kleine Kriställchen von Kohlenstoff, Diamanten. Doch der größte dieser künstlichen Steine hatte einen Durchmesser von nur 0,7 Millimeter.

Die Metalle und ihre Verbindungen.

Das wichtigste Schwermetall ist das **Eisen.** Gewonnen wird es aus eisenhaltigen Mineralien, aus den Eisenerzen. Die Eisenerze führen verschiedene Bezeichnungen je nach ihrem Gehalt an Grundbestandteilen. Der Spateisenstein ist der Hauptsache nach kohlensaures Eisen, die Brauneisenerze sind Verbindungen des Eisens mit Sauerstoff und Wasserstoff, sogenannte Eisenoxydhydrate, der Roteisenstein ist Eisenoxyd, das heißt eine Verbindung von Eisen mit Sauerstoff, ebenso der Magneteisenstein.

Glüht man diese Erze mit Kohle, so erhält man das Eisen, jedoch mit einem Gehalt von Kohlenstoff. Letzterer gibt den Eisensorten bestimmte Eigenschaften, weshalb ihre Einteilung in erster Linie auf dem Kohlenstoffgehalt beruht.

Wie wir das Eisen nach Blücher einteilen, ist aus Seite 50 ersichtlich.

Roheisen enthält mindestens 2,6 Prozent fremde Stoffe, gewöhnlich 9 bis 10 Prozent, von denen 2 bis 5 Prozent auf Kohlenstoff entfallen. Außer Kohlenstoff sind in ihm Silicium, Mangan, Phosphor und Schwefel enthalten.

Zur Gewinnung des Roheisens werden die Eisenerze geröstet, wobei eine Reihe flüchtiger Körper, wie Kohlensäure, Schwefel- und Wasserdämpfe, Arsen, aus den Eisenerzen entweichen. Nach der Röstung werden die Erze zerkleinert, sodann „gattiert", das heißt eine Mischung der Erze nach dem Eisengehalt bereitet und mit schlackenbildenden Stoffen versehen, in erster Linie mit Kieselsäure und ihren Verbindungen. Die Erhitzung des Gemenges geht im Hochofen vor sich, dessen Höhe etwa 15 bis 30 Meter beträgt. Der Ofen wird mit diesem Gemenge beschickt, wobei man jedoch als Zwischenschichten Koks einschaltet. Nachdem der Hochofen vorgewärmt ist, leitet man von unten Luft ein, die auf 500 bis 800 Grad erwärmt ist. Dadurch wird eine Austrocknung bewirkt, ferner eine Schmelzung, die zuerst langsam, dann aber durch die Aufnahme von Kohlenstoff schneller vonstatten geht. Das Roheisen fließt nach unten, wo sich auch die zusammengeschmolzenen Schlacken ansammeln.