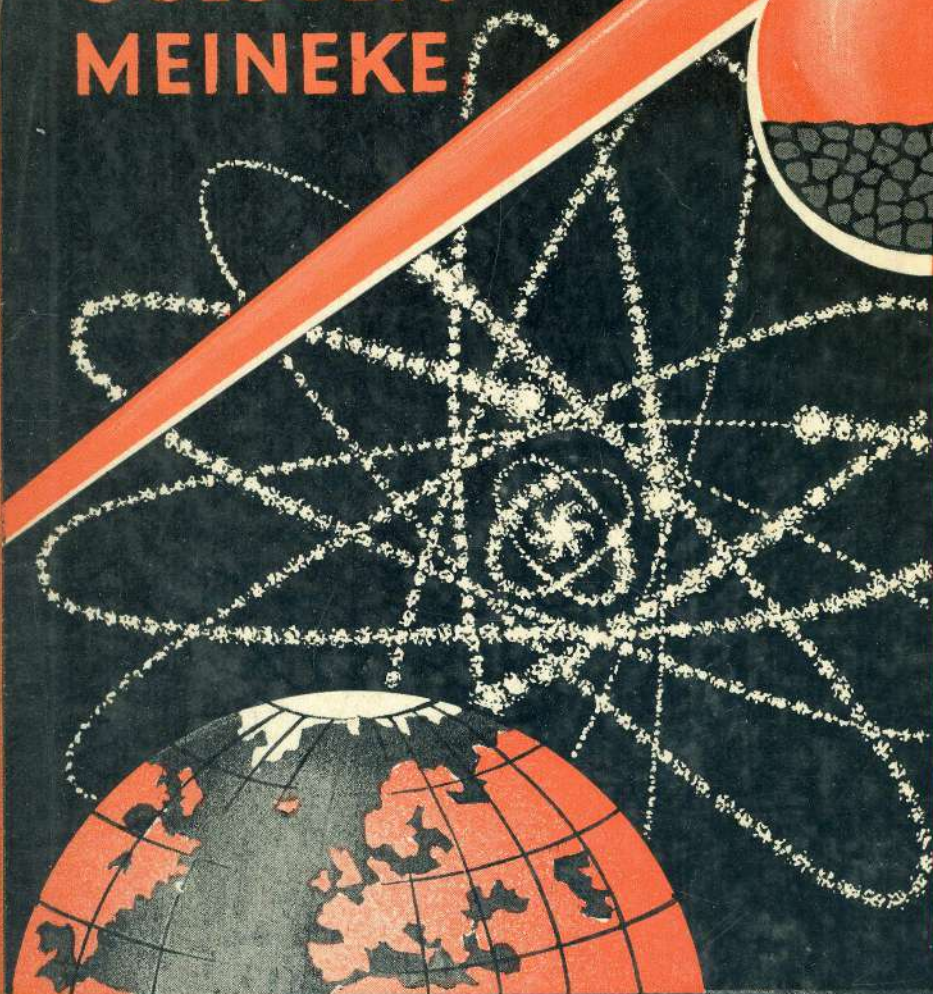


**GOLUSDA
MEINEKE**



CHEMIE



E. BALL

AUGUST LAX

VERLAGSBUCHHANDLUNG HILDESHEIM

Chemie

für Mittelschulen und Realschulen

von

Dr. Gustav Golusda

Mittelschullehrer in Stade

Emil Meineke

Mittelschulrektor in Otterndorf

unter Mitarbeit von

Mathias Schick

Mittelschullehrer in Wolfratshausen

187 Abbildungen, 22 Tafeln, davon 12 mehrfarbig

11. Auflage



Hildesheim 1961

August Lax, Verlagsbuchhandlung

Die wichtigsten chemischen Elemente

Name	Symbol	Wertigkeit	Atomgewicht	Ordnungszahl
Aluminium	Al	3	27	13
Antimon (Stibium)	Sb	3 u. 5	121,8	51
Arsen	As	3 u. 5	74,9	33
Barium	Ba	2	137,4	56
Blei (Plumbum)	Pb	2 u. 4	207,2	82
Bor	B	3	10,8	5
Brom	Br	1	80	35
Chlor	Cl	1	35,5	17
Chrom	Cr	2, 3, 6	52	24
Eisen (Ferrum)	Fe	2 u. 3	55,8	26
Fluor	F	1	19	9
Gold (Aurum)	Au	3	197	79
Helium	He	0	4	2
Jod	J	1	127	53
Kalium	K	1	39	19
Kalzium (Calcium)	Ca	2	40	20
Kohlenstoff (Carboneum)	C	4	12	6
Kupfer (Cuprum)	Cu	1 u. 2	63,6	29
Magnesium	Mg	2	24,3	12
Mangan	Mn	2, 4, 7	55	25
Natrium	Na	1	23	11
Nickel (Niccolum)	Ni	2 u. 3	58,7	28
Phosphor (Phosphorus)	P	3 u. 5	31	15
Platin	Pt	2 u. 4	195,3	78
Quecksilber (Hydrargyrum)	Hg	1 u. 2	200,6	80
Radium	Ra	2	226	88
Sauerstoff (Oxygenium)	O	2	16	8
Schwefel (Sulfur)	S	2, 4, 6	32	16
Silber (Argentum)	Ag	1	107,8	47
Silizium	Si	4	28	14
Stickstoff (Nitrogenium)	N	3 u. 5	14	7
Uran	U	3, 4, 6	238,07	92
Wasserstoff (Hydrogenium)	H	1	1,008	1
Wismut (Bismutum)	Bi	3 u. 5	209	83
Zink (Zincum)	Zn	2	65,4	30
Zinn (Stannum)	Sn	2 u. 4	118,7	50

dieser Stoffe ein geheimnisvoller Stoff, den man **Phlogiston** nannte, entweiche. Tatsächlich entsteht dabei auch ein Gas.

Versuch: Einen Lampenzylinder füllen wir nach Abb. 7 zum Teil mit Natronkalk und hängen ihn an den einen Schalenbügel einer Waage, stellen darunter eine Kerze und tarieren sorgfältig. Entzünden wir die Kerze, so sinkt die Waagschale mit der brennenden Kerze. Der Natronkalk hat die Verbrennungsgase gebunden.

In der Kerzenflamme verbrennen feinste Kohleteilchen zu einem Gas, das wir Kohlendioxyd nennen, und dieses Gas ist schwerer als die Kohle selbst. Die Asche der Kohlen usw. ist nicht das eigentliche Verbrennungsergebnis, sondern besteht aus unbrennbaren Bestandteilen.

Beim Verbrennen aller Stoffe erfolgt eine Gewichtszunahme.

5. Bei einer Verbrennung wird Luft verbraucht. Wir hatten die Gewichtszunahme beim Erhitzen der Metalle dadurch erklärt, daß sie dabei einen gasförmigen Stoff aus der Luft aufnehmen. Ist diese Annahme richtig, dann muß sich eine abgesperrte Luftmenge bei einer in ihr stattfindenden Verbrennung vermindern.

Versuch: Auf gefärbtem Wasser (Abb. 8) lassen wir einen Spundkork schwimmen, auf dem ein Stück einer Kerze angetropft ist. Über die brennende Kerze stülpen wir einen Glaszylinder. Dadurch wird ein Luftraum abgeschlossen. Das Licht erlischt bald, und das Wasser dringt um etwas weniger als $\frac{1}{5}$ des abgeschlossenen Luftraumes in das Glas ein.

Der Teil der Luft, der bei der Verbrennung verbraucht wird, heißt Sauerstoff, der Rest Stickstoff, weil darin die Flamme erstickt.

Damit ist der Verbrennungsvorgang geklärt:

Beim Verbrennen verbindet sich ein Stoff mit Sauerstoff.

6. Es gibt auch eine langsame Verbrennung ohne Feuererscheinung.

Versuch: Auf einen Bausch Glaswolle schieben wir ein linsengroßes Stück gelben Phosphor in ein weites Pr. Nach Abb. 9 befestigen wir es mit der Öffnung nach unten so, daß es in ein Gefäß mit Wasser hineinreicht. Am nächsten Tage beobachten wir, daß das Wasser im Pr. hochgestiegen ist und prüfen den Luftriest mit einem brennenden Holzspan. Er erlischt.

Auch im pflanzlichen und tierischen Körper geht eine langsame Verbrennung vor sich. Der hierfür notwendige Sauerstoff wird beim Atmen aufgenommen.

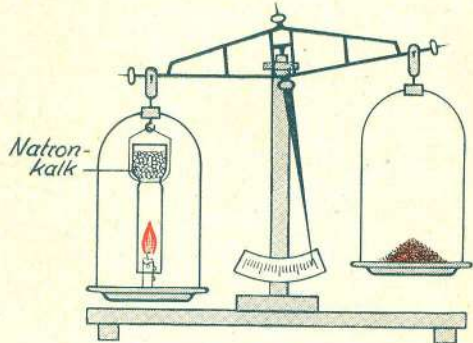


Abb. 7. Die Waagschale mit der brennenden Kerze wird schwerer.

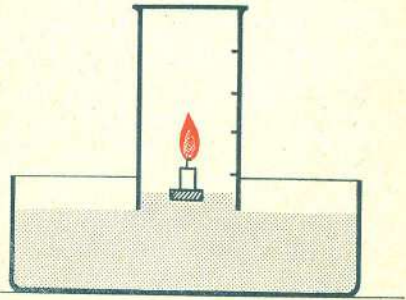


Abb. 8. Eine brennende Kerze verbraucht Luft.

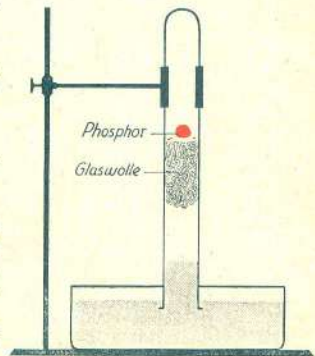


Abb. 9. Langsame Verbrennung des Phosphors.

Man muß sich jedesmal durch die **Knallgasprobe** überzeugen, daß luftfreier Wasserstoff vorliegt.

Versuch: Wir füllen einen Zylinder mit Wasserstoff. Das Gas ist farb- und geruchlos. Dann mischen wir den Wasserstoff mit Luft nach Abb. 34, indem wir die beiden Zylinder, die genau aufeinander passen, einige Male umdrehen. Entzünden wir das Gasgemisch, explodiert es mit lautem Knall. Am furchtbarsten wirkt das Knallgas, das eine Mischung von Wasserstoff und Sauerstoff im Raumverhältnis 2 : 1 darstellt.

Wasserstoff und andere brennbare Gase dürfen nur in luftfreiem Zustand angezündet werden. Mit Luft oder Sauerstoff gemischt, explodieren sie beim Anzünden mit großer, oft zerstörender Gewalt.

Versuch: Führen wir in das nach unten gehaltene Gefäß (Abb. 35) eine brennende Kerze ein, so erlischt sie, während der Wasserstoff an der Mündung mit schwach sichtbarer, blauer Flamme weiterbrennt. Beim Herausführen kann man den Docht an der Wasserstoff-Flamme wieder anzünden.

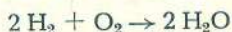
Der Wasserstoff brennt, aber vermag die Verbrennung nicht zu unterhalten.

Versuch: Wir stülpen über eine Wasserstoff-Flamme ein großes kaltes Becherglas. Vor dem Anzünden müssen wir die Knallgasprobe vornehmen. Zur weiteren Sicherung schieben wir Stahlwolle in das Glasrohr möglichst nahe an die Entzündungsstelle, um ein Zurückschlagen der Flamme zu verhindern.

Wir beobachten, daß das Becherglas beschlägt. Bei der Verbrennung hat sich Wasserdampf gebildet.

Nun wird uns die wissenschaftliche Bezeichnung Hydrogenium = Wassererzeuger verständlich.

Der Wasserstoff verbindet sich bei der Verbrennung mit dem Sauerstoff der Luft.



Wir haben Wasser durch Verbindung seiner Elemente gewonnen (Synthese).

Versuch: In die Wasserstoff-Flamme halten wir ein Stück angespitzte Kreide. Die Spitze fängt an zu glühen (Kalklicht).

Die Wasserstoff-Flamme ist sehr heiß.

Versuch: Wir füllen Seifenblasen mit Wasserstoff. Sie steigen hoch.

Wasserstoff ist leichter als Luft.

Wasserstoff ist das leichteste Gas. 1 l Luft wiegt 1,29 g, 1 l Wasserstoff dagegen nur 0,09 g. Die Luft ist also $\frac{1,29}{0,09} = 14,3$ mal so schwer wie Wasserstoff.

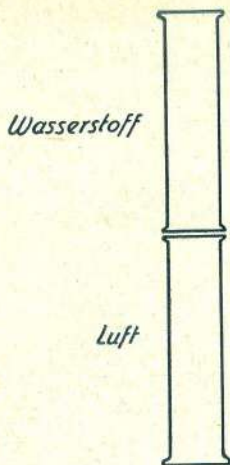


Abb. 34. Durchmischung von Gasen.

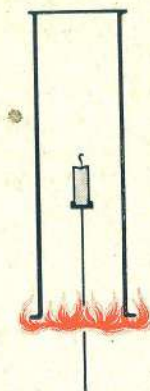


Abb. 35. Wasserstoff unterhält die Verbrennung nicht.

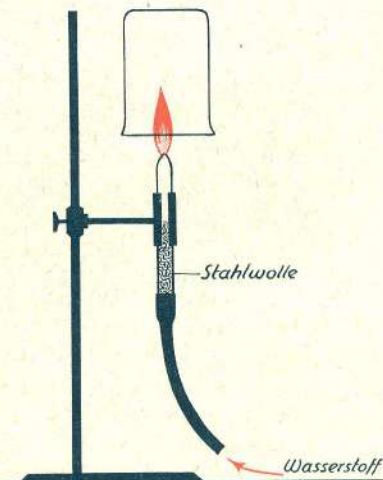


Abb. 36. Wasserstoff verbrennt zu Wasser.

Kegel. Unten ist ein zylindrischer Ansatz, das Gestell. In die obere Öffnung, die Gicht, wird das Rohmaterial hineingeschüttet, und zwar abwechselnd eine Schicht Koks und eine Schicht Möller. (Steinkohle eignet sich nicht zur Beschickung des Hochofens, weil der entstehende Teer den Ofen verschmieren würde.) Die Öffnung ist mit einem Trichter nebst Glocke verschließbar, durch die der Gasfang für die abziehenden Gase führt. Das Rohmaterial füllt den ganzen Raum und wird in dem Maße, als es verbraucht wird, fortwährend von oben ergänzt. Ein Hochofen ist 5—10 Jahre ohne Unterbrechung im Betrieb. Er liefert in 24 Stunden bis 1500 t Roheisen und verbraucht täglich 1200 t Koks und 2400 t Erze nebst Zuschlägen.

Der chemische Prozeß der Eisengewinnung beruht auf dem Vermögen des Kohlenstoffs, bei höherer Temperatur die Oxyde des Eisens zu Metall zu reduzieren. Die Gewinnung eines Metalls aus einem Metalloxyd durch Reduktion mittels Kohlenstoff zeigt folgender

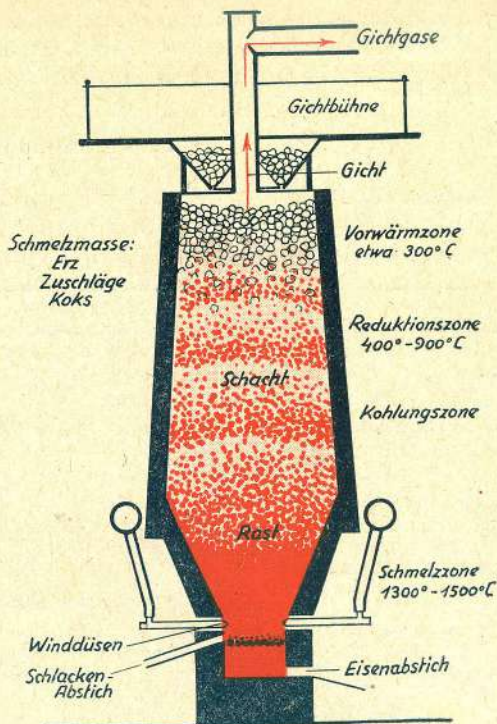


Abb. 110. Hochofen.

Versuch: Wir erhitzen ein Gemisch von braunem Blei(II)-oxyd mit Holzkohlenpulver in einem Schmelztiigel und blasen mit einem Gebläse Frischluft hinzu. Wir erhalten Bleikörner.



Im Hochofen reduziert der Koks das Eisenoxyd. Der Koks dient also nicht nur als Heizstoff, sondern auch als Reduktionsmittel.

Von unten wird in den Hochofen durch Winddüsen etwa 900° heiße Luft eingeblasen, die neuerdings vorher getrocknet und mit Sauerstoff angereichert wird. Sie ermöglicht eine starke wärmeliefernde Verbrennung des Kokes. Der Kohlenstoff verbrennt im unteren Teil der Rost zu CO_2 , das bei der hier herrschenden Temperatur von fast 1500° nicht bestehen kann und sich größtenteils sofort mit dem Kohlenstoff zu Kohlenoxyd umsetzt:



Abb. 111. Blei(II)-oxyd wird durch Kohle reduziert.



Nr. 65. Die chemischen Elemente

Ordnungs- zahl	Sym- bol	Element	Ent- deckungs- jahr	Entdecker	Kurze Kennzeichnung
1	H	Wasserstoff (Hydrogenium)	1766	Cavendish	das leichteste Gas
2	He	Helium	1868	Lockyer	Edelgas, benannt nach dem Sonnengott Helios
3	Li	Lithium	1817	Arfvedson	Alkalimetall, das leichteste feste Element
4	Be	Beryllium	1828	Wöhler	silberweißes Metall, kommt im Edelstein Beryll vor
5	B	Bor	1808	Davy	halbmetallisches Aussehen, an Härte nur vom Diamant übertroffen
6	C	Kohlenstoff (Carboneum)	Altertum		geht von allen Elementen die meisten Verbindungen ein
7	N	Stickstoff (Nitrogenium)	1772	Rutherford	farbloses Gas, zu 78 Vol.-% in der Luft enthalten
8	O	Sauerstoff (Oxygenium)	1774	Scheele, Priestley	farbloses Gas, übertrifft hinsichtlich der Menge des Vorkommens alle übrigen Elemente
9	F	Fluor	1886	Moissan	schwach gelbgrünes Gas, das reaktionsfähigste Element
10	Ne	Neon	1898	Ramsay	Edelgas, Bedeutung für Beleuchtungszwecke
11	Na	Natrium	1807	Davy	Alkalimetall, weich, silberweiß, spez. Gew. = 0,97, färbt die Flamme gelb
12	Mg	Magnesium	1830	Davy	Leichtmetall, brennt mit glänzend bläulichweißer Flamme
13	Al	Aluminium	1827	Wöhler	seit 1900 als leichtes Werkmetall verwendet, spez. Gew. = 2,7
14	Si	Silizium	1823	Berzelius	dunkelbraunes Nichtmetall, verwendet als Legierungsbestandteil für säurefesten Eisenguß
15	P	Phosphor	1669	Brand	phosphorus = Lichtträger, sehr leicht entzündlich
16	S	Schwefel	Altertum		brennt mit schwach blauer Flamme, blaßgelb, Härte 2,5
17	Cl	Chlor	1774	Scheele	gelbgrünes Gas, wiegt 2,5 mal soviel wie die Luft
18	Ar	Argon	1894	Ramsay	argon = das Träge, Edelgas, zur Füllung von Glühlampen
19	K	Kalium	1807	Davy	Alkalimetall, färbt die Flamme violett
20	Ca	Kalzium	1808	Davy	Erdalkalimetall, im Kalkstein enthalten, spez. Gew. = 1,55
21	Sc	Scandium	1879	Nilson	seltenes Erdmetall
22	Ti	Titan	1789	Klaproth, Gregor	das „kommende“ Metall verbindet die Festigkeit von Stahl mit dem Gewicht des Leichtmetalls
23	V	Vanadium	1830	Sefström	Metall zum Veredeln von Stahl
24	Cr	Chrom	1797	Vauquelin	Überzugsmetall und für Edelstahl, Chromverbindungen sind farbig, Verwendung als Farben
25	Mn	Mangan	1774	Scheele	hellgraues Metall mit meist bunten Anlauffarben, zum Veredeln von Stahl, Schmelzpunkt 1220°
26	Fe	Eisen (Ferrum)	Altertum		silberweiß, Schmelzpunkt 1535°

als Treibstoff für Dieselmotoren und als Olgas zur Beleuchtung von Eisenbahnwagen verwendet wird. Daneben gibt die dritte Stufe auch **Schmieröl** und **Heizöl**.

Bei manchen Erdölen destillieren dabei auch **Paraffin** und **Vaseline** über. Das Paraffin findet Verwendung als Kerzenmasse, zum Tränken von Zündhölzern, zu Isolierzwecken in der Elektroindustrie, zum Abdichten, zur Gewinnung von Seifenstoffen ohne Fett u. a. Die Vaseline wird zur Bereitung von Salben benutzt.

Der Rückstand bei der Schmieröldestillation wird **Bitumen** genannt. Es dient (meist als Beimischung zum Naturasphalt oder Erdpech) zur Befestigung von

Ein Klick auf **blau** umrandete Wörter führt zu weiteren Informationen aus unserer Schulzeit. ing

Nr. 68. Leuchtöl, Benzin und Schweröl

1. Das **Leuchtöl** (Petroleum) ist eine starkkriechende Flüssigkeit, die im durchgehenden Licht gelb, im auffallenden Licht blau erscheint. Schon bei niedriger Temperatur entwickelt es brennbare Gase.

Versuche: Wir halten ein brennendes Streichholz an ein mit Leuchtpetroleum gefülltes Tuschnäpfchen. Es entzündet sich nicht.

Werfen wir ein brennendes Streichholz in ein Schälchen mit Leuchtpetroleum, so erlischt es.

Wir erhitzen das Schälchen auf dem Wasserbad bis gegen 30° . Jetzt gelingt die Entflammung.

In Deutschland schreiben die gesetzlichen Bestimmungen vor, daß sich das im Handel befindliche Leuchtöl unterhalb 21° nicht durch eine daran gehaltene Flamme entzünden darf.

Versuch: Wir feuchten von 2 Fließpapierstreifen den einen mit Benzin, den anderen mit Wasser an. Der mit Benzin getränkte Streifen trocknet zuerst.

Benzin verdunstet schnell, seine Dämpfe sind giftig. Benzindämpfe wirken auf das Nervensystem ein.

Versuch: Wir bringen 1 cm^3 Benzin in ein Porzellanschälchen und zünden es an. Es brennt mit hellgelb leuchtender, rußender Flamme.

Benzin ist ein Gemisch von Kohlenwasserstoffen (C_5H_{12} bis C_8H_{18}). Der Kohlenstoffgehalt ist verhältnismäßig gering (wenig Ruß, hellgelbe Flamme).

Versuch: In einem Standzylinder, den wir mit einem Handtuch umwickeln, lassen wir nacheinander eine Anzahl Tropfen Benzin verdampfen, schütteln jedesmal kräftig und zünden das Gemisch an. Es explodiert heftig. **Vorsicht!**

Benzin ist feuergefährlich. Man gehe nie mit ihm um, wenn in demselben Raum ein Licht oder Feuer brennt. Es ist verboten, Garagen mit offenem Licht zu betreten oder darin zu rauchen. Ferner sind die Lichtschalter außerhalb des Raumes anzubringen.

Versuch: Halten wir an das obere Ende einer Blechrinne einen mit Benzin getränkten Wattebausch, so können wir am unteren Ende der Rinne die abfließenden Benzindämpfe anzünden.

Benzindämpfe sind schwerer als Luft. Deshalb müssen Garagen eine Öffnung in Fußbodenhöhe haben.

Versuch: Wir nähern eine Flamme je einem Schälchen mit etwas Benzin und Gasöl.

Versuch: Wir erhitzen im Pr. Stärke. Es bleibt unter Bildung von Wasserdämpfen und brennbaren Dämpfen Kohlenstoff übrig.

■ **Stärke ist ein Kohlehydrat und hat die Formel $(C_6H_{10}O_5)_n$.**

Die Zahl n schwankt bei den verschiedenen Stärkearten zwischen 200 und 2000. Das bedeutet aber **4200 bis 42000 Atome in einem Molekül.**

4. Was aus Stärke entstehen kann.

Versuch: Wir erhitzen Stärke 1—2 Std. in einer Schale auf dem Sandbad auf etwa 180°. Dabei rühren wir mit einem Glasstab. Es entsteht ein weiß- bis braungelbes Pulver, das **Dextrin, Röststärke oder Stärkegummi** genannt wird.

Dextrin dient als Klebstoff für Briefmarken, Schilder, Briefumschläge u. a. Aus ihm besteht die glänzende Rinde des Brotes und der Semmeln sowie die Oberfläche der gestärkten und gebügelten Wäsche.

Versuch: Wir kauen ein Stück altbackene Semmel recht gründlich. Sie schmeckt schließlich deutlich süß. Wir prüfen mit Fehlingscher Lösung.

Diese wichtige **Umwandlung der Stärke in Zucker (Traubenzucker)** besorgt der Speichel. Sie zeigt sich auch beim eingekellerten Winterobst, ferner bei erfrorenen Kartoffeln sowie bei der Malzbildung keimender Gerste.

5. Die Verdauung der Stärke. Die Verzuckerung der Stärke ist für die Verdauung von größter Bedeutung. Wegen der Unlöslichkeit der Stärke wäre ihre Überführung aus dem Darm ins Blut unmöglich. Diese kann erst durch die Umwandlung der Stärke in löslichen Traubenzucker erfolgen. Solche biologisch wichtigen chemischen Vorgänge gehen in unserem Körper durch die Mitwirkung bestimmter Stoffe vor sich, ohne daß sich dabei diese Stoffe chemisch ändern. Man bezeichnet, wie schon erwähnt, diese **organischen Katalysatoren als Fermente**. Im Mundspeichel und im Bauchspeichel sind Fermente enthalten, die Stärke in Traubenzucker umwandeln, so Ptyalin bzw. Trypsin.

Nr. 74. Fette und Öle

1. Vorkommen. Fette stammen sowohl aus dem pflanzlichen als auch aus dem tierischen Körper, wo sie wichtige Wärme- und Kraftspeicher sind. Im Pflanzenreich sind sie vorwiegend in flüssiger Form als Öltröpfchen in den Samenkörnern abgelagert, z. B. Leinöl, Mohnöl, Rüböl, Erdnußöl, Olivenöl. Palmfett (Palmin) und Kokosfett sind fest. Speck, Talg, Schmalz, Butter, Fischtran und Walöl sind tierische Fette. Von den pflanzlichen und tierischen Ölen (Speiseölen) sind die Mineralöle zu unterscheiden (Schmieröle, Heizöle u. a.), die keine Fette sind.

2. Eigenschaften der Fette.

Versuche: Die Fette und die fetten Öle erkennt man leicht daran, daß sie auf Papier einen durchscheinenden und bleibenden Fleck hinterlassen: den allbekanntesten Fettfleck. Wir tropfen Terpentinöl auf Papier. Der Fettfleck verschwindet nach kurzer Zeit.

Es gibt außer den fetten Ölen auch flüchtige (ätherische) Öle, die keinen bleibenden Fleck geben. In den Schalen der Apfelsinen und Zitronen sowie in den Rosenblättern sind solche Öle enthalten.

XXVI. Kunststoffe, die Stoffe der 1000 Möglichkeiten

Nr. 99. Kunststoffe durch Abwandlung von Naturstoffen

1. Zellulose-Kunststoffe. Einer der ältesten und heute noch wichtigsten Grundstoffe für die Erzeugung von Kunststoffen aus hochmolekularen Naturstoffen ist die Zellulose. Der erste Kunststoff, der daraus gewonnen wurde, ist die 1899 erstmalig hergestellte **Vulkanfaser**. Sechs Jahre später fand man das **Zelluloid**, auch **Zellhorn** genannt. 1908 wurde das **Zellophan** aufgefunden; ihm schloß sich als jüngster Zellulose-Kunststoff das **Zelluloseazetat** an. Außer diesen Werkstoffen aber leiten sich zahlreiche industrielle und gewerbliche Hilfsstoffe, vor allem Lacke und Klebemittel, von der Zellulose ab.

Vulkanfaser. Zur Herstellung von Vulkanfaser läßt man Papierbahnen durch ein Bad mit heißer Chlorzinklauge laufen. Dadurch quillt die Zellulose zu Hydratzellulose. Nach diesem Vorgang wird das Papier gewaschen, getrocknet und unter Druck verschweißt. Die bekannteste Verwendung findet die Vulkanfaser zur Herstellung der Vulkanfaserkoffer. Sie sind ebenso dauerhaft wie Lederkoffer, dabei leichter im Gewicht und billiger.

Zelluloid oder Zellhorn. Durch Eintauchen von Watte in ein Schwefelsäure-Salpetersäuregemisch entsteht Zellulosenitrat.

Ein besonders stickstoffarmes Zellstoffnitrat wird **Kollodiumwolle** genannt. Verknetet man sie mit Kampfer, so erhält man eine plastische Masse: Zelluloid oder Zellhorn. Sie findet u. a. besonders zur Herstellung von fotografischen Filmen und von Spielzeug (Puppen) Verwendung.

Versuch: *Wir verbrennen ein Stück Film, das vorher in kochendem Wasser von der anhaftenden Gelatine gereinigt worden ist. Der Film verbrennt äußerst lebhaft mit tauchend-zischender Flamme. Geruch nach Kampfer!*

Zelluloid ist sehr feuergefährlich. Die Schmalfilme der Heimkinos werden schon länger aus diesem Grunde nicht aus Zellhorn gefertigt.

Bringt man Zellhorn in Lösung, so entstehen wertvolle **Lacke**.

Zellophan oder Zellglas wird ähnlich wie die Viskose-Kunstseide hergestellt, nur daß die Viskoselösung hier dickflüssiger sein muß und durch feine Schlitzdüsen in das Fällbad gepreßt wird. Zellophan ist durchsichtig und besitzt eine erstaunlich große Dehnbarkeit, Bruch- und Reißfestigkeit. Als Verschluß für Einmachgläser sowie als Verpackungsmittel für Süßigkeiten und verschiedene Nahrungsmittel erfreut es sich steigender Beliebtheit. Die Würsthüllen sind heute zum großen Teil nicht mehr aus Tierdärmen, sondern aus Zellglas. Dies ist hygienisch einwandfreier und niedriger im Preis.

Zellon. Zellulose bildet mit Essigsäure Zelluloseazetat. Behandelt man es mit einem Weichmacher (d. i. ein schwer flüchtiges Lösungsmittel), so erhält man einen dem Zellhorn äußerlich ähnlichen Kunststoff: Zellon. Es ist ebenfalls zu wertvollen Lacken lösbar, aber nicht feuergefährlich.

Versuch: *In der Bunsenflamme versuchen wir ein Stück Schmalfilm zu verbrennen. Er verkohlt nur. Geruch nach Essigsäure!*

Aus Sicherheitsgründen werden daher Schmalfilme aus Zellon hergestellt.