



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Hilfsbuch für den Chemieunterricht in Seminaren

Busemann, Libertus

Leipzig, 1906



[urn:nbn:de:hbz:466:1-80859](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-80859)



2.71.5995





L. K. 5995
1454
c

Hilfsbuch für den Chemieunterricht in Seminaren.

Eine Chemie des täglichen Lebens.

Von

L. Busemann,
Kgl. Seminarlehrer in Northeim.

Dritte verbesserte und vermehrte Auflage.

Nach den neuen Lehrplänen bearbeitet.



Leipzig,
Verlag der Dürsch'schen Buchhandlung.
1906.

03

M

36105



Aus dem Vorwort zur ersten Auflage.

Beschränkung des Stoffes auf das im Seminar unter den günstigsten Verhältnissen Erreichbare und auf die zu einem weiter gehenden Studium erforderlichen Grundlagen; besondere Berücksichtigung der sog. Chemie des täglichen Lebens und desjenigen Wissens aus der Mineralogie, das für den zukünftigen Lehrer Nukwert hat, sowie der auf chemischen Vorgängen beruhenden Veränderungen der Erdrinde; eine Einführung in das Wichtigste aus der Düngerlehre und der Lehre von der Ernährung der Pflanzen; Erklärung der Wirkung und Bekämpfung der gefährlichsten Gifte; Ausgestaltung geschichtlicher Notizen, bis sie kulturgeschichtlichen Wert erlangen; eine eingehende Besprechung der notwendigsten Nahrungs- und Genußmittel des Menschen, und endlich eine der selbständigen Weiterbildung dienende große Anzahl von Übungsaufgaben am Schluß eines jeden Kapitels dürften die wesentlichsten Merkmale dieser Schul-Chemie in bezug auf den Inhalt sein.

L. Buschmann.



Vorwort zur dritten Auflage.

In der zweiten Auflage hatte ich mich bemüht, die für das tägliche Leben wichtigen chemischen Stoffe noch mehr zu berücksichtigen als vorher und die Versuche so zu gestalten, daß sie mit möglichst einfachen Mitteln, gefahrlos und sicher auch vom Seminaristen und später von dem jungen Lehrer ausgeführt werden können. Die dritte Auflage zeigt außer einigen Ergänzungen (Acetylen, Einführung des Hydrogyls, Andeutungen über die Konstitution der Moleküle, Übersicht über die an der Bildung der Erdrinde am meisten beteiligten Elemente) nur in den Kapiteln „Wasserstoff“ und „Sauerstoff“ wesentliche Veränderungen, und zwar insofern, als dort ganz neue Reihen von sehr instruktiven Versuchen eingeführt wurden, die zur Verwendung in der Volksschule ohne weiteres brauchbar sind. So ist nun das Buch in allen Kapiteln, die in Volks- und Mittelschulen in Betracht kommen können, für die Vorbereitung auf den Unterricht verwendbar.

L. Bujemann.

Kap. 1.

Einleitung.

Physik und Chemie. a) Eine Stricknadel wird durch Bestreichen mit einem Magneten selbst magnetisch; Volumen, Härte, Farbe, Glanz und Gewicht der Stricknadel bleiben dabei unverändert. Das Magnetisieren ist ein physikalischer Vorgang. — Läßt man ein Stück Eisen an feuchter Luft längere Zeit liegen, so überzieht es sich mit einer rotbraunen Schicht und zerfällt nach und nach in eine rotbraune, pulverige Masse; es verrostet. Aus dem metallischen Eisen ist Eisenrost geworden, das weder den Glanz noch die Farbe, die Festigkeit, das Gewicht oder das Volumen des Eisens hat, aus dem es entstanden ist. Das Rosten ist ein chemischer Vorgang.

b) Eine Schwefelstange wird durch Reiben elektrisch, behält aber alle früheren Eigenschaften: physikalischer Vorgang. — Wird in verdampfenden Schwefel Eisenpulver geschüttet, so erglüht die Mischung und bildet nach dem Erkalten eine grauschwarze, zerreibbare Masse, die weder ein Teilchen Eisen noch Schwefel erkennen läßt und bezüglich des Volumens, Gewichtes, der Dichtigkeit, Härte und Farbe sowohl von Schwefel als auch von Eisen gänzlich verschieden ist: chemischer Vorgang.

c) Wasser geht beim Gefrieren in den festen, beim Erhitzen in den gasförmigen Zustand über, verändert aber dabei sein absolutes Gewicht nicht, bleibt farblos, geschmacklos, löst Salze: physikalischer Vorgang. — Im elektrolytischen Apparate wird Wasser durch den elektrischen Strom in zwei Gase zerlegt, die keine der Eigenschaften des Wassers zeigen, bei der Abkühlung niemals wieder Wasser oder Eis bilden, Salze nicht lösen. Die elektrolytische Zerlegung des Wassers ist ein chemischer Vorgang.

Die Physik beschäftigt sich also mit denjenigen Veränderungen der Eigenschaften der Körper, die den Stoff des Körpers unberührt lassen; die Chemie dagegen betrachtet diejenigen Veränderungen, die der Stoff der Körper selbst erleidet.

Moleküle und Atome. Wasser läßt sich mittels des Zerstäubungsapparates in kleine Tröpfchen zerteilen; jedes derselben aber ist wieder eine kleine Wassermenge. Durch fortgesetztes Zerstäuben müßte man endlich zu Teilchen kommen, die nicht weiter zerstäubt werden können;

aber jedes derselben ist doch noch ein Wasserteilchen. Ebenso läßt sich auch jeder andere Körper in kleinste Teilchen zerlegen, die in ihren Eigenschaften von denen des ungetheilten Körpers stofflich nicht verschieden sind. Diese kleinsten (auch mit den stärksten Mikroskopen nicht mehr wahrnehmbaren) Massenteilchen nennt man Moleküle (*molecula* = kleine Masse). Die Moleküle des Wassers dagegen werden durch den elektrischen Strom noch weiter zerlegt in Teilchen, deren Eigenschaften ganz andere sind. Diese durch Zerlegung der Moleküle entstandenen Teilchen nennt man Atome.

Elemente und Verbindungen. Es gibt Stoffe, deren Moleküle bei der Zerlegung in Atome zerfallen, die mit den Molekülen gleiche Eigenschaften haben, z. B. Eisen, Schwefel. Solche Körper nennt man Elemente, einfache Körper. Bei der Zerlegung der Wassermoleküle entstehen Atome zweierlei Art (das eine Gas ist brennbar, das andere nicht). Körper dieser Art nennt man zusammengesetzte Körper, Verbindungen, z. B. Wasser, Schwefeleisen, Eisenrost. Die Verbindungen lassen sich auf chemischem Wege wieder in ihre Elemente zerlegen. Elemente kennt man jetzt etwa 70; Verbindungen gibt es zahllose.

Affinität (Verwandtschaft). Eisen, Kupfer und Silber verbinden sich in Schwefeldampf mit dem Schwefel zu schwarzem Schwefeleisen, Schwefelkupfer, Schwefelsilber; Gold verbindet sich auf diese Weise nicht mit Schwefel. Die drei erstgenannten Metalle besitzen eine große Affinität zu Schwefel, Gold nicht. — Schwefel verbrennt mit großer Lebhaftigkeit; Eisen und Kupfer verbrennen nur langsam, Silber gar nicht. Beim Verbrennen nimmt ein Körper Sauerstoff auf. Schwefel besitzt demnach eine große Affinität zu Sauerstoff; bei Eisen und Kupfer ist die Affinität zu Sauerstoff schwächer, bei Silber kaum vorhanden. Elemente verbinden sich nur dann miteinander, wenn sie zueinander Affinität besitzen; je stärker die Affinität ist, desto lebhafter geht die Verbindung von statten.

Aufgaben. 1. Was für Vorgänge sind: die Verwesung? Ausdehnung der Körper durch Wärme? Abnutzung der Kleider beim Gebrauch? die Zurückwerfung des Schalles? das Brennen der Tonziegel im Ofen? das Fließen des Wassers? das Sauerwerden der Milch? Beweise! 2. Welche Kräfte wenden wir an zur mechanischen Zerlegung der Körper? 3. a) Was für ein Vorgang ist das Abbrennen des Schießpulvers? b) Durch welche Kraft wird es eingeleitet? 4. Vergl. Adhäsion, Kohäsion und Affinität!

Kap. 2.

Wasserstoff. Hydrogenium. ^{I.}H. 1.

Darstellung aus Salzsäure. Ein dünnwandiges Trinkglas wird zu einem Drittel mit Zinkstreifen angefüllt, und dann gibt man soviel Wasser nach, daß dieses das Zink etwa fingerhoch bedeckt. Es zeigt sich keine Veränderung. Nun gießt man soviel Salzsäure nach, daß das Glas reichlich halbvoll wird.

Sofort braust mit Lebhaftigkeit ein Gas auf. Dieses stammt offenbar aus der Salzsäure. In dem Augenblicke, wenn die Gasblasen den Rand des Glases erreichen, zündet man das Gas an. Es brennt sofort, ist also leicht entzündlich; die Flamme ist aber lichtschwach. Hält man ein dünnes Glasrohr in die Flamme, so wird es weich und läßt sich biegen. Die Flammen haben also eine sehr hohe Temperatur. Wird ein Trinkglas umgekehrt über die Flamme gehalten, so beschlägt es. Durch die Verbrennung

des Gases ist also Wasser entstanden. Deshalb heißt dieses Gas Wasserstoff und Hydrogenium, d. h. Wassererzeuger.

Wasserstoff in unsern Brennstoffen. a) Spiritus wird in einem Porzellanschälchen angezündet. Er ist leicht entzündlich, brennt mit lichtschwacher Flamme, die so heiß ist, daß eine Glasröhre in ihr biegsam wird, und bildet beim Verbrennen Wasser (Versuch mit dem Trinkglase!), enthält also Wasserstoff.

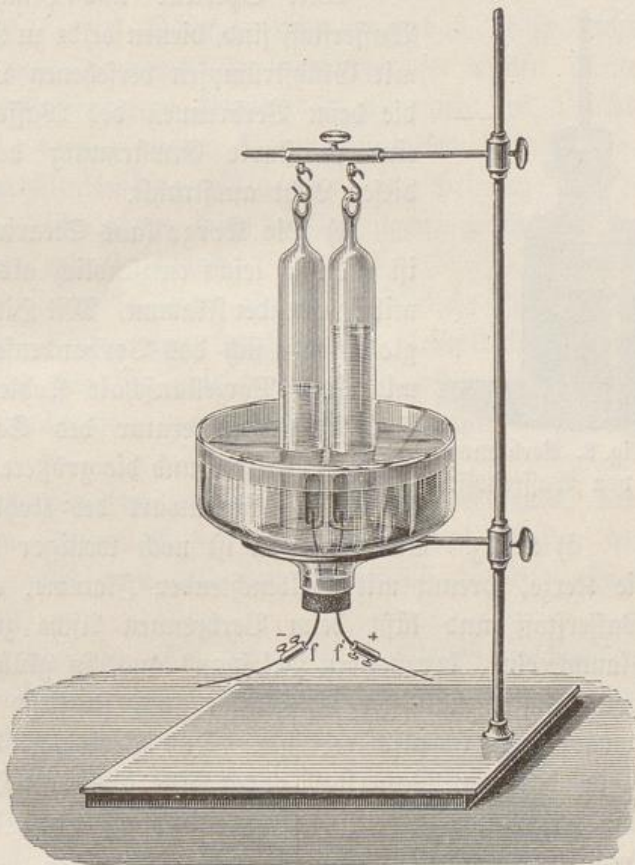


Fig. 1. Wasserzersehungssapparat.
ff' Pottklemmen.

b) Leuchtgas ist gleichfalls leichtentzündlich, brennt im Bunsenbrenner mit lichtschwacher Flamme und gibt beim Verbrennen Wasser, ist also wasserstoffhaltig. Verschließt man aber die Löcher des Bunsenbrenners mit den Fingern, so leuchtet die Gasflamme hell. Das Leuchtgas enthält also außer Wasserstoff noch einen anderen Körper; dieser zeigt sich, wenn man eine Porzellanschale in die leuchtende Gasflamme hält: Ruß, d. i. Kohlenstoff.



Fig. 2. Verbrennen von Wasserstoff.

Weil Spiritus und Leuchtgas so sehr reich an Wasserstoff sind, dienen beide zu Heizzwecken. In unsern mit Glühstrümpfen versehenen Leuchtgaslampen bewirkt die beim Verbrennen des Wasserstoffs entstehende Hitze eine so starke Erwärmung des Glühstrumpfes, daß dieser Licht ausstrahlt.

c) Die Kerze (aus Stearin, Paraffin oder Wachs) ist nicht so leicht entzündlich als Wasserstoff und brennt mit leuchtender Flamme. Mit Hilfe eines trockenen Trinkglases läßt sich das Vorhandensein von Wasserstoff und mit einer Porzellanschale Kohlenstoff nachweisen. Die Entzündungstemperatur des Stearins, des Paraffins und des Wachses und die größere Lichtstärke der Flamme ist auf die Gegenwart des Kohlenstoffs zurückzuführen.

d) Holz. Ein Holzspan ist noch weniger leicht zu entzünden als die Kerze, brennt mit hellleuchtender Flamme, enthält Kohlenstoff und Wasserstoff und läßt beim Verbrennen Asche zurück. Bläst man die Flamme eines brennenden Holzspans aus, so glüht er noch eine Zeitlang fort. Löscht man ihn im Wasser aus, so sieht das angebrannte Stück schwarz aus, ist also verkohlt. Das Verkohlen des Holzes besteht also darin, daß der Wasserstoff durch Hitze aus dem Holze ausgetrieben wird (und verbrennt). Die Holzkohle brennt ohne Flamme, glüht nur. Kohle besteht aus Kohlenstoff und Asche.

e) Petroleum, in eine Porzellanschale ausgegossen, läßt sich mit einem Reibholz nur schwer anzünden und brennt mit rußender Flamme. Ein über die Flamme gehaltenes Trinkglas beschlägt. Die höhere Entzündungstemperatur des Petroleums und das Rußen der Petroleumflamme ist mithin auf den höheren Gehalt des Petroleums an Kohlenstoff zurückzuführen.

f) Torf, Braunkohlen und Steinkohlen brennen mit Flamme, enthalten also Wasserstoff, rußen aber auch, sind demnach auch kohlenstoffhaltig. Roß ist Steinkohle, die ihren Gehalt an Wasserstoff ab-

gegeben hat. Indem die Steinkohle ihren Wasserstoff (und etwas Kohlenstoff) abgab, entstand Leuchtgas.

Unsere Brennstoffe enthalten also Wasserstoff und Kohlenstoff. Diejenigen unter ihnen (Spiritus, Leuchtgas), die fast nur aus Wasserstoff bestehen, eignen sich besonders zu Heizzwecken. Sollen sie auch zur Beleuchtung dienen, dann muß man in die Flamme einen viel Licht ausstrahlenden festen Körper bringen (Glühstrumpf). Die an Kohlenstoff reicheren Brennstoffe sind schwerer entzündlich, brennen mit leuchtender Flamme, geben aber nicht soviel Wärme. Bis man das große Lichtausstrahlungsvermögen des Thoriums (im Glühstrumpfe) kennen lernte, brauchte man die kohlenstoffreicheren Brennstoffe allgemein zu Leuchtzwecken. Die mit Asche verunreinigten Brennmaterialien braucht man noch heute, weil sie verhältnismäßig billig sind, zur Heizung; wo es jedoch darauf ankommt, eine große Hitze zu erzeugen, z. B. bei der Stahlbereitung, heizt man mit Leuchtgas.

Wasserstoff ist $14\frac{1}{2}$ mal so leicht als atmosphärische Luft, findet deshalb Anwendung zum Füllen von Luftballons. Anstatt des reinen Wasserstoffs bedient man sich für diesen Zweck jedoch oft auch des sehr wasserstoffreichen Leuchtgases, weil dieses billiger und leichter zu haben ist.

Darstellung aus Wasser. Wenn Wasserstoff verbrennt, verbindet er sich mit dem Sauerstoff der Luft. Um aus Wasser den Wasserstoff abzuscheiden, muß man also den Wasserstoff binden. Dazu eignet sich Natriummetall.

Vers. 1. Natrium ist weich, läßt sich mit dem Messer zerschneiden, ist dann auf der Schnittfläche einen Augenblick blank und glänzend. 2. Ein Stückchen Natrium läßt sich mittels eines Reibhölchens anzünden und brennt mit gelber Flamme. Dabei entsteht ein weißer Rauch von verbranntem Natrium. 3. Ein Stückchen Natrium, gehörig abgetupft, wird auf warmes Wasser geworfen, entzündet sich auf demselben und verbrennt mit Flamme. 4. (Vorsicht! Kaltes Wasser!) Wir drücken ein Stückchen Natrium mittels eines Siebes unter Wasser. Es steigen Gasblasen auf; diese werden in einem ganz mit Wasser gefüllten Probierröhrchen aufgefangen. (Die Mündung darf nicht über den Wasserspiegel kommen!) Ist das Glas voll Wasserstoff, so wird es mit der Öffnung nach unten aus dem Wasser

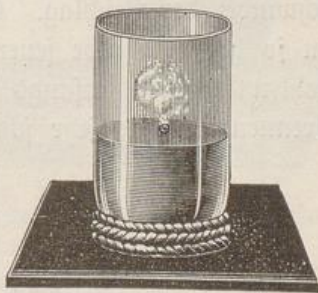


Fig. 3. Wasserzerlegung durch Natrium.

herausgehoben und dann wird das Gas angezündet. Das verbrannte Natrium befindet sich im Wasser und färbt rotes Probierpapier blau.

Elektrolyse des Wassers. (Fig. 1.) Wasser läßt sich im elektrolytischen Apparat in seine Elemente zerlegen, wenn man ihm Schwefelsäure zusetzt. Man erhält dann 2 Volumen Wasserstoff (brennbar) und 1 Volumen Sauerstoff (ein glimmender Holzspan flammt auf).
Folglich:

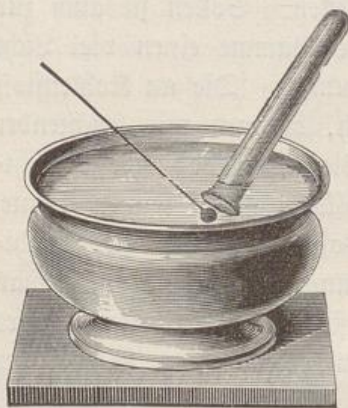


Fig. 4. Wasserzersehung durch Natrium.

Wasser = 2 Teile (Atome) Wasserstoff + 1 Atom Sauerstoff.

Chemische Zeichen. Um chemische Vorgänge ganz kurz auszudrücken, bezeichnet man die Elemente mit den Anfangsbuchstaben ihrer lateinischen Namen, z. B. Wasserstoff = Hydrogenium = H, Sauerstoff = Oxygenium = O, Natrium = Natrium = Na, Zink = Zinkum = Zn. Kohlenstoff = C.

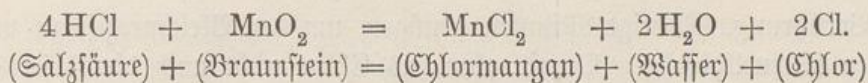
Die Zahl der Atome eines Elementes in einem Molekül gibt man an durch eine kleine Ziffer hinter dem Zeichen desselben, die Anzahl der Moleküle durch eine größere Ziffer (Koeffizient) vor dem Zeichen des Moleküls. H_2O heißt also: ein Molekül Wasser besteht aus 2 Atomen Hydrogenium und 1 Atom Oxygenium.

Aufgaben. 1. Untersuche: Papier, Siegellack, Rüßöl auf das Vorhandensein von H und C. 2. Wie ist es zu erklären, daß Ofenrohre, die über kalte Vorplätze geführt sind, winters tropfen? 3. Wenn die Lampe angezündet wird, beschlägt das Glas; gleich nachher verschwindet der Beschlag. Erkläre! 4. Wie ist es zu erklären, daß Benzin in so hohem Grade feuergefährlich ist? 5. Warum brennen die Steinkohlen im Ofen anfangs mit Flamme, später ohne Flamme? 6. Warum brennen Koks so sehr schwer an?

Kap. 3.

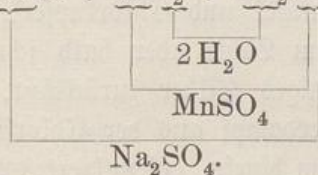
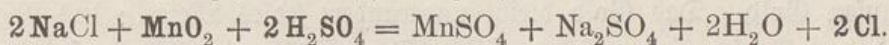
Chlor. Chlor. ^{I.} Cl. 35,4.

D. (= Darstellung) 1. aus Salzsäure, indem der Wasserstoff der Salzsäure an Sauerstoff gebunden wird. Um dies zu bewirken, wird der Salzsäure ein Körper (Braunstein MnO_2) zugefetzt, der gern Sauerstoff abgibt.



Der Braunstein wird zerpocht, in ein Probierglas gegeben und mit Salzsäure übergossen.

2. aus Kochsalz NaCl. Kochsalz wird mit gepulvertem Braunstein gemischt in eine Kochflasche gebracht, mit Schwefelsäure übergossen und erwärmt. Um das (giftige!) Chlor aufzufangen, setzt man einen durchbohrten Kork mit einer s-förmig gebogenen Glasröhre auf die Flasche, führt das freie Ende der Röhre unter das Wasser einer Schüssel und bringt eine mit warmem Wasser gefüllte Flasche umgekehrt über die Öffnung der Röhre.



Eigenschaften. Das Chlor ist ein gelblichgrünes Gas (chloros = gelblichgrün; gr.) von stechendem Geruche. In geringer Menge eingeatmet, reizt es zum Husten; in größerer Menge bewirkt es Bluthusten; rein wirkt es augenblicklich tödend. Von Wasser wird es absorbiert (Chlorwasser; Fig. 5). Es bleicht Pflanzenfarben (Blüte, Probierpapier) und zerstört organische Gebilde (Kork der Chlorflasche). Wenn man dem Chlorwasser eine Lösung von unterschwefligsaurem Natrium hinzufügt, so verschwindet der Chlorgeruch (Anti-Chlor).

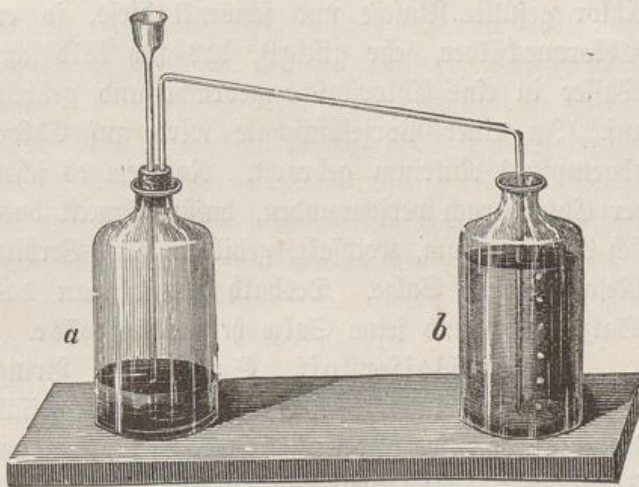


Fig. 5.

a Glas mit Braunstein und Salzsäure, Darstellung von Chlorwasser;
b Glas mit kaltem Wasser zum Aufsaugen des Chlors.

saurem Natrium hinzufügt, so verschwindet der Chlorgeruch (Anti-Chlor).

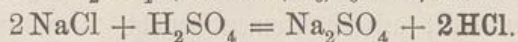
A. (= Anwendung.) Das Chlor findet im großen Anwendung zum Bleichen von baumwollenen und leinenen Geweben und von Lumpenpapier. Man taucht die Gewebe erst in Chlorkalklösung und dann in verdünnte Salzsäure, wobei Chlor frei wird. Indem dieses von dem Wasser absorbiert wird, das die Gewebe durchtränkt, kommt es mit allen Fasern derselben

in Berührung. Wenige Minuten genügen, um den Bleichprozeß zu vollenden (Schnellbleiche). Damit aber das Chlor nicht auch die Faser angreife, sind die gebleichten Gewebe mit viel reinem Wasser nachzuspülen oder besser noch mit einer schwachen Lösung von unterschwefligsaurem Natron zu behandeln. Um Weinflecke aus Wäschestücken zu entfernen, benetzt man diese mit Essig, gießt wenig Bleichwasser (enthält unterschwefligsaures Kalium oder Natrium) darüber und spült mit Anti-Chlor und reinem Wasser aus.

Vb. (= Verbindungen) a) mit Metallen. 1. Auf eine mit Chlor gefüllte Flasche legt man nacheinander Münzen aus Silber, Nickel, Kupfer, Gold. Das Gold bleibt unverändert (edles Metall); das Nickel und das Kupfer färben sich weißlich (Chlornickel und Chlorkupfer); das Silber wird erst mattweiß (Chlor Silber), am Lichte aber bald schwarz, indem das Chlor entweicht und pulverförmiges Silber zurückläßt, das schwarz aussieht. 2. Um auch allen Wasserdampf aus der Chlorflasche zu entfernen, gibt man in diese Chlorkalcium hinein. Gepulvertes Arsen und Goldschaum (Kupfer) glühen jetzt in dem Chlorgas auf (Chlorarsen und Chlorkupfer). 3. Gießt man ein wenig Quecksilber in eine mit Chlor gefüllte Flasche und schwenkt diese, so entsteht ein weißes Salz (Chlorquecksilber, sehr giftig!), das sich bald schwärzt. 4. Wird kaltes Wasser in eine Chlorflasche gebracht und geschüttelt, so löst es Chlor auf. In einer Porzellanschale wird auf Chlormwasser ein Stück (gut abgetupft) Natrium gebracht. Nachdem es scheinbar verbrannt ist, ist der Chlorgeruch verschwunden, dafür schmeckt das Wasser salzig; es hat sich Chlornatrium, Kochsalz, gebildet. Die Verbindungen des Chlors mit Metallen sind Salze. Deshalb nennt man das Chlor ein Halogen (Salzbildner) und seine Salze heißen Haloide.

b) Mit Wasserstoff. Salzsäure. Bringt man 2 Probiergläser, von denen das eine mit H, das andere mit Cl gefüllt ist, mit den Öffnungen übereinander, so bilden sich weiße Wolken von Chlormwasserstoff, Salzsäuregas, HCl, während der Chlorgeruch verschwindet. Sehr schnell, unter Feuererscheinung und mit lautem Geräusche geschieht dies, wenn man eine kleine Flamme an die Öffnung hält, oder die Gläser in den direkten Sonnenstrahl bringt, oder einen elektrischen Funken durch das Gasgemisch schlagen läßt. — Chlormwasser verliert, wenn es längere Zeit dem Sonnenlichte ausgesetzt wird, seinen Chlorgeruch und färbt dann blaue Pflanzenfarben rot. Chlor zerfällt nämlich im Lichte Wasser, und es entsteht gleichfalls HCl. — Bringt man in die Probiergläser (siehe oben) eine kleine Wassermenge, so löst diese den Chlormwasserstoff auf.

Die käufliche Salzsäure ist Wasser, das HCl gelöst enthält; reine Salzsäure ist hell und farblos. Fabrikmäßig wird Salzsäure gewonnen bei der Sodafabrikation, indem man NaCl (Kochsalz) mit H_2SO_4 (Schwefelsäure) erwärmt, um Na_2SO_4 (Glaubersalz) zu erhalten.



Der Chlornasserstoff ist hier Nebenprodukt und wird in Wasser geleitet; aus der so gewonnenen Salzsäure entwickelt man mittels Braunstein Chlor, und indem man dieses langsam über dünne Schichten von feuchtem, gelöschtem Kalk leitet, erhält man Chlorkalk (Bleichereien!).

Aufg. 1. Welchem Zwecke dient in D 1 das MnO_2 ? in D 2 H_2SO_4 ? MnO_2 ? 2. Vergleiche hinsichtlich ihrer Affinität zu H das Cl und O. 3. Chlorkalk riecht auch ohne Anwendung von Essig nach Cl; welche Säure mag dann die Essigsäure ersetzen? 4. Flaschen, in denen Chlornasserstoff aufbewahrt wird, sind gewöhnlich schwarz oder mit Papier beklebt. Grund? 5. Weise nach, daß Na eine größere Affinität zu Cl hat als zu O! 6. Vergleiche die Affinität des Cl zu Ag und zu H! 7. Welche Ähnlichkeit ist zwischen der Erzeugung von Wärme durch Schlag und Stoß einerseits und durch Bildung von HCl aus H und Cl andererseits? Welcher Unterschied? 8. Auf welche Weise läßt sich eine Blüte entfärben? eine blaue Blüte rot färben? 9. Merke: Silber, Argentum = Ag; Mangan, Mangan = Mn; Kupfer, Cuprum = Cu; Zinn, Stannum = Sn. 10. Lies $MnCl_2$, $CuCl_2$, $AgCl$, HCl , $FeCl_2$, $NaCl$. Gib die Zahl der Atome in jeder dieser Verbindungen an! 11. Weise nach, daß die Entstehung von NaCl und von HCl chemische Vorgänge sind! 12. Wie kann man nachweisen, daß HCl H und Cl enthält?

Kap. 4.

Atomgewicht. Gesetze. Wertigkeit.

Atomgewicht. Jeder Körper läßt sich durch Anwendung eines Druckes zusammenpressen, verdichten; die Moleküle eines Körpers müssen also durch Zwischenräume voneinander getrennt sein. Beim Übergehen aus dem flüssigen Zustande in den luftförmigen nehmen die Körper ein sehr viel größeres Volumen ein, Wasser z. B. ein 1700 mal so großes. Die Moleküle eines Gases sind also im Verhältnis zu ihren Zwischenräumen unendlich klein.

Bei der Ausdehnung durch Wärme nehmen alle Gase in ganz demselben Maße und ganz regelmäßig an Volumen zu, bei der Erwärmung von 0° auf 1° um $\frac{1}{273}$, von 0° auf 2° um $\frac{2}{273}$, auf 10° um $\frac{10}{273}$ uß.

Dies läßt schließen, daß in je 1 l der verschiedensten Gase die Größe der Zwischenräume und auch die Zahl der Moleküle gleich groß ist. 1 l Cl wiegt 35,4 mal soviel als 1 l H; demnach wiegt auch 1 Molekül Cl 35,4 mal soviel als 1 Molekül H, und weil das Chlormolekül wie auch das Wasserstoffmolekül aus 2 Atomen besteht, wiegt auch jedes Atom Cl 35,4 mal soviel als ein Atom H. Setzt man das Gewicht eines Atoms $H = 1$, so ist das Atomgewicht von $Cl = 35,4$.

Atomgewichte: $H = 1$ $Cl = 35,4$
 $O = 16$ $Zn = 65$
 $Na = 23$

Gesetz von der Erhaltung des Stoffes. 1 l H und 1 l Cl geben bei der Verbindung 2 l HCl, die hinsichtlich des Gewichts genau der Summe der Gewichte von 1 l H und 1 l Cl entsprechen. Wird eine Wassermenge durch den elektrischen Strom in H und O zerlegt, so ist die Summe der erhaltenen Gewichtsmengen H und O gleich dem Gewichte des zerlegten Wassers. Es gilt allgemein das Gesetz: Bei allen chemischen Verbindungen und Zersetzungen bleibt die Menge des Stoffes stets dieselbe.

Gesetz der konstanten Proportionen. Es verbindet sich stets 1 Vol. Cl mit 1 Vol. H zu HCl, nie mehr noch minder; desgleichen 1 Vol. O mit 2 Vol. H zu H_2O , Wasser. Gesetz: Alle chemischen Verbindungen sind von feststehender Zusammensetzung.

Wertigkeit: Mit 1 Atom Cl verbindet sich stets 1 Atom H,
 " 1 " O verbinden " " 2 Atome H,
 " 1 " N (Stickstoff) verbinden sich stets 3 Atome H
 (zu NH_3 , Ammoniak).

Es hat also ein Atom Cl nur die Kraft, 1 H zu binden; 1 Atom O bindet 2 Atome H; 1 Atom N bindet 3 Atome H. Die atombindende Kraft eines Elements nennt man seinen Wert. Auf H als Normal-element bezogen ist demnach

Cl einwertig, ausgedrückt:	Cl' oder	^{I.} Cl,
O zweiwertig, "	O'' "	^{II.} O,
N dreiwertig, "	N''' "	^{III.} N.

Aufg. 1. 1 l H wiegt bei 0° und 760 mm Luftdruck 0,0896 g; berechne das Gewicht von 1 l Cl, O, N. 2. Wieviel g H und O lassen sich gewinnen durch Elektrolyse von 10 g H_2O ? 3. Desgleichen wieviel

1 Cl aus 15 g HCl? aus 50 g NaCl? 4. Wieviel Na ist erforderlich, um 142 g Cl zu binden? 5. SchlieÙe aus folgenden Symbolen auf die Wertigkeit der betreffenden Elemente:

Chlorkalium = KCl,

Jodwasserstoff = HJ,

Schwefelwasserstoff = H₂S,

Calciumoxyd = CaO,

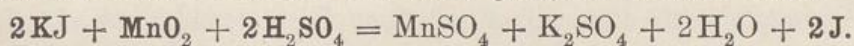
Leichter Kohlenwasserstoff = CH₄.

6. Was folgt aus dem Gesetz über die Erhaltung des Stoffes für die Anwendung der Ausdrücke: „Vernichtung“, „Zerstörung“? 7. Was wird entstehen, wenn 1 l H und 1½ l Cl gemischt und dem direkten Sonnenlichte ausgesetzt werden? Begründung!

Kap. 5.

a) Jod. Jod. J. 126.

D. Wenn man Jodkalium mit Braunstein und Schwefelsäure erwärmt, so steigt ein veilchenblaues Gas auf, das sich an den kühleren Teilen der Retorte verdichtet und kleine glänzende Kristalle bildet.



E. Das Jod ist ein fester, grauer, metallisch glänzender Körper, der in rhombischen Tafeln kristallisiert. Es färbt die Haut braun, ist in Wasser wenig, in Alkohol, Äther und Schwefelkohlenstoff leicht löslich. Die medizinisch gebrauchte Jodtinktur ist eine Lösung von 1 T. J in 16 T. Alkohol. Dichte Joddämpfe sehen veilchenblau aus; daher der Name (Jod = veilchenblau).

Vb. Legt man eine Kupfer-, Nickel- oder Silbermünze auf die Öffnung der Jodflasche, so bildet sich gelbliches Jodkupfer, Jodnickel, Jodsilber. Auch mit anderen Metallen geht das Jod gern Verbindungen ein. Es ist ein Halogen. — Pulverförmige Stärke wird in einem Arzneiglase mit Wasser geschüttelt, setzt man nun einige Tropfen Jodlösung zu, so färbt sich die Stärke blau. Jod ist also ein Reagens (Plur. Reagentien) auf (Erkennungszeichen für) Stärke; Stärke reagiert auf Jod.

Vk.*) Infolge seiner großen Affinität zu Leichtmetallen kommt das Jod frei nicht vor, wohl aber als Jodnatrium und Jodmagnesium. Weil diese Haloide leicht löslich sind, hat das Wasser sie aus dem Boden aus-

*) Vk. = Vorkommen. A. = Anwendung. E. = Eigenschaften.

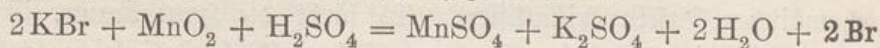
gelaugt und dem Meere zugeführt. Die Pflanzen und Tiere des Meeres nehmen gelöste Jodsalze in ihren Körper auf.

Bedeutung. In der Chemie ist das Jod wichtig als vorzügliches Reagens auf Stärke. Viel wichtiger aber ist die Rolle, die es im menschlichen Körper spielt. Es findet sich hier nämlich in auffallend großer Menge in der Schilddrüse. Diese ist für die Umformung der bereits verdauten und im Blutstrom befindlichen Nährstoffe in menschliches Eiweiß und Fett ganz unentbehrlich. Das Jod scheint also bei der Assimilation eine sehr wichtige Rolle zu spielen. Aufgenommen wird das Jod bei der Atmung in Stäubchen, die aus eingetrockneten Algen bestehen. Diese stammen aus dem Meere und sind bei heftigen Stürmen durch den Wogenprall verstäubt. — Reines Jod, also auch Jodtinktur, dagegen zerstört den Magen; Joddämpfe greifen die Lunge sehr an.

Aufg. Weise das Vorhandensein von Stärke nach a) in einer Scheibe aus einer Kartoffel, b) in gekochten und zerstoßenen Bohnen und Erbsen, c) in Weizenmehl, d) in einem besonnten und dann mittels Spiritus entfärbten Pflanzenblatte.

b) Brom. Brom. ^{I.} Br. 80.

D. Wir stellen es dar aus Bromkalium, einem Mittel, das gegen Schlaflosigkeit und Epilepsie gegeben wird,



und erhalten es dann als ein übelriechendes, bräunliches Gas.

E. Bei gewöhnlicher Stubenwärme ist das Brom flüchtig, verdampft aber leicht, riecht sehr übel, ist braun und giftig.

Vb. Versf. 1. Silbermünze auf der Bromflasche. Es entsteht rahmgelbes Bromsilber. 2. Bromkaliumlösung wird mit einer Lösung von salpetersaurem Silber gemischt; dabei wird ein rahmgelber Stoff, Bromsilber, gefällt. (Das Brom geht zum Silber, die Salpetersäure zum Kalium.) 3. Setzen wir das Bromsilber aus Versf. 2 den Sonnenstrahlen aus, so bleibt es gelb. 4. In ein Probierglas bringen wir destilliertes Wasser, wenig flüssiges Eiweiß aus einem Hühnerei, Bromkaliumlösung und eine Lösung von salpetersaurem Silber. Erfolg: Fällung von gelbem Bromsilber, das aber am Lichte schwarz wird. 5. Wiederholung des Versuchs, indem das Eiweiß durch Stärkekleister ersetzt wird. Erfolg derselbe. 6. Ein Streifen Filtrierpapier wird mit Eiweiß durchtränkt, dann durch Bromkaliumlösung und endlich durch

eine Lösung von salpetersaurem Silber gezogen. Das Papier wird erst rahmgelb (Bromsilber), im Lichte schwarz.

Folglich: Brom verbindet sich direkt mit Silber, aber auch indirekt, indem man Bromkaliumlösung und eine Lösung von salpetersaurem Silber mischt. Das auf diese Weise entstandene Bromsilber ist lichtbeständig, wird aber vom Licht rasch in freies Brom und schwarzes Silberpulver zerlegt, wenn Eiweiß oder Stärke zugegen ist. Deshalb findet das Bromsilber in der Photographie Anwendung. Auf den photographischen Trockenplatten ist es in einer dünnen Schicht von Gelatine, auf dem photographischen Papier in einem Überzug von Stärke oder Eiweiß (Albumin) abgelagert. Wegen seiner Lichtempfindlichkeit müssen die Platten wie auch das für photographische Abzüge bestimmte Papier im Dunkeln aufbewahrt werden. (Das Photographieren siehe bei: Silber. Kap. 49.)

Vk. und G. Bromkalium und Jodnatrium werden in Wasser gelöst. Wegen ihrer großen Affinität zu Kalium und Natrium kommen Jod und Brom (ebenso wie Chlor) nirgends in der Natur rein, sondern fast immer an Kalium und Natrium gebunden vor (sind Halogene, Salzbildner). Diese Verbindungen sind in Wasser leicht löslich. Das Regenwasser hat längst alle im Erdboden einst vorhandenen Jod- und Bromsalze aufgelöst und in den Flüssen dem Weltmeere zugeführt. Die Meerespflanzen (Algen) nehmen sie in ihren Körper auf. Früher gewann man das Jod und das Brom, indem man Seegewächse trocknete und verbrannte und die Asche mit Braunstein und Schwefelsäure behandelte. Wo Meeresbecken eintrockneten, bildeten sich Salzlager, in denen sich auch die Jod- und Bromsalze in größerer Menge absetzten. Wenn man das Salzgemische solcher Lager auflöst und dann wieder eindampft, bleiben die Jod- und Bromsalze länger gelöst als das schwer lösliche Kochsalz, finden sich in der zurückbleibenden „Mutterlauge“ und werden aus dieser gewonnen.

Aufg. 1. Wenn man Jodkaliumlösung mit Stärkekleister mischt und dann Chlornasser zusetzt, so färbt sich die Stärke blau. a) Schließe daraus auf die Affinität des Cl und des J zu K! b) Welche neuen Verbindungen entstehen? 2. Jod verdampft schon bei gewöhnlicher Luftwärme; welche anderen festen Körper verhalten sich ebenso? 3. Jod verdampft, ohne sich zu verflüssigen; schließe daraus auf die Lage von Schmelz- und Siedepunkt! 4. Das Wasser des Toten Meeres ist verhältnismäßig reich an Jodsalzen. Erkl.! 5. Bilde die Formel für die Entwicklung von J aus Jodnatrium! 6. Lies: KJ, HJ, NaJ; NaBr, HBr, KBr, AgJ, AgBr, CuJ₂, NiJ₂. 7. Wieviel Jod, bezw. Chlor und Brom läßt sich gewinnen aus 21 g NaJ, 30 g NaCl, 20 g KJ,

24 g KBr? 8. Ein Haloid soll auf seine Zusammensetzung untersucht werden. Zu dem Zwecke bringt man einige Körnchen desselben auf den Docht der Spirituslampe. Die Flamme färbt sich violett, was die Gegenwart von Kalium beweist. Wie ist nun festzustellen, ob es ein Chlorid, Jodid oder Bromid ist?

Kap. 6.

Sauerstoff. Oxygenium. ^{II.} O. 16.

Versuche. 1. Man bringt a) ein Häufchen fein zerriebenes Stärkemehl, b) in einiger Entfernung davon ein Häufchen feinen Zucker auf ein Brett und versucht, diese Stoffe mittels eines Reibhölzchens anzuzünden; es gelingt nicht.

2. Man schüttet einen kleinen Teelöffel voll chlorsaures Kalium allein auf das Brett; es ist gleichfalls nicht entzündlich.

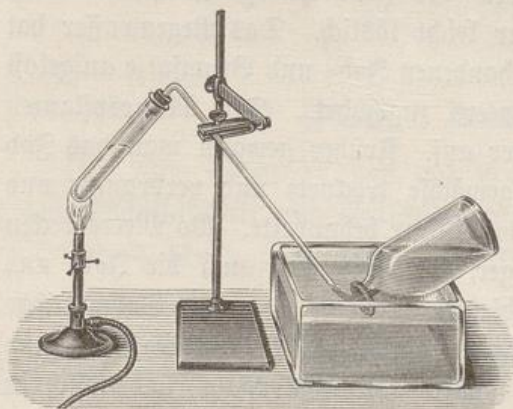


Fig. 6. Darstellung von Sauerstoff.

3. Mischt man unter die Stärke und den Zucker in Versuch 1 etwa eine gleiche Menge chlorsaures Kalium, so flammt die Mischung bei Annäherung eines Reibholzes (von der Seite her!) sofort auf. Das chlor-saure Kalium hat also ermöglicht, daß Stärke und Zucker brennen.

4. Ein Stück Holzkohle wird in die Flamme des Bunsenbrenners gehalten; die Kohle er-glüht, leuchtet aber nur schwach.

5. Ein Probiervlas wird fast bis zur Hälfte mit einer Mischung von chlorsaurem Kalium und gepulvertem Braunstein gefüllt. Man setzt auf das Glas einen luftdicht schließenden Kork, durch den man, gleichfalls luftdicht anschließend, eine in eine Spitze auslaufende Glas-röhre geführt hat. Indem man das chlor-saure Kalium erhitzt, hält man vor die Öffnung der Röhre ein Stück glühende Holzkohle. Nach kurzer Zeit beginnt die Kohle mit sehr großer Lebhaftigkeit zu glühen. Die Wärme treibt also aus dem chlor-sauren Kalium ein Gas aus, das die Verbrennung der Kohle um sehr vieles lebhafter macht. Dieses Gas ist Sauerstoff.

6. Sauerstoff in Salpeter. Ein Teelöffel voll Kalisalpeter wird in einem Probierglase erhitzt, bis letzterer schmilzt. Dann wirft man einige Späne (kalter) Holzkohle auf den Salpeter und erhitzt weiter. Bald glüht die Kohle hell auf und verbrennt unter lebhaftem Funken-sprühen. Demnach enthält der Salpeter gleichfalls Sauerstoff und gibt ihn bei starker Erhitzung ab. Körper, die Sauerstoff an andere Körper abgeben, nennt man Drydationskörper.

7. Quecksilberoxyd, ein Drydationskörper. Wenig rotes Quecksilberoxyd wird in einem Probierglase erhitzt und im übrigen wie in 5 verfahren. Die glühende Holzkohle leuchtet auf. Quecksilberoxyd ist also ein Drydationskörper. Beim Erkalten zeigen sich im Probierglase Tröpfchen von metallischem Quecksilber.

HgO zerfällt in Hg und O
(Quecksilberoxyd) (Quecksilber) (Sauerstoff).

KClO_3 zerfällt in KCl und 3O
(Chlorsaures Kalium) (Chlorkalium) (Sauerstoff).

8. Auffangen von mehr Sauerstoff, den man aus chlorsaurem Kalium entwickelt, siehe Fig. 6.

Verbrennungsprozeß. 1. Ein glimmender Holzspan flammt lebhaft auf, wenn man ihn in eine Flasche mit reinem Sauerstoff führt, brennt eine Zeitlang, beginnt dann zu schwelen und erlischt, bevor er ganz verbrannt ist. Führt man jetzt in dieselbe Flasche einen zweiten brennenden Holzspan ein, so erlischt dieser sofort. 2. Man legt ein Stück Schwefel in einen kleinen eisernen Löffel mit langem Stiele, entzündet den Schwefel und führt ihn nun in eine zweite Flasche mit Sauerstoff. In freier Luft brennt er mit schwacher, bläulicher Flamme, im reinen Sauerstoff unter Entwicklung von blendendem Licht; bevor der Schwefel ganz verbrannt ist, erlischt er. 3. Von einer Stange Phosphor (mit einem nassen Tuche anfassen, nicht mit bloßen Fingern!) schneidet man eine Scheibe ab, legt sie in das eiserne Löffelchen, führt dieses in eine dritte Flasche mit Sauerstoff und berührt den Phosphor mit einer heißen Stricknadel. In der freien Luft rauchte der Phosphor schwach, im reinen Sauerstoff lebhafter, brannte nach der Erwärmung mit blendendem Lichte, erlosch, bevor er ganz verbrannt war, entzündete sich wieder an der freien Luft und erlosch völlig, als er (schnell!) in Wasser getaucht wurde.



Fig. 7. Verbrennen einer Uhrfeder in reinem O.

4. Eine Unruhefeder wird an einem Holzspan befestigt, in einer Flamme bis zum Glühen erhitzt und dann in eine Sauerstoffflasche geführt. In der Luft glüht sie rot, im reinen Sauerstoff weiß und verbrennt hier unter lebhaftem Funkensprühen. 5. Ein Scheibchen Phosphor wird in einem Probierglase mit Schwefelkohlenstoff übergossen (nicht in der Nähe einer Flamme, weil sonst Explosionsgefahr!). Nachdem der Phosphor sich aufgelöst hat, wird er über Filtrierpapier (auf dem eisernen Dreifuße liegend, nachher nicht mehr anzufassen!) ausgegossen. Kurz nachdem der Schwefelkohlenstoff verdampft ist, entzündet sich der Phosphor.

Diese Versuche lehren: 1. Damit ein Körper brennen kann, muß er erwärmt werden. Der Temperaturgrad, der zur Entzündung nötig ist, die Entzündungstemperatur, ist bei den verschiedenen Körpern sehr verschieden (weise nach!). 2. Die Verbrennung geht in reinem Sauerstoff am lebhaftesten von statten. 3. Durch die Verbrennung wird der Sauerstoff verbraucht. 4. Ohne Sauerstoff ist eine Verbrennung nicht möglich. 5. In freier Luft brennen die Körper auch, aber weniger lebhaft; die atmosphärische Luft enthält also Sauerstoff, besteht aber nicht aus reinem Sauerstoff. 6. Je größer die Oberfläche eines brennbaren Körpers ist, desto größer ist auch die Berührungsfläche mit dem Sauerstoff der Luft, desto leichter geht die Verbrennung von statten. 7. Ein brennender Körper kann ausgelöscht werden, a) indem man den Zutritt von Sauerstoff verhindert, oder b) indem man ihn unter seine Entzündungstemperatur abkühlt.

Darstellung a) durch Wasserzersehung mittels des elektrischen Stromes.

b) Werden Wasserpflanzen in kohlenstoffhaltigem Wasser dem Lichte ausgesetzt, so steigen Sauerstoffbläschen auf. Die Pflanzen zerlegen die Kohlenstoff CO_2 in C und O; $\text{CO}_2 = \text{C} + 2\text{O}$. Den Kohlenstoff brauchen sie zum Aufbau ihres Körpers.

E. Der Sauerstoff wurde 1774 (von Priestley) entdeckt, und zwar aus dem roten Quecksilberoxyd gewonnen. Er ist ein farb-, geruch- und geschmackloses Gas. In Wasser löst er sich in kleiner Menge auf (wasseratmende Tiere!).

Aufg. 1. a) Welche Kräfte haben wir angewandt, um den Sauerstoff aus seinen Verbindungen frei zu machen? b) welche Kräfte, um Wasserstoff und Chlor darzustellen? 2. Erkläre die Wirkung des Blasebalgs auf Feuer. 3. Warum facht ein Sturm einen Häuserbrand an, und warum löscht er ein Reibholz aus? 4. Warum löscht Wasser Feuer aus? 5. Warum das Drahtnetz (Fig. 8) die Kerzenflamme? 6. In Kohlenbergwerken brechen oft Massen eines brennbaren Gases aus dem Gestein heraus. Hat die Lampe des Bergmanns die von dem Engländer Davy

erfundene Hülle von feinem Draht (Fig. 9), so entzündeten sich diese Gase nicht an der Flamme. Erkl.! 7. Warum brennen Steinkohlen auf einem offenen Herd nicht, Torf und Holz dagegen wohl? 8. Warum erlischt das Feuer im Ofen, a) wenn man die Zuglöcher verschließt? b) wenn man die Kofstür ganz öffnet, während nur wenig Feuer im Ofen ist? c) wenn man auf ein schwaches Feuer viel kaltes Brennmaterial schüttet? 9. Welchen Nachteil bringt es, wenn man mit feuchtem Brennstoff heizt? wenn der Brennstoff sehr kalt ist? 10. Warum beginnt das Feuer im Ofen zu rauchen, a) wenn man die Einfülltür öffnet? b) wenn man mit kaltem Brennstoff nachheizt? 11. Warum heizt ein eiserner Ofen rascher als ein tönerner? 12. Zu welchem Zweck hat der Ofen mehrere „Züge“? warum erhabene Verzierungen? 13. Warum müssen Ofen und Ofenrohr von Ruß möglichst frei sein? 14. Warum würde es für den Schmied nicht vorteilhaft sein, wenn er einen geschlossenen Herd hätte? 15. Warum glühen Kohlen unter der Asche lange fort? 16. Auf welchem Wege gelangt Sauerstoff zur Flamme der Petroleumlampe? zu der Flamme der mit einem Glühstrumpf brennenden Gasflamme? 17. Welchen Zweck mag die Brennscheibe der Petroleumlampe haben? 18. Warum leuchtet die Petroleumlampe sofort heller auf, sobald man das Glas aufsetzt?



Fig. 8.
Niederdrücken einer
Flamme mittels eines
Drahtnetzes.

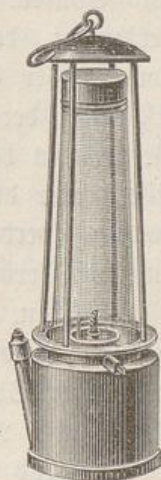


Fig. 9.
Davy'sche Sicherheitslampe.

Kap. 7.

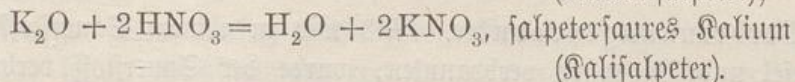
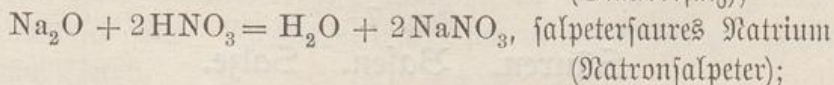
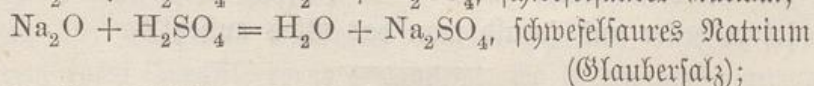
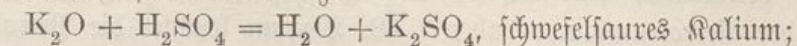
Säuren. Basen. Salze.

Verbrennungsprodukte. Als wir in reinem Sauerstoff Holz, Schwefel und Phosphor verbrannten, wurde der Sauerstoff verbraucht; aber auch die Masse der Brennstoffe nahm ab. Aus dem Sauerstoff und den Brennstoffen sind neue Körper entstanden; diese nennt man Verbrennungsprodukte. Beim Verbrennen des Holzes entstand nichts Sichtbares; beim Verbrennen des Schwefels und des Phosphors dagegen wurden weiße Nebel sichtbar; das Eisen der Unruhesfeder verbrannte zu einer schwarzen Masse. Schwefel verbrennt in trockener Luft ohne Rauchbildung.

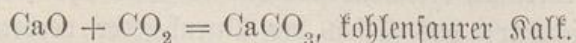
Säuren. Bringt man in die Gläser, in denen Kohle, bezw. Schwefel und Phosphor in reinem Sauerstoff verbrannt wurden, Wasser, schüttelt und untersucht, so findet man: die Verbrennungsprodukte dieser Stoffe sind in Wasser löslich; die Lösungen färben blaues Lackmuspapier rot und schmecken (in starker Verdünnung zu probieren!) sauer, sind Säuren. Der Kohlenstoff des Holzes ist zu Kohlensäure (CO_2) verbrannt, der Schwefel zu Schwefeldioxyd (SO_2), hat aber sofort noch Wasser (H_2O) aufgenommen und bildet jetzt schweflige Säure (H_2SO_3); der Phosphor verbrannte zu Phosphorsäure (P_2O_5). Das Verbrennen besteht also darin, daß sich ein Element (Schwefel, Phosphor, Eisen) oder die Elemente einer Verbindung (Holz) mit Sauerstoff (Oxygenium) verbinden; darum nennt man diesen Vorgang Oxydation, und die Verbrennungsprodukte heißen kurzweg Dryde.

Basen. Kalium und Natrium, zwei metallisch glänzende Leichtmetalle, oxydieren an der Luft langsam, in reinem Sauerstoff bei gewöhnlicher Stubenwärme etwas schneller zu Kaliumoxyd, K_2O , oder Kali, und Natriumoxyd, Na_2O , oder Natron. Kaliumoxyd und Natriumoxyd sind weiß, zerreiblich, lösen sich leicht in Wasser, verleihen demselben einen laugenhaften Geschmack und färben rotes Lackmuspapier blau. Stoffe, die rote Pflanzenfarben blau färben und einen laugenhaften Geschmack haben, nennt man Basen.

Salze. Träufelt man in Kali- oder Natronlauge Schwefelsäure, H_2SO_4 , oder Salpetersäure, HNO_3 , so färbt die Flüssigkeit zuletzt weder rotes noch blaues Lackmuspapier um, hat auch weder einen laugenhaften noch sauren Geschmack, ist neutralisiert. Wird sie eingedampft, so bleibt als Rückstand ein Salz:



Kalkwasser enthält Calciumoxyd aufgelöst, schmeckt laugenhaft und färbt rotes Lackmuspapier blau; Calciumoxyd ist also eine Basis. Leitet man Kohlensäure in Kalkwasser, so trübt sich dieses, wird neutral und enthält jetzt kohlensauren Kalk.



Durch Verbindung einer Säure mit einer Basis entsteht ein Salz.

Aufg. 1. Wie läßt sich feststellen, ob Milch, Bier, Speiserefte angesäuert sind? 2. Untersuche deinen Mundspeichel mit Probierpapier und zwar a) am Abend, b) am Morgen. 3. Säuren lösen den Schmelz der Zähne auf; welche Regel für die Gesunderhaltung der Zähne läßt sich aus dem Ergebnis der vorigen Untersuchungen ableiten? 4. Untersuche mit Probierpapier a) den Saft aus den Blättern und dem Stengel verschiedener Pflanzen, b) feuchte Ackererde, Walderde, frischen Mist, das Wasser eines Baches, eines Sumpfes! Ergebnis? 5. Welche Säure enthält kein O? 6. Weise nach, daß obige Gleichungen richtig sind! 7. Wie kann man einen Säurefleck aus blauem Tuche entfernen? 8. Warum wird blaues Tuch nicht von der atmosphärischen Kohlensäure gerötet? 9. Nenne a) gasförmige, b) flüssige, c) feste Säuren! 10. Unter welcher Bedingung allein kann eine feste Säure sauer schmecken? 11. Verbranntes Eisen bildet mit einer Säure ein Salz. Folgerung? 12. Warum färbt verbranntes Eisen rotes Lackmuspapier nicht blau?

Kap. 8.

Dryde. Drydationsstufen. Reduktion.

Dryde. Zink verbrennt in einem weißglühenden Kohlenfeuer zu einem weißen Pulver: Zinkoxyd; Kupfer überzieht sich in der Hitze mit einer Schicht von schwarzem Kupferoxyd; geschmolzenes Blei bedeckt sich mit einer grauen Haut von Bleioxyd.

Die Verbindung eines Elementes mit O heißt ein Dryd. H_2O , SO_2 , P_2O_5 , CO_2 , K_2O , Na_2O sind also Dryde.

Drydationsstufen. Ein Kupferstreifen, der eine Zeitlang geglüht worden ist, zeigt eine oberflächliche Schicht von schwarzem Kupferoxyd, CuO , und darunter eine ziegelrote Schicht nur halbwegs verbrannten Kupfers, Kupferoxydul, Cu_2O . Verbranntes Eisen sieht schwarz aus, Eisenoxydul, FeO . Wird Eisenoxydul bei Luftzutritt noch längere Zeit stark geglüht, so färbt es sich rot: Eisenoxyd, Fe_2O_3 . (Hammerschlag ist eine Mittelstufe von Eisenoxydul und Eisenoxyd: Fe_3O_4 , Eisenoxyduloxyd.) Aus dem gelben Bleioxyd, PbO , wird durch sehr starke Erhitzung Pb_3O_4 , Mennige (prachtvoll rot), und wenn man auf die Mennige Salpetersäure gießt, so bildet sich braunes Bleisuperoxyd (Überoxyd) PbO_2 . Viele Elemente haben verschiedene Drydationsstufen. Die untere Drydationsstufe pflegt man Drydul zu nennen, die höhere Dryd und die höchste Superoxyd oder Peroxyd. Auch bezeichnet man die Drydationsstufen wohl nach der Zahl der Sauerstoff-

atome. Kohlenstoff z. B. verbrennt bei unzureichender Sauerstoffzufuhr zu CO, Kohlenstoffmonoxyd, sonst zu CO₂, Kohlenstoffdioxid, Phosphor bei Stubenwärme ohne Flamme zu P₂O₃, Phosphortrioxid, bei höherer Temperatur zu P₂O₅, Phosphorpentoxid.

Reduktion. Hält man einen mit schwarzem Kupferoxyd überzogenen Kupferstreifen in die Spiritusflamme, so wird das Kupferoxyd in der Mitte derselben wieder in die niedere Oxydationsstufe, Kupferoxydul, reduziert, zurückgeführt; aus Bleioxyd wird hier wieder metallisches Blei. Unter Reduktion oder Desoxydation versteht man also die Wegnahme von Sauerstoff aus einer Verbindung. Derjenige Körper, der den Sauerstoff an sich reißt (hier das unverbrannte Gas im Innern der Flamme!), heißt der Reduktionskörper, derjenige, der den Sauerstoff hergibt, der Oxydationskörper.

Aufg. 1. Wie erklärt es sich, daß am Kupfer gleichzeitig zwei Oxydationsstufen entstehen? 2. Warum ist es unzumutbar, von dem Boden eines kupfernen Kessels das Kupferoxyd wegzukratzen? 3. Nenne Elemente, die H₂O reduzieren. Desgleichen einen Oxydationskörper für Na. 4. CO ist ein Gas und verbrennt mit blauer Flamme; Verbrennungsprodukt? 5. In welchem Falle wird im Ofen CO entstehen? wann CO₂? 6. Die brennbaren Elemente in der Mitte der Spiritusflamme sind H und C; vergl. dieselben hinsichtlich ihrer Affinität zu O mit Cu und Pb. 7. Durch welche Mittel läßt sich H₂O, KClO₃ reduzieren? 8. Welcher Körper dient als Oxydationsmittel bei der Darstellung von Chlor aus Kochsalz? 9. Wie müßte man verfahren, um Eisenoxyd in Eisen zu verwandeln? 10. Gib ein Beispiel an für die Reduktion von CO₂. 11. Durch was für Mittel können die unedlen Metalle in ihre höchsten Oxydationsstufen verwandelt werden? 12. Vergl. sie in dieser Hinsicht mit Quecksilber. 13. Wo muß das Plätteisen im Feuer liegen, damit es nicht verbrennt?

Kap. 9.

Die Atmung.

Verbrauch von Sauerstoff a) bei Menschen. 1. Ein Standzylinder wird in einem Eimer mit Wasser gefüllt und dann umgekehrt so weit gehoben, daß die Öffnung noch unter der Wasseroberfläche bleibt. Mittels eines Glasrohrs oder eines Gummischlauchs bläst man ausgeatmete Luft in den Standzylinder, bis alles Wasser aus ihm vertrieben

ist, verschließt ihn unter Wasser mit einer Glasscheibe und hebt ihn heraus. Eine jetzt in den Zylinder gesenkte brennende Kerze erlischt.

b) bei Pflanzen. 2. Ein Standzylinder wird bis zur halben Höhe mit Blüten der Wucherblume gefüllt, von denen man alle grünen Teile abgeschnitten hat. Auf die Blüten stellt man ein offenes Gläschen mit klarem Kalkwasser und verschließt dann den Standzylinder luftdicht. Nach einigen Stunden erlischt eine in die Luft des Zylinders geführte Kerzenflamme. Das Kalkwasser hat sich getrübt.

Entstehung von Kohlensäure. 3. Bläst man atmosphärische Luft mittels eines Blasebalgs durch Kalkwasser (in einem Trinkglase), so tritt keine Trübung ein. 4. Wird dagegen ausgeatmete Luft durch Kalkwasser getrieben, so entsteht eine weiße Trübung. 5. Auch die von den Blüten (Vers. 2) ausgeatmete Luft trübt das Kalkwasser.

Nicht aller Sauerstoff wird beim Atmen verbraucht. 6. Bringt man in die ausgeatmete Luft (Vers. 1) ein Stückchen blankes Natriummetall, so oxydiert es bald zu weißem Natriumoxyd.

Ergebnis: Die Versuche unter 1 und 2 zeigen, daß sowohl Menschen (und Tiere) als auch Pflanzen beim Atemungsprozeß der Luft Sauerstoff entziehen; Vers. 6 beweist, daß auch die ausgeatmete Luft immer noch Sauerstoff enthält. In der atmosphärischen Luft macht der Sauerstoff 21% des Volumens aus, in der ausgeatmeten Luft nur 16%. Dagegen ist Kohlensäure in der atmosphärischen Luft nur in sehr geringer Menge ($3\frac{1}{2}$ Teile unter 10 000 Teilen) enthalten. Darum gelingt es auch nicht, durch Einblasen von atmosphärischer Luft in Kalkwasser den Ätzkalk desselben in unlöslichen kohlensauren Kalk zu verwandeln. Schnell erfolgt diese Umwandlung hingegen durch die ausgeatmete Luft; diese enthält 4—6% Kohlensäure. Beim Atemungsprozeß wird also Sauerstoff verbraucht und Kohlensäure gebildet.

Der Atemungsprozeß ist also ein Verbrennungsprozeß. Weil Kohlensäure entstanden ist, muß Kohlenstoff verbrannt sein. Außer Kohlensäure entsteht durch den Atemungsprozeß Wasser. Zur Verbrennung gelangen also im Körper Stoffe, die Kohlenstoff und Wasserstoff enthalten (Fett, Eiweiß). Um den durch den Atemungsprozeß entstandenen Verlust (an Fett und Eiweiß) zu decken, nehmen wir Nahrung zu uns.

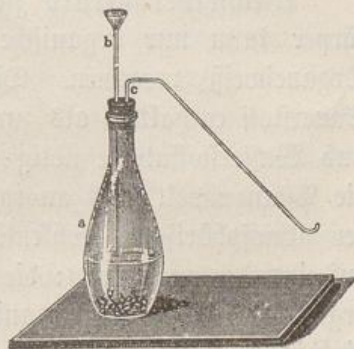


Fig. 10.

Nachweis von CO₂ im Atem.

Eigenwärme. Der Verbrennungsprozeß ist die Quelle der Eigenwärme unseres Körpers. Im Hungerzustande sinkt die Menge der ausgeatmeten Kohlensäure bis auf $\frac{1}{3}$ der gewöhnlichen Ausgabe herab. Die Verbrennung geht also langsamer von statten. Daraus erklärt es sich, daß hungernde Personen leicht frösteln. Der Verbrennungsprozeß in unserm Körper liefert außer der Eigenwärme die Betriebskraft für alle Bewegungen, die wir ausführen. Je größer die von einem lebenden Körper geleistete Arbeitsmenge ist, desto größer ist auch die Menge der ausgeatmeten Kohlensäure und das Nahrungsbedürfnis. Tiere, die den Winter über hungern müssen, ruhen, halten einen Winterschlaf. Sie erzeugen dann nicht mehr Wärme, als zur Erhaltung der notwendigen Lebensvorgänge vonnöten ist, atmen darum langsam, verbrauchen aber immer noch Brennstoff, vor dem sie einen Vorrat in der Form von Fett unter der Haut angesammelt haben. Bei den sich sehr lebhaft bewegenden Vögeln beträgt die Eigenwärme reichlich 42° , beim Menschen 37° . Bei den Kriechtieren, Amphibien und Fischen ist die Atmung so wenig ergiebig, daß die Körperwärme dieser Tiere zum Teil von der Wärme des umgebenden Mittels abhängig ist.

Wechselverhältnis zwischen Tieren und Pflanzen. Der Tierkörper kann nur organische Verbindungen (zirkulierendes Eiweiß, Fett, Organeiweiß) veratmen. Diese Stoffe müssen selbstverständlich weniger Sauerstoff enthalten, als zur vollständigen Verbrennung ihrer Kohlenstoff- und Wasserstoffatome nötig ist. Diese reduzierten Verbindungen bereitet die Pflanzenwelt aus anorganischen Stoffen, besonders durch Reduktion der atmosphärischen Kohlensäure. Pflanzenwelt und Tierwelt sind also auf einander angewiesen: die Pflanzenwelt reduziert CO_2 und wandelt anorganische Stoffe in organische um; die Tierwelt oxydiert diese Verbindungen wieder.

Gesunde Luft. Die Atemluft muß möglichst frei sein von Staub (weil dieser die mechanische Arbeit des Atmens erschwert), von giftigen Gasen (als CO , CO_2 , H_2S), von riechenden Stoffen aller Art und bedarf eines nicht zu kleinen Gehaltes an Wasserdampf (etwa 65%). Für die stetige Lufterneuerung in geschlossenen Räumen muß gesorgt werden, indem die Wände porös, trocken und ohne Ölanstrich und Holzbekleidung sind, durch zeitweiliges Öffnen der Fenster usw.

Aufg. 1. Welchen Weg nimmt die eingeatmete Luft? 2. Wodurch wird die Möglichkeit des Einatmens geschaffen? 3. Wodurch kommt der Austausch der Gase in der Lunge zustande? 4. Fische ersticken, wenn ihre Kiemen trocken werden. Erkl.! 5. Regenwürmer ersticken sowohl

in Wasser als auch in Staub. Erkl. 6. Welche Erscheinung zeigt, daß die Oxydation in allen Teilen des Körpers zustande kommt? 7. Das in der Lunge mit O bereicherte Blut vollendet den Kreislauf durch den Körper in 10 Sek.; wozu so schnell? 8. Inwiefern wird die mechanische Arbeit des Atmens durch Staub vermehrt? 9. Warum geht der Luftwechsel durch die Wände im Winter schneller von statten als im Sommer? 10. Wie trägt der Ofen zur Erneuerung der Stubenluft bei? 11. Wie ist es zu erklären, daß die ausgeatmete Luft noch 16% O enthält? 12. Auch die Pflanzen bedürfen der Wärme als Betriebskraft; zu welchen Arbeiten? 13. Was folgt daraus für ihr Verhalten zu O? 14. Schließe weiter auf die Zweckmäßigkeit von Topfpflanzen in Schlafzimmern! 15. Desgl. auf die Lebensfähigkeit von Pflanzen in destilliertem Wasser! 16. Warum muß bei Versuch Fig. 10 die Flasche luftdicht verschlossen sein?

Kap. 10.

Verwesung.

Versuche. 1. Trockenes Heu hält sich in einer trockenen und luftdicht verschlossenen Flasche unbegrenzt lange. 2. Desgl. in einer offenen Flasche, wenn diese an einem Orte steht, wo die Luft beständig trocken ist. 3. Heu, wenig angefeuchtet, in einem luftdicht verschlossenen Standzylinder. Nach einigen Tagen ist das Glas inwendig beschlagen, und eine in den Zylinder hineingeführte Kerze erlischt. 4. Allmählich schwärzt sich das Heu; es sammelt sich braunes Wasser auf dem Boden an. Hat man ein Glas mit Kalkwasser in den Zylinder gestellt, so lagert sich auf dem Boden kohlensaurer Kalk ab. 5. Einige Wochen später (das Glas bleibt offen stehen) ist aus dem Heu eine faulige Masse geworden, auf der Schimmelpilze wuchern. 6. In einem andern offenen Glase werden eine Handvoll grüne Pflanzenblätter sich selbst überlassen. Dieselben Veränderungen, nur spielen sie sich viel schneller ab.

Ergebnisse. Vollständig trockene organische Stoffe verwesen nicht. Die Verwesung beginnt damit, daß Wasser entsteht, also Wasserstoff oxydiert wird. Es ist dies der Wasserstoff, der einen Bestandteil des verwesenden Körpers bildet. Die Gegenwart des atmosphärischen Sauerstoffs allein kann diese Oxydation noch nicht bewirken, denn vollständig trockene Körper verwesen auch an der Luft nicht. Die Verwesung wird vielmehr eingeleitet durch mikroskopisch kleine Pilze (Verwesungspilze).

Diese nähren sich, indem sie dem verwesenden Körper Nahrungsstoffe entziehen. Um dies zu können, muß Wasser vorhanden sein, das diese Nahrungsstoffe löst. Darum können vollständig trockene Körper nicht verwesen. Indem nach und nach der Wasserstoff oxydiert, wird der Kohlenstoff des verwesenden Körpers frei; Verkohlung. Danach oxydiert auch der Kohlenstoff, und es entsteht Kohlensäure. Daneben bilden sich auch Verbindungen des Kohlenstoffs mit weniger Sauerstoff. Diese Verbindungen sind zum Teil flüssig und färben das Wasser braun. Die moderige Masse heißt Humus. Die in dem Humus enthaltene braune Flüssigkeit färbt blaues Lackmuspapier rot, ist also eine Säure und heißt Humussäure. Auf dem Humus siedeln sich gerne Pilze an. Indem der Humus weiter oxydiert, bleibt zuletzt nur noch eine erdige Masse übrig, das, was bei der Verbrennung als Asche zurückbleiben würde.

Die Verwesung ist also ein durch Verwesungspilze eingeleiteter, langsam verlaufender Verbrennungsprozeß.

Bedeutung. Die Verwesung beseitigt alle Leichen von Pflanzen, Tieren und Menschen. Ohne sie würde die Erde längst ein einziges großes Leichenfeld sein. Sie bildet aus dem wichtigsten Baustoffe aller lebenden Körper, aus dem Kohlenstoff, wieder Kohlensäure, bereichert die Atmosphäre also mit diesem nur in geringer Menge vorhandenen Gase. Die Pflanzen nehmen die Kohlensäure auf und brauchen den Kohlenstoff zum Aufbau ihres Körpers. Aus dem Körper der Pflanze geht dann der Kohlenstoff als Baustoff in den Körper von Tieren und Menschen über. Stirbt der Mensch, das Tier, so verwest der Leichnam und der Kohlenstoff wird wieder zu Kohlensäure, die nun abermals von lebenden Pflanzen aufgenommen werden kann. Die Verwesung ermöglicht also, daß derselbe Kohlenstoff immer und immer wieder als Baustoff in neuen lebenden Körpern Verwendung findet. Wenn die Verwesung nicht wäre, würde die geringe Menge der in der Atmosphäre vorhandenen Kohlensäure wahrscheinlich schon längst verbraucht sein, und dann wäre alles Leben auf der Erde erloschen. Die Verwesung ermöglicht also den Fortbestand des Lebens auf der Erde. Ebenso wie der Kohlenstoff werden die anderen Baustoffe im Körper der Pflanze, des Tieres und des Menschen durch die Verwesung immer wieder für neue lebende Geschlechter verwendbar gemacht.

Den Ackerboden bereichert die Verwesung a) mit Wasser, indem Wasserstoff oxydiert und der Moder zugleich Regen- und Schneewasser festhält; b) mit Kohlensäure, die manche mineralische Nährstoffe der Pflanzen löslich macht; c) mit Asche, die übrig bleibt, wenn die Ver-

wesung beendet ist; d) mit Wärme, die durch die langsame Verbrennung entsteht. Verwesliche Stoffe bessern also den Ackerboden; darum wird dieser durch Gründüngung und durch Düngung mit strohreinem Stallmist mit Humus bereichert. Gärtner bereiten sich große Haufen von humusreicher Erde, weil die meisten Blumen zu ihrem Gedeihen geradezu Humus verlangen.

Schutz gegen Verwesung. Weil die Verwesung alle abgestorbenen Körper ergreift, müssen wir diejenigen organischen Stoffe, an deren Erhaltung uns gelegen ist, gegen Verwesung schützen. Dies geschieht:

- a) indem wir die Verwesungspilze töten
mittels Gerbsäure im Leder (auch im abgestorbenen Kernholz und in der gleichfalls leblosen Borke ist zu diesem Zweck Gerbsäure vorhanden);
mittels Chlorzink, Carbolineum und Teer bei Holzwerk (Eisenbahnschwellen, Telegraphenpfählen, Zäunen usw.);
mittels Salicylsäure bei eingemachten Früchten;
mittels Kreosot (im Rauche!) und Kochsalz bei Fleischwaren.
- b) durch Fernhalten des Wassers
beim Austrocknen von Heu, Stroh, Korn, Hülsenfrüchten;
beim Anstreichen mit Ölfarbe bei Möbeln, Türen, Fenstern usw.;
beim Trockenerhalten durch Aufbewahrung an einem trockenen Orte (Kleider, Hausrat).
- c) durch Fernhalten der Verwesungspilze
beim Übergießen eingemachter Früchte mit Fett;
beim Verschließen von Fleisch in luftdichten Büchsen.

Aufg. 1. Wie erklärt es sich, daß der Waldboden stets feucht ist? 2. Warum können die im Humus des Waldbodens lagernden Zwiebeln und Wurzelstöcke so früh treiben? Beispiele! 3. Die Mumien der alten Ägypter sind ganz mit Harz durchtränkt. Erkl.! 4. Wie wird die Verwesung in feuchtheißen Gegenden vor sich gehen? in Wüsten? in Polar-gegenden? Beispiele! 5. Wie läßt sich das Vorhandensein von Humus-säuren im Boden nachweisen? 6. Kalk entäuert allzu humusreichen Boden. Erkl.! 7. Wie schützt man die Pflanzen des Herbariums gegen Verwesung? Erkl.! 8. Vergl. Verbrennung, Atmung und Verwesung a) in bezug auf den Verlauf, b) in bezug auf die Verbrennungsprodukte, c) in bezug auf die Bedeutung.

Kap. 11.

Stickstoff. Nitrogenium. ^{III.} N. 14.

D. Wenn man unter einem mit Wasser abgeschlossenen Zylinder Phosphor verbrennt (Fig. 11), so bleibt eine Lustart zurück, die unsichtbar, geruch- und geschmacklos ist, $\frac{4}{5}$ des Gefäßes füllt die Verbrennung und die Atmung nicht unterhält und deshalb Stickstoff genannt wird. Der Stickstoff macht also $\frac{4}{5}$, der Sauerstoff $\frac{1}{5}$ der atmosphärischen Luft aus.

Vb. mit H, Ammoniak, NH_3 . 1. Wird Salmiak mit Ätzkali, Ätznatron oder Ätzkalk verrieben oder erwärmt, so entweicht ein Gas von stechendem Geruche: Ammoniak.

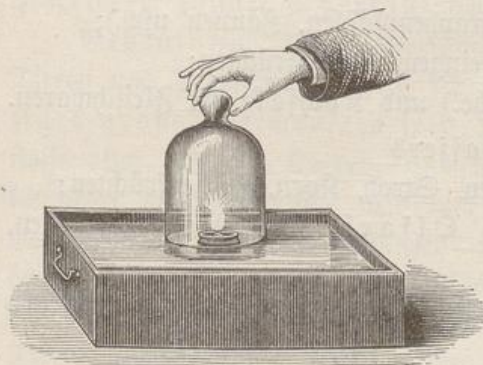
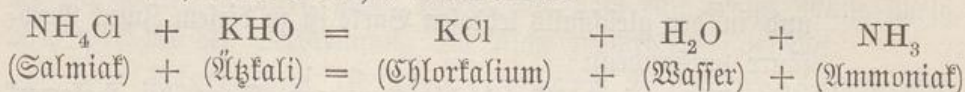


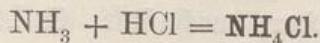
Fig. 11.

Verbrennen von Phosphor unter einer Glasglocke.

2. Leitet man das entstehende Ammoniakgas in kaltes Wasser, so wird es von diesem verschluckt. Wasser absorbiert Ammoniak in großer Menge. Die Lösung riecht nach Ammoniak und wird Salmiakgeist genannt.

3. Gibt man zum Wasser des elektrolytischen App. Salmiakgeist, so zerlegt der elektrische Strom das Ammoniak in 3 Vol. H (entzündlich) und 1 Vol. N (nicht brennbar). Ammoniak ist also NH_3 .

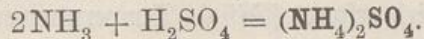
4. Hält man 2 Probirröhren nebeneinander über eine Flamme, von denen die eine Salmiakgeist, die andere Salzsäure enthält, so entstehen weiße Wolken von Salmiak,



5. Ammoniakgas (ebenso Salmiakgeist) färbt rotes Probierpapier blau, ist also eine Basis.

6. Reibt man die Finger mit Salmiakgeist, so werden sie schlüpfrig; Ammoniak ätzt nämlich die Hornhaut weg, so daß die Schleimschicht der Oberhaut freigelegt wird. Bei längerer Einwirkung werden auch die tiefer liegenden Gewebe zerstört. Ammoniak wirkt also innerlich genommen oder in Menge eingeatmet als ein heftiges Gift. Es zerstört auch die Faser der Kleiderstoffe.

7. Setzt man einer kleinen Menge Salmiakgeist tropfenweis Schwefelsäure zu (Vorsicht!), bis die Flüssigkeit neutralisiert ist, und dampft die Lösung ein, so erhält man als neuen Körper schwefelsaures Ammonium,



Substitution. In den uns jetzt bekannten Säuren H_2SO_4 , HNO_3 , HCl kann der Wasserstoff stets durch ein Metall substituiert (vertreten) werden; dann entsteht jedesmal ein Salz.

Schwefelsäure	Salpetersäure	Salzsäure
H_2SO_4	HNO_3	HCl
K_2SO_4	KNO_3	KCl
(schwefelsaures Kalium)	(salpetersaures Kalium)	(Chlorkalium)
Na_2SO_4	NaNO_3	NaCl
(schwefelsaures Natrium)	(salpetersaures Natrium)	(Chlornatrium)
CaSO_4	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	CaCl_2
(schwefelsaures Calcium)	(salpetersaures Calcium)	(Chlorcalcium)

usw. Für die beiden Atome H in der Schwefelsäure müssen dann auch 2 Werte eines Metalls eintreten und ebenso für das eine H in der Salpetersäure und in der Salzsäure je ein Wert Metall.

Radikale. Das Metall ist dann gleichsam die Wurzel (radix), aus der durch Hinzutritt der Säure ein Salz entsteht. In den obigen Symbolen sind diese Radikale einfach, d. h. sie bestehen aus einem einzigen Element. Diesen Radikalen gleich verhält sich die Atomgruppe NH_4 ; sie bildet mit einer Säure stets ein Salz:

H_2SO_4	HNO_3	HCl	H_2CO_3
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	$(\text{NH}_4)\text{NO}_3$	NH_4Cl	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$
schwefels. Ammonium	salpeters. Ammonium	Chlorammonium	kohl. Ammonium.

Man nennt die Atomgruppe NH_4 deshalb ein zusammengesetztes Radikal und als solches Ammonium oder Ammon.

Aufg. 1. Wie groß ist die Wertigkeit des Ammons? 2. Welches Salz würde man erhalten, wenn Salmiak mit Natron verrieben würde? 3. Was müßte geschehen, um es in fester Form zu bekommen? 4. Wenn man Holzkohle in einem mit Wasser abgeschlossenen Gefäße verbrennt, bleibt mehr als $\frac{4}{5}$ des Raumes von Wasser frei; warum? 5. Wie muß sich der Salmiakgeist hinsichtlich seines spez. Gewichts von Wasser unterscheiden? 6. Wenn H_2SO_4 in Salmiakgeist getropfelt wird, erhitzt sich dieser sehr stark. Erkl.! 7. Warum ist es zweckmäßig, bei der Synthese des Salmiaks die Lösungen zu erhitzen? 8. Nenne ein Reagens auf NH_3 ! 9. Gib die Zahl der Atome an in $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $(\text{NH}_4)\text{NO}_3$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$! 10. Schließe aus obigen Formeln auf die Wertigkeit des

Calciums! von NO_3 ! von SO_4 ! 11. Wie verändert sich die Absorptionsfähigkeit des Wassers für Gase bei zunehmender Wärme? 12. Welche Erscheinung am Flaschenbier bestätigt dies? 13. Bei der Absorption von NH_3 durch H_2O wird ersteres flüssig. Temperaturveränderung? 14. Im luftverdünnten Raume wird aus Salmiakgeist das NH_3 wieder gasförmig; Temperaturveränderung? 15. Wie wirkt Salmiakgeist auf rotes Tuch? Gegenmittel?

Kap. 12.

Stickstoff. Nitrogenium. ^{III.} N. 14.

Salpeter. Salpetersäure.

Salpeter. Analyse. Versuche. 1. In einem Probierglase wird Kalisalpeter über einer Flamme erhitzt, bis er schmilzt. Nachdem das Erhitzen noch eine Zeitlang fortgesetzt ist, wirft man ein Stückchen Holzkohle auf den Salpeter. Sie entzündet sich und verbrennt fast ebenso lebhaft wie in reinem Sauerstoff. Der Salpeter enthält als einen Bestandteil also Sauerstoff. — 2. Dabei steigt ein weißer Nebel auf. Läßt man diesen in die Flamme der Lampe treten, so färbt er sie violett. 3. Ein abgetupftes Stückchen Kalium wird mittels eines Reibholzes angezündet und brennt gleichfalls mit violetter Flamme. Der Salpeter enthält als zweiten Bestandteil also Kalium. — 4. Vers. 1 wird mit Chilesalpeter wiederholt; derselbe Erfolg. 5. Vers. 2 mit dem Erfolg, daß die Flamme gelb gefärbt wird. 6. Natriummetall, mittels eines Reibholzes entzündet, brennt mit gelber Flamme. Der Chilesalpeter enthält also Natrium und Sauerstoff; der andere Salpeter Kalium und Sauerstoff. Die Verbindung von Na mit O heißt Natron, die Verbindung von K mit O heißt Kali. Chilesalpeter ist also Natronsalpeter, die andere Salpeterart ist Kalisalpeter. 7. In geschmolzenen Kalisalpeter schüttet man Eisenspäne oder Eisenpulver, setzt sofort einen gut schließenden Kork mit s-förmig gebogenem Glasrohr auf und fängt das ausströmende Gas über Wasser in einer Flasche auf. Das Metall erglüht, verbrennt also; die weißen Nebel (Kali) werden von dem Wasser aufgelöst; ein farbloses Gas steigt aus dem Wasser auf. In demselben erlischt ein brennendes Streichholz (kein O!), Kaltwasser wird nicht getrübt (kein CO_2); der dritte Bestandteil des Salpeters ist also Stickstoff. Kalisalpeter ist stickstoffsaures Kalium KNO_3 , Natronsalpeter ist stickstoffsaures Natrium NaNO_3 . Die Stickstoffsäure heißt auch Salpetersäure.

Salpetersäure, HNO_3 . D. Um die Salpetersäure zu gewinnen, übergießt und erhitzt man KNO_3 in einer Retorte mit H_2SO_4 . Letztere treibt die Salpetersäure aus, die gasförmig entweicht, in einer abgekühlten Vorlage aber sich verdichtet und zu einer kleinen Flüssigkeitsmenge zusammenfließt. (Fig. 12.) E. Die Salpetersäure ist eine klare, farblose Flüssigkeit, die sich am Lichte aber gelblich färbt, indem sie sich in niedere Oxydationsstufen des Stickstoffs zerlegt. Taucht man eine weiße Feder in HNO_3 , oder bestreicht man ein weißes, geglättetes Holz mit dieser Säure, so entsteht eine

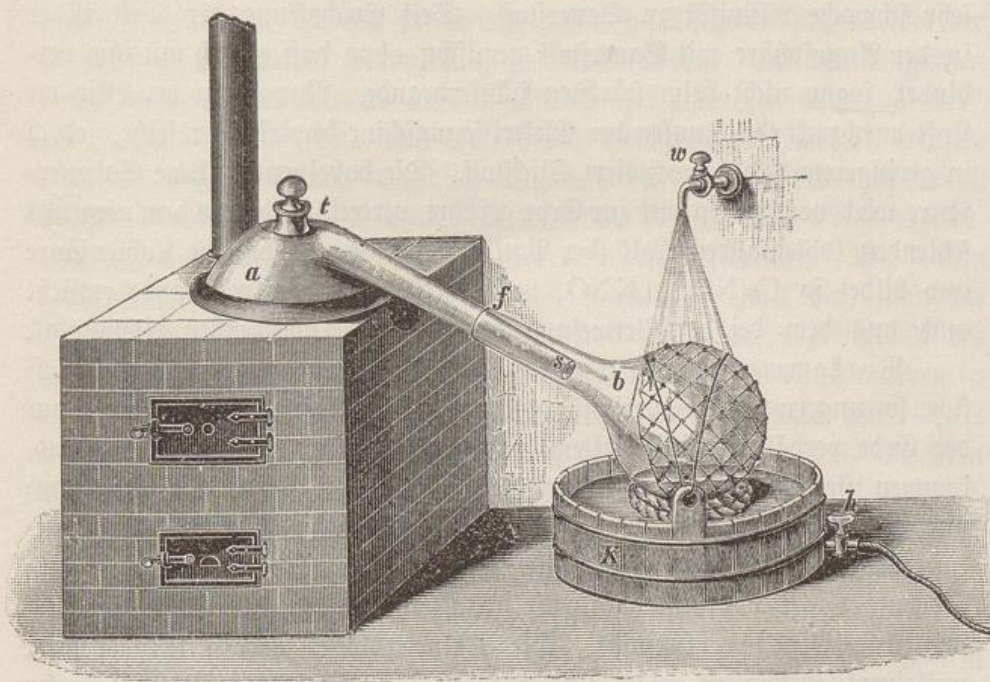


Fig. 12.

Vorrichtung zur Destillation von Salpetersäure.

a Retorte, b Vorlage.

Gelbfärbung. (Indigolösung, ein Reagens auf HNO_3 .) Alle Metalle, mit Ausnahme des Goldes, lösen sich in HNO_3 . Aus einer Legierung des Goldes mit Silber läßt sich dieses Metall also mittels HNO_3 abscheiden. Daher hat die Salpetersäure den Namen Scheidewasser. —

Salpetersaure Salze. Vers. 1. Pottasche, in die Flamme gebracht, färbt diese violett, enthält also Kalium. 2. Löst man Pottasche in einem Becherglase und setzt Salpetersäure zu, so braust ein Gas auf, von dem Kalkwasser getrübt wird. Pottasche ist also kohlensaures Kalium. Die Salpetersäure treibt die Kohlensäure aus der Pottasche aus. Es entsteht Kalisalpeter. — 3. Soda färbt die Flamme gelb; Natriumsalz. 4. Soda=

Lösung braust bei Zusatz von HNO_3 auf, und das aufsteigende Gas trübt Kalkwasser. Soda ist kohlensaures Natrium und wird durch Salpetersäure in NaNO_3 verwandelt. — 5. Kreide (Kalk) löst sich in Wasser nicht. Bei Zusatz von HNO_3 braust Kohlensäure auf und der neugebildete Stoff löst sich. Kreide ist kohlenaurer Kalk und wird durch Salpetersäure in salpetersauren Kalk $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ verwandelt. Kalisalpeter, Natronsalpeter und Kalksalpeter sind in Wasser leicht lösliche Salze.

Entstehung der Salpetersäure. Der Stickstoff hat eine nur sehr schwache Affinität zu Sauerstoff. Seit Erschaffung der Welt ist er in der Atmosphäre mit Sauerstoff gemischt, ohne daß er sich mit ihm verbindet, sogar nicht beim stärksten Häuserbrände. Nur wenn der Blitz die Luft durchzuckt (die Funken der Elektrisiermaschine bewirken dasselbe, jedoch in geringerem Maße!), oxydiert Stickstoff. Die dabei entstandene Salpetersäure wird vom Regen mit zur Erde geführt, vertreibt hier aus dem nirgends fehlenden kohlen sauren Kalk (der Pottasche und der Soda) die Kohlensäure und bildet so $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, KNO_3 und NaNO_3 . — Salpetersäure entsteht auch aus dem bei der Verwesung des Mistes freiwerdenden Ammoniak.

Vorkommen der salpetersauren Salze. Weil der Stickstoff sich so ungern mit Sauerstoff verbindet, sind salpetersaure Salze auf der Erde verhältnismäßig selten, und weil letztere so leicht löslich sind, kommen sie im Acker nur in gelöster Form vor. Fester Salpeter kann nur in vollständig regenlosen Gegenden vorkommen, z. B. an der Westküste Südamerikas in Peru, Chile und Bolivia. Hier finden sich ausgedehnte Lager von Natronsalpeter. Letzterer ist jedoch mit Sand, Kochsalz und Gips verunreinigt. Die Salpeterblöcke werden losgebrochen, zerkleinert, in Wasser gelöst, und aus der Lösung wird der Natronsalpeter durch langsames Abdampfen auskristallisiert.

Aufg. 1. Welcher Versuch zeigt die geringe Affinität des N zu anderen Elementen? 2. Wie zeigt sich die geringe Affinität des N zu O an der Salpetersäure selbst? 3. Die Salpetersäure ist ein sehr starkes Gift; als Gegengift verabfolgt man doppeltkohlen saures Natron. Welche Umbildungen werden dann erfolgen? 4. Silber ist einwertig; leite die Formel für salpetersaures Silber aus HNO_3 ab! 5. Wieviel l O sind enthalten in 10 g KNO_3 ? 6. In der Luft bildet der Sauerstoff zweiatomige Moleküle. a) Wieviel Mol. O sind demnach von dem elektrischen Funken zu zerlegen, um ein At. N zu NO_3 zu binden? b) Bilde die Gleichung! 7. Das frei werdende At. O schließt sich sofort einem Mol. O an. Formel? 8. Das neuentstandene Sauerstoffgas (Ozon) gibt das eine At. O leicht wieder ab; wie wird es also auf leichtoxydierbare Körper wirken?

9. Mit Jodkalium getränkter Stärkekleister (Dynamometer) färbt sich darin blau. Erfl. 10. Benenne KCl , NaCl , AgCl , AgBr , HNO_3 , NaNO_3 , KNO_3 , P_2O_5 , MnO_2 , NH_4Cl , NH_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.

Kap. 13.

Stickstoff. Sprengstoffe.

Schießpulver. Geschichtliches. Das Schießpulver wurde in Byzanz erfunden. Bereits im Kriege gegen die Ostgoten soll es (bei der Eroberung Ravennas) Anwendung gefunden haben. Bei den Angriffen der Mohammedaner brauchte man es unter dem Namen „griechisches Feuer“ zur Zerstörung der feindlichen Schiffe und Belagerungstürme mit solchem Erfolge, daß die Feinde es endlich aufgaben, die Stadt zu bedrohen (vergl. die Eroberung Spaniens durch die Mauren 711!). Um 1200 n. Chr. wurde die Bereitung des Schießpulvers zuerst beschrieben. Bis dahin hatte man es aber nur als Blindstoff gebraucht, „mit dem man die Feinde verbrennen kann“. Von wem und wann die Sprengkraft des Schießpulvers zuerst entdeckt wurde, ist unbekannt. Schon 1326 wurden in Florenz Kanonen gegossen. Handfeuerwaffen kamen viel später auf. Diese waren um 1500 noch so unvollkommen, daß die Schützen in 37 Gliedern hintereinander standen, weil das Laden der Gewehre so viel Zeit erforderte, daß 36 Glieder nacheinander feuern konnten, bis das erste Glied wieder geladen hatte. Vergl. damit die heutigen Magazingewehre!

Bereitung. 10 Gewichtsteile Schwefel, 16 T. Kohle und 74 T. Kalisalpeter werden einzeln aufs feinste zerrieben und dann sorgfältig untereinander gemischt. Damit das Pulver sich nicht wieder entmische, wird es angefeuchtet, bis es einen Teig bildet; dieser wird dann zu Kuchen ausgewalzt und zerbrochen. Zuletzt werden die Stücke in einer drehbaren Trommel so lange um- und umgewälzt, bis sie Kugelform angenommen haben. Um die Pulverkörner ansehnlicher zu machen, wird in die Trommeln zugleich etwas Graphitpulver gegeben. Die Wirkung des Schießpulvers ist am größten, wenn dasselbe so allmählich abbrennt, daß der letzte Teil desselben erst zur Verbrennung kommt in dem Augenblicke, wo das Geschöß das Geschützrohr verläßt. Deshalb benutzt man in den Riesengeschützen der großen Kriegsschiffe „prismatisches“ Schießpulver, d. h. sechsseitige Prismen von 1 cm Kantenlänge. Ein großes Kruppsches Riesengeschütz schleuderte ein Geschöß von 215 kg Gewicht mehr als 20 km weit in einem Bogen, der 6 km Höhe erreichte, und hatte eine Ladung von 115 kg prismatischem Pulver.

Die Verbrennungsgase des Schießpulvers sind vorzugsweise CO_2 , SO_2 und N . Sie erreichen eine Wärme von mehr als 2000° . Außerdem entstehen festes Schwefelkalium, schwefelsaures Kalium, Kaliumoxyd; die Kohle enthält als mineralische Bestandteile Kalk, Gips, Pottasche usw. Diese festen Körper verunreinigen den Gewehrlauf („Gewehrslamm“) und bilden einen weithin sichtbaren Rauch; dabei beeinträchtigen sie die Sprengwirkung.

Schießbaumwolle. Die Baumwolle ist reine Zellulose ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$), verbrennt also ohne Rückstand. Taucht man Baumwolle in konzentrierte Salpetersäure, der man starke Schwefelsäure zugesetzt hat, so bleibt sie scheinbar unverändert. Nachdem sie ausgespült und getrocknet worden ist, bildet sie aber einen der furchtbarsten Sprengstoffe. Sie hat nämlich unter Abgabe von Wasser 6 Mol. NO_3 aufgenommen (Zusammensetzung: $\text{C}_{12}\text{H}_{14}\text{O}_4(\text{NO}_3)_6$). Bei der Verbrennung entstehen nur Gase. Dabei geht die Vergasung so schnell von statten, daß 1 kg Schießbaumwolle zum Abbrennen nur $\frac{1}{50000}$ Sek. bedarf. Dies macht die Anwendung der Schießbaumwolle in Geschützrohren unmöglich. Dagegen wird angefeuchtete und zusammengepreßte Schießbaumwolle als Ladung in Torpedos benutzt. Ein nicht allzu heftiger, aber sehr rasch geführter Schlag, verursacht durch die Explosion eines Zünders, bewirkt die Verpuffung.

Andere Sprengstoffe. Auch das Glycerin ($\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$) oder Ölß wird durch Behandlung mit Salpetersäure zu einem furchtbaren Sprengmittel, Nitroglycerin genannt. Läßt man Nitroglycerin von Kieselgur aufsaugen, so erhält man Dynamit, ein im Berg- und Tunnelbau vielgebrauchtes Mittel. Ungleich wirksamer jedoch ist die Sprenggelatine, die entsteht, wenn Nitroglycerin von Schießbaumwolle aufgesogen wird. Die rauchfreien Pulver der Armeen sind gleichfalls Nitroverbindungen, denen aber indifferente Stoffe gleichsam zur Verdünnung beigemischt sind, damit die Vergasung nicht so schnell von statten gehe, daß sie den Gewehrlauf sprengt. Ihre Fabrikation ist Geheimnis der betreffenden Staaten.

Aufg. 1. Warum wirkt nicht jede beliebige Mischung von Kohle, S und KNO_3 als Sprengstoff? 2. Welche Gase mögen entstehen beim Abbrennen der Schießbaumwolle? 3. Berechne die Ausdehnung der Pulvergase infolge der Erhitzung! 4. Welche Vorzüge hat das rauchlose Pulver vor dem gewöhnlichen Schießpulver? 5. Warum ist rauchloses Pulver in den großen Schiffskanonen nicht zu gebrauchen? 6. Welche Reduktionsmittel enthält das Schießpulver? 7. Warum ist im Schießpulver KNO_3 nicht auch durch K_2SO_4 zu ersetzen? 8. Bei welcher Richtung der Bohr-

löcher ist Nitroglycerin (flüssig!) nicht zu gebrauchen? 9. Warum muß die Wirkung des Dynamits hinter der des Nitroglycerins zurückbleiben? 10. Warum geht die Vergasung der Schießbaumwolle schneller vor sich als die des schwarzen Schießpulvers? 11. Je kleiner das Kaliber ist (das Gewicht des Geschosses kann sich gleich bleiben!), je weiter wird das Geschos geschleudert. Erkl.! 12. Nitroglycerin darf in Deutschland nicht versandt werden; warum wohl nicht? 13. Benenne: CO_2 , SO_2 , H_2SO_4 , HNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, NH_4Cl , NH_3 , $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, HCl , AgJ , HNaO .

Kap. 14.

Stickstoff in organischen Verbindungen.

Zum Aufbau des Pflanzen- und Tierkörpers ist der Stickstoff ganz unentbehrlich. Der eigentliche Pflanzenleib, das Protoplasma, sowie alle tierischen Organe bestehen aus stickstoffhaltigen Verbindungen. Beim Verbrennen machen sich diese durch einen üblen Geruch bemerkbar. Wenn der Pflanzen- oder Tierleib verwest, wird mit den anderen Elementen auch der Stickstoff frei, schließt sich jedoch sofort dem gleichzeitig frei werdenden Wasserstoff an; es entsteht dann NH_3 , Ammoniak, dessen Vorhandensein in Bedürfnisanstalten und Viehställen leicht nachgewiesen werden kann, indem man Salzsäure ausgießt; es entstehen dann Nebel von NH_4Cl .

Hirschhornsalz. Es ist hier das Ammoniak jedoch an Kohlensäure gebunden $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, kohlensaures Ammon. Dieses Salz kann auch durch Glühen von Knochen, Steinkohle, Horn usw. gewonnen werden. Weil man es früher vorzugsweise aus Hörnern darstellte, erhielt es den Namen Hirschhornsalz. Die schwache Kohlensäure vermag nicht die starke Basis ganz zu neutralisieren; daher riecht das Hirschhornsalz nach Ammoniak, und über die Hirschhornflasche gelegtes angefeuchtetes Lackmuspapier wird blau. In der Hitze verflüchtigt sich dieses Salz vollständig; darauf beruht die Anwendung desselben als Treibmittel in der Kuchenbäckerei.

N als Nährstoff. Menschen und Tiere entnehmen ihren Bedarf an N den pflanzlichen Eiweißstoffen. Die Pflanzen sind nicht befähigt, atmosphärischen Stickstoff zu assimilieren, wohl aber den Stickstoff in der Verbindung mit H (in HN_3) und mit O. Drydiert, in Salpeter, wird er von ihnen am leichtesten aufgenommen. Jede Ernte macht den Boden an N ärmer. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit der

Stickstoffdüngung. Salpeter bildet sich im Boden selbst, wenn organische Stoffe in demselben verwehen. Dabei entsteht zunächst Ammoniak.

Dieses wird entweder sofort von der Bodenfeuchtigkeit verschluckt, oder es steigt in die Luft und kommt später mit Nebel, Regen und Schnee wieder zur Erde. Gewisse dem Boden niemals fehlende Spaltpilze bewirken dort seine Umbildung in Salpetersäure ($\text{NH}_3 + 4\text{O} = \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$), bedürfen dazu aber der Gegenwart von Kalk. Die entstehende Salpetersäure verbindet sich dann mit Kalk zu salpetersaurem Kalk ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) oder mit Kali zu Kalisalpeter. Doch ist diese Stickstoffzufuhr völlig ungenügend.

Mist. Große Mengen von Stickstoff sind enthalten in dem Mist des Stallviehs, sowohl in den unverdaut gebliebenen Nahrungsstoffen als auch in dem dem Kote beigemischten Stroh. Unter Einwirkung gewisser Spaltpilze zersetzen sich diese Stickstoffverbindungen sehr schnell, wie der Ammoniakgeruch in den Viehställen beweist, am schnellsten der Pferdekot. Mit dem Ammoniak gehen große Mengen des wertvollen Stickstoffs verloren. Um dies zu verhüten, muß man dem Mist schon im Stalle Stoffe zusetzen, welche die betreffenden Spaltpilze in ihrer Entwicklung hindern: Säuren. Am geeignetsten ist Torfstreu (Humus Säuren!) und superphosphorsaurer Kalk („Superphosphat“). — Die genannten Spaltpilze bedürfen zu ihrer Entwicklung Sauerstoff. Deshalb ist es zweckmäßig, den Mist auf der Dungstätte festzutreten und feucht zu halten. Andernfalls entsteht in den oberen Schichten des Haufens Salpeter, der, aufgelöst, in die tieferen Lagen sickert und hier von anderen Spaltpilzen, denen es dort an Sauerstoff fehlt, reduziert wird, in die Form von NH_3 zurückkehrt und gasförmig entweicht. Mit dem Verlust von Stickstoff Hand in Hand geht der Verlust von Kohlenstoff, der den Spaltpilzen zur Veratmung dient, dadurch die oft recht hohe Wärme der Düngerhaufen erzeugt, in einem sandigen oder stark tonigen Boden dagegen zur Bildung von Humus sehr notwendig wäre.

Auf das Feld darf der Mist nicht eher gebracht werden, als bis die den Salpeter zerstörenden Spaltpilze abgestorben sind, was erst nach einigen Monaten der Fall ist. Das Liegenlassen des Mistes auf dem Acker in großen oder kleinen Haufen ist unbedingt zu verwerfen, weil der Sauerstoff dann wieder Zutritt erhält. Vielmehr ist es notwendig, den Mist sofort auszubreiten und unterzupflügen.

Die Jauche ist noch reicher an Stickstoff (und Kali) als der feste Mist. Um sie der Wirtschaft zu erhalten, läßt man sie am besten von Torfstreu auffangen und schließt den Zutritt von Sauerstoff soviel wie möglich aus.

Kunstdünger. Der in der Form von Stallmist und Jauche auf das Feld gebrachte Stickstoff bleibt hinsichtlich der Menge hinter dem

Verlust des Bodens durch Abweiden und Abernten zurück; deshalb ist es notwendig, dem Boden andere Dungstoffe zuzuführen. Dies zuerst erkannt und nachgewiesen zu haben, ist das Verdienst des berühmtesten aller Chemiker, Justus von Liebig (1803—74). Am billigsten und von der Pflanze am leichtesten auszunutzen ist der Chilesalpeter. Dieser wird aber durch die salpeterzersetzenden Spaltpilze des Mistes reduziert, darf also nicht gleichzeitig mit dem Mist zur Verwendung kommen. Auch $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, das schwefelsaure Ammon, ein Nebenprodukt der Leuchtgasbereitung, ist ein vorzüglicher Dungstoff.

Stickstoffsammler. Die Kleearten und Hülsenfrüchtler haben eine Stickstoffdüngung nicht nötig, vermehren aber trotzdem den Gehalt des Bodens an Stickstoff. An ihren Wurzeln bilden sich Knöllchen, die von Spaltpilzen bewohnt werden, die den atmosphärischen Stickstoff in organische Verbindungen überführen und zum Teil in den Knöllchen ablagern. Beim Abernten bleiben die Wurzeln im Boden zurück, und der angesammelte Stickstoff kommt der nachfolgenden Frucht zugute. Der Wert desselben kann pro Hektar 40 Mark betragen. Damit es einem mit Hülsenfrüchten zu bestellenden Acker von vornherein nicht an diesen nützlichen Spaltpilzen fehle, düngt man denselben mit „tätigem“ Boden, d. h. mit Erde von einem Erbsenacker, der reiche Frucht getragen hat, oder man benezt die Saaterbsen mit einer verdünnten Lösung von Nitragin, d. i. von Reinkulturen des betr. Pilzes, die man in besonderen Fabriken gezogen hat.

Aufg. 1. Weise nach, daß ein Gewitterregen, der nach einer langdauernden Dürre eintritt, NH_3 und HNO_3 bringt. 2. Lehmsteine aus den Mauern alter Ställe haben große Düngkraft. Erkl.! 3. Welche Vorteile bringt eine Gründüngung mit Hülsenfrüchten? 4. Jede Hülsenfruchtart hat ihre besondere Art von Knöllchenbakterien. Was ergibt sich hieraus für die Düngung mit „tätiger“ Erde? 5. Warum ist die Düngung mit flüssiger Jauche unzweckmäßig? 6. Warum ist eine Düngung mit altem Pferdemist oft unwirksam? 7. Um den ausgenutzten Acker aufs neue mit Nährstofflösungen zu bereichern, mußte man früher brachen. Welchen N-Gewinn erlangte der Acker damit? 8. Warum kann man die Brache jetzt entbehren? 9. Warum darf man nicht mit Salmiakgeist düngen? 10. Stickstoff ist besonders nötig zur Bildung des Laubes. Welche Früchte bedürfen mithin ganz besonders der Stickstoffdüngung? 11. NaNO_3 wird als „Kopfdünger“ auf das schon grüne Kornfeld gestreut, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ist vor dem Säen anzuwenden. Erkl.! 12. Phosphor ist zur Ausbildung der Getreidekörner nötig; welcher doppelte Vorteil wird also erreicht, wenn man in den Stalldünger „Superphosphat“ streut?

13. Ein mit Mist gedüngter Acker verliert bei der Düngung mit Chilesalpeter schnell die Humusstoffe. Erkl.! 14. Benenne NaNO_3 , KNO_3 , SO_2 , CO_2 , NH_4Cl , HNO_3 , K_2O , Na_2O , NaCl , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, ZnSO_4 .

Kap. 15.

Kohlenstoff. Carboneum. ^{IV.}C. 12.

Vk. a) In unseren Brennstoffen. Wiederhole die Vers. Kap. 2.

b) In organischen Körpern. Wiederhole die Vers. 1—3 in Kap. 6. Holz, Zellulose (Papier, Nachweis!), Zucker und Stärke, kurz alle pflanzlichen Stoffe enthalten also Kohlenstoff; dasselbe gilt für alle Fette und Eiweißstoffe (angebrannter Braten ist verkohlt!), also für die Baustoffe des tierischen Körpers. Kohlenstoff ist demnach ein nie fehlender Bestandteil aller organischen Stoffe und ist in denselben immer an Wasserstoff gebunden.

c) In der Kohlensäure der Luft, aus der die grünen Pflanzenteile den Kohlenstoff abscheiden, um ihn mit H und O zu Stärke ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$) zu verbinden. Viele Mineralien (Kalk, Marmor, Dolomit usw.) sind Verbindungen der Kohlensäure mit Metallen, enthalten also gleichfalls Kohlenstoff.

d) Als Graphit. Der Graphit zeigt durch seine Farbe an, daß er aus Kohlenstoff besteht, läßt sich aber nur sehr schwer entzünden, verbrennt dann zu Kohlensäure und läßt wenig Asche zurück. Weil seine Entzündungstemperatur so sehr hoch liegt, wird er, mit Ton vermengt, zu Schmelztiegeln verarbeitet, in denen man Stahl, Silber, Gold und andere schmelzbare Metalle verflüssigt. Der Ton dient dabei als Bindemittel für die leicht zerstäubenden Graphitblättchen. Der Graphit ist so weich, daß er auf Papier abfärbt. Deshalb dient er als Schreibstoff in Bleistiften. Wegen seines Glanzes braucht man ihn als Ofenschwärze. Man findet ihn eingelagert zwischen die ältesten Gesteine: Gneis, Glimmerschiefer und kristallinische Schiefer (in Bayern, im Ural).

Verwendung zu Bleistiften. Er ist zu weich und zu sehr krümelig, um für sich allein den „Bleistift“ bilden zu können. Deshalb wird er mit einem härteren und bildsamen Stoff, mit Ton, vermengt. Je mehr Ton die Mischung enthält, desto härter ist der Bleistift. Der Ton muß vorher von fremden Beimischungen (Sand, Eisen, Kalk) befreit werden, wird deshalb aufs feinste zerkleinert und geschlämmt. Ebenso verfährt man mit dem Graphit. Nachdem die Massen getrocknet, unter-

einandergemischt und zermahlen sind, wird aus ihnen ein Teig gebildet, den man durch die enge Öffnung eines Zylinders preßt. So erhält man spiralig gewundene Teigschnüre, die man streckt, hart brennt, in passende Längen schneidet, mit Leim bestreicht und nun in die für sie bestimmten Rinnen der Hölzer legt.

e) Als Diamant. Er besteht aus reinem Kohlenstoff, verbrennt in reinem O bei 770° , ist der härteste Körper, bricht das Licht sehr stark, ist wasserhell oder gefärbt, bildet Kristalle mit runden Kanten. Um seine volle Schönheit zu erhalten, muß er geschliffen werden, was nur in seinem eigenen Pulver möglich ist. Die größten Diamantschleifereien hat Amsterdam. Hauptfundorte: in alter Zeit Vorderindien, später Brasilien, jetzt Transvaal. Die ursprüngliche Lagerstätte kennt man nicht; man findet ihn nur im aufgeschwemmten Lande.

Vb. a) Mit O. Wenn Kohlenstoff bei genügendem Luftzutritt verbrennt, entsteht die Kohlenensäure, d. i. Kohlendioxyd CO_2 . Bei un-

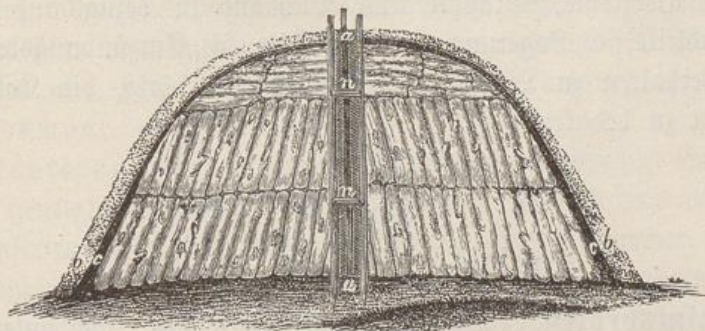


Fig. 13.
Kohlenmeiler.

genügender Sauerstoffzufuhr dagegen bildet sich Kohlenmonoxyd CO , gewöhnlich kurz Kohlenoxyd genannt. Kohlenoxydgas ist sehr giftig; rein wirkt es augenblicklich tödend, in geringen Mengen eingeatmet bewirkt es Kopfschmerz, Schwindel, Betäubung und endlich den Tod. Das einzige Gegenmittel ist das Einatmen von frischer Luft. Kohlenoxyd bildet sich im Ofen, wenn der Ofen nicht zieht, entweder weil die Zuglöcher verschlossen sind, oder der Feuerrost verstopft oder der Abzug der Feuergase unmöglich ist. Kohlenoxyd entsteht ferner beim Gebrauch von Kohlenplätteisen und bei der trockenen Destillation der Steinkohlen (Gasbereitung), ist also ein Bestandteil des Leuchtgases.

b) Mit H. Mit Wasserstoff verbindet sich der Kohlenstoff in den verschiedensten Verhältnissen. Man nennt diese Verbindungen Kohlenwasserstoffe. (Siehe Fäulnis, Petroleum.)

c) Mit H und O. In der Zellulose ($C_6H_{10}O_5$), der Stärke ($C_6H_{10}O_5$), dem Fruchtzucker ($C_6O_{12}O_6$) und dem Rohrzucker ($C_{12}H_{22}O_{11}$) ist der Kohlenstoff an Wassermoleküle gebunden. Darum nennt man diese Verbindungen Kohlenhydrate.

d) Mit Schwefel. Der Schwefelkohlenstoff (CS_2) ist eine klare Flüssigkeit von knoblauchartigem Geruch, niedrigem Siedepunkt und leichter Entzündbarkeit. Die Flasche mit Schwefelkohlenstoff darf man auf keinen Fall in der Nähe einer Flamme öffnen und nicht an einen warmen Ort stellen (Explosionsgefahr!).

Aufg. 1. Wie nennt man den bei der Verwesung entstehenden kohlenstoffreichen Rest? 2. Auf welche Weise wird der Kohlenstoff Baustoff des Pflanzenkörpers, des Tierkörpers? 3. Verbrennungsprodukte der Kohlenwasserstoffe, der Kohlenhydrate, des Graphits, des Diamanten? 4. Warum ist als Holz für Bleistifte Buchenholz nicht zu gebrauchen? warum nicht Kernholz der Eiche? Welche Vorzüge hat Zedernholz? 5. Vergl. Holzkohle, Graphit und Diamant in bezug auf a) Härte, b) Bestandteile, c) Lagerung der Moleküle, d) Entzündungstemperatur, e) das Verhalten zu Licht. 6. Warum ist es nötig, die Kohlenmeiler mit Rasen zu bedecken?

Kap. 16.

Fäulnis. Sumpf. Moor.

Fäulnisprozeß. Pflanzen- und Tierleichen, die unter Wasser begraben werden, fallen zwar auch den Angriffen einzelliger Pilze anheim, doch weil sie von der Luft abgeschlossen sind, kann eine Oxydation nicht eintreten. Es findet nur eine Umlagerung der Atome statt. Dabei entstehen H_2O , CO_2 und CH_4 (Methan, leichter Kohlenwasserstoff, Grubengas, Sumpfgas). Von der Pflanzensäure ($C_6H_{10}O_5$) bleiben dann aber stets einige Atome C unverbunden. Es bildet sich also auf dem Grunde des Wassers ein kohlenstoffreicher Schlamm. Dieser hat eine große Absorptionsfähigkeit für Gase; CO_2 und CH_4 werden von ihm festgehalten. Wenn die Sommerwärme eine starke Ausdehnung dieser Gase bewirkt, treten letztere zuweilen in der Form von Blasen an die Oberfläche. In größerer Menge erhält man diese Blasen beim Aufrühren des Schlammes mit einem Stocke. Das Sumpfgas ist leichter als die atmosphärische Luft und verbrennt mit wenig leuchtender Flamme. — Wo die Menge der auf dem Grunde eines stehenden Wassers sich zersetzenden Pflanzenstoffe groß ist, erhöht sich der Boden allmählich, und es entsteht ein Sumpf.

Moor (= Moder). a) Hochmoor. Wo sich ein Moor bilden soll, muß zunächst Wasser vorhanden sein, das die abgestorbenen Pflanzenteile gegen Drydation schützt. Stehende kalkfreie Gewässer werden vom Ufer her durch Sumpfmooße bedeckt. Die unteren Stengelteile sterben allmählich ab, während die Pflanzen oben rasch weiterwachsen. So verdickt sich allmählich die Decke, bis sich endlich auch größere Gewächse, besonders die Moorheide, auf ihr ansiedeln. Endlich wird der Grund des Wassers erreicht. Die Wassermooße greifen aber auch auf das Ufer über und dehnen dabei das Moor immer weiter aus. Vom festen Boden aus gesehen, erhebt sich ein solches Moor nach der Mitte hin oft recht ansehnlich; darum heißt es Hochmoor.

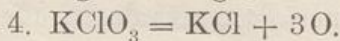
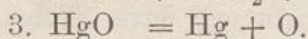
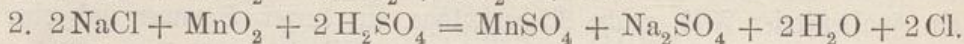
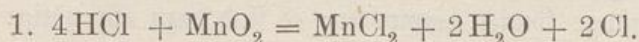
b) Wiesenmoor. Ist das Wasser kalkhaltig, so sagt es den Sumpfmooßen nicht zu. Dann beginnen verschiedene Halbgräser (Seggen, Wollgräser, Cyperngräser) und Schilfe die Bildung einer schwimmenden Pflanzendecke, deren abgestorbenen Teile aber versinken und den Grund des Wassers allmählich erhöhen. Gewöhnlich erhebt sich ein solches Moor nicht über die Umgebung. Mit Vinsen, Froschlöffel, Rohrkolben, Schwertlilien usw. bedeckt, gleicht es einer Wiese; daher Wiesenmoor, Grünlandsmoor.

c) Moore an Berghängen. Aber auch wagerechte Hochflächen und sanft geneigte Berghänge können vermooren; es sind dazu nur nötig: ein spaltenfreier Fels, reiche Niederschläge, ein kurzer Sommer und eine dichte Pflanzendecke, die mit ihren Blättern, Wurzeln und ihrem Moder das Wasser festhält. Bald siedeln sich Sumpfmooße an, verdrängen alle anderen Pflanzen, saugen atmosphärisches Wasser begierig ein und beschleunigen nun die Bildung des Moors.

Verbreitung der Moore. Moore können sich also bilden in wasserreichen und kühlen Ebenen (Nordwest-Deutschland, Nordrußland, Sibirien!), an einzeln gelegenen hohen Bergkuppen (Brockenmoor) und an den Vorbergen großer Gebirgszüge, die Wolkenscheiden bilden (Nordfuß der Alpen!) — Alter. Viele Schweizer Seen sind gegenwärtig in der Vermoorung begriffen, andere sind in den letzten Jahrhunderten zu Mooren geworden. Reste vom Riesenhirsch und vom Urstier, die man hier und da in Mooren gefunden hat, beweisen, daß das Alter mancher Moore sehr hoch ist. — Die Unfruchtbarkeit der Moore hat ihren Grund in dem überaus großen Reichtum an Humussäuren. Durch Loshacken und Abbrennen der oberen Schicht (Höhenrauch!) gewinnt man eine für kurze Zeit anbaufähige Erdschicht. Dauernd wirkt die Entwässerung durch Kanäle.

Torf. Backsteinförmige Stücke werden aus dem Moor losgestochen, an der Sonne getrocknet und liefern dann den Torf. Der Moostorf ist lose, von geringem Brennwert und findet besonders Anwendung als Torfstreu und Torfmull. Die unteren Lagen eines alten Moores liefern oft einen braunen oder schwarzen Torf von großer Güte.

Aufg. 1. Wie erklärt sich die Entstehung von Humussäuren im Moor? 2. Warum ist der untere Torf dunkler? 3. Welche Veränderungen werden im M. vor sich gehen, wenn der Boden entwässert wird? 4. Die beim Verbrennen des Torfs zurückbleibende Asche besteht zum größten Teile aus Kalk. Wie muß demnach das Moorbrennen auf den Boden wirken? 5. Warum kann diese Besserung nur kurze Zeit vorhalten? 6. Verbrennungsprodukte von CH_4 ? 7. In Afrika sind Moore sehr selten. Erkl.! 8. Irland besteht zu $\frac{1}{10}$ der Fläche aus Moor; Spanien ist sehr arm an Mooren. Erkl.! 9. Weise nach, daß beim Verfaulen von $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ Kohlenstoff übrig bleiben muß! 10. Warum ist das Sumpfmooß imstande, andere Pflanzen zu verdrängen? 11. Welche Bedeutung haben die Hochlandsmoore für den Wasserreichtum der Flüsse? Beispiele! 12. Schließe aus dem Vorhandensein von Hochmooren an der deutschen Nordseeküste auf die Beschaffenheit der dortigen stillstehenden Gewässer! 13. Drücke in Worten aus:



Kap. 17.

Braunkohle.

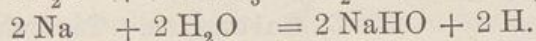
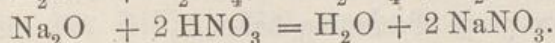
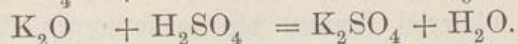
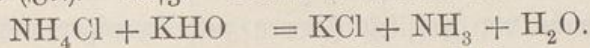
E. Die Braunkohle ist braun bis tiefschwarz, oft erdig, niemals flausartig wie der Torf, wohl aber manchmal holzartig. Ihr Brennwert ist in der Regel größer als beim Torf.

Vk. Man findet sie in Lagern, die ab und an durch Tagebaue ausgenutzt werden können, öfter aber von jüngeren Gesteinsarten bedeckt sind. In Deutschland gibt es Braunkohle am ganzen Nordrande des Mittelgebirges, in Hessen usw.

Entstehung. In dem Senftenberger Lager (Schlesien) fand man zahlreiche Stämme der Sumpfyypresse von Florida, aber auch Haseln und Früchte und Blätter von Buchen; dies setzt für die Zeit der Braunkohlenbildung voraus: eine höhere mittlere Jahrestemperatur und stehendes

Wasser. Während Torf sich noch heute bildet, liegt die Zeit der Braunkohlenbildung Jahrtausende hinter uns.

Benutzung findet die Braunkohle besonders als Brennstoff in Fabriken, zur trockenen Destillation behufs Gewinnung von Paraffin, Kreosot und Karbolsäure, die Umbra als Malerfarbe, die Pechkohle zu Schmucksachen (Set). Aufg. Drücke in Worten aus:



Kap. 18.

Steinkohle.

E. Die Steinkohlen sind tiefschwarz, oft matt, manchmal auch glasartig glänzend, meist abfärbend (Rußkohle), schieferig oder dicht. Nicht selten findet man an den schieferigen Stücken goldglänzende Blättchen von Schwefeleisen. Viele Arten schmelzen in der Hitze zusammen (Backkohlen). Fast alle brennen mit Flamme; nur der Anthrazit flammt kaum.

Vk. Tagebaue sind selten; meist liegen die Steinkohlen unter Deckschichten von großer Mächtigkeit. Das Liegende sowie das Hangende ist gewöhnlich Schieferton oder Sandstein. Häufig folgen mehrere Flöze von verschiedener Dicke übereinander. Der Wert eines solchen Lagers ist abhängig von der Güte der Steinkohle, der Mächtigkeit des Flözes, der Dicke der Deckschichten, der Nähe schiffbarer Flüsse oder von Eisenbahnen und der Nähe von Eisenlagern. Die Hauptfundstätten sind in Deutschland: Oberschlesien, das Ruhrbecken, die Becken von Saarbrücken und Aachen, die sächsischen Lager bei Zwickau und im Plauenschen Grunde bei Dresden. In Deutschland liegen Eisenerze und Steinkohlen selten nahe beieinander; England ist in dieser Beziehung günstiger gestellt. Von außerdeutschen Ländern zeichnen sich besonders durch Steinkohlenreichtum aus: England, Spanien, die Vereinigten Staaten und China (Halbinsel Schantung!).

Entstehung. Die Steinkohle verrät dem unbewaffneten Auge nicht, daß auch sie ein Verwesungsprodukt von Pflanzen ist; doch lassen dünne Schiffe, die man mit Salpetersäure behandelt, bei Anwendung eines Mikroskops den Zellenbau erkennen. Auch findet man in dem das Steinkohlenlager bedeckenden Tonstiefer sehr häufig ganz deutliche Abdrücke von Pflanzenblättern und in dem Liegenden versteinerte Baumstämme

und Wurzeln, die in das Flöz hineinragen. An der Bildung der Steinkohlenlager haben sich besonders beteiligt:

a) Farne. Prächtige Abdrücke von Blättchen, Wedeln und Zweigen lassen erkennen, daß die Farne der Steinkohlenformation denen der Jetztzeit hinsichtlich der Größe, Form und Entwicklung täuschend ähnlich waren. Während aber Europa gegenwärtig nur noch etwa 80 Arten besitzt, kennt man von fossilen Farnen nicht weniger als 250 Arten. Als kohlenbildendes Material konnten die Farne wegen ihres geringen Holzreichtums keine große Bedeutung haben.

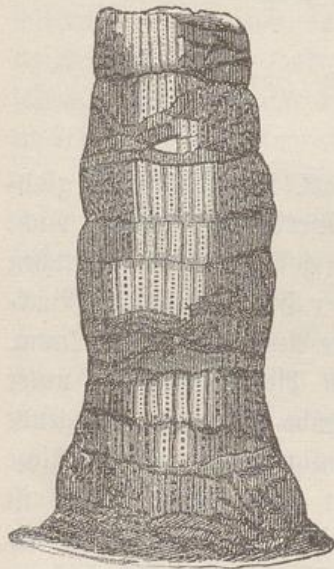


Fig. 14.
Sigillarienstamm.

b) Kalamiten. Die Kalamiten waren die Schafthalme der Vorzeit, erreichten jedoch eine Höhe bis zu 12 m. Wie bei unseren Schafthalmen bestand der Stamm aus einem dicken, schwammigen Markzylinder und einer dünnen, festen, holzigen Rinde. Letztere ist verkohlt, ersterer zerstört, und sein Raum ist durch eindringende Steinmassen ausgefüllt. Anstatt der Blattscheiden hatten die Kalamiten quirlförmig angeordnete Blätter. Der Fruchtstand war demjenigen der heutigen Schafthalme ähnlich.

c) Sigillarien oder Siegelbäume. (Fig. 14.) Die bis 1,70 m dicken und 20 bis 25 m hohen Stämme waren entweder ganz einfach oder oben nur wenig verzweigt, ruhten aber auf einem vielverzweigten Wurzelwerk. Fast ihrer ganzen Länge nach waren

sie mit schmalen, palmblattähnlichen Blättern besetzt, deren Narben in parallelen Reihen am Stamme herunterlaufen, ein charakteristisches Merkmal dieser Pflanze sind und Veranlassung gaben, diese Gewächse Siegelbäume zu nennen. Auch hier ist die Rinde in Kohle umgewandelt, der eigentliche Stamm dagegen oft durch Steinmasse ersetzt.

d) Schuppenbäume. Hinsichtlich der Fruchtstände waren die Schuppenbäume unseren Bärlappgewächsen am nächsten verwandt, erreichten aber einen Stammumfang bis zu 4 m und eine Höhe von 30 m. Durch wiederholte Gabelung des Stammes bildeten sie eine Krone. Die Zweige waren rings mit langen, schmalen, fast Tannennadeln gleichenden, schräg abstehenden Blättern besetzt, deren Narben als erhabene, elliptische Schuppen die Rinde bedecken.

e) Nadelhölzer und Palmen haben gleichfalls, doch nur in untergeordneter Weise an der Bildung der Steinkohlenlager teilgenommen.

Es sind also fast ausschließlich Kryptogamen gewesen, die unsere Steinkohlenlager gebildet haben, Pflanzen, deren sehr kleine Samen leicht vom Winde weithin verbreitet werden konnten. So erklärt es sich, daß in Deutschland, Spitzbergen, Ostindien, Brasilien usw. die Steinkohle bildenden Pflanzen dieselben gewesen sind; doch muß das Klima allenthalben so ziemlich gleich gewesen sein.

Bildung der Flöze. Weil manche Kohlenflöze eine Ausdehnung von vielen Quadratmeilen haben, die Wurzeln der baumartigen Gewächse noch heute in ihrer tonigen Unterlage stecken, die Stämme oft noch senkrecht stehen und die oberen Partien eines Flözes das Laubwerk der Bäume enthalten, muß man annehmen, daß die Pflanzen der Steinkohlenlager an Ort und Stelle gewachsen sind. Es ist wahrscheinlich, daß die Steinkohlenwälder ähnlich den heutigen „Swamps“ in Florida Sumpfwaldungen waren, von denen manche Tausende von Jahren wucherten, andere ein geringeres Alter erreichten, dann aber infolge einer Senkung der Erdoberfläche vom Meere niedergeworfen und mit Sand und Ton hoch bedeckt wurden, bis später, vielleicht abermals nach Jahrtausenden, die Erdoberfläche sich wieder so weit hob, daß nur ein seichtes Wasser zurückblieb, in welchem sich allmählich ein neuer Wald erhob. Im Saargebiet hat die Steinkohlenformation, bestehend aus 164 übereinanderliegenden Flözen und den trennenden Gesteinsschichten, eine Gesamtmächtigkeit von mehr als 3000 m. Man hat berechnet, daß zur Bildung dieser Formation bis an 1 Mill. Jahre nötig gewesen ist. Während dieser Zeit müssen zwar häufig starke Hebungen und Senkungen der Erdoberfläche stattgefunden haben, das Klima muß sich jedoch im ganzen gleich geblieben sein. Die Zeit der Steinkohlenbildung fällt in das paläolithische (primäre) Zeitalter der Erdbildung.

Gewinnung. Der Bergbau beginnt mit der Schürfarbeit, d. h. dem Auffuchen von nutzbaren Mineralien. Wo diese nicht zutage stehen, ist man zur Bohrarbeit gezwungen, d. h. man stellt zylindrische, senkrecht („seiger“) durch das Gestein führende Röhren her, um abbauwürdige Flöze oder Lager zu suchen. Es gibt Bohrlöcher, die bis zu 700 m hinabreichen. Ist die Bohrarbeit von Erfolg begleitet, so wird zunächst ein Schacht, d. i. ein lotrecht oder mit starker Neigung in die Tiefe führender Gang angelegt. Zuweilen kann man das abbauwürdige Lager mittels eines Stollens erreichen, d. h. eines Baues, der, von einer tieferen Stelle der Erdoberfläche ausgehend und sanft ansteigend,

in das darüber sich erhebende Gestein hineingetrieben wird. In der auszunutzenden Schicht werden Grubenbaue angelegt, Gänge, die sich nach dem Schachte hin, von dem sie ausgehen, allmählich senken. Die Gesamtheit aller unterirdisch angelegten Grubenbaue nennt man eine Grube, ein Bergwerk oder eine Zeche. In zerklüftetem Gestein muß man die Wände der Grube durch Zimmerung stützen. Die Arbeiten zur Herstellung der unterirdischen Gänge und zur Gewinnung der nutzbaren Mineralien nennt man Hauerarbeiten und das dazu nötige Werkzeug das Gezähe. Das losgeschlagene Gestein wird in vierräderige Karren, „Hunde“ genannt, geladen, die auf einem Geleise entweder einzeln von einem „Schlepper“, oder, zu einem Zuge vereinigt, von Pferden bis an den Förderschacht gezogen werden. Über diesem steht das Maschinenhaus, und in kurzer Entfernung von letzterem entstehen nach und nach durch Ablagerung von taubem Gestein Halben. Neben dem Förderschachte befinden sich Steigeleitern für die Bergleute. Um das sich in den Gruben ansammelnde, oft reichlich vorhandene Sickerwasser zu entfernen, sind große Pumpwerke, die „Wasserhaltung“, im Gange. Die Luft in der Grube wird durch Einstromen von Kohlensäure („böse Wetter“) und durch Abnahme von Sauerstoff infolge Oxydation nach und nach unbrauchbar, muß deshalb durch die „Wetterführung“ erneuert werden. Zuweilen, besonders bei niedrigem Luftdruck, strömen aus den Kohlenflözen große Mengen von Grubengas (Methan, CH_4) aus, die sich mit der atmosphärischen Luft mischen und bei Entzündung durch Öffnen der Davy'schen Sicherheitslampe oder infolge von Sprengschüssen äußerst verderblich wirkende schlagende Wetter geben. — Markscheider nennt man diejenigen Bergbeamten, welche die Schächte, Stollen und Gruben in Zeichnungen darstellen und die Grenzen der Bergwerksberechtigten feststellen.

Verwertung. Ohne die Steinkohle ist das Leben der Gegenwart gar nicht zu denken. Die Steinkohle heizt die Zimmer, liefert die treibende Kraft für fast alle unsere Maschinen, für den Transport zu Wasser und zu Lande, für die Erzeugung der starken elektrischen Ströme. Im Leuchtgas erhellt sie unsere Räume; mit den Teerfarbstoffen schmückt sie unsere Gewebe; in der Karbolsäure gibt sie uns ein wichtiges antiseptisches Mittel, im Ammoniak die Basis für ein vortreffliches Düngesalz; zur Ausbringung unserer Metalle aus den Erzen und zur Verarbeitung derselben können wir die Steinkohle noch gar nicht entbehren.

Aufg. 1. Wie läßt sich nachweisen, daß die meisten Steinkohlen noch H enthalten? 2. Welchen Pflanzenstoffen mögen das Fe und das S

des Schwefeleisens einst angehört haben? 3. Wie läßt sich nachweisen, daß der ohne Flamme brennende Anthrazit älter ist als die Flammkohle? 4. Warum muß die Steinkohle älter sein als die Braunkohle? 5. Inwiefern ist das Klima zur Zeit der Steinkohlenbildung demjenigen der Braunkohlenzeit ähnlich gewesen? 6. Warum muß die Steinkohle auch N enthalten? 7. Welcher Teil Deutschlands ist in bezug auf die Entfernung zwischen Steinkohlen- und Eisenlagern am günstigsten gestellt? 8. Was würde aus den Pflanzen der Steinkohlenwälder geworden sein, wenn sie sich an der Luft zerlegt hätten? 9. Bei niedrigem Barometerstande kommen leicht schlagende Wetter vor. Erkl.! 10. Warum werden die Stollen schräg aufwärts geführt? 11. Warum würden die gegenwärtigen Wälder Deutschlands niemals Steinkohlenlager bilden können? 12. Braunkohle verbreitet beim Verbrennen einen üblen Geruch. Erkl.!

Kap. 19.

Petroleum.

Geschichtliches. Schon im Altertume wurde hier und da Steinöl auf Lampen gebrannt. Seit 500 Jahren benutzen hannoversche Bauern bei Peine das sich in flachen Gruben sammelnde teerartige Steinöl als Wagen­schmiere. Die Seneca-Indianer Pennsylvaniens wandten das sich mancherorts in Schächten von geringer Tiefe ansammelnde Erdöl als Mittel gegen Rheuma an. Zu Anfang unseres Jahrhunderts kostete 1 l Petroleum noch 19 Mark, 1843 noch 1 Mark. 1859 wurde in Pennsylvanien das erste Bohrloch in eine ölführende Schicht niedergebracht und lieferte täglich Erdöl im Werte von 2200 Mark. Dieser Erfolg bewirkte, daß auch anderwärts, besonders in Pennsylvanien, Galizien und auf der Halbinsel Apſcheron am Kaukasus (Baku!) sehr fleißig auf Steinöl gebohrt wurde. Die Ausbeute stieg so hoch, daß 1 Barrel (159 l) an der Quelle nur noch 40 Pf. kostete. Dies führte schnell zur Verbesserung der Petroleumlampen, und dies wieder hatte einen fast vollständigen Sieg des Petroleums über alle anderen Leuchtstoffe zur Folge.

Vorkommen. Steinöl ist in allen Erdteilen und in den meisten kultivierten Ländern gefunden worden. Bis jetzt sind die Vereinigten Staaten, Kanada und der Kaukasus (Baku!) die Hauptlieferanten. Aber auch Galizien ist ölfreich. Die in Deutschland gewonnenen Mengen sind gering; doch vermutet man, daß die Provinz Hannover noch viel Erdöl berge. — Die verschiedensten geschichteten Gesteine können von Erdöl durchtränkt sein. Das amerikanische Petroleum stammt aus der Stein-

Kohlenformation, hat also ein sehr hohes Alter; das Steinöl Kaukasiens ist sehr viel jünger.

Entstehung. Das Steinöl ist ein Gemische verschiedener Kohlenwasserstoffe, also offenbar ein Fäulnisprodukt. Weil es sich häufig in Gemeinschaft mit Kochsalz findet, nimmt man jetzt fast allgemein an, daß es durch Zersetzung solcher mikroskopisch kleinen Pflanzen und Tiere entstanden ist, deren Leichen sich in ungeheurer Menge auf dem Grunde des Meeres ansammeln.

Gewinnung. Nur an wenigen Orten bildet das Petroleum natürliche Quellen; gewöhnlich muß man Bohrlöcher von oft sehr großer Tiefe anlegen. Aus einigen derselben springt es in starkem Strahle hoch empor, doch ist ein Ölbrunnen nach 2—3 Jahren erschöpft. Pennsylvanien z. B. liefert jetzt nur noch geringe Ölmengen.

Das Rohpetroleum ist von sehr verschiedener Farbe und Beschaffenheit, farblos, gelblich oder braun, dünnflüssig bis teerartig. Häufig ist es mit Sand oder Salzwasser verunreinigt. Nachdem es von diesen Beimischungen getrennt ist, stellt es ein Gemenge von sehr zahlreichen Kohlenwasserstoffen der Formeln C_nH_{2n+2} , z. B. CH_4 , C_2H_6 , C_3H_8 usw. und C_nH_{2n} , z. B. C_2H_4 , C_3H_6 usw. dar.

Kohlenstoff hat ein 12mal so großes Gewicht als Wasserstoff. Es besteht also

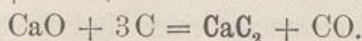
CH_4	(Sumpfgas)	zu	$\frac{1}{4}$	} seines Gewichts aus Wasserstoff.
C_2H_6	gasförmig	zu	$\frac{1}{5}$	
C_3H_8	"	zu	$\frac{2}{11}$	
C_4H_{10}	flüssig	zu	$\frac{5}{29}$	
C_5H_{12}	"	zu	$\frac{1}{6}$	

Wasserstoff ist gasförmig und leicht entzündlich, Kohlenstoff verdampft erst bei 3000° und ist sehr schwer entzündlich. Daher sind die armatomigen Kohlenwasserstoffe gasförmig und entzünden sich leicht, während die sehr reichatomigen Verbindungen fest, schwer schmelzbar und noch schwerer entzündbar sind. Für die Petroleumlampen eignen sich die gasförmigen Verbindungen nicht, weil sie sich zu leicht entzünden und gefährliche Explosionen der Behälter bewirken würden, die festen Kohlenwasserstoffe aber auch nicht, weil sie den Docht der Lampe verstopfen würden. Deshalb ist eine

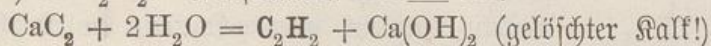
Reinigung des Rohpetroleums nötig. Durch mäßige Erwärmung treibt man die kohlenstoffärmsten Verbindungen aus. Indem man die Hitze steigert, destillieren auch die schwerer verdampfenden Verbindungen über. Dabei wechselt man wiederholt die Vorlage und erhält:

- a) Petroleum-Äther (Lösungsmittel für Kautschuk, Harze, Öl),
- b) Benzin („Flechwasser“),
- c) Brennöl,
- d) Vaseline und Paraffin,
- e) feste Rückstände (zum Schmieren von Maschinenteilen).

Acetylen. C_2H_2 . Werden gebrannter Kalk (CaO) und Kohle untereinander gemischt und einer sehr großen Hitze ausgesetzt, so schmelzen sie zu einer Verbindung zusammen, die man Calciumcarbid (CaC_2) nennt.



Übergießt man das Calciumcarbid mit Wasser (in einer Porzellschale auszuführen!), so entwickelt sich ein Gas, daß sich leicht entzünden läßt, Acetylen C_2H_2 . Konstitution $HC \equiv CH$.



Unter allen Kohlenwasserstoffen entwickelt das Acetylen beim Brennen die größte Lichtmenge. Deshalb findet es Anwendung in den Lampen der Fahrräder und Automobile und wird hier und da in kleineren Orten, denen die Anlage einer Leuchtgasfabrik zu teuer werden würde, anstelle des Leuchtgases verwandt. Explosionsgefahr!

Aufg. 1. Verbrennungsprodukte des P.? 2. Wie läßt sich mittels K nachweisen, daß P. kein O enthält? 3. Warum riecht Benzin stärker als P.? 4. Warum brennt Paraffin schwerer an als P.? 5. Warum rosten Eisenteile nicht, die mit Petroleum eingeölt sind? 6. Warum darf man eine Petroleumlampe nicht füllen, während sie brennt? 7. Löse a) Vaseline, b) Radiergummi in P. auf. 8. Wie läßt sich zeigen, daß P. H und C enthält? 9. Warum ist das gleichzeitige Vorkommen von P. und Kochsalz ein Hinweis auf die Entstehung des P. aus Tieren des Meeres. 10. Welche Verwendung findet das P. als Heilmittel? 11. Gegenmittel bei Vergiftungen mit P.: Brechmittel, Eisumschläge auf den Kopf.

Kap. 20.

Das Leuchtgas.

Reiner Kohlenstoff läßt sich erst bei reichlich 3000° vergasen. Hält man aber in die Flamme einer Kerze, Petroleumlampe, des Leuchtgases usw. einen kalten Gegenstand, so beruht derselbe, ein Zeichen, daß in diesen Flammen der Kohlenstoff Gasform angenommen hat. Er hat dies vermocht, indem er sich mit anderen Elementen, besonders Wasserstoff, chemisch verbunden hat. Bei der Leuchtgasbereitung kommt

es darauf an, diese Kohlenstoffverbindungen entstehen zu lassen, ohne ihnen die Möglichkeit zum Verbrennen zu geben. (Fig. 15.)

Als **Rohstoffe** für die Leuchtgasfabrikation sind also nur solche Materialien zu gebrauchen, die neben viel Kohlenstoff auch Wasserstoff in Menge enthalten. In kohlenarmen aber holzreichen Gegenden (Süddeutschland!) verwendet man wohl Holz, anderwärts auch Flammkohlen, in kleineren Betrieben, wo es sich z. B. um die Beleuchtung einer Fabrik handelt, auch billige Fettsorten.



Fig. 15.
Trockene Destillation.

Der **Gasofen** (Fig. 16, rechts) muß in allen Teilen eine gleichmäßige und starke Wärme entwickeln, zugleich aber gestatten, die Rohstoffe der Leuchtgasfabrikation von der Luft abzuschließen. Man bringt diese in eiserne Mulden, die $1\frac{1}{2}$ bis 2 Ztr. Steinkohlen fassen, und schiebt sie mittels derselben in Retorten, die gewöhnlich aus feuerfestem Ton, seltener aus Eisen bestehen, und deren Öffnung durch eine eiserne Tür luftdicht verschlossen werden kann. Der Herd liegt

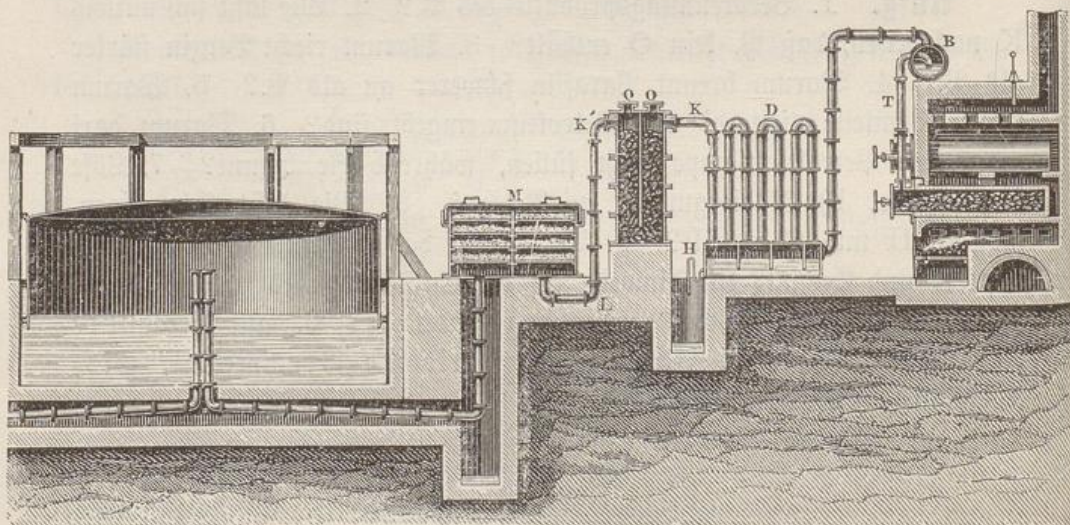


Fig. 16. Leuchtgasfabrik.

T Aufsteigröhren, B Vorlage, D Kondensatoren, H Leertzisterne, K Eintrittsstelle und K' Austrittsrohr für den Scrubber, O Öffnungen für die Brausen im Scrubber, M Reinigungskasten.

unter den Retorten. Er wird mit so viel Koks beschickt, daß der Kohlenstoff zunächst nur zu CO verbrennen kann. Einen Teil des hierzu erforderlichen Sauerstoffs entnehmen die weißglühenden Kohlen dem Wasserdampfe, der aus einem tiefer gelegenen Wasserbehälter aufsteigt;

$\text{H}_2\text{O} + \text{C} = \text{CO} + 2\text{H}$. In den höheren Teil des Ofens steigen also empor: Kohlenmonoxyd und Wasserstoff. Hier tritt von der Hinterwand des Ofens her ein zweiter Strom atmosphärischer Luft in den Ofen, der die Verbrennung des CO zu CO_2 und des H zu H_2O bewirkt. Die dadurch erzeugten neuen Wärmemengen kommen den oberen Retorten zugute.

Destillationsprodukte. Bei dem Füllen der Retorten ist atmosphärische Luft in dieselben gelangt. Wenn nun die Kohlen glühend werden, verbrennt ein Teil des Kohlenstoffs zu CO_2 , ein anderer zu CO, ein Teil des Wasserstoffs zu H_2O . Keine Kohle ist frei von Schwefel und Stickstoff; so entsteht auch SO_2 (Schwefeldioxyd), NH_3 (Ammoniak) und H_2S (Schwefelwasserstoff). Auch schließen sich Kohlenstoff- und Wasserstoffatome aneinander an zu CH_4 (Methan), C_2H_4 (Äthylen), C_3H_6 (Propylen) usw.), sowie Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Sauerstoffatome zu $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$ (Phenol- oder Karbolsäure). Endlich bleiben auch Wasserstoffatome ganz frei, und ebenso wirbeln Kohlenstoffteilchen mit empor. Die Destillationsprodukte sind demnach*):

- | | | |
|---------------------|---|-----------------------------|
| I. feste: | $\left\{ \begin{array}{l} \text{C, Kohlenstoffstäubchen,} \\ \text{C}_6\text{H}_6\text{O, Phenol, Karbolsäure.} \end{array} \right.$ | |
| II. flüssige: | $\left\{ \begin{array}{l} \text{H}_2\text{O, Wasser,} \\ \text{C}_6\text{H}_6, \text{Benzol.} \end{array} \right.$ | |
| III. gasförmige. | $\left\{ \begin{array}{l} \text{H}_2\text{S, Schwefelwasserstoff,} \\ \text{SO}_2, \text{Schwefeldioxyd,} \end{array} \right.$ | Lassen sich von Wasser auf- |
| a) giftige: | $\left\{ \begin{array}{l} \text{NH}_3, \text{Ammoniak.} \end{array} \right.$ | saugen. |
| b) nicht brennbare: | $\left\{ \begin{array}{l} \text{CO}_2, \text{Kohlensäure,} \\ \text{N, Stickstoff.} \end{array} \right.$ | Würden das Leuchtgas ver- |
| | | dünnen. |
| c) brennbare: | $\left\{ \begin{array}{l} \text{CO, Kohlenmonoxyd,} \\ \text{CH}_4, \text{Methan, Grubengas, Sumpfgas,} \\ \text{C}_2\text{H}_4, \text{Äthylen, schwerer Kohlenwasserstoff,} \\ \text{C}_3\text{H}_6, \text{Propylen,} \\ \text{H, Wasserstoff.} \end{array} \right.$ | Brauch-
bar. |

Reinigung. Das aus den Retorten aufsteigende Gas bedarf also der Reinigung. Die unter I und II genannten Stoffe setzen sich zum größten Teile schon in der Vorlage B ab, einem weiten Rohre, das seinen Platz auf dem Gasofen gefunden hat. Hier bilden sie den Teer, der um so reicher an Kohlenstäubchen und insolgedessen um so dickflüssiger ist, je größer die Hitze im Ofen war. — Um die übrigen noch verdichtbaren Stoffe abzukühlen, leitet man das Leuchtgas nun durch eine Reihe von

* Die Gesamtzahl der Destillationsprodukte beträgt nahezu 100.

senkrecht stehenden eisernen Röhren, die Kondensatoren D. Sind nur wenige Kondensatoren vorhanden, so benetzt man sie auswendig mit kaltem Wasser. Von Ammoniak und schwefliger Säure gereinigt wird das Gas in dem Scrubber O. Es ist dies ein

hoher, viereckiger oder runder Kasten, in dem das Leuchtgas einmal auf- und niedersteigt. Eine Brause gießt Wasser in vielen feinen Strahlen in dem Scrubber hinab, das NH_3 und SO_2 schnell absorbiert. — Jetzt sind noch die Kohlensäure und der Schwefelwasserstoff auszuschcheiden. Dies geschieht in den sog. Reinigungskästen M, großen eisernen Kästen mit rechteckigem Querschnitt, wo Ätzkalk die Kohlensäure und Eisen den Schwefel an sich reißt.

Gasometer, Gasregulator, Gas-

uhr. Vorläufig aufgespeichert wird das nunmehr gebrauchsfähige Leuchtgas in dem Gasometer, einem unten durch Wasser abgeschlossenen eisernen Kessel von ungeheurer Größe. — Von diesem aus gelangt das Leuchtgas zunächst in den Gasregulator (Fig. 17), einen ähnlichen aber kleineren Kessel, der durch seinen Druck auf das Gas die Reibung des letzteren an den Wänden der Leitungsröhren überwindet und ein gleichmäßig ruhiges Ausströmen

aus den Brenneröffnungen bewirkt. — Um die Menge des von den Abnehmern verbrauchten Gases zu messen, muß das Gas beim Eintritt in ein Haus durch die Gasuhr gehen.

Verbrennungsgase. Zur Verbrennung gelangen:

H: 47%	} schwach
CH ₄ : 41%	
C ₂ H ₄ und C ₃ H ₆ : 4%	} stark
CO: 4%	
	} leuchtend.

Bei der Verbrennung entstehen also CO_2 und H_2O .

Geschichtliches. Nachdem man das Entweichen von Gas aus erhitzten Steinkohlen schon zu Beginn des 18. Jahrhunderts bemerkt hatte, begann der Engländer Murdock 1792 zuerst, dieses Gas zur

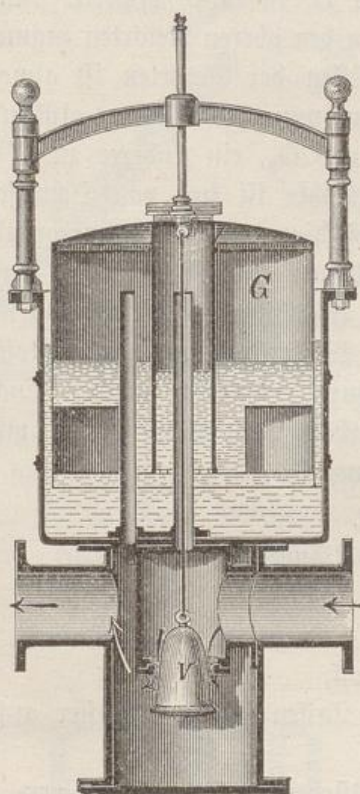


Fig. 17.
Gasregulator.
v Regelventil, G Gasraum.

Beleuchtung eines Hauses zu verwenden. 1804 richtete Murdoch in der Watt'schen Maschinenfabrik Gasbeleuchtung ein; 1812 erhielt London und 1821 Hannover (unter den Städten des europäischen Festlandes am ersten) Gasbeleuchtung.

Nebenprodukte. Die entgasteten Kohlen, die Koks, finden zur Heizung von Zimmern und in Hochöfen Verwendung. An die Innenseite der Retorten setzt sich die in Kohlenelementen verwendete Retortenkohle an. Das Gaswasser enthält wechselnde Mengen von $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, Ammoniumcarbonat, das, mit H_2SO_4 behandelt, ein vielbegehrtes Düngesalz $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, Ammoniumsulfat, gibt. Der Steinkohlenteer ist wegen seines Phenolgehaltes ein fäulniswidriges Mittel. Man braucht ihn zu Anstrichen, zur Bereitung von Dachpappe, zur Darstellung der Preßkohlen aus Steinkohlen- oder Braunkohlengrus, zum Einbetten unterirdischer Telegraphenleitungen usw. und stellt aus ihm Phenol und die prachtvollen Anilinfarbstoffe dar.

Bunsenbrenner. Eine Kerzenflamme (Fig. 18) zeigt im Innern einen dunklen Teil, um diesen herum einen leuchtenden und äußerlich einen lichtschwachen Mantel. Hält man in den dunklen Teil eine gebogene, an

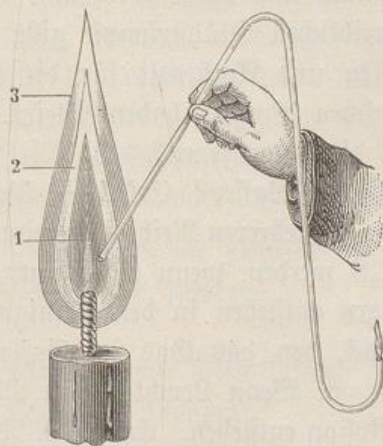


Fig. 18. Kerzenflamme.

1 unverbrannte, nicht leuchtende Stoffe;
2 leuchtender Teil; 3 Verbrennungszone,
schwach leuchtend.

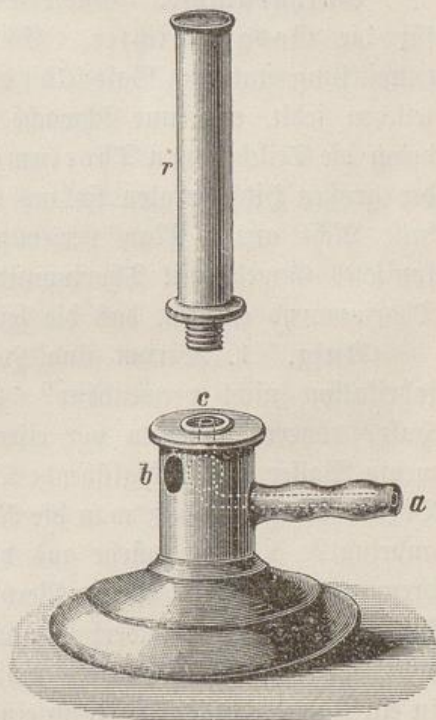


Fig. 19. Bunsenbrenner.

Bei a tritt der Gasstrom ein und
gelangt bei c in das Rohr r. b Öffnung
im äußeren Mantel.

beiden Enden offene Glasröhre, so strömt am anderen Ende derselben ein Gas aus, das sich anzünden läßt und wie jede andere Flamme brennt. Der dunkle Kern der Flamme besteht also aus unverbrannten

Gasen. Bringt man in den leuchtenden Teil einen kalten Gegenstand, so berührt derselbe; der leuchtende Teil der Flamme enthält also unverbrannten Kohlenstoff. Der lichtschwache Mantel hat eine bläuliche Farbe; hier verbrennt somit Kohlenmonoxyd zu CO_2 ; außerdem bildet sich H_2O . Ebenso verhält sich jede gewöhnliche Leuchtgas- und Spiritusflamme. — Dem Innern der Flamme fehlt es vollständig an O; der leuchtende Teil erhält O in ungenügender Menge; nur im Mantel der Flamme ist die Verbrennung vollständig. Bei vollständiger Verbrennung ist die Wärmeentwicklung am größten, bei unvollständiger die Lichtentwicklung. Wo Leuchtgas zu Heizzwecken dienen soll, wie im Bunsenschen Brenner (Fig. 19) und in der Küche, muß eine rasche, vollständige Verbrennung erzielt werden. Dies geschieht, wenn man in dem Brenner nahe unter der Öffnung seitlich Löcher anbringt, durch die atmosphärische Luft eindringt und sich mit dem Leuchtgase mischt.

Glühstrümpfe. Solche Seitenöffnungen zeigen auch die Brenner für die Gasglühlichter. Es findet hier also eine starke Wärmeentwicklung statt, im Gase selbst aber, weil es demselben an festen Körperteilchen fehlt, eine nur schwache Lichtentwicklung. Diese werden ersetzt durch die Teilchen von Thoriumoxyd, die den Glühstrumpf bilden. In der großen Hitze geraten sie ins Glühen und strahlen das bekannte sehr helle Licht aus. Man verfertigt die Glühstrümpfe, indem man ein konisches Gewebe mit Thoriumnitrat tränkt und dann verbrennt, wobei Thoriumoxyd entsteht, das die leichtzerreiblichen Glühstrümpfe gibt.

Aufg. 1. Warum sind Holzkohlen und Anthrazit für die Gasfabrikation nicht verwendbar? 2. Welchen Vorzug haben Steinf. vor Holz? tönernen Retorten vor eisernen? diese vor jenen? 3. Wie wirkt wenig Wasser auf weißglühende Kohlen? viel Wasser? Erkl.! 4. Welchen Vorteil bringt es, daß man die Retorten in mehreren Reihen übereinander anbringt? 5. Was würde aus dem H_2S werden, wenn es mit zur Verbrennung käme? 6. Welche Verbindungen entstehen in den Reinigungskästen? 7. Wie verändert sich der Druck, den das Gas im Gasometer erleidet, wenn die Gasmenge zunimmt? 8. Wenn Leuchtgas in Menge in ein Zimmer ausströmt, kann eine Explosion entstehen. Erkl.! 9. Welche Lichtstrahlen herrschen in einer Kerzenflamme vor? im Gasglühlicht? 10. Welche Einrichtungen der Petroleumlampen entsprechen dem Löcherfranze des Bunsenbrenners? 11. Warum brennt Koks nicht mit Flamme? Warum ist er schwer zu entzünden? 12. Vergl. C und K hinsichtlich ihres Verhaltens zu H_2O ! 13. Woraus ist zu schließen, daß CH_4 eine lichtschwache Flamme gibt? 14. Wie zeigt sich die Entstehung von H_2O

in Gasfl. bei kalter Witterung sehr deutlich? 15. Warum muß in der Vorlage der Teer die Öffnungen der Steigröhren T verschließen? 16. Das zur Verbrennung kommende Gas enthält noch immer viel N. a) Warum wäre es wünschenswert, es vorher auszuscheiden? b) Warum gelingt dies nicht?

Kap. 21.

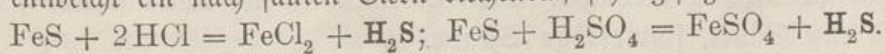
Schwefel. Sulfur. S. 32.

Eigenschaften. Stangenschwefel, pulverförmige Schwefelblüte; gelb. Er ist spröde (im Mörser zerreibbar), ein schlechter Elektrizitätsleiter (wird, mit Seide gerieben, elektrisch), ein schlechter Wärmeleiter (umfaßt man die Schwefelstange mit der warmen Hand, so hört man ein Knacken, weil die äußeren Teile erwärmt und ausgedehnt werden und sich von den inneren ablösen), geschmacklos (im Mundspeichel nicht löslich), löslich in Schwefelkohlenstoff (nach dem Verdampfen von CS_2 bilden sich Kristalle), leicht schmelzbar, beim Verdampfen setzt sich Schwefelblüte an die kalten Teile des Glases (sublimierter Schwefel), leicht entzündlich und brennt mit blauer Flamme.

Verbindungen. a) Mit Metallen. Versuche. 1. Wenn man in verdampfenden Schwefel Eisenpulver oder Kupferipäne schüttet, so entstehen unter lebhaftem Aufglühen Schwefeleisen (FeS) und Schwefelkupfer (CuS), schwarze, spröde Verbindungen. 2. Münzen aus Silber und Nickel werden im Schwefeldampf geschwärzt, Gold nicht (edelstes Metall!) 3. Quecksilber wird mit Schwefelblüte verrieben, gibt schwarzes Schwefelquecksilber. Wegen der großen Affinität des Schwefels zu Metallen sind Schwefelmetalle in der Natur sehr häufig. Mineralogisch unterscheidet man nach dem Aussehen:

- | | |
|---|--|
| I. Blenden, ohne Metallglanz
und metall. Farben: | { Zinnober, rot, Schwefelquecksilber,
Zinkblende, ZnS , dunkel,
Rotgüldigerz, S, Ag, u. Sb. |
| II. Glanze, mit Metallglanz,
grau oder schwarz: | { Bleiglanz,
Silberglanz,
Kupferglanz. |
| III. Kiese, mit Metallglanz,
meist gelb: | { Kupferkies,
Schwefelkies, d. h. S. u. Eisen. |

b) Mit H: Schwefelwasserstoff, H_2S . Versuche. 4. Wird das in Vers. 1 gewonnene Schwefeleisen mit HCl oder H_2SO_4 übergossen, so entweicht ein nach faulen Eiern riechendes, sehr giftiges Gas.



5. Wenn man H_2S in kaltes Wasser leitet, so wird es von diesem verschluckt. 6. Setzt man dieses Wasser einer Lösung zu von a) Kupfervitriol, b) salpetersaurem Silber, c) essigsaurem Blei, so erhält man Fällungen von schwarzem Schwefelkupfer, Schwefelsilber und Schwefelblei. 7. Auf eine Silbermünze bringt man etwas Ei, auf eine blanke Kupfermünze Senf. Nach einigen Tagen sind beide Münzen geschwärzt. Eier, Senf und viele andere tierische und pflanzliche Stoffe enthalten nämlich Schwefel. Beim Fäulnisprozeß wird derselbe frei und verbindet sich mit dem gleichfalls frei werdenden Wasserstoff zu Schwefelwasserstoff. So bildet sich H_2S in faulenden Eiern, in Senkgruben, Kloaken, Rinnsteinen, verschmutzten stehenden Gewässern, aber auch im Darm des Menschen, wenn mehr Eiweißstoffe genossen wurden, als verdaut werden konnten. Schwefelwasserstoff ist so sehr giftig, daß schon 5—7 Volum-Prozent in der eingeatmeten Luft augenblicklich töten; darum Mäßigkeit im Essen, zumal im Genuß von Eiern, Fleisch und Käse bei gestörter Verdauung! Der im Darm entstehende Schwefelwasserstoff wird von den feuchten Darmwänden aufgesogen, gelangt ins Blut, verbindet sich hier mit den roten Blutkörperchen und hindert sie, Sauerstoff aufzunehmen. Als Gegenmittel bei Vergiftungen mit H_2S dient frische Luft; falls Bewußtlosigkeit eingetreten ist, sind künstliche Atembewegungen anzustellen. 8. Schwefelwasserstoffwasser, das einige Wochen offen gestanden hat, hat den Geruch verloren und zeigt einen weißen Niederschlag von Schwefel. Der Wasserstoff des H_2S nimmt nämlich aus der Luft Sauerstoff auf, so daß der Schwefel frei wird. Vulkane hauchen große Mengen von H_2S aus; aus diesem entsteht an den Kraterwänden gediegener Schwefel. — Quellen, die H_2S enthalten, nennt man Schwefelwässer (Nachen, Gilsen!); sie dienen gegen Gicht, Rheuma und andauernden Katarrh, sowie als Gegenmittel bei Vergiftungen mit Metallsalzen.

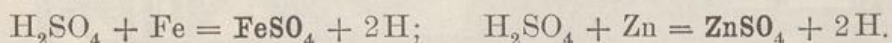
c) Verbindungen mit Sauerstoff. Vers. 1. Schwefel verbrennt in Stubenluft mit blauer Flamme und unter Entwicklung eines unsichtbaren, erstickend riechenden und giftigen Gases, SO_2 , Schwefeldioxyd. Schwefeldioxyd bewirkt in geringer Menge eingeatmet Hustenreiz, in größerer Menge Bluthusten, unvermischt augenblicklichen Tod. Der Imker braucht es, um ein Bienenvolk, daß zum Überwintern zu schwach ist, zu töten.

Vers. 2. In einem Arzneiglase, das mit Wasser ausgeschwenkt ist, wird Schwefel verbrannt. Es entsteht ein weißer Rauch, indem sich SO_2 mit H_2O zu H_2SO_3 verbindet. H_2SO_3 rötet feuchtes Lackmuspapier, ist also eine Säure, schweflige Säure.

Bers. 3. Ein in das Glas mit schwefliger Säure gebrachtes Pflanzenblatt wird gebleicht, desgl. vergilbtes weißes Seidenzeug, vergilbtes Zeitungspapier. Deshalb findet die schweflige Säure Anwendung als Bleichmittel für Holzpapier, Seidenzeug, Strohflechteien. Weil sie kleine Wesen, z. B. Pilzkeime, tötet, dient sie, um die an den Wänden der Einnachegläser und Weinfässer haftenden Reime von Pilzen zu töten („auschwefeln“).

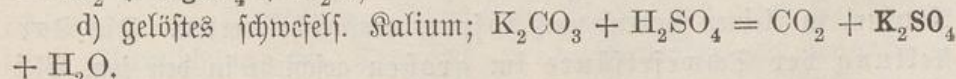
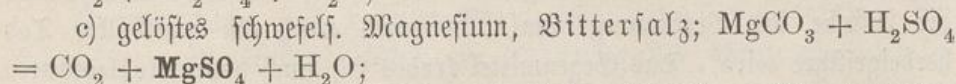
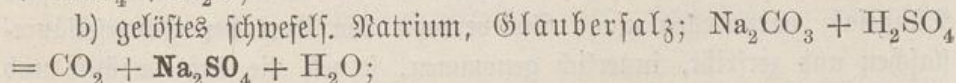
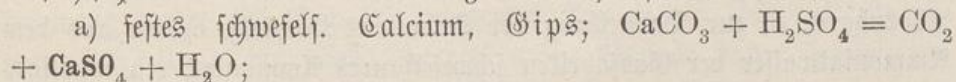
Bers. 4. Taucht man in das mit H_2SO_3 gefüllte Glas einen mit Salpetersäure getränkten Schwamm, so bilden sich braune Dämpfe von Untersalpetersäure. Die Salpetersäure gibt nämlich an die schweflige Säure Sauerstoff ab. So entsteht H_2SO_4 , d. i. Schwefelsäure.

Bers. 5. 4 Arzneigläser, fingerbreit mit Wasser gefüllt; in das erste bringt man Eisenpulver oder Eisenfeilspäne, in das zweite Kupferspäne und HNO_3 , in das dritte Zinkstreifen, in das vierte blankes Bleistückchen und setzt dann jedem Glase wenig H_2SO_4 zu. Es entsteht in a) grüne Eisenvitriollösung, in b) blaue Kupfervitriollösung, in c) klare Zinkvitriollösung, in d) auf dem Blei ein weißer Überzug von schwefelsaurem Blei. Grüne Kristalle von Eisenvitriol, blaue von Kupfervitriol, weiße von Zinkvitriol.



Bers. 6. Ein Stückchen Kupferkies wird in der Flamme erhitzt, bis es zu brennen beginnt. Der Geruch zeigt an, daß sich Schwefeldioxyd bildet. In der Natur nehmen die Schwefelmetalle langsam aus der Luft Sauerstoff und Wasser auf, bis H_2SO_4 entsteht; dieses reißt die Metalle an sich. Auf diese Weise sind die in Gebirgen vielfach vorkommenden Vitriole: Eisenvitriol, Kupfervitriol und Zinkvitriol entstanden.

Bers. 7. 4 Gläser mit Wasser; in a) Kreidepulver, b) Soda, c) kohlensaures Magnesium, d) Pottasche. Durch Zusatz von H_2SO_4 entsteht, jedesmal unter Entwicklung von Kohlensäure, in



Der Gips bildet ganze Gebirge; Glaubersalz und Bittersalz kommen in vielen Quellen und im Meerwasser, Bittersalz und schwefelsaures Kalium in den Abraumalzen in Menge vor.

Bedeutung der Schwefelsäure. Die Schwefelsäure ist die stärkste Säure und deshalb technisch von größter Wichtigkeit. Man braucht sie, a) um Chlor, Iod und Brom aus ihren Verbindungen mit Natrium und Kalium darzustellen, b) zur Gewinnung der Salpetersäure aus NaNO_3 , c) zur Gewinnung des Phosphors aus Knochenkalk und

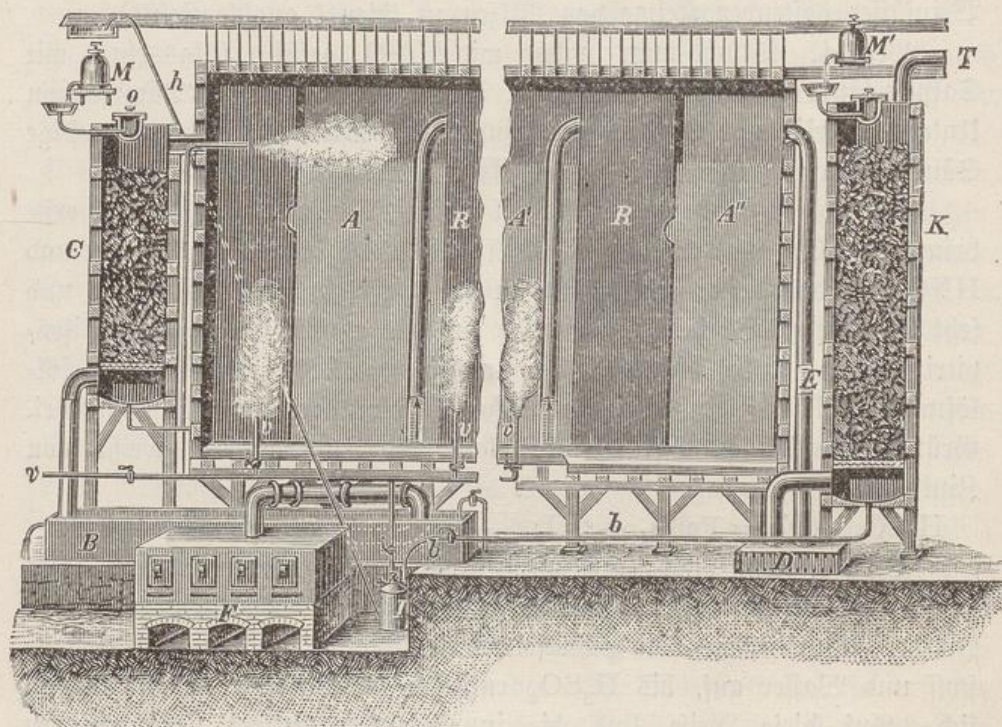


Fig. 20. Fabrikation von Schwefelsäure: Bleikammern.

F Ofen zum Verbrennen von Schwefel und zum Verdampfen von N_2O_5 . B Kühlraum, in dem sich etwa sublimierter Schwefel ablagert. R Bleiplatten als Scheidewände zwischen den Kammern; v Zu-
strom des Wasserdampfes. In C scheidet aus M und weiter aus O ein Strom HNO_3 abwärts. A,
A' und A'' Kammern. D Sammelbehälter für H_2SO_4 . K Kolbsturm. E Fenster.

Phosphorit, d) zur Darstellung der Soda aus Rochsalz, e) um aus dem Ammoniakwasser der Gasfabriken schwefelsaures Ammoniak, ein wichtiges Düngesalz darzustellen usw. Sie verkohlt den Kork der Schwefelsäureflaschen und zerfrißt, innerlich genommen, schnell die Schleimhäute und die Wände des Verdauungskanal, wodurch rasch ein qualvoller Tod herbeigeführt wird. Das Gegenmittel (rohes Ei, auch doppeltkohlensaures Natrium in kleinen Gaben) muß sofort verabreicht werden. Die Darstellung der Schwefelsäure im großen geschieht in den sog. Bleikammern, Fig. 20, d. h. in Räumen, deren Wände aus Bleiplatten bestehen. Durch Verbrennung von Eisenkies oder Kupferkies in dem Ofen F wird SO_2 erzeugt. Außerdem läßt man in die Bleikammern Wasserdampf

und als Oxydationskörper HNO_3 eintreten. Die Salpetersäure fließt aus dem Gefäße M tropfenweise über die Füllung des Kofsturms, wird dann von dem Wasserdampf mit in die Bleikammern gerissen.

Vorkommen des Schwefels. Der Schwefel kommt in vulkanischen Gegenden gediegen, außerdem in Schwefelmetallen und in schwefelsauren Salzen vor. Mit dem schwefelsauren Kalk gelangt der Schwefel in den Pflanzenkörper, wo er zum Aufbau mancher Eiweißstoffe dient. Indem diese Tieren und Menschen zur Nahrung dienen, wird der Schwefel auch Baustoff im Körper derselben.

Gewinnung des Schwefels. Das größte Schwefellager Europas findet sich bei Girgenti auf Sizilien. Meist kommt der Schwefel untermischt mit allerlei Erden vor. Von diesen wird er in dem

Schwefelsublimierofen (Fig. 21) geschieden. Auch bei der Schwefelsäurebereitung lagert sich (Fig. 20) in dem Kasten B viel Schwefelblüte ab. Zur Darstellung der Soda werden große Mengen von Schwefelsäure verbraucht; der darin enthaltene Schwefel wird jedoch später wieder rein ausgeschieden.

Verwendung des reinen Schwefels: zum „Schwefeln“ der Weinwässer und Einmachegläser, zur Vereitung des schwarzen Schießpulvers, zur Darstellung des reinen Zinnobers aus Quecksilber, durch Vermischung mit Kautschuk zu vulkanisiertem Kautschuk (Weichgummi, zu Radreifen, Schläuchen usw.) und mit weniger Kautschuk zu Hartgummi, als Zündmittel zur Anfertigung von Reibhölzern und Schwefelfäden, zum Einpudern der Trauben gegen

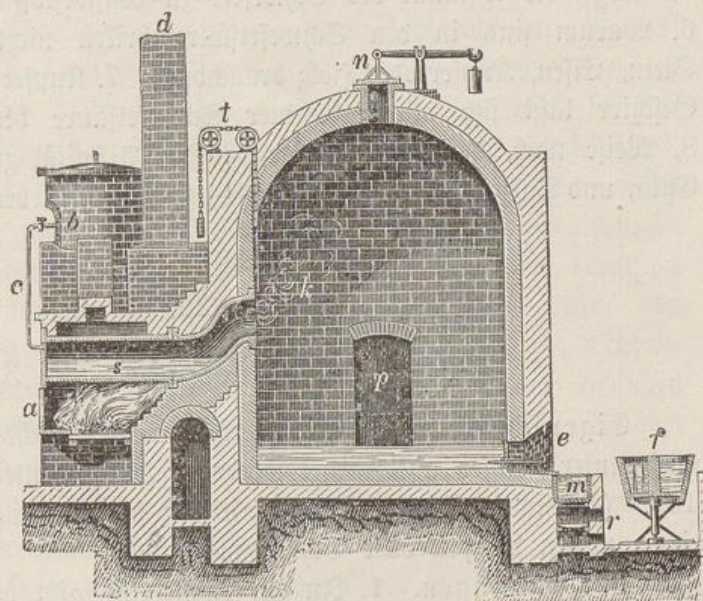


Fig. 21. Schwefelsublimierofen.

a Heizraum, b Schmelzraum, c Abflußrohr für den geschmolzenen Schwefel, d Ofen, s Retorte für den zu sublimierenden Schwefel, k Sublimierkammer, t Schiebetür zum Abschließen der Retorte, p Tür für die Sublimierkammer, e Ausflußöffnung, m Kessel zur Aufnahme des reinen Schwefels, f Drehtisch, in welchem sich die Schwefelstangen bilden, n Sicherheitsventil.

Pilzkrankheiten, als Bestandteil des „Brustpulvers“, um Stuhlgang zu erzwingen, als abführendes Mittel bei Stallvieh.

Aufg. 1. a) Wieviel Schwefel, b) wieviel Metall ist enthalten in FeS , CuS , ZnSO_4 , FeSO_4 , CuSO_4 ? 2. Wie nennt man gewöhnlich CaSO_4 , Na_2SO_4 , MgSO_4 , CuSO_4 , FeSO_4 ? 3. Wieviel H_2SO_4 kann man erhalten aus 5 g Schwefel? aus 40 g Kupferkies (wenn aller Schwefel verbrennt)? 4. H_2S läßt sich leicht anzünden; Verbrennungsprodukte? 5. Vergl. die Affinität des Schwefels zu Wasserstoff und zu Sauerstoff. 6. Warum sind in den Schwefelsäurefabriken nicht auch Wände aus Stein, Eisen, Kupfer oder Holz brauchbar? 7. Kupfernes und messingenes Geschirr läßt sich mit verdünnter Schwefelsäure blank putzen. Erkl.! 8. Weise nach, daß H_2SO_4 eine größere Affinität zu Natrium hat als Chlor und Salpetersäure. 9. In Schmutzgewässern leben keine Fische. Erkl.!

Kap. 22.

Phosphor. Phosphor. ^{III.} P. 31.

Eigenschaften: weißlich, durchscheinend, wachshart, etwas spröde, muß unter Wasser aufbewahrt werden, schmilzt unter Wasser schon bei 40° . (Vorsicht! Man faßt ihn nie mit bloßen Fingern, stets nur mit einem nassen Lappen oder Schwamme an.)

Verbindungen. 1. In ein Arzneiglas gibt man trockenen Sand und wirft ein Stückchen Phosphor darauf; er beginnt zu rauchen, indem der Phosphor zu phosphoriger Säure, P_2O_3 , verbrennt.



Fig. 22.

Verbrennung von Phosphor.

2. Angefeuchtetes blaues Lackmuspapier, in den Rauch von phosphoriger Säure gehalten, wird gerötet.

3. Glas mit trockenem Sand, ein Stückchen Phosphor darauf. Berührt man letzteren mit einer heißen Stricknadel, so flammt der Phosphor hell auf; es entsteht ein dichter weißer Rauch von Phosphorsäure, P_2O_5 . Auch wie in Fig. 22 auszuführen!

4. Ist der Phosphor verbrannt, so schüttet man etwas Wasser in das Glas und verkorkt dieses. Der weiße Rauch verschwindet. Gießt man das Wasser jetzt über Probierpapier, so wird dieses kräftig rot gefärbt. Phosphorsäure löst sich in Wasser und ist eine starke Säure, also giftig.

5. In einem Glase mit reinem Sauerstoff (unten ein wenig Wasser!) wird Phosphor verbrannt, das Glas dann so lange geschüttelt, bis alle Phosphorsäure von dem Wasser verschluckt ist. Gibt man jetzt kohlensauren Kalk (Soda, kohlensaures Magnesium) in das Glas, so erfolgt ein Aufbrausen von Kohlensäure. Es entsteht phosphorsaurer Kalk.

Roter Phosphor. 6. Glas mit trockenem Sand; ein Scheibchen Phosphor darauf. Die Flasche wird gut verkorkt und dann im Sandbade langsam erwärmt. Es entsteht erst P_2O_3 , danach flammt der Phosphor auf und verbrennt teilweise zu P_2O_5 ; der Rest färbt sich rot. Roter, ungiftiger Phosphor entsteht, wenn Phosphor unter Abschluß von Sauerstoff auf 240° erhitzt wird. Roter Phosphor befindet sich auf den Reibflächen der Schächtelchen für „Sicherheits-Zündhölzer“.

Phosphor als Gift. Der gelbe Phosphor ist ein mörderisches Gift. Schon 0,03 g töten einen Erwachsenen. Die meisten Vergiftungen entstehen durch Phosphorhölzchen. Aber auch mit Phosphor vergiftete Mäuse und Ratten können gefährlich werden, indem diese Tiere, von heftigen Leibschmerzen geplagt, umherirren und ihren giftigen Mageninhalt gelegentlich über Nahrungsmittel erbrechen, die für den Menschen bestimmt sind. Im Magen verbindet sich Phosphor zunächst mit dort vorhandenen Eiweißstoffen, wird dabei gelöst, von den Darmwänden aufgesogen, gelangt in das Blut, um von diesem in den an Haargefäßen reichen Organen, der Leber, dem Herzen, den Nieren usw. abgesetzt zu werden. Hier bewirkt er einen raschen Zerfall der Muskelfaser, so daß die wichtigsten Lebensvorgänge stocken und ein allgemeiner Verfall dem Leben ein Ende bereitet.

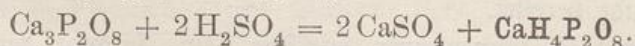
Gegenmittel können nur wirksam sein, solange der Phosphor noch nicht aufgesogen ist. Man suche rasch durch Verabfolgen von viel lauwarmem Wasser und durch Rizeln im Halse Erbrechen zu erzwingen. Auch gibt man als Brechmittel Kupfervitriollösung (1 Gewichtsteil zu 100 T. Wasser), Erwachsenen viertelstündlich einen Eßlöffel, Kindern einen Teelöffel voll und dann als eigentliches Gegengift sehr altes Terpentinöl. Dagegen vermeide man, dem Kranken Fette irgendwelcher Art (also z. B. Milch!) zu verabreichen, weil Fette Phosphor lösen.

Vorkommen. Weil der Phosphor so sehr leicht oxydiert, kommt er nirgends in der Natur rein vor. Meist ist er an Sauerstoff und Kalk gebunden und bildet dann ein hartes, in Wasser schwer lösliches Gestein, den Phosphorit ($Ca_3P_2O_8$). Phosphoritlager an der Lahn, auf Florida und an anderen Orten. Kleine Mengen von phosphorsaurem Kalk finden sich in jedem Acker. Die Getreidearten brauchen den phosphorsauren

Kalk zur Ausbildung der Körner. Von den Pflanzen erhalten die Tiere und Menschen den Phosphor. Im menschlichen Körper kommt Phosphor im Blut, im Gehirn, besonders aber reichlich in den Knochen und Knorpeln vor. Als phosphorsaure Kalk macht er 86% vom Gewicht der Knochenerde und 13% der Knorpelmasse aus.

Düngung mit Phosphor. Durch das Abernten verliert der Acker Jahr für Jahr Phosphor. Nach und nach wird er so arm an Phosphor, daß der Körnerertrag darunter leidet. Deshalb ist eine wiederholte Düngung mit Phosphor notwendig. In der Nahrung erhalten die Haustiere und die Menschen weit mehr Phosphor, als ihr Körper nötig hat. Den Überschuß geben die Pflanzensresser im Kote, die Fleischresser und der Mensch in den flüssigen Auswurfstoffen ab. In kleinen landwirtschaftlichen Betrieben, wo der ganze Ertrag des Feldes im eigenen Haushalte verbraucht wird, genügt also die Düngung mit Stallmist und Jauche. In größeren Betrieben muß Phosphordünger gekauft werden. Am meisten angewandt wird:

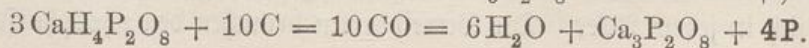
a) „Superphosphat“. Phosphorit und Knochenerde bestehen aus fast unlöslichem phosphorsaurem Kalk ($\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8$); als Dünger ist jedoch nur ein leicht löslicher Stoff brauchbar. Deshalb werden Phosphorit und Knochenkalk zermahlen, dann mit Schwefelsäure übergossen und verrührt. Die Schwefelsäure reißt 2 Teile Kalk an sich, so daß dem Phosphor nur ein Teil Kalk verbleibt. So entsteht eine leicht lösliche und an Phosphor reiche Kalkart, superphosphorsaure Kalk, den die Landwirte kurzweg „Superphosphat“ nennen.



b) Guano. Auf einigen der peruanischen Küste vorgelagerten Inseln haben Seevögel ihre Exkremente in solcher Menge abgesetzt, daß bis zu 60 m hohe Lager entstanden sind. Die verweslichen Bestandteile des Dungs sind längst zerfällt. Der Guano enthält viel $\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8$, der durch Behandlung mit H_2SO_4 leicht löslich gemacht („aufgeschlossen“) wird.

c) Thomasschlacke siehe beim Eisen!

Gewinnung des Phosphors. Der Alchemist Brand stellte 1669 zuerst reinen Phosphor aus Urin dar. Jetzt gewinnt man den Phosphor aus Knochenkalk, indem man diesen zunächst in superphosphorsaurem Kalk ($\text{CaH}_4\text{P}_2\text{O}_8$) umwandelt und letzteren mit Holzkohlenpulver in Retorten glüht. Der Kohlenstoff entreißt dem Phosphor Sauerstoff. Dabei zerfällt der superphosphorsaure Kalk in $\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8$ und reinen Phosphor.



Verwendung. Der reine Phosphor findet wegen seiner Leicht-
entzündlichkeit Anwendung in Zündhölzern. Die Phosphorzündhölzchen

wurden um 1800 von dem Ungar Srinji er-
funden. Weil der gelbe
Phosphor so sehr giftig
ist, ist jetzt bei uns nur
noch die Fabrikation
von „Sicherheitshölz-
chen“ gestattet. Diese
haben in ihren Kuppen
als Drydationskörper
chlorsaures Kalium, als
leicht brennbaren Stoff

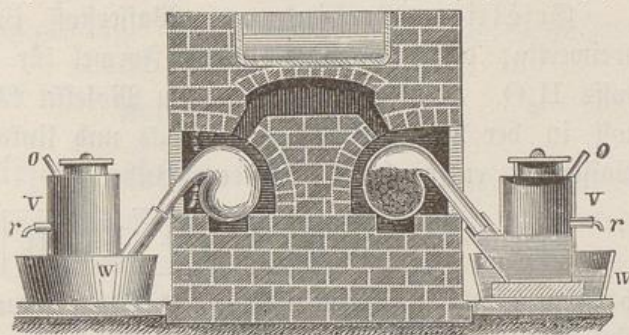


Fig. 23. Phosphordarstellung.

v kupferne Vorlage, w mit Wasser gefülltes Gefäß,
o Öffnung zum Ausströmen der Gase, r Öffnung zum Abfließen
des überflüssigen Wassers.

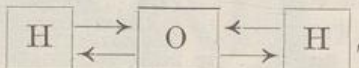
Schwefelstrontium, während roter, ungiftiger Phosphor auf die Reibflächen
der Schächtelchen aufgetragen ist.

Aufg. 1. a) Vergl. den Phosphor mit Kalium und Natrium in
bezug auf das Verhalten zu Wasser, b) mit Schwefel und Kohlenstoff in
bezug auf das Verhalten zu Sauerstoff. 2. Wie würde sich Phosphor
in Öl verhalten? 3. Für Ungeziefer bestimmter mit Phosphor ver-
gifteter Teig leuchtet im Dunkeln. Erkl.! 4. Auf der Reibfläche der
Schächtelchen für Sicherheitshölzchen befindet sich roter Phosphor; warum
leuchtet die Reibfläche nicht ebenfalls? 5. Wie groß muß die durch
Reibung erzielte Wärme sein a) bei Phosphorhölzchen? b) bei Sicher-
heitshölzchen? 6. Der Körper eines Erwachsenen enthält etwa 6 kg
Knochen; diese bestehen zu 86,5% aus $\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8$. Wieviel Phosphor
enthält diese Knochenmenge? 7. Die Kuppe des Phosphorhölzchens hat
einen Überzug von Gummi; doppelter Zweck desselben? 8. Die Reib-
fläche für Sicherheitshölzchen enthält außer rotem Phosphor auch Glas-
splitterchen; Zweck? 9. Warum sind die schwefelfreien Reibhölzchen mit
Stearin getränkt? 10. Verbrennungsprodukte eines Phosphorhölzchens?
11. Drydationsstufen von C, S, P? 12. Symbole derselben? 13. Vergl.
sie a) hinsichtlich ihres Aggregatzustandes! b) ihrer Entstehungsweise!
14. Vergl. C, S und P a) hinsichtlich des Schmelzpunktes, b) der Ent-
zündungswärme! 15. Beim Verbrennen des Phosphors entsteht Ozon.
Erkl.! 16. Wie läßt sich das Ozon nachweisen? 17. C, S und P
nennt man auch wohl Pyrogene (Feuererzeuger). Inwiefern hat diese
Bezeichnung Berechtigung?

Allgemeines.

Gesättigte Verbindung. Wasserstoff ist einwertig, Sauerstoff zweiwertig; dementsprechend ist die Formel für das Oxyd des Wasserstoffs H_2O . Denkt man sich in dem Molekül Wasser das Atom Sauerstoff in der Mitte stehend und rechts und links von ihm je ein Atom Wasserstoff, entsprechend folgendem Bilde:

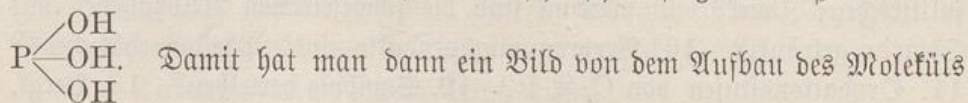
Fig. 24.



so kann man sich vorstellen, daß das Atom Sauerstoff die beiden Atome Wasserstoff an sich zu ziehen sucht, während jene es genau entsprechend der vom Sauerstoff aufgewandten Kraft an sich, also nach rechts bzw. nach links ziehen wollen. Weil das Maß der Kräfte auf allen Seiten gleich groß ist, binden die drei Atome sich gegenseitig ihre Kräfte; daher ist HOH oder H_2O eine gesättigte Verbindung.

Hydroxyl. Die Atomgruppe OH dagegen ist eine ungesättigte Verbindung; um sie zu einer gesättigten Verbindung zu machen, muß noch ein H oder auch ein Atom eines anderen einwertigen Elements hinzutreten, z. B. K , Na . Es entstehen dann die gesättigten Verbindungen HOH , KOH (Alkali) und $NaOH$ (Natron). Sehr häufig sind auch Verbindungen, in denen die Atomgruppe OH zwei- oder mehrmal auftritt; dann müssen selbstverständlich auch ebensoviel Wertigkeiten anderer Elemente vorhanden sein. Man nennt die Atomgruppe OH Hydroxyl und die Verbindungen des Hydroxyls mit anderen Elementen Hydrate.

Konstitution. Der Phosphor ist dreiwertig; es kann also je ein Atom P drei Hydroxyle binden, so daß $P(OH)_3$ entsteht, phosphorige Säure, wie sie sich bildet, wenn Phosphor langsam, ohne Flamme, in feuchter Luft oxydiert. Entsprechend der Fig. 24 kann man sich die Verbindung der drei Hydroxyle mit Phosphor folgendermaßen denken:



Damit hat man dann ein Bild von dem Aufbau des Moleküls phosphoriger Säure aus einem Atom P und drei Hydroxylen. Schwefel ist zweiwertig, Sauerstoff gleichfalls; die Verbindung SO_2 (Schwefeldioxyd) ist demnach nicht gesättigt, sondern enthält noch 2 freie Werte, vermag deshalb noch zwei Hydroxyle aufzunehmen, und indem sie dies tut, entsteht $SO_2 \begin{array}{c} OH \\ \diagdown \\ \\ \diagup \\ OH \end{array} = H_2SO_4$, d. i. Schwefelsäure. Die braunen (sehr giftigen) Dämpfe, die aufsteigen, wenn man Mennige mit Salpeter-

säure übergießt, bestehen aus NO_2 , Stickstoffoxyd. Weil Stickstoff dreiwertig ist, hat NO_2 noch eine freie Wertigkeit; nimmt es ein Hydroxyl auf, so ist die Verbindung gesättigt: $\text{NO}_2\text{—OH} = \text{HNO}_3 = \text{Salpetersäure}$.

Kap. 23.

III.

Arsen. Arsen. As. 75.

E. Im Erzgebirge, bei Andreasberg im Harz, aber auch sonst mancherorts fördern die Bergleute große Massen eines Erzes zutage, das eine dunkelgraue Farbe hat, an den Bruchflächen jedoch weißlich aussieht, auf einem Stein einen weißen Strich zurückläßt, hart und spröde ist. Sie nennen es Scherbenkobalt, weil es in Scherben aus dem Fels abzuspringen pflegt und in der Hitze eines Ausbringeofens unter knoblauchähnlichem Geruche wie ein Kobold verschwindet. Der Scherbenkobalt ist gediegenes Arsen. An der Luft überzieht sich das Arsen allmählich mit einer weißen Oxidschicht, die sich in siedendem Wasser allmählich löst und zur Bereitung des giftigen Fliegenpapiers dient. Fliegenstein.

Vk. Das Arsen kommt häufig mit Schwefel verbunden vor und zwar entweder allein als Realgar, rötlich, und Auripigment, zitronengelb, oder zugleich an Eisen (Arsenies) oder Kobalt (Glanzkobalt) gebunden. Auch den Metallen, besonders dem Zinn und dem Antimon, hängt es fest an, so daß es kaum von denselben zu trennen ist, weswegen man selten Zinn- oder Antimonware findet, die völlig arsenfrei ist. Im Zinn und Eisen verrät es seine Anwesenheit durch den üblen Geruch, den man bei der Wasserstoffentwicklung mittels Zn und Fe wahrnimmt. Auch der Arsenik (As_2O_3) wird bergmännisch gewonnen, und zwar als ein weißes, glasartig glänzendes Mineral.

Verwendung findet das Arsen in der Form von arseniger Säure (Arsenik, As_2O_3) als Ratten- und Mäusegift, im Fliegenpapier, zum Konservieren von Tierbälgen, vor allem aber zur Darstellung prachtvoller Farbstoffe. Wird arsenige Säure mit einer Lösung von Pottasche (K_2CO_3) einige Minuten auf Siedehitze erhalten, so löst sie sich auf und verbindet sich mit dem Kalium zu arsenigsaurem Kalium. Bei einem Zusatz von Kupfervitriollösung entsteht dann K_2SO_4 und arsenigsaures Kupfer, Scheelsches Grün, das unlöslich ist. Noch prächtiger ist die Doppelverbindung von arsenigsaurem und essigsaurem Kupfer, Schweinfurter Grün. Beide Farbstoffe sind sehr giftig; ihre Anwendung als Farbe für Anstriche, Tapeten und Gewebe ist gesetzlich untersagt, trotzdem aber nicht selten.

Arsen als Gift. Das Arsen selbst sowie alle seine Verbindungen sind sehr giftig. Am meisten zu fürchten ist der Arsenik As_2O_3 , der weiß und süß wie Zucker ist, daher leicht mit diesem verwechselt wird und vom Apotheker nur mit einem Farbstoff vermischt abgegeben werden darf; weniger als $\frac{1}{10}$ g genügt, um einen Erwachsenen zu töten. In Vergiftungsfällen suche man schnell Erbrechen zu erzwingen. Das einzige wirksame Gegengift ist frisch gefälltes Eisenorydhydrat, das man in geeigneter Form erhält, wenn man eine Lösung von 100 Teilen FeSO_4 in 250 Teilen H_2O mit einer Lösung von 15 Teilen gebrannter Magnesia (MgO) in 250 Teilen H_2O mischt, wobei man das Gefäß möglichst kühl halten muß.

Nachweis von Arsen. In Leichen läßt sich das Arsen noch lange nachweisen, weil es fäulniswidrig ist und bewirkt, daß die Leiche zu einer Mumie eintrocknet. Versuche. 1. Reines Zink (von der Apotheke bezogen), Wasser und reine Schwefelsäure in einem Arzneiglase; es entsteht geruchloser Wasserstoff. 2. Legt man auf die Mündung des Glases ein Blatt Fließpapier, auf dem sich ein Tropfen sehr konzentrierter Höllensteinlösung befindet, so bleibt die Lösung unverändert. 3. Angezündet brennt der Wasserstoff mit fast unsichtbarer Flamme. 4. Gibt man in das Glas ein wenig von dem Scheelschen Grün, so wird a) aus der Höllensteinlösung gelbes Arsen Silber gefällt, b) der Wasserstoff riecht unangenehm (Arsenwasserstoff, AsH_3) und c) brennt mit weiß umsäumter Flamme. Der weiße Saum ist As_2O_3 . 5. Gewöhnliches Zink mit Schwefelsäure und Wasser; der aufsteigende Wasserstoff riecht übel und färbt die Höllensteinlösung gelb; das meiste Zink enthält Arsen.

Aufg. 1. Vergl. Arsen, Phosphor und Kohlenstoff bezüglich a) ihres Verhaltens zu Sauerstoff, b) ihrer Wertigkeit, c) der Giftigkeit ihrer Verbindungen, d) des Aggregatzustandes derselben. 2. Wie kann man feststellen, ob eine grüne Tapeten- oder Kleiderstofffarbe arsenikhaltig ist? 3. Wird Arsenik mit Kohle geglüht, so erhält man Arsen; a) Vorgang? b) Vergleiche in dieser Beziehung das Verhalten des Phosphors. 4. Wieviel Arsenik erhält man durch Verbrennen von 6 g Arsen?

Kap. 24.

IV. Kiesel. Silicium. Si. 14.

Das Silicium kommt gediegen in der Natur nicht vor. Rein dargestellt bildet es ein braunes Pulver oder kleine, dunkle Kristalle. Drydiert, als SiO_2 , Siliciumdioryd oder Kieselsäure, ist es überaus

massenhaft vorhanden, als Mineral unter dem Namen Quarz, in Wasser aufgelöst, in Pflanzen und an verschiedene Metalle gebunden.

Der **Quarz** (Fig. 25) kommt kristallisiert, kristallinisch, dicht und amorph vor.

a) Kristallisiert bildet der Quarz sechsseitige Säulen mit an den Enden aufgesetzten Pyramiden. Wasserhell heißt er Bergkristall, braun: Rauchtopas, gelb: Citrin, schwarz: Morion. Nicht immer sind die Kristalle ganz ausgebildet; oft sind nur die Pyramiden vorhanden. Sind zahlreiche Kristalle auf einer gemeinsamen Unterlage entstanden und haben sie sich gegenseitig in der Entwicklung gestört, so bilden sie eine Druse. (Fig. 26.) Indem sich die Teilchen eines Stoffes zu Körpern von ganz bestimmter Gestalt (Kristallen) ordnen, folgen sie einer dem Magnetismus ähnlich wirkenden Kraft, ihrer Polarität. Es setzt dies aber freie Beweglichkeit voraus, die sie sowohl im geschmolzenen als auch gasförmigen Zustande und als Lösung haben können. Die Quarzkristalle haben sich aus Lösungen der Kieselsäure in Wasser gebildet, wie kleine Wassereinschlüsse beweisen. — Hier und da kommt der Bergkristall in riesenhaften Formen vor. Aus den größeren Stücken werden kostbare Gefäße geschnitten.

b) Kristallinische Quarze: Rosenquarz, Milchquarz, gemeiner Quarz.

c) Dichte Quarze sind oft sehr schön gefärbt und als Halbedelsteine geschätzt; der Heliotrop ist grün mit blutroten Flecken, der Chrysopras apfelgrün, der Chalcedon weiß, blau und gelb. Am bekanntesten ist der Achat. (Achatschleifereien bei Kreuznach a. d. Nahe.)

Derb, als Quarzfels, bildet die Kieselsäure große Gebirgsmassen. Man erkennt den Quarz leicht daran, daß er Glasglanz hat, am Stahle funkt und so hart ist, daß er Fensterglas mit Leichtigkeit ritzt.

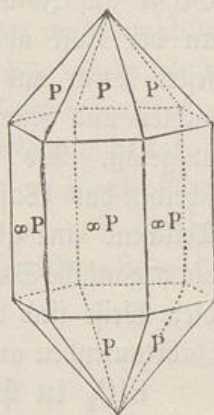


Fig. 25.

Quarzkristall.

Sechseckiges Prisma mit aufgesetzten Pyramiden.

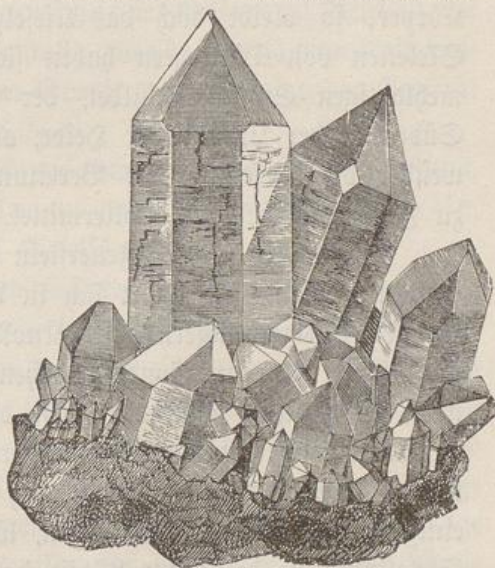
 ∞P Seitenflächen, P dreieckige Pyramidenflächen.

Fig. 26. Druse von Bergkristall.

Kieselsinter. Versteinerungen. Unsere Flüsse führen auch kleine Mengen gelöster Kieselsäure, der Rhein z. B. in 100 000 Teilen Wasser 4 Teile, das Wasser mancher heißen Quellen erheblich mehr, der große Geyſir auf Island z. B. 50 Teile. Wenn das Wasser solcher Quellen an der Luft abkühlt, scheidet es den größten Teil der Kieselsäure in fester Form aus, und es bildet sich dann der Kieselsinter, ein sehr dichter und fester Stein. Das Meerwasser enthält 3 Teile Kieselsäure aufgelöst. Wo sich unter Wasser liegende Pflanzen und Tiere zersetzen, scheidet das Wasser zuweilen an Stelle jedes frei werdenden organischen Teilchens eine gleich große Menge SiO_2 in fester Form ab, bis endlich die organische Substanz überall durch SiO_2 ersetzt ist; Versteinerung. Auf diese Weise sind die Formen zahlreicher Lebewesen (Seeigel!), die schon vor Jahrtausenden ausgestorben sind, bis auf unsere Zeit treu erhalten worden.

SiO_2 in Pflanzen. Auch in der Bodenfeuchtigkeit kommt gelöste Kieselsäure vor. Hier wird sie, obschon sie kein Pflanzennährstoff ist, von den Pflanzen mit aufgenommen und in den Zellwänden abgelagert. Die Asche der Schachtelhalme und Gräser (Bambus!) ist ungewöhnlich reich an Kieselsäure.

Kieselgur. Einzellige Algen, die Diatomeen, bilden aus Kieselsäure für ihren schleimigen Körper ein zierliches Gerüst. Zerfällt der Körper, so bleibt doch das Kieselgerüst bestehen, und aus unzähligen Skeletten von Diatomeen haben sich nach und nach große Lager eines mehrlartigen Stoffes gebildet, der Kieselgur oder des Bergmehls (am Südrande der Lüneburger Heide, am Vogelsberg in Hessen!). Man verwendet die Kieselgur zur Bereitung des Dynamits, des Wasserglases, zu Formsand und als Poliermittel.

Feuerstein. Der Feuerstein oder Flint mag auf ähnliche Weise entstanden sein. Er findet sich in der Form von kleineren und größeren Knollen in Kreidelagern. Die Knollen sind in der Regel nach außen hin nicht scharf begrenzt, sondern gehen allmählich in ein loses Kieselpulver über, in welchem man mit Hilfe des Mikroskops noch deutliche Spuren von Kieselgerüsten verschiedener Tierarten (Schwämme, Radiolarien) erkennen kann. Nachdem man weiß, daß auch die festen Körper bei jeder Temperatur einige flüssige Moleküle enthalten, läßt sich die langsame Umbildung dieser Skelettreste in die dichte Masse des Feuersteins begreifen. Oft hat der Feuerstein eine dunkle Farbe, die von organischen Resten herrührt und in Weiß übergeht, wenn der Stein geglüht wird. — In der Steinzeit brauchte man die scharfen Splitter des Feuersteins zu Messern, Pfeil- und Speerspitzen. Im Mittelalter erhielt die Handfeuerwaffe von dem damals

gebräuchlichen Steinschloß den Namen „Flinte“. Bis in unser Jahrhundert hinein bediente man sich des Feuersteins im Pinf Feuerzeug. Heute findet der Feuerstein Verwendung in der Glasfabrikation.

Kieselsaure Salze. Feldspat. In noch größerer Masse kommt die Kieselsäure in Verbindung mit Metallen vor, am häufigsten an Aluminium gebunden, als kieselsaures Aluminium oder Tonerde. Sehr häufig sind auch das kieselsaure Kalium und das kieselsaure Natrium. Ein Doppelsalz aus Aluminium- und Kalium- oder Natriumsilikat ist der Feldspat. Enthält derselbe Kalium, so heißt er Orthoklas; Albit ist Natrium-Feldspat. Spate heißen diese Steine, weil sie, den Blätterdurchgängen entsprechend, in zwei Richtungen spaltbar sind, die beim Orthoklas rechtwinklig aufeinander stehen.

Kap. 25.

Der Anteil der Kieselsäure an der Bildung der Erdrinde.

Der Granit (granum = Korn). Zusammensetzung. Schon eine oberflächliche Betrachtung ergibt, daß der Granit ein zusammengesetztes Gestein ist, das der Hauptsache nach aus weißem Feldspat, aus Quarzkristallen und glänzendem Glimmer besteht. Diese gröberen Körper sind durch eine feinere Füllmasse aneinandergefügt, deren hauptsächlichster Bestandteil Kiesel ist, die aber auch andersartige Stoffe, z. B. Kristalle von phosphorsaurem Kalk, einschließt. Chemisch betrachtet besteht der Granit also aus folgenden Stoffen:

Quarz, d. i. SiO_2 , Kieselsäure,

Feldspat, d. i. kieselsaures Aluminium und kieselsaures Kalium,

Glimmer, d. i. kieselsaures Aluminium mit K oder Na und Mg,

Füllmasse, d. i. hauptsächlich Kieselsäure.

Im Granit herrscht also die Kieselsäure vor.

Entstehung. Die den Granit bildenden Körper sind fest aneinandergeschmolzen. Der Granit ist demnach ein aus dem heißen Erdinnern stammendes Gestein. Doch muß die Abkühlung langsam von staten gegangen sein, denn es haben sich Kristalle bilden können. Wo aus dem Krater oder einer Spalte in der Wand des Vulkans flüssige Masse hervorbricht, erkaltet diese schneller; dort bilden sich nur glasartige Massen. Der Granit ist vielmehr entstanden, indem die flüssige Masse des Erdinnern in Spalten gepreßt wurde, die sich infolge der Zusammenziehung durch Abkühlung in der festen Erdrinde gebildet hatten. Er ist also ein Tiefengestein, tritt wohl meist gar nicht zutage, bildet aber da, wo er dies tut, rundliche Regel (Brocken, die Gipfel des Böhmerwaldes).

Verwitterung. Obwohl die Kohlensäure eine schwache Säure ist, vermag sie doch aus dem Feldspat und dem Glimmer des Granits das kiesel-saure Kalium in kohlensaures Kalium und Kieselsäure umzuwandeln. Das kohlensaure Kalium ist leicht löslich, wird vom Wasser fortgeführt und dient anderwärts Pflanzen als willkommene Nahrung (Kieselwiesen!). Auch die freigewordene Kieselsäure ist in Wasser löslich, gelangt in die Flüsse und das Meer und wird zum Teil von Diatomeen zum Aufbau ihres Skeletts benutzt. Übrig bleibt vom Feldspat und vom Glimmer kiesel-saures Aluminium, d. i. Tonerde, in allerfeinster Zerteilung. Durch den Zerfall des Feldspats und des Glimmers werden auch die anderen den Granit bildenden Körper aus dem Zusammenhange gelöst. So zerfällt der Granit.

Geröll, Sandboden, Tonboden. Das Wasser führt die festen Reste des verwitterten Gesteins zutal. Die gröberen Kiesel häufen sich nahe am Fuß des Gebirges an, nachdem sie als Kollkiesel im Flusse alle vorspringenden Kanten verloren haben. Die größeren Sandkörner kommen im Tieflande zur Ruhe und bilden hier in dem Flusse Sandbänke. Auf diese Weise wurden die weiten Sandflächen an der mittleren Ems, Weser und Elbe aufgebaut. Der um vieles leichtere feine Ton wird noch weiter seewärts getragen. Hier hat er in alter Zeit die jetzigen Marschen gebildet. Heute, wo die Flüsse in enge Betten und zu einem rascheren Laufe gezwungen sind, hat der feinere Sand die ganze nord-deutsche Küste umsäumt (die Dünen der Nordseeinseln!). An der grauen Farbe des Wassers in den Mündungen der Flüsse und der grünlichen Farbe des Nordseewassers erkennt man deutlich, daß auch dort das Wasser noch Sinkstoffe enthält, vorzugsweise Ton. Dieser wird erst in einer Entfernung von reichlich 30 Meilen von der Küste abgelagert. An den Sandgürtel der Küste schließt sich also ein Gürtel aus Tonschlamm.

Sandstein. Stets ist der Sand mit Eisenoxydhydrat verunreinigt, oft auch mit Ton oder Kalk untermischt. Die eigene Schwere der oft viele Meter mächtigen Sandschicht und der Druck der auf derselben lastenden Wassermasse bewirken allmählich die Umbildung des losen Sandes in einen festen Stein: Sandstein, der je nach der Art des Bindemittels ein toniger oder kalkiger, nach der Menge des in ihm enthaltenen Eisens heller und bräunlicher gefärbt ist. Einige Sandsteine enthalten Abdrücke von urweltlichen Tieren und Pflanzen, andere Zersetzungsprodukte von letzteren (bituminöser Sandstein). — Der Sandstein bildet oft ganze Gebirge (Elbsandsteingebirge), noch häufiger niedrige Bergzüge, wie z. B. in Mitteldeutschland. Wo das Wasser weniger feste Partien aus solchem Gebirge weggeführt hat, ragen die Überbleibsel

als steile, zerklüftete Felsen hoch empor (Sächsische Schweiz, Teufelsmauer im Harz). — Die festeren Sandsteine finden vielfache Verwendung: zu Treppenstufen, als Streben, zu Denkmälern usw. — Hinsichtlich seiner Entstehung ist der Sandstein ein Sedimentärgestein, der Quarz eine Urgebirgsart; hinsichtlich seiner Zusammensetzung ist der Quarz ein einfaches, der Sandstein ein zusammengesetztes Gestein.

Tieffeeschlamm, Kalkgebirge. In noch größerer Entfernung von der Küste ist das Wasser frei von Ton. Hier lagert sich in der Tiefe der See gleichfalls Schlamm ab, der jedoch aus Kalk besteht. In fester Form kommt hier Kalk im Wasser nicht vor, wohl aber gelöster Kalk. Diesen nehmen mikroskopisch kleine Wesen auf und bilden aus ihm ihre Gehäuse. Wenn sie abgestorben sind, sinken ihre Kalkschalen zu Boden und bilden den Tieffeeschlamm. Man erkennt solche Schalen daran, daß sie viele kleine Löcher haben, aus denen die Tierchen, als sie noch lebten, ihre Scheinfüßchen herausstreckten. Danach nennt man diese Tierchen Foraminiferen, d. i. Löcherträger. Aus Foraminiferenschalen besteht die Kreide. In den größeren Meeresstiefen wird der Foraminiferenschlamm durch den großen Druck des Wassers und durch die hier reichlicher vorhandene Kohlensäure umgebildet und umgefärbt. Gehäuse von Muscheln, Haifischzähne u. dergl. werden mit eingebettet. Kalle solcher Art führen viele unserer Gebirge. Fast alle Gebirge Mittel- und Süddeutschlands bestehen aus Kalksteinen, die offenbar vom Meere gebildet wurden. Solche Ablagerungen aus dem Meere nennt man Sedimentgesteine. Im Harz sind die Sedimentgesteine an den Massen des Granits (Brocken!) emporgehoben. Die Granitaustritte haben also erst nach der Ablagerung der Sedimentgesteine stattgefunden. Der Granit ist demnach jünger als die Sedimente unserer Gebirge.

Porphyr. Der Porphyr besteht aus denselben Körpern wie der Granit, aber alle sind noch feinkörniger als bei diesem. Er bricht gleichfalls aus Spalten hervor, manchmal in der Form gewaltiger Säulen; er ist also gleichfalls ein Tiefengestein.

Basalt. Noch mehr verfeinert ist die Masse, aus dem der Basalt besteht; doch auch er enthält Kristalle verschiedener Körper. Er gehört mithin auch zu den Tiefengesteinen. Seine dunkle Farbe verdankt er einem großen Gehalte an Eisen. Oft bildet der Basalt hohe 6seitige Säulen.

Gneis. Während Granit, Porphyr und Basalt große dichte Massen bilden, ist der Gneis schieferig. In bezug auf seine Zusammensetzung gleicht er den vorigen.

In allen diesen Tiefengesteinen herrscht die Kieselsäure vor. Sie haben deshalb eine große Härte und finden dementsprechend Verwendung, Granit

und Porphyr, weil sie eine schöne Politur annehmen, zu Denkmälern, Pfeilern usw., Basalt und Granit auch zum Pflastern der Straßen. Bei der Verwitterung geben sie wegen ihres Gehaltes an Kalium und phosphorsaurem Kalk einen fruchtbaren Boden.

Ergußgesteine. Alle flüssigen Massen, die aus Vulkanen hervorbrennen, sind sehr reich an Kieselsäure. Weil sie plötzlich an die Luft treten, erkalten sie so schnell, daß zur Bildung von Kristallen keine Zeit bleibt. Sie haben deshalb Ähnlichkeit mit Glas; man nennt sie Ergußgesteine. Der Obsidian gleicht dem Glas so sehr, daß man ihn natürliches Glas genannt hat. Die Lava läßt beim Erkalten Gase (Wasserstoff, Chlor, Sauerstoff usw.) austreten, die in der zähflüssigen Masse Blasen bilden und durch feine Ritzen aus denselben entweichen. Die Lava enthält also größere und kleinere Hohlräume. Ist die Zahl der durch die Gase erzeugten Hohlräume sehr groß, so nimmt der Stein das Aussehen eines feinschäumigen Schwammes an und ist so leicht, daß er auf Wasser treibt; Bimsstein.

Aufg. 1. Sandstein ist aus Sand entstanden, indem die Sandkörner durch Ton oder Kalk aneinandergeklebt wurden. Wie läßt sich feststellen, welcher Art der Kitt ist? 2. Feldspatkristalle kommen in größerer Entfernung vom Gebirge selten vor. Erkl.! 3. An Sandstein sieht man oft Glimmerblättchen. Schließe auf die Schnelligkeit, mit der der Glimmer verwittert. 4. Welche Pflanzennährstoffe kann der kalkige Sandstein bei der Verwitterung abgeben? 5. Warum gibt Basalt ein dauerhafteres Pflaster als Granit? 6. Der Schlamm, der sich auf Landstraßen bildet, die mit Granitstücken gepflastert sind, gibt einen vorzüglichen Ackerboden. Erkl.! 7. Wo Tiefengesteine Kalkgebirge durchsetzen, findet sich statt des geschichteten Kalkes oft Marmor. Erkl.! 8. Wie ist a) die Entstehung, b) die Fruchtbarkeit der vulkanischen Asche zu erklären? 9. Warum verwittert eine polierte Granitsäule nicht so schnell wie ein roher Granitblock? 10. Wie ist es zu erklären, daß die erratischen Blöcke (Granit!) nirgends vorspringende Kanten haben? 11. Basaltblöcke überziehen sich allmählich mit einer braunen Schicht. Erkl.!

Kap. 26.

Glas.

Glasfabrikation. Das Glas ist ein künstliches Doppelsalz aus Kalium- oder Natriumsilikat und Calciumsilikat. Die Rohstoffe: Pottasche oder Soda, kohlensaurer Kalk und Sand werden staubfein

gemischt, in Häfen aus feuerfestem Stein gefüllt und in einem meist halbkugelig gebauten Flammenofen zum Schmelzen gebracht. In der Hitze wird durch SiO_2 aus K_2CO_3 (bezw. Na_2CO_3) und CaCO_3 die

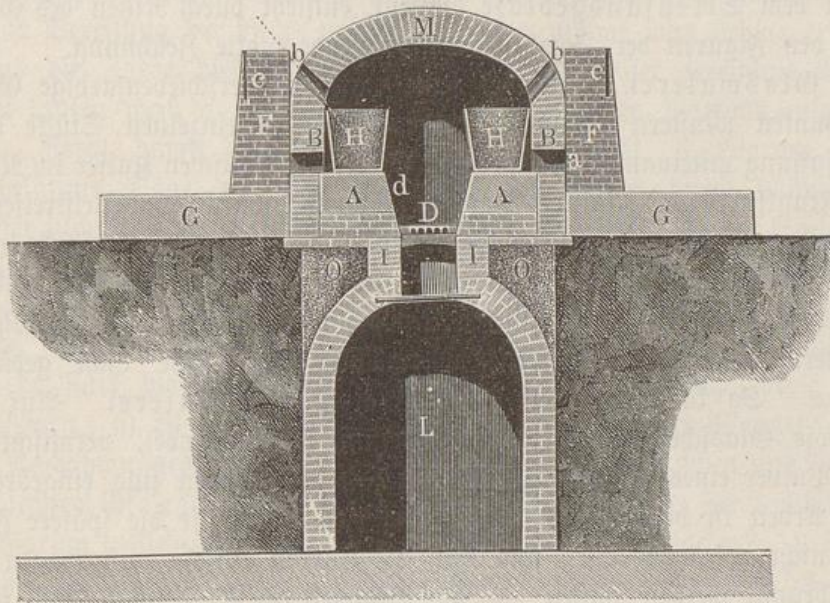


Fig. 27. Glasofen.

L Luftkanal, D Feuerrost, d Heizraum, H Glashäfen, F Schornstein, a Eintrittsstelle für die Feuergase in den Schornstein, b Öffnung, durch welche die Glasbläserpfeife in den Glashafen eingeführt wird. A Bänke, F Sohlstein, M Ofengewölbe.

Kohlensäure ausgetrieben. Letztere hindert beim Emporsteigen die Entmischung der erschmolzenen Stoffe. Es bildet sich Glasfluß.

Tafelglas. Mit einer eisernen „Pfeife“ nimmt der Glasbläser einen Klumpen Glaspeife aus dem Hafen, bläst auf und schwenkt, erwärmt und bläst wieder. Der dadurch entstandene Zylinder wird mittels eines glühenden eisernen Stabes am untern Ende geöffnet und oben von der Pfeife abgesprengt, hingestellt, seitlich aufgesprengt, in einem Vorraum des Ofens gestreckt und dann langsam abgekühlt. Hohlgefäße aus Glas erhalten ihre Form, indem man das Aufblasen des Glasklumpens im Innern einer passenden Form vornimmt. Spiegelscheiben und flache Gefäße werden gegossen, letztere in doppelwandige Formen, erstere auf Eisenplatten mit niedrigen Rändern.

Verzierte Gläser. Zusätze von Metallen lösen sich in der Glasmasse auf und färben sie. Gold färbt rubinrot, Silber gelb, Kupfer- und Eisenoryd rot, Eisenorydul grünlich usw. Das Milchglas unserer Lampenkuppeln hat einen Zusatz von Kryolith. Überfangene Gläser stellt man dadurch her, daß man die Pfeife erst in farblose, dann in farbige

Glasspeise taucht und nun bläst. Durch Wegschleifen der farbigen Schicht mittels eines Smirgelsteines entstehen auf farbigem Grunde farblose Figuren. Wenn man farbloses Glas mit einer Schablone bedeckt und dann dem Streufandgebläse aussetzt, entsteht durch Ritzen des Glases eine den Figuren der Schablone entsprechende matte Zeichnung.

Glasmalerei. Anfangs setzte man nur verschiedenfarbige Gläser zu bunten Mustern zusammen, indem man die einzelnen Stücke durch Bleifassung miteinander verband (die Bilder der deutschen Kaiser im Römer zu Frankfurt am Main). Um die Störung durch die Bleistreifen zu vermeiden, drückte man später die passend zugeschnittenen Glasstücke in den Zementanwurf einer Wand (Glasmosaiken, z. B. in der Sophienkirche in Konstantinopel). Die gotischen Dome und Kirchen mit den haushohen Fenstern verlangten, daß das übermächtig einflutende Licht gedämpft wurde. So kam man zur eigentlichen Glasmalerei. Auf eine farblose Glasscheibe werden die Farbstoffe (Metalloxyde), vermischt mit dem Pulver eines leichtschmelzbaren Glases, aufgetragen und eingebrannt. Die Arbeit ist besonders schwierig, weil die Farbstoffe die spätere Farbe gar nicht erkennen lassen und weil die Farben einzeln aufgetragen und eingebrannt werden müssen. — Die Blütezeit der Glasmalerei fällt in die Zeit vom 14. bis zum 16. Jahrhundert. Im 30 jährigen Kriege ging die Kunst verloren; 1770 wurde sie von Siegmund Frank von neuem erfunden. Die gegenwärtige hohe Blüte unseres Vaterlandes ist der Weiterentwicklung der Kunst sehr vorteilhaft gewesen.

Geschichte der Glasfabrikation. Erfunden wurde das Glas von den Ägyptern. Ägyptische Bildwerke aus der Zeit Abrahams stellen unter anderen Gewerbetreibenden auch Glasbläser dar. Aus dem 17. Jahrhundert v. Chr. sind eine Vase aus überfangenem Glase mit eingeschliffenen Figuren und eine Bildsäule aus smaragdgrünem Glase erhalten. Die Phönizier trieben anfangs nur Handel mit ägyptischen Gläsern, später auch selbst Glasfabrikation. Zur Zeit Christi gab es in den Häusern der Reichsten hier und da schon Glasfenster aus gegossenem Glase. Im Mittelalter befand sich die Glasfabrikation fast ausschließlich in den Händen der Venetianer (Insel Murano!). Flüchtig gewordene venetianische Glasbläser brachten die Kunst nach Böhmen. Aus Mangel an Soda griff man hier zur Pottasche und erhielt so das schönere Kaliglas (Kronglas). Um 1500 waren die Glasfenster noch selten. Als die Engländer zum Heizen der Glasöfen Steinkohlen anwendeten, waren sie des Rußes wegen genötigt, die Glashäfen zu verdecken. Das zwang sie, ein leichter schmelzbares Glas zu suchen, das sie erhielten, als sie einen Teil des Kalkes durch Bleioxyd ersetzten (Blei-

glas, glänzend, weich, von großer Lichtbrechungsfähigkeit). In neuester Zeit hat die Glasfabrikation in der Anfertigung sehr widerstandsfähiger Gläser und vorzüglicher Linsen und Prismen große Fortschritte gemacht.

Aufg. 1. Vergl. Glas und Feldspat hinsichtlich der Zusammensetzung. 2. Zur Bereitung der Bier- und Weinflaschen nimmt man Lehm; erkläre daraus die Farbe dieser Gläser! 3. Mit Sodawasser gereinigte Gläser laufen weiß an, indem ein Teil des Kalis bezw. Natrons aufgelöst wird. Vergl. damit die Verwitterung des Feldspats! 4. Warum kann die bekannte Sage von der Erfindung des Glases durch phönizische Schiffer nicht auf Wahrheit beruhen? 5. Erkl. die Entstehung der Schlacken im Ofen! 6. Wie verhält sich Glas zu Wärmestrahlen (Treibkästen!)? zur Elektrizität? 7. Plötzlich abgekühltes Glas (Glasränen!) ist sehr spröde. Führe diese Erscheinung auf die Polarität der Moleküle zurück. 8. Sehr stark bleihaltiges Glas („Straß“) dient zur Nachahmung von Edelsteinen. a) Warum eignet es sich hierzu? b) Welchen Mangel haben diese Nachahmungen? 9. Wie ist das Vorkommen von Körnchen und Blasen in schlechtem Glase zu erklären? 10. Erkl. das Verwittern der Fensterscheiben! 11. Warum entstehen in einem offenen Herdfeuer keine Schlacken? 12. Wird gewöhnliches Fensterglas in die Bunsenflamme gehalten, so färbt es diese gelb. Erkl.!

Kap. 27.

III. Aluminium. Aluminium. Al. 27.

E. Das Aluminium ist fast silberweiß, glänzend, sehr dehnbar (Blech-, Blatt- und Drahtform), hart und fest, leicht (spez. Gew. 2,6, gleich dem des Glases), in Salzsäure leicht löslich, in geringerem Maße in Kali- und Natronlauge. Es oxydiert an der Luft nicht. Blattaluminium verbrennt in der Spiritusflamme mit hellem Licht zu weißem, staubförmigem Al_2O_3 , Aluminiumoxyd.

Vk. Gediegen kommt es in der Natur nicht vor. Als Dryd bildet es die schönsten Edelsteine: Rubin (rot), Saphir (blau); Smirgel ist durch Beimischung von Schwermetallen grau und unscheinbar gewordenes Al_2O_3 . Sehr große Härte dieser Mineralien. Das Dryd des Aluminiums, die Tonerde, kommt in Verbindungen sowohl als Säure wie auch als Basis vor, als Säure (Aluminat) z. B. im Spinell (Magnesiumaluminat), als Basis mit SiO_2 verbunden.

- a) im Granat (Tonerdesilikat mit Fe, Ca und Mn),
- b) im Feldspat: Orthoklas, Albit, Labradorit (Calciumsilikat und Aluminiumsilikat),
- c) gestaltlos mit Sand, Kalk usw. gemischt in den verschiedenen Tonarten,
- d) mit anderen Silikaten verbunden im Smaragd (grün), Topas (weingelb).

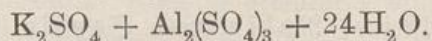
Aufg. 1. a) Welche Eigenschaften des Al würden dieses Metall sehr empfehlen zur Ausprägung von Münzen? b) Warum findet es nicht diese Anwendung? 2. Vergl. Al mit K und Na hinsichtlich des spez. Gew., des Verhaltens zu Luft und Wasser! 3. Welche Vorzüge hat das Al vor Fe? 4. Rubine und Saphire lassen sich aus pulverförm. Al_2O_3 darstellen. a) Welche Eigenschaft muß dieses dann erhalten? b) Wie ist das möglich? 5. Vergl. Al mit Si hinsichtlich der Bildung von Edelsteinen! 6. Vergl. Orthoklas mit Labradorit in bezug auf die Zusammensetzung.

Kap. 28.

Maun.

Analyse. Versuche. 1. Maun wird in einem eisernen Löffel erhitzt, bläht sich auf, Kristallwasser verdampft. 2. Geglühter Maun färbt die Flamme violett, enthält also Kalium. 3. Schwefelsaures Aluminium, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ wird gelöst und mit Sodaaufguss versetzt. Weißer Niederschlag von Tonerdehydrat. 4. Derselbe Erfolg, wenn Maunlösung mit Sodaaufguss versetzt wird. Der Maun enthält also viel Kristallwasser, Kalium, Tonerde und Schwefelsäure, und zwar besteht er aus schwefelsaurem Aluminium $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ und schwefelsaurem Kalium K_2SO_4 , die sich mit sehr viel Kristallwasser zu einem Doppelsalz vereinigt haben.

Synthese. Mischt man K_2SO_4 mit $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ -Lösung und dampft langsam ab, so erhält man große, regelmäßig gebildete Oktaeder; Kaliumsulfat und Aluminiumsulfat haben also ein Doppelsalz, Maun (Fig. 28), gebildet. Die Zusammensetzung des Mauns ist



Beize. Aus einer Abkochung von Rothholzspänen wird lebhaft rot gefärbtes Tonerdehydrat (Wiener Lack) gefällt, wenn man in derselben erst Maun auflöst und dann Soda zusetzt. Auf dieser großen Affinität des Mauns zu allen organischen Farbstoffen beruht die Anwendung desselben als Beize in der Färberei. Wird Leinwand in Farbh Holzbrühe getaucht, so färbt sie

sich zwar, doch läßt sich die Farbe auswaschen. Setzt man der Brühe aber erst Alaun und später Weinstein (weinsaures Kali) zu, so erhält man eine waschechte Farbe.

Gewinnung.

Man gewinnt den Alaun auf verschiedene Weise. Der Alaunstein enthält K_2SO_4 , $Al_2(SO_4)_3$ und Tonerdehydrat ($H_6Al_2O_6$). Er braucht nur geröstet und ausgelaugt zu werden. Der Alaunschiefer enthält kiesel-saure Tonerde und Schwefelkies. Durch Rösten wird der Schwefel in Schwefelsäure und weiter die Tonerde in Aluminiumsulfat übergeführt; K_2SO_4 ist zuzusetzen.

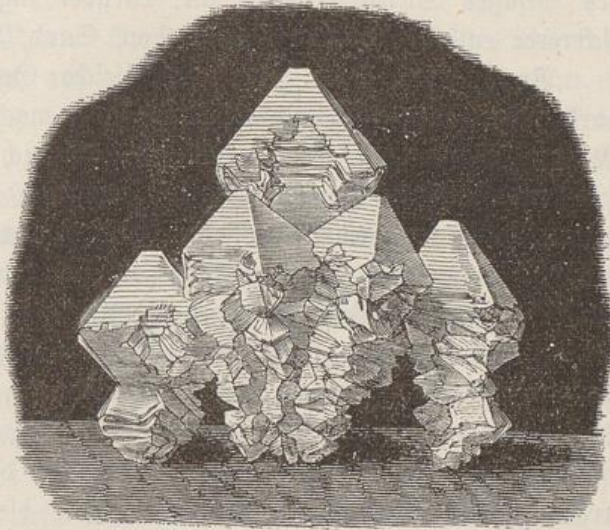


Fig. 28. Alaunkristalldruse.

Aufg. 1. Wie müßte man verfahren, um in dem Natrium-Alaun das Natrium nachzuweisen? 2. Welche Formel wird Natrium-Alaun haben? 3. Gib durch Gleichungen an die Entstehung a) von H_2SO_4 , b) von Aluminiumsulfat beim Röstprozeß des Alaunschiefers! 4. Desgl. die Entstehung von Aluminiumsulfat beim Rösten des Alaunsteins! 5. Schließe aus Vers. 3 auf die Affinität des Aluminiumoxyds zu CO_2 . 6. Aus der Mischung von K_2SO_4 - und $Al_2(SO_4)_3$ -Lösung erhält man beim Abdampfen sehr kleine Kristalle (Alaunmehl), wenn man die Flüssigkeit fleißig umrührt, große dagegen, wenn man sie möglichst ruhig hält. Erkl.! 7. Wieviel Al ist enthalten in 20 g Alaun? 8. Wieviel K und wieviel H_2SO_4 ist erforderlich, um 4 g Al in Alaun umzuwandeln? 9. Wieviel Tonerdehydrat läßt sich gewinnen aus 10 g Alaun?

Kap. 29.

Ton in der Ackererde.

Analyse des Tons. Wenn man getrockneten Ton längere Zeit glüht, so färbt er sich heller und verliert an Gewicht, indem die Humussteile verbrennen. Beim Übergießen mit Essig braust der Ton mehr oder minder stark auf, denn er ist stets mit kohlens. Kalk, $CaCO_3$, versetzt.

Schwefelsäure löst aus dem Ton Eisen auf, das sich mittels Gerbsäure nachweisen läßt. Beim Schlämmen des Tons sammeln sich auf dem Boden des Gefäßes Sandkörnchen an; darüber lagert Tonschlamm. Die Ackererde enthält demnach Wasser, Ton, Sand, Kalk, Eisen und Humus.

Verhalten a) zu Wasser. Gleiche Gewichtsmengen von gleich stark ausgetrocknetem Ton und Sand haben nach Benetzung mit denselben Mengen Wasser ein sehr verschiedenes Gewicht; der Ton ist schwerer. Ein aus feuchtem Ton gefertigtes Hohlgefäß läßt Wasser nicht durch. Fetter, d. i. sandarmer Tonboden hält demnach das Regenwasser fest, während Sandboden es durchläßt. Wo sich tonige Schichten nahe unter der Ackerkrume hinziehen, ist der Boden kalt (Wassergallen). b) zu Gasen. Eine Platte aus feuchtem Ton nimmt auf der Salmiakflasche Ammoniakgeruch an, indem das Wasser Ammoniakgas absorbiert. Auch Kohlensäure wird von feuchtem Ton begierig aufgenommen. Das Brachen und das Tiefpflügen im Herbst hat den Zweck, dem Ton diese Arbeit zu erleichtern, damit die Kohlensäure die Nährsalze der Pflanzen im Boden löse und das Ammoniak den Acker mit Stickstoff bereichere. Alte Lehmsteine, besonders solche aus Viehställen, haben eine große Düngkraft. c) zu Fetten. Aus Holz, Tuch usw. läßt sich ein Fettfleck entfernen, indem man auf denselben fetten Ton streicht. Auf dieser Eigenschaft des Tons, Fette einzusaugen, beruht die Anwendung der Ackererde zum Entfetten der Schafwolle.

Aufg. 1. Wie unterscheidet sich humusreicher Boden von humusarmem hinsichtlich der Dichtigkeit? der Feuchtigkeit? 2. Warum bedarf Sandboden der Düngung mit humusbildendem Dünger? 3. Was müßte geschehen, um einen allzu fetten Tonboden ertragreicher zu machen? 4. Bei was für Feuchtigkeitsverhältnissen ist Sandboden günstiger gestellt als Tonboden? 5. Wie müssen die Bodenverhältnisse sein, wenn die Anlage eines Röhrenbrunnens Erfolg haben soll? 6. Was muß geschehen, um Wassergallen zu entfernen? 7. Warum entwickelt sich im Frühling die Vegetation auf der Geest früher als auf der Marsch? 8. a) Warum ist es unzweckmäßig, Sandboden mit Jauche zu düngen? b) Wie hat man zu verfahren? 9. Der Tonboden der Küste ruht regelmäßig auf einer Sandschicht. Erkl.! 10. Bei Sturmfluten ist es vorgekommen, daß das Seewasser unter dem Deich hindurch in das Land einbrach. Erkl.! 11. Über Tonschiefer lagert gelegentlich Sandstein. Schließe auf die Entstehungszeiten!

Kap. 30.

Absorptionsfähigkeit des Bodens für Nährsalze.

Für K_2O , NH_3 , P_2O_5 . Tonreiche Ackererde wird getrocknet, durch ein Millimetersieb gepreßt, auf einem Filter ausgebreitet, angefeuchtet und so geformt, daß sie einen Hohlkegel von 1 cm Wandstärke bildet. Wenn man in die Höhlung a) eine 1prozentige Lösung von schwefelsaurem Kali, oder b) eine 1prozentige Lösung von kohlensaurem Ammoniak, oder c) eine Lösung von „Superphosphat“ (dargestellt durch tropfenweis zugesetzte Phosphorsäure) gießt und dem Filtrat eine Sodaauslösung zusetzt, so erhält man einen Niederschlag von kohlensaurem Kalk. Wiederholt man diese Versuche, indem man statt des tonreichen Bodens a) kalkreichen, b) sandreichen Boden nimmt, so erhält man denselben Niederschlag, doch schwächer. Daraus folgt:

Jeder Boden, der tonreiche am meisten, der sandige am wenigsten, absorbiert Kali, Ammoniak und Phosphorsäure mit großer Kraft. Aus reicheren Lösungen wird mehr aufgenommen als aus ärmeren. Ein Boden, der aus einer ärmeren Lösung schon so viel aufgenommen hat, wie er kann, nimmt aus einer reicheren Lösung von neuem auf.

Für HNO_3 . Wiederholt man den Versuch, indem man eine Lösung von Kalisalpeter anwendet, so bleibt nur das Kali im Boden zurück; die Salpetersäure läßt sich im Filtrat dadurch nachweisen, daß sich Indigo (mit wenig H_2SO_4 verrührt) in demselben auflöst.

Für HCl , H_2SO_4 . Wird als Lösung NH_4Cl , salzsaures Ammoniak, K_2SO_4 , oder irgend ein salzsaures, salpetersaures oder schwefelsaures Kali- oder Ammonsalz angewandt, so werden Kali und Ammoniak im Boden festgehalten, die Säuren dagegen verbinden sich mit im Boden enthaltenem Kalk, bilden lösliche Salze und sicken durch. Um diese Umbildungen zustande zu bringen, genügt eine sehr dünne Erdschicht; jene gehen also bei der Düngung mit Kali-, Ammoniak- und phosphorsauren Salzen schon in der oberen Erdschicht vor sich. Untersuchungen haben ferner ergeben, daß Humus die Düngesalze unverändert absorbiert.

Aufg. 1. Was mußte geschehen, um Sandboden zur Aufnahme von Düngesalzen geeigneter zu machen? 2. Wie zeigt sich die Absorptionsfähigkeit des Bodens für gewisse Nährsalze auf ehemaligen Dungstätten? 3. Um an Dung zu sparen, wendet man häufig Reihendüngung an. Bringe dies in Beziehung zur Absorptionsfähigkeit des Bodens! 4. Auf Wiesen, die von Rühen beweidet werden, sieht man oft zahlreiche Geißstellen. Erkl.! 5. Welche Anwendung macht man von der Absorptionsfähigkeit des Humus in Viehställen? 6. Der gemeine Kalkstein enthält

nur etwa 5% Ton und Sand. Wie wird in einem aus der Verwitterung solcher Kalksteine gebildeten Boden das Mengenverhältnis durch Düngung mit Kali, Ammoniak und Superphosphat gebessert? 7. Welchen Zweck kann das Berieseln von Wiesen mit Flußwasser haben? 8. Die sog. Überpflanzen an Baumstämmen wurzeln in fast reinem Humus. Inwiefern ist es für sie von Vorteil, daß Humus die Düngesalze unverändert absorbiert? 9. Woher erhalten sie dieselben?

Kap. 31.

Tonwaren.

Wasserhaltiger Ton ist bildsam; bei andauerndem Glühen wird er hart und verliert die Fähigkeit, Wasser aufzunehmen und in den plastischen Zustand zurückzukehren. Darauf beruht seine Verwendbarkeit zu allerhand Tonwaren. — Eisen färbt den Ton beim Brennen rot; die Gegenwart von Kiesel, Kalk und Eisen („Flußmittel“) macht ihn leichter schmelzbar; beim Brennen „schwindet“ er, d. h. er zieht sich zusammen.

Ziegel. Als Baustoff für Häuser, Brücken, Schleusen und zum Pflastern von Straßen sind sie unentbehrlich. Uralte ägyptische und babylonische Bauwerke (Belustempel, Pyramiden) beweisen, daß die Kunst der Ziegelfabrikation schon im grauen Altertume geübt wurde. In Deutschland wurden die ersten Backsteinbauten von den Römern errichtet. — Der gemeine eisenreiche Lehm gibt die roten Backsteine; gelbe Verblendsteine werden aus eisenarmem aber kalkreicherem Ton gebrannt; an Flußmitteln sehr armer Ton liefert die feuerfesten Steine. Die Rohstoffe werden angefeuchtet, durchgeknetet, in Formen gestrichen oder gepreßt, die Ziegel darauf an der Luft getrocknet und endlich in Öfen „gebrannt“. Klinker sind in großer Hitze halbwegs flüssig gewordene Backsteine.

Töpferwaren, als Blumentöpfe, Steintöpfe usw., werden auf der Drehscheibe geformt. Nach dem Brennen sind sie porös. Um sie zu glasieren, bringt man auf die lufttrockenen Stücke gepulverten Bleiglanz. Beim Brennen entsteht ein leicht schmelzbares Bleiglas, aus welchem Säuren Blei auflösen. Die grauen Einmachetöpfe sind aus eisenarmem Ton gebrannt. Man glasiert sie, indem man Kochsalz in den Öfen streut. In der Hitze verflüchtigt und zerfällt sich dieses; das Natrium bildet mit Sand und Ton ein durchsichtiges Natronglas.

Das Steingut (gewöhnliche Teller, Schüsseln usw.) ist aus eisenarmem Ton gebrannt und mittels Borax und Bleioxyd glasiert. Infolge der größeren Hitze beim Brennen geht das Blei mit den anderen glas-

bildenden Stoffen eine innige, unlösliche Verbindung ein. Weil aber Bleiglas sehr weich ist, erhält die Glasur leicht Schrammen. Ein Zusatz von Zinnoryd macht sie undurchsichtig. Bis 1400 n. Chr. hatte man nur durchsichtige Glasuren. Farbige Glasuren erfanden die kunstreichen Mauren in Spanien. Berühmt war besonders die Majolika (so genannt nach der Insel Majorka) mit flach erhabenen, buntfarbigen Figuren und die Fayence (nach der ital. Stadt Faenza) mit nicht erhabenen bunten Zeichnungen. Einen großen Aufschwung nahm die Majolikafabrikation in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts.

Das Porzellan wurde um 900 n. Chr. von den Chinesen erfunden; um 1600 kam es zuerst durch portugiesische Schiffer nach Europa. Anfangs war es hier teurer als Gold. 1709 erfand auch Böttcher auf dem Königstein in Sachsen die Fabrikation des Porzellans; 1710 wurde auf der Albrechtsburg bei Meissen die erste Porzellanfabrik eingerichtet. Am berühmtesten ist gegenwärtig das Porzellan der königlichen Manufaktur in Berlin und das von Sèvres bei Paris. Zahlreiche hervorragende Künstler entwerfen Formen und Malereien für diese Institute.

Der Rohstoff für die Porzellanfabrikation ist das Kaolin, d. i. reine Porzellanerde, kiesel-saure Tonerde, die sich hier und da in Mulden als Zerfetzungsprodukt von feldspathaltigem Gestein (Granit, Porphyr) abgelagert hat. Als Flußmittel wird Feldspat zugesetzt und, um das Sichsetzen der Ware im Brennofen zu verhindern, auch Sand. Diese Stoffe werden staubfein zermahlen, dann geschlämmt, um alle gröberen Teile auszuscheiden, und durchgeknetet. Diese Masse wird auf der Drehscheibe geformt oder in Formen gepreßt oder gegossen. Dann folgt ein langsame Austrocknen der Stücke und nun Erhitzung bis zur Rotglut. Dabei entsteht eine noch wenig zusammengefinterte und daher leicht bröckelige und poröse Masse (Tonzyylinder im Daniell'schen Element). Als Glasur nimmt man zerpulvertes Porzellan, das man leichtflüssiger macht, indem man mehr Feldspat und etwas Kalk zusetzt. Diese Masse wird zu einem dünnen Brei angerührt, in den das Porzellan hineingetaucht wird. Nun folgt das Garbrennen bei sehr großer Hitze, bis die ganze Masse sich zu verglasen beginnt. Als Farbstoffe dienen Metalle und Metalloryde in Pulverform. Man mischt dieselben mit einem Pulver aus leichtschmelzbarem Glase, verrührt das Gemisch mit Öl und trägt es nun mit einem Pinsel auf. Darauf setzt man die bemalten Stücke in einen eisernen Kasten (die Muffel), verschließt und erhitzt ihn. In der Hitze schmilzt das Glas, löst den Farbstoff auf und befestigt ihn auf der Glasur des Porzellans. Erst jetzt tritt die Farbe hervor.

Aufg. 1. Welche Bestandteile des Tons werden durch das Brennen zerstört? verändert? 2. Eisenoryd ist rot, Eisenorydul schwarz. Welche Veränderungen erfährt demnach das Eisen des Tons bei der Bereitung der Klinker? 3. Warum sind Klinker im Häuserbau nicht zu gebrauchen? 4. Welche zur Bildung von Glas notwendigen Teile enthält der gewöhnliche Ton? 5. Auf Töpferware wird die Glasurmasse entweder aufgeschlämmt, aufgestäubt oder aufgepinselt. Welche Weise bringt die geringsten Nachteile für die Arbeiter? 6. Die Porzellanfabrikation liegt fast allenthalben in den Händen des Staates. Welche Vorteile erwachsen daraus den Staatsbürgern? der Kunst selber? 7. Porzellanenes Geschirr ist an der Bodenfläche unglasiert. Warum? 8. Porzellan läßt sich schon durch sein Verhalten zum Licht vom Steingut unterscheiden. Wie? Erkl.! 9. Woraus mag die Glasur der weißen Diefacheln bestehen? der Tonröhren? 10. Die chinesischen Kaoline sollen noch weniger Eisen enthalten als die deutschen. Schließe daraus auf die Farbe des chinesischen Porzellans! 11. Was für Ware ist: der Pfeifenkopf? der Weißbierkrug? der bemalte weiße Blumentopf? 12. Biskuit nennt man die unglasierten Statuen usw. aus Porzellanmasse. Warum darf man sie nicht glasieren? 13. Ton ist schwach magnetisch. Erkl.! 14. Gebrannter Ton behält den Magnetismus, den er vor dem Brennen hatte, unverändert durch alle Zeit. In Tongefäßen aus der Zeit der Etrusker hat man Nordmagnetismus gefunden. Wie würde sich also die Inklinationsnadel damals in Italien verhalten haben?

Kap. 32.

Kalium. ^{I.}K. 39 und Natrium. ^{I.}Na. 23.

E. Leichtmetalle (spez. Gewicht etwa 0,9), von bleigrauer Farbe und lebhaftem Metallglanz; so weich, daß sie sich mit dem Messer leicht schneiden lassen; oxydieren schnell an der Luft, weswegen man sie unter Steinöl aufbewahren muß; zersetzen Wasser, Kalium mit violetter Flamme, Natrium nur heißes Wasser mit gelber Flamme.

Die Oxyde K_2O und Na_2O sind weiß, ergänzen sich gern zu Hydroxyden ($K_2O + H_2O = 2KHO$; $Na_2O + H_2O = 2NaHO$), die man kurzweg Kali und Natron nennt. Die Hydroxyde lösen Eiweißstoffe, also auch die Hornhaut leicht auf, heißen deshalb Alkali bezw. Alknatron. Innerlich genommen durchlöchern sie den Magen und führen dadurch den Tod herbei. Als Gegengift nimmt man am besten Fette, fettes Öl, Butter, Schmalz usw.; es bildet sich dann Kali- bezw. Natronseife. Sehr starke Basen!

Aufg. 1. Wieviel K ist enthalten in 10 g K_2O ? 2. Wieviel Na in 15 g Na_2O ? 3. 52 g K gehen nach und nach in K_2CO_3 über; wieviel C und wieviel O wird gebunden? 4. Alkali wird an der Luft allmählich zu K_2CO_3 . Gleichung? 5. Was ist $NaNO_3$? $NaCl$? KBr ? K_2SO_4 ? 6. KHO und NaHO halten das Wasser auch beim Glühen fest. Vergl. damit das Verhalten von Kristallwasser!

Kap. 33.

Kochsalz.

Analyse. Auf glühende Kohlen gestreute Kochsalzkristalle zerspringen unter Knistern. Sie enthalten kleine Mengen Wasser (Defrepitationswasser) eingeschlossen. Die Weingeistflamme färben sie gelb, enthalten also Natrium. Mit Braunstein und Schwefelsäure gemischt und erwärmt, entwickelt das Kochsalz Chlor. — **Synthese.** Leitet man Chlorgas über Natrium, oder wird Natrium auf Chlornasser geworfen, so bildet sich Kochsalz. Kochsalz ist also Chlornatrium, $NaCl$.

E. 100 Teile Wasser von Stubenwärme lösen etwa 36 Teile $NaCl$ auf, siedendes Wasser etwas mehr. Aus einer mit Kochsalz gesättigten Salzsole scheidet sich bei Siedehitze $NaCl$ mehlartig aus, bei langsamer Verdampfung in kleinen Würfeln, die allmählich Treppentramiden aufbauen.

In organischen Körpern. In den Aschen der Landpflanzen findet sich Kochsalz in geringen Mengen. Die Landpflanzen scheinen das $NaCl$ unfreiwillig aufzunehmen; ein größerer Kochsalzgehalt im Boden ist ihnen sehr schädlich. Die sog. Salzpflanzen am Meeresstrande und in Salzsteppen dagegen brauchen $NaCl$ in größerer Menge, um ihren Zellinhalt so stark hygroskopisch zu machen, daß sie die Dürre ihres Standortes ertragen können. Blut und Fleisch der Säugetiere enthalten kleine, sich stets gleich bleibende Mengen Kochsalz. Die Raubtiere und die hauptsächlich von Fleischnahrung lebenden Jäger- und Hirtenvölker entnehmen ihr Bedürfnis an $NaCl$ in fast genügendem Maße dem Fleisch und Blut der Tiere; die Pflanzenfresser und die hauptsächlich von Pflanzenstoffen lebenden Kulturvölker dagegen können ohne einen Zusatz von Kochsalz zu ihren Speisen nicht auskommen (Vieh Salz, Salzlecke der Hehe usw.) Im Magen wirkt das Kochsalz zunächst als Gewürz, d. h.

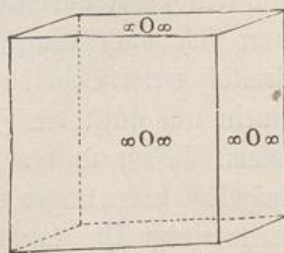


Fig. 29.
Kochsalzkristall.

es reizt die Labdrüsen zu beschleunigter Absonderung des Magensaftes an; im Darm erleichtert es die Diffusion des Speisesaftes.

Vorkommen. Das Kochsalz kommt vor als Steinsalz, Steppensalz, in Quellen und im Meerwasser.

Im Meerwasser sind 3,5% Salze enthalten, darunter 2,5% NaCl. 60 cbm Meerwasser würden 1 cbm NaCl geben. Die mittlere Tiefe des Stillen Ozeans zu 5000 m angenommen, würde bei vollständiger Ausdunstung desselben eine Kochsalzschicht von reichlich 80 m entstehen. Infolge Auslaugung des Bodens führen die Flüsse dem Meere noch fortwährend neue Salzmenge zu. Landseen, die Flüsse aufnehmen aber keine Abflüsse haben, sind sämtlich salzhaltig (Kaspisee, großer Salzsee in R.-A.), einige sogar in hohem Grade (Totes Meer 27%). — An flachen und warmen Küsten, z. B. des Mittelmeers, gewinnt man das Seesalz in sog. Salzgärten oder Meersalinen. Ein Kanal führt das Meerwasser zunächst in ein Sammelbecken. In diesem, sowie in dem Klärbecken lagert es Schlamm und Organismen ab; in einem dritten Becken wird es durch Verdunstung angereichert; in einem vierten verdunstet das Wasser völlig. Die Größe dieser Anlagen ist sehr beträchtlich, beträgt zuweilen mehr als 1000 ha. Außer dem Kochsalze scheiden sich auch bitter schmeckende Magnesiumsalze aus. Diese sind verhältnismäßig leicht löslich und werden durch atmosphärische Niederschläge aus den im Freien liegenden Salzhaufen zum Teil ausgewaschen. Anwendung findet das Meersalz vorzugsweise zum Konservieren von Fischen.

Quellsalz. Wo unterirdische Wasserläufe über Steinsalzlager hinweggehen, löst das Wasser von dem Salze größere oder geringere Mengen auf und tritt dann anderwärts als Salzquelle zutage. In neuerer Zeit schafft man sich auch künstliche Salzquellen. Man treibt in ein Salzlager ziemlich weite Bohrlöcher, läßt in diese Kupferrohre von geringer Weite hinein und füllt den Zwischenraum mit Wasser, das nach dem Geseß überkomm. Gefäße in dem Kupferrohre wieder emporsteigt, nachdem es Salz aufgelöst hat. Lager von einem Steinsalz, das stark mit Ton, Gips usw. verunreinigt ist, laugt man gleichfalls mittels Wasser aus. Da, wo Brennmaterial billig zu haben ist, nimmt man das Versieden der Sole bereits vor, wenn diese auch nur 15prozentig ist. Anderwärts wird die Sole dadurch angereichert, daß man sie durch das Gesträuch eines Grabierwerkes (Fig. 30) tropfen läßt, wobei sich Gips und Kalk als Dornstein absetzen. Die genügend angereicherte Sole wird dann in Siedepfannen von 100 qm Bodenfläche abgedampft, bis das Kochsalz auskristallisiert. Der mit leichter löslichen Salzen reich beladene

Flüssigkeitsrückstand, die Mutterlauge, wird zum Anrichten von Solbädern benutzt.

Steinsalz findet man in Deutschland vielerorts, wie schon die Ortsnamen auf „hal“ (keltisch) und Zusammensetzungen mit Salz erkennen lassen. Am berühmtesten ist das Lager von Staßfurt, am ergiebigsten und reinsten dasjenige von Hohensalzburg in Posen. Das Liegende ist gewöhnlich Gips. Papierdünne Gipschnüre trennen die einzelnen meist nur wenige Zentimeter dicken Kochsalzablagerungen voneinander. Das Staßfurter Kochsalz ist von einer 80 m dicken Schicht

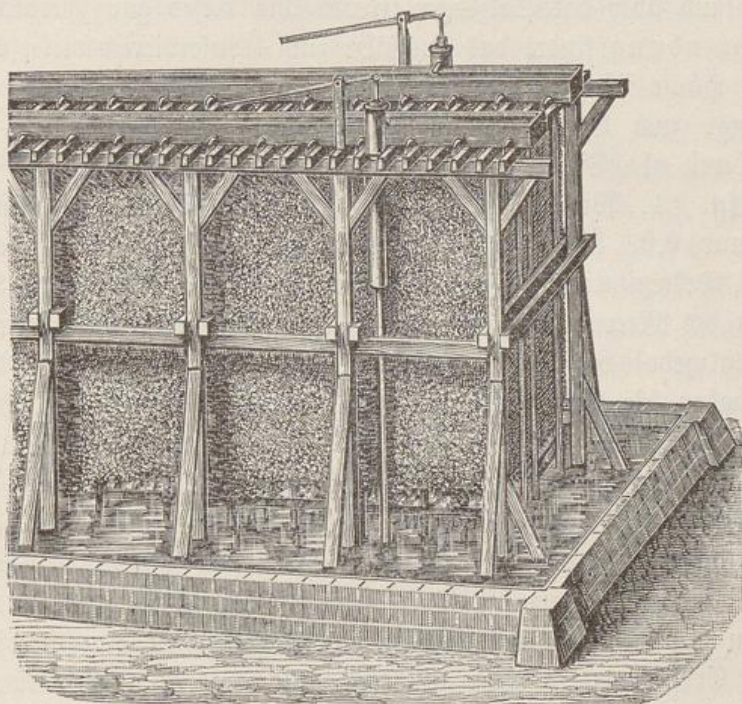


Fig. 30. Gradierwerk.

leichtlöslicher Kalium- und Magnesiumsalze („Abraumsalze“) bedeckt; über dieser liegen noch fester Gips und weiter (250 m) mächtige Schichten von Ton, Lettenschiefer, Sandstein und jüngerem Schwemmland. Selten ist das Steinsalz wasserhell (Hohensalzburg!); meist ist es durch Kalk, Ton, Eisen oder Kupfer verunreinigt und muß dann ausgelaugt werden.

Entstehung der Salzlager. Ein neues Steinsalzlager entsteht gegenwärtig am Ostufer des Kaspisees. Hier ist der Kara Bugas, ein Busen größer als die Provinz Schleswig-Holstein, durch einen schmalen Kanal mit dem Kaspisee verbunden. Zuflüsse von der Landseite her fehlen. Die heißen und dürrn Wüstenwinde bewirken eine rasche Ver-

dunstung, die einen beständigen starken Zufluß von salzhaltigem Wasser durch den erwähnten Kanal erzeugt. Dieser Zufluß führt täglich 3 Mill. kg Salz in den Busen. Längst ist das Wasser desselben auf dem Sättigungspunkte angelangt. Die leichtlöslichen Salze kehren in einer Unterströmung in den Kaspisee zurück. Sollte einmal der Kanal verschüttet oder der Zufluß infolge einer langsamen Hebung des Bodens unmöglich werden, so würde der Kara Bugas bald ganz austrocknen. Dabei müßte sich zuerst der schwerlösliche Gips, dann das Kochsalz und endlich auch das leichter lösliche Kalium- und Magnesiumsalz ablagern, und Wüstenwinde würden Sand und Tonstaub über das Salzlager streuen, bis dieses ganz verdeckt wäre.

Anwendung findet das Kochsalz: zum Konservieren vieler Speisen, tierischer Häute für weiten Seetransport, zur Sodabereitung, Chlorgewinnung, zum Glasieren von Töpferware, zum Seifekochen, in der Weißgerberei, als Viehfutter, als Nahrungsmittel und Gewürz.

Aufg. 1. Wie erklärt es sich, daß das Wasser der Ostsee bei Rügen nur 0,8, im finnischen Meerbusen nur 0,1% Salz enthält? 2. Vergl. Dekrepitationswasser, Hydratwasser und Kristallwasser! 3. Beim Gefrieren des Meerwassers scheiden sich die Salze aus; welche am ersten? 4. Ein Salzgehalt verzögert das Gefrieren des Wassers. Erkl.! 5. Welchen Nutzen haben die Steppenpflanzen von dem Salzgehalt ihres Zellsaftes in kalten Nächten? 6. In regenarmen Steppen mit starker Taubildung entstehen auf der Erdoberfläche Ausblühungen verschiedener Salze. Erkl.! 7. Eine Kochsalzsole dampfe langsam ab; wo bilden sich Kristalle? 8. Die Salzkristalle werden um so größer, je langsamer die Verdunstung vor sich geht, und je weniger die Sole bewegt wird. Erkl.! 9. Nach dem Grabieren hat die Sole einen größeren Prozentgehalt an Bittersalz als vorher. Erkl.! 10. Welche Richtung ist für ein Grabierwerk am günstigsten? Warum? 11. Auf den Eiszfeldern des nördl. Eismeers findet man oft Pfützen mit losen Kochsalzkristallen. Welcher Art wird dieses Wasser sein?

Kap. 34.

S o d a.

Analyse. Wird Soda in einem eisernen Löffel stark erhitzt, so zerfließt sie; das Kristallwasser (63%) tritt aus und verdampft. Die kalzinierte (d. h. durch Glühen im Aussehen dem Kalk ähnlich gewordene) Soda ist weiß und amorph. In Wasser gebracht, nimmt sie unter Wärmeentwicklung wieder Kristallwasser auf. Die Wein-

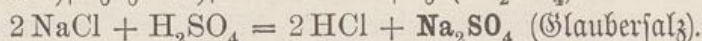
geistflamme färbt sie gelb, enthält also Natrium; wird sie mit einer stärkeren Säure übergossen, so entweicht CO_2 . Soda ist demnach kohlen-saures Natrium, Na_2CO_3 .

Anwendung. Versuche. 1. Ätznatron (NaHO) färbt rotes Lackmuspapier blau, ist also eine starke Basis. 2. Soda bewirkt dasselbe. Die Kohlen-säure ist eine zu schwache Säure, um die starke Basis Ätznatron ganz zu neutralisieren. Soda reagiert also basisch. 3. Ätznatronlösung macht die Haut schlüpfrig, indem sie die Hornschicht wegäht. 4. Soda-lösung tut dasselbe, nur langsamer. Die Kohlen-säure der Soda mildert also die Wirkung der starken Basis. — Immerhin wirkt Soda, innerlich genommen, verderblich auf die Wände des Verdauungskanal's. Als Gegen-mittel nimmt man rohes Eiweiß. Es wird der Basis leichter, das noch unverdaute Eiweiß des Eies an sich zu reißen als das im festen Gefüge unsers Körpers befindliche Eiweiß der Häute. — 5. Ätznatronlösung mit Talg gekocht gibt Seife. Ätznatron reißt also Fette an sich. Dasselbe, nur weniger schnell, tut die basisch reagierende Soda. Weil die Schmutz-teilchen auf der Wäsche, auf Küchengeschirr usw. hauptsächlich durch Fett festgeklebt sind, ist heiße Sodalösung ein gutes Waschmittel, indem sie die Fette an sich reißt. 6. Ätznatron zerstört die Faser der Leinwand und wollener Zeuge. 7. Starke Sodalösung tut dies lang-samer. — Als basisch wirkendes Natronsalz ist Soda ein vor-zügliches Waschmittel; die Kohlen-säure mildert die Wirkung derart, daß das Gewebe der zu waschenden Stoffe nur wenig angegriffen wird. — Anwendung zur Bereitung von Seife (s. Kap. 60) und von Glas (s. Kap. 26).

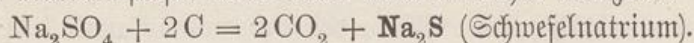
Vk. Wegen seines geringen spez. Gewichtes kommt das Natrium auf der Oberfläche der Erde massenhaft vor, als starke Basis aber stets an starke Säuren gebunden: als Natronsalpeter (NaNO_3), als Natrium-silikat im Natronfeldspat, als Glaubersalz (Na_2SO_4) in einigen Mineral-wässern und an Chlor gebunden im Kochsalz (NaCl). Soda konnte sich nur in fast regenlosen Gegenden bilden, wo nahezu alles Tier- und Pflanzen-leben fehlt, wo sich also auch weder Ammoniak (NH_3) noch Salpetersäure (HNO_3) bildet, mithin in Wüsten und Steppen. Schwache Niederschläge lösen sie auf. Indem aber die Sonne den Boden an der Oberfläche bald wieder ausdörret, kristallisiert die Soda aus („Ausblühungen“). Von unten her steigt sodahaltiges Wasser an die Oberfläche und verdunstet hier gleich-falls. In dieser Weise wachsen die Sodastücke nach und nach zu faustgroßen Klumpen an. Im Altertum und im Mittelalter versorgten die an Ägypten grenzenden Wüsten fast alle Kulturländer mit solcher Soda.

In den letzten Jahrhunderten befriedigte man in Westeuropa das Bedürfnis an Soda, indem man die Aschen von Meerespflanzen („Barilla“) auslaugte. Da erfand 1791 ein französischer Apotheker, Leblanc, ein Verfahren, aus Kochsalz Soda herzustellen. Doch kam das Leblancsche Verfahren allgemein in Aufnahme erst zu Anfang der dreißiger Jahre des vorigen Jahrhunderts.

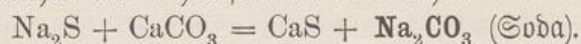
Darstellung. Das Leblancsche Verfahren besteht darin, daß man das Kochsalz zunächst in Glaubersalz (Na_2SO_4) umwandelt:



Das Natriumsulfat wird dann mittels Kohle reduziert:



Durch Glühen mit kohlensaurem Kalk erhält man dann die Soda:



Die beiden letzten Arbeiten beanspruchten früher eine Reihe von Öfen; jetzt werden sie schnell in dem sog. Revolver, einem riesigen, aus Eisenblechen gearbeiteten und mit feuerfesten Steinen ausgefütterten, um seine Achse drehbaren, walzenrunden Flammenofen ausgeführt.

Nebengewerbe. Die Sodafabrikation hat eine Reihe sehr wichtiger Nebengewerbe großgezogen, zunächst die Fabrikation von Schwefelsäure. Bis dahin gab es nur Schwefel aus Sizilien. Eine starke Preissteigerung

dieses Schwefels (1838) veranlaßte, Schwefelkies und Kupferkies zur Gewinnung von SO_2 zu benutzen; dabei gewann man nebenbei Kupfer. Zuletzt fand man einen Weg, den Schwefel aus dem Schwefelkalk abzuscheiden. (Schwefelfabrikation.) Der bei der Darstellung des Glaubersalzes frei werdende Chlorwasserstoff führte zur Be-

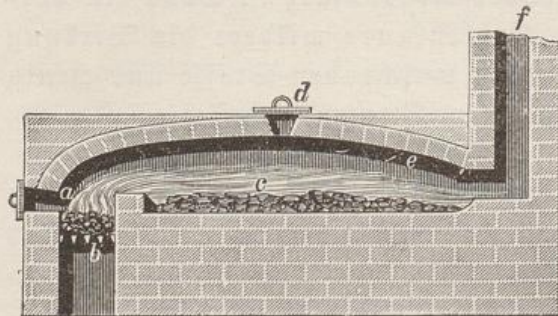


Fig. 31. Sodaofen.

a Feuerloch, b Kof mit Aschenfall, c Herdsohle,
d Einfallöffnung, e Schürloch, f Schornstein.

reitung von Chlorkalk, und dieser wieder kam der Schnellbleicherei zustatten. — Nicht zu unterschätzen ist auch die Förderung, die andere Zweige der Chemie, insbesondere die Darstellung der Teerfarbstoffe, durch die Erfahrungen auf dem Gebiete der Sodafabrikation erhielten.

Aufg. 1. Wie ist die Wärmeentwicklung beim Brennen kalzinierter Soda zu erklären? 2. Welche Vorzüge hat kalzinierte Soda vor kristallinierter? 3. Warum müssen mit Soda gereinigte Zeuge gut ausgespült

werden? 4. Was ist: NaCl , NaHO , NaNO_3 , Na_2SO_4 ? 5. 1814 kostete eine t Soda 1200 $\mathcal{M}$, 1824 noch 600 $\mathcal{M}$, jetzt 60 $\mathcal{M}$. Erkläre das Fallen der Sodapreise. 6. CaS entwickelt in feuchter Luft H_2S . Formel? 7. Wie ist das Vorkommen von Soda in der Barilla zu erklären? 8. Wieviel kalzinierte Soda läßt sich gewinnen mit 10 g NaCl ?

Kap. 35.

Verbindungen des Kaliums.

1. Pottasche. E. und Analyse. Die Pottasche ist ein weißes zerfließliches Salz, das sich in Wasser leicht löst, von ägendem Geschmacke ist und basisch reagiert, d. h. rotes Lackmuspapier bläut. Übergießt man Pottasche mit Essig oder einer anderen Säure, so entweicht unter Aufbrausen ein Gas, in welchem ein brennender Holzspan erlischt. Wird eine verdünnte Pottaschenlösung mit Kalkwasser ($\text{Ca}(\text{HO})_2$) erhitzt, so scheidet sich kohlen-saurer Kalk aus. Pottasche enthält also Kohlen-säure. Ein wenig Pottasche in die Weingeistflamme gebracht, färbt diese violett. Pottasche ist demnach kohlen-saures Kalium, K_2CO_3 .

A. Ist ein schmutziges Leinwandläppchen in stark verdünnter K_2CO_3 -Lösung gekocht, so wird es nach dem Ausspülen reiner; durch fortgesetztes Kochen in starker Lösung wird aber auch die Faser zerstört. Schwache Pottaschenlaugen können also als Waschmittel Anwendung finden. Beim Kochen von Pottasche mit Ätzkalk erhält man eine Lösung, welche die Oberhaut stark angreift, weil sie kaustisches Kali, d. h. Ätzkali, KHO , enthält. Wird eine solche Lösung mit Talg gekocht, so bildet sich Seife. Die Pottasche dient also auch zur Seifenbereitung. — Verwendung in der Glasfabrikation!

Gw. Früher gewann man K_2CO_3 ausschließlich durch Auslaugen von Pflanzenasche (Buchenasche!) und Eindampfen der Lösung in Töpfen (Potten). Mehr Kali als die Holzpflanzen enthalten die Krautpflanzen und Gräser. Wird bei der Verarbeitung der Zuckerrüben entstehende Schlempe (Zuckerrübensaft, dem man den Zucker entzogen hat) getrocknet und verbrannt, so erhält man eine an Pottasche reiche Asche. Die grasfressenden Säugetiere erhalten weit mehr Kali, als ihr Körper gebrauchen kann. Die Schafe geben einen Teil des Überschusses in ihrem „Wollschweiß“ ab. Fabriken, welche die Wollwäscherei im großen betreiben, verarbeiten den Wollschweiß auf Pottasche, indem sie das zum Waschen der Wolle benutzte Wasser eindampfen, den festen Rückstand verbrennen und dann auslaugen. Neuerdings stellt man K_2CO_3 massenhaft

aus dem Sylvin (KCl), einem in großen Massen gewonnenen Abraum-
salze, dar ganz in der Weise der Fabrikation der Soda aus NaCl.

2. Carnallit. E. Der Carnallit ist der Hauptbestandteil der Staß-
furter Abraumsalze. Im reinsten Zustande ist er wasserhell; meist aber
ist er durch kleine Teilchen Eisenoryd rot gefärbt.

Analyse. Löst man Carnallit in der gleichen Gewichtsmenge Wasser,
so scheiden die fremden Beimischungen aus. Wenn man darauf die filtrierte
Lösung völlig eindampft und das erhaltene Salz mit sehr wenig Wasser
auslaugt, dieses abgießt und mit H_2SO_4 versetzt, so entweicht HCl,
Salzsäuregas. Diese Lösung enthält also ein Chlormetall. Hat man nun
so lange H_2SO_4 zugesetzt, als ein Aufbrausen von HCl stattfand, so
wird durch Hinzufügen von Ätznatronlösung Magnesia gefällt. Carnallit
enthält mithin Chlormagnesium, MgCl_2 . Der beim Ausziehen des
Chlormagnesiums verbleibende Rest löst sich weniger leicht, färbt die Wein-
geistflamme violett, enthält also Kalium, und läßt beim Übergießen mit
 H_2SO_4 gleichfalls HCl aufbrausen, ist also Chlorkalium, KCl. In einer
eisernen Schale erhitzt, zerschmilzt der Carnallit in vielem Hydratwasser.
Carnallit ist also ein Doppelsalz: $\text{KCl} + \text{MgCl}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$.

3. kainit, ein anderes sehr wichtiges Abraumsalz, hat folgende
Zusammensetzung: $\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MgSO}_4 + \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

4. Kalisalpeter siehe Kap. 12. — Chlorsaures Kalium.

Der Kalifeldspat enthält kieselsaures Kalium.

Kalidüngung. Das Kalium ist ein wichtiger Pflanzennährstoff.
Besonders die Hackfrüchte, Halmfrüchte und Wiesengräser bedürfen zu einer
kräftigen Entwicklung reichlicher Mengen von Kaliumsalzen. Bei der Ver-
witterung des Kalifeldspats und des Glimmers bilden sich im Boden lösliche
Kaliumverbindungen stets von neuem. Beim Abernten verlieren Acker und
Wiese zwar große Mengen von Kalium, wenn jedoch die ganze Ernte in der
Wirtschaft verbraucht wird, erhält das Feld fast die ganze Menge des ab-
gegebenen Kaliums im Mist wieder zurück, weil die Tiere nur ganz wenig
Kalium gebrauchen können. Wenn dagegen die Ernten verkauft werden, ist
eine Düngung mit Kalisalzen (Kainit und Carnallit) notwendig. Man streut
diese im Herbst auf den Acker, weil sie viel Zeit gebrauchen, um in die für
die Pflanzen geeignete Form überzugehen. Wiesen, die mit Kalisalzen gedüngt
werden, geben nicht selten den dreifachen Ertrag an Heu, das außerdem von
größerer Güte ist. Bei regelmäßiger Kalidüngung verschwinden auch von
der Wiese Moose und die wertlosen sauren Gräser. Kartoffeln bedürfen
gleichfalls der Kalidüngung, um reichere Mengen von Stärkemehl zu
bilden.

Kalilager, d. h. Lager von Abraumsalzen, die reich an Kali sind, sind bis jetzt nur in der Provinz Hannover und einigen angrenzenden Gebieten aufgefunden worden, hier aber in größter Ausdehnung. Infolgedessen ist dort eine neue Art von Bergbau und Industrie (Kaliindustrie) aufgeblüht, die außerordentlich gewinnbringend ist.

Aufg. 1. Warum reagiert K_2CO_3 basisch? 2. K_2CO_3 nimmt aus der Luft H_2O auf und zerfließt darin. Eigenschaft? 3. Vergl. Ca und K hinsichtlich der Affinität zu CO_2 . 4. KHO entsteht auch bei der Zersetzung von H_2O durch K. Formel? 5. Gib die Formeln an für die Fabrikation von K_2CO_3 aus KCl. 6. Wie verhält sich Sylvin zu Kochsalz bezüglich der Löslichkeit in Wasser? 7. Die Affinität des K zu Cl ist größer als zu O. Man wirft K auf Chlornasser; Erfolg? 8. Späne vom Horn der Kuh lösen sich in Alkalilauge auf, Stückchen vom Horn des Hirsches nicht. Folg! 9. Warum ist kainit oder Carnallit weniger wertvoll als K_2SO_4 ? 10. Die lebende Pflanze hat wohl oxalsaures und weinsaures Kali, nicht aber K_2CO_3 . Wie erklärt es sich denn, daß man in der Asche der Pflanzen K_2CO_3 findet? 11. Warum vermindert eine Überschwemmung der Wiese den Kaligehalt derselben nicht? 12. Wie ist es zu erklären, daß der Nil durch seine Überschwemmung seine Talebene befruchtet?

Kap. 36.

Magnesium. Magnesium. ^{II.} Mg. 24.

E. Das Magnesium besitzt eine Reihe vorzüglicher Eigenschaften: es ist silberweiß, von schönstem Metallglanz, ist bildsam, indem es sich hämmern, zu dünnem Blech auswalzen und in Streifen schneiden läßt, hat ein geringes spez. Gewicht (1,75) und wird von trockener Luft gar nicht, von kaltem Wasser nur wenig angegriffen. Dennoch findet es nur eine geringe Verwendung, weil es hoch im Preise steht (3mal so teuer als Silber!), eine niedrige Entzündungstemperatur hat und sich in allen stärkeren Säuren leicht löst. Beim Verbrennen entwickelt es ein außerordentlich helles Licht, das reich an chemisch wirkenden Strahlen ist, deshalb zu Momentaufnahmen im Dunkeln angewandt wird.

Vb. Verf. 1. Indem man metallisches Magnesium verbrennt, erhält man Magnesiumoxyd, MgO , ein weißes Pulver. 2. Kohlen-saures Magnesium, $MgCO_3$, wird in einer eisernen Schale längere Zeit geglüht; danach braust es beim Übergießen mit H_2SO_4 nicht mehr auf, ist also in MgO verwandelt. „Gebrannte“, d. h. geglühte Magnesia ist also MgO , Magnesiumoxyd. 3. Übergießt man $MgCO_3$ oder MgO

mit Salzsäure, so entsteht Chlormagnesium, MgCl_2 . Deshalb wird MgO bei „Sodbrennen“ angewandt, um die allzu reichlich vorhandene Magensäure (HCl) zum Teil wegzuschaffen. 4. Versetzt man MgCO_3 mit H_2SO_4 , so entsteht MgSO_4 , schwefelsaures Magnesium oder Bittersalz. Bittersalz kommt in manchen Mineralwässern (Bitterwässern) und im Meerwasser vor; letzterem verleiht es den unangenehmen, bitteren Geschmack. Es ist das am meisten gebrauchte Abführmittel. 5. Durch einen Zusatz von Sodalösung zu einer Lösung von Bittersalz erhält man gefälltes Magnesiumhydroxyd, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, indem die Kohlensäure entweicht.

Vk. Infolge seiner großen Affinität zu O und zu Säuren wird es gediegen nicht gefunden. Es kommt vor:

- a) an Kohlensäure gebunden im Magnesit (MgCO_3). Dann bildet es Rhomboeder, aber auch dichte Massen, ist durchsichtig oder durchscheinend, glasglänzend oder auch weiß; als Karbonat bildet es in Vereinigung mit Calciumkarbonat den Dolomit, mächtige Felsmassen, die in Tirol spitze, nadelförmige Höhen bilden (Dolomit zu Treppenstufen, sehr hart);
- b) an Schwefelsäure gebunden, als Bittersalz (MgSO_4), als Kieserit ($\text{MgSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$) unter den Abraumsalzen;
- c) an Kieselsäure gebunden in verschiedenen unlöslichen Verbindungen, die sämtlich von geringer Härte sind, sich fettig anfühlen und Talke genannt werden. Talke: der Speckstein oder die spanische Kreide, vom Schneider zum Vorzeichnen auf Tuch gebraucht; der Meerschäum, der besonders in Ruhla im Thüringer Walde verarbeitet wird; der Serpentin wird zu Verzierungen, Gefäßen, Tischplatten, Tintenfassern usw. verarbeitet;
- d) in organischen Körpern. Das Magnesium findet sich als fast ständiger Begleiter des Kalks in jedem Boden. Außerdem ist es ein Bestandteil des Glimmers, kommt also unter den Verwitterungsprodukten des Granits und Porphyr's im Ton- und Sandboden vor. Den Pflanzen ist es besonders zur Samenbildung unentbehrlich. In den uns zur Nahrung dienenden Körnerfrüchten wird es von uns aufgenommen und zum Aufbau der Knochen und Knorpel verwandt.

Aufg. 1. Warum ist Mg als Leuchtstoff auf Leuchttürmen nicht verwendbar? 2. Talk nennt man auch Bittererde; warum? 3. Was ist MgSO_4 ? Na_2SO_4 ? $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$? Na_2CO_3 ? K_2CO_3 ? MgCO_3 ? NaCl ? MgCl_2 ? 4. Woraus besteht der weiße Nebel, der beim Verbrennen von Mg entsteht? 5. Die Magensäure enthält HCl ; welche Neubildungen werden im Magen entstehen, wenn man MgCO_3 einnimmt?

6. Na ist eine stärkere Basis als Mg; was wird geschehen, wenn man Na auf MgCl_2 -Lösung wirft? 7. Welche Vers. zeigen, daß die Verbindung des Magnesiums mit CO_2 wenig fest ist?

Kap. 37.

Calcium. Calcium. ^{II.} Ca. 37.

E. Das Calciummetall ist messinggelb, leicht (spez. Gew. 1,8), oxydiert in trockener Luft nicht, zerfällt aber Wasser leicht und verbrennt mit blendendem Lichte zu CaO , Calciumoxyd.

Vk. Rein kommt es in der Natur nicht vor, an Säuren gebunden dagegen massenhaft. Als Calciumcarbonat, kohlens. Kalk (CaCO_3), bildet es ganze Gebirgsszüge (Jura, Kalkalpen, lothringische Hochebene, südl. und westl. Vorberge des Harzes, die engl. Kanalküste, Stubbenkammer auf Rügen usw.), fehlt es keinem Wasser, keinem Boden gänzlich, ist es im Kalkmergel sogar reichlich vorhanden, dient es zum Aufbau der Knochen aller höheren Tiere, der Panzer der Krebse, der Schalen von Schnecken und Muscheln, der rissbildenden Korallen, der Kreide bildenden Foraminiferen, der Vogeleier; auch die echte Perle ist ein Gebilde von kohlensaurem Kalk. — Das Calciumsulfat, der schwefelsaure Kalk, Gips ($\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$) bildet ganze Felsmassen und mächtige Lager. — Das Calciumphosphat, der phosphorsaure Kalk ($\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8$), kommt als Apatit kristallisiert, als Phosphorit derb in großen Massen vor. Die Knochenerde des Menschen besteht etwa zu $\frac{9}{10}$ aus $\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8$. — Das Calciumnitrat, der salpetersaure Kalk, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, bildet sich im Boden bei der Drydation des Ammoniak; es ist einer der wichtigsten Pflanzennährstoffe. — Calciumsilikat, kieselaurer Kalk, ist ein Bestandteil des gewöhnlichen Flaschen- und Fensterglases.

Aufg. 1. Vergl. Mg und Ca hinsichtlich ihres Verhaltens zu O, zu H_2O , hinsichtlich ihres spez. Gewichtes, der Art zu verbrennen, der Farbe ihrer Verbindungen! 2. Vergl. Al, Si und Ca hinsichtlich der Gebirgsmassen bildenden Verbindungen! 3. Na hat eine größere Affinität zu Schwefelsäure als Ca. Was wird geschehen, wenn man Lösungen von Na_2CO_3 und CaSO_4 miteinander mischt? 4. CaCO_3 löst sich in 800, CaSO_4 in 400 Tln. Wasser. Wenn nun im vorigen Vers. eine gesättigte Gipslösung angewandt wurde, so muß man auch etwas sehen. Was denn? 5. $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 = ?$ 6. $\text{Na}_2\text{S} + \text{CaCO}_3 = ?$ 7. Beschreibe die durch diese Formeln ausgedrückten Vorgänge! 8. Wieviel Ca ist enthalten in 500 g CaO ? in 100 g CaCO_3 ?

Kap. 38.

Kohlensaurer Kalk. CaCO_3 .

Kalk im Wasser. Versuche. 1. Wird gebrannter Kalk mit Wasser übergossen, so nimmt er es auf, schwillt an, erhitzt sich und zerfällt in ein trockenes Pulver. $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2$, d. i. Calciumhydroxyd. 2. Ca(OH)_2 bläut rotes Lackmuspapier (Basis) und macht die Finger schlüpfrig (Ätzkalk). 3. Ca(OH)_2 löst sich in geringer Menge in Wasser (Kalkwasser). 4. Setzt man dem Kalkwasser Seifenlösung zu, so entsteht feste, in Wasser unlösliche Kalkseife, indem das Fett der Seife zum Kalk geht. 5. Tröpfelt man gelöstes Eiweiß aus einem Hühnerei in Kalkwasser, so bilden sich weiße Flocken, weil das Albumin (Eiweiß) an Stelle einer Säure zum Kalk tritt (Calciumalbuminat). 6. Bläst man den Atem in Kalkwasser, so entsteht eine weiße Trübung von kohlensaurem Kalk ($\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 = \text{H}_2\text{O} + \text{CaCO}_3$). 7. Führt man mit dem Einblasen von Kohlensäure fort, so klärt sich die Flüssigkeit wieder; es entsteht doppeltkohlensaures Calcium ($\text{H}_2\text{CaC}_2\text{O}_6$). 8. In der Lösung von $\text{H}_2\text{CaC}_2\text{O}_6$ (hartem Wasser) bringt eine Seifenlösung eine Fällung von Kalkseife hervor, gelöstes Eiweiß eine Fällung von Calciumalbuminat. 9. Wird die Lösung von $\text{H}_2\text{CaC}_2\text{O}_6$ gekocht, so trübt sich die Flüssigkeit, indem wieder unlöslicher einfach kohlensaurer Kalk entsteht. 10. Wenn hartes Wasser längere Zeit an der Luft steht, scheidet sich CaCO_3 aus.

Wegen der Ätzwirkung des Calciumhydroxyds dient Kalkmilch zum Anstreichen der Wände, wenn in einem Zimmer Personen mit ansteckenden Krankheiten gelegen haben, und Kalkwasser braucht man zum Wegbeizen von Pilzbildungen in der Rachenhöhle sowie als Waschmittel in Cholera-gefahr. Im Erdboden entsteht doppeltkohlensaurer Kalk, indem die beim Verwesungsprozeß entstandene Kohlensäure zum einfach kohlensauren Kalk geht. — Daher haben unsere Brunnen hartes Wasser, das sich wegen der Bildung von Kalkseife für die Wäsche nicht eignet. Eiweißreiche Speisen, z. B. Hülsenfrüchte, verlieren in hartem Wasser Eiweiß an den Kalk. Beim Kochen scheidet sich aus dem harten Wasser Kesselstein aus, in schnellfließenden Gewässern der als dichter und fester Baustein geschätzte Kalktuff, in Höhlen der Tropfstein; indem der sich ausscheidende Kalk Rohrhalme und andere Körper überzieht, entstehen die Inkrustationen.

Durch fortwährende Abgabe von Kalk und Gips an kohlensäurehaltiges Wasser werden Kalkgebirge mit der Zeit ganz ausgehöhlt. Es entstehen dann unterirdische Wasserläufe, und da, wo die Decke einer

Höhle dünn ist, bricht sie wohl ein („Erdfälle“), wobei lokale Erdbeben entstehen. Das Flußwasser scheidet den Kalk teilweise als Kalktuff ab, zum Teil dient der Kalk Krebsen, Schnecken und Muscheln zum Aufbau ihrer Kalkpanzer und Schalen. Aus dem Kalk des Meeres bilden Korallen ihre „Stöcke“, die sie mancherorts zu hohen und breiten Riffen von vielen Meilen Länge vereinigen (Atolle, Barriereriff). Aus den Kalkschalen abgestorbener Foraminiferen entsteht der Tieffeeschlamm. Fast alle unsere Kalkgebirge wurden einst vom Meere gebildet („Muschelkalk“).

Kalk als Pflanzennahrung. Alle Pflanzen haben zu ihrer Ernährung Kalk nötig, besonders die Obstbäume. Deshalb verlangen

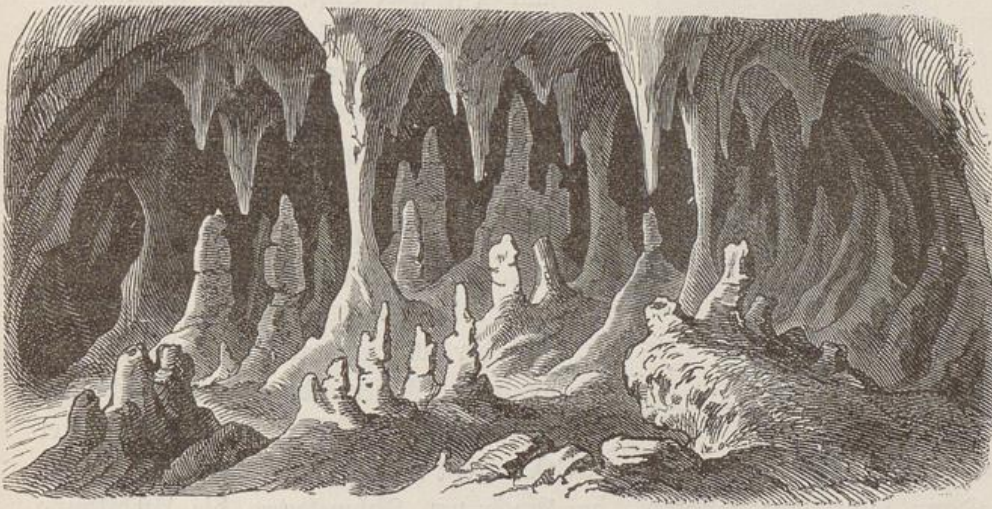


Fig. 32.

Abelsberger Grotte.

letztere eine sich etwa alle drei Jahre wiederholende Düngung mit Kalk. Wird den Pflanzen der Kalk vorenthalten, so entstehen auf den Blättern braune Flecke, als seien die Blätter von einer Säure verbrannt. Der Kalk dient dazu, die im Körper der Pflanzen entstandene giftige Oxalsäure zu neutralisieren. Der oxalsäure Kalk wird in den Blättern abgelagert, bis eine allzu reichliche Anhäufung dieses Stoffes dazu nötigt, die Blätter abzuwerfen. Im Gips erhalten die Pflanzen außer Calcium auch Schwefel, im phosphorsauren Kalle Phosphor.

Baustein. Wo der kohlensaurer Kalk als dichter Kalkstein vorkommt, braucht man ihn als Bau- und Pflasterstein. Bei starker Erhitzung und gleichzeitig wirkendem starken Druck, also da, wo Tiefengesteine Lager von kohlensaurem Kalk durchbrochen haben, ist der kohlensaurer

Kalk in Marmor übergegangen (besonders schön bei Carrara in Italien), der zu Prachtbauten und zu Bildhauerarbeiten benutzt wird.

Mörtel. a) Luftmörtel. Am wichtigsten ist die Benutzung des kohlensauren Kalkes als Mörtel. Durch anhaltende mäßige Erhitzung im Kalkofen (Fig. 33) wird die Kohlensäure ausgetrieben. $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$. So erhält man den gebrannten Kalk, das Calciumoxyd, CaO . Durch Aufnahme von H_2O geht dieser in Calcium-

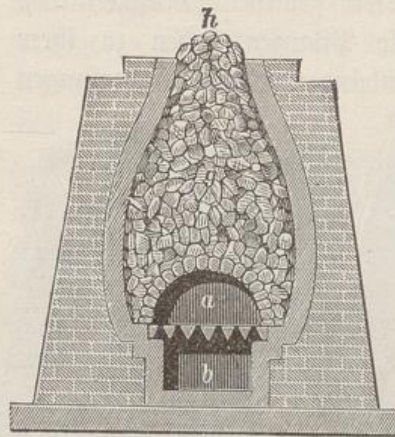


Fig. 33.

Kalkofen.

a Heizraum, b Aschenfall, h Kalkfüllung.

hydroxyd, Ca(OH)_2 , über. ($\text{H}_2\text{O} + \text{CaO} = \text{Ca(OH)}_2$). Dieser Vorgang heißt das Kalklöschchen. Er vollzieht sich langsam in feuchter Luft, schnell in den Kalklöschgruben der Maurer; weil dabei das Wasser in die feste Form übergeht, wird sehr viel Wärme frei. Mit mehr Wasser mechanisch verbunden, eingesumpft, gelangt der gelöschte Kalk vorläufig in tiefe Gruben. Um ihn zu verwenden, mischt man ihn mit vielem Sand. Nun heißt er Mörtel. In dem fertigen Mauerwerk gibt der Mörtel erst das mechanisch gebundene Wasser ab, danach auch das Hydratwasser. Für letzteres tauscht er

CO_2 ein. So entsteht wieder CaCO_3 . Jetzt erst ist die Mauer ganz trocken. Dann folgt ganz langsam, im Laufe von Jahrzehnten, die Umbildung des kohlensauren Kalkes in kiesel sauren Kalk (CaSiO_3). In sehr altem Mauerwerk läßt sich kaum ein Sandkörnchen mehr auffinden; auch ist der Kalk mit dem an Kieselsäure reichen Stein zu einer festen Masse verbunden. — War aber die Hitze im Kalkofen zu groß, so bildete sich aus dem Kiesel und Kalk des Kalksteins sofort CaSiO_3 ; der Kalk ist totgebrannt, wertlos.

b) Wassermörtel. Wird Kalk zugleich mit Ton und Sand (und wenig Fe und NaCl) längere Zeit mäßig stark geglüht, so wird die Kieselsäure aufgeschlossen, d. i. geneigt, beim Zutritt von Wasser mit CaO sofort kiesel sauren Kalk zu bilden. Solchen Mörtel nennt man Wassermörtel oder Zement. In verschiedenen vulkanischen Gegenden hat die Glut des Erdinnern natürlichen Zement gebildet, so den Traß im Rette- und Brohltale bei Andernach und die Puzzolanerde bei Puzzuoli in der Nähe Neapels. Verwendung findet der Zement bei Wasserbauten, zur Anfertigung von Brunnenringen, Fliesen, Treppenstufen usw.

Aufg. 1. Was ist CaO ? CaCO_3 ? $\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8$? $\text{Ca}(\text{OH})_2$? $\text{CaH}_4\text{P}_2\text{O}_8$? 2. Warum sind Korallenbauten nur im Meerwasser möglich? 3. Warum gedeihen Korallen am besten in stark bewegtem Wasser? 4. Die Umbildung von $\text{Ca}(\text{OH})_2$ erfordert in mäßig starken Mauern 1 Jahr; warum ist es unzweckmäßig, die Wände vorher zu tapezieren? 5. Warum sind Wohnungen in ganz neuen Gebäuden kalt? 6. Der Zahnschmelz besteht aus Kristallen von CaCO_3 . Welche Wirkung werden Säuren auf den Zahnschmelz ausüben? 7. Warum ist es möglich, sauren Boden mittels CaO zu entsäuern? 8. Wie wird ein sich stetig erneuernder Reichtum an Humusäuren den Kalkreichtum des Bodens verändern? 9. Kreide besteht aus Schalen mikroskopisch kleiner Meerestiere. Erkl. daraus die Verwendbarkeit der Kreide zum Schreiben! 10. Wie müssen Muschelschalen bearbeitet werden, damit man aus ihnen Mörtel erhält? 11. Kalkreiche Böden wittern in der Dürre weiß aus. Erkl.!

Kap. 39.

Schwefelsaurer Kalk. $\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$.

Der Gips kommt in verschiedener Form vor: dicht, körnig (Alabaster), faserig (Fasergips), aber auch kristallisiert, als Gipsapat oder Marienglas, Fraueneis. Der Alabaster dient zu allerhand Schmuckgegenständen, das Marienglas zum Schleifen des Silbers. Wichtiger sind der faserige und der dichte Gips. Man „brennt“ sie in besonderen Gipsöfen bei 110° und treibt dadurch das Hydratwasser aus. Dann wird der Gips zermahlen. Mit Wasser verrührt bildet das Gipsmehl eine plastische, schnell erhärtende Masse, die man zu Abgüssen von Statuen, Modellen, Wachsmasken und zu Stuckarbeiten formt. Steigt die Hitze im Gipsofen über 160° , so wird der Gips „totgebrannt“, d. h. er nimmt kein Hydratwasser mehr auf. Gipsanhydrid, d. h. wasserfreier Gips, kommt natürlich vor in dünnen Schichten in Rochsalzlagern.

Gips ist leichter löslich als CaCO_3 , bildet daher einen nie fehlenden Bestandteil des harten Wassers, des Kesselsteins, Tropfsteins usw., kommt in allen Flüssen und im Meerwasser vor. Gipsberge zeigen die Höhlenbildung noch stärker als der kohlens. Kalk (Barbarossa-Höhle am Kyffhäuser).

Aufg. 1. Der Schwefel des Schwefeleisens und des Schwefelkupfers oxydiert an der Luft langsam zu H_2SO_4 . Erkläre daraus das Vorkommen von Gips an Stellen, wo diese Erze an Kalk stoßen. 2. Wie läßt sich mit Hilfe von HCl nachweisen, daß Kalktuff Gips enthält? 3. Beim

Anrühren des Gipsmehls mit Wasser tritt eine Erwärmung ein. Erkl.!
 4. CaCO_3 zeigt basische Eigenschaften; welche? Gips nicht. Erkl.!
 5. Schreibpapier hat eine dünne Kalkschicht. Wie läßt sich feststellen, ob dieselbe CaCO_3 oder Gips ist? 6. Vergl.: MgCO_3 und CaCO_3 ! MgSO_4 und CaSO_4 ! 7. Kalkgebirge sind quellenarm, die vorhandenen Quellen jedoch wasserreich. Beisp.! Erkl.! 8. Die Bäume werfen die Blätter hauptsächlich deshalb ab, weil dieselben mit oxalsaurem Kalk überladen sind. Wie verändern sie dadurch den Kalkgehalt ihres Standortes? 9. 50 g Gips wird gebrannt; Gewichtsverlust?

Kap. 40.

II. u. IV.

Zinn. Stannum. Sn. 118,5.

E. Das Zinn ist silberweiß und glänzend, ein wenig härter als Blei, läßt sich auf der Drehscheibe bearbeiten, schmilzt schon bei 230° und füllt beim Erstarren die Form gut aus, war deshalb früher als Tafelgeschirr in Bürger- und Bauernhäusern ganz allgemein, mußte aber, weil es zu leicht verbiegt und zu teuer ist, dem Steingut, Glas und emaillierten Eisenblech weichen. Bei gewöhnlicher Luftwärme oxydiert es nicht, ist auch schwachen Säuren gegenüber beständiger als Eisen, Kupfer und Messing, wird deshalb als schützender Überzug für Eisen benutzt (Verzinnen). Es läßt sich zu dünnem Blech auswalzen (Stanniol), das als Spiegelbelag, zum Verpacken von Seife, Käse, zu Leidener Flaschen usw. gebraucht wird. Beim Biegen eines Zinnstabes vernimmt man das sog. Zinn-
 geschrei; es entsteht dadurch, daß die kristallinisch gelagerten Teilchen sich aneinander reiben. Sichtbar wird diese Anordnung der Zinn-
 teilchen, wenn man Weißblech bis zum Schmelzen des Zinns erhitzt, mit Wasser abschreckt und abwechselnd mit Königswasser und Natronlauge abreibt.

Legierungen. Mit Cu legiert, als Bronze, gibt das Sn Kanonen- und Glockenmetall. Unsere Kupfermünzen enthalten 4% Sn und 1% Zn. Am häufigsten wird das Zinn mit Blei legiert. Weil beide Metalle mit Säuren giftige Verbindungen eingehen, ist der Gebrauch von Zinn-
 geschirr zur Aufbewahrung von Speisen und Getränken zu verwerfen. Eine Mischung von 2 T. Sn und 1 T. Pb schmilzt schon bei 171° , dient deshalb als Schnelllot; 1 T. Sn und 2 T. Pb liefern das zum Löten von Dachrinnen gebräuchliche Streichlot.

Vb. Schmelzendes Zinn bedeckt sich mit einer in der Hitze gelblichen, beim Abkühlen weiß werdenden Schicht von Zinnasche, Zinn-

oxyd, SnO_2 . Die Zinnasche ist unschmelzbar, löst sich auch in einem Glasflusse nicht auf, dient deshalb zur Bereitung einer undurchsichtigen Glasur für Tonwaren (Ofenschalen, Teller usw.). — SnCl_2 , Zinnchlorür, „Zinnsalz“, erhält man, wenn man Stanniol abwechselnd der Einwirkung von Luft und HCl aussetzt. In Chlornasser geht das SnCl_2 in Zinnchlorid SnCl_4 über. Beide Haloide des Zinns finden in der Zeugfärberei Anwendung. Versetzt man nämlich eine Abkochung von Rothholz mit einer Lösung dieser Haloide, so tritt die Farbe lebhafter hervor.

Vk. Das Zinn kommt selten gediegen vor (Mexiko!), fast nur in Verbindung mit O als Zinnstein. An seiner ursprünglichen Lagerstätte, als Bergzinn, bildet der Zinnstein Ader in älteren Gesteinen (Altenburg in Sachsen). Nach Zertrümmerung des zinnhaltigen Gebirges bildet der Zinnstein Lager, „Zinnbänke“, wie auf Banka, Sumatra, Malakka. In Europa war Cornwallis schon im Altertum als reiche Zinnquelle bekannt. Die Phönizier nannten England die Zinninsel.

Gw. Das „Bergzinn“ muß erst in Pochmühlen zerkleinert und dann wie das „Seifenzinn“ der Zinnbänke durch Schlämmen von dem umgebenden Gestein gereinigt werden. Den Sauerstoff entzieht man dem Sn durch Reduktion mittels Kohle.

Aufg. 1. Wie verhält sich Stanniol in reinem Cl? 2. Warum gibt es keinen Zinn Draht? 3. Wie läßt es sich erklären, daß eine Legierung leichter schmilzt als reines Metall? 4. Beim Verzinnen bedeckt man das geschmolzene Sn mit Talg; warum? 5. Beim Verzinnen des Eisens bildet sich erst eine dünne Schicht von Eisenzinn. Was folgt hieraus für das Verhältnis von Adhäsion zwischen Fe- und Sn-Molekülen einerseits und der Kohäsion der Zinnteilchen andererseits? 6. Ein Zusatz von Pb verhindert das Sprödewerden des Zinns. Erkl.! 7. Welche Eigenschaft des Zinns macht dasselbe zu Gefäßen wenig verwendbar? 8. Warum ist Zinn trotz seines schönen Metallglanzes zu Münzen nicht brauchbar?

Kap. 41.

Zinf. ^{II.} Zincum. Zn. 65.

E. und A. Das Zink ist bläulichweiß und stark glänzend, überzieht sich aber an der Luft bald mit einer Schicht von ZnO , das allmählich in ZnCO_3 übergeht und das Metall vor weiteren Angriffen der Luft schützt. Es ist also wetterfest, und weil es ziemlich hart ist, eignet es sich als Überzug für Eisenteile (Telegraphendrähte, Bolzen für den Schiffsbau), in Bleche ausgewalzt zu Dachrinnen, Wand- und Dach-

bekleidungen, zu Eimern, Badewannen usw. Es schmilzt schon bei 412° , zieht sich beim Erstarren regelmäßig zusammen und füllt die Form gut aus, findet deshalb als Zinkguß mannigfache Verwendung, wegen seines geringen spez. Gewichtes (7) besonders zu Friesverzierungen an Gebäuden. Alle Zinksalze sind giftig; darum können Zinkbleche auch als Beschlag für Seeschiffe dienen, während Zinkgefäße zur Aufbewahrung von Speisen und Getränken nicht geeignet sind. Bei 500° verbrennt das Zn mit hellleuchtender Flamme zu ZnO , Zinkweiß (Anstrichfarbe). Zn verdünnten Säuren löst es sich schneller als irgend ein anderes Metall; darum ist es unentbehrlich in galvanischen Elementen.

Leg. Mit Kupfer legiert es sich zu Messing.

Vb. Zn zerlegt verdünnte Säuren unter Wasserstoffentwicklung.
 $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{H} + \text{ZnSO}_4$, Zinkvitriol. Wird einer Lösung von ZnSO_4 Sodaaufguss zugesetzt, so geht die schwächere Kohlensäure zum Zink.
 $\text{ZnSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{ZnCO}_3$, Zinkkarbonat. Die Kohlensäure läßt sich aus ZnCO_3 durch H_2SO_4 leicht austreiben. Hat man aber das kohlen-saure Zink geglüht, so erfolgt nach Zusatz von H_2SO_4 kein Aufbrausen, weil das Zinkkarbonat in der Hitze in $\text{ZnO} + \text{CO}_2$ zerlegt wird.

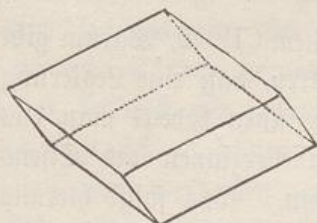


Fig. 34. Rhomboeder.

Vk. Zn kommt gediegen nicht vor, wohl aber als ZnSO_4 („weißer Galizenstein“), als ZnCO_3 („edler Galmei“) (Fig. 34) sowie als Zinkblende ZnS . Deutschland hat die reichsten Zinklagerstätten, nämlich bei Aachen und Tarnowitz.

Gw. Die Zinkerze werden durch Rösten in Zinkoryd umgewandelt, und dieses wird durch Glühen mit Kohle reduziert.

Geschichtliches. Die alten Römer kannten das Zink nicht, doch gewannen sie durch Zusammenschmelzen von edlem Galmei mit Kupfer Messing (zu Münzen). Die Alchemisten des Mittelalters fanden metallisches Zn in den Effen der zur Messingbereitung dienenden Öfen in der Form von Zacken oder Zinken; daher der Name. Von jetzt an bediente man sich des reinen Zinks zur Messingfabrikation. Galvanis Entdeckung (1786) richtete die Aufmerksamkeit von neuem auf das Zink. 1805 entdeckten engl. Gelehrte, daß das Zink, das bei gewöhnlicher Temperatur und von 200° an spröde ist, bei etwa 150° sehr dehnbar wird und sich schmieden läßt. Allgemeiner in Gebrauch gekommen ist das Zink jedoch erst seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts.

Aufg. 1. Vergl. Zn mit Mg hinsichtlich des Verhaltens beim Verbrennen! 2. Desgl. ZnCO_3 mit CaCO_3 in der Hitze! 3. Wie zeigt

sich bei der Wasserstoffentwicklung mittels Zn, daß zur Reduktion dieses Metalls Kohle gedient hat? 4. Wie offenbart sich der Gehalt des Zn an As? 5. Wie ist es zu erklären, daß die alten Römer meinen konnten, der Galmei gehe unzerseht zum Kupfer? 6. Welche Verbindungen entstehen beim Rösten der Zinkblende? 7. Wie unterscheiden sich die Blenden von den Glanzen? von den Kiesen? 8. $\text{ZnCl}_2 + \text{K}_2\text{CO}_3 = ?$ 9. Die Brennscheiben der Petroleumlampen bestehen aus Messing. Beim Gebrauch der Lampen werden sie weiß. Erkl.! 10. Badewannen aus Zink nehmen nach und nach eine weiße Farbe an. Erkl.! 11. Die Zinksalze gehen mit dem Eiweiß des Verdauungskanal Verbindungen ein. Welches Gegengift ist zu verabfolgen? 12. Was ist: MgSO_4 ? CuSO_4 ? Na_2SO_4 ? MgCO_3 ? NaCl ? KBr ? Ca(OH)_2 ? $\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8$? 13. Um Eisenbahnschwellen gegen Fäulnis zu schützen, werden sie mit Zinkchlorid durchtränkt. a) Schließe daraus auf das Verhalten des Zinkchlorids zu Organismen! b) Desgl. auf die Verwendbarkeit von alten Eisenbahnschwellen zum Heizen von Backöfen?

Kap. 42.

II.
Blei. Plumbum. Pb. 206,4.

E. Das Blei läßt sich mit einem scharfen Messer schneiden, zeigt auf der Schnittfläche eine bläulichgraue Farbe und starken Metallglanz, überzieht sich aber bei gewöhnlicher Luftwärme langsam, beim Erhitzen schnell mit einer grauen Oxidschicht. Sein spez. Gewicht ist 11,4; der Schmelzpunkt liegt bei 327° . Es ist so weich, daß es sich zu Röhren (für Wasser- und Gasleitungen) pressen, zu Blättern (Dachplatten) auswalzen läßt, aber doch so zähe, daß es zu Draht ausgezogen werden kann.

Leg. Mit Antimon legiert braucht man es als Letternmetall. Stanniol, Schnellot, Streichlot siehe: Zinn! In Schrotgießereien setzt man dem Blei 1% Arsen zu, damit die Bleitropfen rascher Kugelform annehmen.

Verhalten zu Wasser. Blank geschabtes Blei verliert in destilliertem Wasser seinen Glanz, indem es oberflächlich oxydiert; werden dem Wasser einige Tropfen H_2SO_4 zugefügt, so entsteht eine weiße Trübung von unlöslichem Bleisulfat. In hartem Wasser dagegen verändert es sich nicht, und bei Zusatz von H_2SO_4 entsteht keine Reaktion. Weiches Wasser löst Blei, hartes nicht. Bleiröhren sind demnach für weiches Wasser nur dann brauchbar, wenn sie gut verzinkt sind.

Oxyd. Geschmolzenes Blei bedeckt sich mit einer Haut von grauer Bleiasche (Bleioxyd, PbO). Stärker erhitzt nimmt das Bleioxyd eine gelbliche Farbe an, Bleiglätte. Diese findet vielfache Anwendung: zum Glasieren der Tonwaren, zur Fabrikation des Bleiglasses; mit Leinöl gekocht gibt sie den schnell trocknenden Firnis des Tischlers; mit Baumöl bildet sie eine unlösliche Bleiseife (Bleipflaster). Wird Bleiglätte (4 Teile) mit KClO_3 (1 T.) in einer eisernen Schale erhitzt, so glüht die Masse auf, wobei das Bleioxyd (PbO) zu Mennige (Pb_3O_4) oxydiert. Mennige ist eine viel gebrauchte rote Anstrichfarbe. Aus der Mennige erhält man bei Zusatz von Salpetersäure das Bleiüberoxyd, PbO_2 . Dieses dient in den Kuppen der Reibhölzchen als Oxydationskörper.

Bleisalze. Bleizucker. Mit Essigsäure verbindet sich das Blei leicht zu essigsaurem Blei, das wegen seines Aussehens und Geschmacks auch Bleizucker genannt wird. Der Bleizucker riecht nach Essig; es wird die Essigsäure nämlich nach und nach durch atmosphärische Kohlensäure verdrängt; dabei entsteht weißes, unlösliches Bleikarbonat, das unter dem Namen Bleiweiß eine hochgeschätzte Anstrichfarbe ist. In größerer Menge erhält man rasch Bleiweiß, wenn man eine Lösung von Pottasche (K_2CO_3) oder Soda (Na_2CO_3) mit Bleizuckerlösung mischt. Bei der Bleiweißfabrikation verfährt man in verschiedener Weise. Entweder leitet man CO_2 in Bleizuckerlösung (franz. Verfahren), oder es wird eine Bleispirale auf den oberen durchlöcherten Boden eines Steintopfes gesetzt, der im Innern Essig enthält. Sehr viele solcher Töpfe reiht man neben- und übereinander und bedeckt das Ganze mit Pferdedung. Der verdunstete Essig bildet mit Blei Bleizucker, der aber durch die bei der Verwesung des Dungs entstehende Kohlensäure in Bleikarbonat und freie Essigsäure umgewandelt wird. (Holländisches Verfahren.)

Chromgelb. Wird Bleizuckerlösung mit einer Lösung von doppeltchromsaurem Kalium versetzt, so erhält man einen prachtvollen Niederschlag von gelbem chromsaurem Blei, Chromgelb. Das chromsaure Blei dient als Anstrichfarbe. Werden Zeuge erst in eine Lösung von Bleizucker und danach in chromsaures Kalium gebracht, so färben sie sich gelb. Das chromsaure Blei verwandelt sich in Chromorange und weiter in Chromrot, wenn man es mit Alkali erwärmt; das Kali entzieht nämlich dem Chromgelb einen Teil der Chromsäure.

Schwefelblei. Zum Schwefel hat das Blei eine so große Affinität, daß H_2S in Bleizucker eine Fällung von schwarzem Schwefelblei und in Bleiweiß ein Freiwerden der Kohlensäure bewirkt.

Vk. Das Blei kommt vorzugsweise als Bleiglanz vor.

Bleivergiftungen. Alle Bleiverbindungen sind giftig und bewirken allmählich Bleikolik. Viele Handwerker sind beständig vom Blei bedroht. Gemüse- und Fleischkonserven in Gefäßen, die mittels Blei verlötet sind, lösen von letzterem kleine Mengen auf. Irdenes Geschirr mit Bleiglasur gibt an saure Speisen und Flüssigkeiten Blei ab. Stanniol, das zur Verpackung von Käse, Bichorien, Tee usw. dient, ist oft bleihaltig. Schwarze Seidenstoffe sind nicht selten mit Bleizucker beschwert; Nähseide hat oft einen süßlichen Geschmack von Bleizucker. Viele Haarfärbemittel, Schminken und Puder sind bleihaltig. Anstriche von Bleiweiß im Innern des Hauses sind nicht zu empfehlen, weil sie dunkel werden (Schwefelblei) und staubförmiges Bleiweiß an die Zimmerluft abgeben.

Aufg. 1. Schrift mit Bleizuckerlösung wird in H_2S dunkel; Erkl.! 2. Welche Handwerker sind in Gefahr von Vergiftung durch Blei? 3. Wie kann man mittels Bleizucker feststellen, ob Wasser hart oder weich ist? 4. Wie muß man einen irdenen Topf auf das Vorhandensein von löslichem Blei untersuchen? 5. Wie läßt sich feststellen, ob Nähseide Bleizucker enthält? 6. Wenn man einen Streifen Zink in Bleizuckerlösung hängt, so bedeckt er sich mit Blättchen aus Blei (Bleibaum!). Erkl.! 7. Warum eignet sich reines Blei nicht als Letternmetall? 8. Gib von folgenden Verbindungen Namen, Farbe, Verhalten und Anwendung an! PbO , Pb_3O_4 , $PbCO_3$, PbO_2 . 9. Welche der beiden Säuren: Essigsäure und CO_2 ist Ca gegenüber die stärkere? welche Pb gegenüber? 10. Im Deckel der Reinigungskästen für Leuchtgas ist ein Hahn. Um den Grad der Reinheit des Leuchtgases zu prüfen, läßt man einen Gasstrom gegen ein mit Bleizucker benetztes Papier gehen. Erkl.! 11. Vergl. die Affinität von Pb und K zu Chromsäure! zu CO_2 ! 12. Schließe aus der Anwendung von Bleikammern bei der Schwefelsäurefabrikation auf die Löslichkeit des schwefels. Bleis! 13. Die löslichen Bleisalze wirken besonders dadurch giftig, daß sie das Eiweiß der Magen- und Darmschleimhaut an sich reißen. a) Warum ist flüss. Eiweiß aus Hühnereiern ein geeignetes Gegengift? b) Warum Glaubersalz?

Kap. 43.

II.
Kupfer. Cuprum. Cu. 63.

Die alten Griechen und Römer bezogen das Kupfer aus Cypern, nannten es deshalb aes Cyprium (Erz aus Cypern); daraus entstand „Cuprum“ und unser „Kupfer“.

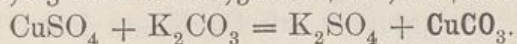
E. u. A. Das Kupfer ist nicht zu hart, um nicht den stählernen Grabstichel des Kupferstechers eindringen zu lassen, aber doch hart genug, um als Druckplatte für Kupferstiche und Landkartenruck die Anfertigung einer großen Zahl von Abzügen zuzulassen. Weil es nicht spröde ist, verträgt es den Stoß des Prägestempels, und wegen seiner Härte werden die Kupfermünzen im Verkehr nicht bald abgegriffen. Es läßt sich zu feinstem Draht ausziehen, und weil es nächst dem Silber der beste Leiter für Elektrizität ist, braucht man es in Menge zu elektrischen Leitungen, beim Bau von Induktionsapparaten und in galvanischen Elementen. An der Luft überzieht es sich mit einer dünnen Schicht von schwarzem Kupferoxyd, über dem Feuer mit einer dickeren Schicht, und wo es zugleich dem Regen ausgesetzt ist, mit einer grünlichen Patina. Alle diese Überzüge verhindern aber, daß der Sauerstoff tiefer eindringt. Das K. ist also sehr dauerhaft; deshalb findet es, in Platten ausgewalzt, Anwendung zum Decken von Türmen und Domen und getrieben zu Kesseln und Destillierblasen. Im Wasser bedeckt es sich mit einem Überzuge von giftigen Kupfersalzen; darum dient es zur Bekupferung der Seeschiffe, um zu verhindern, daß sich an dieselben Entenmuscheln, Bohrmuscheln u. a. Weichtiere ansetzen. Gießen läßt sich das Kupfer jedoch nicht, denn es zieht sich beim Erstarren unregelmäßig zusammen und füllt die Form nur unvollkommen aus.

Leg. Die Edelmetalle erhalten durch eine Legierung mit Cu größere Härte. Mit unedlen Metallen legiert, nimmt das K. selbst neue vorzügliche Eigenschaften an. Die Legierungen mit Sn, Bronzen, kommen dem Stahl an Härte und Elastizität nahe; darauf beruht ihre Verwendung als Kanonenmetall (90% Cu und 10% Sn) als Glockenmetall (78% Cu und 22% Sn) und ihr Gebrauch im Altertum, als man das Eisen noch nicht aus seinen Erzen auszubringen verstand, zu Streitärten, Schwertern, Spangen und Fibeln (Bronzezeit). Die Legierung mit Zn, Messing (70% Cu und 30% Zn), läßt sich zu Blechen auswalzen, treiben, ist härter und ansehnlicher als Cu und hält sich an der Luft besser als dieses, findet deshalb ähnliche Verwendung wie das reine Cu.

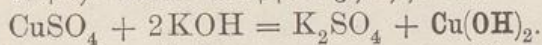
Vb. a) mit O. In der Hitze bedeckt sich das Cu mit schwarzem, zerreiblichem Kupferoxyd, CuO , und einer darunterliegenden Schicht von ziegelrotem Kupferoxydul, Cu_2O . In der Mitte der Weingeistflamme findet eine Reduktion der Dryde statt.

b) mit Cl. Salzsäure löst CuO schnell auf, greift dagegen metallisches Cu nur sehr wenig an, wird deshalb in starker Verdünnung zum Blankpuzen von Kupfergeschirr gebraucht.

c) mit Säuren. H_2SO_4 löst Cu nur bei Zusatz von HNO_3 auf. Beim Eindampfen der Lösung erhält man blaue Kristalle von Kupfervitriol CuSO_4 . Der Kupfervitriol dient als fäulniswidriges Mittel zum Durchtränken von Eisenbahnschwellen und Telegraphenpfählen, als „Beize“ für Saatkorn, als Mittel gegen Kartoffelfäule, als Oxydationskörper im Daniellschen Element. — Wird CuSO_4 gelöst und mit einer Lösung von K_2CO_3 (Pottasche) oder Na_2CO_3 (Soda) versetzt, so entsteht ein Niederschlag von bläulichgrünem, kohlensaurem Kupfer.



Setzt man der Kupfervitriollösung Kali (KOH) oder Natron (NaOH) zu, so entsteht blaues Kupferoxydhydrat.



Die fälschlicherweise „Grünspan“ genannten blaugrünen Flecke auf kupfernen Pumpenstiefeln bestehen aus einer Mischung von CuCO_3 und Cu(OH)_2 . Auch die Patina hat diese Zusammensetzung, desgl. der Malachit, ein wertvolles Kupfererz. Der echte Grünspan dagegen, eine schöne Anstrichfarbe, ist essigsaures Kupfer. Dem Grünspan ähnliche Verbindungen entstehen allenthalben, wo Pflanzensäuren auf Cu einwirken. Auch mit Fetten geht das Cu Verbindungen ein, die grün aussehen. Alle Kupferverbindungen sind giftig, am meisten das arsenigsaure Cu (Scheelsches Grün) und das arsenig-essigsaure Cu („Schweinfurter Grün“).

Vk. Die Affinität des Kupfers zu Sauerstoff und Säuren ist nicht so groß wie die der anderen unedlen Metalle. Deswegen kommt es auch gediegen vor, am Oberen See und in Ostibirien zuweilen in riesigen Platten, reichlicher aber noch in Chile, wo einige Sandschichten 60% Kupfer in Gestalt von Körnern enthalten. Das Kupferoxyd geht viel zu leicht Verbindungen mit Säuren ein, als daß es hätte unverändert bleiben können; es hat sich allmählich in Malachit umgewandelt. Das beständigere Cu_2O dagegen kommt als Rotkupfererz vor. Wie alle anderen Metalle verbindet sich das Kupfer gern mit Schwefel, und reines Schwefelkupfer (Kupferglanz), sowie ein Fe, Cu und S enthaltendes Erz, Kupferkies, sind sehr häufig. Wo der Schwefel des Schwefelkupfers an der Luft oxydierte, entstand Kupfervitriol ($\text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$), (Fig. 35), der bei Goslar im Harze, zu Falun in Schweden und sonst vielerorts vorkommt.

Versf. 1. 2 Probiergläser halb mit CuSO_4 -Lösung; a) erhält einen Zusatz von gelöster Soda, b) mit gelöstem Natron. Es entsteht in a) CuCO_3 in b) Cu(OH)_2 . 2. Erhitzt man diese Gläser, so entsteht in



beiden schwarzes Kupferoxyd CuO . — Das Kupferoxyd kann durch glühende Kohle reduziert werden. Die Bearbeitung des Malachits beginnt also mit dem Rösten des zerpochten Gesteins. Das gewonnene CuO sowie das Rotkupfererz werden dann mittels Kohle reduziert. Den Kupfer-
vitriol löst man auf und bringt in die Lösung altes, wertloses Eisen. Dieses reißt die Säure an sich, so daß Cu frei wird.

Kupfervergiftungen. Verschluckte Kupfermünzen lösen sich allmählich in dem sauren Magensaft auf und bewirken eine chronische Kupfervergiftung. Vergiftungen mit Cu können ferner zustande kommen
a) durch fette oder saure Speisen und Getränke, die in kupfernen Gefäßen zubereitet oder aufbewahrt worden sind; b) durch Trinkwasser, das

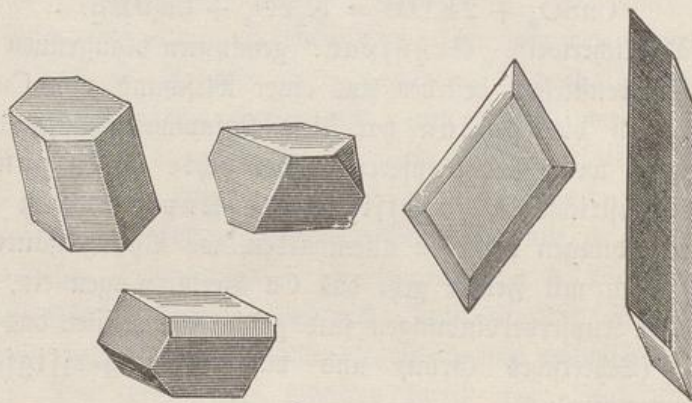


Fig. 35. Kupfervitriol-Kristalle.

aus kupfernen Röhren oder Pumpenstiefeln halbkohlens. W. mit fortgerissen hat; c) durch Tapeten, Bucheinbände, Kleiderstoffe usw., die mit Scheelschem oder Schweinfurter Grün gefärbt sind; d) durch Verfälschung von billigen Kakaoarten mit Kupferoxyd; e) durch Tee, der mittels Cu grün gefärbt ist, usw.

Aufg. 1. Vergl. Cu hinsichtlich seines Verhaltens a) an der Luft, b) in der Flamme mit Sn , Zn und Pb ! 2. Telephondrähte bestehen aus verkupferten Stahl. Vorzüge? 3. In einer Lösung von CuSO_4 legt man eiserne Nägel. Erfolg? 4. Vergl. CuCO_3 mit CaCO_3 hinsichtlich des Verhaltens in der Hitze! 5. Desgl. Cu(OH)_2 mit Ca(OH)_2 hinsichtlich des Verhaltens zu Wasser! 6. Ein Pfennig, der rings von glühenden Kohlen umgeben ist, oxydiert nicht. Erkl.! 7. Cu wird mittels Salzsäure blank gepulzt; drücke den Vorgang durch eine Formel aus! 8. Warum darf man beim Gießguss zum Schmelzen der Metalle keine Steinkohlen verwenden? 9. Warum ist Koks hierzu nicht brauchbar? 10. Der Schmelzpt. des Cu ist bei 1100° , der des Zinns bei 400° . Warum

wäre es unzweckmäßig, beide Metalle gleichzeitig in den Schmelzöfen zu bringen? 11. $\frac{1}{10}$ des Metallgemisches verbrennt trotzdem; aus welchen Verbindungen besteht das „Gefräße“ (der „Schlamm“)? 12. Spez. Gew. des Cu = 8,9, das des Zn = 7,3. Welche Lage werden die geschmolzenen Metalle dementsprechend im Ofen einnehmen? 13. Wenn die Metallmischung beim Einfüllen in die Form allzu heiß ist, mißlingt der Guß. Warum? 14. Das Symbol für Kupfervitriol ist $\text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$; was wird sich bei Erhitzung dieses Salzes zuerst zeigen? 15. Welche Farbenveränderung wird man bei fortgesetztem Glühen wahrnehmen? Warum? 16. Welches Kupfersalz wird im Magen entstehen, wenn eine Kupfermünze verschluckt ist? 17. Wieviel Cu ist enthalten in 506 g Kupfervitriol? in $37\frac{2}{3}$ g CuCO_3 ? in 20 g Cu(OH)_2 ? 18. Verdampfendes und verbrennendes Cu färbt die Spiritusflamme grünlich. Wie müßte man demnach verfahren, um Tee auf Verfälschung mit Cu zu prüfen?

Kap. 44.

III.

Eisen. Ferrum. Fe. 56.

E. Das Eisen zeichnet sich vor den anderen Metallen dadurch aus, daß es sämtliche wertvollen Eigenschaften derselben in sich vereinigt. Es ist hart wie Bronze, biegsam wie Blei, elastisch wie Kupfer, zähe, hämmerbar wie Gold und Silber, läßt sich treiben, zu Draht ausziehen, gießen, schweißen, zu Blechen auswalzen und kommt allenthalben auf der Erde vor; dazu ist es stark magnetisch.

Bedeutung. Wegen so mancher vorzüglichen Eigenschaften ist es der vielfachsten Verwendung fähig. Es gibt keinen Beruf, der ohne Hilfsmittel aus Eisen fertig werden könnte. Darum sind mit der Gewinnung und Verarbeitung des Eisens beständig Millionen von Menschen beschäftigt. Weil das Eisen nur unter Aufwand von viel geistiger und körperlicher Arbeit aus dem Schoß der Erde und weiterhin aus seinen Erzen gewonnen werden kann, ist das Eisen zugleich ein Erzieher geworden, und diejenigen Nationen, die in der Eisenindustrie obenan stehen, die deutsche und die englische, sind auch in der Bildung am weitesten vorgeschritten. Das Eisen ist auch das einzige Schwermetall, das im Körper des Menschen und der Tiere unentbehrlich ist (Blutfarbstoff), und weil die Pflanze ohne Eisen kein Blattgrün und ohne dieses weder Stärke noch Eiweiß bereiten kann, ist alles Leben auf der Erde indirekt vom Vorhandensein des Eisens abhängig.

Vb. u. Vk. a) Fe_3O_4 , Eisenoryduloryd. Ein Häufchen Eisenpulver wird auf glühende Holzkohle geschüttet; bläst man die Kohle mittels des Böttröhrs an, so glüht das Eisenpulver auf und verbrennt zu schwärzlichem Fe_3O_4 , Eisenoryduloryd. Plättbolzen, eiserne Töpfe, Ofenwände und das Eisen des Schmieds verlieren durch Bildung von Fe_3O_4 nach und nach sehr merklich. Hammerschlag. In der Natur kommt Fe_3O_4 als Magnetstein vielfach vor. In Nordschweden bildet der Magnetstein ganze Berge. Er liefert ein vorzügliches Eisen.

b) Fe_2O_3 , Eisenoryd. Man erhält es aus dem Eisenoryduloryd, indem man dieses in dem fast lichtlosen Mantel der Flamme stark erhitzt und weiter zur Oxydation bringt, leichter aber durch Glühen von Eisenvitriol. Rot. Mit Öl verrieben dient Fe_2O_3 unter dem Namen „Totenkopf“ als Anstrichfarbe für Holz. Eiserne Gitter und die eisernen Schiffsböden erhalten allgemein einen roten Anstrich von Eisenmennige (Fe_2O_3 vermischt mit Ton). Fe_2O_3 kommt sehr oft als Erz vor und heißt dann Roteisenstein. Als Blutstein nimmt es eine schöne Politur an und dient als Schmuckstein. „Rote Kreide“, Bolus oder Rötöl nennt man ein Gestein, das aus Fe_2O_3 und Ton besteht.

c) $\text{Fe}_2(\text{OH})_6$, Eisenorydhydrat. Übergießt man Eisenpulver in einem Glase mit Brunnenwasser, so schwärzt es sich (orydiert). Wird das Wasser nach einigen Tagen abgegossen, später erneuert und wieder abgegossen usw., so rostet das Eisen. Es bildet sich dann Eisenorydhydrat, $\text{Fe}_2(\text{OH})_6$, indem das Eisen in Eisenoryd übergeht und sich zugleich mit 3 Mol. Wasser verbindet. Damit das Eisen rostet, ist also ein abwechselndes Zutreten von Wasser und Luft erforderlich. Ackergeräte, die nicht rosten sollen, dürfen also nicht im Freien stehen. Um das Rosten des Eisens zu verhindern, braucht man das Eisen nur trocken zu halten. Zu diesem Zwecke wendet man an: Verzinnung, Verzinkung, Emaille, Anstriche von Teer und von Ölfarben, Einfetten mit Petroleum (aber nicht mit Schmalz, weil dieses nie wasserfrei ist), Aufbewahrung in Kohlenpulver (das den Wasserdampf der Luft in sich verdichtet) und das „Anlassen“, d. h. das Überziehen mit einem blauen Oxydhäutchen (Uhrfedern!). Lehm und Sand sind von Eisenrost stets mehr oder minder gelb und braun gefärbt. Gelber Ocker ist natürlich vorkommendes Eisenorydhydrat, Brauneisenstein, ein wichtiges Eisenerz, dergleichen.

d) FeSO_4 , Eisenvitriol. Man erhält ihn, wenn man Eisenpulver mit verdünnter Schwefelsäure übergießt. In der Natur entsteht er aus FeS_2 , Schwefelkies, indem sowohl das Eisen als auch der Schwefel

Sauerstoff aus der Luft aufnimmt. Er findet sich deshalb vielfach in erzführenden Gebirgen.

e) FeCO_3 , kohlensaures Eisen. 1. Wenn man das bei c) erhaltene Eisenorydhydrat mit Sauerbrunnen übergießt und in einer Flasche verkorkt hinstellt, zeigen sich nach einigen Tagen weiße Flocken von FeCO_3 , und das Wasser hat einen zusammenziehenden Geschmack (wie von Tinte!) von gelöstem kohlensauren Eisen angenommen („Stahlwasser“). 2. Läßt man dieses Stahlwasser in einer flachen Schale an der Luft stehen, so bedeckt es sich mit einem schillernden Häutchen, und nach einiger Zeit sinkt brauner Eisenrost zu Boden. — In der Natur bildet sich kohlensaures Eisen da, wo aus dem schlammigen Grunde eines stehenden Wassers CO_2 aufsteigt. An der Luft wird aber die Kohlensäure wieder abgegeben und es entsteht Eisenrost. Am schnellsten geschieht dies in manchen niedrig gelegenen tonigen Wiesen, indem das Wasser in den von abgestorbenen Grassurzeln zurückgelassenen Röhrchen aufsteigt und schnell verdunstet (Raseneisen). Wo an Kohlensäure reiche Quellen über eisenhaltiges Gestein fließen, bilden sich natürliche „Stahlquellen“. Auch in fester Form, als Eisenspat, kommt FeCO_3 vor.

f) FeS_2 , Eisenkies, gelb, glänzend, sehr gemein. Wegen seines großen Gehaltes an Schwefel wird dieses Erz bei der Fabrikation von Schwefelsäure verwertet.

Aufg. 1. Wieviel Prozent Eisen enthält a) Magnetstein? b) Roteisenstein? c) Brauneisenstein? d) Eisenspat? e) Eisenvitriol? 2. HNO_3 löst Fe auf. Wenn man einen Tropfen HNO_3 auf die Messerklinge bringt, entsteht ein schwarzer Fleck. Erkl.! 3. Warum taucht der Schmied den geschmiedeten Stahl in kaltes Wasser? 4. Warum rosten eiserne Kochtöpfe nicht im Innern? 5. Basaltstücke werden an der Oberfläche mit der Zeit braun. Erkl.! 6. Das jährliche Nahrungsbedürfnis einer erwachsenen Person an Fe beträgt 3 g. Es enthalten in je 100 g Masse: Äpfel 2, Rindfleisch 4, Erbsen 5,6, Eigelb 10—22 Milligramm Eisen. Wieviel von jedem dieser Nahrungsmittel ist notwendig, um das dem Menschen notwendige Eisen zu liefern, volle Ausnützbarkeit vorausgesetzt? 7. Wie ist es zu erklären, daß Ton und Lehm beim Brennen rot werden? 8. Wie ist das Vorkommen von gelbem Schwefeleisen an Steinkohlen zu erklären?

Kap. 45.

Ausbringen des Eisens.

Eisenerze. Für die Gewinnung von Eisen kommen folgende Erze in Betracht: Magneteisenstein (Fe_3O_4), Roteisenstein (Fe_2O_3), Spateisenstein (FeCO_3) und verschiedene Arten von Brauneisenstein $\text{Fe}_2(\text{OH})_6$. Um aus ihnen das Eisen rein darzustellen, muß aus dem Spateisen Kohlen säure, aus dem Brauneisenstein Wasser und aus allen Erzen Sauerstoff entfernt werden. Kohlen säure und Wasser lassen sich schon durch bloßes Rösten austreiben; um auch den Sauerstoff wegzunehmen, muß Kohle als Reduktionsmittel angewandt werden. Beim Ausbringen des Eisens aus seinen Erzen nimmt das Eisen Kohlenstoff zwischen seine Teilchen auf. Je nach der Menge des aufgenommenen Kohlenstoffs ist das Eisen entweder

Guß Eisen, mit $2\frac{1}{2}\%$ und mehr C, nicht hämmerbar oder schweißbar, aber verhältnismäßig leicht schmelzbar und Gießformen ausfüllend;

Stahl, mit 0,5 bis 1,6% C, hämmerbar und schweißbar, schwer schmelzbar, läßt sich in kaltem Wasser abschrecken (härten);

Schmiedeeisen, mit höchstens 0,5% C, hämmerbar, schweißbar, noch schwerer schmelzbar, läßt sich nicht abschrecken.

Kennarbeit. Bis gegen Ende des Mittelalters brachte man das Eisen auf einem offenen Herde aus, wobei man das Feuer mit einem Blasebalge ansachte (Kennherd, Kennarbeit). Die Hitze war zu gering, als daß das Eisen reichlich C aufnehmen konnte. Man erhielt nur Schmiedeeisen, bestenfalls Stahl. Waffenschmiede, die es verstanden, Stahl zu gewinnen, waren berühmt (Wieland der Schmied); Helken besangen die Vorzüge ihrer Waffen (Schwert Balmung im Nibelungenlied). Die Menge des ausgebrachten Eisens war gering, das Eisen sehr teuer.

Hochöfen. (Fig. 36.) Um 1490 begann man, zuerst wahrscheinlich im oberen Elsaß, den offenen Herd in einen Ofen umzuwandeln. Als Heizstoff brauchte man Holzkohle; bald wurde England vollständig entwaldet. Der Holzmangel nötigte, zur Steinkohle zu greifen. Weil diese in der Hitze zusammenschmilzt, mußte man sie erst in Koks umwandeln. Dieser ist hart genug, um auch in einem großen Haufen nicht zerdrückt zu werden. Die Ausbringeöfen erreichten nach und nach eine Höhe bis zu 30 m; sie wurden Hochöfen. — Der Hochofen wird mit den Eisenerzen, Koks und Zuschlägen (Sand, Kalk) durch die Gichtöffnung beschickt. Starke Blasebälge treiben unten vorgewärmte Luft in den Hochofen

hinein. Die Verbrennungsgase werden aufgefangen und dazu benutzt, die Gebläseluft vorzuwärmen (bis auf 600°).

Die chemischen Prozesse im Hochofen. In der Vorwärmezone erlangen die Erze völlige Trockenheit und einen höheren Wärmegrad. In der Röstzone wird zerlegt:

Brauneisenstein
 $\text{Fe}_2(\text{OH})_6$ in $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$,
 Spateisenstein FeCO_3
 $\text{CO}_2 + \text{FeO}$.

Fe_3O_4 , Magneteisenstein, und Fe_2O_3 , Roteisenstein bleiben zunächst unverändert. In der Reduktionszone werden Fe_3O_4 und Fe_2O_3 durch das von unten heraufsteigende CO reduziert. Weiter unten schmilzt das Eisen, Schmelzzone. Indem das geschmolzene Eisen an der glühenden Kohle vorbeigeht, nimmt es auf: Kohlunzone. Dann gelangt es in die Tiefe, wo aus dem Gebläse Luft in den Ofen eintritt. Damit es hier nicht oxydiert, wird es durch Tropfen des aus den Zuschlägen entstandenen Glases (Schlacke) eingehüllt. Die leichtere Schlacke schützt auch ferner das flüssige Eisen, indem es dieses bedeckt.

Aufg. 1. Warum war man bei der Rennarbeit auf Holzkohlen angewiesen? 2. Warum hat man im Altertume wohl Zinn- und Bronzegüsse gehabt, nicht aber Gegenstände aus gegossenem Eisen? 3. In Innerafrika sind die Ausbringeöfen für E. Gruben, die durch Ton von der Luft abgeschlossen und mit Handblasebälgen bedient werden.

Busemann, Chemie. 3. Aufl.

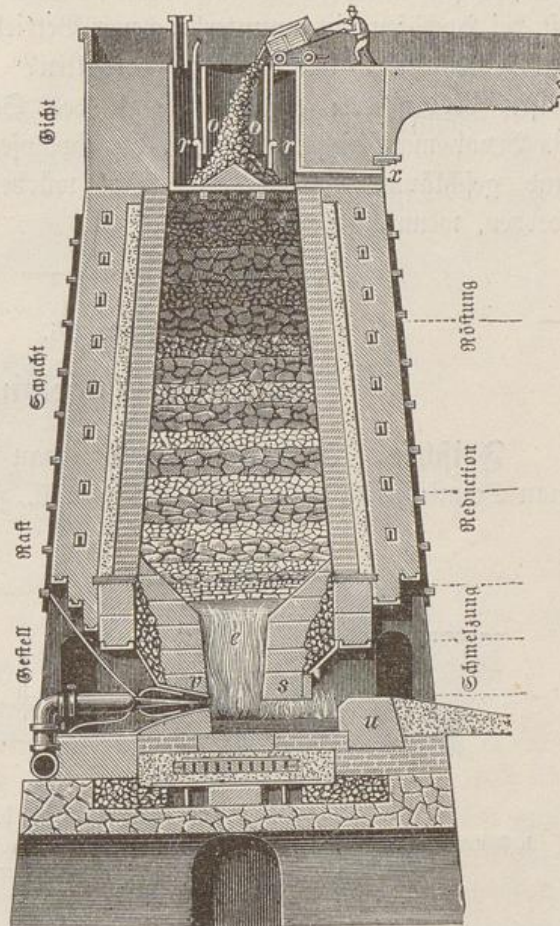


Fig. 36. Hochofen.

u Ballstein, v Eintritt der Gebläseluft, zwischen u und s die Abstichöffnung, x Anheftungsstelle der Gichtbrücke, r r Öffnungen für die Verbrennungsgase, o o Schacht für die Beschickung.

Was ergibt sich hieraus für die Masse, den Preis und die Art des gewonnenen Eisens? 4. Warum würde die im Hochofen entstehende Schlacke ein farbiges Glas geben, auch wenn sie keine Kohle aufnähme? 5. Warum ist bei Hochofen ein ununterbrochener Betrieb notwendig? 6. Wie würde sich Eisenvitriol im Hochofen verhalten? 7. Im Hochofen wird das Eisen desoxydiert; auf dem Herd des Schmieds oxydiert es. Erkl.! 8. Bevor man die Eisenerze in den Hochofen bringt, werden sie zerpocht und geschlämmt; Zweck? 9. Was würde im Hochofen aus dem E. werden, wenn die Schlacke fehlte?

Kap. 46.

Eisen. Stahlgewinnung.

Frischen. Im Hochofen erhält man Gußeisen. Dieses ist, wenn man Schmiedeeisen oder Stahl haben will, zu entkohlen. Zu dem Zwecke

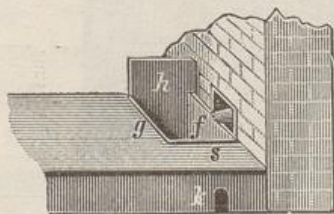


Fig. 37.

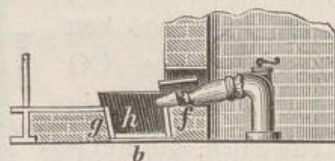


Fig. 38.

Eisenfrischherd.

h Feuerraum, f Gebläserohr. Die Platten von Roheisen werden auf g gelegt, schmelzen über dem Feuerraum h ab und werden immer weiter gegen diesen vorgeschoben.

brachte man Eisenblöcke zwischen Holzkohlen zum Schmelzen. Dabei verbrannte der Kohlenstoff des Eisens bis auf einen kleinen Teil. Diesen Prozeß nannte man das Frischen, den Herd Frischherd. (Fig. 37 u. 38.)

Puddeln. Um zum Entkohlen des Eisens auch Steinkohlen verwenden zu dürfen, deren Asche das Eisen verderben würde, erfand der Engländer Hart 1786 den Puddelofen (Fig. 39), in welchem der Herd a von dem Entkohlungsraume d getrennt ist und das Entkohlen durch die Flamme der Steinkohle bewirkt wird. Damit die Flamme möglichst viele Teile des Eisens entkohlt, wird letzteres fleißig umgerührt („gepuddelt“). Jetzt konnte man auch größere Mengen von Schmiedeeisen in kürzerer Zeit gewinnen.

Walzwerke. Bis dahin hatte man das gewonnene Eisen noch durch mächtige Hämmer ausschmieden müssen. Hart erfand auch die

Walzwerke, die gestatten, das Schmiedeeisen sofort durch Pressen zwischen starken Walzen von Schlackenteilen und Drydul zu reinigen und

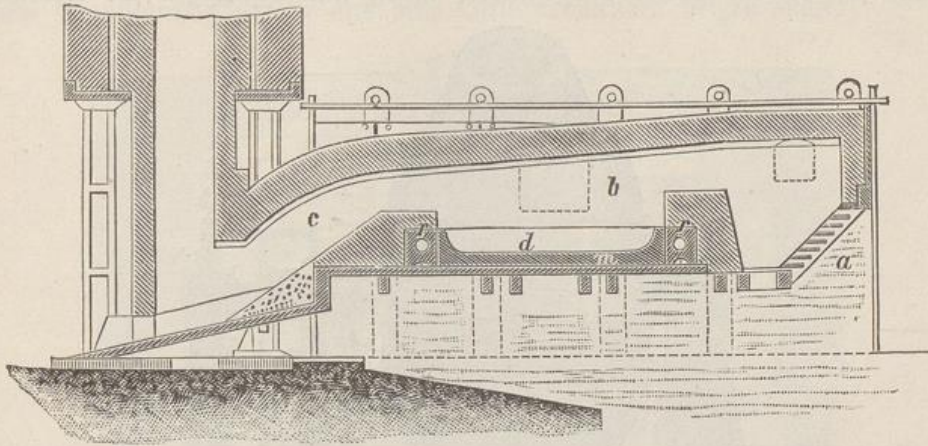


Fig. 39. Puddelofen.

a Treppenrost, b Erhitzungskammer, c Fuchskanal, d Herd, m Einsattür, r r hohle Wände aus Gußeisen.

gleichzeitig in die gewünschte Form zu bringen. Weil Watt schon 1765 die Dampfmaschine erfunden hatte, war es möglich, die Walzwerke durch Dampfkraft zu bewegen.

Zementstahl. Schwer war es, beim Frischen oder Puddeln den Entkohlungsprozeß genau in dem Augenblicke zu unterbrechen, wenn das Eisen den Kohlenstoffgehalt des Stahls angenommen hatte. Fast immer erhielt man Schmiedeeisen. Anfang vorigen Jahrhunderts erfand man in Frankreich das Zementieren, d. h. man mischte zwischen Eisenstäbe Holzkohlenpulver und glühte alles in tönernen Röhren (10 000 kg fassend), bis das Eisen den nötigen Gehalt an Kohlenstoff wieder aufgenommen hatte.

Gußstahl. Die inneren Partien dieser Stäbe hatten jedoch weniger C aufgenommen als die äußeren, der Stahl war ungleichmäßig, brüchig. Dies veranlaßte einen englischen Uhrmacher, der dauerhafte Uhrfedern liefern wollte, den Stahl noch einmal in Tiegeln umzuschmelzen. So erhielt er Gußstahl. Alfred Krupp in Essen war der erste, der dieses Verfahren zur Gewinnung großer Stahlmengen und zur Fabrikation von Kanonen und anderen großen Stahlkörpern anwandte. Dadurch gewann er einen großen Vorsprung vor allen anderen Eisenindustriellen und legte den Grund für die Größe seines Hauses.

Beßemern. Die Art der Stahlgewinnung in Schmelztiegeln lieferte zwar einen vorzüglichen Stahl, war aber sehr umständlich, und der gewonnene Stahl war für Gegenstände des gewöhnlichen Gebrauchs

zu teuer. Da erfand 1856 der Engländer Bessemer die Bessemer Birne (Fig. 40), aus starkem Eisenblech gearbeitet, mit feuerfesten Steinen aus fast reinem Sande ausgefüllt, unten mit Öffnungen für Gebläse.

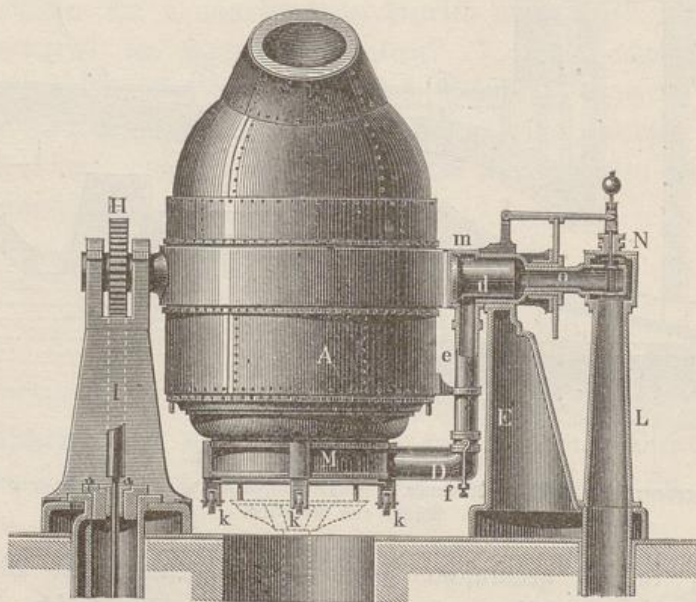


Fig. 40. Bessemer Birne.

A Frischbirne, d Zapfen und k gezahntes Rad, um die Birne zu drehen. E Träger des Zapfens d; I gezahnte Stange, die, von einer hydraulischen Presse in Bewegung gesetzt, in das Rad H greift. L Zuleitungsrohr für Gebläseluft, o Luftkanal. Die Gebläseluft geht um den Zapfen d herum in das Rohr e und D, weiter in den Windkasten M, aus diesem durch etwa 50 Öffnungen in A hinein. L Preßkolben einer hydraulischen Presse, um den Windkasten M gegen A zu pressen.

Eine Menge flüssigen Roheisens (15 000 kg) wird erst vollständig entkohlt und dann mit der nötigen Menge Roheisen gemischt. Das Puddeln, Zementieren und Umschmelzen war damit überflüssig geworden.

Thomasverfahren. Nur sehr wenige Eisenerze sind phosphorfrei. Phosphorhaltiges Eisen aber ist brüchig. Um auch Phosphor enthaltendes Eisen durch den Bessemerprozeß brauchbar zu machen, kleidete der Engländer Thomas 1879 die Birne mit Dolomit ($\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$), also einer basischen Masse, aus. Ca und Mg nehmen den zu P_2O_5 verbrannten Phosphor auf. Zermahlen liefern die Steine später die „Thomaschlacke“, die wegen ihres Gehalts an P_2O_5 als Düngemittel viel gebraucht wird.

Durch die Regenerativfeuerung (Fig. 41) ist auch das Puddeln sehr verbessert worden. Man speist den Puddelofen nicht mehr mit Steinkohlen, sondern mit den aus diesen gewonnenen brennbaren Gasen, die man vor dem Eintritt in den Ofen durch eine Reihe schmaler Kanäle leitet, in welchen sie stark erhitzt werden. Ebenso wird auch die Luft

vor ihrem Zutritt zum Heizstoffe in solchen Kanälen auf eine sehr hohe Temperatur gebracht. Die Kanäle selbst werden geheizt durch die bei dem Verbrennungsprozeß aus dem Ofen strömenden heißen Gase.

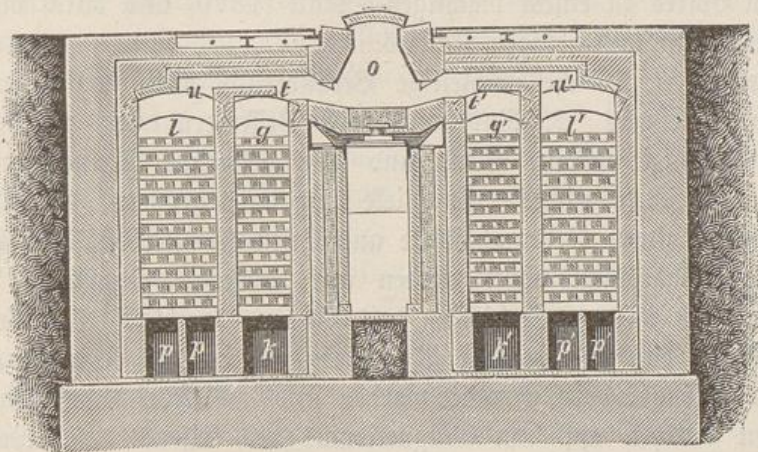


Fig. 41. Siemensfeuerung.

o Ofen, g g' Wärmespeicher, durch welche das Gas abwechselnd in den Ofen tritt;
l l' Wärmespeicher, durch welche die Verbrennungsluft abwechselnd in den Ofen tritt;
u u' Schlitz für den Durchtritt der Luft in den Ofen; t t' Schlitz für den Durchtritt
des Gases in den Ofen; k' p' Kanäle.

Freiflamme. Während man früher den Puddelofen so eng baute, daß die Flamme allseitig die Wände berührte, erweiterte Siemens (Berlin) ihn so sehr, daß dies nicht mehr geschah („Freiflamme“) und erzielte dadurch eine sehr viel größere Hitze. Indem Siemens dann auch den Puddelofen mit basischen Steinen ausfütterte, machte er ihn wieder konkurrenzfähig mit der Bessmer Birne.

In neuester Zeit hat man Hochöfen gebaut, die täglich 400 000 kg Roheisen liefern. Die Bessmer Birne ermöglicht in kürzester Zeit die Umwandlung der größten Massen von Roheisen in Stahl; Walzwerke und mächtige Dampfhämmer verarbeiten die gewonnenen Stahlmassen schnell zu allerlei Gebrauchsgegenständen; die Verbesserung der Heizeinrichtungen durch Siemens verbilligte die Eisenproduktion sehr. So ist das Eisen in den letzten 50 Jahren das wichtigste Material für den Schiffs-, Brücken- und Häuserbau, für Beförderungsmittel und Handwerkszeug aller Art geworden. Während im 18. und in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts die Engländer (Puddelofen, Walzwerk, Dampfmaschine, Bessmer Birne, Thomasverfahren) in der Eisenindustrie alle Länder der Erde weit hinter sich zurückließen, sind sie in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts durch die Tatkraft deutscher Männer (Krupp, Bessemer) in mancher Beziehung überflügelt worden.

Deutsche Kanonen, Lokomotiven, Panzerschiffe, Schienen und kleinere Stahlwaren werden jetzt in aller Welt bevorzugt. Ermöglicht wurde dieser Aufschwung der deutschen Eisenindustrie durch die Einigung des deutschen Volkes zu einem mächtigen Staate (1870) und durch die friedliche Politik unseres jetzigen Kaisers.

Aufg. 1. Welche nachteilige Veränderung muß das Eisen beim Bessern erleiden? 2. Was wird beim Bessern aus dem Dolomit? 3. Warum entziehen aus Sand und Ton gefertigte Steine dem Eisen die Phosphorsäure nicht? 4. Viele nur mit großem Zeitverlust zu schmiedende kleinere Gebrauchsstücke aus Eisen (Fensterbeschläge, Winkelstücke von Gasröhren usw.) werden aus Roheisen gegossen. Danach glüht man sie unter Luftabschluß mit Fe_2O_3 . Erfolg? 5. Wie ist es zu erklären, daß die meisten Verbesserungen in der Bearbeitung des Eisens von Engländern gemacht worden sind? 6. Welche neueren Kraftmaschinen beruhen auf dem Magnetismus des Eisens? 7. Welche in den Kapiteln vom Eisen vorkommenden Versuche sind in der Volksschule ausführbar?

Kap. 47.

Quecksilber. Hydrargyrum. ^{I, II.} Hg. 200.

E. Es ist silberweiß, von starkem Metallglanz, bei gewöhnlicher Temperatur flüssig; daher die Benennung (queck = lebendig; Hydrargyrum = Wasser Silber). Bei -40° erstarrt es zu einer hämmerbaren, silberähnlichen Masse. Der Siedepunkt liegt bei 360° ; doch verdunstet Hg langsam bei jeder Temperatur. Quecksilberdämpfe sind giftig, ebenso alle Verbindungen des Quecksilbers mit Ausnahme von Zinnober. Von 0° — 100° dehnt sich Hg sehr gleichmäßig aus, findet deshalb Verwendung in Thermometern. Wegen seines hohen spez. Gewichts (13,6), seiner Leichtbeweglichkeit und geringen Adhäsion zu Glas eignet es sich vorzüglich zu Füllungen in Barometerröhren. Infolge seiner großen Kohäsion fließt es über nicht adhärierende Flächen in Kugelform.

Amalgam. Bringt man Quecksilber zusammen mit oxydiertem Kupfer, grau belauften Zink, ungefeuerten Zinn, dunkel überzogenem Blei, so findet keine Veränderung des Quecksilbers statt. An oxydfreie Stücke dieser Metalle dagegen hängt es sich an, verliert dabei seine Beweglichkeit und seinen Glanz, läßt sich ausbreiten, wird sogar breitartig. Nur mit Eisen amalgamiert es sich nicht; deshalb kommt es in eisernen Flaschen zum Versand. Zinnamalgam dient als Spiegelbeleg,

Zinn- und Zinkamalgam als Reibmittel auf den Reibkissen der Elektrifiziermaschine. Eine kleine Silbermünze sowie ein Streifen Blattgold lösen sich in Quecksilber leicht auf. Wegen seiner großen Neigung, sich mit Ag und Au zu amalgamieren, bedient man sich des Quecksilbers, um diese Metalle zu gewinnen, wenn sie sich fein verteilt unter größeren Massen wertlosen Gesteins befinden. Werden die erhaltenen Amalgame erhitzt, so verdampft das Hg, während das Au und Ag in fester Form zurückbleiben. Trägt man Goldamalgam auf Silber auf und erhitzt dieses, so erhält man eine starke Vergoldung (Feuervergoldung).

Chlorverbindungen. Bringt man in eine mit reinem Chlor gefüllte Flasche Quecksilber, so bildet sich beim Schwenken der Flasche weißes Chlorquecksilber, von dem ein Teil, das Quecksilberchlorid (HgCl_2 , Ätzsublimat), sich in Wasser löst und mit Ammoniakwasser einen weißen Niederschlag gibt. Der andere Teil, Quecksilberchlorür (HgCl , Kalomel), ist in Wasser unlöslich; dem Sonnenlichte ausgesetzt, dunkelt es, indem es sich wieder zerlegt. Das Kalomel ist ein vielgebrauchtes

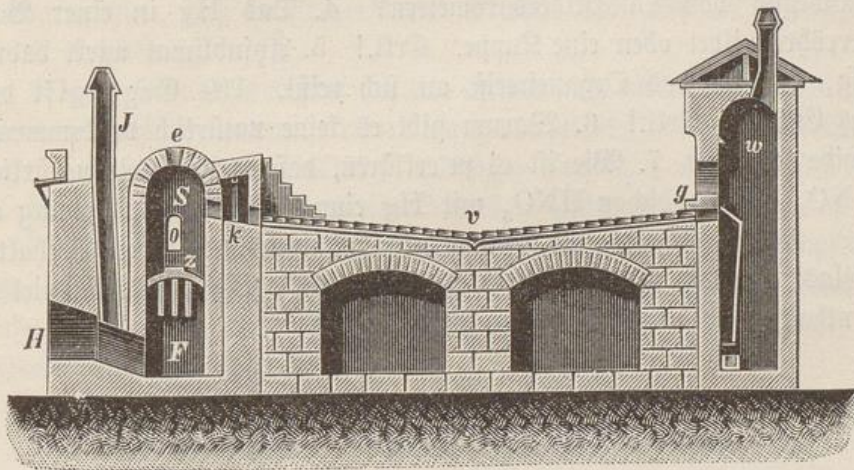


Fig. 42.

Quecksilbergewinnung in Spanien.

H Schürlof, F Feuerraum, z Ziegelgewölbe, o Einfüllöffnung für das Hg-haltige Gestein, S der mit den Erzen gefüllte Raum, über k die Kammer, in der sich die ersten Hg-Dämpfe verdichten, von k bis g eine Reihe von birnförmigen tönernen Röhren, die mit den schmälern Enden ineinandergefügt sind (Nubeln), v eine Rinne, durch welche die zuerst verdichteten Hg-Massen abfließen; bei g fließt das letzte Hg flüssig ab; durch w steigt SO_2 empor.

Arzneimittel, muß also im Dunkeln aufbewahrt werden. Das Ätzsublimat ist sehr giftig; 0,8 g töten einen Menschen. Es dient als Desinfektionsmittel, sollte aber, weil es allmählich verdampft, zum Konservieren von Herbarien und als Mittel gegen den Hausschwamm nicht angewandt werden.

Quecksilberoxyd, HgO , rot, zerfällt sich in der Hitze, dient deshalb zum Entwickeln von Sauerstoff.

Schwefelquecksilber. Wird ein Tropfen Hg mit Schwefelblüte verrieben, so entsteht schwarzes Schwefelquecksilber, HgS . Das in der Natur vorkommende Schwefelquecksilber ist rot, heißt Zinnober, ist ungiftig.

Vk. Wegen seines hohen spez. Gewichts und seiner Beweglichkeit kommt reines Hg auf der Erdoberfläche nur selten vor, öfter dagegen HgS , Zinnober, z. B. in Idria, Almaden in Spanien und Neu-Almaden in Kalifornien. Aus dem natürlichen Zinnober wird das Quecksilber gewonnen, indem man das Erz erhitzt; der Schwefel verbrennt, das Quecksilber verdampft und wird in Kühlräumen verdichtet. (Fig. 42.) Der als schönste rote Anstrichfarbe gebräuchliche Zinnober wird künstlich hergestellt.

Aufg. 1. Wie erweist sich Hg dem Cl und dem O gegenüber als edles Metall? 2. Mit Staub verunreinigtes Hg zieht beim Fließen über Glas einen Schweif. Erkl.! 3. Was ergibt sich hieraus für die Behandlung von Quecksilberbarometern? 4. Das Hg in einer Barometeröhre bildet oben eine Kuppe. Erkl.! 5. Ätzsublimat wirkt dadurch giftig, daß es das Organeinweiß an sich reißt. Als Gegengift dient rohes Eiweiß. Erkl.! 6. Warum gibt es keine natürlich vorkommenden Haloide des Hg ? 7. Wie ist es zu erklären, daß es auch kein natürliches $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ gibt, obschon HNO_3 mit Hg eine beständige Verbindung eingeht? 8. Vergl. Hg und Zinnamalgam hinsichtlich ihres Verhaltens zu Glas! Erkl.! 9. Wies: HgO , HgCl_2 , HgCl , HgS . 10. Wieviel Hg ist enthalten in 1 kg HgS ? in 50 g HgO ?

Kap. 48.

Silber. ^{I.}Argentum. Ag. 107,6.

E. u. A. Das Silber ist ein edles Metall, denn es besitzt eine Reihe vorzüglicher Eigenschaften: eine angenehme Farbe, einen lebhaften Metallglanz, große Bildsamkeit, indem es sich zu feinstem Draht (Filigran) ausziehen und zu Tafelaufsätzen und kleinen Bildsäulen treiben läßt. Weil es sich weder an der Luft noch im Wasser verändert, in der Hitze wohl schmilzt, aber nicht oxydiert, auch den Stoß des Prägestempels erträgt, sich im Verkehr nicht zu schnell abgreift (Härte!) und verhältnismäßig selten und deshalb wertvoll ist, braucht man es in allen Kulturländern als Münzmetall.

Legierungen. In unsern Silbermünzen ist es mit Kupfer legiert ($\text{Ag}:\text{Cu} = 900:100$), damit es an Härte gewinne. Mit Gold mischt es sich so gern, daß in der Natur weder goldfreies Silber noch silberfreies Gold vorkommt.

Vk. Es kommt gediegen, in Verbindung mit Schwefel (Silberglanz), mit Schwefel und Antimon (Schwarzgüldigerz), mit Arsen und Schwefel (Rotgüldigerz) und im Bleiglanz vor.

Fundorte. Die alten Kulturländer sind schon so sehr nach Silber abgesehen, daß hier die Ausbeute nur noch wenig lohnt und meist nur noch Sagen an den einstigen Silberreichtum erinnern. So holten die Phönizier Silber in großen Klumpen aus Spanien. Verschiedene Sagen von Rübezahl und vom Gibich (bei Grund a. Harz) erzählen von großen Silberfunden. In Deutschland ist das Erzgebirge seit alters das silberreichste Gebirge. 1477 fand man dort einen Silberblock von 400 Ztr. Gewicht. Gegenwärtig liefern die Vereinigten Staaten und Bolivia das meiste Silber. In den letzten Jahrzehnten ist die Ausbeute des Silbers so angewachsen, daß der Wert dieses Metalls von 180 $\mathcal{M}$ das kg auf 85 $\mathcal{M}$ gefallen ist.

Vb. a) Mit O verbindet sich das Silber nicht direkt, wohl aber erhält man Silberoxyd, wenn man zu einer Lösung von salpetersaurem Silber Natronlange setzt. ($2\text{AgNO}_3 + \text{NaOH} = \text{HNO}_3 + \text{NaNO}_3 + \text{Ag}_2\text{O}$, Silberoxyd.)

b) Mit Schwefel geht das Silber leicht eine Verbindung ein. Vers. Eine Silbermünze auf einem Probierglas mit verdampfendem Schwefel schwärzt sich, silberne Löffel werden von Ei und Senf gedunkelt, weil sich bei der Zersetzung dieser Stoffe H_2S bildet, das Schwefel an das Silber abgibt.

c) Mit den Halogenen verbindet sich das Silber gleichfalls direkt zu AgCl , AgJ und AgBr . (Versuche: Silbermünze auf der Chlorflasche, über Jod- und Bromdampf!) Indirekt erhält man die Haloide des Silbers, wenn man gelöstes salpetersaures Silber mit einer Lösung von Kochsalz, bezw. Jodkalium und Bromkalium versetzt (Beisp.: $\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 = \text{NaNO}_3 + \text{AgCl}$). Die Haloide des Silbers zersetzen sich am Licht, so daß schwarzes pulverförmiges Silber zurückbleibt.

d) Mit Salpetersäure. Salpetersäure löst Ag auf, Gold dagegen nicht; deshalb dient sie, um Gold aus einer Legierung mit Silber abzuscheiden (Scheidewasser!). Geschmolzen und zu Stängeln ausgegossen, nennt man das salpeters. Silber Höllenstein. Es schwärzt sich am Licht, indem Ag frei wird. Mit AgNO_3 auf Leinwand, Kattun oder Tuch gezeichnete Buchstaben werden schwarz. Es löst Eiweiß auf, dient

deshalb zum Wegbeizen von Warzen und anderen Hautwucherungen. Weil es organische Stoffe schwärzt, braucht man es zum Färben von Haaren, elfenbeinernen Schachfiguren usw. Es ist ein stark äzendes Gift. Gegengift: Kochsalzlösung.

Die Photographie. Versuche. 1. Lösungen von KBr und AgNO_3 in destilliertem Wasser ergeben rahmgelbes AgBr , das sich im Lichte lange unverändert erhält. 2. Durch Zusatz von a) gelöster Gelatine, b) gelöstem Eiweiß, c) Stärkekleister zu dem KBr erhält man beim Hinzuschütten von AgNO_3 ein AgBr , das am Lichte leicht dunkelt. 3. Wiederholung der Versuche 1 u. 2, indem man das KBr durch NaCl ersetzt. Derselbe Erfolg. 4. Das unzersetzte Bromsilber aus Vers. 1 und das Chlorsilber aus Vers. 3 werden rasch aufgelöst in einer Lösung von unterschwefligsaurem Natron. 5. Belichtetes Bromsilber und Chlorsilber, das noch nicht merklich dunkel geworden ist, dunkeln schnell auch bei Lichtabschluß, wenn man Hydrochinon zusetzt.

Die für photographische Zwecke bestimmte Glasplatte erhält einen Überzug von gelöster Gelatine, der man erst KBr und dann AgNO_3 zugelegt hat. Die Platte wird getrocknet und bis auf 70° erwärmt, damit sie lichtempfindlicher werde (Momentplatte). Beim Gebrauch wird sie kurz belichtet (Momentaufnahme). Dadurch wird der Zusammenhang zwischen Brom und Silber gelockert. Gelöst wird er im Entwickler, in welchem Hydrochinon oder ein ähnlich wirkendes Mittel enthalten ist. Dabei tritt das Bild deutlich hervor. Nun kommt die Platte in das Fixierbad, in welchem das unzersetzt gebliebene Bromsilber von unterschwefligsaurem Natron aufgelöst wird. So erhält man ein Negativ. Um positive Abzüge von demselben zu bekommen, wendet man das photographische Papier an. Es ist mit gelöstem Eiweiß (Albuminpapier) durchtränkt oder mit Zelluloid (Zelluloidpapier) überzogen und hat durch Eintauchen in eine Lösung von NaCl und von AgNO_3 Chlorsilber erhalten. Indem man es im Kopierrahmen mit dem Negativ bedeckt zerstreutem Tageslicht aussetzt, erhält man das Positiv, das noch „fixiert“ und schließlich im „Goldbad“ (enthält Cyanfaluimgold) mit einer dünnen Goldschicht „getont“ wird.

Aufg. 1. Warum kommt in der Natur kein Haloid des Ag vor? 2. Vergl. Ag und Hg a) hinsichtlich ihres Verhaltens zu den Halogenen! b) hinsichtlich des Verhaltens ihrer Haloide! 3. H_2SO_4 löst Ag nur in der Hitze. Wie wird eine Silbermünze in kaltem H_2SO_4 verändert? 4. Viele Haarfärbemittel enthalten AgNO_3 . Wie färben sie das Haar? 5. Welche Erscheinung muß man wahrnehmen, wenn man Wasser, das

geringe Mengen NaCl enthält, mit AgNO_3 versetzt? (Qualitative Untersuchung des Wassers auf NaCl.) 6. Wie unterscheidet sich dichtes Ag von pulverförm. hinsichtlich der Absorption des Lichts? 7. Warum kann NaCl als Gegengift dienen bei Vergiftungen mit AgNO_3 ? 8. HgCl , AgBr , NaCl , KBr , HgCl_2 , NaNO_3 , $\text{Ca(NO}_3)_2$, AgNO_3 . Gib an: Namen, Farbe, Verhalten zu Wasser und Bedeutung dieser Verbindungen! 9. Desgl. von HgS , Ag_2S , CuS !

Rap. 49.

Gold. Aurum. ^{III.} Au. 196,7.

E. Das Gold ist das am meisten geschätzte Metall. Es zeichnet sich aus durch eine angenehme Farbe, lebhaften Metallglanz, große Seltenheit, Beständigkeit und Bilsamkeit, ein hohes spez. Gewicht (19,5), einen hohen Schmelzpunkt (1200°). 1 g Gold läßt sich zu einem Draht von $2\frac{1}{2}$ km Länge ausziehen; es gibt Blattgold von $\frac{1}{10\,000}$ mm Dicke. Gold oxydiert nicht einmal in größter Hitze, geht auch mit S direkt eine Verbindung nicht ein. Zwar ist es weicher als Silber, doch erhält es durch einen Zusatz von Silber oder Kupfer eine größere Härte.

A. Verwendung findet es als Münzmetall (in Deutschland 900 Tle. Au zu 100 Tln. Cu), zu Schmuckgegenständen und als dünner Überzug (Vergoldung), um andere Metalle, Glas, Porzellan usw. ansehnlicher zu machen.

Vb. Das Gold löst sich in keiner Säure, doch erhält man Chlorgold, wenn man Gold in Königswasser (1 Tl. HNO_3 und 2 Tle. HCl) legt. Die Salpetersäure gibt nämlich Sauerstoff an den Wasserstoff der Salzsäure ab, und das dadurch frei werdende Chlor geht zum Golde, daß sich in der Flüssigkeit auflöst. Durch Eindampfen der Lösung wird das Chlorgold als ein gelbes Pulver ausgeschieden. Auch in einer Lösung von Cyankalium wird Gold gelöst. Diese beiden Goldlösungen dienen jetzt allgemein zum Vergolden.

Vergolden. a) Bringt man etwas Cyankaliumgoldlösung in das Wasser des galvanoplastischen Apparats und hängt einen silbernen Löffel in das Wasser, so schlägt sich eine allmählich stärker werdende Goldschicht auf dem Löffel nieder, falls man einen schwachen elektrischen Strom durch das Wasser zum Löffel gehen läßt. Diese Art der Vergoldung, die galvanische Vergoldung, wird am meisten angewandt.

b) Das Vergolden („Tonen“) der photographischen Positive geschieht, indem man die Abzüge in eine schwache Lösung von Cyanfalkiumgold legt.

Vk. Gold kommt rein vor im Quarzgestein, im Sande der Flüsse und in Sandablagerungen, meist aber mit Silber legiert, im Harz auch in Kupfer- und Bleierzen.

Fundstätten. Sagenberühmte Fundstätten sind: Taurien (Argonautenzug), Spanien (Phönizier), Ophyr (wahrscheinlich Mozambique), der Rhein (der Nibelungen Hort), das Riesengebirge (Rübezahlsagen). Vom 10. bis 12. Jahrhundert war Goldberg in Schlesien durch außerordentlich reiche Goldfunde berühmt. Nach der Entdeckung Amerikas wurden bald Peru und Mexiko als goldreiche Länder bekannt und darum von den Spaniern erobert. Ebenso wurde in unserm Jahrhundert großer Goldreichtum Veranlassung zu einer raschen Besiedelung von Kalifornien, Neu-Süd-Wales und Südafrika (Transvaal).

Gw. Die jährliche Ausbeute beträgt etwa für 500 Mill. Mark. Aus dem Sand der Flüsse gewinnt man das Gold, wenn es in größeren Körnern vorkommt, durch Schaufeln des goldführenden Sandes (Goldseifen) mit fließendem Wasser (Goldwäschereien). Sind die Goldteilchen staubfein, so wendet man Quecksilber als Lösungsmittel an, oder man schaufelt den Sand auf Schafpelzen. Die Haare desselben halten die Goldstäubchen fest. Nach und nach färbt sich das Fell goldig („Goldenes Blies“) und wird nun verbrannt. In dieser Weise gewinnt man heutzutage bei Basel den letzten Rest des Rheingoldes. Auf den ursprünglichen Lagerstätten hat man das Gold oft erst durch einen langwierigen Hüttenprozeß von den reichlich beigemengten unedlen Metallen zu scheiden. Die Kupfer- und Bleierze im Oertale liefern jährlich etwa 75 kg Gold. Wo Gold nur mit Ag legiert ist, wird dieses durch die Goldscheidekunst, d. h. durch Auflösen in kochender Schwefelsäure, vom Golde getrennt.

Aufg. 1. Auf welcher Kraft beruht das Vergolden durch Elektrolyse? ferner die Goldgewinnung in Goldwäschereien? mittels des goldenen Blieses? durch Quecksilber? 2. Bringe die Seltenheit des Goldes in Zusammenhang mit dem hohen spez. Gewicht desselben! 3. Man nimmt an, daß das G. in der Form eines kiesel-sauren Salzes aus dem Erdinnern emporgehoben worden ist. a) Vergl. diese Annahme mit dem Verhalten des G. zu Glasflüssen. b) Welche Veränderungen muß das G. dann zuerst erfahren haben? c) Wie ist es zu erklären, daß die aus-
geschiedenen Goldmoleküle sich gesucht und vereinigt haben? d) Welche Eigenschaft setzt dies bei den Quarzteilen voraus? e) Wie ist das

Vorkommen des Goldes im Sande der Flüsse zu erklären? 4. Inwiefern ist es von Wichtigkeit, daß das an sekundärer Lagerstätte gefundene Au stets Ag enthält? 5. Vergl. die Kohäsion der Goldmol. mit der Adhäsion des G. zu Silber.

Kap. 50.

Übersicht über die auf der Erdoberfläche am häufigsten vorkommenden Elemente.

Prozente
der Erdrinde.

Sauerstoff, Oxygenium, O. Frei gasförmig; Bestandteil des Wassers, des Kalkes, Tons und fast aller anderen mineralischen Bestandteile der Erdrinde, nie fehlender Baustoff aller Verbindungen im Körper der Menschen, Tiere und Pflanzen. (Das spez. Gew. der Gase wird auf die atmosphärische Luft = 1 bezogen, das der festen und flüssigen Körper auf Wasser, das der Gase ist demnach rund 1000 mal so hoch genommen als das der festen und flüssigen Körper.) Spez. Gew. des Sauerstoffs 1,1. 49,98

Silicium, Silicium, Si. In Verbindung mit O als Quarz (Sand, Kieselstein, Sandstein, Bergkristall); in Verbindung mit O und Al im Ton. 25,30

Aluminium, Aluminium, Al. In Verbindung mit O und Si Hauptbestandteil des Tons, des Granits, Ton- schiefers, des tonigen Kalksteins. 7,26

Eisen, Ferrum, Fe. Kommt hauptsächlich vor als Eisen- rost in jeder Bodenart, als Braun-, Rot- und Magnet- eisenstein in Lagern, mit S verbunden als Schwefelkies, mit S und O verbunden als Eisenvitriol. Spez. Gew. 7,5. 5,08

Calcium, Calcium, Ca, kommt vor: als kohlen-saurer Kalk und als Gips ganze Gebirge bildend, als doppeltkohl- saurer Kalk in Gewässern, als phosphorsaurer Kalk in Lagern. Spez. Gew. 1,55. 3,51

Magnesium, Magnesium, Mg; als Bittersalz im Meer- wasser und in Quellen, als Bestandteil verschiedener Abraum-salze, mit Kieselsäure verb. als Talk., mit Kohlen- säure als Bestandteil des Dolomits (felsbildend). Spez. Gew. 1,74. 2,50

93,63 %

	Prozente der Erdrinde.
Übertrag	93,63 %
Natrium , Natrium, Na; mit Chlor verbunden als Kochsalz, spez. Gew. 0,97.	2,28
Kalium , Kalium, K; besonders in den Abraumsalzen und im Meerwasser. Spez. Gew. 0,86.	2,23
Wasserstoff , Hydrogenium, H. Mit O verb. Bestandteil des Wassers; mit H und O Bestandteil der Zellulose, des Holzes, der Stärke, des Zuckers, der Fette; mit H, O und N der Eiweißstoffe. Spez. Gew. 0,07, unter allen Körpern am leichtesten.	0,94
Summa	99,08 %
Kohlenstoff , Carboneum, C; Hauptbestandteil aller orga- nischen Verbindungen; in der Steinkohle, Braunkohle, dem Torf, der Kohlensäure.	0,21
Chlor , Chlor, Cl; im Kochsalz.	0,15
Phosphor , Phosphor, P; im phosphorsauren Kalk.	0,09
Mangan , Mangan, Mn, im Brauneisen.	0,07
Schwefel , Sulfur, S; im Gips mit Calcium, in den Kiesen, Glanzen und Blenden mit Metallen, in den Eiweiß- stoffen mit C, O, H und N verbunden; im Schwefel- wasserstoff der sog. Schwefelquellen, aber auch rein in Lagern.	0,04
Stickstoff , Nitrogenium, N; frei in der Atmosphäre, mit Ca, K oder Na verbunden im Salpeter, mit C, H und O in den Eiweißstoffen.	0,02
Zusammen	99,64 %

Alle übrigen Elemente (die Zahl der bekannten Elemente beträgt jetzt 77) zusammen machen nur $\frac{1}{3}$ % der Erdrinde aus. Das spez. Gew. der ganzen Erde übersteigt 5, das der Erdrinde ist kaum halb soviel; das Erdinnere hat demnach ein spez. Gew. von mehr als 5, und man darf schließen, daß die schwereren Elemente (besonders die Metalle und am meisten die Edelmetalle) in der Tiefe des Erdinnern reichlich vorhanden sind, vielleicht sogar in größerer Menge als die die Oberfläche der Erde bildenden Gesteine. Die für das Leben wichtigen Elemente (O, C, H, N, Ca, K, P und S) dagegen sind auf der Erdoberfläche am meisten vertreten.

Chemie der Pflanzen- und Tierstoffe.

(Organische Chemie oder Chemie der Kohlenstoffverbindungen.)

Kap. 51.

Zellulose. $C_6H_{10}O_5$.

1. Seinwandbereitung. Der Stengel des Leins hat außen eine dünne Haut, darunter Hartbastbündel, um dem Stengel Elastizität zu geben, dann Weichbastbündel zum Transport der fertigen Nährstoffe, und endlich Holzteile, um Festigkeit zu geben. Die Haut besteht aus flachen, pflastersteinförmigen Zellen. Die Zellen des Weichbastes sind sehr dünnwandig und reich an Eiweiß, gehen deshalb leicht in Fäulnis über. Der Holzteil ist starr und spröde. Die Zellen des Hartbastes sind sehr dickwandig, langgestreckt und an den Enden keilsförmig zugespitzt (sodass sie ineinander verkeilt) und fast ganz leer. Als Gespinnstfaser eignet sich also nur der Hartbast. Um ihn von den anderen Teilen zu scheiden, werden die Stengel des Leins erst geröstet, d. h. in stehendem Wasser der Einwirkung der Fäulnispilze ausgesetzt, die rasch eine Zersetzung des eiweiß- und zuckerreichen Inhalts der Zellen und damit auch der sehr dünnen Wände der Weichbastzellen bewirken. Durch Dörren, Brechen und Schlagen werden dann die Holzteile entfernt und endlich durch Sieben die Reste der Epidermis und des Holzes weggeschafft und die Hartbastbündel in einzelne Fasern zerlegt. Diese können jetzt versponnen und verwebt werden, enthalten aber noch Farbstoffe, die langsam durch die Rasenbleiche oder schnell durch die Chlorbleiche zerstört werden. Der verbleibende Rest ist die leere Hartbastzelle. Diese besteht aus Zellulose ($C_6H_{10}O_5$).

Die Zellulose besitzt eine Reihe vorzüglicher Eigenschaften. Sie ist rein weiß, lässt also eine Verschmutzung sofort erkennen (deshalb als Leibwäsche geeignet), löst sich weder in Wasser noch in Alkalien (Soda- und Seifenlösung) auf, kann mithin ohne Nachteil gewaschen werden und verwest für sich allein nicht, erträgt also ein monatelang dauerndes Bleichen und kann jahrzehntelang, ohne zu leiden, aufbewahrt werden. Sie brennt mit einer Flamme, über der ein trockenes Trinkglas beschlägt (Wasserstoff!) und verkohlt dabei (Kohlenstoff). Ihrer Zusammensetzung nach ($C_6H_{10}O_5$) ist sie ein Kohlenhydrat. Jodtinktur allein färbt sie bräunlich. Befeuchtet man sie erst mit Schwefelsäure und dann mit Jodlösung, so wird sie blau. — Auch die Ressel, die Zuteepflanze und der

Hanf haben einen brauchbaren Hartbast. Die Baumwolle wird aus den Flughaaren der Samen verschiedener *Gossypium*-Arten gewonnen. Nach der Ausbildung der Haare ziehen sich die Protoplasten aus diesen zurück.

Papierbereitung. Wegen ihrer Dauerhaftigkeit und ihrer weißen Farbe ist die Zellulose als Schriftmaterial vorzüglich geeignet, am meisten die aus langen Fasern bestehende Leinwand. Leinenpapier ist in Deutschland seit dem 9. Jahrh. n. Chr. in Gebrauch.

Zuerst werden die Haden (Lumpen) gereinigt, dann durch scharfe Messer einer Maschine fein zerschnitten („Halbstoff“), mit Chlor gründlich gebleicht und nun noch weiter verfeinert, so daß die mit Wasser vermischte Masse („Ganzstoff“) eine milchige Beschaffenheit hat. — Büttenpapier. Aus dem Ganzstoff schöpft man früher mittels Bütten, sehr feiner Haarsiebe, kleine Mengen aus. Der größte Teil des Wassers floß durch die Sieböffnungen ab; dann legte man das dünne Blatt auf einen Wollfilz, deckte einen zweiten Filz darüber, auf diesen ein zweites Blatt, dann wieder einen Wollfilz usw. und brachte schließlich den ganzen Haufen zwischen starke Pressen.

Endloses Papier. Gegenwärtig läßt man den Ganzstoff ununterbrochen auf ein feines Metallsieb abfließen, das in der Form einer Schnur ohne Ende sich fortbewegt und das noch sehr nasse und lose Papierblatt auf eine Filzdecke, eine zweite Schnur ohne Ende, leitet, die nun den Papierstreifen zwischen zwei warme Walzen führt. So wird das Papier getrocknet und geglättet. Der noch immer lockere und Wasser begierig anziehende Zellulosefilz (Böschpapier!) wird geleimt, indem man ihn nacheinander durch eine Lösung von Harz in Natron (Natronseife) und Alaunlösung führt. Dabei bildet sich harzsaure Tonerde, welche die Poren des Papiers vollständig ausfüllt. Zeichenpapier ist nur oberflächlich geleimt. Der endlos sich auf einer Trommel aufwickelnde Papierstreifen wird dann in passenden Stücken abgeschnitten.

Bergamentpapier. Wenn man Filtrierpapier einige Sekunden lang in eine Mischung von 1 Vol. Wasser und 2 Vol. H_2SO_4 taucht (Vorsicht!), der man einige Tropfen NH_3 zugesetzt hat, und dann sofort in reinem Wasser auswäscht, so erhält man vegetabilisches Pergament, das in Wasser aufquillt, ohne zu zerfallen, durchscheinend ist und wie Stärke auf Jod mit blauer Farbe reagiert. Wegen seiner nahen Verwandtschaft mit Stärke (Amylum) nennt man es Amyloid.

Holzpapier. Der massenhafte Papierverbrauch in der Gegenwart machte es nötig, auch andere Zellulosemassen für die Papierfabrikation brauchbar zu machen. Am meisten eignet sich hierzu das Holz etwa

15-jähriger Weisstannen. Die Hölzer werden in dünne Brettchen zerschnitten, in einem riesigen Kessel unter etwa 10 Atmosphären Druck in einer Lösung von saurem schwefligsaurem Kalk gekocht. Letzterer löst das im Holz enthaltene Harz und das Eiweiß auf, so daß im wesentlichen nur Zellulose übrig bleibt. Nach dem Kochen wird das Holz ausgeschwemmt, zerstampft, in Wasser ausgelaugt und kann nun in der Papiermaschine zu endlosem Papier verarbeitet werden. Das fertige Produkt, die Sulfitzellulose, verdrängt gegenwärtig die Verwendung der teuren leinenen Lumpen immer mehr. Das Papier unserer Zeitungen besteht fast ganz aus diesem Stoff.

Versuche. 1. Leimen des Papiers. In einer Porzellanschale wird Natrium aufgelöst und mit Kolophonium gekocht; es entsteht harzsaures Natrium. 2. Filtrierpapier erst in diese Lösung, dann in Alaunlösung getaucht, gibt: geleimtes Papier. 3. Saurer schwefligsaurer Kalk. In einem Arzneiglase wenig Wasser mit gelöschtem Kalk. Wenn man in der Flasche wiederholt Schwefel verbrennt, löst sich der Kalk: saurer schwefligsaurer Kalk.

Aufg. 1. Warum würden Pflanzenfasern, die noch Eiweiß enthalten, nicht dauerhaft sein? 2. Woran erkennt man, daß Druckpapier nur schwach geleimt ist? 3. Warum dürfen in Wasser lösliche Stoffe in den Zellen der Papiermasse nicht zurückbleiben? 4. Die Bleichung mit H_2SO_3 ist nicht dauerhaft; wie zeigt sich dies am Holzpapier? 5. Visitenkarten sind mit Kalk und $PbCO_3$ gesteiht; wie werden sie sich in einem Strom von H_2S verhalten? 6. Vergl. die Reaktion des gewöhnlichen Papiers mit der des Amyloids! 7. Worauf beruht die Festigkeit des Leinenfadens? der Gewebe?

Kap. 52.

Stärke (Amylum). Dextrin. $C_6H_{10}O_5$.

Nachweis in der Pflanze. Vers. 1. Wenig Stärke mit viel Wasser in einem Arzneiglase geschüttelt; bei Zusatz von Jodlösung tritt eine Blaufärbung ein. 2. Eine Scheibe aus einer Kartoffelknolle wird bei Behandlung mit Jodtinktur blau. 3. Ein mikroskopischer Schnitt aus der Kartoffel wird über die erwärmte Jodflasche gehalten. Unter dem Mikroskop sieht man blaue Stärkekörner von verschiedener Größe in Zellen eingeschlossen (Fig. 43). 4. Ein mikroskopischer Schnitt aus einem Weizenkorn ebenso behandelt. In den äußeren Zellen keine Stärke, dagegen in den inneren. 5. Ein mikroskopischer Schnitt aus dem Weizenkorn wird in konzentrierte Rohrzuckerlösung gelegt und an den Rand des Zuckertropfens

ein Tropfen konzentr. Schwefelsäure gebracht. Der Inhalt der äußeren Zellen färbt sich rubinrot, ist Meuron, d. i. Eiweiß. 6. Weizenmehl in Essig geschüttelt. Nachdem sich das Mehl auf dem Boden des Glases abgesetzt hat, wird es mikroskopisch untersucht; es enthält kein Meuron mehr.

Gewinnung. Die Stärke kommt in Knollen und Samen der Pflanzen vor, ist hier in Zellen eingeschlossen und kann nur gewonnen werden, indem man die Zellwände mittels einer Reibe (Kartoffelstärke im Haushalte), zwischen Mühlensteinen (Getreide) oder im Kartoffeldämpfer (s. Kap. Branntwein!) zerreißt. Die Kartoffelstärke besteht aus großen Körnern, die Weizenstärke aus kleinen. Im Weizenmehl ist die Stärke mit Meuron vermischt. Essigsäure löst das Meuron auf; man gewinnt deshalb die Weizenstärke, indem man das Weizenmehl mit Essig behandelt.

Kleister. In heißem Wasser quillt die Stärke zu Kleister auf, indem sich Wasser zwischen die Blättchen drängt. Beim Plätten der mit Kleister gesteiften Wäsche wird der Kleister hornartig. Sago ist halb verkleisterte, auf heißen Platten hornartig gewordene Stärke.

Dextrin. Erwärmt man trockene Stärke im Sandbade mäßig unter stetem Umrühren, so färbt sie sich gelblich und ist nun in Wasser löslich: Dextrin $C_6H_{10}O_5$. Das Dextrin dient vielfach als Ersatz für arabisches Gummi (deshalb

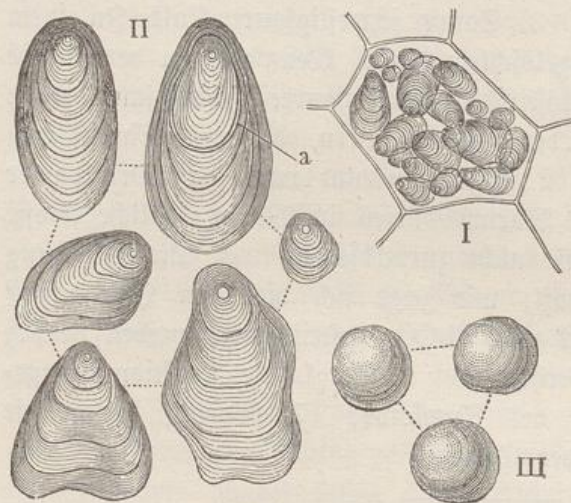


Fig. 43.

Stärfekörnchen.

I. Eine Parenchymzelle aus der Knolle der Kartoffel, dicht mit Stärfekörnchen erfüllt; Vergr. 150. II. Einzelne Körnchen aus derselben, die Schichtung zeigend; Vergr. 600. III. Stärfekörnchen aus dem Weizenkorn; Vergr. 600.

„Stärkegummi“) zum Leimen von Papier, an Briefmarken, zur Befestigung der Zündhölzchenkuppen, als Appretur in Geweben usw.

Isomerie (b. h. Gleichteilung). Zellulose, Stärke und Dextrin haben dieselbe chemische Zusammensetzung, sind isomere Körper, ihr physikalisches Verhalten ist jedoch ungleich. Dies ist dadurch zu erklären, daß die Anordnung der Atome in den Molekülen bei ihnen verschieden ist.

Aufg. 1. Wie erklärt es sich, daß die Kruste des Brots hornartig dicht ist? 2. Wie ist die Blaufärbung des Natriumstärkepapiers in der

Nähe elektrischer Funken zu erklären? 3. Warum ist es berechtigt, die Stärke ein Kohlenhydrat zu nennen? 4. Warum ist es bei der Dextrinbereitung notwendig, die Stärke umzurühren? 5. Wo in der Pflanze entsteht die Stärke? woraus? 6. Wie ist sie dort nachweisbar? 7. Wie gelangt sie in die Knollen und Körner? 8. Welchem Zwecke soll sie hier dienen? 9. Welche Verwendung findet sie im Haushalte? 10. Wie würde man verfahren müssen, um auf Leinwand eine blaue Zeichnung hervorzubringen? eine schwarze?

Kap. 53.

Stärkezucker und Traubenzucker. $C_6H_{12}O_6$.

Darstellung des Stärkezuckers. Versuche. 1. In 100 g Wasser gibt man 40 Tropfen Schwefelsäure, bringt es ins Sieden und setzt dann 30 g mit wenig Wasser zu einem Brei angerührte Stärke in kleinen Mengen so nach und nach hinzu, daß die Flüssigkeit nicht aus dem Kochen kommt. Die Flüssigkeit klärt sich bald, und die Jodprobe ergibt, daß keine Stärke mehr vorhanden ist. Abkühlen. Durch Zusatz von Kreidepulver wird die Schwefelsäure gefällt. Die Flüssigkeit filtriert man von dem Gips ab, dampft sie ein und hat nun Stärkezucker.

2. Gerstenmalz wird in einer Kaffeemühle zerschrotet und dann in warmes Wasser gebracht, das Wasser nach Verlauf einer Stunde abfiltriert. Den erhaltenen Malzauszug setzt man einem dünnen Stärkekleister zu und hält letzteren einige Zeit auf etwa 70° . Das Gerstenmalz enthält Diastase, die sich in Wasser auflöst und die Stärke anregt, noch 1 Mol. H_2O aufzunehmen und sich so in Stärkezucker umzuwandeln.

3. Dünner Stärkekleister in einem Probierglase erhält einen Zusatz von etwas Speichel, wird dann im Wasserbade kurze Zeit auf etwa 40° gehalten. Der Speichel enthält Ptyalin, das ebenso wie die Diastase wirkt.

Stärke läßt sich also durch Schwefelsäure, Diastase und Ptyalin anregen, 1 Mol. Wasser aufzunehmen. Dadurch wird sie zu Stärkezucker ($C_6H_{12}O_6$). Körper, die wie die Schwefelsäure, die Diastase und das Ptyalin auf andere Stoffe umbildend wirken, ohne sich selbst mit ihnen zu verbinden, nennt man Enzyme. Die Verzuckerung der Stärke mittels H_2SO_4 wird in besonderen Fabriken im großen betrieben, und der gewonnene Stärkezucker dient zur Bereitung von Kunstweinen und zur Verbesserung sehr saurer Weine. In der Pflanze wird alle in den Blättern bereitete Stärke durch die Diastase in Zucker umgewandelt, damit sie an die Stätten des Verbrauchs, in die nicht grünen Teile und in

die Nahrungsspeicher befördert werden kann. Ebenso muß die in den Nahrungsspeichern (Samen, Knollen, Rhizomen usw.) vorhandene Stärke bei der Keimung wieder in Stärkezucker übergeführt werden, damit sie in den Keimling gelange. Von der Zucker bildenden Kraft der Diastase macht man in der Bierbrauerei und Branntweinbrennerei Gebrauch.

Das im Mund- und Bauchspeichel vorhandene Ptyalin bewirkt die Verzuckerung der Stärke, macht dadurch diesen wichtigen Nährstoff löslich und auffaugbar. Säuglingen im Alter bis etwa zu einem halben Jahre fehlt noch das Ptyalin des Bauchspeichels; stärkehaltige Nahrungsmittel sind also für solche Kinder nicht bekömmlich.

Fehlingsche Zuckerprobe. Vers. 1. Eine Lösung von CuSO_4 wird mit einer Alkalilösung (KOH) versetzt und gibt einen blauen Niederschlag von $\text{Cu}(\text{OH})_2$. 2. Erhitzt man die Mischung, so scheidet sich schwarzes Kupferoxyd, CuO , aus. 3. Setzt man der Mischung Rohrzuckerlösung zu, so bleibt sie unverändert, gibt auch beim Erwärmen wieder schwarzes CuO . 4. Fügt man aber Stärkezucker hinzu, so löst sich das Kupferoxydhydrat und man erhält eine blaue Lösung. 5. Schon bei schwacher Erwärmung scheidet sich aus ihr rotes Kupferoxydul aus. — Im Urin der Zuckerkranken läßt sich auf diese Weise das Vorhandensein von Zucker leicht nachweisen.

Zucker in Früchten und Blüten. Trauben, unser Beerenobst, die Birnen und andere Früchte enthalten in dem Fruchtfleische auch Zucker, Traubenzucker. Dieser ist aber weit weniger süß als der Rohrzucker. Weil das Fruchtfleisch der Früchte dem Keimling nicht zur Nahrung dienen soll, sondern nur den Zweck hat, Süßigkeiten liebende Tiere (Vögel!) anzulocken, damit sie den Samen verbreiten, erzeugen die Pflanzen diese Art von Zucker nur in geringer Menge. Wir brauchen den Traubenzucker nicht als Versüßungsmittel, sondern lassen ihn unter Einwirkung der Hefepilze vergären und erhalten so verschiedene Arten von Wein. Traubenzucker im Urin der Zuckerkranken. Der Honig enthält eine dritte Zuckerart, den Fruchtzucker. Die Honigsäfte der Blüten dienen dazu, Insekten anzulocken, damit sie die Bestäubung der Blüten besorgen. Bevor durch die Kreuzzüge der Rohrzucker in Europa bekannt wurde, war der Honig das einzige Versüßungsmittel.

Aufg. 1. Warum ist die Pflanze genötigt, die Stärke in Zucker umzuwandeln? 2. Warum wandelt das Getreide den Zuckergehalt der unreifen Körner beim Reifen in Stärke um? 3. Untersuche reife und unreife Birnen, Rosinen, Möhrensaft, getrocknete Apfelschnitte, gekeimte Weizenkörner auf das Vorhandensein von Traubenzucker. 4. Für was

für Speisen ist das längere Verweilen im Munde besonders notwendig? 5. Das Ptyalin soll besonders von den Ohrspeicheldrüsen abgesondert werden. Welche Regel für das Kauen ergibt sich hieraus? 6. Welchen Zweck hat das Wasser des Mundspeichels?

Kap. 54.

Rohrzucker oder Rübenzucker. $C_{12}H_{22}O_{11}$.

Versuche. 1. Eine Lösung von Rohrzucker wird andauernd gekocht, bis das Wasser nahezu verdampft ist. Der Zucker färbt sich gelb. — 2. In eine dicke kochende Lösung von Rohrzucker bringt man einige Tropfen Zitronensaft. Die Masse wird sogleich dünnflüssig und läßt sich auch durch fortgesetztes Kochen nicht wieder in die feste Form überführen. Aus dem Rohrzucker ist Invertzucker geworden. So erhalten die Hausfrauen durch Einkochen von Beerenobst mit vielem Rohrzucker verschiedene Arten von Gelee. — 3. Ätzkalk wird mit Rohrzuckerlösung übergossen. Es entsteht eine Lösung von zuckersaurem Kalk. — 4. In destilliertem Wasser gequirltes und dann filtriertes (also flüssiges) Eiweiß bringt in Kalkwasser eine Fällung hervor: eiweißsaurer Kalk.

Gw. Am reichlichsten kommt der Rohrzucker im Zuckerrohr und in der Zuckerrübe vor; im ersteren macht er bis zu 18% des Stengelgewichts aus, in der Zuckerrübe früher 6%, infolge verbesserter Kultur aber gegenwärtig bis 16% des Gewichts. Für Deutschland ist die Zuckerrübe von größter Bedeutung. Die Rüben werden erst gewaschen und geschält, dann von einer Maschine in etwa 5 cm lange und 1 cm breite Streifen geschnitten; diese werden darauf bei etwa 50° mit Wasser ausgelaugt (Diffusionsverfahren). Außer Zucker diffundieren auch Säuren, Albumin und lösliche organische Verbindungen.

Reinigung. Um den Zucker aus der Lösung zu gewinnen, muß man ihn eindampfen. Vorher aber müssen die Fruchtsäuren aus der Lösung ausgeschieden werden, weil man sonst nur gallertartigen Invertzucker erhalten würde, und das Albumin ist auszuscheiden, weil Zucker in Gegenwart von gelöstem Albumin langsam vergärt.

Um die Säuren und das Albumin auszuscheiden, schüttet man in den Zuckerfabriken in den aus den Rüben gewonnenen heißen Saft zentnerweise Ätzkalk. Es entstehen fruchtsaurer und eiweißsaurer Kalk, feste Stoffe, die man durch Filtrieren des Saftes entfernt. Zugleich hat sich aber auch zuckersaurer Kalk gebildet, der zunächst gelöst bleibt. Durch Einleiten eines Kohlenäurestromes wird der zucker-

saure Kalk in kohlensauren Kalk umgewandelt, der als unlöslicher Körper nun auch abfiltriert werden kann. Noch enthält die Lösung einen dunklen Farbstoff, viel Wasser und Fruchtzucker. In einem kleinen Ofen verbrennt man Schwefel, und das entstehende Schwefeldioxyd (SO_2) wird in den Zuckersaft geführt und bleicht diesen. Nun beginnt das Eindampfen des Zuckers. Es geschieht bei niedriger Temperatur (60°), weil der Zucker sich sonst bräunen würde. Um trotzdem schnell mit dem Eindampfen fertig zu werden, müssen Luft und Wasserdampf beständig aus den Abdampfpfannen entfernt (Vakuumpfannen) werden. Diese sind deshalb oben luftdicht verschlossen und stehen mit einer Luftpumpe in Verbindung. Um den Rohrzucker von dem gleichfalls vorhandenen Fruchtzucker zu scheiden, gelangt der Zucker jetzt in die Zentrifuge, wo der schleimige Fruchtzucker von der Zentrifugalkraft durch die siebartigen, engen Öffnungen eines schnell kreisenden Gefäßes geschleudert wird. Zur vollständigen Reinigung des Rohrzuckers von anhaftenden Sirupteilchen löst man letztere in einem Strom heißen Dampfes auf und wendet die Zentrifuge nochmals an (Raffinieren). Der halbflüssige Zucker wird dann in kegelförmige Gefäße gefüllt und bildet nun Zuckerhüte.

Geschichtliches. Bis zur Zeit der Kreuzzüge brauchte man im ganzen Abendlande als einziges Versüßungsmittel Honig. Durch die Kreuzzüge wurde man mit dem Rohrzucker bekannt, der damals ausschließlich aus dem in der heißen Zone heimischen Zuckerrohr gewonnen wurde. Venezianische Kaufleute begannen jetzt den Vertrieb des sehr geschätzten, kostbaren Gewürzes. Doch brauchte man lange Zeit nur den süßen Saft, so wie er aus dem Zuckerrohr gewonnen war. Um 1400 lernte man den Zucker auskristallisieren, um 1500 ihn raffinieren. Dadurch war der Zucker zu einer leicht versendbaren Handelsware geworden. Schon 1506 pflanzte man Zuckerrohr auf den Antillen an. Bald wuchs hier, begünstigt durch die billige Arbeitskraft zahlloser Negerflaven, die Produktion ins Riesenhafte, so daß der Zuckerrohrbau auf Sizilien, wohin er durch die Araber verpflanzt worden war, wieder einging. Infolge dieser Überproduktion konnte auch, als der Berliner Chemiker Marggraf 1747 den Rohrzuckergehalt der Zuckerrübe nachwies, der Zuckerrübenbau nicht eher aufkommen, als bis durch die Kontinentalsperre die Einfuhr amerik. Zuckers unmöglich gemacht worden war. Nach Aufhebung der Sperre entwickelte sich der Rübenbau unter dem Schutze eines Eingangszolles für fremdländischen Zucker, durch Hebung des Zuckergehalts der Rüben von 6 auf 16% , durch Verbesserung der Fabrikationsweise und durch Zurückerstattung der bei der Fabrikation gezahlten Steuer bei der Ausfuhr

(sog. „Exportprämien“) so sehr, daß Deutschland jetzt sogar viel Zucker nach Amerika ausführt.

Aufg. 1. Wie läßt sich eine Verfälschung des Zuckers mit Schwerspat feststellen? 2. Das Zuckerrohr wird vor dem Aufblühen der Pflanze abgeschnitten; warum? 3. Welchem Zwecke soll der Zucker der Zuckerrübe dienen? 4. Vergl. das Verhalten von Zucker zu Kalk mit dem des Harzes zu Alaun! 5. Welche anderen wichtigen Erfindungen fallen um das J. 1500? 6. Jede Zuckerfabrik hat auch einen Kalkbrennofen. Zweck?

Die Gärungsgewerbe.

Kap. 55.

Die Weinbereitung.

Der Inhalt der Weinbeere besteht aus etwa 78% Wasser, 12%—29% Zucker (Trauben- und Fruchtzucker), 0,71% Säuren, kleinen Mengen Albumin und Pflanzenschleim, sowie den Kernen. Der Wassergehalt ist geringer, wenn die Beeren am Stock überreif geworden oder nach dem Abpflücken getrocknet worden sind (Ausbruchweine). Der Gehalt an Zucker ist in südlicheren Breiten und wärmeren Lagen am größten, steigt hier bis auf 29%; auch von der Art der Reben ist der Zuckerreichtum abhängig. An Säuren enthalten die Weinbeeren vorzugsweise Wein-, Apfel- und Gerbsäure, und zwar um so reichlicher, je weniger reif sie sind. Die Säuren sind meist an Kalium gebunden (Weinstein, d. i. doppeltweinsaures Kalium).

Gärung. Sobald die reifen Trauben gelesen und in der Traubenmühle zwischen geriesten Walzen ausgepreßt worden sind, beginnen die (meist von Fliegen und Ameisen unfreiwillig an die Trauben getragenen) Hefepilze (Fig. 44) ihr Werk. Sie nähren sich von Albumin, nehmen kleine Mengen Zucker auf, um Zellhäute zu bilden, wachsen schnell heran und vermehren sich durch Sprossung (Sproßpilze) sehr schnell. Bei ihrem Atmungsprozesse zersetzen sie Zucker in Alkohol und Kohlensäure:

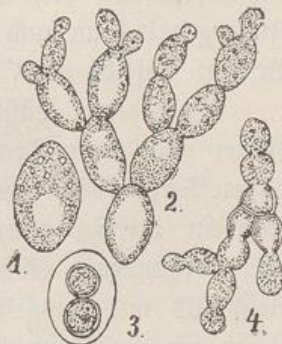
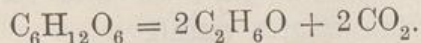


Fig. 44.

Hefepilze.

1. Ein Pilzchen.
2. Eine durch Sprossung entstandene Kolonie.
3. Ein Pilz mit zwei Sporen.
4. Drei auskeimende Sporen (stark vergrößert).

Diesen Vorgang nennt man Gärung. Die Gärung geht so stürmisch vor sich, daß der Most sich bald trübt, dann sogar mit einer dichten Decke von Hefepilzen und Kohlensäurebläschen bedeckt wird. Ist das Eiweiß zum größten Teil verzehrt, so mäßigt sich die Gärung, und die Decke auf dem Most verschwindet. Es entsteht die Gefahr, daß durch Essig- und Milchsäurepilze, die in den Most fallen könnten, eine saure Gärung bewirkt würde. Deshalb füllt man den Most jetzt in Fässer, verspundet diese Lose und füllt sie täglich nach (Nachgärung). Nach 2—3 Monaten ist die Nachgärung beendet; der Wein wird mittels Saugheber in reine Fässer übergefüllt. Erst nach und nach entstehen in dem Weine diejenigen duftenden Öle, welche man die Blume, das Bukett des Weins nennt.

Süße und saure Weine. Der Eiweißgehalt der Trauben ist ziemlich feststehend. Wenn die Hefepilze ihr Wachstum aus Mangel an Eiweiß einstellen, ist der ganze Zuckergehalt eines zuckerarmen Mostes vergoren, so daß sich in dem Weine die Säuren bemerkbar machen. Je kälter die Lage des Weinbergs und das Jahr, um so saurer der Wein. In zuckerreichem Moste bleibt bei Beendigung der Gärung stets noch ein ansehnlicher Rest von Zucker zurück: Süßwein. Bei einem größeren Zuckergehalt kann auch eine reichere Menge Alkohol entstehen (starke Weine). Beträgt dieselbe aber 16%, so stellen die Hefepilze ihre Tätigkeit ein.

Rotwein. Läßt man den Most über den Schalen und Kernen blauer oder roter Trauben gären, so löst der Alkohol aus den Schalen roten Farbstoff, aus den Kernen Gerbsäure auf. Man erhält einen Rotwein, der sich ganz allein klärt, indem die Gerbsäure einen Teil des noch vorhandenen Eiweißes fällt, wobei der den Wein trübende Schleim gleichfalls mit ausgeschieden wird. Aber nur in den sauren Weinen bleibt ein Rest unverbrauchten Eiweißes zur Fällung übrig. In den süßen Weinen wird alles Albumin durch die Hefepilze verzehrt; man muß also Eiweiß (Häusenblase, Eieralbumin, Leim) zusetzen.

Weinverbesserung. In kalten und nassen Sommern bildet sich in den Trauben viel Säure, aber wenig Zucker. Der Wein würde also sehr sauer sein. Er muß entsäuert und gleichzeitig mit Zucker bereichert werden. Dies erreicht man, indem man Zuckerkalk zusetzt; die Säuren des Weins machen den Zucker frei, verbinden sich mit dem Kalk und werden mit diesem gefällt.

Kunstwein. Durch Übergießen der ausgepreßten Schalen und Kerne mit Wasser, durch Zusatz von Malzzucker und Heidelbeerfaß erhält man eine vergärbare rote Flüssigkeit, die noch eine kleine Menge der dem Wein eigentümlichen Säuren enthält.

Um Schaumweine zu erhalten, muß der Wein bereits in Flaschen gefüllt werden, wenn die Gärung noch nicht ganz vollendet ist. Die sich dann bildende Gese entfernt man, indem man die Flaschen für einen Augenblick öffnet.

Pasteurisieren. Der Wein ist verschiedenen Krankheiten unterworfen. „Rahm“ (d. h. Kolonien von Essigpilzen) wandelt den Alkohol in Essig um; andere Pilze machen den Wein „lang“, d. h. fadenziehend, und bitter. Alle diese Pilze tötet man, indem man den Wein nach der Anweisung des franz. Chemikers Pasteur bis auf 60° erwärmt.

Obstweine liefern die geringeren Obstarten: Johannisbeeren usw.

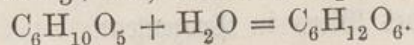
Aufg. 1. a) Welchen Zweck hat das Ausschwefeln der Weinfässer? b) Welcher Körper wirkt dabei reinigend? 2. Wie verändert SO₂ den Rotwein? 3. Beim Lagern des Weins setzen sich Weinstein und gerbf. Farbstoffe an die Wände des Gefäßes an; wie verändert sich dabei der Geschmack des Weins? 4. Warum ist der Aufenthalt in Garkellern ungesund? 5. Warum stellt man Flaschen mit Schaumwein in Eiskübel? 6. Mit Wasser verdünnter Honig ist zu Met vergärbar; wie ist es zu erklären, daß die Metgewinnung ganz aufgegeben ist? 7. Warum sprudelt der Schaumwein aus der Flasche hervor, sobald der Kork gelüftet ist?

Kap. 56.

Bierbereitung.

Der Inhalt der Getreidekörner kann nicht direkt vergoren werden, weil das Eiweiß in fester Form und statt des Zuckers fast nur Stärke vorhanden ist. Es muß also das Eiweiß peptonisiert, die Stärke in Zucker umgewandelt werden. Jede Bierbrauerei hat ihren festen Kundenkreis, der das von ihr bereitete Bier bevorzugt. Die verschiedenen Arten der Biere unterscheiden sich hauptsächlich durch den Gehalt an Alkohol; dieser aber schwankt nur innerhalb sehr enger Grenzen (3%—6%). Weil der Alkoholgehalt von dem Stärkereichtum des verwandten Mehles und der Menge des zugesetzten Wassers abhängig ist, eignet sich für die Bierbereitung die Gerste am meisten, denn ihr Stärkegehalt (etwa 54%) schwankt sehr wenig und Diastase bildet sich in ihr reichlich. (Berliner Weißbier aus Weizen!)

Das Mälzen. Die Gerste wird erst im Quellbottich in warmem Wasser aufgequellt und dann auf der Haufentenne unter Ausschluß des Lichts bei mäßiger Wärme zum Keimen gebracht. Dabei bildet sich ein eigentümlicher Eiweißstoff, die Diastase, die als Enzym wirkt, nämlich die Stärke anregt, noch ein Mol. H₂O aufzunehmen.



Dabei nimmt auch das Eiweiß flüssige Form an. Damit der Keimling nicht die Nährstoffe verbrauche, tötet man ihn, indem man das Gerstenmalz auf dem Schweißboden erhitzt und austrocknet.

Das Maischen. Durch das Dörren ist die Diastase nicht zerstört worden. Um die angefangene Verzuckerung der Stärke zu vollenden, muß das Malz jetzt zerschrotet und dann im Maischbottich mit vielem Wasser von 70° — 75° vermischt werden. Der süßliche Geruch beweist die Zunahme der Maltose (Stärkez.) in der Maische; die Jodprobe zeigt an, ob alle Stärke verzuckert ist.

Das Würzekochen und das Hopfen. Die von den Trebern abgeseihete Flüssigkeit nennt man Würze. Sie ist zu wasserreich, muß deshalb durch mehrstündiges Sieden in der Würzepfanne eingedampft werden. Bei der Vergärung soll eine kleine Menge Zucker erhalten bleiben. Dies ist nur möglich, wenn die Hefepilze aus Mangel an



Fig. 45.
Fruchtstand
des Hopfens.

Eiweiß in ihrer Vermehrung einhalten müssen. Noch ist die Würze zu eiweißreich. Durch Erhitzen wird das Albumin jetzt in fester Form ausgeschieden. Beim nachfolgenden „Hopfen“, d. i. beim Kochen der eingedampften Würze mit Hopfenzapfen (Fig. 45), wird durch die Gerbsäure der letzteren auch ein Teil des Kaserns gefällt. Auch löst sich aus dem Hopfen ein Bitterstoff und ein ätherisches Öl auf. Die Würze bekommt also Geruch und Geschmack.

Das Abkühlen. Jetzt kann die Würze vergoren werden. Zu diesem Zwecke ist sie auf etwa 8° abzukühlen. Bei 30° — 25° geht die Entwicklung der Milchsäurepilze am lebhaftesten vor sich. Damit das Bier nicht sauer wird, muß die Abkühlung sehr schnell erfolgen. Dies wird dadurch erreicht, daß man der Würze in den Kühlschiffen, großen und flachen Gefäßen, eine sehr große Oberfläche gibt und den Raum mittels Kühlröhren stark abkühlt. Durch eine von einer Dampfmaschine in Tätigkeit gesetzte Luftpumpe wird in diesen Röhren eine starke Luftverdünnung und hierdurch eine rasche Verdampfung des Ammoniak und damit wieder eine starke Abkühlung erzielt.

Brauen. Der Gärprozeß wird in den Gärbottichen bewirkt. Durch Hinzugabe von Hefe wird der Vorgang beschleunigt und das Aufkommen von Milchsäurepilzen unterdrückt. Bei 12° — 15° geht die Gärung so schnell von statten, daß sich Oberhefe bildet (Obergärung); bei 6° — 8° bildet sich nur Unterhefe (Untergärung). Die Untergärung liefert dauerhafteres Bier (Winterbier).

Bestandteile des Biers in Prozenten:

	Wasser	C_2H_6O	Zucker u. Dextrin	Eiweiß
Weizenbier	86	5,08	7,73	0,87
Münchener Bock	87,70	4,20	7,10	0,56

Aufg. 1. Welchem natürl. Vorgange im Samenkorne entspricht das Mälzen? 2. Was würde a) aus dem Zucker, b) dem Eiweiß des Malzes werden, wenn das Dörren unterbliebe? 3. Vergl. Wein und Bier bezüglich der Zusammensetzung. 4. Welcher Arbeit bei der Wein-fabrikation entspricht das Hopfen des Biers? 5. Welchem Zwecke dient das Zerschroten des Malzes? 6. Bier in Flaschen trübt sich, wenn es einige Tage warm steht. Erkl.! 7. Warum schäumt Flaschenbier sehr heftig, wenn man die Flasche erwärmt hat? 8. Der „Extrakt“ des Biers hat etwa den Wert von Zucker (à kg zu 50 Pfg.); berechne danach den Nährwert von 1 l Bier! 9. Eine starke Abkühlung des Magens verlangsamt den Verdauungsprozeß. Schließe hieraus auf die Zweckmäßigkeit des Genusses von Bier zur Mahlzeit.

Kap. 57.

Spiritus. Branntwein. Liföre.

Destillation. Leichte Weine enthalten 7%—10%, schwere bis zu 18% Alkohol; der Alkoholgehalt des Biers schwankt zwischen 3%—6%

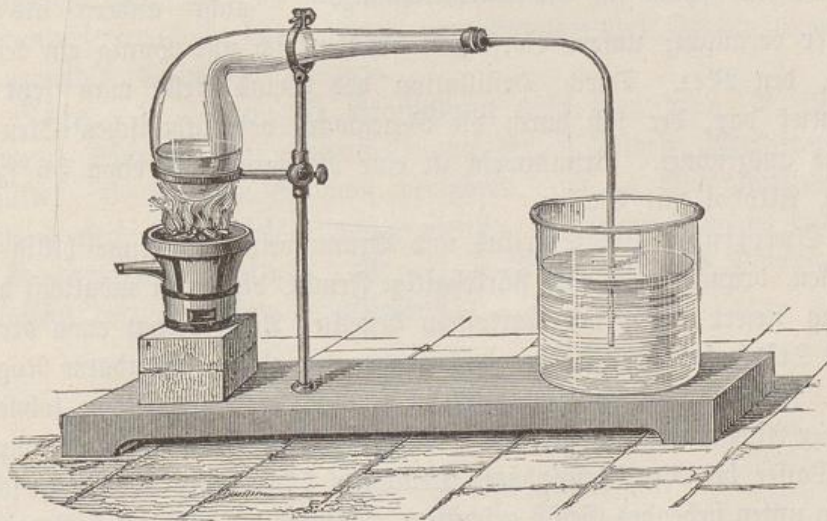


Fig. 46. Einfacher Destillier-Apparat.

und 7%. Eine Flüssigkeit, die mehr als 16% Alkohol hat, läßt sich durch Gärung allein nicht darstellen, weil die Gärungspilze durch mehr Alkohol in ihrer Tätigkeit gehemmt werden. Um ein alkoholreicheres

Getränk oder sogar absoluten Alkohol zu erhalten, muß man das Wasser von dem Alkohol ausscheiden. Dies ist möglich, denn Wasser siedet erst bei 100° , Alkohol dagegen schon bei 78° . Wird eine alkoholische Flüssigkeit erhitzt, so verdampft am reichlichsten der Alkohol, und wenn man den entstandenen Dampf durch eine Röhre fortleitet und nachher abkühlt,

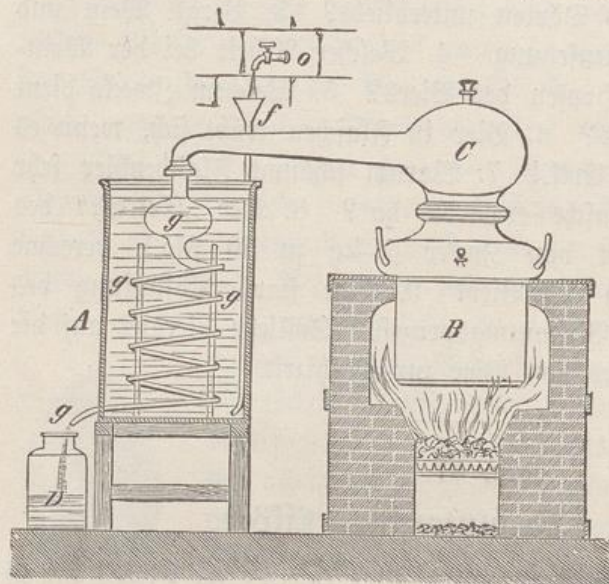


Fig. 47.

Destillier-Apparat für Branntweinbereitung.

so bekommt man eine mit Alkohol angereicherte Flüssigkeit. Diese Arbeit nennt man Destillieren. Durch Destillation des Weins erhielten die Araber um 800 n. Chr. als erste eine brennbare Flüssigkeit, die sie Alkohol, die Abendländer dagegen spiritus vini, d. h. Weingeist, nannten. Die alten Völker kannten also als stärkstes geistiges Getränk nur den Wein und tranken ihn meist nicht anders als mit Wasser vermischt; unsere Vorfahren brauten sich aus Honig ein leichtes Bier, den Met. Durch Destillation des Weins stellt man jetzt den Kognak dar, der sich durch die Gegenwart von ätherischen Ölen des Weins auszeichnet. Branntwein ist eine Mischung von etwa 36% bis 40% Alkohol mit Wasser.

Spiritus. Um Spiritus und Branntwein in Menge billig herzustellen, braucht man eine stärkehaltige Frucht, die einen möglichst hohen Ertrag liefert. Ein mit Kartoffeln bestellter Acker bringt etwa dreimal soviel Stärke hervor als ein gleich großer und ebenso fruchtbarer Roggenacker. Für die Spiritusfabrikation ist demnach der Kartoffelbau lohnender als der Anbau von Roggen. Die Kartoffeln werden in einem „Dämpfer“ mit Wasser bei vier Atmosphären Druck auf 150° erhitzt und dann schnell in ein unten stehendes Gefäß geschüttet. Infolge der plötzlichen Vergasung des in die Zellen eingetretenen Wassers zerreißen die Zellwände, so daß die Stärkekörner freigelegt werden. Die Kartoffeln haben Diastase erst im Frühling; die Getreidearten dagegen sind in jeder Jahreszeit zum Keimen fähig, entwickeln also in kurzer Zeit und stets reichlich Diastase.

Deshalb maischt man die Kartoffelstärke mit Gerstenmalz. Auf das Maischen folgt dann wie beim Bierbrauen das Abkühlen und dann die Gärung. Das Würzekochen und das Hopfen dagegen ist überflüssig, weil es hier gerade darauf ankommt, möglichst allen Zucker zu vergären. Neu hinzu tritt aber nach dem Gären das Destillieren oder Brennen. Die schwach alkoholische Flüssigkeit wird in eine große kupferne Destillierblase Fig. 47 B gefüllt und erhitzt. Die aufsteigenden Dämpfe leitet man durch die in einem Kühlgefäße A liegenden Windungen g eines Rohrs. Hier verdichten sie sich und tropfen in ein untergestelltes Gefäß D. Durch wiederholtes Destillieren erhält man endlich einen Spiritus, der nur noch wenige Prozente Wasser enthält.

Korn- und Kartoffelbranntwein. Der bessere Trinkbranntwein wird aus Roggen- und Weizenmehl gewonnen, und zwar destilliert man ohne weiteres die vergorene Maische. Dabei gehen dann auch einige andere bei dem Gärprozeß entstandene Körper, riechbare und schmeckbare Stoffe, über. Der aus Kartoffeln bereitete Spiritus enthält eine giftige Alkoholart, das Fuselöl. Dieses scheidet sich bei der Verdünnung des Spiritus auf 50% in Form sehr kleiner Tropfen aus und kann über Knochenkohle abfiltriert werden. Liköre werden aus Branntwein bereitet, indem man Wasser, ätherische Öle und Zucker zusetzt.

Denaturierter Spiritus. Geistige Getränke sind als Genußmittel von allen Staaten mit einer hohen Verbrauchssteuer belegt. Um durch diese nicht auch die Spiritus verbrauchenden Gewerbe zu drücken, ist denaturierter, d. h. durch Zusatz von übelriechenden Stoffen ungenießbar gemachter Spiritus, steuerfrei.

Aufg. 1. Warum ist Branntwein nicht brennbar? 2. Warum verbrennt Spiritus mit schwach leuchtender Flamme? Verbrennungsprodukte? 3. Wie müßte man verfahren, um in Brennschmelze das Vorhandensein von Fuselöl nachzuweisen? 4. Welche Gewerbe brauchen viel denaturierten Spiritus? Wozu? 5. Warum ist das Dämpfen der Kartoffeln dem Zerreiben vorzuziehen?

Kap. 58.

Wirkung des Alkoholgenusses.

1. Kein Nährwert. Der Branntwein und der Wein enthalten durchaus nicht die geringste Menge von Nährstoffen; der Wert der in einem Liter Bier enthaltenen Nährstoffe berechnet sich auf 3 bis 4 Pfennige. Die alkoholischen Getränke haben somit keinen nennbaren Nährwert.

2. Kein durststillendes Mittel. Zur Stillung des Durstes kann nur Wasser dienen. Im Bier und im Wein herrscht das Wasser gegenüber dem Alkohol stark vor; vom Branntwein macht es mehr als die Hälfte aus. Aber Alkohol zieht mit so großer Begier Wasser an, daß der Genuß größerer Mengen geistiger Getränke stets Durst erregt. Die alkoholischen Getränke stillen den Durst nicht, sondern erregen Durst.

3. Keine Hebung der Kräfte. Beim Gebrauche der Muskeln entstehen in diesen giftige Stoffe, die das Gefühl der Müdigkeit hervorrufen und während einer Ruhezeit durch den Blutkreislauf fortgeschafft werden müssen, damit die Muskeln zu neuer Arbeit fähig werden. Der Genuß von Alkohol regt die ermüdeten Muskeln zu lebhafterer Tätigkeit an, ohne daß jedoch die Ermüdungsstoffe fortgeschafft werden. Letztere sammeln sich vielmehr in wachsender Menge an, so daß die Abspannung um so stärker und die nötige Ruhezeit um so länger wird. Alkoholische Getränke heben die Kräfte nur scheinbar, bewirken vielmehr eine Zerrüttung der körperlichen Kräfte.

4. Stillung des Hungers. Um eine Mahlzeit zu verdauen, muß der Magen eine große Menge von Magensaft bereiten. Dies tut er, nachdem er seinen Inhalt in den Darm ausgeschüttet hat. Zu diesem Zwecke strömt den Magenwänden viel Blut zu. Das Hungergefühl zeigt an, daß sich der Magen erfolgreich zur Aufnahme einer neuen Nahrungsmenge vorbereitet. Der Genuß von Bier oder eines starken alkoholischen Getränkes bewirkt, daß sich die Aderwände des Magens zusammenziehen und daß sie das Blut in die Peripherie des Körpers treiben. Das Bier tut dies, weil es kalt ist, der Branntwein oder ein starker Wein durch den hohen Gehalt an Alkohol. Zwar schwindet dann das Hungergefühl, aber es bildet sich auch kein Magensaft mehr. Alkoholische Getränke vor der Mahlzeit sind also in der Regel der Verdauung hinderlich.

5. Gibt man gelöstes Eiweiß in starken Spiritus, so gerinnt das Eiweiß sofort und ist dann unverdaulich. Starke geistige Getränke machen also aus leichtverdaulichem Eiweiß unverdauliches Eiweiß.

6. Was den Menschen am auffälligsten über das Tier erhebt, ist, daß er verständig handelt, an dem Schönen und Guten Freude hat und seinen Gedanken und Gefühlen durch seine Sprache klaren Ausdruck geben kann. Der Berauschte handelt unverständlich, findet oft gerade an dem Häßlichen Freude und spricht verworren. Trunkenheit erniedrigt den Menschen zum Tier.

7. Sehr oft werden sonst sehr gutartige Leute in der Trunkenheit zu Verbrechern.

8. Fortgesetzter Mißbrauch der geistigen Getränke führt endlich zu einer vollständigen Zerrüttung der körperlichen, geistigen und sittlichen Kräfte, nicht selten sogar zum Säuferwahnsinn, und dieses Elend vererbt sich regelmäßig auf die Nachkommen.

9. Der Berauschte ist unfähig zur Arbeit, also auch unfähig zum Erwerben. Am schwersten trifft dieser Verlust junge Leute, die noch in der Entwicklung ihrer geistigen Kräfte und im Ansammeln von Kenntnissen begriffen sind, denn weil sie in ihrer Ausbildung zurückbleiben, erlangen sie nicht diejenigen Kenntnisse und Fähigkeiten, die sie später im Leben nötig haben. Sie bleiben für ihr ganzes Leben minderwertig. Mit Recht trifft den Trinker Geringschätzung.

10. Der Staat verliert an den Trinkern viele wertvolle Kräfte und muß große Summen aufbringen, um das Elend zu mildern, das die Trinker über ihre Familien gebracht haben.

11. Ein schwacher Magen wird durch ein Glas nicht zu starken Weins zu einer lebhafteren Absonderung von Magensaft angeregt. Doch nur der Arzt ist imstande, festzustellen, ob es rätlich ist, zu diesem Zwecke Wein zu trinken. Kindern ist Wein immer nachteilig.

Aufg. 1. Es ist nachzuweisen, daß 1 l Bier nur 3 bis 4 Pfennige Nährwert hat. 2. Sogar sonst leichte Krankheiten verlaufen bei Trinkern oft tödlich. Erkl.! 3. Warum ist Bier zur Mahlzeit nachteilig? 4. Trinker können der Versuchung, sich von neuem zu betrinken, fast nicht widerstehen. Erkl.! 5. Wie erklärt sich die bleibende Röte im Gesichte des Trinkers? 6. Warum ist es berechtigt, Trinkern mit Argwohn zu begegnen? 7. Dürfen Kinder Betrunkene verspotten? Grund! 8. Was tut Gertrud für ihre Kinder, als Dienhard betrunken heimkommt? Wie bringt sie Dienhard vom Trunk zurück? Welche anderen Mittel zu diesem Zwecke wären zu empfehlen?

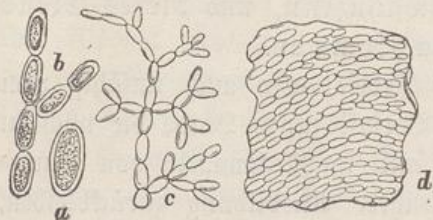
Kap. 59.

Essig.

Entstehung. Wenn Bier oder Wein längere Zeit in einem offenen Gefäße steht, bilden sich auf der Oberfläche kleine, weiße Flocken von Rahm oder Essigmutter (*Mycoderma aceti* Fig. 48d), und die Flüssigkeiten nehmen einen Geruch nach Essig an. Aus Spiritus, der mit der 10fachen Menge Wasser versetzt wird, entsteht im Laufe einiger Wochen ebenfalls Essig, wenn man in die Mischung stark mit Essig durchtränktes Schwarzbrot legt. Mit unverdünntem Alkohol, bei Luft-

abschluß, in der Kälte, sowie beim Fehlen von Essigmutter mißlingt der Versuch. Aus Alkohol wird Essig, indem 2 At. H durch O ersetzt

werden: $C_2H_6O + 2O = H_2O + C_2H_4O_2$ (Essigsäure).



M. A.

Fig. 48. Essigpilze.

a Einzelne Spore, b u. c Pilzverzweigungen, d Rahm.

Essigsäure ist demnach ein Drydationsprodukt des Alkohols; der Drydationsprozeß wird eingeleitet durch die Essigmutter, die zu ihrem Gedeihen Eiweiß und mineralischer Stoffe bedarf.

Weinessig. In alten Zeiten kannte man nur den Weinessig. Dieser zeichnet sich durch die Gegenwart der dem

Wein eigentümlichen duftenden Stoffe aus.

Schnelleßigfabrikation (Fig. 49).

Der Spriteßig wird aus Spiritus bereitet. Das geschieht in dem Essigständer, einem hohen, hölzernen Faße. Auf den durchlöcherten Boden wird das Essiggut, die alkoholische Flüssigkeit, gebracht. Von hier sickert es auf Buchenspäne, mit denen das Faß von oben bis zum zweiten durchlöcherten Boden erfüllt ist. Die Späne sind stark mit Essig durchtränkt worden. Durch Seitenöffnungen e tritt Luft ein. Infolge der Drydation findet eine Erwärmung statt. Diese bewirkt einen raschen Aufstieg der Luft durch die Glasröhren c im

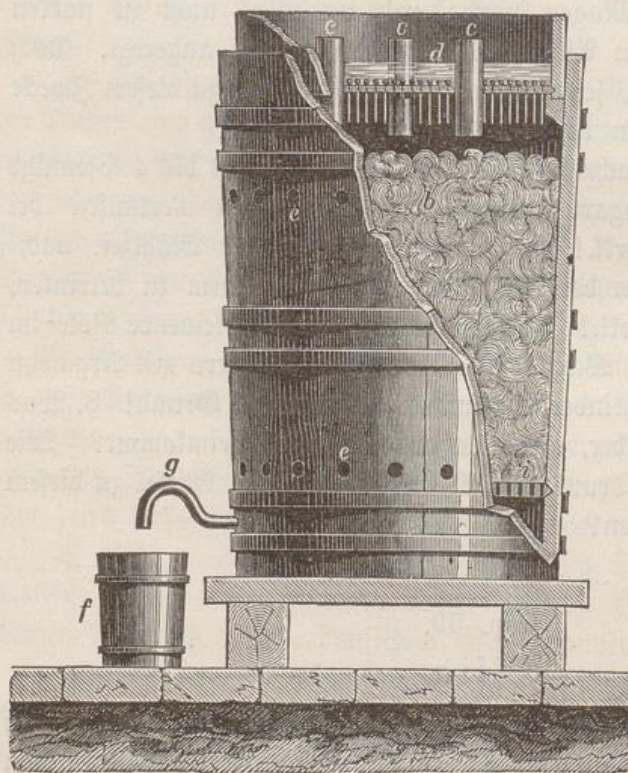


Fig. 49. Essigständer.

a Siebbütte, e e kleine Öffnungen, g Heberohr, i Siebboden, f Eimer.

oberen Boden des Essigständers. Die unten ausfließende Flüssigkeit ist ein Gemische von Wasser, Essigsäure und Weingeist und muß den Weg

durch den Essigständer noch ein- oder zweimal machen. — Speiseessig ist 5—7prozentige Essigsäure.

Holzeessig ist ein Destillationsprodukt des Holzes, meist mit Kreosot verunreinigt und deshalb verwendbar zur Schnellräucherung.

Essigsaure Salze: Bleizucker s. S. 104. Bleizuckerlösung löst Bleioryd auf; diese Flüssigkeit findet als Bleiwasser Verwendung zu Umschlägen. Grünspan und Schweinsfurter Grün s. S. 107.

Aufg. 1. Warum wird Branntwein nicht sauer? 2. Wie ist es zu erklären, daß Rotwein leicht sauer wird, Portwein dagegen nicht? 3. Warum geht die Essigbildung im Essigständer sehr viel schneller vor sich, als das Sauerwerden des Weins in der Flasche? 4. Warum ist Essig aus Bier nicht beliebt? 5. Wenn man eine blankfe Messer Klinge in eine Speise steckt, die Grünspan aufgelöst hat, so rötet sie sich. Erkl. 6. Warum säuert Bier im Sommer schneller als im Winter? 7. Das Brotmehl enthält Zucker, das Brot nach dem Backen u. a. Essigsäure. Welche Wandlungen hat der betr. Teil des Zuckers durchgemacht?

Kap. 60.

Gerbsäure.

Die käufliche Gerbsäure, das Tannin, ist ein schwach gelbliches Pulver, das sich in Wasser löst, von zusammenziehendem Geschmacke ist und blaues Lackmuspapier kräftig rötet.

Versuche. 1. Gerbsäurelösung mit einer Lösung von Eisenbitriol gemischt, gibt eine Fällung von schwarzem, gerbsaurem Eisen (H_2SO_4 wird frei).

2. Durch einen Zusatz von gelöstem Gummi arabicum wird das gerbsaure Eisen schwebend erhalten (Tinte).

3. Dieselbe schwarze Fällung erhält man auch, wenn man Rinde von Eichen, Birken, Walnuß, Sumach und zerstoßene Galläpfel in Wasser auszieht und der Flüssigkeit H_2SO_4 zusetzt.

4. Verschabtes Kernholz der Eiche, Erle, Birne, Kirsche usw. wird in Wasser ausgezogen und mit H_2SO_4 -Lösung vermischt. Schwärzung.

5. Beim Schälen eines Apfels läuft die Messer Klinge schwarz an.

6. Ein schwacher Abguß von Tee und Kaffee wird durch H_2SO_4 geschwärzt.

Vk. Die Gerbsäure ist also ein Produkt des Pflanzenkörpers und ist im Pflanzenreich sehr allgemein. Sie tötet Verwesungspilze und dient in der Rinde und dem Kernholze dazu, diese abgestorbenen und

doch unentbehrlichen Körper gegen Verwesung zu schützen. Wo sie, wie bei der Weide und der Schwarzpappel, dem Kernholze fehlt, verwest dieses, und der Baum wird mit der Zeit hohl.

Gw. Weil die Gerbsäure mit Eisen einen wertvollen schwarzen Farbstoff bildet und auch fäulniswidrig wirkt, findet sie zum Schwarzfärben und zum Gerben des Leders vielfache Verwendung. Man gewinnt sie hauptsächlich aus der Rinde 15—30 jähriger Eichen; besonders in Süddeutschland sind Eichen-Schälwäldungen häufig. Um sie leichter versendbar zu machen, laugt man die betr. Rinden und Hölzer in Wasser aus und dampft letzteres ein. So erhält man einen kräftigen Gerbsäure-Extrakt, der zum Färben und Gerben direkt verwandt werden kann. Um aber die Gerbsäure rein darzustellen, muß sie von der mit ihr verbundenen Basis (Kalium) getrennt werden, was mittels einer stärkeren Säure (H_2SO_4) geschieht.

Schwarzfärben. Versuche. 1. Ein weißer Wollen- oder Seidenlappen liegt einige Minuten in Gerbsäurelösung. Zieht man ihn jetzt durch H_2SO_4 -Lösung, so ist er echt schwarz gefärbt. 2. Derselbe Versuch mit einem Lappen a) aus Baumwolle, b) aus Leinen. Die Farbe läßt sich auswaschen. 3. Das Weiße aus einem rohen Ei wird in destilliertem Wasser gequirlt, dann erst durch ein Leinentuch und danach durch Papier filtriert. Setzt man der schwach gelblichen Lösung Gerbsäurelösung zu, so wird das Eiweiß als feste Masse gefällt (gerbsaures Eiweiß). 4. Ein Zusatz von Essigsäure löst das Eiweiß wieder auf.

Die Gerbsäure verbindet sich mit Eiweiß zu festem und unverdaulichem Eiweiß. Weil Kaffee und Tee ziemlich viel Gerbsäure, die Milch aber Eiweiß enthält, ist es unzweckmäßig, Tee und Kaffee mit Milch zu genießen. Auch das Fleisch ist ein Eiweißstoff. Ernährungsversuche haben ergeben, daß ein Drittel einer Mahlzeit Fleisch unverdaut bleibt, wenn gleich nach der Mahlzeit Kaffee getrunken wurde. Verdünnte Milch zum Abendbrot! Die tierischen Faserstoffe sind eiweißartig, nehmen also Gerbsäure auf und können mittels Eisen schwarz gefärbt werden. Die pflanzlichen Faserstoffe dagegen sind Kohlenhydrate, verhalten sich gegen Gerbsäure ablehnend und lassen sich mit Eisen nicht echt schwarz färben.

Zersetzung. Wird Gerbsäure in einem Probierglase bis auf etwa 200° erhitzt, so entweicht CO_2 (ein brennender Holzspan erlischt, Kalkwasser wird getrübt); an die kälteren Teile des Glases setzen sich weiße Blättchen von Pyrogallussäure ($C_6H_6O_3$) an, und im Glase bleibt eine dunkle Masse, Gallhuminsäure, zurück.

Pyrogallussäure, in eine alkalische Kupfervitriollösung gebracht, wirkt reduzierend (beim Aufkochen erhält man rotes Kupferoxydul). $AgNO_3$

wird durch $C_6H_6O_3$ reduziert, belichtetes Bromsilber schnell zersetzt; darauf beruht die Anwendung dieser Säure in der Photographie.

Gerben. Die tierische Haut besteht aus der Epidermis, der Lederhaut und der Fetthaut. Erstere ist in der unteren (Schleim-)Schicht aus Zellen mit Zellkern, in der oberen (Horn-)Schicht aus leblos gewordenen Hornplättchen aufgebaut; die Lederhaut besteht aus einem Gewebe von Bindegewebsfasern; die Fetthaut enthält große Fettzellen. Zur Lederbereitung ist also nur die Lederhaut verwendbar. Um die Epidermis und die Fetthaut zu entfernen, legt man die Häute eine kurze Zeit in Kalkmilch und schabt sie dann ab.

Die Schwellbeize. Sich selbst überlassen, würde die Lederhaut entweder eintrocknen und dann hart und unbiegsam werden, oder sie würde, in feuchtem Zustande, bald in Fäulnis übergehen. Um sie geschmeidig zu erhalten, muß zwischen die Fasern ein Stoff eingelagert werden, der verhindert, daß diese aneinanderkleben, und um sie den Angriffen der Fäulnispilze zu entziehen, muß man das Fibrin der Fasern in eine unlösliche Form überführen. Beides wird am vollständigsten erreicht durch Behandlung mit Gerbsäure. Vorher aber müssen die Fasern nach Möglichkeit voneinander entfernt werden. Dies geschieht durch die Schwellbeize, d. h. durch Einwirkung von verdünnter Schwefelsäure oder einer Milchsäurelösung. Hierbei schwellen die Häute bis auf das Doppelte der ursprünglichen Dicke an.

Gerben. Als Gerbstoff dient meist zerkleinerte Rinde von 15—30-jährigen Eichen (Lohe, Gerberlohe), gegenwärtig auch Quebrachoholz (das zerraspelte rote Holz eines argent. Baumes). Man legt in die Bohrgube abwechselnd Schichten von Gerbstoff und Häuten, gibt, um die Gerbs. zu lösen, viel Wasser zu. Dicke Häute erlangen erst nach 1—2 Jahren die nötige „Gare“. Um den Gerbprozeß zu beschleunigen, wendet man jetzt auch Gerbsäureextrakt an und vollendet die Gerbung dann in 2—3 Tagen.

In der Weißgerberei wird statt der Gerbs. Alaun und Rochsalz gebraucht und das fertige Produkt mit Fett tüchtig durchgeknetet. So erhält man eine sehr geschmeidige Ware (Glacé-Handschuhe), die aber von vielem Wasser wieder ausgeschwemmt wird. Mit Alaun wird auch die Gerbung von Pelzwerk bewirkt.

Sämisch Leder (Waschleder) erhält man, wenn die enthaarten und geschwellten Häute nur mit Öl oder Tran gewalkt, dann in Haufen aufgestapelt eine Zeitlang sich selbst überlassen werden, wodurch nicht nur eine Einhüllung der Faser, sondern eine ganz innige und sogar durch heißes Wasser nicht mehr zu lösende Verbindung derselben mit Fett erreicht wird.

Aufg. 1. Warum wird Leder schwarz, wenn man es in saures Bier taucht, in welchem Nadel liegen? 2. Wie verändert sich Seide beim Schwarzfärben im Gewicht? 3. Warum muß mittels Gerbs. gefärbtes Zeug nach dem Färben sorgfältig ausgespült werden? 4. Warum ist die Weißgerberei für Sohlleder nicht anwendbar? 5. Welchem Zwecke dient das Gummi der Tinte beim Schreiben? 6. Gerbsaures Eisenorydul ist nicht so tief schwarz wie gerbs. Eisenoryd. Welche Veränderung erleidet demnach Eisengallustinte nach dem Schreiben? 7. Wie ist es zu erklären, daß schwarze Seide in den Falten leicht bricht?

Kap. 61.

Fette.

Bedeutung. a) Im Pflanzenkörper. Viele Pflanzen (Wein, Kohlarten, Bucheckern, Kakao usw.) enthalten in ihren Samen statt der Stärke und neben derselben Fette, meist Ole. Das Fett dient im Keimprozeß zum Aufbau der Zellwände. Dabei wird es erst in Stärke verwandelt. Daraus erklärt es sich, daß ölhaltige Samen meist langsamer keimen als stärkehaltige.

b) Im Körper der Tiere bildet es unter der Lederhaut ein weiches Polster, das durch seine Elastizität die edlen inneren Organe gegen Stoß und Schlag und als schlechter Wärmeleiter gegen eine zu rasche Wärmeabgabe schützt (Wale, Flossensäugetiere). Schwimmbögel fetten ihre Gefieder aus der Bürzeldrüse ein; das Haarkleid der schwimmenden Säugetiere wird fettig durch reiche Absonderung von Hauttalg. Beides hat den Zweck, zu verhindern, daß Wasser an der Körperbedeckung hängen bleibt und dort durch Verdunstung dem Körper Wärme entzieht.

c) Für den Menschen. Im Körper des Menschen dient es wie im Körper der Tiere. Durch Zusatz einer mäßigen Menge von Fett zu den Speisen wird das Bedürfnis unsers Körpers an Eiweißstoffen auf ein geringes Maß gebracht; dies ist von größter Wichtigkeit, weil Eiweißstoffe durchweg fünfmal so teuer sind als Fette. Hauttalg, um die Hornhaut geschmeidig zu erhalten.

d) Technisch finden die Fette vielfache Verwendung; zur Beleuchtung (Kerzen, Öllampen, Fettgaslampen der Eisenbahnwagen); als Schmiermittel, um Leder geschmeidig zu machen und um in Maschinen die Reibung zu verhindern; in der Form von Ölanstrichen als Schutzmittel gegen das Rosten von Eisenteilen und gegen das Faulen des Holzes; in den Ölleidern der Seeleute, in den Segeln und im Tauwerk der Schiffe als Schutz gegen Nässe; auf eingemachten Früchten als Schutz

gegen Schimmelbildung; vor allem aber zur Darstellung von Pflastern und Seifen.

Verhalten a) zu Wasser. Die Fette schwimmen auf Wasser; spez. Gew. unter 1. Wenn Baumöl mit reinem Wasser geschüttelt wird, verteilt es sich in feinen Tröpfchen durch letzteres; die Tropfen steigen jedoch wieder empor. Fügt man dem Wasser etwas gelöstes Eiweiß zu und schüttelt es abermals mit Öl, so bleiben die Tröpfchen des Fettes im Wasser schweben und die Flüssigkeit bildet eine weiße Emulsion. Die Milch der Säugetiere ist eine solche natürliche Emulsion.

b) an der Luft. Alle Fette nehmen aus der Luft Sauerstoff auf; einige nehmen dabei einen ranzigen Geschmack an, bleiben aber geschmeidig: Schmieröle (Tran, Olivenöl usw.); andere trocknen ein: Firnisöle (z. B. Leinöl). Bei den Firnisölen findet infolge der Verdichtung des Sauerstoffs eine Erwärmung statt, die sich bis zur Selbstentzündung aufeinandergehäufte eingefetteter Stoffe steigern kann.

c) in der Hitze. Wird Schmalz in einer Porzellanschale geschmolzen und weiter erhitzt, so beginnt es bald schwach zu kochen, indem das dem Schmalz beigemischte Wasser (2%) verdampft. Viel lebhafter siedet geschmolzene Butter, denn Butter enthält bis zu 14% Wasser. Butter ist als Speisefett also nicht vorteilhaft. — Legt man in das flüssige Fett einen Docht, so steigt es in diesem empor und läßt sich anzünden. Nachweis von Wasserstoff und Kohlenstoff in der Flamme. Die Fette bestehen aus C, H und O. — Wird Fett andauernd erhitzt (in der Porzellanschale!), so steigen zuletzt braune Dämpfe auf. An einer kalten Schale verdichten sich diese nicht wieder zu Fett. In demselben Augenblicke, in dem die Fette verdampfen, zersetzen sie sich auch. — Die zurückbleibende Masse schwärzt sich; zuerst entweicht also hauptsächlich Wasserstoff. Wird eingedampftes Leinöl mit Ruß vermengt, so erhält man Drucker-schwärze. — Verdampfendes Fett entzündet sich sehr leicht. Läßt man in das brennende Fett (aus möglichst großer Entfernung, mittels eines Stabes!) einen Tropfen Wasser fallen, so spritzt das Fett nach allen Seiten, indem das Wasser (bei mehr als 300°!) augenblicklich verdampft und dabei Fettheilchen fortscleudert. Brennendes Fett läßt sich mit Wasser nicht auslöschen. — Deckt man das brennende Fett mit einer Holzscheibe zu, so hört es aus Sauerstoffmangel alsbald auf zu brennen.

Kunstbutter oder Margarine. Wird Rindertalg bei einer Wärme von 45° ausgeschmolzen, so erhält man ein Fett, das auch bei Abkühlung flüssig bleibt. Mischt man dieses Fett unter Milch und buttert diese, so scheidet es sich mit der Butter zusammen aus. Aber

bei einer Temperatur von 45° erhält man aus dem Talg nur eine geringe Menge dieses flüssig bleibenden Fettes. Um mehr Fett zu erhalten, muß man eine größere Hitze anwenden. Dann wird jedoch die Kunstbutter talgartig hart. Durch einen Zusatz von Baumwollsaamenöl macht man sie butterweich. Damit eine Täuschung des Käufers ausgeschlossen ist, soll die Kunstbutter auch etwas Sesamöl zugemischt erhalten, dessen Vorhandensein sich chemisch leicht nachweisen läßt.

Stearin, Olein und Palmitin. Bestandteile. Aus Rüböl scheidet sich in der Kälte eine feste weiße Masse, Palmitin, aus; der flüssig bleibende Teil ist Olein. Wird Talg längere Zeit mit Weingeist gekocht, die Flüssigkeit abgegossen und langsam abgekühlt, so scheidet sich aus derselben als fester Körper Stearin ab. Die Fette sind Mischungen aus Palmitin, Olein und Stearin. In den Ölen herrscht das Olein, im Talg das Stearin, in dem Schmalz das Palmitin vor.

Vereitigung der Seife. Vers. 4 g Ätzkali werden in 60 g Wasser gelöst und mit 40 g Talg eine halbe Stunde lang gekocht. Danach setzt man langsam eine stärkere Ätzkalilösung (4:40) zu. Beim Abkühlen erhält man eine leimige Masse (Seifenleim), eine Lösung von viel Seife in wenig Wasser. Setzt man Kochsalzlösung zu, so scheidet sich oben eine feste weiße Seife, Natronseife, ab. Die Unterlauge besteht aus Wasser und Chlorkalium, sieht aber gelblich aus, enthält also noch einen anderen Körper gelöst, Glycerin oder Ölßüß. — Löst man die gewonnene Seife in reinem, heißem Wasser auf und tröpfelt Essig zu, so scheidet sich eine weiße Masse aus, die sich auf dem Wasser ansammelt, Stearinsäure.

Der Talg besteht hauptsächlich aus Stearin; das Stearin aber ist eine chemische Verbindung zweier Stoffe, des Glycerins und der Stearinsäure. Ebenso ist Olein eine Verbindung von Glycerin mit Oleinsäure, Palmitin eine Verbindung von Glycerin mit Palmitinsäure. Das Glycerin vertritt hier die Stelle einer Basis. Durch eine stärkere Basis (Kali, Natron) wird sie ausgetrieben. Fettfaures Kali und fettfaures Natron sind Seifen. Die Kaliseife scheidet sich nicht von dem frei gewordenen Glycerin, ist deshalb Schmierseife. Durch das Ausfalten (Zusatz von NaCl) wird aus der Kaliseife Natronseife. Diese scheidet das Glycerin aus, ist darum fest (feste Seifen). Die Fettsäuren sind schwache Säuren und lassen sich schon durch Essigsäure ausscheiden. Dabei erhält man aus dem stearinsäuren Natron die feste, weiße Stearinsäure. Stearinsäure ist der Hauptbestandteil der Stearinkerzen.

Die Seife war früher ein teurer Artikel, denn sowohl das Kali als auch das Natron standen hoch im Preise. Das Kali gewann man

mühsam und doch nur spärlich aus Buchenasche und das Natron aus der Asche von Meeresalgen. Dazu standen nur teure Fette (Talg, Schmalz, Rübböl) zur Verfügung. Heutzutage wird das Kali fabrikmäßig, also massenhaft und billig, aus einem Abraumfalze (Sylvin, KCl), die Soda aus dem Rochsalz dargestellt, und als Fett verwendet man Palmöl, das in Menge aus den Früchten der in Kamerun Wälder bildenden Ölpalme gewonnen wird.

Die reinigende Wirkung der Seife beruht darauf, daß sie in vielem Wasser Alkali bezw. Natrium ausscheidet. Diese Alkalien zerlegen die Fettstoffe, die gewöhnlich die Ursache davon sind, daß Schmutzteilchen an den Kleidern und an unserm Körper haften. Danach wird es dem Wasser leicht, den Schmutz fortzunehmen.

Aufg. 1. Welche fettartigen Stoffe braucht die Pflanze zum Schutz ihrer Blätter gegen Nässe? 2. Wie läßt sich an einer Talgkerze nachweisen, daß die Fette Verbindungen von C und H sind? 3. Wie kann man Fettflecke aus Zeug entfernen? 4. Beisp. für Anwendung der Fette a) als schlechte Wärmeleiter, b) als schlechte Elektrizitätsleiter! 5. Wie verfährt man, um das Ranzigwerden der Butter zu verhüten? 6. Vergl. die Affinität von Ca und K zu den Fettsäuren! 7. Um neue Stiefelsohlen dauerhaft zu machen, tränkt man sie mit Leinöl und läßt dieses eintrocknen. Erkl.! 8. Wie ist es zu erklären, daß Ballen noch nicht entfetteter Wolle sich selbst entzünden können, während dies bei offestehenden Fässern mit Fett oder Öl nicht vorkommt? 9. Warum wird Butter in glasierten Töpfen nicht so leicht ranzig wie in Fässern? 10. Leinöl, das als Firnis dienen soll, wird eine Zeitlang erhitzt. Zweck? 11. Schmierseife wird in hartes Wasser gebracht; Umbildungen? 12. Wie verändert sich der Fettgehalt der Milch, wenn das Eiweiß derselben gerinnt?

Kap. 62.

Flüchtige oder ätherische Öle.

E. Flüchtige oder ätherische Öle nennt man diese Fette, weil sie sich an der Luft wie Äther verflüchtigen. Dabei werden sie riechbar. Die verschiedenen Gerüche der Blüten und anderer Pflanzenteile, der Duft der Nadelwälder, des Tees, Kaffees, der scharfe Geruch des Senfs usw. werden durch solche Öle verursacht. Die wohlriechenden ätherischen Öle dienen in Salben, Seifen, Flüssigkeiten (Eau de Cologne) als Odeurs, in fein zerschnittenen Blüten, Hölzern und Rinden als Räucherpulver. — Die meisten flüchtigen Öle (z. B. Kampfer) sind leichter als Wasser; alle

lösen sich in Wasser nur in ganz geringer Menge (Rosenwasser), in Weingeist dagegen leicht (Liföre; Eau de Cologne), desgl. in Fetten (Haaröl, Pomaden, duftende Seifen). Alle verbrennen mit stark rußender Flamme (Kampfer, Terpentinöl), weil sie verhältnismäßig reich an C sind. Mit dem kohlenstoffarmen Weingeist gemischt gibt das Terpentinöl eine helleuchtende, nicht rußende Flamme.

Gw. Das Terpentinöl gewinnt man aus dem Fichtenharz (dem Terpentin), indem man dieses mit der vierfachen Menge H_2O destilliert,

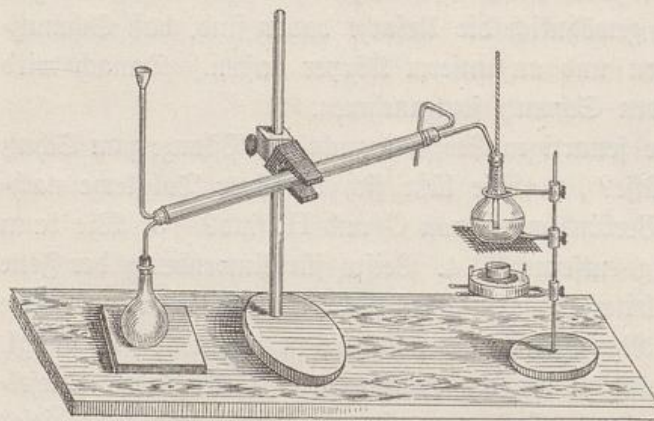


Fig. 50. Gewinnung ätherischer Öle.

die flüchtigen Öle der Samen (Kümmel, Anis, Fenchel), Blüten (Kamillen, Rosen usw.), der Rhizome (Ingwer), indem man die betr. Pflanzenteile zerquetscht und mit Wasser abdestilliert. (Fig. 50.) Das Senföl und die riechenden Stoffe des Tabaks entstehen

durch Gärung der zerquetschten Samen bzw. durch das Fermentieren der Tabaksblätter (Gärungsöle), der Duft des Tees und des Kaffees beim Rösten (Röstöle, brenzliche Öle).

Bedeutung. a) Für die Pflanzen. Die ätherischen Öle in den Blüten helfen Insekten anlocken. Stark duftende Blätter und Stengel werden von dem Weidevieh gemieden. Ebenso lassen auch die Körner fressenden Singvögel die an äth. Ölen reichen Früchtchen der Doldenträger unangetastet, obschon dieselben sich den Blicken frei darbieten.

b) Viele äth. Öle finden als Heilmittel Anwendung. Kamillen- und Lindenblütentee sind schweißtreibend; Kampferspiritus wird zu Einreibungen gegen Rheuma angewandt usw. In kleinen Mengen innerlich genommen, wirken viele äth. Öle beruhigend, schmerzstillend, in größeren Mengen dagegen stark erregend und die Verdauungsorgane zu katarrhalischen Erscheinungen reizend.

Aufg. 1. Welche Pflanzengattungen sind besonders reich an äth. Ölen? 2. Warum verliert der Kaffee an Wohlgeruch, wenn er gekocht wird? 3. Warum wirkt ein schwacher Kamillentee wohltuend, ein starker

nicht? 4. Wie läßt sich nachweisen, daß Senföl S-haltig ist? 5. Wie wirken die äth. Öle (Dampfer) auf kleine Insekten? 6. Nenne Pflanzen, die durch ihren Geruch a) aasliebende Insekten anlocken, b) Weidetiere abschrecken! 7. Bermahlener Kaffee verliert bald den Wohlgeruch. Erkl.!

Kap. 63.

H a r z e.

Entstehung. Terpentinöl nimmt an der Luft allmählich eine harzige Beschaffenheit an, indem es O aufnimmt; ebenso entstehen aus den anderen flüchtigen Ölen durch Sauerstoffaufnahme Harze.

Gw. Viele Holzgewächse (unsere Fichten, Lärchen, besonders aber Bäume und Sträucher heißer Gegenden) sind harzreich. Man gewinnt das Fichtenharz durch Einsammeln der aus Schnitten und Rissen tropfelnden Massen, durch Anzünden und Auszuschmelzen des Kienholzes oder durch Auflösen aus dem Holze mittels Weingeist. In Westindien und Ostafrika findet man knollige Stücke Kopalharz in der Erde, in der Ostsee, den Ufern dieses Meeres und in Braunkohlenlagern den Bernstein, im Toten Meere und anderen Seen Asiens große Mengen von Asphalt oder Judenpech.

E. Die Harze sind unverweslich (Bernstein, Kopal), in Wasser unlöslich und daher geschmacklos (Bernstein), leicht schmelzbar (Siegellack), leicht entzündlich (Kolophonium); schlechte Elektrizitätsleiter (Elektrophor), leicht löslich in Weingeist (Lackfirnis für Gegenstände), in äth. Ölen (Kopallack als Rutschenlack), in fetten Ölen (Pflaster und Salben). Öst sind sie wenig wasserhaltig; Kolophonium ist Fichtenharz, das durch Erhitzen wasserfrei gemacht worden ist. Sie verbrennen mit leuchtender und rußender Flamme und sondern bei behinderter Verbrennung Ruß ab (Kienruß zu Druckerchwärze, aus Kienholz). Alle fühlen sich klebrig an; darauf beruht die Anwendung des Kolophoniums am Geigenbogen und die des Siegellacks. Mit starker Kali- und Natronlauge bilden sie Harzseife, die mit Alaun eine unlösliche Verbindung, harzsaure Tonerde, gibt (Reimen des Papiers!). In den Milchsaftgefäßen vieler Pflanzen (Mohn, Schöllkraut, Wolfsmilch) bilden Harztröpfchen im Gemisch mit Pflanzenschleim, Gummi, Eiweiß usw. eine Emulsion, den Milchsaft dieser Pflanzen.

Wichtige Harze. a) Bernstein (börnen = brennen), gr. Elektron. Er stammt aus der Bernsteinfichte, die, wie Einschlüsse im Bernstein beweisen, neben anderen Nadelhölzern, Eichen, Palmen und Lorbeerbäumen wuchs und einst dort, wo jetzt die Ostsee ist, große Wälder bildete. Man findet ihn besonders reichlich in einer tiefgelegenen, blauen Erdart, dem

ehemaligen Waldboden. Er bildet rundliche Stücke bis zur Größe eines Kinderkopfes, ist meist gelblich oder braun, oft trübe und dann weniger wertvoll. Zuweilen hat er Einschlüsse (Insekten, Spinnen, Pflanzenteile). Verarbeitung zu Zigarrenspitzen und Perlen; die wertloseren Stücke werden geschmolzen und dadurch in Ölen löslich (Bernsteinlack).

b) Kautschuk. Gw. Unter den Kautschuk liefernden Bäumen ist am wichtigsten *Syphonia elastica*, ein Baum, der bis zu 20 m Höhe und 1 m Dicke erreicht, zu seinem Gedeihen ein heißes Klima und eine jährlich wiederkehrende Übersutung des Waldbodens verlangt, am Amazonasstrom deshalb vorzüglich fortkommt. In Deutsch-Ostafrika und Kamerun gewinnt man Kautschuk aus mehreren Dianenarten. Aus Einschnitten in das Splintholz quillt ein weißer Milchsaft (32% Kautschuk enthaltend) in untergestellte Gefäße. In diesen taucht man mit Ton überzogene Keulen, erwärmt letztere über einem Feuer, bis das Wasser verdampft und das Harz zusammengelassen ist, taucht wieder ein uff., bis der Kautschuküberzug dick genug geworden ist, zerbricht dann den Tonüberzug der Keule und gewinnt so eine Kautschukflasche.

E. u. A. Reines Kautschuk ist farblos. Beim Ausziehen wird es faserig und zu Geweben verarbeitbar (Hosenträger, Handschuh- und Schnürbänder). Es hat eine so große Kohäsion, daß frische Schnittflächen leicht untrennbar verkleben (Fabrikation von Gummiröhren), bei geringer Härte große Adhäsion zu mancherlei Schmutzteilen (Radiergummi). Wasser adhärirt es nicht (Gummiröcke). In reinem Schwefelkohlenstoff löst es sich; ist dem Schwefelkohlenstoff jedoch Weingeist beigemengt, so quillt es darin nur auf und kann nun leicht mit Schwefel vermischt werden (Vulkanisieren). Aus vulkanisiertem Kautschuk fertigt man Gummischuhe, Schwimmgürtel, hohle Bälle, Eisenbahnpuffer, Gummireifen der Fahrräder usw. Setzt man dem Kautschuk mehr Schwefel (bis 40%), außerdem erdige Stoffe: Kreide, Gips usw. zu, so erhält man hornisiertes Kautschuk (Hartgummi, Ebonit), das Elastizität mit großer Härte und Politurfähigkeit verbindet und zu Schirmrippen, Federhaltern, Blasinstrumenten usw. Verwendung findet. — Kautschuk verbrennt mit leuchtender, rußender Flamme, ist ein Kohlenwasserstoff ($C_{10}H_{16}$).

c) Die Guttapercha ist ein sauerstoffhaltiges Harz aus dem Milchsaft eines Baumes (*Isonandra gutti*) an der Küste von Malakka, Sumatra, Borneo usw. Sie hat große Ähnlichkeit mit dem Kautschuk, wird wie dieses und mit diesem vermischt zu allerhand Sachen des täglichen Gebrauchs verarbeitet. Wichtige Absatzgebiete für Kautschuk- und Guttaperchawaren sind die großen Kolonien Deutschlands in Afrika.

Aufg. 1. Frisches Fichtenharz ist weich, altes hart. Erkl.! 2. Warum ist Bernstein geruchlos? 3. Die alten Ägypter mumifizierten ihre Leichen, indem sie dieselben mit Harz überzogen. Auf welchen Eigenschaften der Harze beruhte diese Wirkung? 4. Welche Zwecke hat das Lackieren von Holzwerk? 5. Wie kann man schon mit den Fingern feststellen, ob ein Milchsaft Fett oder Harz enthält? 6. Vergl. bezüglich der Zusammensetzung Fichtenharz und Kirschgummi! 7. Eichen werden oft, Nadelhölzer fast nie vom Blitz getroffen. Erkl.! 8. Bei einer Verletzung quillt aus dem Stamm der Konifere Harz. Zweck? 9. Lösungen gefrieren weniger leicht als reines Wasser. Zweck des Terpentin in den Tannennadeln?

Kap. 64.

Pflanzenbasen.

Vk. Viele Pflanzen enthalten Stoffe mit basischen Eigenschaften (Pflanzenbasen, Alkaloide), so der Tabak das Nikotin, der Kaffee (und der Tee) das Koffein, der gefleckte Schierling das Konin, der Schlafmohn das Morphin, die Solanumarten das Solanin, die Tollkirsche das Atropin, die Brechnuß das Strychnin usw.

E. Die meisten Alkaloide sind sehr giftig, manche, in sehr kleinen Gaben genommen, wichtige Arzneistoffe. Von den unorganischen Basen unterscheiden sie sich dadurch, daß sie in Wasser fast unlöslich, bei Luftzutritt verbrennlich, in Gegenwart von H_2O und Luft zersetzbar und hinsichtlich der Zusammensetzung nicht aus 2, sondern aus 3 (C, H, N) oder 4 (C, H, N, O) Elementen aufgebaut sind. Viele gehen mit Säuren gern Verbindungen ein (z. B. schwefelsaures Chinin); solchen Alkaloiden gegenüber ist Gerbsäure ein wirksames Gegengift.

Nikotin. $\frac{1}{25}$ g wirkt tödlich. Die frischen Tabaksblätter enthalten es zu 2%—8%. Beim Trocknen, mehr aber noch bei der nachfolgenden Gärung (Fermentieren) der wieder angefeuchteten und auf einen Haufen geschichteten Blätter zersetzt sich neben dem Eiweiß auch $\frac{2}{3}$ des vorhandenen Nikotins; gleichzeitig bildet sich ein Gärungsöl. Das Saucieren mit Pottaschenlösung hat den Zweck, dem Tabak ein solches Mischungsverhältnis von $CaCO_3$ und K_2CO_3 zu sichern, daß eine lockere, aber feste Asche entsteht, die ein allzu rasches Abbrennen verhindert. Beim Rauchen verbrennt der größte Teil des Nikotins, ein anderer verflüchtigt sich und sammelt sich zum Teil in dem Abguß und dem Rohr der Pfeife bzw. in dem feuchten Teil der Zigarre. Schnupftabak enthält $\frac{1}{2}$ %, Rahtabak gar kein Nikotin.

Morphin. Wenige Tage nach dem Abfallen der Kronblätter werden die Kapseln des Schlafmohns (*Papaver somniferum*) (Fig. 51) geritzt. Der reichlich ausfließende Milchsaft erhärtet, wird abgekratz und bildet das Opium, eine braune, harzähnliche Masse, bestehend aus Pflanzenschleim und zahlreichen Alkaloiden, von denen das Morphin am wichtigsten, das Thebain am giftigsten ist. Ostindien führt jährlich über 100 000 Ztr. Opium nach China aus, wo das Opium in kleinen Stücken aus Pfeifen geraucht wird (Opiumrausch). Auch die Levante und

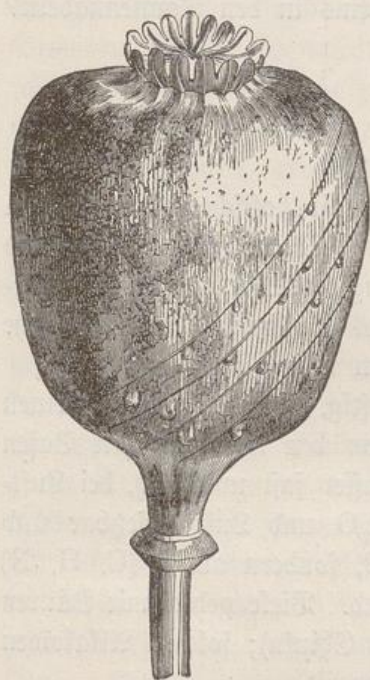


Fig. 51. Kapsel des
Garten- oder Schlafmohns.



Fig. 52.
Chinesischer Teestrauch.

Ägypten bringen große Mengen Opium in den Handel. Das Morphin wird als salzsaures, essigsaures oder schwefelsaures Salz gebraucht, entweder in der Form von Pillen innerlich gegeben, oder, gelöst, durch Einspritzungen unter die Haut direkt ins Blut gebracht. In sehr kleinen Gaben (höchstens $\frac{1}{10}$ g pro Tag) wirkt es krampf- und schmerzstillend, beruhigend, einschläfernd; nach etwas größeren Gaben geht der Schlaf in den Tod über. Der Gebrauch des Morphins führt leicht zur Morphiumsucht, die Körper und Geist noch schneller zugrunde richtet als der Alkoholismus. Gegengift: starker, heißer Kaffee.

Koffein kommt in den Samen des Kaffees, den Blättern des Tees (Fig. 52) und einigen anderen Pflanzen vor. Es kristallisiert in feinen weißen Nadeln, bildet keine Salze, ist nur in heißem Wasser löslich („Ziehenlassen“), wirkt anregend auf das Nervensystem, beschleunigt die Herztätigkeit und den Blutkreislauf, führt dadurch den Muskeln neue Mengen zirkulierenden Eiweißes zu, räumt aus den Muskeln die Ermüdungsstoffe weg und vermehrt die Harnabscheidung, erfrischt also geistig und körperlich, ist aber für Kinder aus demselben Grunde weder notwendig noch zuträglich. Der Kaffee enthält es zu 0,97%, der Tee zu 1,35%, grüner Tee (weil noch unzerseht) reichlicher als schwarzer. In größeren Mengen, bei blutarmen Personen sowie bei Vorhandensein eines Herzfehlers bewirkt es Herzklopfen, kann sogar den Tod herbeiführen. Gegengift Morphin. — Durch Zusatz von Milch entsteht infolge des großen Gerbsäuregehaltes (Tee 12%) gerbsaures Eiweiß, welches das Koffein einhüllt und unwirksam macht. Ersatzmittel für Kaffee (Bichorien, gebrannter Roggen usw.) enthalten weder Koffein noch die beim Rösten des Kaffees und der Teeblätter entstehenden sehr angenehmen brenzlichen Öle.

Theobromin ist das Alkaloid der Kakaobohnen (Fig. 53) und in jeder Beziehung dem Koffein ähnlich. Die Schokolade aber ist wegen ihres Fett- (25%) und Eiweißgehaltes und des Zucker- und Milch-



Fig. 53. Kakaobaum.

zusatzes auch ein Nahrungsmittel. — Kakao und Tee werden mit gutem Erfolge in Kamerun angebaut; vorzüglichen Kaffee führt jetzt Ostafrika (Usambara) aus.

Das **Chinin** ist das Alkaloid der Cinchon, der Fiebertindenbäume, die in vielen Arten, selten strauchartig, meist starke Bäume

bildend, an dem Ostabhange der Anden zu beiden Seiten des Äquators heimisch, 1854 aber von dem deutschen Botaniker Haßkarl auch auf Java und später von den Engländern mit gleich gutem Erfolge an der Malabarküste angepflanzt worden sind. Das Alkaloid ist bis zu 12% in der Rinde enthalten. Als schwefelsaures oder salzsaures Salz wird es in kleinen Gaben (höchstens $\frac{1}{3}$ g) gegen Klimafieber (Malaria) mit bestem Erfolge gegeben. Es ist das beste aller fieberwidrigen Mittel und in fieberreichen Küstengegenden ganz unentbehrlich. Geschmack sehr schlecht.

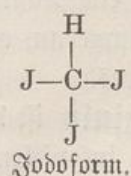
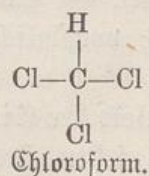
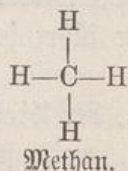
Aufg. 1. Warum ist Gerbsäure kein Gegenmittel bei Vergiftungen mit Morphinum oder Koffein? 2. Warum ist Koffein ein Gegenmittel bei Morphinumvergiftungen? 3. Warum darf das Eiweiß nicht in den Tabaksblättern verbleiben? 4. Warum wäre ein Tabak, der als Asche nur CaCO_3 enthielte, nicht zu gebrauchen? 5. Warum ist Tee Kindern noch weniger zuträglich als Kaffee? 6. Warum darf Kautabak kein Nikotin enthalten? 7. Welche augenfällige Eigenschaft läßt leicht erkennen, daß Schnupftabak nur noch wenig Nikotin enthalten kann? Erkl.! 8. Schwefelsaures Chinin ist in Wasser fast unlöslich; es schmeckt sehr unangenehm. Löslichkeit im Mundspeichel? 9. Nach einer Gabe Chinin tritt leicht Erbrechen ein; woraus ist zu schließen, daß schon wenige Minuten genügen, um es aufzusaugen?

Kap. 65.

Formeln und Figuren.

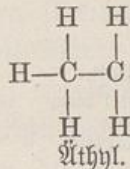
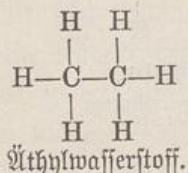
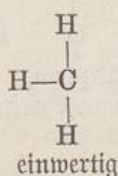
Alle organischen Verbindungen sind Verbindungen des Kohlenstoffs; deshalb nennt man die org. Chemie auch die Chemie der Kohlenstoffverbindungen. Vor allen anderen Elementen zeichnet sich das C dadurch aus, daß es eine geradezu unerschöpfliche Verbindungsfähigkeit besitzt.

Typen. Methan. Alle org. Verbindungen lassen sich aus der Formel des Methans, CH_4 , herleiten. Im Methan ist das C an 4 At. H gebunden. Jedes dieser Wasserstoffatome kann durch ein Atom eines anderen einwertigen Elementes vertreten werden. Treten z. B. 3 Chlor- oder Jodatome an die Stelle von 3 Atomen H, so entsteht Chloroform bezw. Jodoform.

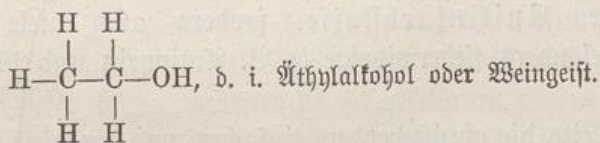


Das Chloroform ist das beste Einschläferungsmittel und wird allenthalben angewandt, wenn größere oder sehr schmerzhaft Operationen schmerzlos ausgeführt werden müssen. Es ist eine farblose, leicht verdampfbare Flüssigkeit. Eine zu lange dauernde Einwirkung der Chloroformdämpfe auf den Patienten hat den Tod desselben zur Folge. — Das Jodoform, ein gelbliches Pulver, ist eines der besten antiseptischen Mittel, das allgemein angewandt wird, um Eiterbildung in Wunden und das Eintreten des gefährlichen Wundfiebers zu verhindern und nach chirurgischen Operationen einen glatten Heilungsverlauf zu erzielen.

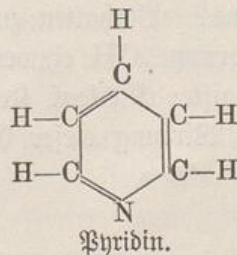
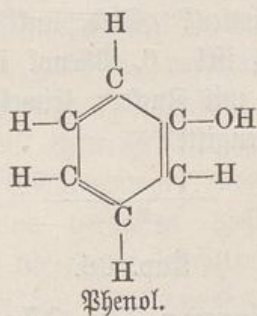
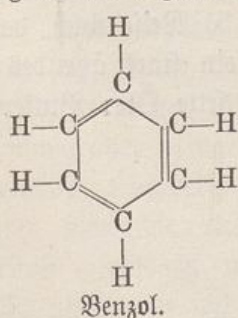
Äthyl. Nimmt man von dem Methan 1 At. H weg, so ist der verbleibende Rest einwertig und kann nun (als zusammengesetztes Radikal) direkt mit einer zweiten gleichen Atomgruppe zusammentreten:



Wird ein H aus dieser Verbindung weggenommen, so verbleibt abermals ein einwertiger Rest C_2H_5 (Äthyl), der gleichfalls mit einwertigen Atomen oder zusammengesetzten Radikalen, z. B. OH, Verbindungen eingehen kann:

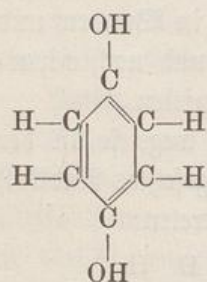


Benzolringe. 1866 entdeckte der deutsche Professor Kekulé, daß im Benzol, C_6H_6 , dem Hauptbestandteil des Benzins, die Atome in Ringform geordnet liegen.

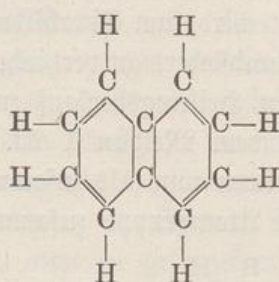


In diesem Benzolringe kann offenbar auch 1 At. H durch ein anderes einw. Atom oder ein einwertiges zusammengesetztes Radikal ersetzt werden. Geschieht dies z. B. durch OH, so entsteht das gleichfalls als antiseptisches Mittel sehr wichtige Phenol („Karbolsäure“), ein fester, in

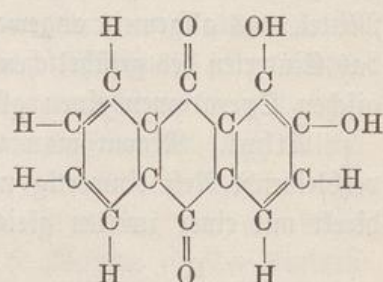
weißen Nadeln kristallisierender Körper, der sich bis zu 10% in Wasser auflöst (die gebräuchliche Karbolsäure ist höchstens 5prozentig). Auch läßt sich ein C des Benzolringes gern durch 1 At. des dreiwertigen N vertreten, und es entsteht dann Pyridin, ein Alkaloid von der Wirkung des Nikotins, das sich auch unter den Verbrennungsprodukten des Tabaks im Rauche findet.



Hydrochinon,
Reduktionsmittel beim
Entwickeln
der Photographien.



Naphthalin,
Mittel gegen Motten.



Alizarin,
ein künstlicher Farbstoff.

Diese Entdeckung Kekulé's war Ausgangspunkt für zahlreiche Versuche zur Zusammensetzung (Synthese) organ. Substanzen aus anorgan. Stoffen, die sehr oft erfolgreich waren. Es sind auf diesem Wege nicht nur die prächtigen Anilinfarbstoffe, sondern auch viele wichtige Arzneimittel, besonders fieberwidrige (z. B. Antipyrin und Phenacetin) erfunden worden.

Aufg. 1. Leite die obenstehenden einfachen und mehrfachen Ringe aus dem Benzolringe ab! 2. Bilde die entsprechenden Formeln! 3. Weise in jedem Falle nach, daß die betr. Atome vollständig gebunden sind! 4. Das Benzol ist der Hauptbestandteil des Benzins. Anwendung des Benzins? Verhalten zu Fetten? Siedepunkt? 5. Weise nach, daß die Atomgruppe OH einwertig ist! 6. Phenol ist ein stark ägendes Gift. Gegengifte: Kohlens. Kalk mit Zucker; Eiweiß; fette Öle; Butter oder Fett. Wirkung dieser Gegengifte?

Kap. 66.

Ernährung der Pflanzen.

Nährstoffe. Die zur Ernährung des Pflanzenkörpers notwendigen Stoffe findet man, indem man die beim Verbrennen einer Pflanze entstehenden Verbrennungsprodukte und Aschenbestandteile untersucht, sicherer jedoch

durch Ernährungsversuche. Letztere haben als unentbehrliche Nährstoffe ergeben: C, H, O, N, S; P, Fe, Ca, K, Na, Mg und Cl. Von diesen nehmen aber nur die 5 erstgenannten Elemente am Aufbau des Pflanzkörpers teil; welche Rolle die übrigen spielen, ist noch wenig bekannt.

C, H, O. Kohlenstoff nehmen die Chlorophyll besitzenden Pflanzen mit letzterem auf, indem sie mit Hilfe des Sonnenlichts Kohlensäure reduzieren, wobei sie den Sauerstoff zum größten Teil wieder freigeben. Der freigewordene Kohlenstoff wird sofort mit H_2O zu $C_6H_{10}O_5$, Stärke, oder $C_6H_{12}O_6$, Traubenzucker, verbunden. Die Aufnahme von CO_2 geschieht ausschließlich mit den grünen Teilen, und zwar bei den Erd- und Überpflanzen aus der Atmosphäre, bei den (ganz untergetauchten) Wasserpflanzen aus dem umgebenden Wasser, die des Wassers bei den Erdpflanzen fast allein durch die Wurzelhaare, bei den Überpflanzen und Wasserpflanzen durch die ganze Körperoberfläche. Die Stärke wird dann behufs Bildung der Zellwände zu Zellulose ($C_6H_{10}O_5$) umgearbeitet. Um die Stärke aus den Blättern an die Stellen des Verbrauchs oder in die Vorratsräume (Knollen, Rhizome, Samen usw.) zu bringen, wird sie unmittelbar vor dem Übertritt in eine andere Zelle in Zucker übergeführt, und dieser wird nach erfolgter Diffusion sofort wieder in Stärke zurückverwandelt (Wasserersparnis).

N, S. Der Leib des die Zelle bewohnenden Protoplasten besteht aus Eiweißstoffen, enthält also außer C, H und O auch N und S. Den Schwefel bieten verschiedene schwefelsaure Salze, besonders $CaSO_4$, K_2SO_4 , $(NH_4)_2SO_4$. Den Stickstoff nehmen die Chlorophyllpflanzen als salpetersaures Salz (KNO_3 , $NaNO_3$, $Ca[NO_3]_2$) oder in der Form von Ammoniak (NH_3) auf, und zwar ersteres ausschließlich mit den Wurzeln aus der Erde, das Ammoniak wahrscheinlich auch mittels der Drüsenhaare. Pflanzen, die auf fast reinem Humus, einem an salpetersauren Salzen sehr armen Boden, wachsen, verschaffen sich das Eiweiß, indem sie Insekten fangen (Sonnentau, Fliegenfalle, Kannengewächse usw.). Die Halbschmarotzer dringen mit ihren Haustorien in die Wurzeln (Bahn- und Augentrost, Klappertopf, Schuppenwurz) oder Zweige (Kleeheide, Mistel) anderer Gewächse ein und berauben diese. Freien atmosphärischen Stickstoff vermögen nur die Hülsenfrüchtler, und zwar mit Hilfe der Knöllchenbakterien und die den Acker bewohnenden einzelligen Algen aufzunehmen.

Fe brauchen die Pfl. zur Bildung des Chlorophylls, aber nur in sehr geringer Menge; ermangeln sie dieses Elements, so gehen sie an Bleichsucht ein.

Ca, K, Mg, P, Na und Cl. Die Erbpflanzen nehmen die Salze dieser Elemente (besonders CaCO_3 , CaSO_4 , $\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8$, K_2CO_3 , K_2SO_4 , MgSO_4 , NaCl) mit ihren Wurzeln aus dem Boden, die Wasserpfl. und Steinpfl. mit der ganzen Oberfläche aus dem sie umgebenden Wasser auf. Einige Pflanzen bedürfen reichlicherer Kalkmengen, andere verlangen viel Kali usw.; jede Pflanze aber vermag unter den ihr dargebotenen Stoffen nach Bedürfnis auszuwählen, ja sogar ungelöste Salze durch Ausscheidungen aus den Wurzeln zu lösen. Doch muß der Boden bei allzu großer Armut an einem wichtigen Nährsalze gedüngt werden. Mit den Nahrungsstoffen gelangen auch andere gelöste Salze in den Pflanzenkörper (Blei-, Kupfer-, Zinkverbindungen usw.); sogar Gifte können nicht fern gehalten werden. — Die Aufnahme der Nährsalze geschieht durch Diffusion, ihre Beförderung bis zu den Stellen der Verarbeitung (in den Blättern) durch Wurzeldruck und Saugwirkung der oberen, durch Ausdünstung wasserarm gewordenen Zellen auf die unteren, wasserreicheren. Nachdem die zum Aufbau des Pflanzenkörpers nicht dienlichen Stoffe ihren Zweck in der Pflanze erfüllt haben, werden sie, mit gleichfalls wertlosen Nebenprodukten des Stoffwechsels (Oxalsäure!) verbunden, in den Blättern aufgehäuft, wo sie die Protoplasten zuletzt so einengen, daß die Blätter abgeworfen werden müssen. So vertreten die Blätter die den Pflanzen fehlenden Ausscheidungsorgane.

Atmung. Einen Teil der zum Leben notwendigen Kraft gewinnt die Pflanze durch Verbrennung von C und H. Sie muß also O einatmen. Die Atmung geht am schnellsten von statten in den Blüten und den keimenden Samen. (Insekten in den Blüten des Aronstabes; Abnahme der Trockensubstanz der Kartoffeln im Laufe des Winters; Wurzeln sterben ab, wenn sie in undurchlüftbarem Ton stehen.) Auch das Erfrieren der Pfl. ist ein chemischer Vorgang, nämlich eine Entziehung von Bauwasser. Es wird hintenangehalten durch Auspressen von Transportwasser in die Interzellularräume, Eindickung des Zellinhaltes, besonders aber durch Vermehrung der Kapillarität infolge Verengung der Zellräume (Holzgewächse).

Die **chlorophylllosen** Pflanzen sind nicht imstande, CO_2 zu reduzieren, können also auch nicht organische Substanz aus anorganischen Stoffen bilden, sind also genötigt, ihre Nahrung entweder aus Leichen von Pflanzen und Tieren zu nehmen (Fäulnis- und Verwesungspilze, Gärungserreger), oder lebende Wesen zu berauben (Schmarotzer), bedürfen deshalb auch weder der Blätter, noch der Wurzeln, noch des Lichts.

Aufg. 1. Warum können Pfl. in destilliertem Wasser nicht leben?
2. Von den Blättern untergetauchter Wasserpfl. steigen bei hinreichender

Belichtung Gasbläschen auf; was enthalten sie? 3. Auf den Blättern mancher Wasserpfl. lagert sich CaCO_3 ab; Erkl.! 4. Welchem Sinne des Menschen entspricht das Wahlvermögen der Pfl. für Nährsalze? 5. Warum ist es notwendig, den Stamm eines Baumes von Moos und Moder rein zu halten? 6. Gib von jedem der oben aufgeführten Nährsalze an, welche Baustoffe des Pflanzentkörpers derselbe enthält! 7. Ein Eichenstamm von 200 Ztr. Gewicht enthalte 75 Ztr. C; wieviel Ztr. CO_2 haben reduziert werden müssen, um diese Kohlenstoffmasse zu liefern? 8. Wieviel Wasser war erforderlich, um den gesamten Kohlenstoff in Zellulose zu verwandeln? 9. Ein dichtbelaubter Baum reduziert im Sonnenschein fortwährend viel CO_2 . Was ergibt sich daraus für das Verhalten der Kohlenf. in der Umgebung des Baumes? 10. Warum ist das Wachstum der Pflanzen von der Schnelligkeit der Ausdünstung abhängig?

Kap. 67.

E i e r.

Das Ei enthält eine Eizelle, die sich zu einem jungen Tiere ausbildet, wobei der übrige Inhalt des Eies zum Aufbau des kleinen Körpers verwendet wird. Alle hierzu nötigen Stoffe müssen demnach in dem Ei enthalten sein. Deshalb sind Eier sehr nahrhaft. Für die Ernährung des Menschen kommen fast nur die Eier von Hühnern, einigen Schwimmvögeln und der Kaviar (Eier des Störs!) in Betracht. Am Vogelei unterscheidet man deutlich die Schale, das Weiße und den Dotter; dünne Häute trennen diese voneinander.

Zusammensetzung. a) Die Schale löst sich unter Aufbrausen von CO_2 in Essigsäure auf, und H_2SO_4 schlägt aus der Lösung Gips nieder; sie besteht also aus CaCO_3 (und 1% $\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8$ und wenig organ. Substanz). Bei längerem Liegen an trockener Luft bildet sich an dem einen Ende unter der Schale eine Luftblase; die Schale ist also porös. Sogar Spaltpilze finden den Weg durch sie hindurch in das Innere und bewirken dort das Faulwerden des Eiweißes. Durch Überstreichen mit Leim oder Öl, durch Hineinlegen der Eier in Kaltwasser oder Asche werden die Poren ausgefüllt und die Eier dauerhaft.

b) Das Weiße, Albumin, ist im rohen Ei halbflüssig. Mischt man das doppelte Vol. Wasser hinzu, verrührt und seihet erst durch ein Leinwandtuch, dann durch Filtrierpapier, so erhält man eine Albuminlösung. Durch Zusatz einer starken Säure bringt man das Albumin leicht zum

Gerinnen; darauf beruht die Anwendung rohen Albumins bei Vergiftungen mit starken Säuren. Gerbsäure fällt gelöstes Albumin am vollständigsten. Eine starke Tasse Kaffee nach einer reichlichen Eiweißmahlzeit hatte zur Folge, daß 30% des Eiweißes unverdaut blieben. — Wird Albuminlösung bis auf 60° erwärmt, so tritt Trübung ein; bei größerer Hitze bilden sich Flocken von geronnenem Eiweiß. Auch wenn Weingeist tropfenweise zugefetzt wird, gerinnt das Albumin. Auf dieser Wirkung des Weingeistes beruht die konservierende Kraft desselben, die bei manchen Tierpräparaten Anwendung findet. In Essig löst sich aber das geronnene Eiweiß wieder. Essig ist mithin nicht bloß ein Gewürz, sondern hat auch eine lösende, die Verdauung des Albumins befördernde Wirkung. —

Analyse. Beim Austrocknen verliert das Albumin des Eies $\frac{7}{8}$ seines Gewichts Wasser. Auf den heißen Ofen gelegt, verkohlt das Albumin (Nachweis von C!). Dabei entsteht ein sehr übler Geruch, der anzeigt, daß bei der Verkohlung stickstoffhaltige Verbindungen abgeschieden werden. Beim Faulen des Eies entwickelt sich Schwefelwasserstoff und Phosphorwasserstoff. Es besteht also das Weiße des Eies aus 7 Teilen Wasser und 1 Teil Albumin, und das Albumin ist eine Verbindung von C (52%), H (7%), N (16%), O (23%) und S (2%). Der Phosphor kommt im Ei an Kalium und Calcium gebunden vor.

c) Der Eidotter, das Eigelb. Auch er gerinnt beim Kochen, enthält also Albumin, ist aber auch ungesotten schon fester als das Weiße, denn er ist reich an einem festeren Eiweißstoff: Vitellin. Drückt man Fließpapier auf einen geronnenen Eidotter, so entsteht auf dem Papier ein Fettfleck. Mittels Alkohol kann aus getrocknetem und zerriebenen Dotter das Eieröl ausgezogen werden. Es verleiht dem Dotter den eigentümlichen Geschmack und die Farbe.

Es enthält in Prozenten

	Wasser:	Stickstoffhalt. Stoffe:	Fett:	Asche:
das Eiweiß	85,75	12,67	0,25	0,59
das Eigelb	53,2	10,24	31,75	1,09
das ganze Ei	76	12	10	0,8

Ein Hühnerei von mittlerer Größe wiegt 53 g, wovon etwa 6 g auf die Schale kommen.

Die **Verdauung** des Eiweißes beginnt im Magen, wo unter Einwirkung des scharf schmeckenden Pepsins bei Gegenwart von 2% Salzsäure eine Aufnahme von Wasser (Bildung von Pepton) stattfindet. Vollendet wird die Verdauung im Darm, nachdem aus der Bauchspeicheldrüse Trypsin hinzugetreten ist, das nur in Gegenwart von Alkalien

wirkt. Die Darmzotten saugen den flüssig gewordenen Stoff auf, der sich in Lymphgefäßen sammelt, vom Milchbrustgange in die linke Schlüsselbeinvene ausgeschüttet wird, mit dem Blute im Körper kreist, in den Drüsen allmählich eine Umwandlung (Assimilation) erfährt, endlich die Muskelsubstanz, Häute usw. durchtränkt und nun zum größeren Teil veratmet wird, dem kleineren nach zum Ersatze verbrauchten Organ-eiweißes dient. — Hartgekochtes Ei ist nur dann weniger gut verdaulich, wenn es ungenügend zerkaut verschluckt wird.

Aufg. 1. Das tägl. Bedürfnis eines Mannes an trockenem Eiweiß beträgt 120 g, an Fett 70 g. Wieviel Eier würden nötig sein, dem Bedürfnis a) an Eiweiß, b) an Fett zu genügen? 2. Wie ist die Verdichtung der Kalkschale durch Kalkwasser zu erklären? 3. Warum ist die Schale porös? 4. Warum treiben faule Eier auf dem Wasser? 5. Wie schützt Alkohol Eiweißstoffe vor Zersetzung? 6. An dem gleichzeitigen Genuß von viel Ei und Alkohol ist schon mancher gestorben. Erskl.! 7. Warum ist es zweckmäßig, Kindern nur weichgekochtes Ei zu geben? 8. Woraus ist zu schließen, daß Ei leichter verdaut wird als Fleisch? 9. Welchem Zwecke dienen die Aschenbestandteile im bebrüteten Ei? 10. In welchem Falle würde eine Ernährung mit künstlich bereitetem Pepton notwendig sein?

Kap. 68.

M i l c h.

Als erste Nahrung des jungen Säugetiers und des jungen Menschen ist die Milch von allergrößter Wichtigkeit. Schon die Bewohner der Pfahlbauten haben Milchwirtschaft getrieben, und noch heute ist in manchen Gegenden Deutschlands die Milcherzeugung der wichtigste Teil der Landwirtschaft.

Entstehung. Wahrscheinlich ist, daß die Milch flüssig gewordene Zellenmasse der Milchdrüse ist.

Zusammensetzung der Kuhmilch in Prozenten:

Wasser: 87,42; Casein: 2,88; Albumin: 0,53; Fett: 3,65; Milchzucker: 4,81; Asche: 0,71.

a) Der Wassergehalt nimmt zu bei knapper Ernährung, mit dem Alter der Kühe und bei stark wasserhaltiger Nahrung (Schlempe, Rübenschnitzel).

b) Das Casein (Käsestoff) ist bei allen Säugetieren von gleicher Beschaffenheit. In reinem Wasser löst es sich nicht, in einer stark verdünnten Lösung von phosphorj. Kalium oder Calcium, z. B. der Milch, quillt es so stark auf, daß es gelöst erscheint. Setzt man der Milch aber eine kleine Menge Salzsäure oder Lab (aus dem Magen der Kälber oder Lämmer) zu, so gerinnt es sofort und bildet weiße Flocken. Ebenso wirkt die aus dem Milchzucker entstehende Milchsäure auf das Casein.

c) Das Albumin ist nicht durch Säuren, wohl aber durch Hitze zum Gerinnen zu bringen; auf gekochter Milch bildet es eine zusammenhängende Haut.

d) Das Fett, die Butter, ist in der Form sehr kleiner Kügelchen in der Milch vorhanden, und diese verleihen letzterer durch ihr Lichtbrechungsvermögen die weiße Farbe. Es enthält kleine Mengen flüchtiger (riechbarer) Fette.

e) Der Milchzucker ($C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$) ist schwach süßlich. Wird er durch den Milchsäurepilz zerlegt, so entsteht Milchsäure, die das Casein zum Gerinnen bringt ($C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = 4C_3H_6O_3$). Durch Abdampfen der Molke gewinnt man in der Schweiz jährlich große Mengen Milchzucker.

f) Der Aschengehalt d. M. besteht hauptsächlich aus Calcium- und Kaliumphosphat und dient dem Säugling zum Aufbau der Knochen.

Bearbeitung. Die Vollmilch steht in steinernen oder blechernen Schalen einige Stunden lang im Keller; dann bildet sich auf ihr die Sahne (der Rahm). Diese wird abgeschöpft (verbleibt: Halbmilch) und dient zur Gewinnung der Butter. In großen Milchwirtschaften wird das Fett mittels der Zentrifuge aus der Milch ausgeschieden (verbleibt: Buttermilch). Wird das Casein durch Lab und gleichzeitig das Albumin durch Wärme zum Gerinnen gebracht, so schließen dieselben Fettkügelchen ein. Aus der Vollmilch erhält man Fettkäse, aus der Halbmilch Magerkäse. Übrig bleibt dann die Molke, die außer geringen Resten von Casein und Fett nur noch Milchzucker enthält. Butter und Käse werden gesalzen, letzterer oft auch gewürzt.

Nährwert. Es enthalten in Prozenten

	Wasser:	Eiweißstoffe:	Fett:	Milchzucker:	Asche:
Vollmilch	87,42	3,41	3,65	4,81	0,71
Halbe Milch					
(Magermilch)	90,11	3,37	0,46	5,34	0,72
Sahne	65,00	5,00	26,5	3,00	0,50
Buttermilch	90,27	4,06	0,93	4,07	0,67
Butter	11,70	0,70	84,50	0,80	2,30

	Wasser:	Eiweißstoffe:	Fett:	Milchzucker:	Asche:
Edamer(Fett-)Käse	36,28	24,07	30,26	4,48	4,81
Bäcksteinkäse					
(Magerkäse)	73,1	19,8	2,8	2,2	2,1

Casein und Albumin sind Fleischbildner und werden unter Einwirkung des Pepsins verdaut. Trinkt man Milch, so gerinnt das Casein im Magen sofort, und die entstehenden Quarkstücke sind um so größer und schwerer verdaulich, in je größeren Zügen man die Milch getrunken hat. Butter und Zucker sind Fettbildner und leichter verdaulich als anderes tierisches Fett, bezw. als andere Zuckerarten.

Verdorbene Milch. Die Entwicklung des Milchsäurepilzes geht am schnellsten von statten bei 25° — 30° und bei reichlichem Ozongehalt der Luft (Sauerwerden der Milch bei Gewitter). Milch von perlkrüchtigen Kühen enthält Tuberkelbazillen, die erst durch Kochhitze getötet werden müssen, damit sie nicht auf den Menschen übertragen werden. Ziegenmilch enthält Gifte, wenn die Tiere von Giftpflanzen genascht haben.

Konservierung. Durch Aufkochen der Milch entzieht man den Milchsäurepilzen das Albumin und damit für einige Stunden die Möglichkeit, sich rasch zu entwickeln. In Viehzucht treibenden Gegenden, die weitab liegen von großen Städten (Alpen!), ist man des billigeren Transports halber genötigt, die Milch einzudampfen. Die kondensierte Milch kommt in kleinen, luftdicht verschlossenen Blechbüchsen in den Handel und muß vor dem Gebrauche stark verdünnt werden. Meist ist sie sehr stark mit Rohrzucker versetzt.

Aufg. 1. Das kg Rindfleisch von folgender Zusammensetzung: Wasser 72,25%, Stickstoffsubstanz 20,91%, Fett 5,19%, Asche 1,17% koste 1,80 Mk. Dabei ist der Wert der 5,19% Fett = 1% Stickstoffsubstanz zu setzen und der Aschengehalt außer Rechnung zu lassen. Es ist der entsprechende Wert von je 1 kg, resp. 1 Vollmilch usw. zu berechnen, indem man 1 kg Zucker mit 50 Pf. bewertet! 2. In welchem Verhältnis stehen die gefundenen Werte zu den ortsüblichen Preisen? 3. Zur Ernährung eines Mannes sind täglich notwendig 120 g Stickstoffsubstanz, 70 g Fett und 500 g Kohlenhydrate. Wieviel Reis (7,8% Stickstoffsubstanz und 76% Kohlenhydrate) müßte zu 3 l Vollmilch gegeben werden, um die Nahrung ausreichend zu machen? 4. Warum ist die Meinung, eine Molkenkur sei Schwachen zuträglich, falsch? 5. Stelle aus Buttermilch und Graupen (s. S. 174) eine ausreichende Kost zusammen! Wirklicher ortsüblicher Preis? 6. Wie hoch würde sich der Preis stellen, wenn nur Rindfleisch und Kartoffeln (S. 172)

gegeben würden? 7. Wie kondensieren die Bewohner kalter Gegenden die Milch? 8. Warum ist es notwendig, die für Säuglinge bestimmte Milch zu kochen? 9. Welchen Bestandteil verliert sie dabei? 10. Die Kuhmilch ist für die Säuglinge zu wenig eiweißhaltig, muß aber wegen ihres großen Fettreichtums noch verdünnt werden. Was muß geschehen, um ihre Zusammensetzung zweckmäßiger zu machen?

Kap. 69.

Fleisch.

Muskel. Das Fleisch bildet die Muskelmasse der Tiere und Menschen. Jeder Muskel ist von einer dünnhäutigen Scheide umgeben und läßt sich in feine, hohle Fasern auflösen, die durch Bindegewebsmasse zu Bündeln vereinigt sind. Zwischen den Bündeln liegen Fettzellen.

Zusammensetzung. Der Hauptmasse nach besteht das Fleisch aus Wasser (74%—78%); von den Schlachttieren hat das Kalb das wasserreichste, das Schwein das wasserärmste Fleisch. Nächst dem Wasser machen stickstoffhaltige Verbindungen die Hauptmasse des Fleisches aus. Sie sind teils unlöslich (Myosin, der Stoff der Muskelfaser; das leimgebende Bindegewebe), teils löslich (das Albumin). Löslich sind auch die Fleischbasen, die dem Fleische den angenehmen Geschmack verleihen, die Fleischmilchsäure und der Muskelzucker. Auch enthält das Fleisch ein wenig Kaliumphosphat.

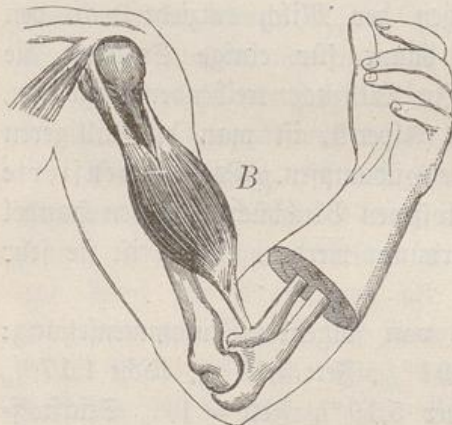


Fig. 54.

B Zweiföpfiger Armmuskel

	Wasser:	Stickstoffsubstanz:	Fett:	Asche:
Ochsenfleisch, mittelfett	72,25	20,91	5,19	1,17
Kalbfleisch, mager	78,50	19,50	0,82	1,87
Schweinefleisch, fett	47,40	14,54	37,34	0,72
Haushuhn	70,36	18,49	9,34	0,91
Hering, gesalzen	46,23	18,90	17	16,41
Schellfisch, frisch	80,97	17,09	0,34	1,64
Stockfisch	16,16	78,91	0,78	1,52

Zubereitung. Beim Kochen verliert das Fleisch 30%—40% seines Gewichts, hauptsächlich Wasser, aber auch die löslichen schmeckenden

Stoffe, Fett und das Albumin; dagegen behält es seinen ganzen Gehalt an Myosin, behält seinen Nährwert also fast ungeschmälert. Das Albumin kann dem Kochfleisch erhalten bleiben, wenn man dieses sofort in siedendes Wasser legt; es gerinnt dann. Um den Mangel an schmeckenden und den Appetit reizenden Stoffen zu ersetzen, ist Kochfleisch zu würzen. In die Fleischbrühe (Bouillon) gehen nur die Fleischbasen, Milchsäure, Fleischzucker, kleine Mengen Leim und Fett über. Die Fleischbrühe ist demnach nur sehr wenig nahrhaft, hat einen Wert nur als appetitanregendes Mittel. Fleischextrakt ist eingedampfte Fleischbrühe. — Beim Braten verliert das Fleisch bis zu 25% Wasser. In der Hitze zerfallen einzelne Fleischbestandteile und bilden eigentümliche Produkte, die dem Braten den angenehmen Geruch und Geschmack verleihen.

Konservierung. Unter allen organ. Verbindungen zerfallen sich die stickstoffhaltigen am leichtesten. Eingeleitet wird die Zersetzung durch Verwesungspilze, die zu ihrem Gedeihen Wasser, einen gewissen Wärmegrad und, wenigstens anfangs, Luft nötig haben. Zur Konservierung des Fleisches wendet man deshalb an:

1. Wasserentziehung durch Ausdörren an der Luft (Stockfisch und Klippfisch vom Fleische des Kabeljaus) und durch Einsalzen und Pökeln. Durch das Einsalzen verliert das Fleisch aber auch Albumin (2%) und die schmeckenden Stoffe, nimmt dagegen Kochsalz in Übermaß auf (bis 14%), wodurch es bei täglichem Genuß schädlich auf die Gesundheit wirkt, bei Schiffen z. B. oft Skorbut erzeugt.

2. Antiseptische Mittel. Unter diesen stehen Holzeßig und Kreosot (d. h. Fleischbewahrer) obenan. Beim Räuchern bilden sich beide Stoffe; im künstlichen Holzeßig ist Kreosot aufgelöst enthalten. Entweder durchtränkt man das Fleisch mit Holzeßig (Schnellräucherung), oder man setzt es dem Rauche schwelenden Buchenholzes aus.

3. Das Appert'sche Verfahren. Dieses besteht darin, daß man stark eingekochtes Fleisch in Blechbüchsen füllt, diese luftdicht verlötet, längere Zeit in siedendem Wasser und endlich zur Probe 3 Monate lang in einem bis auf 30° erwärmten Raume stehen läßt. Amerika und Australien führen solches Büchsenfleisch (corned beef) in Menge nach Europa aus.

4. Abkühlung. Ganze Schiffsladungen frischen, ungesalzenen Fleisches erhält Europa (London!) von Süd-Amerika und Australien, indem man das Fleisch, zwischen Eis verpackt, in einer Temperatur von + 2° erhält. Auch die leicht in Fäulnis übergehenden Seefische werden in Eisverpackung massenweis versandt.

Verdorbenes Fleisch. Im Innern dicker Fleischwürste und ungenügend gekochter Blutwürste bilden sich zuweilen infolge eingetretener

Zersetzung sehr gefährliche Gifte, Wurstgift. In Fäulnis übergegangene Fische sind der Gesundheit sehr nachteilig. Gegen Sinnen, Trichinen, Milzbrand- und Tuberkelpilze, Leberegel usw. schützt uns die Fleischbeschau und die Vorsicht, rohes Fleisch in keiner Form zu genießen. Fleisch von gehekten und unmittelbar vor dem Schlachten abgetriebenen Tieren, desgl. solches von kranken Tieren wird auch durch das Kochen nicht zuträglich. Büchsenfleisch löst mit der Zeit aus den Lötstellen Blei auf.

Aufg. 1. Wie läßt sich nachweisen, daß Fleisch C, H, S, N enthält? 2. Bei der Veratmung des zirkulierenden Eiweißes bleiben die Fleischbasen als Reste zurück; diese werden im Harn ausgeschieden. Welchen Weg müssen sie zu diesem Zwecke zurücklegen? 3. Zwischen dem Büchsenfleisch findet sich oft viel Gallerte; woher stammt diese? 4. Warum ist es nachteilig, Fleischbrühe zu genießen, ohne eine reichliche Mahlzeit folgen zu lassen? 5. Wie erklärt sich der reiche Aschengehalt der Salzheringe? 6. Welche Arten der Fleischkonservierung wendet man auch beim Holze an? 7. Welcher allgemeine Brauch der Fleischer beweist, daß eine schwache Zersetzung des Fleisches nötig ist, um dieses schmackhaft zu machen?

Kap. 70.

Hülsenfrüchte.

Die Leguminosen zeichnen sich durch einen hohen Gehalt an N-haltigen und N-freien Nährstoffen, sowie durch eine verhältnismäßig kurze Vegetationszeit aus, die den Anbau derselben bis zum 58. (Erbse) und 60. (Linse) Breitengrade möglich macht.

Zusammensetzung. a) Zellulose. Wenn man Erbsen in warmem Wasser mehrere Stunden lang hat aufquellen lassen, läßt sich die derbe Samenhaut leicht ablösen. In Wasser, Alkohol und Äther erweist sie sich unlöslich, löslich dagegen in einer Auflösung von $\text{Ca}(\text{OH})_2$ in NH_3 ; aus dieser Lösung kann der Stoff durch Säure, Zucker und Alkalisalze (Soda!) als ein weißes Pulver niedergeschlagen werden. Jodtinktur allein bringt auf der Schale keine Reaktion hervor; betupft man letztere aber zuerst mit H_2SO_4 und danach mit Jodtinktur, so färbt sie sich schön blau (Reaktionen auf Zellulose!).

b) Stärke. Werden geschälte Erbsen zu Brei gerieben, und wird dieser dann mit vielem Wasser durch einen Leinwandlappen gepreßt, so erhält man eine milchige Flüssigkeit, aus der sich ein weißer Körper ablagert, der auf Jodtinktur mit blauer Farbe reagiert, Stärke.

c) Eiweißstoffe. Wird das von der Stärke abgegoßene Wasser bis auf 70° erhitzt, so bildet sich ein Niederschlag von Pflanzenalbumin. Scheidet man dieses durch Filtration aus, so bringt Essig in der zurückgebliebenen klaren Flüssigkeit abermals eine Trübung hervor, indem das Legumin oder Pflanzencasein gerinnt.

d) Zucker. Stellt man einen Teil des von der Stärke abgegoßenen Wassers warm hin, so nimmt dieses den Geschmack von saurer Milch an. Es ist Milchsäure entstanden, folglich enthält die Erbse auch Zucker.

Es enthalten in Prozenten

	Wasser:	Eiweiß:	Fett:	Stickstoffr. Extraktivst.:	Zellulose:	Asche:
Erbsen	15	22,85	1,80	52,36	5,43	2,58
Linzen	12,35	25,70	1,90	53,45	3,56	3,04
Vietsbohnen	13,75	23,20	2,14	53,67	3,69	3,55
Saubohnen	14,76	24,27	1,61	49	7,1	3,26

Unter „stickstofffreien Extraktivstoffen“ versteht man Stärke, Zucker, Dextrin usw.

Verdaunung. Die Zellulose ist unverdaulich; sie reizt den Darm zu heftigeren Bewegungen und ruft dadurch bei einigen Personen Durchfall hervor; entschälte Hülsenfrüchte sind deshalb vorzuziehen. Die N-haltigen Stoffe der Leguminosen sind schwerverdaulich; von ungeschälten Erbsen bleibt etwa 40%, von geschälten 18% unverdaut. Durch Zusatz von tierischem Eiweiß und Fett wird die Verdaulichkeit jedoch erhöht. Erbsenwurst ist Mehl aus geschälten Hülsenfrüchten, das mit tierischem Fett und Gewürzen versetzt ist; weil sie sich sehr gut hält, schmackhaft und nahrhaft ist, hat sie für die Verpflegung auf Seeschiffen und für die Armee eine große Bedeutung.

Aufg. 1. Wieviel kg Erbsen würden nötig sein, um einen Mann genügend zu ernähren? 2. Wie teuer stellen sich 120 g Eiweiß a) aus Erbsen, b) aus Rindfleisch, c) aus Eiern, d) aus Milch nach den ortsüblichen Preisen? 3. Wie stellt man $\text{Cu}(\text{OH})_2$ dar? 4. Gemüse enthalten außer Wasser und sehr geringen Mengen von Nährstoffen nur noch Zellulose; warum sind sie doch unentbehrliche Nahrungsmittel? 5. Schließe aus der Verarbeitung der Zellulose zu Papier auf die Widerstandsfähigkeit der Zellulose Säuren gegenüber. 6. Wie muß man verfahren, um reine Zellulose pulverförmig darzustellen? 7. Vergl. die Hülsenfrüchte hinsichtlich der Zusammensetzung mit Milch. 8. Welchem Zwecke dient a) die Schale, b) das Eiweiß, c) die Stärke, d) der Zucker der Hülsenfrüchte in der Pflanze?

Kap. 71.

Kartoffeln.

1. Die Schale ist aus dünnwandigen, lusterfüllten (Kork-)Zellen aufgebaut; die von unreifen und von keimenden Kartoffeln nimmt bei Betupfung von HCl erst eine rötliche, dann eine violette Färbung an (unter dem Mikroskop auf der Schnittfläche zu sehen): Solanin. Das Solanin ist ein heftig wirkendes Gift.

2. Das Fleisch hat dünnwandige Zellen, die zahlreiche, meist auffallend große Stärkekörner einschließen. Wenn man die bei der Gewinnung der Kartoffelstärke erhaltene filtrierte Flüssigkeit bis zu 70° erhitzt, so schlagen einige Flocken geronnenen Albumins nieder. Die Schnittfläche einer K. ist weiß, bräunt sich aber an der Luft: Farbstoff.

Chemische Zusammensetzung: H_2O 76%; Stickstoffsubstanz 1,80%; stickstofffreie Extraktivstoffe 21%.

Wert. Wertvoll ist die K., weil sie auf jedem Boden fortkommt, bis zum 60. Breitengrade angebaut werden kann, einen verhältnismäßig hohen Ertrag liefert und sich leicht zubereiten läßt. Als Nahrungsmittel ist sie für sich allein ungenügend, weil sie fast nur Fettbildner enthält, und weil überdies $\frac{1}{3}$ der Stickstoffsubstanz und $\frac{1}{4}$ der stickstofffreien Extraktivstoffe unverdaut bleibt.

Aufg. 1. Wieviel kg K. würden nötig sein, um die für einen Mann erforderliche Eiweißmenge zu liefern? 2. Das Wievielfache der nötigen Kohlenhydrate würde er dann erhalten? 3. Welche Nahrungsmittel eignen sich am besten als Zuspeise bei K.? 4. Welchen Zweck mag das Solanin haben? 5. Warum tritt es beim Keimen reichlicher auf? 6. Vergl. die Wirkung des Erfrierens mit der des Keimprozesses. 7. Die Menge der Stärke nimmt in den Wintermonaten ab. Erkl.! 8. Warum keimen die K. nicht schon im Herbst? 9. Erkläre das Mehligwerden der K. beim Kochen.

Kap. 72.

Getreidekörner.

Arten. Der Getreidebau hat schon in vorgeschichtlicher Zeit begonnen. In Schottland und Skandinavien ist Gerste, in Deutschland und England Roggen, in den romanischen Ländern Weizen, in dem südlichen Teile der Vereinigten Staaten und in Südeuropa Mais das Brotkorn; in Südost-Asien baut man hauptsächlich Reis (Fig. 55), in

Mittelasrika Durrha (Mohrenhirse). Der in Sand- und Moorgegenden vielfach angebaute Buchweizen gehört zu den Knöterichgewächsen.

Zusammensetzung. Ein mikroskopischer Schnitt aus dem Weizenkorn zeigt folgendes: 1. Fruchthaut und Samenhaut sind fest miteinander verbunden. Sie bestehen aus Zellulose, sind also unverdaulich. Beim Zermahlen der Getreidekörner werden sie gleichfalls zerrieben und mischen sich unter das Mehl. Durch das „Beuteln“, d. h. Aussieben, wird jedoch dieser Teil der Zellulose ausgeschieden und bildet die Kleie. Zurück bleiben im Mehl die gleichfalls aus Zellulose bestehenden fein zerriebenen Zellhäute. —

2. Unter der Samenhaut liegen Zellen mit einem feinkörnigen Inhalt. Wird das Präparat in konzentrierte Rohrzuckerlösung gelegt, und fügt man dann am Rande einen Tropfen konzentrierte Schwefelsäure hinzu, so färbt sich der Inhalt dieser Zellschicht rubinrot, was anzeigt, daß er aus Aleuron, einer Eiweißart, besteht. — 3. Ein zweites Präparat legt man in Wasser und dann eine Zeitlang auf das Glas mit Jod. Der Inhalt der tiefer liegenden Zellen färbt sich blau: Stärke. Beim Zermahlen der Getreidekörner werden Aleuron und Stärke untereinander gemischt. — 4. Wird Weizenmehl in einem leinenen Beutelchen mit Wasser ausgeschwemmt, so färbt sich das Wasser milchig, und es lagert sich in dem

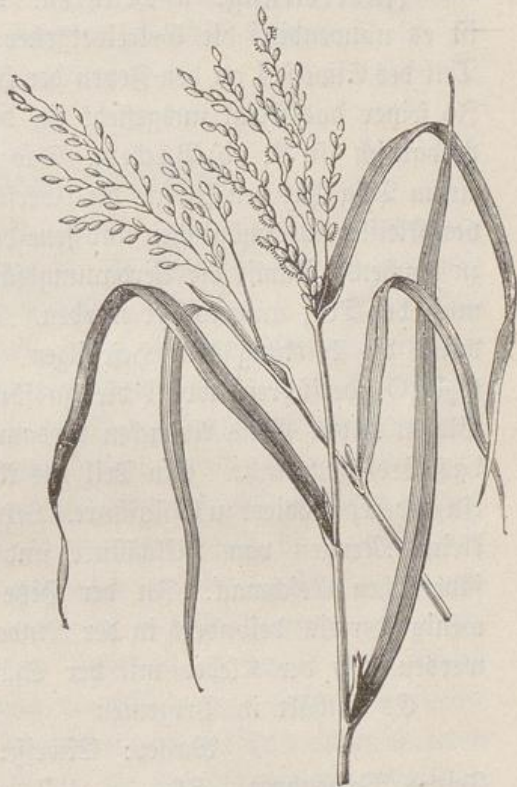


Fig. 55. Gemeiner Reis.

Wasser Stärke in reicher Menge ab, während in dem Tuch eine flebrige Masse von Eiweiß („Kleber“) zurückbleibt. Dieser Versuch zeigt, daß die Stärke im Vergleich zum Eiweiß im Weizenkorn stark verherrscht. — 5. Der Kleber (mit vielem Wasser ausgespült!) löst sich in verdünntem Salmiakgeist. Ein Zusatz von Säuren scheidet ihn aus der Lösung wieder in fester Form aus. — 6. Wird das von der Stärke abgegoßene klare Wasser bis zum Sieden erhitzt, so erscheinen weiße Flocken von Albumin. — 7. Stellt man mit einem klaren Auszug von Maismehl

die Fehlingsche Zuckerprobe an, so läßt sich die Gegenwart von Zucker nachweisen. Es besteht also das Weizenkorn (wie jede andere Getreideart) aus: Zellulose, Aleuron, Albumin, Stärke und Zucker, und zwar enthalten in Prozenten

	Wasser:	Eiweißstoffe:	Fett:	Stickstofffr. Extraktivst.:	Zellulose:	Asche:
Weizen	13,56	12,35	1,75	67,90	2,53	1,81
Roggen	15,06	11,52	1,79	67,81	2,01	1,71
Reis	13,11	7,85	0,88	76,75	0,63	1,01
Gerste	14	11	2	65	5	3

Zubereitung. a) Mahlen. Wegen der Unverdaulichkeit der Hüllen ist es notwendig, die Getreidekörner zu zermahlen. Dabei verbleibt ein Teil des Eiweißes an den Feten der Hüllen und bildet mit diesen die Kleie. Je feiner das Mehl ausgesiebt ist, desto eiweißärmer, aber um so leichter verdaulich ist es. b) Backen. Das Anrühren des Mehls mit Wasser zu einem Teig hat den Zweck, die Überführung der Stärkekörner in die Form von Kleister zu ermöglichen und jene dadurch für die Verdauung zugänglicher zu machen. Damit die Verdauungssäfte eine größere Angriffsfläche finden, muß der Teig aufgelockert werden. Dies geschieht beim „Aufgehenlassen“ durch die Wirkung von Hefepilzen, die den Zucker (2%) in CO_2 und $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ überführen, wobei die gasförmige Kohlensäure in dem Teig kleine Blasen bildet. Beim Abbacken verdampfen Alkohol und Wasser und lockern das Brot noch mehr. Ein Teil des Alkohols bleibt jedoch im Brote zurück, ein anderer oxydiert zu Essigsäure. Letztere, sowie bei der Gärung entstandene kleine Mengen von Milchsäure und Buttersäure geben dem Brote den säuerlichen Geschmack. In der Hitze des Backofens bildet sich auch ein wenig Dextrin, besonders in der Rinde, während die Gärungserreger getötet werden und der Kleber mit der Stärke eine innige Verbindung eingeht.

Es enthält in Prozenten

	Wasser:	Eiweiß:	Stickstofffreie Extraktivst.:	Zucker:
Feines Weizenbrot	36	7	52	3
Gröberes „	40,5	6	49	2
Roggenbrot	42	6	50	2

Verdauung. Von feinstem Weißbrot bleiben nur etwa 6%, von grobem Brote bis 20% unverdaut. Wegen der Armut des Brotes an Eiweißstoffen und Fetten genießt man das Brot am besten mit tierischem Fett und Eiweiß.

Aufg. 1. Wieviel Brot würde nötig sein, um dem täglichen Eiweißbedürfnis eines Mannes zu genügen? 2. Wieviel Kohlenhydrate würden dabei verschwendet werden? 3. Warum ist klastisches Brot

schwer verdaulich? 4. Weise aus der Bibel nach, daß die Anwendung des Sauerteigs sehr alt ist. 5. Beim Gären geht $1\frac{1}{2}\%$ vom Gewicht des Mehls verloren. Wieviel macht dies für den tägl. Bedarf von 50 Mill. Menschen, à 1 kg Brot? 6. Warum ist für Zuckergebäck Hefe als Treibmittel nicht anwendbar? 7. Warum ist Hirschhornsalz als Treibmittel dem doppeltkohlens. Natron vorzuziehen? 8. Warum ist Mehlbrei weniger leicht verdaulich als Brot? 9. Warum ist es notwendig, das Brot möglichst fein zu zerkauen? 10. Mehliges Speisereste säuern im Munde. Wirkung auf die Zähne? 11. Eingeleitet wird dieses Säuern durch Pilzbildungen. Inwiefern ist es für die Reinigung der Zähne von Vorteil, festes Brot zu essen anstatt eingetunkter Semmeln?

Kap. 73.

Ernährung des Menschen.

Geschichtliches. Schon Aristoteles (387 vor Chr.) erkannte, 1. daß die Eigenwärme des Körpers und die Abmagerung im Hungerzustande durch Verbrennung organ. Substanz entsteht; 2. daß die Ernährung den Zweck hat, den Verlust durch Verbrennung zu ersetzen; 3. daß die verdaute Nahrung in Blut übergeführt wird; 4. daß aus dem Blut sich alle Organe bilden; 5. daß die Menge der Ausscheidungen von der Menge der aufgenommenen Nahrung abhängig ist. Einen bemerkenswerten Fortschritt machte die Ernährungstheorie erst 2100 Jahre später. Albrecht von Haller (1708—1777) vermutete, daß die verschiedenen Nahrungsmittel bei der Ernährung auch eine verschiedene Wirkung haben. Lavoisier (1743—1794) war es zuerst, der in dem Verbrennungsprozeß eine Verbindung mit O erkannte, die Verbrennung von C und H im menschlichen Körper, die Beschleunigung der Wärmeerzeugung in der Kälte und bei schwerer Arbeit nachwies. Die Arbeiten Lavoisiers gaben anderen Forschern Anregung, gleichfalls eingehend die Ernährung des Menschen zu studieren; man lernte die Nahrungsstoffe in stickstoffhaltige und stickstofffreie einteilen, und (Magen die) stellte fest, daß ein tierischer Körper zugrunde geht, wenn er ausschließlich stickstofffreie Nährstoffe erhält.

Von größter Bedeutung für die Ernährungswissenschaft ist Justus von Liebig (1851). Er untersuchte alle möglichen Futter- und Nahrungsmittel, die Substanzen des Menschen- und Tierkörpers sowie die Ausscheidungsprodukte desselben auf ihre chemische Zusammensetzung, fand, daß das tierische Eiweiß nicht wesentlich verschieden sei von dem pflanzlichen, daß jenes aus diesem entstehe, machte die Beobachtung, daß die

N-freien Verbindungen leichter oxydieren als die N-haltigen, letztere also vor der Oxydation schützen können. Alles dies trug er in meisterhafter Darstellung, zum Teil allgemein verständlich vor, begeisterte dadurch das ganze gebildete Publikum für die Weiterbildung dieser Wissenschaft und wurde infolgedessen der Vater der wissenschaftlichen Ernährungslehre.

Bedeutung der Ernährungslehre. Ein muskelschwacher Körper ist nicht zu so großen und zu so langdauernden Arbeitsleistungen befähigt als ein muskulöser Körper. Der körperlich schwache Arbeiter verdient weniger, kann also auch nicht so viel für die Ernährung und Pflege seines Körpers und für Wohnung aufwenden, kann seine Familie nicht so gut versorgen als der kräftigere Genosse; im Kriege ist die Sicherheit des Erfolges oft weniger von dem Wagemut der Leute abhängig als von deren Ausdauer im Ertragen von Strapazen, und sogar im Genießen der Freuden des Lebens, z. B. beim Durchwandern schöner Berggegenden, ist derjenige im Vorteil, der am kräftigsten ist. — Sind die Brustmuskeln schwach, so vermögen sie den Brustdeckel nur wenig zu heben, die Atmung ist wenig ergiebig und damit die Quelle des Wohlbefindens und der Gesundheit teilweise verstopft. Es liegt also der Wunsch nahe, besonders die Muskulatur schwacher Personen durch eine geeignete Ernährung zu stärken.

Um einen dahin führenden Weg zu finden, wurden zuerst von den Münchener Professoren Pettenkofer (+ 1898) und Voit sehr zahlreiche Ernährungsversuche angestellt. Es mußte zu diesem Zwecke nicht nur die täglich dargereichte Nahrung auf ihren Gehalt an Nährstoffen, insbesondere an Eiweiß untersucht werden, sondern man mußte auch für jeden Tag feststellen, wieviel Gramm Eiweißstoffe infolge der Atmung im Körper verbrannt waren. Die Eiweißstoffe verbrennen wegen ihres Stickstoffgehaltes nicht völlig, und die Verbrennungsreste werden als Harnstoffe ausgeschieden. Aus dem Gewicht der Harnstoffe läßt sich dann berechnen, wie groß die Menge des Eiweißes war, das diese Verbrennungsreste lieferte.

Weil der Muskel ausschließlich aus Eiweißstoffen aufgebaut ist, lag es nahe, dem Körper, dessen Muskeln gestärkt werden sollen, möglichst viel Eiweiß zu bieten. Dabei ergab sich folgendes:

1. Erhält der menschliche Körper als Nahrung nur Eiweiß, so gibt er immer noch mehr Eiweiß aus, als er einnimmt. Eine kurze Zeit kann er dieses Mehr der Ausgabe bestreiten, indem er das in seinem Blute zirkulierende und das die Gewebe durchtränkende flüssige Eiweiß verbrennt. Ist dieser Vorrat aber aufgezehrt, was schon nach wenigen Tagen der Fall ist, dann müssen die Muskeln von dem zu ihrem Aufbau verwandten Eiweiß (Organeineiweiß) hergeben. Der Erfolg ist also

das Gegenteil von dem, was beabsichtigt wurde. Schließlich geht der Körper sogar an Entkräftung zugrunde.

2. Erhält der Körper eine aus Eiweißstoffen, Fett und Kohlenhydraten gemischte Kost, und steigert man dann langsam die Eiweißmenge gleichmäßig, so steigt in gleichem Maße auch die Eiweißausgabe.

3. Wird die dargereichte Eiweißmenge nicht langsam und gleichmäßig gesteigert, sondern plötzlich, so steigt auch die Ausgabe an Eiweiß, und zwar übertrifft sie immer noch die Einnahme. Mithin läßt sich durch bloße Steigerung der Eiweißzufuhr ein Muskelansatz nicht erreichen. Vielmehr werden diejenigen Organe, die die Ausscheidung der Harnstoffe zu besorgen haben, die Nieren, schließlich überanstrengt und erkranken. Ferner ergibt sich, daß eine Reihe von sog. Festessen den Körper ruiniert.

Bedeutung der stickstofffreien Nährstoffe. Nirgends bietet uns die Natur reine Eiweißstoffe; die aus dem Tierreiche stammenden Nahrungsmittel enthalten außer Eiweißstoffen stets auch Fett, die aus dem Pflanzenreich stammenden hingegen Stärke und Zucker. In unseren Küchen aber pflegen wir regelmäßig tierische und pflanzliche Nahrungsmittel zu mischen, so daß unsere Speisen durchweg sowohl Eiweißstoffe als auch Fette und Kohlenhydrate enthalten. Und so ist es nicht nur bei uns, sondern auch bei allen anderen Völkern. Diese Tatsachen lassen darauf schließen, daß auch die Fette und Kohlenhydrate, obschon sie sich nicht am Aufbau unsers Körpers beteiligen, sondern nur in der Form von Fett in dem Körper abgelagert werden, doch für die Ernährung des Menschen durchaus unentbehrlich sind. In bezug auf diese sog. Fettbildner ergaben die Ernährungsversuche:

1. Wird ein Mensch nur mit Eiweißstoffen ernährt, so gibt er immer mehr Stickstoff aus, als er einnimmt; ersetzt man aber einen Teil des Eiweißes durch Fett oder durch Kohlenhydrate, so wird weit weniger Eiweiß verbraucht. Die Fette und Kohlenhydrate wirken also eiweißsparend, und zwar letztere noch mehr als erstere. Am größten ist die Ersparnis an Eiweiß dann, wenn die Speise sowohl Eiweiß als auch Fett und Kohlenhydrate enthält. Wenn das Verhältnis dieser drei Nährstoffe richtig ist, kann man sogar erreichen, daß die Einfuhr von Eiweiß die Ausfuhr deckt, daß also der Körper auf seinem Bestande erhalten bleibt. Bei einem Manne, der, ohne überanstrengt zu werden, körperlich arbeitet, ist dies der Fall, wenn die Nahrung eines Tages etwa 125 g Eiweiß, 70 g Fett und 400—500 g Kohlenhydrate enthält.

2. Wird nicht nur mehr Eiweiß, sondern auch ein Überschuß von Fett und Kohlenhydraten dargeboten, so wird dadurch noch nicht ein Fleischansatz erzielt, sondern es kommt nur zu einem vermehrten Fett-

ansatz; diese Art der Ernährung ist also eine Mästung. Sogar der Überschuß an Eiweißstoffen wird in Fett umgewandelt.

Durch eine Verbesserung der Nahrung allein kann also eine Kräftigung des Körpers nicht erreicht werden. Allgemein ist die Ansicht verbreitet, daß durch körperliche Anstrengung Eiweiß verbraucht werde. Diese Meinung wurde jedoch durch die Ernährungsversuche nicht bestätigt. Vielmehr ergab sich, daß Muskelanstrengung den Eiweißverbrauch nicht steigert, wohl aber den Fettverbrauch. Ja, bei regelmäßiger körperlicher Anstrengung und gleichzeitiger guter Ernährung und guter Atemluft wird die Muskulatur nach und nach sogar gestärkt.

Zur Kräftigung des Körpers ist also notwendig:

a) tägliche vielseitige (doch nicht eine übermäßig ermüdende) körperliche Anstrengung mit genügenden Ruhepausen;

b) eine gemischte Kost, die alle Nährstoffe in richtigem Verhältnis und in ausreichender Menge enthält;

c) Aufenthalt im Freien und gute Luft in den Schlafstuben.

Am wichtigsten ist die Frage nach einer zweckmäßigen Ernährung der Kinder. In dieser Beziehung ergaben die Ernährungsversuche,

a) daß der jugendliche, noch im Wachstum befindliche Körper verhältnismäßig mehr Eiweiß verbraucht als der Körper erwachsener Personen. Weil der noch nicht erwachsene Mensch außerdem Eiweiß zum Ausbau seines Körpers nötig hat, muß die Nahrung des Kindes reicher an Eiweiß sein als die des Erwachsenen.

b) daß mit der Menge der zugeführten Nahrung auch die Energie des Wachstums gesteigert wird. Ein gut ernährtes Kind wächst also rascher als ein schlecht ernährtes. Jedoch ist es nicht möglich, jedes Kind durch Verabreichung reichlicher Nahrungsmengen groß und stark zu machen. Viele Kinder werden durch eine zu reichliche Ernährung „überfüttert“, leiden dann an Verdauungsstörungen und an anderen, den Körper schwächenden Übeln. Die Ernährung des Kindes verlangt also auch eine beständige sorgfältige Aufmerksamkeit von seiten der Eltern.

Inhaltsangabe.

	Seite
Vorwort	3—4
Kap. 1. Einleitung. Physik und Chemie. Moleküle und Atome. Elemente und Verbindungen. Affinität	5—6
" 2. Wasserstoff. Darstellung aus Salzsäure. Nachweis und Eigenschaften in den Brennstoffen. Darstellung aus Wasser. Elektrolyse des Wassers. Chemische Zeichen	7—10
" 3. Chlor. Darstellung aus Salzsäure, aus Kochsalz. Eigenschaften. Anwendung. Verbindungen mit Metallen. Salzsäure	10—13
" 4. Atomgewicht. Gesetze. Wertigkeit	13—15
" 5. Jod. Darstellung aus Jodkalium. Jodtinktur. Jod als Reagens auf Stärke. Vorkommen. Jod im Assimilationsprozeß. — Brom. Vers. mit Bromsilber. Brom in der Photographie. Gewinnung von Jod und Brom aus dem Meerwasser	15—18
" 6. Sauerstoff. D aus HgO , $KClO_3$, durch Elektrolyse, durch Pflanzen. Verbrennungsprozeß. Entzündungstemperatur. Davysche Sicherheitslampe	18—21
" 7. Säuren. Basen. Salze.	21—23
" 8. Oxyde. Oxydationsstufen. Reduktion. Oxydationskörper	23—24
" 9. Atmung. Verbrauch von Sauerstoff beim Menschen, bei Pflanzen; Entstehung von Kohlensäure. Eigenwärme und Betriebskraft. Wechselverhältnis zwischen Tieren und Pflanzen. Gesunde Luft	24—27
" 10. Verwesung. Versuche; Ergebnisse derselben. Bedeutung. Schutz gegen Verwesung	27—29
" 11. Stickstoff. Darstellung. Ammoniak; schwefelsaures Ammon. Substitution. Radikale	30—32
" 12. Stickstoff. Salpeter. Salpetersäure. Salpetersaure Salze. Entstehung der Salpetersäure. Vorkommen der salpetersauren Salze	32—35
" 13. Stickstoff. Sprengstoffe. Geschichtliches vom Schießpulver. Bereitung. Schießbaumwolle. Andere Sprengstoffe	35—37

	Seite
Kap. 14. Stickstoff in organ. Verbindungen. Hirschhornsalz. N als Nährstoff. Stickstoffdüngung mit Stalldünger und Kunstdünger. Stickstoffsammler	37—40
„ 15. Kohlenstoff. Vorkommen in organischen Körpern, in Steinkohlen, Braunkohlen und Torf, in Graphit (Bleistiftfabrikation), als Diamant, in der Kohlensäure. Verbindungen mit O, H und S	40—42
„ 16. Fäulnis, Sumpf, Moor, Torf	42—44
„ 17. Braunkohle	44—45
„ 18. Steinkohle. Eigenschaften. Vorkommen. Entstehung. Bildung der Flöze. Gewinnung. Verwertung	45—49
„ 19. Petroleum. Geschichtliches. Vorkommen. Entstehung. Gewinnung. Zusammensetzung. Raffinieren. Acetylen	49—51
„ 20. Leuchtgas. Rohstoffe. Gasofen. Destillationsprodukte. Reinigung. Gasometer. Regulator. Gasuhr. Verbrennungsgase. Geschichtliches. Nebenprodukte. Bunsenbrenner. Glühstrümpfe	51—57
„ 21. Schwefel. Eigenschaften. Verb. mit Metallen, mit H, mit O. Schwefeldioxyd. Schweflige Säure. Schwefelsäure. Schwefelsaure Salze. Bedeutung der Schwefelsäure. Darstellung. Vorkommen des Schwefels. Gewinnung des Schwefels. Verwendung	57—62
„ 22. Phosphor. Eigenschaften. Versuche. Phosphorige Säure, Phosphorsäure; phosphorsaurer Kalk. Roter Phosphor. Phosphor als Gift; Gegenmittel. Vorkommen. Düngung mit „Superphosphat“ und Guano. Gewinnung des Phosphors. Verwendung. Allgemeines: gesättigte Verbindungen, Hydroxyl, Konstitution	62—67
„ 23. Arsen. Eigenschaften. Vorkommen. Verwendung. Arsen als Gift. Nachweis von Arsen	67—68
„ 24. Kiesel. Quarz. Kieselsinter. Versteinerungen. Kieselsäure in Pflanzen. Kieselgur. Feuerstein. Kieselsaure Salze	68—71
„ 25. Der Anteil der Kieselsäure an der Bildung der Erdrinde. Granit (Zusammensetzung, Verwitterung. Geröll, Sandboden, Tonboden). Sandstein. Tiefseeschlamm. Porphyr. Basalt. Gneis. — Ergußgesteine	71—74
„ 26. Glas. Fabrikation. Farbige Gläser. Überfangene Gläser. Glaschleiferei. Glasmalerei. Geschichtliches	74—77
„ 27. Aluminium. Eigenschaften. Aluminiumoxyd. Edelsteine	77—78
„ 28. Alaun. Analyse. Synthese. Beizen, Färben. Gewinnung	78—79
„ 29. Ton in der Ackererde. Analyse des Tons. Eigenschaften. Wassergallen. Marschen, Geest. Wallererde	79—80
„ 30. Absorptionsfähigkeit des Bodens für Nährsalze. Für K_2O , NH_3 , P_2O_5 , HNO_3 , HCl , H_2SO_4	81—82

	Seite
Kap. 31. Tonwaren. Ziegel. Töpferwaren. Steingut. Porzellan (Geschichte, Fabrikation, Malerei)	82—84
" 32. Kalium und Natrium. Dryde. Hydroxyde.	84—85
" 33. Kochsalz. Analyse. Synthese. E. In organischen Körpern. Meer- salz. Quellsalz (Salinen). Steinsalz. Entstehung der Salz- lager. Anwendung	85—88
" 34. Soda. Analyse. Anwendung. Vorkommen. Darstellung. Nebengewerbe.	88—91
" 35. Verbindungen des Kaliums. Pottasche. Carnallit. Rainit. Kalidü- ngung	91—93
" 36. Magnesium. Eigenschaften. Verbindungen. Magnesit. Dolomit. Bittersalz. Talk. In organischen Körpern .	93—95
" 37. Calcium. E. und Vk.	95
" 38. Kohlen- saurer Kalk. Kalk im Wasser. Calciumhydroxyd. Kalk. Kalk- seife. Calciumalbuminat. Kohlenf. Kalk. Doppelkohlensau- res Calcium. Kesselstein. Kalktuff. Tropfstein. Kalk als Pflanzennahrung, als Baustein. Luftmörtel. Wassermörtel	96—99
" 39. Schwefel- saurer Kalk. Vorkommen. Gipsbrennen. Ge- löster Gips	99—100
" 40. Zinn. Eigenschaften und Verwendung. Legierungen (Bronze, Schnellot, Streichlot). Zinnasche. Zinnsalz in der Zeug- färberei. Zinnstein. Zinnbänke. Seifenzinn	100—101
" 41. Zink. Eigenschaften und Anwendung. Messing. Zinkvitriol. Zinkkarbonat. Galmei. Zinkblende. Gewinnung. Ge- schichtliches	101—103
" 42. Blei. Eigenschaften und Anwendung. Verhalten zu Wasser. Dryde. Bleisalze (Bleizucker, Bleikarbonat, Chromgelb, Chromorange und Chromrot). Schwefelblei. Bleiver- giftungen	103—105
" 43. Kupfer. Name. Eigenschaften, Anwendung. Legierungen. Kupferoxyd und -oxydul. Chlorkupfer. Kupfervitriol. Kohlensau- res Kupfer. Grünspan. Patina. Scheelsches und Schweinfurter Grün. Vorkommen. Gewinnung. Vergiftungen	105—109
" 44. Eisen. Eigenschaften. Bedeutung. Eisenoxyduloxyd. Eisen- oxyd. Eisenoxydhydrat. Eisenvitriol. Kohlenf. Eisen; Raseneisen, Stahlquellen. Eisenkies	109—111
" 45. Ausbringung des Eisens. Eisenerze. Gußeisen, Stahl, Schmiedeeisen. Rennarbeit. Hochofenprozeß	112—114
" 46. Eisen. Stahlgewinnung. Frischen. Buddeln. Walz- werke. Zementstahl. Gußstahl. Bessern. Thomas- verfahren. Regenerativfeuerung. Freiflamme. Auf- schwung der Eisenindustrie	114—118

	Seite
Rap. 47. Quecksilber. Eigenschaften und Anwendung. Amalgame Chlorverbindungen. Quecksilberoxyd. Schwefelquecksilber. Vorkommen und Gewinnung	118—120
„ 48. Silber. E. und A. Legierungen. Vorkommen. Fundorte. Silberoxyd. Schwefelsilber. Direkte und indirekte Verbindung mit den Halogenen. Salpeters. Silber. Die chemischen Vorgänge beim Photographieren	120—123
„ 49. Gold. Eigenschaften. A. Chlorgold. Vergolden. Vorkommen. Fundstätten alter und jüngster Zeit. Gewinnung	123—125
„ 50. Übersicht über die auf der Erdoberfläche am häufigsten vorkommenden Elemente	125—126

Chemie der Pflanzen- und Tierstoffe.

„ 51. Zellulose. Leinwandbereitung. Eigenschaften und Reaktionen. Papierbereitung (Wüttenpapier, endloses Papier, Pergamentpapier, Holzpapier). Versuche	127—129
„ 52. Stärke. Gummi. Nachweis von Stärke in der Pflanze. Gewinnung. Kleister. Sago. Dextrin. Isomerie	129—131
„ 53. Stärkezucker und Traubenzucker. Darstellung des Stärkezuckers mittels Schwefelsäure, Diastase, Pthalin. Enzyme. Verdauung der Stärke. Fehlingsche Zuckerprobe. Zucker in Früchten und Blüten	131—133
„ 54. Rohrzucker oder Rübenzucker. Versuche. Invertzucker. Zuckersaurer Kalk. Diffusion. Reinigung. Geschichtliches	133—135
„ 55. Weinbereitung. Inhalt der Weinbeere. Gärung. Süße und saure Weine. Rotwein. Weinverbesserung. Kunstwein. Schaumweine. Pasteurisieren	135—137
„ 56. Bierbereitung. Inhalt der Getreidekörner. Mälzen. Maiischen. Würzeloehen und Hopfen. Abkühlen. Brauen. Bestandteile des Biers	137—139
„ 57. Spiritus. Branntwein. Liköre. Destillation. Spiritus. Korn- und Kartoffelbranntwein. Liköre. Denaturierter Spiritus	139—141
„ 58. Wirkung des Alkoholgenusses. Kein Nährwert. Kein durststillendes Mittel. Keine Hebung der Kräfte. Stillung des Hungers. Eiweißstoffe werden unverdaulich. Entfittliche Wirkung. Zerstörung der geistigen Kräfte. Nachteilige Einwirkung auf die Nachkommenschaft. Schaden für den Staat	141—143
„ 59. Essig. Entstehung. Weinessig. Schnelleessigfabrikation. Holzeßig. Essigsäure Salze	143—145
„ 60. Gerbsäure. Reaktion. Nachweis in Pflanzenstoffen. Bedeutung für die Pflanze. Gewinnung. Tinte. Gerbsäure und Eiweiß. Gerben. Schwarzfärben	145—148

	Seite
Kap. 61. Fette. Bedeutung. Verhalten zu anderen Körpern, an der Luft, in der Hitze. Bestandteile. Analyse. Stearinkerzen. Seifenbereitung. Geschichtliches	148—151
„ 62. Flüchtige oder ätherische Öle. E. Gw. Heilwirkung. Bedeutung im Pflanzenleben	151—153
„ 63. Harze. Entstehung. Gw. E. Bernstein. Kautschuk (vulkanisiertes: Hartgummi). Guttapercha	153—155
„ 64. Pflanzenbasen. Vk. Nikotin. Morphin. Koffein. Theobromin. Chinin	155—158
„ 65. Formeln und Figuren. Methan. Chloroform. Jodoform. Äthyl. Äthylalkohol. Benzolringe. Phenol. Hydrochinon, Naphthalin, Alizarin	158—160
„ 66. Ernährung der Pflanzen. Nährstoffe. Atmung	160—163
„ 67. Eier. Bestandteile. Lösungsmittel und Reagenzien für Albumin. Vitellin. Verdauung	163—165
„ 68. Milch. Entstehung. Zusammenziehung. Bearbeitung. Nährwert. Verdorbene Milch. Konservierung	165—168
„ 69. Fleisch. Muskel. Zusammenziehung. Zubereitung. Konservierung (durch Wasserentziehung, antiseptische Mittel, das Appertische Verfahren, Abkühlung.) Verdorbenes Fleisch	168—170
„ 70. Hülsenfrüchte. Zusammenziehung. Verdauung	170—171
„ 71. Kartoffeln	172
„ 72. Getreidekörner. Arten. Zusammenziehung. Zubereitung (Mahlen, Backen). Verdauung	172—175
„ 73. Ernährung des Menschen. Geschichtliches (Aristoteles, Albrecht von Haller, Lavoisier, Magendie, Justus von Liebig, Voit, Pettenkofer). Geetze der Ernährung	175—178

Zur Wiederholung und Erweiterung:

„Bilder aus der Chemie des täglichen Lebens“ von L. Busemann.
Berlin, Franz Wunder. M. 0.80.

„Kraft und Leben in der Natur.“ Bd. XV von Dürre Deutscher
Bibliothek. M. 1.50.

Von demselben Verfasser sind in gleichem Verlage erschienen:

Pflanzenphysiologie. Für Seminare, zur Vorbereitung auf die Prüfung für Mittelschulen und zur Belebung des Unterrichts. Mit 88 Abbildungen. 2. Auflage. M. 1.70.

— **Entwürfe für den pflanzenkundlichen Unterricht auf biologischer Grundlage** Oberstufe der Volksschule. M. 1.70.

Empfohlen von den Königl. Regierungen in **Cassel** und **Münster**.

Busemann u. Richter, Seminarlehrer. **Hilfsbuch für den Physikunterricht** in zwei Teilen.

Teil I für Präparandenanstalten mit 124 Figuren. 2. Auflage. M. 1.35.

Teil II für Seminare mit 208 Figuren. 2. Auflage. M. 3.40.

Empfohlen von den Königl. Regierungen in **Murich**, **Bromberg**, **Lüneburg**, **Merseburg**, **Posen**.

Ev. Volksschule. Nr. 99. 1901: Dieses Hilfsbuch ist ein vorzügliches, klar geschriebenes und durch Bilder erläutertes Werk. Dabei ist es auch für den strebsamen Lehrer eine willkommene Handhabe, sein Wissen zu bereichern.

Schaum, R., Dr. Professor und Reichmann, G., Dr. **Kraft und Leben in der Natur.** Band 15 von Dürrs Deutscher Bibliothek. M. 1.50.

„Preussische Lehrerzeitung“. 1904. 13. August. Dieses Werk bildet den 15. Band von Dürrs Deutscher Bibliothek und bietet 20 naturkundliche Leseblätter, die namentlich den Werken moderner Naturforscher entnommen sind. Durch den Titel wollten die Verfasser den leitenden Gedanken kennzeichnen, welcher der Zusammenstellung zugrunde liegt. Referent freut sich über die glückliche Auswahl der einzelnen Nummern und hebt noch hervor, daß das Buch bei dem billigen Preise und der guten Ausstattung ohne Zweifel bald die weiteste Verbreitung finden wird. Es verdient die wärmste Empfehlung!

Krausbaner, Th. Dr. (Odo Tzichausen), Kreis Schulinspektor. **Naturlehre für Volksschulen in ausgeführten Lektionen.** Eine Handreichung für Lehrer und Seminaristen. Zweite umgearbeitete Auflage. Mit 16 Textabbildungen. M. 3.80.

Dr. Heindl-Schuberts Repertorium der Pädagogik. 1901 — 56. Jahrg., Heft 10. . . Das vorliegende Buch ist ein vortreffliches Werk, welches dem Lehrer bei der Vorbereitung auf den Physikunterricht ganz ausgezeichnete Dienste zu leisten vermag. Der Verfasser geht beim Unterricht in der Naturlehre von der Beobachtung aus, welche vom Schüler selbst gemacht wurden. Kein Lehrer, der Physikunterricht erteilen muß, versäume es, sich dieses zu verschaffen.

Skrobek, Seminaroberlehrer. **Anatomie, Morphologie und Physiologie der Pflanzen, Tiere und Menschen.** Ein Lehrbuch für Seminaristen nach den neuen Lehrplänen. Ein Leitfaden zur Vorbereitung auf die Mittelschullehrerprüfung. Mit 33 Abbildungen. M. 1.80.

Neue pädagogische Zeitung. Nr. 10, 1905. . . . Das Buch ist aus der Praxis hervorgegangen und legt daher besonders Gewicht auf Bau und Leben der Pflanzen und Tiere, sowie auf die Bedeutung der Naturwesen für den Menschen und im Haushalte der Natur. Zur Vorbereitung auf den Unterricht wird es Seminaristen und Lehrern gute Dienste leisten.

Kohlmeier, O., Seminarlehrer. **Allgemeine Tierkunde nebst Anleitung zur Ausführung der notwendigsten und einfachsten praktischen Arbeiten.** Handbuch für Schüler von Lehrerbildungs- und höheren Unterrichtsanstalten, sowie für Lehrer zur Vorbereitung auf den Unterricht und für Prüfungen. Mit vielen Abbildungen. M. 2.10.

Schweizerisches evangelisches Schulblatt. Nr. 22, Juni 1905: Die mit viel Fleiß und großer Sachkenntnis abgefaßte Schrift ist reich und gut illustriert; sie ist sehr wahrscheinlich zurzeit die einzige ihrer Art. Jeder Lehrer der Zoologie wird dem Verfasser Dank wissen für die vielseitigen Anregungen, die er in seiner interessanten Schrift bietet. . .

— **Allgemeine Pflanzenkunde nebst Anleitung zur Ausführung der notwendigsten und einfachsten praktischen Arbeiten.** Handbuch für Schüler von Lehrerbildungs- und höheren Unterrichtsanstalten sowie für Lehrer zur Vorbereitung auf den Unterricht und für Prüfungen. Mit 274 Abbildungen. M. 3.—.

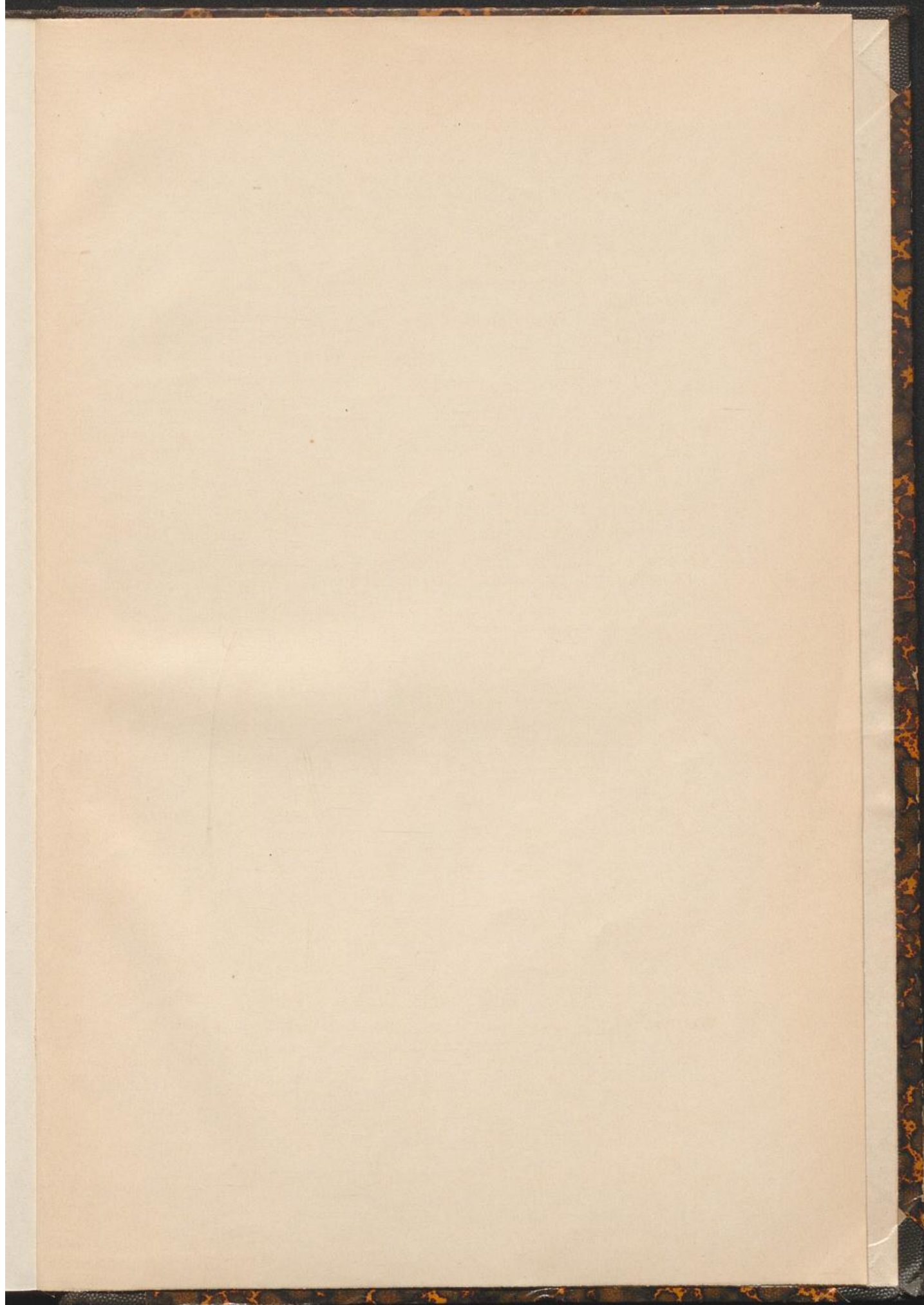
Melinat, G., Seminarlehrer. **Der landwirtschaftliche Unterricht im Lehrseminar und zum ersten Selbststudium.** Auf Grund der neuen Bestimmungen vom 1. Juli 1901 bearbeitet. M. 2.60.

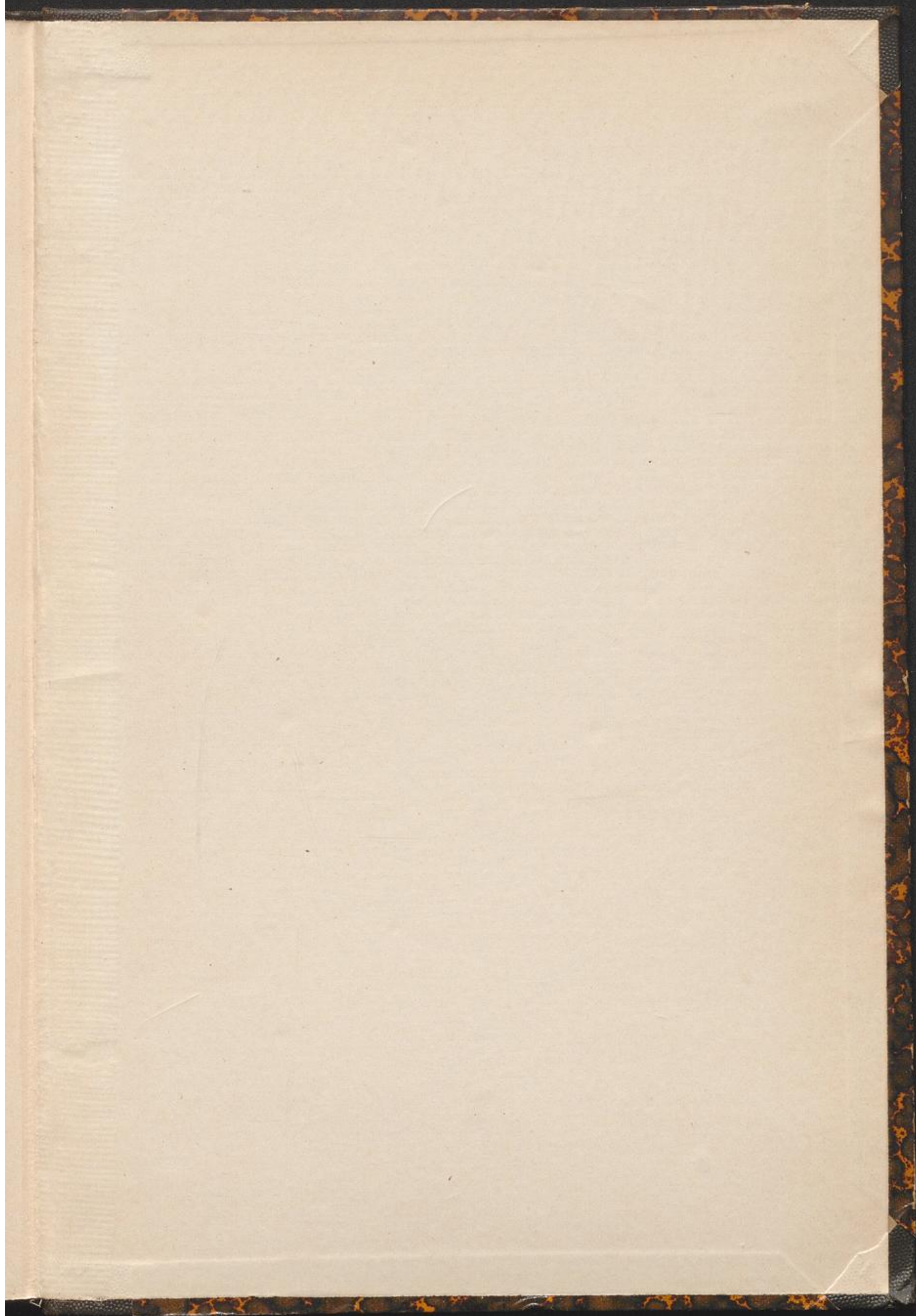
Schulblatt für die Provinz Sachsen. August 1903. Wir empfehlen die sehr dankenswerte Arbeit des Verfassers allen Landkollegen und Freunden der Landwirtschaft.

Empfohlen von den Königl. Regierungen in **Königsberg**, **Cassel**, **Lüneburg**.

Wegner, F., Dr. phil., Arzt, Seminarlehrer. **Der Lehrer als Samariter.** Leitfaden für Samariterkurse an Lehrerseminaren. Mit 38 Abbildungen. M. 1.—.

Der Verfasser, Dr. Wegner, ist zugleich langjähriger Schulmann und approbierter Arzt. Wir empfehlen das in Begeisterung und Klarheit geschriebene Büchlein allen denen, die mit diesem ganz besonders der christlichen Nächstenliebe dienenden neuen Unterrichtszweig des Seminars zu tun haben.







03M36105

P
03

Buſemann, Chemie

M
36105