



# **Kenntnis der Wasch-, Bleich- und Appreturmittel.**

Ein Lehr- und Hilfsbuch  
für technische Lehranstalten und für die Praxis.

Von

**Ing.-Chem. Heinrich Walland,**  
Professor an der k. k. Lehranstalt für Textilindustrie in Brünn.

Mit 46 Textfiguren.



**Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH**  
1913

**Alle Rechte vorbehalten.**

ISBN 978-3-662-35736-1 ISBN 978-3-662-36566-3 (eBook)  
DOI 10.1007/978-3-662-36566-3

Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1913

## Vorwort.

Das vorliegende Buch verfolgt den Zweck, den Studierenden und auch den Praktiker mit jenen Hilfsstoffen der Textilindustrie vertraut zu machen, welche in der Wäscherei, Bleicherei und Appretur sowie zum „Schlichten“ der Garne und „Ölen“ (Spicken) der Wolle angewendet werden. Es ist dem Lehrplane für Appreturschulen angepaßt, für welche es dem fühlbaren Mangel an einem solchen Lehrbuche abhelfen soll.

Die Kenntnis der genannten Hilfsstoffe umfaßt ihr Vorkommen, ihre Bildung, Darstellung und Zusammensetzung sowie ihre Eigenschaften und Anwendung.

Das Hauptgewicht wurde auf die Schilderung aller jener Eigenschaften gelegt, welchen die einzelnen Stoffe ihren Eingang in die Textilindustrie zu verdanken haben.

Die Erkennung der Hilfsstoffe und ihre Prüfung auf den Gehalt an wirksamer Substanz und etwaigen Verunreinigungen fanden nur soweit Aufnahme, als die dazu nötigen Arbeiten auch vom Nichtchemiker durchführbar sind.

Anschließend an die Anwendung der einzelnen Stoffe finden die diesbezüglichen Arbeitsmethoden insofern eine Berücksichtigung, als dies zum Verständnis der Wirkungsweise der verschiedenen Wasch-, Bleich-, Appreturmittel usw. notwendig erscheint. Eine kurze Aufzählung derjenigen Arbeiten, welche keiner Hilfsstoffe bedürfen, vielmehr auf rein maschinellem Wege durchgeführt werden, soll erkennen lassen, in welchen Stadien die Hilfsstoffe in den Arbeitsprozeß eingreifen.

Genauere Angaben in bezug auf die Mengenverhältnisse der einzelnen Stoffe in Appretur- und Schlichtmassen zu bringen, ist nicht die Aufgabe des vorliegenden Buches. Derartige Rezepte sind in manchen Büchern enthalten und werden laufend auch in den textilen Fachzeitschriften zur Kenntnis des Praktikers gebracht; im vorliegenden Buch sind sie nur beispielsweise angeführt. Der Verfasser hat sich vielmehr die Aufgabe gestellt, dem Praktiker zu ermöglichen, den Wert solcher Rezepte bzw. die Wirkung einzelner in denselben angeführten Bestandteile richtig beurteilen zu können. Bei genauer Kenntnis seiner Hilfsstoffe wird der Praktiker in der Lage sein, eine den gestellten, mit der

Mode wechselnden Anforderungen entsprechende Zusammensetzung der Appreturmasse selbst zu bestimmen und gegebene Rezepte zu verbessern.

Das Verständnis des im Vorstehenden umgrenzten Gebietes setzt aber die Kenntnis der wichtigsten Begriffe aus der Physik und insbesondere aus der Chemie voraus, die bei den Studierenden vieler Appreturschulen infolge der heterogenen Zusammensetzung des Schülersmaterials und des Fehlens eines Unterrichtsgegenstandes für Physik und Chemie nicht immer vorhanden sind. Diese Vorbegriffe sind daher dem eigentlichen Lehrstoffe vorausgeschickt (Allgemeiner Teil), teils auch im besonderen Teil in Form von Fußnoten enthalten, und können entsprechend der Vorbildung der Schüler und dem zur Verfügung stehenden Zeitausmaße mehr oder weniger ausführlich in den Unterricht aufgenommen werden. Selbst an solchen Schulen, wo diese Vorkenntnisse vorhanden sind, wie an höheren Fach- und Gewerbeschulen, sind sie von Nutzen, da sie dem Studierenden beim Studium als Behelf dienen. Dem nicht theoretisch vorgebildeten Praktiker dient dieser Teil zur Einführung in die auch für die Praxis unentbehrliche Theorie, welche er sowohl für die Anwendung als auch für die Herstellung der Hilfsstoffe nutzbringend verwerten kann.

Um dieser vielseitigen Verwendung gerecht zu werden, wurde das vorliegende Lehrbuch in möglichst leicht faßlicher Weise gehalten, dabei aber doch den neueren Anschauungen über das Wesen der chemischen Vorgänge und der modernen Ausdrucksweise in der Benennung der chemischen Verbindungen Rechnung getragen.

Schließlich erfüllt der Verfasser die angenehme Pflicht, seinem Kollegen Herrn Prof. Dr. techn. S. Marschik für die Durchsicht des Manuskriptes und die hierbei gemachten wertvollen Anregungen auch an dieser Stelle den verbindlichsten Dank auszusprechen.

Brünn, im Oktober 1912.

**H. Walland.**

# Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung . . . . .	1
<b>I. Allgemeiner Teil.</b>	
Vorbegriffe aus der Physik und Chemie . . . . .	5
Physikalische Vorgänge — Chemische Vorgänge — Verhalten fester Körper gegen Flüssigkeiten — Verhalten von Flüssigkeiten gegen Flüssigkeiten — Verhalten gasförmiger Stoffe gegen Flüssigkeiten — Gemenge und chemische Verbindung — Chemische Grundstoffe und ihre Verbindungen — Chemische Gleichungen — Einteilung der Elemente und der chem. Verbindungen — Die wichtigsten Arten der chem. Verbindungen (Basen, Oxyde, Säuren, Salze) — Indikatoren — Die Ionentheorie und die Hydrolyse — Kolloide Lösungen.	
<b>II. Besonderer Teil.</b>	
Wasser . . . . .	43
Allgemeines über das Wasser — Die Härte des Wassers — Die Wasserreinigung.	
<i>Bestimmung des spezifischen Gewichtes von Flüssigkeiten</i> . . . . .	58
<i>Bestimmung des Gehaltes an wirksamer Substanz einer Flüssigkeit (durch Ermittlung ihres spez. Gewichtes)</i> . . . . .	61
<i>Formeln für Mischungsberechnungen</i> . . . . .	62
Die wichtigsten Säuren . . . . .	64
Schwefelsäure — Salzsäure — Salpetersäure — Essigsäure — Ameisensäure — Oxalsäure — Weinsäure — Zitronensäure.	
Die wichtigsten Basen . . . . .	79
Natriumhydroxyd — Kaliumhydroxyd — Ammoniak — Kalziumhydroxyd.	
Wichtige in der Lösung alkalisch reagierende Salze . . . . .	89
Natriumkarbonat — Kaliumkarbonat — Ammoniumkarbonat — Natriumtetraborat — Natriumphosphat — Natriumsilikat.	
<i>Berechnung der Gewichtsverhältnisse bei der Neutralisation</i> . . . . .	100
Physikalisch wirkende Lösungsmittel . . . . .	103
Wasser — Äthylalkohol — Methylalkohol — Azeton — Amylalkohol — Äthyläther — Chloroform — Tetrachlorkohlenstoff — Schwefelkohlenstoff — Benzin (Benzinwäsche) — Benzol — Terpentinöl Harze, Harzöle, Kautschuk.	
Bleichmittel . . . . .	116
Rasenbleiche — Ozonbleiche.	
Chlor und Hypochlorite:	
Chlor — Chlorkalk (Chlorkalkbleiche) — Natriumhypochlorit — Kaliumhypochlorit — Aluminiumhypochlorit — Magnesiumhypochlorit — Zinkhypochlorit — Elektrolytische Bleichflüssigkeit.	
Bestimmung des Gehaltes an wirksamem Chlor in chlorhaltigen Bleichmitteln.	
Schwefeldioxyd und Sulfite:	
Schwefeldioxyd — Natriumbisulfit — Natriumsulfit — Natriumhydrosulfit.	
Bestimmung des Gehaltes an Schwefeldioxyd in Sulfiten.	

	Seite
Sauerstoff abgebende Bleichmittel:	
Superoxyde: Bariumsuperoxyd — Natriumsuperoxyd — Wasser-	
stoffsuperoxyd.	
Persalze: Natriumperborat — Ammoniumpersulfat — Natrium-	
perkarbonat.	
Bestimmung des wirksamen Sauerstoffes in Superoxyden und Persalzen.	
Kaliumpermanganat.	
Fette . . . . .	138
Allgemeines über Fette.	
Nicht trocknende Pflanzenöle:	
Olivenöl — Rüböl — Sesamöl — Erdnußöl — Rizinusöl — Maisöl.	
Langsam oder schwach trocknende Pflanzenöle:	
Baumwollsamensöl — Sojabohnensöl — Sonnenblumensöl.	
Trocknende Pflanzenöle:	
Leinöl — Hanföl.	
Tieröle:	
Trane — Knochenöl — Klauenöl.	
Feste Pflanzenfette:	
Palmöl — Palmkernöl — Kokosöl — Chinesischer Pflanzentalg —	
Malabartalg — Illipetalg — Japanwachs.	
Halbfeste tierische Fette:	
Schweinefett — Gänsefett — Pferdefett — Butter.	
Feste tierische Fette.	
Talgarten.	
Wachsarten. . . . .	148
Bienenwachs — Chinesisches Wachs — Walrat — Carnaubawachs —	
Palmenwachs — Wollfett.	
Paraffin und Zeresin . . . . .	150
Fettsäuren . . . . .	151
Stearin — Olein.	
Gewinnung der Fettsäuren aus Abwässern.	
Glycerin . . . . .	153
Seife . . . . .	155
Kernseife — Schmierseife — Leimseife — Eschweger Seife — Gefüllte	
Seifen — Harzseifen — Untersuchung der Seifen.	
Seifenpräparate . . . . .	165
Monopoleseife — Monopoleseifenöl — Vegtaseife — Unionseife —	
Petrolseifen — Tetrapol — Antibenzylinpyrin — Softenings.	
Wollschmelzöle. . . . .	167
Olivenöl — Baumwollsaatöl — Olein — Wollfettoleine — Türkisch-	
rotöl — Appreturöl — Tournantöl — Seifenöl.	
Herstellung von Emulsionen . . . . .	170
Schaumbildende Waschmittel pflanzlicher Natur . . . . .	171
Panamaseifenrinde — Seifenwurzel — Senegawurzel — Seifenfrüchte	
— Roßkastanien.	
Waschpräparate . . . . .	173
Waschpulver — Seifenpulver — Wasch- und Bleichpulver.	
Verwendung der Seife im Haushalte und in der Textilindustrie . . . . .	175
Das Reinigen der Wäsche:	
Hauswäsche — Großwäscherei — Bleichen der Wäsche —	
Desinfektion der Wäsche.	

	Seite
Die Seife in der Textilindustrie: das Entbasten der Rohseide — die Wollwäsche — die Wollgarn- wäsche — das Waschen wollener Gewebe — das Walken	
Eiweißstoffe . . . . .	187
Allgemeines über Eiweißstoffe — Eialbumin und Blutalbumin — Kleber — Kasein — Leim — Gelatine.	
Kohlenhydrate . . . . .	197
Allgemeines über Kohlenhydrate	
Zellulose und ihre Präparate . . . . .	198
Glanzstoff nach Pauly — Chardonnetside — Zelluloid — Azetatseide — Pegamoid — Mercerisation — Viskose.	
Stärke . . . . .	204
Allgemeines über Stärke — Die verschiedenen Stärkesorten, ihre Eigenschaften und Verwendung — Stärkeleime (Pflanzenleime) — Lös- liche Stärkepräparate — Prüfung der Stärke und deren Beurteilung zu Appreturzwecken.	
Mehle . . . . .	227
Allgemeines über Mehle — Weizenmehl — Roggenmehl — Reismehl — (Protamol) — Cassawamehl — Sagomehl — Untersuchung der Mehle.	
Dextrin . . . . .	234
Stärkezucker und Stärkesirup . . . . .	237
Melasse . . . . .	239
Gummiarten . . . . .	240
Allgemeines über Gummiarten — Arabisches Gummi — Senegalgummi — Kappgummi — Feroniagummi — Kirschgummi — Unterscheidung und Prüfung der Gummiarten.	
Pflanzenschleime . . . . .	244
Allgemeines über Pflanzenschleime — Tragant — Bassoragummi — Tragasol — Carrageenmoos — Agar-Agar — Hai-Thao — Funori — Norgine — Algin — Isländisches Moos — Leinsamenschleim — Floh- samenschleim — Kanariensamenschleim — Salepschleim.	
Füll- und Beschwerungsmittel . . . . .	249
Bariumverbindungen . . . . .	250
Bariumsulfat — Bariumkarbonat — Bariumchlorid.	
Magnesiumverbindungen . . . . .	252
Magnesiumsulfat — Magnesiumchlorid — Magnesiumkarbonat — Magnesiaweiß — Magnesiumoxyd — Magnesiumsilikate.	
Kalziumverbindungen . . . . .	256
Kalziumsulfat — Kalziumkarbonat — Kalziumchlorid — Kalzium- phosphate.	
Aluminiumverbindungen . . . . .	258
Kaliaalaun — Aluminiumsulfat — Aluminiumsilikat.	
Zinkverbindungen . . . . .	261
Zinksulfat — Zinkchlorid — Zinkoxyd.	
Bleiverbindungen . . . . .	263
Bleisulfat — Bleikarbonat.	
Natriumverbindungen . . . . .	264
Natriumkarbonat — Natriumtetraborat — Natriumphosphat — Natriumsilikat — Natriumsulfat.	
Ammoniumverbindungen . . . . .	265
Ammoniumsulfat — Ammoniumchlorid.	

	Seite
Mittel zum Wasserdichtmachen . . . . .	266
Allgemeines über Wasserdichtigkeit — Wasserdichtmachen mit Aluminiumazetatlösungen — Wasserdichtmachen mit Metallhydroxyden — Wasserdichtmachen mit unlöslichen Seifen — Wasserdichtmachen mit unlöslichen Silikaten und anderen unlöslichen Verbindungen — Wasserdichtmachen durch Imprägnieren mit Fettlösungen und dgl. — Wasserdichtmachen bei Anwendung von Formaldehyd.	
Flammenschutzmittel . . . . .	273
Allgemeines über Flammenschutzmittel — Amm.-Chlorid — Amm.-Sulfat — Amm.-Alaun — Amm.-Karbonat — Amm.-Phosphat — Amm.-Magnesiumphosphat — Natriumtetraborat — Borsäure — Natriumsilikat — Natrium-Wolframat — Titansäure — Natriumthiosulfat — Natriumstannat — Alaun — Aluminiumsulfat — Alum.-Azetat, — Alum.-Formiat — Kalziumchlorid — Bleisulfat — „feuer-sichere“ Stärken.	
Blaumittel . . . . .	279
Allgemeines über Blaumittel — Ultramarin — Smalte — Berlinerblau — Indigkarmin — Teerfarbstoffe.	
Mittel zum Färben der Appreturmasse . . . . .	283
Blauholzabkochung — Diphenylschwarz — Diaminblau — Diamin-schwarz — Kurkuma.	
Farbige Beschwerungsmittel. . . . .	283
Ocker — Engelrot — Chromgrün — Chromgelb — Zinnober — Mennige.	
Antiseptisch wirkende Mittel . . . . .	284
Allgemeines über antiseptisch wirkende Mittel.	
Anorganische Antiseptika . . . . .	285
Zinkchlorid — Zinksulfat — Kupfersulfat — Kalziumchlorid — Borax — Borsäure — Natriumperborat — Wasserstoffsperoxyd.	
Organische Antiseptika . . . . .	286
Formaldehyd — Phenol — $\alpha$ -Naphthol — $\beta$ -Naphthol — Kreosot — Salizylsäure.	
Herstellung von Appreturmassen und Schlichten . . . . .	288
Kochapparate (Stärkekocher) . . . . .	290
<b>III. Anhang.</b>	
Die Appretur von Geweben und Garnen vegetabilischer Natur . . . . .	293
Appretur von Baumwollgeweben — Appretur von Leinengeweben — Appretur von Jutegeweben — Appretur von Baumwoll- und Leinen-garnen.	
Die Appretur von Geweben und Garnen animalischer Natur . . . . .	303
Appretur wollener Gewebe — Appretur der Seidengarne — Appretur der Seiden- und Halbseidengewebe.	
Das Schlichten . . . . .	309
Echtheitsprüfungen der Farbstoffe auf der Faser . . . . .	313
Seifen- und Waschechtheit — Walkechtheit — Appreturechtheit — Dampf- und Dekatierechtheit — Karbonisierchtheit — Wasserstoff-superoxydechtheit.	

## Einleitung.

Die Textilindustrie umfaßt die Spinnerei, Weberei, Bleicherei, Färberei, Druckerei und Appretur.

Die Spinnerei hat die Aufgabe, die pflanzlichen und tierischen Spinnfasern mittels des Spinnprozesses (bei der Rohseide mittels des „Filierens“) zu einem Faden, Garn genannt, zu vereinigen. Von Operationen, bei welchen Hilfsstoffe zur Anwendung kommen, sind hier das Waschen, das Einfetten (Spicken) und Karbonisieren der losen Wolle, sowie das Batschen (Einweichen) der Jute zu nennen. Die Garne gelangen nach entsprechender Zurichtung entweder als solche zur allgemeinen Verwendung (Stiekgarn, Strickgarn, Eisengarn, Nähfaden) oder sie gelangen in die

Weberei, wo sie als Kettengarne und Schußgarne zur Herstellung von flächenartigen Fadengebilden, welche als Gewebe (Stoffe, Zeuge) bezeichnet werden, dienen. In der Weberei ist es das Schlichten und Leimen, wobei Hilfsstoffe Anwendung finden.

Die Bleicherei umfaßt jene Arbeiten, welche zur Entfernung des natürlichen Farbstoffes der Rohfaser aus dem losen, gesponnenen oder gewebten Material und zur Erreichung einer mehr oder weniger weißen Ware führen. Mit Ausnahme der Rasenbleiche bedient man sich dazu jener Stoffe, welche als Bleichmittel bezeichnet werden.

Die Färberei besteht in der Hervorbringung von Färbungen in der Masse der Gespinnstfasern mittels Farbstoffen. Die Färberei im engeren Sinne des Wortes bezweckt die Herstellung einfarbiger Garne und Gewebe, während durch die Druckerei (Zeugdruck) eine örtliche farbige Gestaltung von Garnen und Geweben bewirkt wird, wodurch bei den letzteren teils Webeffekte (Buntware) nachgeahmt, teils freie Muster erzeugt werden.

Unter Appretur im weiteren Sinne des Wortes versteht man jene Arbeiten, welche mit rohen, gebleichten oder gefärbten Garnen und Geweben vorgenommen werden, um die natürlichen Eigenschaften des Rohmaterials zu entfalten und den Garnen und Geweben solche Eigenschaften zu verleihen, welche von ihnen als Gebrauchsware verlangt werden. Zu diesen Arbeiten gehören das Waschen, Trocknen, Karboni-

sieren, Noppen, Sengen, Walken, Rauhen, Ratinieren, Scheren, Bürsten, das Imprägnieren mit verschiedenen Stoffen (Appretieren im engeren Sinne des Wortes), Dämpfen, Kalandern, Mangeln usw., ferner das Falten, Legen, Messen und Aufwickeln der Ware sowie auch das Mercerisieren.

Die Mittel, deren man sich in der Appretur bedient, sind demnach sehr verschiedener Natur. In dieser Hinsicht kann man unterscheiden:

1. Operationen, die man mit der Faser auf rein maschinellm Wege ohne Anwendung von Hilfsstoffen vornimmt (z. B. das Rauhen, Scheren, Bürsten usw.)

2. Operationen mit Anwendung solcher Stoffe, welche mit dem Garne oder Gewebe nur vorübergehend zusammengebracht werden (z. B. das Behandeln der Ware mit Seife, Soda usw. beim Waschen und Walken, mit Schwefelsäure beim Karbonisieren, mit Natronlauge beim Mercerisieren usw.).

3. Operationen mit Anwendung solcher Stoffe, welche dem Garne oder dem Gewebe möglichst dauernd einverleibt werden sollen. Diese Arbeiten umfassen das Appretieren im engeren Sinne des Wortes. Die Stoffe, deren man sich dazu bedient, werden als eigentliche Appreturmittel bezeichnet; auf der Textilfaser befestigt, bilden sie den Appret der Garne und Gewebe.

Den Appreturarbeiten verwandt sind das „Fetten“ (Einölen, Schmelzen, Spicken) der losen Faser sowie das „Schlichten“ und „Leimen“ der Garne, wobei die dazu dienenden Stoffe behufs Erleichterung des Spinn- bzw. des Webeprozesses der Faser in den allermeisten Fällen nur vorübergehend einverleibt werden. Findet jedoch ein nachträgliches Entfernen der Schlichte (Entschlichten) nicht oder nur unvollständig statt, so übernehmen die Schlichtmittel auch die Rolle der Appreturmittel.

Den Appreturmitteln kommt die Aufgabe zu, natürliche oder die durch manche notwendigen Operationen bedingten Mängel eines Garnes oder Gewebes zu beheben<sup>1)</sup> und diese durch Verschönerung der Oberfläche und durch Erteilung eines angenehmen „Griffes“ zu verbessern und so den verschiedensten Anforderungen anzupassen.

Von dieser auf reeller Basis stehenden Verwendung der Appreturmittel unterscheidet sich jene, welche den Zweck verfolgt, ein schlechtes Material oder eine schütterere Einstellung des Gewebes u. dgl. zu verdecken und der minderwertigen Ware das Aussehen einer besseren zu geben. Der Appret einer solchen Ware ist aber nur von geringer Dauer. Im

---

<sup>1)</sup> So z. B. verliert die Faser beim Bleichprozeß an Substanz, sie wird unansehnlich; um der Ware ein gefälliges Aussehen zu geben, muß der Gewichtsverlust mittels der Appreturmittel gedeckt werden.

allgemeinen gilt der Grundsatz, daß, je besser das Material von Natur aus ist, desto weniger Appreturmittel notwendig sind.

Am seltensten werden reine Wollgewebe mit Appreturmitteln gefüllt; dies betrifft nur minderwertige Ware. Hingegen ist ein „Füllen“ halbwohler Gewebe (Wolle und Baumwolle) ziemlich allgemein üblich, allerdings nicht in dem Maße wie bei den Baumwollgeweben. In erster Linie sind es aber die Seidengewebe, welche der Kundschaft oft eine Fülle von Appret auf ihrer Faser darbieten<sup>1)</sup>.

Eine derartige Appretur auf Schein, ob sie nun die teure Seidenfaser oder irgendeine andere Faser betrifft, ist nur dann gerechtfertigt, wenn die so hergestellte Ware einen auch für die Kundschaft billigen Ersatz für die teure Ware bietet. Dies betrifft besonders manche Modeartikel und zu Dekorationszwecken bestimmte Stoffe, bei welchen mehr auf ihr gutes Aussehen und ihre Form gesehen wird, als auf ihre Dauerhaftigkeit. In allen anderen Fällen, in welchen es sich um eine Täuschung des Konsumenten handelt, ist ein derartiges Gebaren als unreell zu bezeichnen. Am meisten verschont von einer unreellen Appretur ist die Leinenfaser. Einen stärkeren Appret erhält nur das Buchbinderleinen.

Nach dem Zwecke, welchem die zur Herstellung der Appreturmasse verwendeten Hilfsstoffe dienen sollen, lassen sich dieselben in folgende Gruppen einteilen:

1. Steifungs- und Klebmittel. Sie dienen zur Erzielung eines harten Griffes der Ware, werden aber zufolge ihrer Klebkraft auch zur Befestigung anderer Stoffe, besonders der Beschwerungsmittel, an der Faser benutzt.

2. Weich- und geschmeidig-, vielfach auch glänzendmachende Mittel. Sie haben die Aufgabe, den durch Steifungsmittel bedingten harten Appret zu mildern und der Ware nötigenfalls Glanz zu erteilen.

3. Füll- und Beschwerungsmittel. Diese dienen zur Erzielung einer Verdichtung des Gefüges, größeren Gewichtes und eines angenehmen Griffes.

4. Wasserdichtmachende Mittel. Sie haben den Zweck, die Ware gegen das Wasser mehr oder weniger undurchlässig zu machen.

5. Flammenschutzmittel. Sie nehmen den Textilerzeugnissen die gefährliche Eigenschaft der leichten Entzündbarkeit und verhindern die Entwicklung einer Flamme.

6. Blau- oder Nuanciermittel. Sie dienen zur Erzielung eines blaustichigen Weiß der Ware.

---

<sup>1)</sup> Die Seidenbeschwerung fällt größtenteils in das Gebiet der Färberei.

7. Appreturfärbemittel. Dieser bedient man sich zur Herstellung einer gefärbten Appreturmasse.

8. Antiseptisch wirkende Stoffe. Diese dienen zur Konservierung der Appreturmassen und der Apprete.

9. Besondere Appreturmittel. Sie bezwecken z. B. die Erteilung eines metallischen Glanzes der Gewebe, ein Bronzieren oder Versilbern derselben u. dgl.

Die Wäscherei bildet bei der Zurichtung von Garnen und Geweben, wie bereits angeführt, einen Teil der Appreturarbeiten. (Hingegen kann man das Waschen der rohen Schafwolle nicht als eine Appreturarbeit bezeichnen.)

Zum Waschen bedient man sich der Waschmittel. Diese dienen zur Entfernung derjenigen Stoffe, welche im Textilgut ursprünglich vorhanden waren oder während der Verarbeitung als absichtliche oder unabsichtliche Verunreinigungen in dasselbe gelangt sind.

Einen besonderen Zweig der Wäscherei bildet die Reinigung gebrauchter Gegenstände (Leib-, Tisch- und Bettwäsche, Vorhänge usw.), welche im großen in „Waschanstalten“ durchgeführt wird. Es werden aber in diesen auch jene Appreturoperationen vorgenommen, welche notwendig sind, um die gebrauchten Gegenstände in den ursprünglichen Zustand zu bringen.

Mit der Wäscherei in letzterem Sinne steht in nahem Zusammenhange die sogenannte chemische Reinigung der Gebrauchsgegenstände.

---

## I. Allgemeiner Teil.

# Vorbegriffe aus der Physik und Chemie.

### Physikalische Vorgänge.

Jeder Körper weist entsprechend den äußeren Umständen (Temperatur, Druck u. dgl.) verschiedene Zustände auf; diese Zustände sind daher Änderungen unterworfen, deren Ursache man in der Bewegungsart der kleinsten Massenteilchen annimmt. Sobald die Ursache der Zustandsänderung aufhört, nimmt der Körper seinen ursprünglichen Zustand wieder an; eine stoffliche Veränderung findet hierbei nicht statt. Solche Zustandsänderungen nennt man physikalische Vorgänge.

Beispiele: Wasser kann durch Erwärmen in Wasserdampf, durch Abkühlen in Eis übergeführt werden; es kann demnach das Wasser je nach der Bewegungsart der kleinsten Teilchen die feste, flüssige oder gasförmige Form (Aggregatzustand) annehmen. Aus Wasserdampf erhält man durch Abkühlen, aus Eis durch Erwärmen wieder flüssiges Wasser. — Schlägt man mit einem Hammer auf den Amboß, so erwärmen sich beide. Die Bewegung des Hammers verschwindet beim Auffallen auf den Amboß nur scheinbar; in Wirklichkeit wandelt sich die Bewegung größerer Massen in diejenige Art von Bewegung der nicht mehr sichtbaren kleinsten Teilchen um, die wir als Wärme empfinden: die mechanische Energie wird dabei in eine andere Form, in kalorische Energie umgesetzt.

### Chemische Vorgänge.

Bei chemischen Vorgängen erleiden die Körper eine stoffliche Veränderung; es entstehen neue Stoffe, aus welchen man die ursprünglichen auf physikalischem Wege nicht mehr zurückerhalten kann.

Beispiele: Ein auf Wasser geworfenes Stückchen des auf frischer Schnittfläche silberglänzenden Metalles Kalium schwimmt unter Entwicklung einer violetten Feuererscheinung lebhaft umher, wird allmählich kleiner und verschwindet schließlich mit einer schwachen Explosion dem Auge vollständig; durch die Einwirkung des Wassers

auf Kalium entsteht nämlich ein neuer Stoff, welcher von Wasser gelöst wird und diesem ganz eigentümliche Eigenschaften erteilt: es fühlt sich wie eine Seifenlösung an und vermag dem roten Lackmusfarbstoff eine Blaufärbung zu erteilen. — Wird Eisen längere Zeit feuchter Luft ausgesetzt, so verliert es seinen Glanz, seine Härte und Festigkeit und geht in eine braune, leicht zerreibliche Masse, Rost genannt, über. — Das Brennen einer Kerze, des Leuchtgases, der Steinkohle usw. sind chemische Vorgänge. — Die Gärung, die Fäulnis sowie auch das Wachsen und Gedeihen der Tier- und Pflanzenwelt beruhen auf chemischen Vorgängen.

Im folgenden soll die physikalische und chemische Wirkungsweise zwischen festen, flüssigen und gasförmigen Körpern betrachtet werden. Gleichzeitig soll eine Reihe von physikalischen und chemischen Grundbegriffen sowie technisch wichtiger Operationen Erwähnung finden.

### Verhalten fester Körper gegen Flüssigkeiten.

a) Wird Sand, gepulverter Schwespat o. dgl. mit Wasser in einem Glaszylinder geschüttelt, so entsteht eine vorübergehende Trübung des Wassers. Bei ruhigem Stehen scheidet sich der Sand bzw. der Schwespat am Boden des Zylinders ab. Durch einfaches Abgießen (Dekantieren) des Wassers oder Abziehen desselben mit einem Heber kann man die Flüssigkeit vom festen Körper wieder trennen.

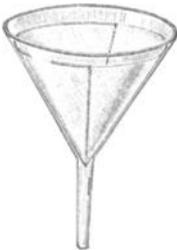


Fig. 1. Trichter mit glattem Filter. (Aus Schule der Pharmazie I.)

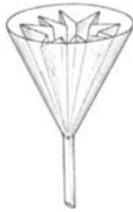


Fig. 2. Trichter mit Faltenfilter.

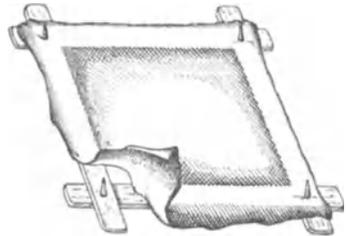


Fig. 3. Tenakel mit Koliertuch.

b) Wird derselbe Versuch mit Stärkemehl gemacht, so entsteht eine trübe, milchige Flüssigkeit, in der die Stärketeilchen auch in der Ruhe längere Zeit in einem schwebenden Zustande (Suspension) verbleiben. Die Trennung des suspendierten Körpers von der Flüssigkeit bewirkt man durch Filtration; man gießt die trübe Flüssigkeit auf ein ungeleimtes, kegelförmig gefaltetes Papier (Filter), das man zuvor in einen Trichter eingesetzt hat (Fig. 1 u. 2): der feste Körper verbleibt im Filter, die klare Flüssigkeit, Filtrat genannt, läuft ab.

Sind größere Mengen trüber Flüssigkeiten zu filtrieren, so verwendet man Spitzbeutel aus Filz, oft auch ein leinenes oder wollenes viereckiges Tuch (Koliertuch), das durch das Tenakel gehalten wird (Fig. 3); letzteres ist ein aus rechtwinklig zusammengesetzten Stäben bestehender hölzerner Rahmen, der an den Kreuzungsstellen der Stäbe kurze, aufrechtstehende, dünne, oben zugespitzte Stifte hat. Man legt es über das Gefäß, welches die ablaufende Flüssigkeit aufnehmen soll und spannt das Koliertuch über die Stifte; dann bringt man den zu filtrierenden Brei darauf und läßt das Filtrat abfließen, wobei man durch Rühren mit dem Spatel oder Löffel etwas nachhelfen kann. Da die Flüssigkeit freiwillig meist unvollkommen abläuft, muß sie durch Ausdrücken vollends beseitigt werden. Dies geschieht, indem man das Koliertuch nach dem Abnehmen vom Tenakel zusammenfaltet und durch Zusammen-

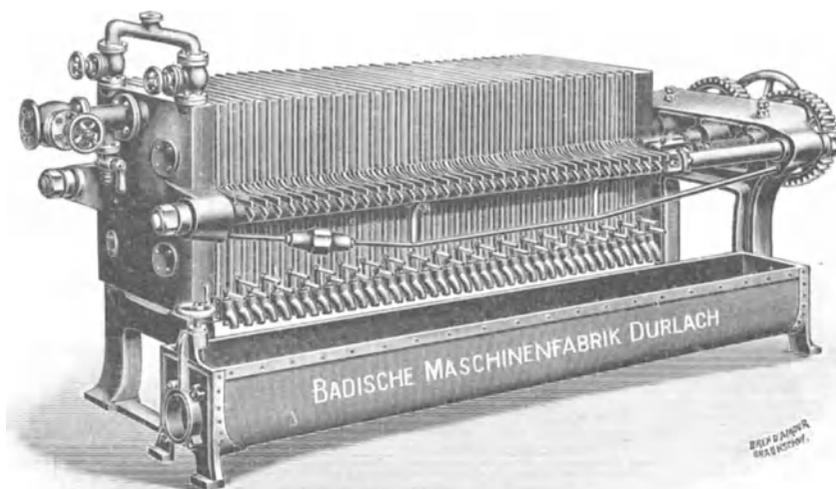


Fig. 4. Filterpresse.

drehen mit den Händen auspreßt. Nötigenfalls muß die kolierte Flüssigkeit noch durch Papier filtriert werden. Als Filtermaterial werden auch Asbest, Zellulose, Werg, überhaupt faserige Stoffe, aber auch körnige Materialien, wie Kohlenpulver, Porzellan, Ton, Sand usw. benutzt. Für die Wassereinigung im großen werden fast ausnahmslos Sandfilter verwendet. Im Fabriksbetriebe werden aus schlammigen Flüssigkeiten die festen Körper durch Filterpressen abgetrennt. Diese bestehen aus einer Anzahl gußeiserner Platten und Rahmen, welche mit Filtertuch überspannt und zu einer Batterie zusammengesetzt

sind; auf diese Weise werden zwischen den Rahmen und den kanne-lierten sowie mit starkem Drahtnetz belegten Platten Kammern gebildet. Durch einen Schlammkanal wird die zu filtrierende Flüssigkeit mittels einer Druckpumpe in die Filterpresse hineingepreßt; dabei wird von jeder einzelnen Kammer der Niederschlag zurückgehalten, während die klare Flüssigkeit aus den an den Platten befindlichen Hähnen abläuft (Fig. 4).

Eine andere Filtriervorrichtung bilden die „Nutschen“. Sie bestehen aus Kasten, welche im oberen Teil ein durchlochtetes Eisenblech oder ein Messingdrahtnetz zur Aufnahme des Filtertuches enthalten. Die Filtration wird dadurch beschleunigt, daß die Flüssigkeit aus dem am Filtertuche befindlichen Schlamme mittels einer Luftpumpe abgesaugt (genutscht) wird.

c) Wird Zucker, Kochsalz, Salpeter, Kupfervitriol u. ä. mit Wasser zusammengebracht, so verschwinden diese Stoffe scheinbar. Man erhält eine klare, in manchen Fällen, z. B. bei Kupfervitriol, auch farbige Flüssigkeit, welche den Geschmack des festen Stoffes annimmt.



Fig. 5. Wasserbad.

Eine solche Flüssigkeit wird eine Lösung genannt. Ohne Änderung der äußeren Umstände scheidet sich der gelöste Stoff aus der Lösung nicht mehr aus. Die Flüssigkeit, welche die Auflösung des festen Körpers bewirkt, wird als Lösungsmittel bezeichnet. Bei einer Lösung läßt sich das Lösungsmittel vom festen Stoff durch Filtrieren nicht trennen, sondern man bedient sich hierzu eines Vorganges, welcher auf Überführung des Lösungsmittels in den gasförmigen Zustand beruht. Soll aus der Lösung nur der feste Körper abgeschieden werden, so gießt man dieselbe in eine Schale und läßt das Lösungsmittel bei gewöhnlicher Temperatur verdunsten oder auf einem sogenannten Wasserbade verdampfen. In der einfachsten Ausführung ist ein Wasserbad eine kupferne, teilweise mit Wasser gefüllte halbkugelige Schale mit zwei Henkeln und Einsatzringen aus Kupferblech. Sie wird auf einen Dreifuß gestellt und das Wasser bei Bedarf zum Sieden gebracht (Fig. 5). Mit dem entwickelten Wasserdampf lassen sich Lösungsmittel mit Siedetemperaturen bis  $100^{\circ}$  abdampfen. Soll das Lösungsmittel zurückgewonnen werden, so bedient man sich der Destillation. Die Lösung wird in einem Kolben mit einem seitlich angebrachten Rohr oder in einer Retorte (einem aus Glas, zuweilen auch aus anderem Material hergestellten Gefäß mit abwärts gebogenem Hals) bis zum Sieden erhitzt. Das Lösungsmittel geht in Dampf über, welcher durch Abkühlen im Kühler verdichtet (kondensiert) wird. Der „Röhren-

kühler“ besteht aus einem inneren Rohr und einem äußeren Mantel. Zwischen beiden läßt man Kühlwasser von unten nach oben fließen. Dadurch werden die aus dem Kolben in den Kühler gelangenden Dämpfe verdichtet. Das Destillat wird in der Vorlage aufgefangen. Fig. 6 zeigt einen Apparat zur Destillation im kleinen, Fig. 7 einen solchen zur Destillation im großen.

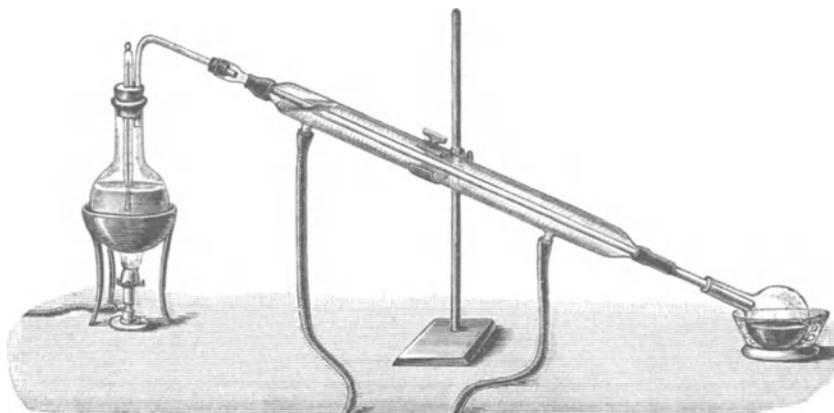


Fig. 6. Laboratoriums-Destillierapparat.

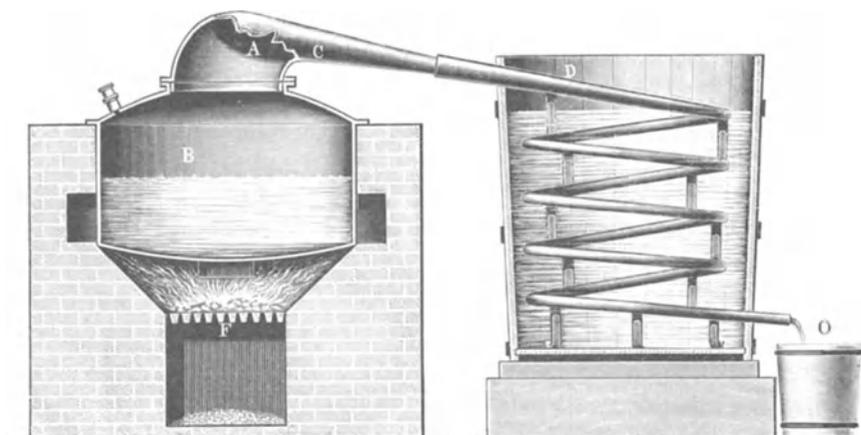


Fig. 7. Apparat zur Destillation im großen.  
(Aus Erdmann, Lehrb. d. anorg. Chemie, II. Aufl.)

Außer dem allgemeinsten Lösungsmittel — dem Wasser — gibt es noch andere, welche bei in Wasser unlöslichen Stoffen zur Anwendung kommen. So ist z. B. der Alkohol ein Lösungsmittel für Harze, Jod und viele Farbstoffe; Äther, Schwefelkohlenstoff, Benzin, Tetrachlorkohlen-

stoff insbesondere für Fette usw. Sehr energisch wirkende Lösungsmittel sind die Säuren.

Man unterscheidet physikalische und chemische Lösungsvorgänge:

1. Physikalisch löst sich ein Stoff auf, wenn er nach dem Abdampfen des Lösungsmittels stofflich unverändert zurückerhalten wird, z. B. bei Lösungen von Zucker, Kochsalz, Salpeter usw. in Wasser. Charakteristisch für den physikalischen Lösungsvorgang ist die Temperaturerniedrigung, welche im Wärmeverbrauch ihre Ursache hat. Die Temperaturerniedrigung ist beim Lösen mancher Stoffe sehr groß, sie beträgt z. B. beim Auflösen von Ammoniumnitrat in gleicher Menge Wasser  $27^{\circ}$ . Mischt man den in Wasser löslichen Stoff mit Schnee oder gestoßenem Eis, so werden letztere verflüssigt, und da nun auch die zum Schmelzen des festen Wassers nötige Wärme gebunden wird, so entstehen Temperaturen, die unter  $0^{\circ}$  liegen, und zwar um so niedriger, je schneller sich der feste Stoff löst. Als eine derartige Kältemischung findet hauptsächlich ein Gemenge von Schnee und Kochsalz Verwendung. Nur physikalisch wirkende Lösungsmittel werden auch indifferente Lösungsmittel genannt.

2. Eine chemische Lösung eines Stoffes erfolgt dann, wenn man nach Abdampfen des Lösungsmittels nicht mehr den ursprünglichen Stoff, sondern einen von demselben verschiedenen als Rückstand erhält, welcher durch eine chemische Einwirkung des Lösungsmittels auf den festen Stoff entstanden ist.

Als chemische Lösungsmittel kommen vor allem die Säuren in Betracht. Wird z. B. Zink in Salzsäure gelöst, so erhält man nach dem Eindampfen als Rückstand nicht mehr Zink, sondern einen weißen Körper (Zinkchlorid). Auch das Wasser wirkt auf manche Stoffe chemisch lösend ein; so z. B. auf gebrannten Kalk, auf metallisches Kalium usw. Charakteristisch für den chemischen Lösungsvorgang ist die Temperaturerhöhung, welche durch das Freiwerden von Wärme entsteht. Dieses Freiwerden von Wärme ist überhaupt für die meisten chemischen Vorgänge charakteristisch.

Mengenverhältnisse bei der Lösung. Die Menge, in welcher sich ein Stoff in einem Lösungsmittel auflöst, ist in erster Linie von seiner Natur abhängig. So löst sich z. B. Kochsalz in größerer Menge in Wasser als der Weinstein. Ferner kann man in den allermeisten Fällen eine um so größere Menge eines festen Stoffes in Lösung bringen, je höher die Temperatur ist. So lösen sich z. B. in  $100 \text{ cm}^3$  Wasser von Kochsalz bei  $15^{\circ}$  36 g, bei  $100^{\circ}$  39 g; von Salpeter bei  $15^{\circ}$  25 g, bei  $100^{\circ}$  247 g; von wasserfreier Soda bei  $15^{\circ}$  16,2 g, bei  $100^{\circ}$  45 g; von Kristallsoda bei  $15^{\circ}$  63,2 g, bei  $100^{\circ}$  539 g usw. Doch gibt es auch Stoffe, deren Löslichkeit mit der steigenden Temperatur nicht fortwährend

zunimmt. So z. B. löst sich das Glaubersalz in größter Menge bei 33°.

Eine Lösung, welche bei der herrschenden Temperatur keine weitere Menge des festen Stoffes mehr lösen kann, wird für die betreffende Temperatur als gesättigt oder konzentriert bezeichnet. Aus einer heiß gesättigten Lösung scheidet sich beim Abkühlen jene Menge des festen Stoffes wieder aus, welche der Differenz des Sättigungsgrades bei den verschiedenen Temperaturen entspricht. Es müssen z. B. aus einer bei 100° gesättigten Kochsalzlösung beim Abkühlen auf 15° von je 39 g Kochsalz 3 g zur Ausscheidung gelangen. Unter denselben Verhältnissen werden aus einer Salpeterlösung von je 247 g Salpeter 222 g ausgeschieden. Eine gesättigte Lösung ist aber imstande, noch andere Stoffe aufzunehmen. So löst sich in einer gesättigten Kochsalzlösung noch Salpeter auf.

Eine Beschleunigung des Lösungsvorganges findet statt:

1. Durch Zerkleinern der festen Substanz, da dieselbe dadurch dem Lösungsmittel mehr Angriffspunkte bietet.

2. Durch Rühren. Dieses verhindert die Bildung einer gesättigten Lösung am Boden des Gefäßes, also an der Stelle, wo sich noch der ungelöste Stoff befindet.

3. Durch Einhängen der Substanz in das Lösungsmittel. Dabei fällt die Lösung, weil sie spezifisch schwerer als das Lösungsmittel ist, zu Boden, und der feste Körper wird immer jener Schichte des Lösungsmittels ausgesetzt, die am wenigsten von ihm enthält.

4. Durch Erwärmen. Dieses bewirkt eine Strömung, welche die sich am Boden des Gefäßes bildende Lösung nach oben, die oben befindliche kältere Flüssigkeit aber nach unten führt. Das Erwärmen ersetzt demnach das Rühren, wirkt aber hauptsächlich auch aus dem Grunde beschleunigend, weil das Lösungsmittel in den meisten Fällen den festen Stoff bei höherer Temperatur energischer angreift.

**Kristallisation.** Die durch das Abkühlen einer gesättigten Lösung bedingte Ausscheidung eines festen Stoffes geht vielfach unter Bildung von Körpern vor sich, die von ebenen, sich unter bestimmten Winkeln schneidenden Flächen begrenzt sind und sich parallel zu der einen oder andern dieser Flächen spalten lassen. Diese Körper werden Kristalle genannt. Dasselbe kann auch eintreten, wenn eine Lösung durch Verdampfen oder durch Verdunsten an der Luft das Lösungsmittel verliert. Die Kristalle sind umso größer, je ruhiger die Lösung bleibt und je langsamer die Kristallisation erfolgt; demnach am größten beim freiwilligen Verdunsten des Lösungsmittels.

Die Kristallform, welche einem Stoffe zukommt, ist vor allem von seiner Natur abhängig und demnach für viele Stoffe charakteristisch. In einzelnen Fällen kann jedoch ein Stoff, wenn die Bedingungen (Tem-

peratur, Konzentration) gegeben sind, auch in zwei oder drei Kristallformen auftreten und heißt dann dimorph (zweigeteilt) bzw. trimorph (dreigeteilt). Andererseits gibt es Stoffe, welche zueinander isomorph sind, d. h. ein und dieselbe Kristallform haben.

Die meisten Stoffe bedürfen zum Aufbau ihrer Kristalle einer ganz bestimmten Menge Wasser, Kristallwasser genannt, welches in dem Kristall in fester Form eingeschlossen ist, ohne beim Zerstoßen desselben bemerkbar zu werden.

Derartige Kristalle verlieren ihr Kristallwasser oft schon an der Luft und zerfallen dann zu einem lockeren Pulver — sie verwittern —, ohne aber dabei unbrauchbar zu werden. Da oft auch das Kristallwasser die Farbe der Kristalle bedingt, z. B. beim Kupfervitriol, so verlieren sie beim Verwittern auch ihre Farbe: sie werden meistens weiß. Schneller und unter vollständiger Zerstörung der Kristalle wird das Kristallwasser in der Hitze ausgetrieben; an Stelle des kristallinen Körpers erhält man einen nicht kristallinen oder amorph. Die durch die Hitze wasserfrei gemachte — „kalzinierte“ — Substanz bildet beim Anfeuchten mit Wasser wieder Kristalle, welche zwar sehr klein sind, aber die ihnen eigene Farbe besitzen. Da diese Wasseraufnahme unter Freiwerden von Wärme und in einer ganz bestimmten Menge vor sich geht, so ist das Kristallwasser in gewissem Grade als chemisch gebunden anzunehmen.

Kalzinierte Substanzen nehmen das Wasser auch aus der Luft begierig auf. Längere Zeit der feuchten Luft ausgesetztes Kaliumhydroxyd, geschmolzenes Kalziumchlorid, Pottasche usw. zerfließen zufolge der Wasseraufnahme vollständig. Solche Substanzen nennt man hygroskopisch und benutzt sie zum Trocknen von solchen Gasen, welche sie chemisch nicht angreifen, oder in Exsikkatoren (Fig. 8) zum Trocknen von Stoffen, deren Gewicht in völlig trockenem Zustande bestimmt werden soll. Auch zum Trocknen von feuchten Räumen finden sie Verwendung. Eine besondere Bedeutung besitzen hygroskopische Stoffe in der Schlichterei und Appretur<sup>1)</sup>.



Fig. 8. Exsikkator.

Auch die Faserstoffe, insbesondere Wolle und Seide nehmen bis zu einem gewissen Grade Feuchtigkeit aus der Luft auf und vermehren dadurch ihr Gewicht. Beim Lagern in feuchten oder künstlich befeuchteten Räumen kann ihre Gewichtszunahme eine beträchtliche sein<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> S. 254.

<sup>2)</sup> Die Bestimmung des Feuchtigkeitsgrades von Wolle, Seide, Baumwolle usw. geschieht in den sog. Konditionieranstalten; S. 181.

Befinden sich mehrere Stoffe von verschiedener Löslichkeit in einer Lösung, so kristallisieren sie nacheinander aus, und zwar der mit der geringeren Löslichkeit zuerst. Diese fraktionierte Kristallisation bietet also ein Mittel, verschiedene Stoffe aus der Lösung voneinander zu scheiden, und findet auch im großen Anwendung.

Durch Umkristallisieren können kristallinische Substanzen leicht gereinigt werden. Das Verfahren besteht darin, daß man die unreinen, fremde Stoffe und Schmutz enthaltenden Kristalle auflöst und eine neuerliche Kristallisation einleitet. Die Verunreinigungen gehen in die noch vorhandene Flüssigkeit — Mutterlauge — über. Durch wiederholtes Umkristallisieren gelangt man zu sehr reinen Substanzen. Aus der Mutterlauge, welche ja neben den Verunreinigungen auch noch die zu reinigende Substanz gelöst enthält, kann man durch Eindampfen noch Kristalle erhalten; diese sind naturgemäß weniger rein und werden daher wieder umkristallisiert.

### Verhalten von Flüssigkeiten gegen Flüssigkeiten.

a) Beim Schütteln von Öl mit Wasser wird ersteres in kleine Tröpfchen zerteilt, welche sofort vom Wasser umhüllt und dadurch am Zusammenfließen gehindert werden. Die Öltröpfchen verursachen eine gleichmäßige Trübung des Wassers. Man nennt eine Flüssigkeit, in welcher eine zweite in fein verteilterm Zustande schwebend enthalten ist, eine Emulsion.

In vorliegendem Falle ist jedoch die Emulsion nicht beständig; denn sobald man mit dem Schütteln aufhört und die Emulsion einige Zeit der Ruhe überläßt, sammeln sich die vorher im Wasser schwebenden Öltröpfchen unter Zusammenfließen an der Oberfläche des spezifisch schwereren Wassers an. Mit einem Heber läßt sich nun das Öl vom Wasser leicht abziehen. Bei kleinen Mengen geschieht die Trennung der beiden Flüssigkeiten am besten mit Hilfe des Scheidetrichters (Fig. 9).

Eine beständige Emulsion ist z. B. die Milch: sie enthält in einer Lösung von Kasein und Milchzucker die Fettkügelchen in so feiner Verteilung, daß man dieselben nicht wahrnehmen kann. Mit der Zeit scheidet sich allerdings das Fett in Form von Rahm an der Oberfläche ab.

Dieses Beispiel zeigt uns, daß Lösungen von manchen Stoffen auf Fett besser emulgierend (verteilend) wirken als reines Wasser. Insbesondere sind es Seifenlösungen, welche besonders unter Zusatz von etwas Alkohol, Benzin, Ammoniak u. a. mit Fetten und Ölen,



Fig. 9.  
Scheidetrichter.

auch Mineralölen, sehr anhaltende, vielfach vollkommen klare Emulsionen geben. Solche Emulsionen werden fabrikmäßig hergestellt und finden auch in der Textilindustrie vielfache Anwendung: als sogenannte Spick- oder Schmelzöle zum Weichmachen der Faser vor dem Ver-spinnen, als geschmeidigmachende Mittel in der Appretur sowie in der Türkischrotfärberei<sup>1)</sup>.

Auf der Bildung von Emulsionen beruht auch zum größten Teil die reinigende Wirkung der Seife und anderer Waschmittel<sup>2)</sup>.

b) Werden Wasser und Alkohol in irgendeinem Volumverhältnis miteinander geschüttelt, so erhält man eine vollständig gleichartige, klare Flüssigkeit, aus welcher sich die Bestandteile nach ihrem spezifischen Gewichte von selbst nicht trennen: Alkohol und Wasser haben sich ineinander aufgelöst. Die Lösung von Flüssigkeiten in Flüssigkeiten nennt man eine Mischung.

So lassen sich auch Wasser und Essigsäure, Alkohol und Äther u. a. mischen.

Zur Trennung der Bestandteile einer Mischung bedient man sich der unterbrochenen (fraktionierten) Destillation. Die Trennung erfolgt um so leichter, je weiter die Siedepunkte der Mischungbestandteile voneinander entfernt sind. Zu Beginn der Destillation geht vornehmlich die bei niedriger Temperatur, gegen Ende die bei höherer Temperatur siedende Flüssigkeit in die Vorlage über.

Im kleinen bedient man sich dazu des auf S. 9 abgebildeten Apparates. Als Beispiel diene die Trennung des Wassers (Siedepunkt 100<sup>0</sup>) vom Alkohol (Siedepunkt 78,4<sup>0</sup>): die Mischung wird im Destillationskolben so lange gekocht, bis etwa  $\frac{2}{3}$  derselben abgedampft sind. Nun ist im Destillationskolben kein Alkohol mehr vorhanden<sup>3)</sup>. Dieser und eine gewisse Menge Wasser befinden sich in der Vorlage; man erhält also auf diese Weise einen wasserärmeren Alkohol. Füllt man nach dem Entleeren des Destillationskolbens diesen mit dem Inhalt der Vorlage und wiederholt die Destillation in derselben Weise einigemale, so erhält man schließlich in der Vorlage einen nur noch wenig wasserhaltigen Alkohol. In vorliegendem Falle läßt sich das im Alkohol noch vorhandene Wasser nur mit einem chemisch wirkenden Mittel (z. B. Natrium) entziehen. Im großen werden zum Zwecke

---

<sup>1)</sup> S. 170.

<sup>2)</sup> S. 161.

<sup>3)</sup> An einem durch den Korkpfropfen in den Destillationskolben hineinragenden Thermometer kann man sich überzeugen, daß der anfänglich zwischen den Siedepunkten der Mischungsfüssigkeiten liegende Siedepunkt sich beim Kochen immer mehr dem Siedepunkte des Wassers nähert. Sobald dieser erreicht ist, steigt die Siedetemperatur nicht mehr: im Destillationskolben ist nur noch Wasser enthalten.

der fraktionierten Destillation oft sehr komplizierte Apparate mit ununterbrochenem Betrieb verwendet; z. B. in der Spiritusgewinnung, Teerdestillation usw. — So wie vielen festen Stoffen kommt auch manchen Flüssigkeiten das Vermögen zu, die Feuchtigkeit der Luft leicht anzuziehen. Stark hygroskopische Flüssigkeiten sind: konzentrierte Schwefelsäure, absoluter Alkohol, Glycerin usw.

Hier sei auch die Destillation mit Wasserdampf erwähnt: Man leitet in die zu destillierende Flüssigkeit Wasserdampf ein; dieser treibt die mit ihm leicht flüchtigen Stoffe in den Kühler, während die schwerer oder nicht flüchtigen Stoffe im Destillationskolben verbleiben. Sie kommt bei höher siedenden Flüssigkeiten zur Anwendung, wenn man diese von Verunreinigungen u. dgl. befreien will.

c) Schüttelt man ungefähr gleiche Mengen Wasser und Äther miteinander und trennt die nach kurzer Ruhe sich abscheidenden Flüssigkeitsschichten mit Hilfe des Scheidetrichters, so läßt sich durch den Geruch erkennen, daß die spezifisch schwerere Flüssigkeit — das Wasser — etwas Äther aufgenommen hat. Andererseits kann man sich überzeugen, daß die spezifisch leichtere Flüssigkeit — der Äther — etwas Wasser enthält: setzt man zur Flüssigkeit etwas ausgeglühte Pottasche zu, so zerfließt diese nach einiger Zeit. In diesem Falle lösen sich die Flüssigkeiten nur teilweise, und zwar nach einem bestimmten Verhältnis ineinander auf. Erst in einer 14mal größeren Volummenge Wasser löst sich der Äther vollständig auf.

d) Mischt man Salzsäure mit Natronlauge, so tritt eine Temperaturerhöhung ein. Die Flüssigkeiten mischen sich demnach in diesem Falle chemisch; dabei bildet sich ein stofflich neuer Körper, welcher in Lösung bleibt — das Kochsalz. Chemisch mischen sich auch Schwefelsäure und Natronlauge unter Bildung einer Glaubersalzlösung, Essigsäure und Sodalösung unter Entweichen von Kohlendioxydgas und Bildung von löslichem Natriumazetat usw.

Wirken jedoch zwei Flüssigkeiten aufeinander derart chemisch ein, daß als Ergebnis ein unlöslicher Stoff resultiert, so scheidet sich dieser als Niederschlag (Präzipitat) aus der Flüssigkeit aus. Man erhält z. B. bei Zusatz von Schwefelsäure zu einer Bariumchloridlösung einen weißen Niederschlag von Bariumsulfat, bei Zusatz einer Bleizuckerlösung zu einer Kaliumchromatlösung einen gelben Niederschlag von Bleichromat, bei Zusatz einer Sodalösung zu einer Alaunlösung einen gallertigen, durchscheinenden Niederschlag von Aluminiumhydroxyd, bei Zusatz einer Seifenlösung zum Brunnenwasser einen flockigen Niederschlag von Kalzium- und Magnesiumseife usw.

Die Bildung derartiger Niederschläge ist sehr mannigfaltig und spielt eine außerordentlich große Rolle. In der „analytischen Chemie“ ermöglicht sie nach der Farbe, Löslichkeit und den sonstigen Eigen-

schaften des Niederschlages die Erkennung der Stoffe. So erkennt man z. B. eine Bleilösung nach der Bildung eines gelben Niederschlages bei Zusatz von Kaliumchromat, die Schwefelsäure nach der Bildung eines in allen Säuren unlöslichen weißen Niederschlages bei Zusatz von Bariumchlorid usw. In der chemischen Industrie bedient man sich der Niederschlagsbildung bei der Herstellung von verschiedenen Produkten und Präparaten, wie bei der Herstellung von Bleiweiß, Permanentweiß, Lithopone usw. Die Niederschlagsbildung kommt auch bei der Wasserreinigung<sup>1)</sup> sowie bei der Reindarstellung vieler chemischer Produkte in Betracht. Aber auch in der Färberei, Druckerei und Appretur spielt die Bildung von Niederschlägen eine wichtige Rolle; in der Appretur insbesondere bei der Herstellung wasserdichter Gewebe<sup>2)</sup>.

### Verhalten gasförmiger Stoffe gegen Flüssigkeiten.

Manche Gase sind in Wasser unlöslich, wie z. B. der Wasserstoff, andere nur sehr wenig löslich, wie der Stickstoff; leichter löst sich in Wasser der Sauerstoff, noch leichter das Kohlendioxyd und besonders leicht das Schwefeldioxyd und das Ammoniakgas.

Wird eine mit Ammoniakgas gefüllte Flasche unter Wasser geöffnet, so stürzt dieses, da das Gas sofort gelöst wird, mit großer Heftigkeit in die Flasche.

Die Auflösung eines gasförmigen Stoffes in einer Flüssigkeit wird als Absorption bezeichnet. Eine Flüssigkeit absorbiert um so mehr von einem gasförmigen Stoff, je niedriger die Temperatur und je höher der Druck ist.

Das „Sodawasser“ ist eine bei 3 bis 4 Atmosphären Druck hergestellte Lösung von Kohlendioxyd in Wasser.

Auch die Absorption kann je nach der Natur des Absorptionsmittels und des Gases entweder eine physikalische oder eine chemische sein. Bei der ersteren wird das absorbierte Gas beim Erwärmen wieder frei — wie in den oben angeführten Fällen<sup>3)</sup> —, bei der letzteren bleibt es mit dem Absorptionsmittel — einen neuen Stoff bildend — chemisch gebunden und läßt sich durch Erwärmen nicht austreiben. So wie bei der chemischen Einwirkung von Flüssigkeiten aufeinander, bleibt auch hier die Lösung klar, wenn der neu gebildete Stoff löslich

<sup>1)</sup> S. 55.

<sup>2)</sup> S. 266.

<sup>3)</sup> Bei der Lösung von Kohlendioxyd, Schwefeldioxyd und Ammoniak in Wasser muß wohl auch ein chemischer Vorgang angenommen werden; doch zerfallen die gebildeten Stoffe (Kohlensäure, schweflige Säure, Ammoniumhydroxyd) sehr leicht wieder in Kohlendioxyd, Schwefeldioxyd bzw. Ammoniak und Wasser.

ist, oder es bildet sich ein Niederschlag, wenn der neue Stoff unlöslich ist. So entsteht beim Einleiten von Kohlendioxyd in Natronlauge eine Sodalösung, beim Einleiten von Kohlendioxyd in Kalkwasser aber ein Niederschlag von Kalziumkarbonat.

Auch die Absorption spielt in der Natur und in der Technik eine große Rolle, z. B. beim Wasser<sup>1)</sup>. Zuzufolge ihres wenn auch geringen Gehaltes an Kohlendioxyd wirkt die Luft auf viele chemische Produkte stofflich verändernd ein: es überzieht sich z. B. das Natriumhydroxyd, wenn es längere Zeit der Luft ausgesetzt bleibt, mit einer mehr oder weniger starken Schichte von Soda<sup>2)</sup>.

### Gemenge und chemische Verbindung.

Eine Mischung zweier oder mehrerer fester Stoffe, aus welcher man die ursprünglichen Bestandteile unter Beibehaltung ihrer Eigenschaften wieder leicht abscheiden kann, wird eine Gemenge genannt. Beispiel: Durch Zusammenmischen von Schwefelblumen und Eisenpulver erhält man ein Gemenge von grauer Farbe, das wie ein neuer Stoff erscheint, aber trotz innigsten Mischens nicht einheitlich ist, wie es ein Stoff sein müßte. Unter der Lupe lassen sich die Bestandteile leicht erkennen. Das Eisen läßt sich aus dem Gemenge mit einem Magneten entfernen, der Schwefel durch Übergießen des Gemenges mit Schwefelkohlenstoff, welcher den Schwefel in Lösung bringt, das Eisen aber unverändert läßt. Gießt man nach dem Absetzen des Eisens die obenstehende Flüssigkeit in ein Uhrglas ab, so scheidet sich nach dem Verdunsten des Schwefelkohlenstoffes der Schwefel wieder ab.

Vereinigen sich jedoch zwei oder mehrere Stoffe so innig miteinander, daß dabei ein neuer mit völlig anderen Eigenschaften gebildet wird, so entsteht eine chemische Verbindung. Sie geht meist unter Freiwerden von Wärme vor sich, oft auch unter Lichterscheinung. Ein Teil der in den ursprünglichen Bestandteilen aufgespeicherten chemischen Energie tritt während des chemischen Vorganges (chemischen Prozesses) als Wärme- bzw. Lichtenergie aus. Die Rückgewinnung der ursprünglichen Bestandteile aus einer chemischen Verbindung ist nur durch chemische Vorgänge möglich. Beispiel: Erhitzt man das Gemenge von 4 Gewichtsteilen Schwefel und 7 Gewichtsteilen Eisenpulver, so verbinden sich die beiden Bestandteile unter Erglühen zu einer nach dem Erkalten grauen Masse, in welcher selbst unter dem besten Mikroskope weder Eisen- noch Schwefelteilchen zu erkennen sind. Auch mittels des Magneten oder mit Schwefelkohlen-

<sup>1)</sup> S. 48.

<sup>2)</sup> S. 80.

stoff lassen sich die Bestandteile nicht mehr voneinander trennen. Übergießt man die Masse mit verdünnter Salzsäure, so entwickelt sich ein unangenehm riechendes Gas, Schwefelwasserstoff, das beim Übergießen eines Gemenges von Schwefel und Eisen nicht auftritt. Das aus dem Gemenge von Schwefel und Eisen durch Erhitzen erhaltene „Reaktionsprodukt“ — das Schwefeleisen oder Eisensulfid — ist also ein völlig neuer Stoff mit anderen Eigenschaften. Außer der Änderung der chemischen Energie, welche sich meist im Freiwerden von Wärme äußert, geben die Gewichtsmengen der an der Reaktion teilnehmenden Stoffe ein weiteres Merkmal eines chemischen Vorganges. Die Gewichtsmengen, nach welchen Schwefel und Eisen für den obigen Versuch gemischt wurden, stehen im Verhältnis 4 : 7. Fügt man dem Gemenge etwas mehr Schwefel bei, so geht dieser Überschuß nicht in das Reaktionsprodukt über, sondern er verbrennt für sich — in derselben Weise wie der reine Schwefel beim Erhitzen an der Luft. Wenn anderseits der Eisengehalt des Gemenges vermehrt wird, so bleibt der Überschuß der Eisenmenge ebenfalls außerhalb des Reaktionsproduktes und läßt sich aus letzterem mit dem Magneten herausziehen. Für diese Tatsache gilt allgemein das Gesetz der konstanten Gewichtsverhältnisse, nach welchem zwei oder mehrere Stoffe stets nur in einem ganz bestimmten Gewichtsverhältnis aufeinander chemisch einwirken. Dagegen kann das Verhältnis der Bestandteile in einem Gemenge beliebig sein.

### **Chemische Grundstoffe (Elemente) und ihre Verbindungen.**

Unter chemischen Grundstoffen, einfachen Stoffen oder Elementen versteht man solche Stoffe, welche sich ohne Gewichtszunahme stofflich nicht mehr verändern lassen. So lassen sich z. B. aus Eisen von diesem stofflich verschiedene Körper wohl herstellen, allen kommt jedoch ein größeres Gewicht zu als der in Reaktion tretenden Menge Eisen — ein Beweis, daß sich bei der Bildung derselben das Eisen mit anderen Stoffen verbunden hat. Demnach läßt sich das Eisen nicht in einfachere Stoffe zerlegen — es ist ein Element. Gegenwärtig sind ungefähr 80 Elemente bekannt, von welchen hauptsächlich etwa 15 an der Zusammensetzung unserer Erde und der sie umgebenden Luft-hülle teilnehmen. Von diesen seien hier erwähnt: Sauerstoff, Stickstoff, Silizium, Aluminium, Eisen, Kalzium, Magnesium, Natrium, Kalium. Für sich allein — im freien Zustande — kommen auf der Erde nur wenige Elemente vor. Um so zahlreicher sind die chemischen Verbindungen, welche zwei oder mehrere Elemente untereinander bilden. Beispiele chemischer Verbindungen: Das bereits früher angeführte Schwefeleisen besteht aus den Elementen Eisen und Schwefel,

das Wasser aus den Elementen Wasserstoff und Sauerstoff, das Kochsalz aus den Elementen Natrium und Chlor, die Soda aus den Elementen Natrium, Kohlenstoff und Sauerstoff.

Den Aufbau chemischer Verbindungen aus ihren Elementen nennt man die chemische Synthese (Zusammensetzung); z. B. die Bildung des Schwefeleisens aus Eisen und Schwefel, die Bildung des Magnesiumoxydes aus Magnesium und Sauerstoff, die Bildung des Schwefeldioxydes aus Schwefel und Sauerstoff. Der umgekehrte Vorgang wird als chemische Analyse (Zerlegung) bezeichnet; z. B. die Zerlegung des Wassers in Wasserstoff und Sauerstoff durch den elektrischen Strom, des Quecksilberoxydes in Quecksilber und Sauerstoff durch Erhitzen.

Obwohl die chemischen Verbindungen außerordentlich verschieden sind, so beteiligen sich an dem Aufbau einer solchen nur wenig, meistens 2 oder 3, seltener schon 4 oder wenig mehr Elemente. Die Kraft, welche die Vereinigung der Elemente zu einer chemischen Verbindung bewirkt, wird als chemische Verwandtschaftskraft oder Affinität bezeichnet. Es ist dieselbe Kraft, welche auch dem Zerfall einer chemischen Verbindung in ihre Elemente entgegenwirkt.

Ist das Vereinigungsbestreben zweier Elemente groß, so besitzen sie eine große Affinität zueinander, z. B. das Kalium zum Sauerstoff: diese beiden Elemente verbinden sich schon bei gewöhnlicher Temperatur. Hingegen ist die Affinität des Goldes zum Sauerstoff sehr klein: das Gold bleibt auch beim Erhitzen im Sauerstoffe unverändert. Damit die chemische Affinität rege wird, ist vor allem eine innige Berührung der Stoffe notwendig. Außerdem bedarf es dazu oft noch anderer Mittel, wie des Lichtes, der Elektrizität, insbesondere aber der Zufuhr von Wärme. So erfolgt die chemische Vereinigung des Schwefels und Eisens nur dann, wenn ihr inniges Gemisch erhitzt wird. Läßt man durch ein Gemenge von Sauerstoff- und Wasserstoffgas (Knallgas) den elektrischen Funken überspringen, so vereinigen sich beide Elemente mit einer Explosion zu Wasser usw. Andererseits können dieselben Mittel unter geeigneten Umständen auch den Zerfall chemischer Verbindungen in ihre Elemente bewirken: wie bereits erwähnt, zerfällt Quecksilberoxyd beim Erhitzen in Quecksilber und Sauerstoff. Diesem Zerfall unterliegen bei sehr hohen Temperaturen überhaupt alle Verbindungen (die Sonne enthält alle Elemente nur in freiem Zustande). Durch den elektrischen Strom wird das Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt. Die „elektrische Bleiche“ beruht auf dem durch den elektrischen Strom bedingten Zerfall des Kochsalzes in Natrium und Chlor usw.

Nach dem Gesetze der konstanten Gewichtsverhältnisse ist für eine chemische Verbindung ihre unabänderliche prozentische Zusammensetzung charakteristisch. Sie findet in der Atomtheorie ihre Erklärung.

Nach dieser Theorie besitzen alle Stoffe die Eigenschaft, sich auf physikalischem (mechanischem) Wege, wie durch Zerstoßen, Auflösen, Verdampfen usw., in immer kleinere Teile zerlegen zu lassen,

bis schließlich — beispielsweise bei Schwefeleisen — eine Grenze erreicht wird, über welche hinaus eine weitere Zerlegung im physikalischen Sinne nicht mehr denkbar ist. Es müssen vielmehr Stoffmengen zurückbleiben, welche infolge ihrer außerordentlichen Kleinheit auch mit dem besten Mikroskope nicht mehr wahrnehmbar sind und eine Spaltung ohne gleichzeitige Änderung der stofflichen Beschaffenheit nicht mehr zulassen. Man nennt diese kleinsten, im physikalischen Sinne unteilbaren Massenteilchen eines Stoffes **Moleküle** oder **Molekeln**. Die bereits erwähnten Erfahrungen bei der Bildung des Schwefeleisens (S. 17) lehren aber, daß das Molekül dieser Verbindung zumindest aus einem Eisenteilchen und einem Schwefelteilchen bestehen muß, also aus noch kleineren, voneinander verschiedenen Bestandteilen zusammengesetzt ist. Die Trennung der Moleküle in diese Bestandteile gelingt jedoch nur auf chemischem Wege, wodurch aber auch der Charakter der Substanz geändert wird; dabei ergeben sich Massenteilchen, welche auf keinerlei Weise mehr teilbar sind. Man nennt diese weder auf physikalischem noch auf chemischem Wege teilbaren kleinsten Massenteilchen **Atome**.

Da nur die Elemente chemisch unzerlegbare Stoffe sind, so gibt es ebensoviele Arten von Atomen, als es Grundstoffe gibt. Man muß annehmen, daß alle Atome eines und desselben Elementes dieselben Eigenschaften besitzen und daher auch gleich groß und gleich schwer sind, sich aber von den Atomen anderer Elemente in ihren Eigenschaften unterscheiden.

Der durch die chemische Affinität bedingte Zusammentritt gleichartiger Atome führt zur Bildung der Moleküle von Elementen, jener der verschiedenartigen zur Bildung der Moleküle von chemischen Verbindungen. Man nimmt also auch bei den Elementen — mit wenigen Ausnahmen — als die kleinsten für sich existenzfähigen Massenteilchen nicht die Atome, sondern die Moleküle an. So hat man Ursache anzunehmen, daß die Moleküle der meisten Elemente aus je zwei Atomen bestehen, daß das Molekül Schwefeleisen ein Atom Schwefel und ein Atom Eisen enthält, das Molekül Wasser zwei Atome Wasserstoff und ein Atom Sauerstoff, das Molekül Soda zwei Atome Natrium, ein Atom Kohlenstoff und drei Atome Sauerstoff usw.

Die wirklichen (absoluten) Gewichte der Atome sind uns nicht bekannt, doch sind mit größter Genauigkeit deren relative Gewichte bestimmt worden; d. s. Zahlen, welche angeben, wie oftmal ein Atom eines Elementes schwerer ist als ein Atom des leichtesten Elementes — des Wasserstoffes —. Sie werden **Atomgewichte** genannt.

In nachstehender Tabelle sind die wichtigsten Elemente mit ihren chemischen Zeichen oder Symbolen und Atomgewichten angeführt.

Letztere sind soweit als möglich auf ganze Zahlen abgerundet; dies vereinfacht die mit Hilfe der Atomgewichtszahlen durchzuführenden Berechnungen, ohne die für praktische Zwecke erforderliche Genauigkeit zu beeinflussen.

## Atomgewichtstabelle.

Aluminium . . . . .	Al	27	Mangan . . . . .	Mn	55
Antimon . . . . .	Sb	120	Molybdän . . . . .	Mo	96
Arsen . . . . .	As	75	Natrium . . . . .	Na	23
Barium . . . . .	Ba	137,4	Nickel . . . . .	Ni	58,7
Blei . . . . .	Pb	207	Phosphor . . . . .	P	31
Bor . . . . .	B	11	Platin . . . . .	Pt	195
Brom . . . . .	Br	80	Quecksilber . . . . .	Hg	200,6
Chlor . . . . .	Cl	35,5	Sauerstoff . . . . .	O	16
Chrom . . . . .	Cr	52	Schwefel . . . . .	S	32
Eisen . . . . .	Fe	56	Silber . . . . .	Ag	107,9
Fluor . . . . .	F	19	Silizium . . . . .	Si	28,3
Gold . . . . .	Au	197	Stickstoff . . . . .	N	14
Jod . . . . .	J	127	Strontium . . . . .	Sr	87,6
Kadmium . . . . .	Cd	112,4	Titan . . . . .	Ti	48
Kalium . . . . .	K	39	Uran . . . . .	U	238,5
Kalzium . . . . .	Ca	40	Wasserstoff . . . . .	H	1
Kobalt . . . . .	Co	59	Wismut . . . . .	Bi	208
Kohlenstoff . . . . .	C	12	Wolfram . . . . .	W	184
Kupfer . . . . .	Cu	63,6	Zink . . . . .	Zn	65,4
Lithium . . . . .	Li	7	Zinn . . . . .	Sn	119
Magnesium . . . . .	Mg	24,3			

Die vorstehenden Symbole bedeuten nicht nur die Art des Elementes, sondern gleichzeitig ein Atom desselben und demnach auch die einem Atom zukommende relative Gewichtsmenge. So bedeutet z. B. das Symbol Zn ein Atom Zink oder 65,4 Gewichtsteile Zink.

Eine chemische Verbindung wird in der Weise ausgedrückt, daß man die Symbole der darin vorkommenden Elemente nebeneinander schreibt und die Anzahl der in einem Molekül enthaltenen Atome eines Elementes durch eine kleine Ziffer rechts vom Symbol angibt. Die so erhaltene chemische Formel bezeichnet nicht nur die stoffliche Zusammensetzung der Verbindung, sondern auch ein Molekül derselben und die ihm zukommende Gewichtsmenge — das Molekulargewicht —, d. i. die Zahl, welche angibt, wie oft das Molekül schwerer ist als ein Atom Wasserstoff.

Die Anzahl der Moleküle wird durch eine der Formel vorgesetzte Zahl angegeben.

Es bedeutet z. B. die Formel  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  nicht nur den Stoff Soda, sondern auch ein Molekül oder  $(46 + 12 + 48) = 106$  Gewichtsteile derselben. Aus dieser Formel sehen wir auch, daß in der Soda zwei Atome (oder 46 Gewichtsteile) Natrium, ein Atom (oder 12 Gewichtsteile) Kohlenstoff und drei Atome (oder 48 Gewichtsteile) Sauerstoff miteinander verbunden sind.

Das Gesetz der konstanten Proportionen bzw. die unabänderliche prozentische Zusammensetzung einer chemischen Verbindung ist auf Grund der Atomtheorie nun leicht verständlich. Da z. B. an der Bildung eines Moleküls wasserfreier Soda stets 2 Atome Natrium, 1 Atom Kohlenstoff und 3 Atome Sauerstoff beteiligt sind, so befinden sich diese Elemente in der Soda stets im Gewichtsverhältnisse 46 : 12 : 48. Aus diesen Verhältniszahlen berechnet sich die prozentische Zusammensetzung der Soda mit Hilfe folgender Proportionen:

$$\text{für das Natrium: } 106 : 46 = 100 : x; x = \frac{46 \cdot 100}{106} = 43,4$$

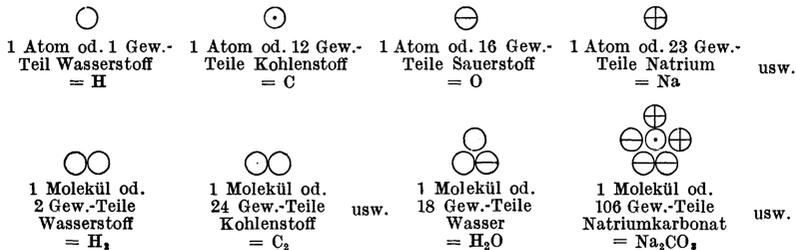
$$\text{für den Kohlenstoff } 106 : 12 = 100 : x; x = \frac{12 \cdot 100}{106} = 11,3$$

$$\text{für den Sauerstoff } 106 : 48 = 100 : x; x = \frac{48 \cdot 100}{106} = 45,3$$

Reine Soda enthält demnach stets:

$$\begin{array}{r} 43,4\% \text{ Natrium} \\ 11,3\% \text{ Kohlenstoff} \\ 45,3\% \text{ Sauerstoff} \\ \hline 100,0\% \end{array}$$

Die folgende, ganz willkürlich gewählte schematische Darstellung einiger Elemente und chemischer Verbindungen soll in die Zusammensetzung der Stoffe in bezug auf die Gewichtsverhältnisse einen besseren Einblick gewähren:



Hierbei sei bemerkt, daß man sich sowohl die Atome als auch die Moleküle in der Wirklichkeit nicht aneinander gedrückt vorstellen darf wie in der obigen schematischen Darstellung. Man muß vielmehr zwischen denselben Zwischenräume annehmen, welche im Verhältnisse zu den Atomen sehr groß sind. Zwischen diesen unmeßbar kleinen Entfernungen wirkt die chemische Affinität. Beim Erwärmen der Stoffe erfahren nicht die Moleküle, sondern die Zwischenräume eine Vergrößerung.

Die chemischen Formeln und Gleichungen sowie die Atom- und Molekulargewichte der Stoffe haben einen überaus großen praktischen Wert. Sie gewähren nicht nur einen klaren Einblick in die chemischen Vorgänge, sondern gestatten auch, die mannigfaltigsten Berechnungen in bezug auf die Gewichtsverhältnisse in einfacher Weise durchzuführen.

Solche Berechnungen werden als „stöchiometrische“ Berechnungen bezeichnet. Als erste derartige Aufgabe wurde oben die prozentische Zusammensetzung der Soda berechnet. Zum besseren Verständnis sollen noch folgende Beispiele dienen:

1. Wie viel Prozent Wasser enthält die Kristallsoda?

Aus der chemischen Formel für die Kristallsoda  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 10 \text{H}_2\text{O}$  geht hervor, daß in einem Molekül derselben (= 286 Gewichtsteilen) 10 Moleküle (= 180 Gewichtsteile) Wasser vorhanden sind. Demnach ergibt sich die Berechnung nach folgender Gleichung:

$$\frac{\text{Na}_2\text{CO}_3 + 10 \text{H}_2\text{O}}{286} : \frac{10 \text{H}_2\text{O}}{180} = 100 : x; x = 62,94$$

Die Kristallsoda enthält 62,94% Wasser.

2. Welche prozentische Zusammenstellung hat das Wasser?

$$\frac{\text{H}_2\text{O}}{18} : \frac{\text{O}}{16} = 100 : x; x = 88,89$$

Das Wasser enthält 88,89% Sauerstoff und  $100 - 88,89 = 11,11\%$  Wasserstoff.

3. Wieviel Kalkstein  $\text{CaCO}_3$  benötigt man zur Herstellung von 3000 kg gebranntem Kalk  $\text{CaO}$ ?

Der durch Erhitzen bewirkte Übergang des Kalksteins in gebrannten Kalk vollzieht sich nach folgender Gleichung:

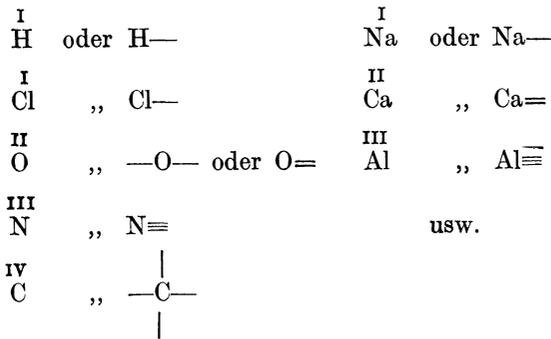
$$\frac{\text{CaCO}_3}{100} = \frac{\text{CaO}}{56} + \text{CO}_2$$

$$100 : 56 = x : 3000; x = 5357$$

Man benötigt 5357 kg Kalkstein.

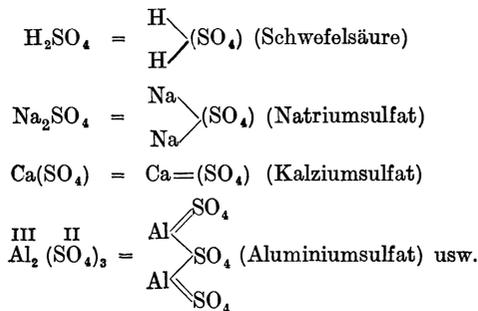
Die atombindende Kraft ist nicht bei allen Elementen gleich groß. So z. B. vermag 1 Atom Chlor nur 1 Atom Wasserstoff zu 1 Molekül Wasserstoffchlorid, 1 Atom Sauerstoff aber 2 Atome Wasserstoff zu 1 Molekül Wasser zu binden; 1 Atom Stickstoff kann 3 Wasserstoffatome zu 1 Molekül Ammoniak und 1 Atom Kohlenstoff 4 Wasserstoffatome zu 1 Molekül Methan binden; 1 Atom Schwefel verbindet sich mit 2 Atomen Wasserstoff zu 1 Mol. Schwefelwasserstoff usw. Auch zur Beurteilung der Verbindungsfähigkeit eines Elementes benutzen wir den Wasserstoff als Maßstab. Diese Verbindungsfähigkeit wird im allgemeinen Wertigkeit oder Valenz genannt. Wir nennen solche Elemente, von denen 1 Atom bloß 1 Atom Wasserstoff binden kann, einwertig; jene, bei denen 1 Atom 2 Atome Wasserstoff zu binden imstande ist, zweiwertig usw. Da aber nicht alle Elemente mit Wasserstoff Verbindungen eingehen, so muß der Begriff der Wertigkeit noch etwas erweitert werden. Ein Element ist auch dann einwertig, wenn ein Atom desselben ein Atom Wasserstoff in einer Verbindung zu ersetzen vermag, oder wenn es überhaupt ein Atom irgendeines anderen einwertigen Elementes entweder binden oder — in einer chemischen Verbindung — ersetzen kann. Um die Wertigkeit eines Elementes zum Ausdruck zu bringen, setzt man über das Symbol die zutreffende römische

Ziffer oder veranschaulicht dieselbe durch die entsprechende Anzahl von „Verbindungsarmen“, z. B.:



Eine bestimmte Wertigkeit kommt auch den zusammengesetzten Radikalen zu. Diese sind Gruppen von Atomen verschiedener Elemente, welche man in den Molekülen vieler Verbindungen annehmen muß. Sie bestehen für sich allein nicht, bleiben aber bei vielen chemischen Vorgängen beisammen und verhalten sich in dieser Hinsicht wie Elemente (einfache Radikale). So z. B. sind die Gruppen (SO<sub>4</sub>) und (CO<sub>3</sub>) zweiwertig, die Gruppe (PO<sub>4</sub>) dreiwertig usw.

Das als „Sulfatgruppe“ bezeichnete zusammengesetzte Radikal  $\left(\overset{\text{II}}{\text{SO}_4}\right)$  muß man beispielsweise in folgenden Verbindungen annehmen:



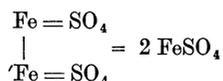
Aus den vorstehenden Formeln ergibt sich, daß ihre Schreibweise dann richtig ist, wenn man bei jedem in der Verbindung befindlichen Element bzw. Radikal durch Multiplikation seiner Wertigkeitszahl mit der Anzahl der Atome bzw. Radikale dasselbe Produkt — demnach dieselbe Anzahl der Valenzen — erhält; so z. B.: bei  $\overset{\text{III}}{\text{Al}}_2(\overset{\text{II}}{\text{SO}_4})_3$ ,

$$\begin{aligned} \text{für Al} & \dots \dots \dots \text{III} \times 2 = 6 \\ \text{und für (SO}_4\text{)} & \dots \dots \dots \text{II} \times 3 = 6 \end{aligned}$$

Wenn man voraussetzt, daß in einer Verbindung alle Wertigkeiten der Elemente gegenseitig abgesättigt sind, so ist die Wertigkeit der meisten Elemente nicht konstant, sondern sie kann mehrere Werte

besitzen. Bei der Annahme, daß manche einwertige Elemente wie Wasserstoff, Brom, Jod, Fluor keine variable Wertigkeit besitzen, erscheinen bei einigen Elementen zwei Wertigkeiten besonders bevorzugt, so daß sich die Verbindungen solcher Elemente in zwei Reihen ordnen lassen. Es gibt z. B. Verbindungen des zweiwertigen Eisens (Ferroverbindungen) und solche des dreiwertigen Eisens (Ferriverbindungen). Zu den ersten gehört das Ferrosulfat  $\text{Fe}(\overset{\text{II}}{\text{SO}}_2)_2$ , zu den letzteren das Ferrichlorid  $\overset{\text{III}}{\text{Fe}}\overset{\text{I}}{\text{Cl}}_3$ .

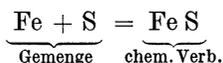
Übrigens läßt sich die Annahme der verschiedenen Wertigkeitsstufen eines und desselben Elementes leicht umgehen, wenn man auch Doppelmoleküle annimmt. So kann man auch in  $\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$  das Eisen dreiwertig annehmen, wenn wir uns folgender Formel bedienen:



Es ist jedoch allgemein üblich, von Verbindungen des zwei- und dreiwertigen Eisens zu sprechen. Ebenso verhält es sich bei anderen Elementen.

## Chemische Gleichungen.

Zur übersichtlichen und klaren Vorstellung von chemischen Vorgängen (Prozessen) mit Hilfe der Formeln bedient man sich der chem. Gleichungen. Hierbei werden die Symbole und Formeln der in die Reaktion tretenden Stoffe vor dem Gleichheitszeichen, die der Reaktionsprodukte hinter dem Gleichheitszeichen aufgeschrieben. Nach dem Gesetze der Erhaltung der Materie muß die Anzahl der Atome auf beiden Seiten der Gleichung dieselbe sein. Z. B. der chemische Vorgang, welcher sich beim Erhitzen des Eisens mit Schwefel abspielt, wird auf folgende Weise veranschaulicht:



(56 Gewichtsteile Eisen + 32 Gewichtsteile Schwefel = 88 Gewichtsteile Schwefeleisen.)

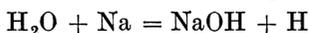
### Arten der chemischen Vorgänge.

Man unterscheidet:

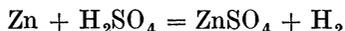
**1. Die Addition.** Sie findet statt, wenn Elemente auf Elemente einwirken und sich in entsprechender Menge zu einem stofflich neuen Körper verbinden (obiges Beispiel).

**2. Die Substitution.** Bei dieser treten eine chemische Verbindung und ein Element in Reaktion; letzteres verdrängt hierbei ein Element

der chemischen Verbindung oder eine Gruppe von solchen (zusammengesetztes Radikal) ganz oder teilweise. Beispiele:

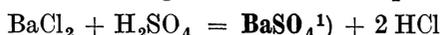


(18 Gewichtsteile Wasser + 23 Gewichtsteile Natrium = 40 Gewichtsteile Natriumhydroxyd + 1 Gewichtsteil Wasserstoff;)

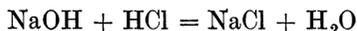


(65,4 Gewichtsteile Zink + 98 Gewichtsteile wasserfreie Schwefelsäure = 161,4 Gewichtsteile Zinksulfat + 2 Gewichtsteile Wasserstoff.)

**3. Wechselzersetzung.** Sie geht bei der gegenseitigen Einwirkung zweier chemischer Verbindungen vor sich. Beispiele:



(208 Gewichtsteile Bariumchlorid + 98 Gewichtsteile wasserfreie Schwefelsäure = 233,4 Gewichtsteile Bariumsulfat + 73 Gewichtsteile Wasserstoffchlorid;)



(40 Gewichtsteile Natriumhydroxyd + 36,5 Gewichtsteile Wasserstoffchlorid = 58,5 Gewichtsteile Natriumchlorid + 18 Gewichtsteile Wasser).

## Einteilung der Elemente und der chemischen Verbindungen.

Man unterscheidet die chemischen Elemente in:

**1. Metalle.** Diese besitzen einen eigenartigen (metallischen) Glanz, eine ziemlich große Schwere und große Festigkeit, sind schmelzbar und hämmerbar sowie gute Leiter für Elektrizität und Wärme. Hierzu gehören: Natrium, Magnesium, Kupfer, Zink, Eisen, Silber, Gold usw.

**2. Nichtmetalle.** Diesen kommen die angeführten Eigenschaften nicht oder nur in geringerem Maße zu. Zu diesen gehören: Wasserstoff, Sauerstoff, Chlor, Schwefel, Kohlenstoff usw.

Doch ist diese nach den physikalischen Eigenschaften getroffene Einteilung der Elemente heute in der Chemie nicht mehr zweckmäßig, da sich viele Eigenschaften, die man für Metalle charakteristisch annimmt, in manchen Fällen auch bei solchen Elementen vorfinden, die man auf Grund ihres chemischen Verhaltens zu den Nichtmetallen zählt. Andererseits gibt es wieder Elemente, denen die „metallischen“ Eigenschaften im physikalischen Sinne fehlen, ihr sonstiges (chemisches) Verhalten aber dem der Metalle entspricht. Es ist zweckmäßiger, die Elemente nach ihrer Fähigkeit, vorwiegend Basen oder vorwiegend Säuren zu bilden, in basenbildende und säurebildende einzuteilen<sup>2)</sup>. Die erste Gruppe enthält hauptsächlich die als Metalle, die zweite hauptsächlich die als Nichtmetalle bezeichneten Elemente.

<sup>1)</sup> Die Formeln der zur Abscheidung kommenden Stoffe sind in vorliegendem Buch fett gedruckt.

<sup>2)</sup> S. 27.

Die chemischen Verbindungen werden in unorganische (anorganische) und organische eingeteilt. Auch diese Einteilung rührt aus einer Zeit her, in welcher man gewisse Verbindungen nur aus dem Tier- und Pflanzenreiche kannte und für deren Bildung andere Kräfte (Lebenskraft) annahm als für die Bildung der unorganischen, aus der leblosen Natur — dem Mineralreiche — stammenden Verbindungen.

Da man bereits unzählige sogenannte organische Verbindungen künstlich herstellen kann und demnach bei der Bildung aller chemischen Verbindung dieselben Kräfte annehmen muß, so erscheint die erwähnte Einteilung, trotzdem sie noch sehr gebräuchlich ist, nicht mehr zweckmäßig. Die Beobachtung, daß fast alle im pflanzlichen und tierischen Organismus vorkommenden Verbindungen das Element Kohlenstoff enthalten, führte dazu, diese sowie überhaupt alle kohlenstoffhaltigen Verbindungen als „Kohlenstoffverbindungen“ zu bezeichnen. In diesem Sinne ist auch die noch gebräuchliche Bezeichnung „organische Verbindung“ zu verstehen. Nur wenige, aber wichtige kohlenstoffhaltige Verbindungen, wie das Kohlendioxyd, die Kohlensäure und ihre Salze u. a., werden aus Zweckmäßigkeitsgründen in die Chemie der anorganischen Verbindungen eingereiht.

### Die wichtigsten Arten der chemischen Verbindungen.

Zu diesen gehören: Oxyde, Basen, Säuren und Salze.

Oxyde sind Verbindungen der Elemente mit dem Sauerstoff<sup>1)</sup>.

Man unterscheidet basenbildende, säurebildende und indifferentere Oxyde.

---

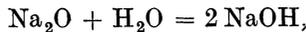
<sup>1)</sup> Der Sauerstoff (Oxygenium) O ist das verbreitetste Element. In der atmosphärischen Luft ist er zu  $\frac{1}{5}$  ihres Raumes in freiem Zustande enthalten. In großer Menge kommt der Sauerstoff auch in chemisch gebundenem Zustande in der Natur vor; so z. B. im Wasser, in den Oxyden, in den meisten Salzen (Karbonaten, Silikaten usw.), in den meisten Säuren und Basen. Er beteiligt sich auch am Aufbau der meisten „organischen“ Verbindungen usw. Im kleinen wird der Sauerstoff durch Erhitzen von Kaliumchlorat hergestellt:  $\text{KClO}_3 = \text{KCl} + \text{O}_3$ . Mischt man dem Kaliumchlorat Braunstein zu, so geht die Entwicklung des Sauerstoffes viel leichter vor sich. Im großen wird aber der Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft hergestellt: Leitet man über Bariumoxyd  $\text{BaO}$ , das auf  $700^\circ$  erhitzt wird, gereinigte Luft, so entsteht Bariumsuperoxyd  $\text{BaO}_2$ ; letzteres geht bei vermindertem Druck unter Abgabe von reinem Sauerstoff wieder in  $\text{BaO}$  über, das befähigt ist, weitere Mengen von Sauerstoff aus der Luft zu isolieren. Der so hergestellte Sauerstoff kommt in Stahlbomben unter einem Druck von 100 at in den Handel.

Sauerstoff ist ein farb-, geruch- und geschmackloses Gas, das in Wasser nur wenig löslich ist. Er ist außerordentlich reaktionsfähig: er gibt mit allen Elementen, ausgenommen das Fluor und die sogen. Edelgase, teils unmittelbar, teils auf Umwegen Verbindungen. Die Vereinigung eines Stoffes mit Sauerstoff bezeich-

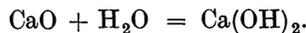
a) **Basenbildende (metallische) Oxyde** sind jene, welche mit Wasser chemisch verbunden Basen geben; d. h. Verbindungen, welche mit Säuren Salze bilden. Den löslichen Basen kommt überdies noch eine „alkalische“ Reaktion zu, d. h. ihre Lösungen besitzen einen laugenhaften Geschmack sowie die Eigenschaft, die Farbe mancher Farbstoffe zu verändern; sie erteilen z. B. dem Lackmusfarbstoff eine Blaufärbung.

Beispiele von Basenbildung:

Natriumoxyd und Wasser verbinden sich zu leicht löslichem Natriumhydroxyd:



Kalziumoxyd (gebrannter Kalk) und Wasser zu schwer löslichem Kalziumhydroxyd (gelöschtem Kalk):



Eine äußerst wenig lösliche Base ist das Aluminiumhydroxyd  $\text{Al(OH)}_3$ . Dieses läßt sich jedoch nicht durch Einwirkung des Wassers auf

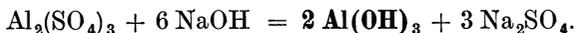
---

nen wir als eine Oxydation; verläuft sie unter Wärme- und Lichtentwicklung, so spricht man im gewöhnlichen Sinne von einer Verbrennung.

In reinem Sauerstoffgas erfolgen die Verbrennungen viel lebhafter als in der atmosphärischen Luft. In dieser wirkt der zweite Hauptbestandteil der Luft — der zu  $\frac{4}{5}$  ihres Raumes in ihr vorhandene Stickstoff (Nitrogenium) N — bei den Oxydationsvorgängen (zu welchen wir auch die Atmung rechnen), mildernd ein. Stickstoff ist ein farb-, geruch- und geschmackloses Gas, das die Verbrennung und Atmung nicht unterhält.

Die Luft ist ein Gemenge aus ungefähr 20,9 Vol. % Sauerstoff, 78,16 Vol. % Stickstoff und 0,9 Vol. % Argon A, einem Element, das mit keinem anderen verbunden werden kann. In verschwindend kleiner Menge sind in der Luft noch andere „Edelgase“ wie Krypton, Xenon, Neon, Helium enthalten, in Spuren oder äußerst geringen Mengen auch Wasserstoff, Ozon, Wasserstoffsuperoxyd, Ammoniak, Ammoniumnitrat, organische Keime, Staub usw. Die Luft enthält stets auch Wasser und Kohlendioxyd. Während die Luftfeuchtigkeit sehr wechselnd ist, beträgt der Kohlendioxydgehalt stets nur 0,03 bis 0,04 Vol. %. Dieser gleichmäßige Gehalt an Kohlendioxyd wird durch die Tatsache erklärlich, daß die grünen Pflanzen große Mengen von Kohlendioxyd für ihren Assimilationsprozeß (S. 203) benötigen, den Sauerstoff dagegen bei diesem Prozeß abgeben. Der Assimilationsprozeß einerseits und der umgekehrte Vorgang (Aufnahme von Sauerstoff und Abgabe von Kohlendioxyd) bei der Verbrennung und Atmung andererseits halten sich nahezu das Gleichgewicht, und dies ist der Grund, warum es im Laufe der Zeit weder zu einer wahrnehmbaren Abnahme des Sauerstoffes noch zu einer merklichen Anhäufung von Kohlendioxyd kommt. Kleine Unterschiede, wie sie sich z. B. durch den größeren Sauerstoffverbrauch in industrie-reichen Gegenden ergeben, werden durch Luftströmungen bald ausgeglichen. Die Luft ist in dünnen Schichten farblos, in dicken blau (die blaue Farbe des Himmelsgewölbes) und in Wasser nur wenig löslich; und zwar löst sich der Sauerstoff in größerer Menge als der Stickstoff auf. Wie jedes Gas oder Gasgemenge, läßt sich unter entsprechendem Druck und der nötigen Abkühlung die Luft verflüssigen und sogar in festem Zustande erhalten.

das ebenfalls unlösliche Aluminiumoxyd  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , sondern nur auf Umwegen erhalten, z. B. durch Einwirkung von Natriumhydroxyd auf ein Aluminiumsalz, wobei sich das Aluminiumhydroxyd als ein gallertiger Niederschlag ausscheidet:

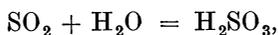


Das einwertige zusammengesetzte Radikal OH wird als Hydroxylgruppe bezeichnet. Die Basen erweisen sich demnach als Verbindungen der Metalle mit der Hydroxylgruppe. In einzelnen Fällen nehmen an der Basenbildung statt Metallen solche zusammengesetzte Radikale teil, welche sich in chemischen Verbindungen wie Metalle verhalten, z. B. das einwertige Radikal Ammonium  $\text{NH}_4$ .

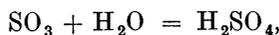
b) Säurebildende Oxyde sind solche, welche mit Wasser chemisch verbunden Säuren geben. Die löslichen Säuren haben einen sauren Geschmack und verändern die Farbe mancher Farbstoffe in anderer Weise als die löslichen Basen: sie erteilen z. B. dem Lackmusfarbstoff eine Rotfärbung. Auf die Salzbildung bei der Einwirkung der Säuren auf Basen wurde bereits oben hingewiesen.

Beispiele von Säurebildung:

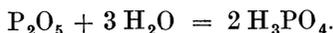
Schwefeldioxydgas löst sich in Wasser zu schwefliger Säure auf:



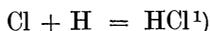
Schwefeltrioxyd zu Schwefelsäure:



Phosphorpenntaoxyd zu Phosphorsäure:



Alle Säuren enthalten Wasserstoff, die meisten auch Sauerstoff. Die wichtigsten sauerstofffreien Säuren sind die Halogenwasserstoffsäuren, deren Bildung durch die direkte Vereinigung der Halogene oder Salzbildner (Fluor, Chlor, Brom und Jod) mit dem Wasserstoff erfolgt. So vereinigt sich das Chlorgas mit dem Wasserstoff zu Wasserstoffchlorid unter Explosion, wenn das Gemenge beider Gase dem Sonnenlichte ausgesetzt wird:



Ein charakteristisches Merkmal für alle Säuren ist die Ersetzbarkeit des Wasserstoffes durch Metalle oder solche zusammengesetzte Radikale, welche sich in chemischen Verbindungen wie Metalle verhalten. Je nach der Anzahl der durch Metalle vertretbaren Wasser-

---

<sup>1)</sup> Die wässerige Lösung des Chlorwasserstoffgases führt den Namen Salzsäure (S. 69). Für die Darstellung der Säuren und Basen im großen gibt es zumeist andere, später zu besprechende Methoden als die oben angeführten Bildungsweisen.

stoffatome unterscheidet man die Säuren als einbasisch, zweibasisch usw.<sup>1)</sup>.

Je nachdem wir bei einer Säure ein, zwei oder mehrere durch Metalle vertretbare Wasserstoffatome weglassen, gelangen wir zu reinem ein-, zwei- oder mehrwertigen „Säurerest“. Z. B. der Säurerest der Chlorwasserstoffsäure HCl ist —Cl (Chlorid); bei der Schwefelsäure gibt es zweierlei Säurereste: das einwertige —HSO<sub>4</sub> (Hydrosulfat) und das zweiwertige =SO<sub>4</sub> (Sulfat), bei der Phosphorsäure H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> drei solche: —H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, =HPO<sub>4</sub> und ≡PO<sub>4</sub>; usw.

Bei sauerstoffhaltigen Säuren ist der durch Metalle vertretbare Wasserstoff an Sauerstoff in Form von Hydroxylgruppen gebunden. Zieht man eine oder mehrere solcher Hydroxylgruppen der Säure ab, so gelangt man zum ein- oder mehrwertigen „Säureradikal“. Z. B. die Radikale der Schwefelsäure H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> oder SO<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub> sind: —HSO<sub>3</sub> und =SO<sub>2</sub>, die der Phosphorsäure H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> oder PO(OH)<sub>3</sub>: —H<sub>2</sub>PO<sub>3</sub>, =HPO<sub>2</sub> und =PO; usw.

Wird sauerstoffhaltigen Säuren der durch Metalle vertretbare Wasserstoff in Form von Wasser vollständig entzogen, so erhält man das „Säureanhydrid“. Z. B. das Anhydrid der Schwefelsäure H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ist das SO<sub>3</sub> (Schwefeltrioxyd), das der Phosphorsäure H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> das P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Phosphorpentaoxyd)<sup>2)</sup>; usw.

c) **Indifferenten Oxyde** zeigen weder einen basischen noch einen sauren Charakter. Dazu gehören z. B. das Wasserstoffoxyd oder Wasser H<sub>2</sub>O, das Kohlenoxyd CO u. a.

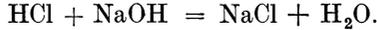
### Salze und ihre Bildung.

Setzt man zu einer kleinen Menge mit Lackmusfarbstoff geröteter Salzsäure unter Umrühren nach und nach Natronlauge (Lösung von Natriumhydroxyd) zu, so erreicht man einen Punkt, bei welchem der Lackmusfarbstoff weder rot noch blau, sondern violett wird; er wird als Neutralisationspunkt bezeichnet. Sobald man jedoch noch einen Tropfen Natronlauge zusetzt, schlägt die Farbe in blau um. Dieselben Erscheinungen, nur in umgekehrter Reihenfolge, zeigen sich, wenn man der Natronlauge die Säure zusetzt. Die neutralisierte Flüssigkeit schmeckt weder sauer noch laugenhaft, sondern „salzig“. Dampft man sie ein, so verbleiben als Rückstand Kristalle, welche mit Kochsalz NaCl identisch sind. Es hat sich demnach bei der Einwirkung

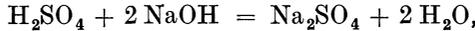
<sup>1)</sup> Bei anorganischen Säuren ist in den allermeisten Fällen der gesamte Wasserstoff durch Metalle vertretbar, bei organischen in den meisten Fällen nur ein Teil desselben.

<sup>2)</sup> Der Phosphorsäure kann man den gesamten Wasserstoff in Form von Wasser nur dann entziehen, wenn man von zwei Molekülen ausgeht: 2 H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> — 3 H<sub>2</sub>O = P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

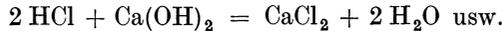
der Base auf die Säure das Metall der Base mit dem Säurerest zu einem Salz und der Säurewasserstoff mit dem Basenhydroxyd zu Wasser verbunden:



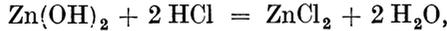
Auf dieselbe Weise neutralisieren sich Schwefelsäure und Natronlauge zu Natriumsulfat:



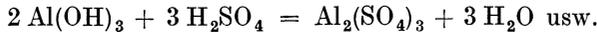
Salzsäure und Kalziumhydroxyd zu Kalziumchlorid:



Doch auch auf wasserunlösliche Basen wirken Säuren unter Salzbildung ein. So z. B. entsteht bei der Einwirkung von Salzsäure auf Zinkhydroxyd das Zinkchlorid:

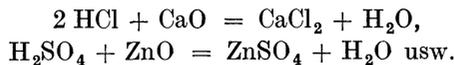


bei der Einwirkung von Schwefelsäure auf Aluminiumhydroxyd das Aluminiumsulfat:

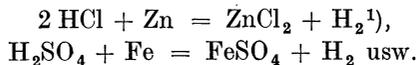


Die Benennung der Salze stützt sich auf jene der Säuren. So heißen die Salze der Salzsäure (Wasserstoffchlorid) Chloride (z. B. Natriumchlorid  $\text{NaCl}$ , Kalziumchlorid  $\text{CaCl}_2$ ), die der Schwefelsäure (Wasserstoffsulfat) Sulfate (z. B. Natriumsulfat  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , Kalziumsulfat  $\text{CaSO}_4$ ) usw.

So wie durch Einwirkung von Säuren auf Basen werden Salze auch durch Einwirkung von Säuren auf basische Oxyde — ebenfalls unter Wasseraustritt — gebildet; z. B.



Auch durch Einwirkung von Säuren auf Metalle entstehen Salze; in diesem Falle jedoch unter Freiwerden von Wasserstoff; z. B.




---

<sup>1)</sup> Der Wasserstoff (Hydrogenium) H tritt in freiem Zustande auf der Erde nur spärlich auf; in Verbindung mit anderen Elementen ist er außerordentlich verbreitet. Seine wichtigste Verbindung ist das Wasser; er ist auch in allen Säuren, in Basen und anderen Verbindungen enthalten. Mit wenigen Ausnahmen sind alle organischen Verbindungen wasserstoffhaltig.

Im kleinen wird der Wasserstoff am besten durch Einwirkung der Salzsäure oder Schwefelsäure auf Zink hergestellt (nach obiger Gleichung); technisch gewinnt man ihn gegenwärtig als Nebenprodukt bei verschiedenen elektrolytischen Vorgängen.

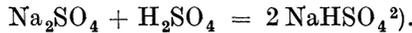
Wasserstoff ist ein geruch-, geschmack- und farbloses Gas. Er besitzt unter allen Gasen das geringste spezifische Gewicht und ist überhaupt unter allen Stoffen

Das Salz wird demnach von der zugehörigen Säure abgeleitet, indem ihr Wasserstoff durch Metalle ersetzt wird.

Bei Ersatz des gesamten vertretbaren Wasserstoffes gelangt man zu den „normalen“ Salzen<sup>1)</sup>. Solche sind z. B. NaCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>.

Bei teilweisem Ersatz der Wasserstoffes ergeben sich die sogenannten sauren Salze. Solche sind z. B. NaHSO<sub>4</sub>, NaHCO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>.

Die Bezeichnung „saures“ Salz entspricht dem Umstand, daß man diese Salze als Gemische der Säure und des normalen Salzes auffassen kann. Tatsächlich erhält man sie auch praktisch, wenn die Säure und das Salz in der berechneten Menge gemischt werden; z. B.

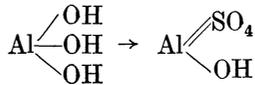


Nach der Menge des durch Metalle vertretenen Wasserstoffes werden die Salze in primäre, sekundäre usw. unterschieden. Beispiele: NaHSO<sub>4</sub> (primäres Natriumsulfat), Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (sekundäres oder normales Natriumsulfat); NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (primäres Natriumphosphat), Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> (sekundäres Natriumphosphat), Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (tertiäres oder normales Natriumphosphat) usw.

Der Ersatz des Wasserstoffes in der Säure kann auch durch mehrere Metalle gleichzeitig erfolgen. In diesem Falle gelangt man zu Doppelsalzen, z. B.



Aus der Konstitution eines Salzes geht hervor, daß wir es auch von der Base ableiten können, und zwar durch Ersatz der Hydroxylgruppen durch Säurereste. Bei vollständigem Ersatz der Hydroxylgruppen gelangt man zu den normalen, bei teilweisem zu den basischen Salzen. Von Al(OH)<sub>3</sub> lassen sich beispielsweise folgende basische Salze ableiten:



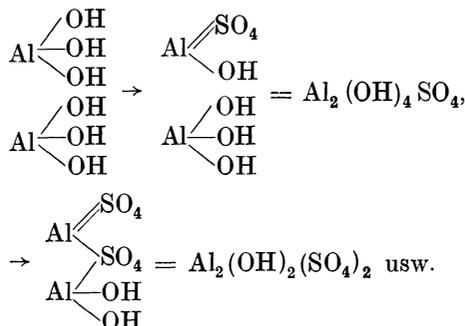
der leichteste. In der Luft zur Entzündung gebracht, verbrennt der Wasserstoff mit einer sehr heißen Flamme zu Wasser:  $\text{H}_2 + \text{O} = \text{H}_2\text{O}$ . Ein Gemisch von 2 Raumenteil Wasserstoff und 1 Raumenteil Sauerstoff führt den Namen „Knallgas“; nähert man diesem eine Flamme, so geht die Wasserbildung unter heftiger Explosion vor sich.

Wasserstoff findet insbesondere zur Füllung der Luftballons und bei der „autogenen“ Schweißung Verwendung; er wird in Stahlbomben komprimiert in den Handel gebracht.

<sup>1)</sup> Die oft übliche Bezeichnung „neutrales“ Salz ist für diesen Fall unzumutbar, da nicht alle normalen Salze in der Lösung neutral reagieren (S. 37).

<sup>2)</sup> Nicht alle „sauren“ Salze reagieren in der Lösung sauer (S. 37).

oder von 2 Molekülen ausgehend:



So wie man sich ein „saureres“ Salz aus Säure und normalem Salz zusammengesetzt denken kann, kann man die basischen Salze als Gemische der Base und des normalen Salzes auffassen. Dieser Auffassung entspricht auch ihre Bildungsweise, z. B.  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{NaOH} = \text{Al}_2(\text{OH})_2(\text{SO}_4)_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4^1$ .

### Indikatoren.

Unter diesem Namen werden jene Farbstoffe zusammengefaßt, welche in saurer Lösung eine andere Farbe aufweisen als in der alkalischen. Mit ihrer Hilfe läßt sich demnach sofort entscheiden, ob eine vorliegende Lösung sauer, alkalisch oder neutral „reagiert“. Von praktischer Bedeutung sind nur solche Indikatoren, welche bereits die geringsten Mengen freier Säure oder freien Alkalis durch einen Farbumschlag anzeigen. Die folgende Tabelle zeigt die Farben der gebräuchlichsten Indikatoren in saurer, alkalischer und neutral reagierenden Lösungen.

Indikator	saure Reaktion	alkalische Reaktion	neutrale Reaktion
Lackmusfarbstoff <sup>2)</sup> . . . .	rot	blau	violett
Methylorange <sup>3)</sup> . . . . .	rot	gelb	orange
Phenolphthalein <sup>4)</sup> . . . .	farblos	rot	Übergang von farblos in rosa

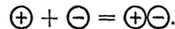
<sup>1)</sup> Die Bildung von basischen Salzen spielt in der Appretur, insbesondere beim „Wasserdichtmachen“ der Gewebe eine wichtige Rolle.

<sup>2)</sup> Zur Herstellung der Lackmustinktur wird dem käuflichen Lackmusfarbstoff (am besten „Lackmus puriss.“) mit heißem Alkohol zuerst der rote Farbstoff entzogen, der Rückstand mit warmem Wasser behandelt und die Farbstofflösung filtriert. Sehr zweckmäßig ist die Verwendung der „Reagenspapiere“. Um „Lackmuspapier“ herzustellen, wird ein Teil der Lackmustinktur tropfenweise mit verdünnter Schwefelsäure bis zur Rotfärbung, ein zweiter Teil mit verdünnter

## Die Ionentheorie und die Hydrolyse.

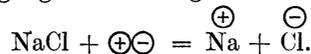
Die von Arrhenius im Jahre 1887 aufgestellte „Theorie der elektrolytischen Dissoziation“ hat für das Verständnis chemischer Vorgänge die größte Bedeutung. Sie brachte auch für manche in der Wäscherei und in der Appretur sich abspielenden Vorgänge, wie für das Verhalten von Seifen-, Soda-, Borax-, Alaunlösungen usw., eine sehr befriedigende Aufklärung.

Nach der gegenwärtigen Auffassung besteht die Elektrizität aus Teilchen, welche noch viel kleiner als die Atome anzunehmen sind. Sie werden Elektronen genannt und in positive und negative unterschieden. Die beiden Arten der Elektronen bilden miteinander vereinigt „elektrisch neutrale“ Neutronen nach folgendem Schema:



Die Neutronen sind so wie der Lichtäther überall, auch im Innern der Körper vorhanden.

Wir müssen nun annehmen, daß beim Auflösen eines Salzes, z. B. des Kochsalzes NaCl, ein Teil der NaCl-Moleküle mit Neutronen in Reaktion tritt, wobei sich die Na-Atome mit positiven, die Cl-Atome mit negativen Elektronen vereinigen, d. h. die ersteren werden mit positiver, die letzteren mit negativer Elektrizität geladen. Zur Veranschaulichung des Vorganges diene folgende Gleichung:



Einfacher wird diese „elektrolytische Spaltung“ (elektrolytische Dissoziation) auf folgende Weise ausgedrückt:



Nach der Theorie von Arrhenius sind in wässriger Lösung die Moleküle der Salze sowie auch der Säuren und Basen in größerer oder geringerer Menge in mit Elektrizität geladene Teilchen — Ionen — zerlegt, d. h. elektrolytisch dissoziiert. Es enthält jedes Salz<sup>1)</sup> in wässriger Lösung zweierlei Ionen, und zwar die mit positiver Elektrizität geladenen Kationen und die mit negativer Elektrizität geladenen Anionen, so benannt, weil beim Durchleiten des

---

Natronlauge bis zur Blaufärbung versetzt. Durch Tränken von Filtrierpapier in den so hergestellten Lösungen erhält man rotes bzw. blaues Lackmuspapier. Durch neutrale Lösungen darf rotes Lackmuspapier nicht blau und blaues nicht rot werden.

<sup>3)</sup> Eine wässrige Lösung des käuflichen Farbstoffes (1 : 1000).

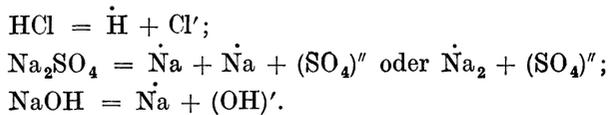
<sup>4)</sup> Eine alkoholische Lösung des käuflichen Farbstoffes (1 : 100).

<sup>1)</sup> Auch Säuren und Basen muß man nach dieser Theorie den Salzen gleichstellen, und zwar erstere als Verbindungen des Wasserstoffes mit dem Säurereste, letztere als Verbindungen der Metalle mit der Hydroxylgruppe.

elektrischen Stromes die ersteren zur elektronegativen Elektrode — Kathode — wandern und an dieser ihre elektrische Ladung verlieren, während die letzteren zur elektropositiven Elektrode — Anode — strömen und an dieser unelektrisch werden. Auf solche Art erleiden die nur in Lösung oder geschmolzenem Zustande den elektrischen Strom leitenden Stoffe Elektrolyte genannt, eine Spaltung, Elektrolyse genannt, die dadurch wahrnehmbar wird, daß die an den Elektroden abgeschiedenen unelektrisch gewordenen Teilehen andere Eigenschaften aufweisen als in ihrem elektrischen Zustande. Z. B. die Kupferionen, welche die blaue Farbe der Kupfervitriollösung bedingen, gehen bei der Elektrolyse in rotes „metallisches“ Kupfer über; das in einer Kochsalzlösung im Ionenzustande befindliche und äußerlich nicht erkennbare Chlor übernimmt alle Eigenschaften des Chlorgases, wie die grünlichgelbe Farbe und den charakteristischen Geruch, sobald die Chlorionen ihre elektrische Ladung verlieren.

Die in den Kationen einer Lösung enthaltene Elektrizität ist gleich jener in den Anionen befindlichen; demnach kommt auf jede Wertigkeitseinheit eines im Ionenzustande befindlichen einfachen oder zusammengesetzten Radikals die gleiche Menge positiver bzw. negativer Elektrizität, d. h. die Lösung ist elektrisch neutral.

Man bezeichnet die jeder Wertigkeitseinheit eines Kations zukommende elektropositive Ladung mit einem Punkt und die der Wertigkeitseinheit des Anions zukommende gleich große elektronegative Ladung mit einem Strich. Durch die Anzahl der Punkte bzw. Striche wird gleichzeitig die Wertigkeit des betreffenden Radikals angedeutet. Außer dem auf S. 34 angeführten Beispiel dienen dazu noch die folgenden:



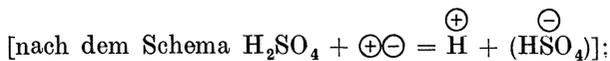
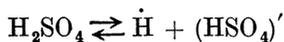
Wie bereits oben angedeutet, zerfällt nur ein Teil der in Lösung befindlichen Salzmoleküle in Ionen. Die Größe der elektrolytischen Dissoziation hängt außer von der Natur des Elektrolyten noch von anderen Umständen ab, so von der Temperatur, insbesondere aber von dem Grade der Verdünnung. Je weiter gehend die Verdünnung ist, umso mehr Moleküle werden in Ionen gespalten, während mit zunehmender Konzentration der Lösung die Dissoziation abnimmt, d. h. es vereinigen sich in letzterem Falle Ionen unter Abgabe von Elektronen, welche sofort Neutronen bilden, wieder zu Molekülen. Es stellt sich demnach bei allen Dissoziationsvorgängen ein Gleichgewichtszustand ein, der von der Temperatur und Verdün-

nung abhängig ist; der Vorgang ist ein „umkehrbarer“ Prozeß und wird am besten auf folgende Weise ausgedrückt: z. B.

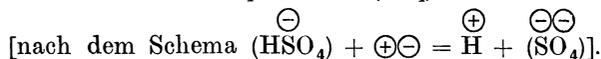
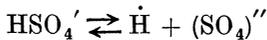


In bezug auf die Natur der chemischen Verbindung sind am meisten „starke“ Säuren und „starke“ Basen dissoziiert. Bei Salzen ist die Größe der Dissoziation von der Natur des Metalles und des Säurerestes wenig abhängig; insbesondere sind bei gleicher Konzentration alle normalen Salze annähernd gleich, und zwar in verdünnter Lösung ziemlich weitgehend dissoziiert<sup>1)</sup>.

Eine mit zunehmender Verdünnung stufenweise Dissoziation findet bei Elektrolyten mit mehrwertigen Ionen statt. Es nimmt z. B. die Dissoziation der Schwefelsäure in konzentrierter Lösung folgenden Verlauf:



erst bei zunehmender Verdünnung schreitet der Zerfall weiter:



In verdünnten Lösungen der Schwefelsäure und anderer „starker“ Säuren finden sich schließlich die Ionen der Endspaltung vor.

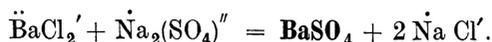
Bei mehrbasischen „schwachen“ Säuren, z. B. bei der Kohlensäure  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , verläuft die Dissoziation fast nur nach der ersten Stufe, während ihre normalen Salze wie starke Säuren in Ionen zerfallen.

Die hier in ihren wesentlichsten Punkten gegebene Ionentheorie läßt nun folgende äußerst wertvolle Schlüsse zu:

1. Die meisten in wässriger Lösung stattfindenden Reaktionen finden zwischen den Ionen statt.

2. Treffen Radikale, welche Bestandteile einer schwer- oder unlöslichen Verbindung sind oder die Entwicklung eines gasförmigen Stoffes veranlassen, im Ionenzustande zusammen, so findet die Bildung eines Niederschlages bzw. eine Gasentwicklung statt. Beispiele:

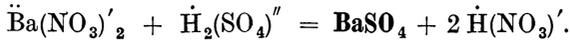
a) Beim Zusatz einer Bariumchloridlösung zu einer Natriumsulfatlösung vereinigen sich die Barium- und Sulfat-Ionen unter Abgabe ihrer Elektrizität zu unlöslichem Bariumsulfat:



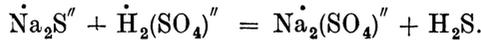
<sup>1)</sup> Die Größe der elektrolytischen Dissoziation kann durch die elektrische Leitungsfähigkeit gemessen werden.

Nach der Abscheidung — Fällung — von Bariumsulfat erfährt ein Teil der vorher nicht dissoziierten Bariumchlorid- und Natriumsulfatmoleküle ebenfalls eine elektrolytische Dissoziation, wodurch die Fällung vollständiger wird; auf diese Weise verläuft der Vorgang weiter, bis das Maximum der Fällung erreicht ist.

Da die Reaktionen in wässriger Lösung zwischen Ionen stattfinden, so erhält man das unlösliche Bariumsulfat in allen Fällen, wo Barium-Ionen  $\ddot{\text{Ba}}$  mit Sulfat-Ionen  $\text{SO}_4''$  zusammentreffen; so z. B. auch beim Zusatz von Schwefelsäure zu einer Bariumnitratlösung:

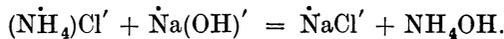


b) Bei Zusatz von Schwefelsäure zu Natriumsulfid entwickelt sich Schwefelwasserstoffgas:

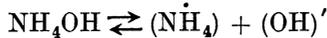


Die „Verdrängung“ des sehr wenig dissoziierten, also „schwachen“ Schwefelwasserstoffes hat die Ursache in der Neigung schwacher Säuren, in den nicht dissoziierten Zustand überzugehen.

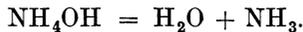
c) Bei Zusatz von Natronlauge zu Ammoniumchlorid (Salmiak) wird Ammoniak frei:



Das nur wenig dissoziierte Ammoniumhydroxyd



zerfällt, besonders leicht beim Erwärmen, in Wasser und Ammoniak:

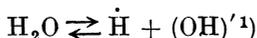


3. Die „saure“ Reaktion wird lediglich durch „Wasserstoff-Ionen“ bedingt; demnach spalten alle sauer reagierenden Lösungen, sowohl die der Säuren als auch mancher Salze, Wasserstoff-Ionen ab. — Je weiter gehend die Dissoziation einer Säure ist, bzw. je größer die Konzentration der Wasserstoff-Ionen ist, desto „stärker“ erscheint die Säure.

4. Die „alkalische“ Reaktion wird durch „Hydroxyl-Ionen“ bedingt; demnach spalten alle alkalisch reagierenden Lösungen, sowohl die der Basen als auch mancher Salze, Hydroxyl-Ionen ab. — Je weiter gehend die Dissoziation einer Base ist, bzw. je größer die Konzentration der Hydroxyl-Ionen ist, desto „stärker“ erscheint die Base.

5. Die Tatsache, daß viele Metallsalzlösungen eine saure, wieder andere eine alkalische Reaktion zeigen, findet durch die Ionentheorie in der zerlegenden Wirkung des Wassers — Hydrolyse — eine einfache und befriedigende Erklärung.

Die Ursache der Hydrolyse liegt in der, wenn auch äußerst geringen, elektrolytischen Dissoziation des Wassers in Wasserstoff- und Hydroxyl-Ionen:

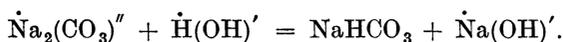


sowie in der Neigung der Anionen schwacher Säuren, mit dem Wasserstoff-Kation, bzw. der Kationen schwacher Basen, mit dem Hydroxyl-Anion nicht dissoziierte Lösungen zu bilden.

Zufolge der relativ kleinen Anzahl von Wasserstoff- und Hydroxyl-Ionen, welche das Wasser abspaltet, erfolgt die Hydrolyse stufenweise, indem nach Verbrauch der Wasserstoff- und Hydroxyl-Ionen zur Herstellung des gestörten Gleichgewichtes solche wieder nachgeliefert werden, wodurch nach und nach jener Grad der Hydrolyse erreicht wird, welcher den herrschenden Verhältnissen entspricht.

Mehr oder weniger hydrolytisch gespalten werden jene Salze, welchen entweder eine schwache, also wenig dissoziationsfähige Säure oder eine ebensolche Base zugrunde liegt; insbesondere aber Salze schwacher Säuren mit schwachen Basen. Der Grad der hydrolytischen Spaltung wächst mit jenem der elektrolytischen Dissoziation, also mit der Verdünnung und in besonders hohem Maße mit zunehmender Temperatur. Beispiele:

a) An der Salzbildung nimmt eine „schwache“ Säure teil:



Das gebildete  $\text{NaHCO}_3$  ist nur wenig in  $\dot{\text{N}}\text{a}$  und  $(\text{HCO}_3)'$  dissoziiert. Beim Auflösen der Soda in Wasser erfährt demnach ein Teil ihrer Moleküle die elektrolytische Dissoziation und ein Teil der dissoziierten Moleküle die Hydrolyse, wobei Hydroxyl-Ionen gebildet werden, welche der Lösung die alkalische Reaktion erteilen. Die Sodalösung ist demnach als eine sehr schwache Natronlauge anzusehen, welche aber noch viel  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  teils undissoziiert, teils dissoziiert enthält.

Je verdünnter die Sodalösung ist, umso größer ist der Prozentsatz des Natriumhydroxydes (Ätznatron) bzw. der  $(\text{OH})'$ -Ionen im Verhältnis zu der Soda; doch nimmt mit zunehmender Verdünnung bei einem dem ursprünglichen Quantum gleichen Volumen der Flüssigkeit die absolute Menge des Natriumhydroxydes selbstverständlich ab. — Da mit steigender Temperatur die Hydrolyse zunimmt, so enthält z. B. eine warme Sodalösung mehr Ätznatron bzw.  $(\text{OH})'$ -Ionen als eine kalte.

---

<sup>1)</sup> Das geringe Dissoziationsvermögen des Wassers geht aus seiner geringen Leitungsfähigkeit für den elektrischen Strom hervor.

Aus demselben Grunde reagieren auch Pottasche-, Borax-, Wasser-  
glas-, Natriumphosphatlösungen usw. alkalisch.

b) An der Salzbildung nimmt eine „schwache“ Base teil:



Die Hydrolyse ist in diesem Falle sehr gering; die geringe Menge  $\text{Al}(\text{OH})_3$  bleibt in undissoziiertem Zustande „kolloidal“<sup>1)</sup> gelöst; die, wenn auch in geringer Menge gebildete Schwefelsäure bzw. die  $\dot{\text{H}}$ -Ionen erteilen der Aluminiumsulfatlösung eine saure Reaktion.

Aus demselben Grunde reagieren auch Alaun-, Eisenchlorid-, Zinksulfatlösungen usw. sauer.

c) An der Salzbildung nehmen eine „schwache“ Säure und eine „schwache“ Base teil:

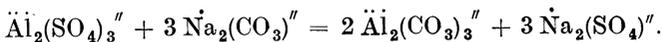
Aluminiumazetat  $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_3$  ist in der Kälte einigermaßen be-  
ständig; beim Kochen fällt aber aus seiner Lösung basisches Aluminium-  
azetat unter Freiwerden von Essigsäure aus:



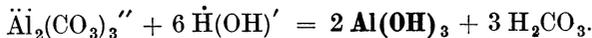
Die Hydrolyse ist in diesem Falle sehr weitgehend; d. h. das normale  
Aluminiumazetat geht ziemlich vollständig in das unlösliche basische  
über<sup>2)</sup>.

Noch schwächere Säuren geben mit Aluminiumhydroxyd kein  
basisches Salz mehr, sondern die Hydrolyse führt hier bis zur Bildung  
der freien Base.

Versetzt man z. B. eine Aluminiumsulfatlösung mit einer Soda-  
lösung, so können wir die Bildung von Aluminiumkarbonat nur als  
vorübergehend annehmen:



Das Aluminiumkarbonat zerfällt durch die hydrolytische Spaltung  
sodort in das unlösliche Aluminiumhydroxyd und in Kohlensäure:



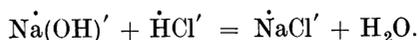
Durch das Bestreben, sowohl nicht dissoziiertes, unlösliches Alu-  
miniumhydroxyd als auch nur sehr wenig dissoziierte Kohlensäure  
zu bilden, ist die Hydrolyse in diesem Falle so vollständig, daß (prak-  
tisch) das gesamte Aluminium als Aluminiumhydroxyd zur Fällung  
kommt.

6. Überall, wo Wasserstoff- und Hydroxyl-Ionen zusammentreffen,  
wird das elektrolytisch äußerst wenig dissoziierte Wasser gebildet.

<sup>1)</sup> S. 40.

<sup>2)</sup> Auf diesen und ähnlichen hydrolytischen Prozessen beruhen unter anderem  
auch wichtige Verfahren zum Wasserdichtmachen von Geweben; S. 266.

Werden diese Ionen in äquivalenten Mengen geboten, so tritt die Neutralisation ein, z. B.



### Kolloide Lösungen<sup>1)</sup>.

Im vorstehenden fanden nur solche Lösungen eine nähere Besprechung, welche den gelösten Stoff in mehr oder weniger elektrolytisch dissoziiertem Zustande enthalten<sup>2)</sup>; sie werden als wahre oder besser als kristalloide Lösungen bezeichnet. Von diesen stets homogen und klar erscheinenden Lösungen sind die kolloiden Lösungen zu unterscheiden. Sie sind als Zwischenglieder von kristalloiden Lösungen und grobmechanischen Suspensionen zu betrachten.

Der Name „Kolloid“ (leimartig) ist um die Mitte des 19. Jahrhunderts von Th. Graham geschaffen worden; dieser englische Chemiker bezeichnete als „Kolloide“ alle dem gequollenen Tischlerleim ähnlich aussehende Substanzen. Die Erforschung der Kolloide und ihrer Lösungen fällt jedoch in die neuere Zeit; sie ist für die Erkenntnis und Aufklärung vieler in der Technik sich abspielender Vorgänge, wie z. B. in der Färberei, Walkerei, Wäscherei und Appretur, von großer Bedeutung; sie bietet wertvolle Winke für die Bereitung der auch in der Textilindustrie wichtigen Emulsionen; mit kolloiden Lösungen hat man bei der Herstellung von Seife, künstlicher Seide usw. zu tun.

Einen näheren Einblick in das Wesen der Kolloide haben insbesondere R. Zsigmondys Untersuchungen kolloider Lösungen mit dem von H. Siedentopf konstruierten „Ultramikroskop“ gebracht. Dieses gestattet Bogenlicht oder noch besser Sonnenlicht durch Linsen zu einem Lichtkegel mit wagerechter Achse zusammenzufassen, dessen Spitze in die zu untersuchende Lösung fällt. Auf diese außerordentlich helle Lichtkegelspitze wird das Mikroskop eingestellt. Während man bei den kristalloiden Lösungen den gelösten Stoff auch unter den angeführten Bedingungen nicht sehen kann, erscheinen kolloidal gelöste Stoffe im Ultramikroskope sichtbar; so z. B. kolloidal gelöstes Gold in Form von zahlreichen prachtvoll gefärbten Scheibchen, die zickzackartig hin- und hereilen<sup>3)</sup>. Die Größe dieser jedenfalls kugelförmigen Teilchen wurde berechnet; von R. Zsigmondy konnten solche bis zu  $6 \mu\mu$  ( $1 \mu\mu = 0,000\ 001$  mm) herab nachgewiesen werden. Damit ist gegenwärtig die Grenze des Sichtbaren erreicht, welche schon in das Bereich mancher kompliziert gebauter Moleküle, wie z. B. der löslichen Stärke, hineinragt. Im allgemeinen wird als obere Grenze für kolloide Lösungen die Teilchengröße von etwa  $50 \mu\mu$  angenommen; die untere Grenze, die auch mit dem Ultramikroskop nicht wahrnehmbar ist, bezieht sich auf Teilchen von etwa  $0,1 \mu\mu$ .

<sup>1)</sup> Näheres über die Kolloidchemie enthalten die Werke: K. Arndt, „Die Bedeutung der Kolloide für die Technik“; V. Pöschl, „Einführung in die Kolloidchemie“; R. Zsigmondy, „Kolloidchemie“; die „Zeitschrift für Chemie und Industrie der Kolloide“ u. a.

<sup>2)</sup> S. 34.

<sup>3)</sup> Nach A. Herzog findet das Ultramikroskop auch zum Sichtbarmachen der mizellaren Schichte der Baumwollfasern Anwendung.

und gilt gleichzeitig als obere Grenze der absoluten Größe der Moleküle. Zwischen  $50 \mu\mu$  und  $1 \mu$  ( $1 \mu = 0,001 \text{ mm}$ ) sind die Übergangsformen anzunehmen, die je nach der Beschaffenheit bald als kolloide Lösungen, bald als feine Suspensionen anzusehen sind. Teilchen über  $1 \mu$  bilden grobmechanische Suspensionen<sup>1)</sup>.

Man bezeichnet in neuerer Zeit den fein verteilten Stoff, gleichgültig, ob er sich in kristalloider oder kolloider Lösung oder in Suspension befindet, als „disperse Phase“ und den anderen, meist in großem Überschusse vorhandenen Stoff, in welchem die disperse Phase gelöst oder suspendiert ist, als „Dispersionsmittel“. Demnach gibt es drei disperse Systeme: das molekular disperse bei kristalloiden Lösungen, das grob disperse bei Suspensionen (Aufschlammungen), dazwischen liegt das für kolloide Lösungen.

Von den kristalloiden Lösungen unterscheiden sich die kolloiden hauptsächlich durch den Mangel der Kristallisationsfähigkeit und der Diffusionsfähigkeit des gelösten Stoffes. Während „Kristalloide“ Membranen, wie z. B. das Pergament, durchwandern (diffundieren), können „Kolloide“ dieselben nicht durchdringen<sup>2)</sup>.

Charakteristisch für kolloide Lösungen ist das Bestreben ihrer Teilchen, sich zusammenzuballen, wodurch das Kolloid nach kürzerer oder längerer Zeit zur Ausscheidung („Ausflockung“) gelangt. Durch Erwärmen oder Zusatz einer gewissen Menge eines Elektrolyten wird die Ausscheidung zumeist beschleunigt<sup>3)</sup>. Die Ausscheidung des Kolloides geschieht bei hoher Konzentration unter Bildung von Gallerten, bei verdünnten Lösungen unter Bildung eines Niederschlages<sup>4)</sup>.

Nach Th. Graham wird ein kolloidal gelöster Stoff im allgemeinen als „Sol“, wenn das Lösungsmittel (Dispersionsmittel) Wasser ist, als „Hydrosol“ bezeichnet<sup>5)</sup>. (Es gibt auch Alkoholsole usw.) Das ausgeschiedene Kolloid wird „Gel“ genannt. Beim Übergang in den Gelzustand trennt sich das Kolloid nicht vollständig vom Wasser, sondern bildet ein oft schwammiges Gebilde, das in seinen Hohlräumen viel Wasser einschließt<sup>6)</sup>.

---

<sup>1)</sup> V. Pöschl bezeichnet als suspendierte Körper jene, welche dem Zug der Schwere folgen und sich demnach in der Ruhe am Boden des Gefäßes ansammeln, während er alle anderen feinen Verteilungen eher den kolloiden Lösungen anschließen will.

<sup>2)</sup> Auf diesem verschiedenen Verhalten beruht auch die Trennung der Kristalloide von den Kolloiden; man bezeichnet sie als Dialyse.

<sup>3)</sup> Eine Eiweißlösung erstarrt (koaguliert) beim Erwärmen. Ist jedoch die Eiweißlösung durch Dialyse von Salzen möglichst befreit, so tritt beim Erhitzen nur dann eine Koagulation ein, wenn ihr wieder Salze zugesetzt werden. Eine konzentrierte Kieselsäurelösung kann man durch Zusatz einer sehr kleinen Menge Soda zum Erstarren bringen.

<sup>4)</sup> Von der Ausscheidung der Kolloide aus ihren Lösungen macht man z. B. beim Beschweren und Wasserdichtmachen von Geweben Anwendung.

<sup>5)</sup> „Sol“ ist von Solution (Lösung) abgeleitet.

<sup>6)</sup> In Hydrogelen läßt sich das Wasser vollständig durch Alkohol ersetzen; man erhält ein Alkoholgel.

Im Gegensatz zu kristalloiden Lösungen sind bei kolloiden Lösungen der Siedepunkt, Gefrierpunkt und das elektrische Leitungsvermögen nicht wesentlich verschieden von jenem des reinen Lösungsmittels.

Von großer Bedeutung für alle Kolloide ist die sehr feine Zerteilung. Aus diesem Grunde macht sich das Bestreben aller Körper, aus ihrer Nähe Gase, Flüssigkeiten und auch feste Körper anzuziehen, bei den Kolloiden mit ihrer ungemein entwickelten Oberfläche besonders bemerkbar. Ein solches Gefüge besitzen sehr viele in der Textilindustrie verwendeten Stoffe, wie z. B. Zellulose, Wolle, Seide u. a. Textilfasern, ferner Leim, Eiweißstoffe, Stärke usw. Diese Stoffe besitzen demnach ein großes Aufnahmevermögen für andere.

Von den Suspensionen hingegen unterscheiden sich kolloide Lösungen durch ihr Vermögen, Filtrierpapier zu durchdringen, wogegen suspendierte Stoffe von demselben zurückgehalten werden.

Man unterscheidet zwei Gruppen von kolloiden Lösungen:

1. Emulsionskolloide (Emulsoide). Bei diesen ist der fein verteilte Stoff (disperse Phase) flüssig; sie machen die Lösung dickflüssiger, die Zähigkeit solcher Lösungen nimmt mit dem Abkühlen sehr stark zu. Emulsionskolloide besitzen ferner die Fähigkeit zur Gelatinierung und Quellung sowie ein gutes Schaumbildungsvermögen. Auch der Schaum selbst ist als eine Emulsion anzusehen. Weiter besitzen die Emulsionskolloide die Eigenschaft, nicht so leicht auszuflocken; sie sind daher ziemlich beständig. Dazu gehören Leimlösung, Gelatinelösung, Pflanzenschleimlösung usw.

2. Suspensionskolloide (Suspensoide). Ihre disperse Phase ist fest; sie machen das Dispersionsmittel nicht dickflüssiger und flocken leichter aus. Dazu gehören die Lösung der Kieselsäure und verschiedener Metallhydroxyde, die Stärkelösung usw.

Von den in der Textilindustrie wichtigen Stoffen sind in nur kolloidem Zustande bekannt: Stärke, Dextrin, Tragant, Gummi arab., Tannin, Harze, Leim, Gelatine, die meisten Eiweißstoffe, wässrige Lösungen mancher anorganischen Säuren, Basen und Salze (z. B. Kieselsäure, Zinnsäure, Wolframsäure, Aluminiumhydroxyd, Magnesiumhydroxyd, Chromhydroxyd, Bleihydroxyd, Stannohydroxyd) usw. In kristalloidem und kolloidem Zustande treten auf: die Alkalisalze der Stearinsäure, Palmitinsäure und Ölsäure (Seifen). Kraft wies experimentell nach, daß sich die Seifen in Alkohol als Kristalloide lösen (daher schäumen alkoholische Seifenlösungen nicht), wogegen sie sich in Wasser als Kolloide auflösen. Ebenso verhalten sich viele Farbstoffe.

---

## II. Besonderer Teil.

# Wasser.

### Allgemeines über das Wasser.

Dem Wasser kommt in der Natur und im Haushalte wie auch im Gewerbe, in der Industrie und in der Technik überhaupt die größte Bedeutung zu. Auch in der Textilindustrie ist das Wasser ein unentbehrlicher Stoff: es dient zum Speisen des Dampfkessels, zum Netzen, Waschen und Spülen, als Lösungsmittel für Farbstoffe, Wasch- und Appreturmittel, zum Ansetzen von Schlicht- und Appreturmassen sowie zum Einsprengen. In Dampfform dient es außer zum Betriebe der Dampfmaschinen auch zum Anwärmen der Kalande und der Trockenzylinder, zum Dämpfen von Wollwaren, zur Dampfappretur der Halbseide, zum Kochen der Appretur- und Schlichtmassen usw.

Dem Wasser kommt die Formel  $H_2O$  zu; es ist somit die chemische Verbindung des Wasserstoffes mit dem Sauerstoff im Gewichtsverhältnis 1 : 8<sup>1)</sup>.

Das Wasser ist in dünner Schichte farblos, in dicker blau (Alpenseen) und besitzt in reinem Zustande weder Geruch noch Geschmack. Bei Temperaturen zwischen 0° und 100° C ist es bei gewöhnlichem Luftdruck flüssig. Bei 4° nimmt 1 kg Wasser sein kleinstes Volumen ein, nämlich 1 Liter, während sein Volumen bei 0° 1,00013 l und bei 100° 1,0432 l beträgt. Das Wasser besitzt demnach bei 4° seine größte Dichte. Das Gewicht eines Kubikzentimeters Wasser von 4° C dient fast allgemein als Gewichtseinheit und heißt 1 Gramm. Wasser von 4° wird auch als Einheit für die Dichte bei festen und flüssigen Stoffen und für das spezifische Gewicht bei allen Stoffen angenommen (Dichte und spezifisches Gewicht des Wassers = 1).

Unter der Dichte eines festen oder flüssigen Stoffes versteht man jene relative Zahl, welche angibt, wie oft irgendein Volumen desselben schwerer bzw. leichter ist als ein gleich großes Volumen Wasser von 4°. Unter dem spezifischen Gewicht eines festen, flüssigen oder gasförmigen Stoffes versteht man das Gewicht der Volumseinheit (1 cm<sup>3</sup> bzw. 1 Liter) dieses Stoffes. Die Verwechslung der Begriffe „Dichte“ und „spez. Gewicht“ bei flüssigen und festen

---

<sup>1)</sup> Über Sauerstoff und Wasserstoff S. 27 und 31.

Stoffen hat für die Praxis nichts zu bedeuten, da beide durch dieselbe Zahl ausgedrückt werden. Ein Unterschied ergibt sich nur bei gasförmigen Stoffen, da sich bei diesen wohl das spez. Gewicht auf Wasser als Einheit bezieht, nicht aber die Dichte. Zur Beurteilung der Dichte wird bei gasförmigen Stoffen das gleich große Volumen des leichtesten Gases (Wasserstoff) oder — für praktische Zwecke — der Luft angenommen; im ersteren Falle sprechen wir vom „Gasvolumgewicht“, in letzterem von der „Dampfdichte“.

Da das Wasser bei jeder anderen Temperatur leichter als bei 4° ist, findet eine Strömung der einzelnen Wasserschichten statt, wenn es abgekühlt oder erwärmt wird. Dies ist für den Haushalt der Natur von größter Bedeutung; darin liegt die Ursache, daß selbst in Gegenden mit strengen Wintern die Flüsse und Seen nur an der Oberfläche gefrieren und es auf den großen Ozeanen zufolge ihrer großen Tiefe zu einer Eisbildung überhaupt nicht kommt.

Zur Eisbildung ist eine Abkühlung der ganzen bis auf den Grund reichenden Wassermasse auf 4° notwendig; dann erst verbleiben die weiter abgekühlten Wasserschichten an der Oberfläche und können daselbst zum Gefrieren gelangen. Würde die Dichte des Wassers bis zu seinem Gefrierpunkte zunehmen, so müßte bei Erreichung desselben die ganze Wassermasse bis auf den Grund gefrieren; alle Wassertiere müßten zugrunde gehen, und die Sommerwärme wäre nicht imstande, die gewaltigen Eismassen aufzutauen.

Der Gefrierpunkt des Wassers wird mit 0° angenommen (erster Fundamentalpunkt des Thermometers). Beim Gefrieren dehnt sich das Wasser um  $\frac{1}{11}$  seines Volumens aus. Das Eis ist somit spezifisch leichter als Wasser; es besitzt die Dichte 0,92.

Die Ausdehnung des gefrierenden Wassers erfolgt mit unwiderstehlicher Gewalt und bewirkt dadurch tiefeingreifende Veränderungen der Erdoberfläche, indem es eine Zerklüftung und Zerbröckelung des Gesteines herbeiführt und so den „Verwitterungsprozeß“ einleitet, welcher zur Bildung der Ackererde führt — der Vorbedingung alles organischen Lebens. Andererseits führt das gefrierende Wasser oft zu Katastrophen (Fels- und Bergstürzen). Auch in der technischen Praxis macht sich das Gefrieren des Wassers oft unangenehm bemerkbar; z. B. bei Dampfleitungen, in welchen sich, falls sie gegen Abkühlung nicht genügend geschützt sind, beim Einstellen des Betriebes an kalten Tagen der in der Leitung verbleibende Dampf kondensiert und das nun flüssige Wasser nach dem Sammeln an tiefer gelegenen Stellen zum Gefrieren kommt, was eine Betriebsstörung, mitunter auch Rohrbrüche zur Folge hat.

Beim Gefrieren des Wassers werden für jedes Kilogramm 79 „Kalorien“ frei<sup>1)</sup>, die beim Schmelzen des Eises wieder zugeführt werden müssen.

---

<sup>1)</sup> Das Frostwetter mildert sich, sobald Schnee fällt. — Schutz von Kartoffeln usw. in Kellern gegen Erfrieren durch Aufstellen von mit Wasser gefüllten Gefäßen.

Unter einer „Kalorie“ verstehen wir jene Wärmemenge, welche zum Erwärmen von 1 kg Wasser um 1° nötig ist<sup>1)</sup>.

Der Übergang des Wassers in Wasserdampf findet bei allen Temperaturen statt, und zwar verdunstet das Wasser von der Oberfläche aus um so lebhafter, je höher die Temperatur und je kleiner der auf der Oberfläche lastende Druck ist; auch Schnee und Eis unterliegen der Verdunstung.

Zur Umwandlung in den gasförmigen Zustand benötigt das Wasser Wärme; da ihm diese beim Verdunsten nicht zugeführt wird, so entzieht es die nötige Menge der Umgebung. (Kältegefühl beim Tragen nasser Kleider.) Ein trockener Luftstrom beschleunigt die Verdunstung: Die Wäsche trocknet bei bewegter Luft viel rascher als bei ruhiger. Die Umstände, welche das Verdunsten beschleunigen, werden beim Baue der Trockenmaschinen berücksichtigt.

Der beim Verdunsten entwickelte Wasserdampf wirkt dem auf der Oberfläche lastenden Luftdruck um so mehr entgegen, je höher die Temperatur des Wassers ist. Sobald das Wasser durch Wärmezufuhr (Erwärmen) auf eine Temperatur gebracht wird, bei welcher der Wasserdampfdruck (Tension des Wasserdampfes) den darauf lastenden Luftdruck aufhebt, beginnt die Dampfbildung in der ganzen Flüssigkeit gleichzeitig: es tritt die wallende Bewegung ein, welche wir als „Sieden“ oder „Kochen“ bezeichnen<sup>2)</sup>. Beim normalen Luftdruck (entsprechend 760 mm Barometerstand) tritt diese Erscheinung bei 100° C ein<sup>3)</sup>.

Der Siedepunkt des Wassers und jeder anderen Flüssigkeit erhöht sich, wenn der auf der Oberfläche lastende Druck steigt, und er fällt,

<sup>1)</sup> Nach Kalorien wird auch der Heizwert der Brennmaterialien beurteilt. Als „Heizwert“ bezeichnet man die Anzahl der Kalorien, welche durch Verbrennung von 1 kg Brennstoff frei werden. Bei vollständiger Verbrennung liefert 1 kg Leuchtgas etwa 9900 Kal., 1 kg bester Steinkohle etwa 8000 Kal., 1 kg trockenes Holz etwa 3600 Kal. — Bei Dampfkesselanlagen entweichen die Heizgase mit 200° bis 500° durch den Fuchs in den Schornstein. Hierdurch sowie durch die Ausstrahlung der Kesselmauerung, ferner durch unvollkommene Verbrennung gehen rund 30% vom Heizwert des Brennmaterials verloren. Der praktische Heizwert der besten Steinkohle beträgt demnach nur ungefähr 5600 Kal.

<sup>2)</sup> Dem Sieden geht ein Geräusch (das „Singen“) vorher, das von der Kondensation der aufsteigenden Dampfblasen in der kälteren Flüssigkeit herrührt.

<sup>3)</sup> Die Siedetemperatur des Wassers bei 760 mm Druck bildet den zweiten Fundamentalpunkt des Thermometers, welcher nach Celsius mit 100° bezeichnet wird. Luftfreies Wasser kann man bis über den Siedepunkt erhitzen, ohne daß ein „Sieden“ eintritt, weil das luftfreie Wasser fest an den Wandungen haftet, so daß die Dampfbildung dort verhindert wird (Siedeverzug). Wird das Wasser, etwa durch Erschütterung, von der Wandung getrennt, so tritt das Sieden plötzlich und explosionsartig ein. — Fett- und Seifenlösungen zeigen diese Erscheinungen in noch höherem Grade als Wasser und kochen deshalb stoßweise. („Überkochen“ in Dampfkesseln, die im Kesselwasser Fett enthalten.)

wenn sich der Druck vermindert. Die Änderung des Siedepunktes macht sich schon bei gewöhnlichen Schwankungen des Luftdruckes bemerkbar; sie beträgt für je 1 mm Quecksilbersäule am Barometer  $0,037^{\circ}$ .

Die folgende Tabelle gibt die Siedetemperatur des Wassers bei verschiedenem Barometerstand an.

b (Barometerstand in mm)	t (Temperatur)	b	t	b	t	b	t
720	98,5°	735	99,1°	750	99,6°	765	100,2°
725	98,7°	740	99,3°	755	99,8°	770	100,4°
730	98,9°	745	99,4 <sup>1)</sup>	760	100,0°	775	100,6°

Wird das Wasser in einem geschlossenen Gefäß erhitzt und die Ausströmung des Dampfes gehindert, so tritt zu dem Druck der eingeschlossenen Luft noch der Dampfdruck hinzu, wodurch der Siedepunkt bedeutend erhöht wird. Von der Erhöhung des Siedepunktes macht man z. B. beim „Aufschließen“ der Stärke und beim „Verseifen“ der Fette Anwendung. Dazu dienen Apparate, die man als „Druckgefäße“, „Druckkessel“ und „Autoklaven“ bezeichnet. In diesen Apparaten kann der Siedepunkt durch entsprechende Belastung des Sicherheitsventils den verschiedenen praktischen Bedürfnissen angepaßt werden. Fig. 36.

Andererseits wird der in Dampfkesseln erzeugte Wasserdampf, da er den Atmosphärendruck überwinden kann, in großen Mengen zur Arbeitsleistung bei Dampfmaschinen herangezogen<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Mittlere Siedetemperatur des Wassers in Wien. — Am Montblanc (mittlerer Luftdruck 420 mm) siedet das Wasser bei ungefähr  $84^{\circ}$ .

<sup>2)</sup> Bemerkenswerte Dampfspannungen des Wassers:

Temp.	Atm.	Temp.	Atm.
100°	1	161,5°	6,5
111,7°	1,5	165,3°	7
120,6°	2	168,2°	7,5
127,8°	2,5	170,8°	8
133,9°	3	175,8°	9
139,2°	3,5	180,3°	10
144,0°	4	213,0°	20
148,3°	4,5	236,2°	30
152,2°	5	252,5°	40
155,9°	5,5	265,9°	50
159,2°	6		

Aus der Tabelle kann man entnehmen, daß mit wachsender Temperatur die Spannkraft des Dampfes in immer rascher wachsendem Verhältnisse zunimmt.

Auch das Sieden unter vermindertem Druck kommt praktisch vielfach zur Anwendung. Dazu dienen geschlossene Kochapparate, in welchen der Druck und demnach auch die Siedetemperatur durch Absaugen der Luft und des Wasserdampfes vermindert werden; sie werden als „Vakuumpapparate“ bezeichnet. Der Vakuumkoch- und Destillationsapparate bedient man sich zur Vermeidung einer Zersetzung, welche manche Stoffe beim Konzentrieren bzw. Destillieren unter dem gewöhnlichen Druck erfahren müßten. Vakuumkochapparate kommen in der Fettindustrie, bei der Herstellung von Stärkesirup usw., in besonders großem Maßstabe aber in der Zuckerfabrikation zur Anwendung.

Um 1 kg Wasser von 100<sup>0</sup> in Dampf von 100<sup>0</sup> zu verwandeln, sind 536 Kalorien erforderlich<sup>1)</sup>. Beim umgekehrten Vorgang, der Rückverwandlung des Dampfes in flüssiges Wasser — Kondensation —, muß die gleiche Wärmemenge wieder abgegeben werden. Der Wasserdampf ist demnach der Träger einer großen Wärmemenge, die er abgibt, wenn er in flüssiges Wasser übergeht, und wird deshalb vielfach als Heizmittel verwertet — in besonders ökonomischer Weise dort, wo er als Auspuffdampf zur Verfügung steht. Er dient z. B. zum Erwärmen der Luft<sup>2)</sup>, zum Anwärmen des Wassers<sup>3)</sup>, der Kalanders, der Trockenzyylinder, zum Verkochen von Schlicht- und Appreturmassen, und zwar entweder durch Einleiten des Dampfes in die Flüssigkeit (direkte Erwärmung, Fig. 35), oder durch ein „Schlangenrohr“ oder den Zwischenraum eines doppelwandigen Gefäßes (indirekte Erwärmung, Fig. 37). Bei der indirekten Erwärmung kommt demnach der Dampf mit der zu verkochenden Flüssigkeit nicht in Berührung, während beim Einleiten des Dampfes in die Flüssigkeit ihr Volumen durch den kondensierten Dampf entsprechend vermehrt wird<sup>4)</sup>.

Eine weitere Anwendung findet der Wasserdampf beim „Dekantieren“, das in der Appretur wollener Gewebe vorgenommen wird<sup>5)</sup>.

Von besonderer Wichtigkeit ist das große Lösungsvermögen des Wassers für viele Stoffe. Aus diesem Grunde enthält das in der Natur vorkommende Wasser die verschiedensten Stoffe gelöst. Am reinsten ist das Regenwasser; doch enthält auch dieses verschiedene,

<sup>1)</sup> Die Wärmemenge, welche zum Verdampfen von 1 kg Flüssigkeit nötig ist, bezeichnet man als „Verdampfungswärme“; sie ist beim Wasser am größten. — 1 l Wasser von 100<sup>0</sup> C gibt rund 1700 l Dampf.

<sup>2)</sup> Dampfheizungen in größeren Räumen (Fabriksälen), in Eisenbahnwagen usw.

<sup>3)</sup> Unter anderem bei Dampfmaschinenanlagen mit „Kondensator“ zum Vorwärmen des Kesselspeisewassers.

<sup>4)</sup> Darauf ist beim Verkochen der Appreturmassen, Farbstofflösungen usw. mit „direktem“ Dampf Rücksicht zu nehmen.

<sup>5)</sup> S. 305.

insbesondere gasförmige Stoffe, welche es der Luft entnimmt, und zwar in geringer Menge die Hauptbestandteile der Luft (Sauerstoff und Stickstoff)<sup>1)</sup>, chemische Verbindungen dieser beiden Elemente (gebildet durch elektrische Entladungen), Mikroorganismen und Staub (besonders nach einer langen Reihe regenloser Tage), örtliche Verunreinigungen (z. B. Schwefeldioxyd in großen Industrieorten, besonders von chemischen Fabriken herrührend). Von besonderer Bedeutung ist aber der relativ größere Gehalt des Regenwassers an Kohlendioxydgas, das infolge von Atmungs- und Verbrennungsvorgängen in der Luft enthalten ist<sup>2)</sup>.

Gelangt das Regenwasser (Schnee usw.) zur Erde, so verdunstet ein Teil desselben sofort, ein zweiter Teil gelangt als Grundwasser in tiefere Schichten, und ein dritter Teil fließt an der Erdoberfläche oder nahe derselben, Quellen, Bäche und Flüsse bildend.

In Berührung mit der Erde nimmt das Wasser noch eine Reihe von Stoffen auf. In Wasser lösliche Stoffe, vor allem Kochsalz NaCl und Gips CaSO<sub>4</sub>, werden am leichtesten aufgenommen. Zufolge des Kohlen-

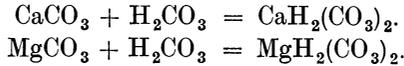
<sup>1)</sup> S. 27 und 28.

<sup>2)</sup> Das Kohlendioxyd CO<sub>2</sub> ist das Verbrennungsprodukt des Kohlenstoffes und aller Kohlenstoffverbindungen. Außer bei den bereits angeführten Vorgängen entsteht es auch beim Erhitzen vieler Karbonate (S. 87) sowie bei der Zerlegung derselben mit stärkeren Säuren (S. 91); es bildet sich auch bei Gärungs- und Verwesungsvorgängen (S. 104). An vielen Orten entströmt es in großen Mengen dem Erdinnern.

Kohlendioxyd ist ein farbloses Gas von schwach-säuerlichem Geschmack, das die Verbrennung und die Atmung nicht unterhält. Es ist schwerer als die Luft. Da sich Kohlendioxyd durch Verwesungsvorgänge auch in Brunnenschächten ansammeln kann, so ist bei Reinigung derselben größte Vorsicht geboten; man überzeugt sich von der etwaigen Anwesenheit des Kohlendioxydes durch Einsenken einer brennenden Kerze in den Schacht: verlischt sie, so ist vor dem Hinuntersteigen in den Brunnen eine Durchlüftung desselben notwendig. Bei Nichtbeachtung dieser Vorsichtsmaßregeln ereigneten sich schon oft Unfälle mit tödlichem Ausgang, da das Kohlendioxyd fast augenblicklich erstickend wirkt. Von Wasser wird das Kohlendioxyd reichlich absorbiert; dabei bildet sich die Kohlensäure  $H_2O + CO_2 = H_2CO_3$ . Beim Erwärmen zerfällt die Kohlensäure in CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O. Große Mengen CO<sub>2</sub> enthalten die „Säuerlinge“. Durch Druck verflüssigt Kohlendioxyd („flüssige Kohlensäure“) kommt in Stahlflaschen in den Handel. Beim Verdunsten „flüssiger Kohlensäure“ wird Wärme gebunden; die dadurch erzielte „Kälte“ wird unter anderem auch bei einem Mercerisierungsverfahren (S. 200) benutzt, um die Natronlauge zu kühlen. (Über die Bedeutung des Kohlendioxydes für das Pflanzenwachstum S. 204.)

Nicht zu verwechseln mit Kohlendioxyd ist das Kohlenoxydgas CO, das sich als unvollständiges Verbrennungsprodukt des Kohlenstoffes bei nicht genügendem Luftzutritt bildet. Es ist außerordentlich giftig; durch Eintreten dieses Gases in Wohnräume (bei ungenügendem Zug im Ofen) kamen schon viele Unglücksfälle vor. Das Gas ist geruchlos und verbrennt bei genügendem Luftzutritt mit einer bläulichen Flamme zu Kohlendioxyd:  $CO + O = CO_2$ .

dioxydgehaltenes wird das natürliche Wasser zu einer, wenn auch sehr verdünnten Säure (Kohlensäure)<sup>1)</sup>. Diese ist nun imstande, manche Stoffe, welche in reinem Wasser unlöslich sind, in Lösung zu bringen, insbesondere das Kalziumkarbonat und Magnesiumkarbonat<sup>2)</sup>. Die Kohlensäure führt die beiden normalen Karbonate in wasserlösliche Bikarbonate über:



In derselben Weise, doch zumeist in sehr kleinen Mengen, gelangt auch das Eisen in Form seines löslichen Bikarbonates in Lösung<sup>3)</sup>. Diese Bikarbonate sind sehr lockere Verbindungen; schon durch Erschütterungen erleiden sie mehr oder weniger einen Zerfall in das normale, unlösliche Karbonat und in Kohlensäure, die ihrerseits wieder leicht in Kohlendioxyd und Wasser zerfällt. Daher enthält das Flußwasser stets weniger Bikarbonate als das Quellwasser. Das Wasser führt einen großen Teil der während seines Laufes aufgenommenen Stoffe ins Meer.

An der Meeresoberfläche verdunstet das Wasser in überaus großen Mengen; es läßt alle der festen Erde abgerungenen Stoffe zurück und tritt — durch Luftströmungen getragen — von neuem seine Wanderung an. Bei Abkühlung der Luft gelangt das Wasser in Form von „Niederschlägen“ (Regen, Schnee, Hagel) wieder zur Erde. Auf diese Weise befindet sich das Wasser in einem fortwährenden Kreislaufe, auf welchem es dem Festlande Stoffe wegnimmt und dem Meere zuführt. Der Gehalt an gelösten Stoffen im Meerwasser muß demnach immer größer werden; allerdings ist wegen der großen Wassermenge die Zunahme an gelösten Stoffen auch im Laufe vieler Jahre kaum merklich. Das Meerwasser ist demnach dasjenige natürliche Wasser, das am meisten Stoffe gelöst enthält. Besonders groß ist sein Kochsalzgehalt; er beträgt durchschnittlich 3%<sup>4)</sup>.

Durch Destillation läßt sich das Wasser von allen darin gelösten Stoffen leicht befreien; das „destillierte Wasser“ ist demnach „chemisch rein“.

**Luftfeuchtigkeit.** Der in der Luft enthaltene Wasserdampf wird als „Luftfeuchtigkeit“ bezeichnet. Bei einer bestimmten Tem-

<sup>1)</sup> S. 48, Anm. 1.

<sup>2)</sup> Das Kalziumkarbonat, Kalzit oder Kalkspat  $\text{CaCO}_3$  und Magnesiumkarbonat, Magnesit  $\text{MgCO}_3$  finden eine massenhafte Verbreitung. Aus ihren Abarten sind ganze Gebirgszüge aufgebaut; sie sind daher an der Ausgestaltung der Erdoberfläche in hervorragendem Maße beteiligt, sie finden sich auch in der Ackererde vor.

<sup>3)</sup> Stark eisenhaltige Wässer werden „Stahlwässer“ genannt.

<sup>4)</sup> Das Tote Meer ist gegenwärtig bereits eine gesättigte Kochsalzlösung.

peratur kann die Luft nur eine gewisse maximale Menge Wasserdampf aufnehmen (Sättigungsgrad). Diese Menge ist umso größer, je wärmer die Luft ist; also im Sommer größer als im Winter. Weicht die in der Luft enthaltene Menge Wasserdampf von dieser Sättigungsmenge wenig ab, so nennen wir sie feucht, im anderen Falle trocken.

Die „Hygrometer“ zeigen den Prozentgehalt jener Feuchtigkeitsmenge an, welche bei der herrschenden Temperatur die Luft sättigen würde. Ist die Luft mit Feuchtigkeit gesättigt, so zeigt das Hygrometer 100% an.

Feuchte Luft scheidet schon bei geringer Abkühlung Wasserdampf in flüssiger oder fester Form als Nebel (Wolke), Regen, Schnee oder Hagel ab<sup>1)</sup>.

Eine entsprechende Feuchtigkeit der Luft in Wohn-, Fabrikräumen usw. fordert die Hygiene; denn trockene Luft wirkt auf die Atmungsorgane ungünstig ein. Auch in manchen Fabrikzweigen, insbesondere in der Textilindustrie, spielt mit Bezug auf die Verarbeitung des Materials die Luftfeuchtigkeit oft eine wichtige Rolle.

In Spinnereien ist ein Feuchtigkeitsgehalt von 60—80%, in Webereien 65—75% zur Vermeidung spröder Ware, welche sich schwer verarbeiten läßt, notwendig. In der Spinnerei hat trockene Luft zufolge leichteren Abstäubens der Fasern auch einen Verlust und unreines, rauhes Garn zur Folge; überdies ist der trockene „Textilstaub“ der Selbstentzündung unterworfen, welche oft die Ursache großer Fabrikbrände ist. Nötigenfalls hat man demnach in solchen Betrieben für eine Luftbefeuchtung zu sorgen. Die Schlicht- und Appreturmassen sollen in feuchten Räumen (Wäscherei, Walkraum usw.) aufbewahrt werden, da sie sonst leicht eintrocknen. Selbstredend ist ein übermäßiger Feuchtigkeitsgehalt der Luft sowohl in hygienischer als auch in technischer Hinsicht nachteilig. (Rosten der Maschinenteile.) Abwechselnd feuchte und trockene Luft hat das Verziehen des Holzes zur Folge, z. B. bei Bottichen usw.

### Die Härte des Wassers.

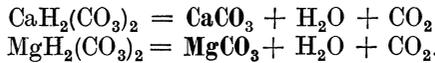
Von ganz besonderer Bedeutung ist der Kalzium- und Magnesiumgehalt der natürlichen Wässer; er bedingt zum größten Teile die sogenannte „Härte“ des Wassers, und zwar das Kalzium hauptsäch-

<sup>1)</sup> Bei 20° kann 1 cm<sup>3</sup> Luft 17,23 g Wasserdampf aufnehmen, bei 18° nur 15,26 g und bei 16° nur 13,56 g. Enthält z. B. die Luft bei 20° nur 15,26 g Wasserdampf (88,5% Feuchtigkeit), so wird sie bei ihrer Abkühlung auf 18° mit Wasserdampf gesättigt sein und gibt bei ihrer weiteren Abkühlung auf 16° für jedes cm<sup>3</sup> 1,7 g Wasser ab.

Tau und Reif sind Niederschläge des Wasserdampfes der Luft, die eintreten, wenn die Erde in wolkenlosen Nächten ihre Wärme ungehindert in den Weltraum ausstrahlen kann.

lich als Kalziumbikarbonat  $\text{CaH}_2(\text{CO}_3)_2$  und Kalziumsulfat (Gips)  $\text{CaSO}_4$ , das Magnesium hauptsächlich als Magnesiumbikarbonat  $\text{MgH}_2(\text{CO}_3)_2$ . Eine zu große Menge dieser Stoffe macht das Wasser für viele Zwecke wenig oder ganz ungeeignet. Ein hartes Wasser ist insbesondere in der Textilindustrie sehr nachteilig. Bei Zusatz von Seifenlösung zu einem harten Wasser scheiden sich unlösliche Kalzium- und Magnesiumsalze der Fettsäuren in Form von Flocken aus. Hierdurch entsteht ein Verlust an Seife beim Waschen; denn diese kommt erst dann zur Wirkung, wenn das Kalzium und Magnesium ausgefällt sind. Die unlösliche Kalzium- und Magnesiumseife schäumt im Gegensatz zu der löslichen nicht und hat keine reinigende Wirkung; vielmehr ist sie geeignet, große Übelstände zu verursachen, da sie sich an die Faser festlegt und dadurch besonders in der Färberei zu Fleckenbildungen Anlaß gibt.

Von großem Nachteil und geradezu gefährlich erweist sich hartes Wasser als Kesselspeisewasser. Beim Kochen des harten Wassers werden die primären Karbonate des Kalziums und Magnesiums unter Ausscheidung von Kalzium- und Magnesiumkarbonat zerlegt:



Das Magnesiumkarbonat wird weiter noch hydrolytisch in unlösliches basisches Magnesiumkarbonat und Magnesiumhydroxyd gespalten<sup>1)</sup>; überdies scheidet sich auch der Gips beim Abdampfen des Wassers langsam in festen Krusten aus<sup>2)</sup>. Diese ausgeschiedenen Stoffe bilden in Gemeinschaft mit anderen Verunreinigungen des Wassers, besonders mit suspendierten Stoffen, eine kompakte Masse, die sich an den Wandungen des Kessels als „Kesselstein“ festlegt.

Der Kesselstein bedeutet einerseits wegen seiner geringen Wärmeleitfähigkeit einen Verlust an Brennmaterial, andererseits kann er zu gefährlichen Explosionen Veranlassung geben, besonders dann, wenn im Kesselstein Risse entstehen oder ganze Krusten losbrechen, wobei das Wasser mit den freigelegten glühenden Stellen der Kesselwand Dampfmassen von solchem Druck bildet, daß der Kessel zertrümmert wird. Auch beim Abklopfen des Kesselsteines leidet der Kessel<sup>3)</sup>.

1)  $3 \text{MgCO}_3 + 4 \text{HOH} = \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{Mg}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3 + 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{CO}_2$ .

2) Ein Gewichtsteil Gips benötigt zur Lösung etwa 500 Gewichtsteile Wasser.

3) Ein gutes Kesselspeisewasser soll auch frei von Nitraten, Nitriten, Ammoniumsalzen, Sulfiden, Säuren und Fetten sein und nicht zuviel Chloride und andere lösliche Salze enthalten, da diese Stoffe das Kesselblech leicht „zerfressen“ (korrodieren). Zur Entfernung der in Lösung bleibenden Salze soll das im Kessel eingedampfte Wasser öfter abgelassen werden. Das Rosten des Eisens bewirkt insbesondere auch der in Wasser gelöste Sauerstoff. Besonders ungünstig auf das Eisen wirkt das Meerwasser. Alkalische Stoffe, wie Soda, Borax usw., vermindern die Neigung zum Rosten.

Die Härte des Wassers wird nach „Graden“ angegeben; man bezeichnet als „deutsche Härtegrade“ die Anzahl Gewichtsteile Kalziumoxyd  $\text{CaO}$  in 100 000 Teilen Wasser (Milligramme  $\text{CaO}$  in  $100 \text{ cm}^3$  Wasser), wobei für vorhandenes Magnesium die äquivalente (gleichwertige) Menge  $\text{CaO}$  in Rechnung kommt (für 1 Gewichtsteil  $\text{MgO}$  1,4 Gewichtsteile  $\text{CaO}$ <sup>1)</sup>.

So besitzt z. B. ein Wasser von 10 Härtegraden in 1 l jene Menge  $\text{CaO}$  und  $\text{MgO}$ , welche 100 mg  $\text{CaO}$  entspricht.

Im allgemeinen bezeichnet man ein Wasser bis zu 10 Härtegraden als weich, von 10—25 Graden als mittelhart, von 25—40 Graden als hart und von mehr als 40 Graden als sehr hart.

Man unterscheidet:

1. die vorübergehende oder temporäre Härte; sie rührt von den Bikarbonaten des Kalziums und Magnesiums her und wird so genannt, weil sie durch Kochen zum großen Teile leicht entfernt wird<sup>2)</sup>;

2. die bleibende oder permanente Härte, welche von den übrigen Kalzium- und Magnesiumverbindungen, insbesondere von Gips  $\text{CaSO}_4$  herrührt.

Die Gesamthärte des Wassers entspricht der Summe der vorübergehenden und bleibenden Härte.

#### Die Bestimmung der Härte des Wassers.

Zu dieser bedient man sich nach Clark einer alkoholischen Seifenlösung von bestimmtem Gehalt<sup>3)</sup>. Die Methode beruht auf der Eigenschaft der Seife, mit Wasser erst dann einen bleibenden Schaum zu bilden, wenn das Kalzium und Magnesium in Form unlöslicher Kalzium- und Magnesiumseife vollständig ausgefällt sind.

Man verfährt auf folgende Weise:

a) Bestimmung der Gesamthärte. In einen Glaszylinder von etwa  $200 \text{ cm}^3$  Inhalt, der mit eingeriebenem Stöpsel versehen ist, gibt man  $100 \text{ cm}^3$  des zu untersuchenden Wassers und läßt aus einer „Bürette“<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> Es verhält sich das Molekulargewicht von  $\text{MgO}$  zu dem von  $\text{CaO}$  wie 40,3 : 56 oder 1 : 1,4.

<sup>2)</sup> S. 51.

<sup>3)</sup> Die Herstellung der Clarkschen Seifenlösung muß dem Chemiker überlassen werden.

<sup>4)</sup> Man bedient sich dazu der Mohrschen Quetschhahnbürette (Fig. 10). Sie besteht aus einer in Zehntel  $\text{cm}^3$  geteilten Glasröhre, welche unten zu einer etwas aufgeblasenen offenen Spitze ausgezogen ist. Über letztere wird ein etwa 5 cm langes Stückchen Kautschukschlauch gestülpt, in das ein dünnes, spitz ausgezogenes Glasröhrchen eingesetzt wird. Auf dem Kautschukschlauche befindet sich ein federnder Quetschhahn; durch Öffnen desselben ist man in der Lage, eine beliebige Menge der in der Bürette befindlichen Flüssigkeit — eventuell

die Seifenlösung erst rascher, dann langsamer zufließen. Nach jedem Zusatz schüttelt man kräftig (achtmal von oben nach unten) und beobachtet, ob ein dichter Schaum entsteht, welcher sich, ohne zusammenzusinken, mindestens 5 Minuten wesentlich unverändert erhält. Ist dies erreicht, so liest man die verbrauchten  $\text{cm}^3$  der Seifenlösung ab und entnimmt aus der nachstehenden Tabelle den entsprechenden

Härtegrad. Wenn das Wasser zu hart ist und der Seifenverbrauch mehr als  $45 \text{ cm}^3$  beträgt, so nimmt man statt  $100 \text{ cm}^3$  nur 20, 25 oder  $50 \text{ cm}^3$  Wasser und verdünnt mit der entsprechenden Menge destillierten Wassers auf  $100 \text{ cm}^3$ , so daß zur bleibenden Schaumbildung nicht mehr als  $45 \text{ cm}^3$  gebraucht werden. Der dem verdünnten Wasser entsprechende Härtegrad muß in diesem Falle noch mit dem Verdünnungsfaktor (z. B. bei der Verdünnung 20 : 100 mit 5) multipliziert werden.

b) Bestimmung der bleibenden Härte.  $300 \text{ cm}^3$  Wasser werden in einem Kochkolben  $\frac{3}{4}$  Stunden gekocht und das verdampfende Wasser zeitweise durch destilliertes Wasser ersetzt. Nach dem Abkühlen bringt man durch Zusatz von destilliertem Wasser den Inhalt genau auf das ursprüngliche Volumen ( $300 \text{ cm}^3$ ), filtriert den beim Kochen gebildeten Niederschlag durch ein trockenes Filter und bestimmt in  $100 \text{ cm}^3$  des Filtrates die bleibende Härte in derselben Weise wie bei a).

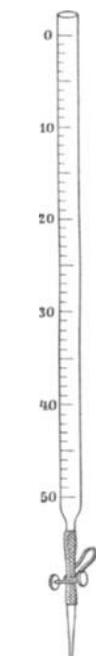


Fig. 10.  
Bürette.

c) Bestimmung der vorübergehenden Härte. Diese ergibt sich

aus der Differenz der Gesamthärte und der bleibenden Härte<sup>1)</sup>.



Fig. 11. Einstellen  
der Flüssigkeit auf  
den 0-Strich.

auch tropfenweise — austreten zu lassen. Die Bürette wird mit der Maßflüssigkeit (im obigen Falle mit der Seifenlösung) vor jeder maßanalytischen Bestimmung genau bis zu dem mit 0 bezeichneten Strich gefüllt.

Bezüglich des Einstellens und Ablesens sei folgendes bemerkt: Man bringe bei vertikaler Stellung der Bürette das Auge genau in die Höhe des Flüssigkeitsniveaus, wonach man bei durchsichtigen Flüssigkeiten auf den unteren Rand, bei undurchsichtigen Flüssigkeiten auf den oberen Rand des Meniskus einstellt bzw. bei diesem abliest. (Fig. 11.) Der untere Rand des Meniskus erscheint viel schärfer begrenzt, wenn man das von unten einfallende Licht dadurch abhält, daß man ein schwarzes Papier mit der Oberkante einige Millimeter unter den Meniskus hält.

<sup>1)</sup> Die Clarksche Methode eignet sich zu Kontrollzwecken (z. B. bei der Wasserreinigung) gut; viel genauer ist jedoch die Bestimmung der Härte auf gewichtsanalytischem Wege.

cm <sup>3</sup> Seifenl.	Härtegrade	cm <sup>3</sup> Seifenl.	Härtegrade	cm <sup>3</sup> Seifenl.	Härtegrade
3,4	0,5	18,9	4,5	34,7	8,9
4,2	0,7	19,7	4,7	35,3	9,1
5,0	0,9	20,4	4,9	36,0	9,3
5,8	1,1	21,2	5,1	36,7	9,5
6,6	1,3	21,9	5,3	37,4	9,7
7,4	1,5	22,6	5,5	38,1	9,9
8,2	1,7	23,3	5,7	38,4	10,0
9,0	1,9	24,0	5,9	38,7	10,1
9,8	2,1	24,8	6,1	39,4	10,3
10,5	2,3	25,5	6,3	40,1	10,5
11,3	2,5	26,2	6,5	40,8	10,7
12,1	2,7	26,9	6,7	41,5	10,9
12,8	2,9	27,6	6,9	41,9	11,1
13,6	3,1	28,4	7,1	42,4	11,2
14,3	3,3	29,1	7,3	42,8	11,3
15,1	3,5	29,8	7,5	43,1	11,4
15,9	3,7	30,5	7,7	43,4	11,5
16,6	3,9	31,2	7,9	43,7	11,6
17,4	4,1	31,9	8,1	44,0	11,7
17,8	4,2	32,6	8,3	44,4	11,8
18,1	4,3	33,3	8,5	44,7	11,9
18,5	4,4	34,0	8,7	45,0	12,0

Als sehr weiches Wasser erweist sich das Regen- und Schneewasser sowie das Kondenswasser. Letzteres ist jedoch oft sehr verunreinigt, besonders durch Schmieröle. Das Flußwasser, das, wie bereits erwähnt, während seines Laufes einen Teil der vorübergehenden Härte verliert, besitzt meist nur wenige Härtegrade und ist für viele Zwecke ohne weiteres geeignet. Hingegen gehören das Quell- und Grundwasser, demnach auch das Brunnenwasser zu den harten Wässern, welche aus den oben angeführten Gründen meist erst nach entsprechender Enthärtung zum Speisen des Kessels, zum Waschen, zur Verwendung in Färbereien usw. geeignet sind. Eine Enthärtung des Wassers für Waschzwecke ist stets zu empfehlen, wenn die Härte des Wassers über 8° beträgt, da sonst der Seifenverlust — abgesehen von der Verunreinigung durch unlösliche Kalzium- und Magnesiumseife — oft ein sehr großer ist. Die Reinigungskosten betragen weniger als der Verlust an Seife. Der Seifenverbrauch steht ungefähr im geraden Verhältnis zu den Härtegraden. Werden z. B. bei einem Wasser von 5 Härtegraden 300 g Seife verbraucht, so benötigt man bei 10 Härtegraden 600 g Seife usw. Das in der Färberei dienende Wasser darf auch keine Schwermetalle, namentlich kein Eisen ent-

halten, da sich dieses beim Kochen als Eisenhydroxyd  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  ausscheidet, das Wasser trübt und zur Fleckenbildung führt<sup>1)</sup>.

### Die Wasserreinigung.

Bezieht sich diese lediglich auf die Entfernung suspendierter Stoffe, wie Schlamm, Öl usw., so bedient man sich der Filtration. Als Filtermaterial dienen Kies, Sand, Holzwolle, Koks usw. Zu diesem Zwecke gibt es verschiedene Wasserreinigungsapparate. In manchen Fällen wird man auch durch Absetzenlassen der Schwebestoffe zum Ziele kommen.

Eine teilweise Entfernung der vorübergehenden Härte erfolgt durch längeres Erwärmen, eine ziemlich vollständige durch Auskochen des Wassers<sup>2)</sup>.

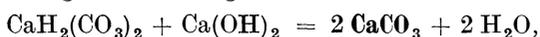
Die Entfernung der bleibenden Härte kann nur durch entsprechende Zusätze, insbesondere durch Soda, bewirkt werden.

Da ein Auskochen des Wassers — lediglich zur Entfernung der vorübergehenden Härte — kostspielig ist, so wird man sich in den allermeisten Fällen auch zur Entfernung der vorübergehenden Härte entsprechender Zusätze, namentlich des Ätzkalkes, bedienen. Diesen Zusätzen kommt die Aufgabe zu, das Kalzium und Magnesium vor der Verwendung des Wassers in unlösliche, leicht zu entfernende Verbindungen überzuführen (chemische Wasserreinigung).

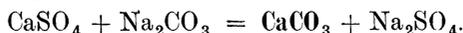
#### Die Wasserreinigung mit Soda und Ätzkalk.

Sie geschieht auf Grund folgender Prozesse:

a) Entfernung der vorübergehenden Härte:



b) Entfernung der bleibenden Härte:



Aus obigen Gleichungen läßt sich berechnen, daß man bei der Reinigung mit Soda und Kalk für jeden Grad bleibender Härte und 100 l Wasser 1,9 g wasserfreie Soda  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  oder 5,1 g Kristallsoda  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 10 \text{H}_2\text{O}$  zusetzen muß. Für jeden Grad vorübergehender

<sup>1)</sup> Die Entfernung des Eisens wird durch Lüften und Filtrieren des Wassers in Enteisungsanlagen bewirkt.

<sup>2)</sup> Eine vollständige Enthärtung des Wassers kann durch keinerlei Mittel bewirkt werden, da alle in Betracht kommenden Reaktionsprodukte im Wasser etwas löslich sind.

<sup>3)</sup> Falls freie Kohlensäure vorhanden ist, so muß auch diese durch einen entsprechenden Zusatz von Ätzkalk zu  $\text{CaCO}_3$  gebunden werden. Dadurch wird die Rückbildung von löslichem  $\text{CaH}_2(\text{CO}_3)_2$  vermieden.

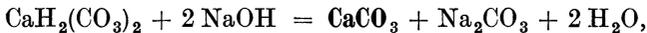
Härte und 100 l Wasser setzt man 1 g Kalziumoxyd CaO und außerdem für je 1 Gewichtsteil Magnesiumoxyd MgO noch 1,4 Gewichtsteile CaO zu<sup>1)</sup>.

Zur Ausführung der Wasserreinigung bedient man sich zweier Behälter; in dem einen wird die Fällung und Klärung vorgenommen, in den zweiten das gereinigte klare Wasser abgezogen<sup>2)</sup>. Man mischt die Soda am besten als Lösung, und den Kalk in Form von Kalkmilch<sup>3)</sup> dem zu reinigenden Wasser bei.

Geschieht die Reinigung in der Kälte, so erhält man bei genügend langer Reaktionsdauer (24 Stunden) ein gereinigtes Wasser von 3 bis 4 Härtegraden; schneller und vollständiger geht die Enthärtung bei Erwärmung vor sich. In mechanisch wirkenden Apparaten, wo das Wasser nur etwa 3 Stunden verweilt, läßt sich das Wasser nur bis auf 5 bis 8 Härtegrade enthärten.

Die Wasserreinigung mit Ätznatron bzw. mit Ätznatron und Soda.

Aus den Prozessen



geht hervor, daß in dem Falle, als das Wasser annähernd äquivalente Mengen Bikarbonate und Gips enthält, das Ätznatron allein das beste Reinigungsmittel ist. Es verringert die vorübergehende Härte, während das bei der Reaktion gebildete Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> zur Entfernung der bleibenden Härte dient. Überwiegt die bleibende Härte die vorübergehende, so sind Ätznatron und Soda anzuwenden.

Außer der systematischen Wasserreinigung, welche man manchmal auch nach anderen als den oben angeführten Methoden durchführen kann, wird vielfach auch eine Wasserreinigung bei Anwendung von sogenannten „Antikesselsteinmitteln“ vorgeschlagen. Allen diesen Mitteln ist mit größter Vorsicht zu begegnen. Zumeist werden sie überzählt, vielfach führt ihre Verwendung sogar Nachteile herbei<sup>4)</sup>.

Für Wäschereien und Färbereien wird in der neueren Zeit die „Permutitreinigung“ empfohlen. Permutit ist ein künstlich hergestelltes Natrium-Alu-

<sup>1)</sup> Behufs einer rationellen Enthärtung ist die Untersuchung des Wassers sowie die Angabe der erforderlichen Zusätze dem Chemiker zu überlassen. Insbesondere der Kalkzusatz erfordert eine genaue Berechnung, da ein Überschuß desselben die Härte des Wassers erhöht.

<sup>2)</sup> Es gibt dazu auch eine große Anzahl automatisch wirkender Apparate, welche von Maschinenfabriken geliefert werden.

<sup>3)</sup> S. 87.

<sup>4)</sup> Eine chemische Untersuchung solcher „Enthärtungsmittel“ ist stets geboten.

miniumsilikat, das in Wasser unlöslich ist. Es entzieht dem harten Wasser Kalzium, Magnesium, Eisen und Mangan und gibt dafür Natrium als Bikarbonat ab. Das gereinigte Wasser wird dadurch etwas sodahaltig. Nach Angaben von A. Kolb gelingt es mit Hilfe des Permutits das Wasser vollständig zu enthärten, wenn das Wasser keine mechanischen Verunreinigungen enthält, ölfrei ist und eine neutrale bzw. schwach alkalische Reaktion zeigt.

Unter der „Wasserkorrektur“ in der Färberei versteht man die Zerlegung der im Wasser gelösten Bikarbonate durch Neutralisation mit Essigsäure. Man setzt für jeden Grad vorübergehender Härte und je 1000 l Wasser 70 bis 80 cm<sup>3</sup> 30%-ige Essigsäure zu. — Zu diesem Zwecke kann die vorübergehende Härte durch „Titration“<sup>1)</sup> von 250 cm<sup>3</sup> Wasser mit  $\frac{1}{10}$  n Salzsäure<sup>2)</sup> unter Anwendung von Methylorange als Indikator bestimmt werden. Jedes cm<sup>3</sup> der bis zum Farbenumschlag (orange) verbrauchten  $\frac{1}{10}$  n Salzsäure zeigt 1.12 Grade vorübergehender Härte an.

#### Das Trinkwasser.

Da ein einwandfreies Trinkwasser für jedes industrielle Unternehmen eine Vorbedingung ist, seien in Kürze die wichtigsten Anforderungen angeführt, welche an ein gesundes Trinkwasser gestellt werden.

Das Trinkwasser soll einen gewissen Gehalt an Kohlendioxyd und eine kleine Menge Salze gelöst enthalten, damit es erfrischend und wohlschmeckend ist. Es soll auch klar, farb- und geruchlos sein und eine Temperatur von 8—12° besitzen; außerdem muß es frei von krankheitserregenden Bakterien (Typhus, Cholera) und von solchen Substanzen sein, deren Gegenwart auf eine Verunreinigung des Wassers mit schädlichen Abfallstoffen oder auf Fäulnisprozesse schließen läßt. Daher dürfen in einem guten Trinkwasser kein Ammoniak, keine salpetrige Säure und keine Sulfide (Schwefelwasserstoff oder Schwefelalkalien) anwesend sein. Auch soll ein Trinkwasser möglichst wenig organische Stoffe gelöst enthalten.

Es ist demnach vor Verwendung eines Wassers zu Trinkzwecken seine chemische und mikroskopische, event. auch bakteriologische Untersuchung unbedingt geboten.

Die Reinigung des Wassers zu Trinkzwecken gründet sich in den meisten Fällen auf eine Filtration desselben durch Kies und Sand. In neuerer Zeit wird in manchen Städten zur Reinigung eines Wassers, das den hygienischen Anforderungen nicht entspricht, die bakterientötende Wirkung des Ozons<sup>3)</sup> benutzt.

<sup>1)</sup> Unter Titration versteht man die Ausführung einer maßanalytischen Bestimmung; vgl. S. 52.

<sup>2)</sup> Normallösungen enthalten in einem Liter Flüssigkeit die einem Atom Wasserstoff äquivalente Menge der wirksamen Substanz, in Grammen abgewogen, gelöst. Es enthält z. B. 1 l einer normalen Salzsäure ( $\frac{1}{1}$  n) 36,6 g HCl, einer  $\frac{1}{10}$  n Salzsäure 3,66 g HCl usw. Während das Äquivalentgewicht des Wasserstoffchlorides gleich seinem Molekulargewicht ist, beträgt es z. B. bei der Schwefelsäure, da diese zweibasisch ist, nur die Hälfte ihres Molekulargewichtes. Die normale Schwefelsäure enthält demnach in 1 l nur 49 g H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Ebenso enthalten Normallösungen von Basen mit einwertigen Metallen die dem Molekulargewicht entsprechende Menge der Substanz in einem Liter gelöst, während solche mit zweiwertigen Metallen nur die Hälfte davon enthalten usw.

<sup>3)</sup> S. 116.

Für den Hausgebrauch bedient man sich verschiedener KleinfILTER, welche aus mannigfachem Material (Porzellan, Zellulose, Asbest, Kieselgur, Kohle usw.) fabrikmäßig hergestellt werden; sie leisten nur dann gute Dienste, wenn sie nach der Vorschrift gereinigt werden, anderenfalls können sie das Wasser sogar verschlechtern, da der angesammelte Schmutz die Bakterienentwicklung begünstigt.

## Bestimmung des spezifischen Gewichtes von Flüssigkeiten.

Die Bestimmung des spezifischen Gewichtes bzw. des Volumengewichtes oder der Dichte von Lösungen und Flüssigkeiten überhaupt ist sowohl für die Beurteilung der gekauften Flüssigkeiten als auch für die Verwendung derselben bei der Herstellung von Wasch- und Bleichflüssigkeiten sowie von Schlicht- und Appreturmassen usw. sehr wertvoll.

Aus der Definition für das spezifische Gewicht<sup>1)</sup> geht hervor, daß man dasselbe ermitteln kann, indem man auf einer Wage ein Litergefäß austariert, bis zur Marke mit der zu prüfenden Flüssigkeit füllt und durch Wägung das Gewicht eines Liters der Flüssigkeit bestimmt.

Da sich das spezifische Gewicht mit der Temperatur ändert, ist bei der Bestimmung die herrschende Temperatur zu berücksichtigen. Zumeist beziehen sich die Angaben für das spezifische Gewicht auf 15° C.

Von allen Methoden, welche zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes von Flüssigkeiten dienen, eignet sich für die Praxis die „aräometrische“ am besten.

Aräometer (Senkwagen, Spindeln) sind hohle, mit Quecksilber oder Schrotkörnern beschwerte Glaskörper, welche in der Flüssigkeit aufrecht schwimmen und durch ihren Tiefgang deren spezifisches Gewicht erkennen lassen. Die Angaben für das spezifische Gewicht sind an der innerhalb der Spindel angebrachten Skala abzulesen<sup>2)</sup>.

Die Eichung der Aräometer erfolgt durch Einsenken derselben in Flüssigkeiten von bekanntem spez. Gewicht. Da das Aräometer umso tiefer in die Flüssigkeit einsinkt, je kleiner ihr spez. Gewicht ist, so werden Aräometer für spezifisch leichtere Flüssigkeiten als Wasser soweit beschwert, daß der Punkt, bis zu welchem sie in reinem Wasser einsinken, unten, für spezifisch schwerere Flüssigkeiten als Wasser aber oben zu liegen kommt (Fig. 12). Man bezeichnet diesen Punkt entsprechend dem spezifischen Gewicht des Wassers mit 1,000. Die Teil-

---

<sup>1)</sup> S. 43.

<sup>2)</sup> Zweckmäßig sind auch die mit einem kleinen Thermometer versehenen Aräometer; die mit Quecksilber gefüllte, im Innern des Aräometers angebrachte Thermometerkugel besorgt gleichzeitig das aufrechte Schwimmen des Apparates.

striche des Aräometers sind voneinander nicht gleich weit entfernt, sondern sie verengen sich nach unten. Die Skala enthält nach unten die größeren, nach oben die kleineren Zahlen<sup>1)</sup>.

Andere Aräometer erhalten je nach dem besonderen Zweck, welchem sie dienen sollen, auch eine andere, mitunter willkürlich gewählte Skala. Ein sehr verbreitetes Aräometer mit willkürlicher Skala ist das von Baumé. Die Skala an der Baumé-Spindel für leichtere Flüssigkeiten als Wasser wird so hergestellt, daß der Punkt, bis zu welchem die Spindel in einer Lösung von 1 Teil Kochsalz in 9 Teilen Wasser einsinkt, mit 0 bezeichnet wird und der Punkt, bis zu welchem dieselbe in reinem Wasser einsinkt, die Zahl 10 erhält. Der Zwischenraum wird in 10 gleiche Teile geteilt; die so erhaltenen „Grade“ werden oben und unten noch weiter aufgetragen. Bei der Baumé-Spindel für schwerere Flüssigkeiten als Wasser wird der Punkt, bis zu welchem sie in reinem Wasser einsinkt mit 0<sup>0</sup> und derjenige, bis zu welchem sie in einer 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-igen Kochsalzlösung eintaucht, mit 10<sup>0</sup> bezeichnet; die Eichung der Baumé-Spindeln geschieht bei 17,5<sup>0</sup>. Da bei der Baumé-Spindel die Gradteilung nicht dem spezifischen Gewichte entspricht und der von jedem Grad eingenommene Höhenraum gleich groß ist, läßt sie keine richtige Beurteilung der Dichte einer Flüssigkeit zu und kann nur zu Kontrollzwecken verwendet werden. Trotzdem ist sie bei den Praktikern sehr beliebt.

In England ist das Aräometer von Twaddle gebräuchlich. Es enthält 200 „Grade“ für die Unterschiede der spez. Gewichte zwischen 1 und 2 und wird gewöhnlich auf 6 Spindeln verteilt. Die einzelnen Grade nehmen entsprechend dem spez. Gewichte zu. Die Zahlen des

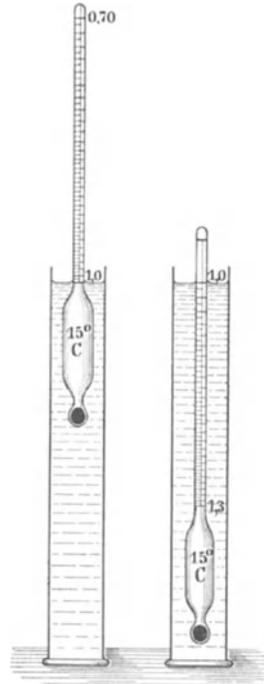


Fig. 12. Aräometer für leichtere und schwerere Flüssigkeiten als Wasser (im Wasser schwimmend).

<sup>1)</sup> Die an den Aräometern und in den Tabellen angegebene Bezeichnung „Vol.-Gewicht bei  $\frac{15^0}{4^0}$  (lftl. Raum)“ besagt, daß sich das bei 15<sup>0</sup> ermittelte spez. Gewicht auf das Gewicht des gleich großen Volumens Wasser von 4<sup>0</sup> im luftleeren Raume bezieht. Die Angaben für das spez. Gewicht entsprechen demnach dem absoluten Gewichtssystem.

Twaddle-Aräometers sind immer Vielfache von 0,005. Dieses Aräometer erscheint rationell, da seine Grade durch Multiplikation mit 0,005 und Vorsetzen der Zahl 1 das wirkliche spez. Gewicht ergeben.

Es entspricht z. B.

0° Twaddle dem spez. Gewicht 1

1° „ „ „ „ 1,005

7° „ „ „ „ 1,035 usw.

Tabelle zur Umrechnung der Baumé - Grade in das spez. Gewicht für schwerere Flüssigkeiten als Wasser:

Grade Baumé	Spez. Gew. (Vol. Gew.)						
0	1,000	17	1,134	34	1,308	51	1,540
1	1,007	18	1,142	35	1,320	52	1,563
2	1,014	19	1,152	36	1,332	53	1,580
3	1,022	20	1,162	37	1,345	54	1,597
4	1,029	21	1,171	38	1,357	55	1,615
5	1,037	22	1,180	39	1,370	56	1,634
6	1,045	23	1,190	40	1,383	57	1,652
7	1,052	24	1,200	41	1,397	58	1,672
8	1,060	25	1,210	42	1,410	59	1,691
9	1,067	26	1,220	43	1,424	60	1,711
10	1,075	27	1,231	44	1,438	61	1,732
11	1,083	28	1,241	45	1,453	62	1,753
12	1,091	29	1,252	46	1,468	63	1,774
13	1,100	30	1,263	47	1,483	64	1,796
14	1,108	31	1,274	48	1,498	65	1,819
15	1,116	32	1,285	49	1,514	66	1,842
16	1,125	33	1,297	50	1,530		

Tabelle zur Umrechnung der Baumé - Grade in das spez. Gewicht für leichtere Flüssigkeiten als Wasser.

Grade Baumé	Spez. Gew. (Vol. Gew.)	Grade Baumé	Spez. Gew. (Vol. Gew.)	Grade Baumé	Spez. Gew. (Vol. Gew.)
10	1,000	27	0,896	44	0,811
11	0,993	28	0,890	45	0,807
12	0,987	29	0,885	46	0,802
13	0,980	30	0,880	47	0,798
14	0,973	31	0,874	48	0,794
15	0,967	32	0,869	49	0,789
16	0,961	33	0,864	50	0,785
17	0,951	34	0,859	51	0,781
18	0,948	35	0,854	52	0,777
19	0,942	36	0,849	53	0,773
20	0,936	37	0,844	54	0,768
21	0,930	38	0,839	55	0,764
22	0,924	39	0,834	56	0,760
23	0,918	40	0,830	57	0,757
24	0,913	41	0,825	58	0,753
25	0,907	42	0,820	59	0,749
26	0,901	43	0,816	60	0,745

## Bestimmung des Gehaltes an wirksamer Substanz einer Flüssigkeit (durch Ermittlung ihres spez. Gewichtes).

Da ein bestimmter Gehalt an gelöster Substanz ein ganz bestimmtes spez. Gewicht der Lösung bedingt, kann aus dem spez. Gewicht einer Lösung ihr Prozentgehalt an gelöster Substanz ermittelt werden. Es sind für die meisten Lösungen bei allen praktisch wichtigen Konzentrationen die spez. Gewichte genau bestimmt und in Tabellen festgelegt worden<sup>1)</sup>. Da das spez. Gewicht nicht nur vom Prozentgehalt, sondern auch von der Natur des gelösten Körpers abhängt, ist die Ermittlung des Prozentgehaltes einer Lösung mit Hilfe des spez. Gewichtes nur dann möglich, wenn sich außer der zu bestimmenden Substanz keine andere in der Lösung befindet.

Beim Gehalt einer Lösung an gelöster Substanz sind „Gewichtsprozent“ von „Volumprozent“ zu unterscheiden. Erstere bedeuten die Anzahl von Grammen der gelösten Substanz in 100 Grammen Lösung, letztere die Anzahl von Grammen der gelösten Substanz in 100  $\frac{\text{cm}^3}{\text{cm}^3}$  Lösung<sup>2)</sup>.

Die Umrechnung der Gewichtsprozent in Volumprozent und umgekehrt geschieht nach folgenden Formeln:

$$\text{Gew. \%} = \frac{\text{Vol. \%}}{\text{spez. Gew.}}; \quad \text{Vol. \%} = \text{Gew. \%} \times \text{spez. Gew.}$$

Rechenbeispiele:

1. Wieviel Gramm  $\text{H}_2\text{SO}_4$  sind in 1 l einer 17%-igen (Gew.%) Schwefelsäure (spez. Gew. 1,120) enthalten?

$$\text{Vol. \%} = 17 \cdot 1,12 = 19,04.$$

Da in 100  $\text{cm}^3$  19,04 g  $\text{H}_2\text{SO}_4$  vorhanden sind, so enthält 1 l 190,4 g  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

2. Wie viel  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  sind in 50 kg Sodalösung von 9,4 Vol.% (Volumgewicht 1,091) enthalten?

$$\text{Gew. \%} = \frac{9,4}{1,091} = 8,61$$

In 100 g Sodalösung sind 8,61 g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  enthalten, demnach in 50 kg derselben 4,305 kg  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

Für die Praxis sind besonders die „Prozentaräometer“ zweckmäßig. Sie sind für einzelne Lösungen geeicht und enthalten eine Skala, welche an Stelle des spez. Gewichtes den entsprechenden Prozentgehalt angibt. Solche Aräometer sind in manchen Betrieben schon seit langem in Gebrauch, so z. B. die Alkoholometer, Saccharo-

<sup>1)</sup> Für die wichtigeren Verbindungen fanden diese Tabellen auch im vorliegenden Buche an entsprechender Stelle Aufnahme.

<sup>2)</sup> Fehlen nähere Angaben über die Art des Prozentgehaltes, so sind stets Gewichtsprozent gemeint.

meter, Azetometer u. a. In neuerer Zeit werden auch solche zur Prüfung des Prozentgehaltes an wirksamer Substanz in Schwefelsäure, Salzsäure, Natronlauge, Ammoniak, Sodalösungen usw. hergestellt.

### Formeln für Mischungsberechnungen<sup>1)</sup>.

1. Eine Lösung von bekanntem Prozentgehalt ist mit Wasser auf die benötigte Menge der Mischung von gewünschtem Prozentgehalt zu verdünnen<sup>2)</sup>:

$$x = \frac{M \cdot c}{a},$$

$$y = M - x.$$

M = die benötigte Menge der Mischung (kg od. l),  
 c = ihr gewünschter Prozentgehalt;  
 x = die Menge der zu verdünnenden Lösung,  
 a = ihr Prozentgehalt;  
 y = die Menge des Wassers.

Beispiele:

a) Aus einer Schwefelsäure vom spez. Gewicht 1,84 (entsprechend 95,6% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) sind durch Verdünnen mit Wasser 20 kg einer 30%igen Schwefelsäure herzustellen.

$$x = \frac{M \cdot c}{a} = \frac{20 \cdot 30}{95,6} = 6,28$$

$$y = M - x = 20 - 6,28 = 13,72.$$

Es sind demnach zu 13,72 kg Wasser 6,28 kg Schwefelsäure von 95,6% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> unter Rühren beizumischen<sup>3)</sup>.

b) Wieviel Liter Natronlauge von 40° Bé (entsprechend 48,3 Vol. % NaOH) und wieviel Liter Wasser sind zur Herstellung von 100 l Natronlauge von 28° Bé (entsprechend 26,6 Vol. % NaOH) erforderlich?

$$x = \frac{M \cdot c}{a} = \frac{100 \cdot 26,6}{48,3} = 55,07$$

$$y = 100 - 55,07 = 44,93.$$

Man mischt demnach 55,07 l der 40 grädigen Natronlauge mit 44,93 l Wasser.

Auch bei Flüssigkeiten, welche sich unter Verminderung des Volumens miteinander mischen<sup>4)</sup>, erhält man ohne weiters das richtige Resultat, wenn dieselben gewogen werden und ihr Gehalt in Gew.-% ausgedrückt wird.

2. Eine stärkere Lösung von bekanntem Prozentgehalt ist mit einer schwächeren von ebenfalls bekanntem Pro-

<sup>1)</sup> Diese Formeln sind für die Praxis besonders wertvoll, da ihre Anwendung beim Verdünnen und Verstärken von Lösungen auf einen bestimmten Gehalt eine Ersparnis an Zeit und Material bedeutet.

<sup>2)</sup> Wenn die Menge der Flüssigkeit in Gewicht ausgedrückt ist, so sind Gewichtsprocente, wenn sie in Volumen ausgedrückt ist, Volumprocente in Rechnung zu stellen.

<sup>3)</sup> S. 66.

<sup>4)</sup> Z. B. bei Alkohol und Wasser.

zentgehalt auf die benötigte Menge der Mischung von gewünschtem Prozentgehalt zu verdünnen.

$$x = \frac{M(c-b)}{a-b}$$

$M$  = die benötigte Menge der Mischung (kg od. l),  
 $c$  = ihr gewünschter Prozentgehalt;

$$y = M - x$$

$x$  = die Menge der stärkeren (zu verdünnenden) Flüssigkeit,  
 $a$  = ihr Prozentgehalt;  
 $y$  = die Menge der schwächeren Flüssigkeit,  
 $b$  = ihr Prozentgehalt.

Beispiele:

a) In welchen Gewichtsmengen müssen zwei Sodalösungen von 14,2%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  und 4,9%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  gemischt werden, damit man 300 kg einer 10%igen Sodalösung erhält?

$$x = \frac{M(c-b)}{a-b} = \frac{300(10-4,9)}{14,2-4,9} = 164,51$$

$$y = M - x = 300 - 164,51 = 135,49.$$

Man benötigt hierzu 164,5 kg der stärkeren und 135,5 der schwächeren Sodalösung.

b) Zur Herstellung von 250 l Ammoniaklösung (Salmiakgeist) vom spez. Gew. 0,950 sind Ammoniaklösungen vom spez. Gew. 0,910 und 0,980 zu mischen; welche Mengen sind dazu erforderlich?

Aus der Tabelle (S. 87) entnehmen wir

für das spez. Gew.	0,950	. . .	12,1 Vol.% $\text{NH}_3$
„ „ „ „	0,910	. . .	22,74 „ „
„ „ „ „	0,980	. . .	4,7 „ „

$$x = \frac{M(c-b)}{a-b} = \frac{250(12,1-4,7)}{22,74-4,7} = 102,55$$

$$y = M - x = 250 - 102,55 = 147,45.$$

Es sind 102,55 l Ammoniaklösung vom spez. Gewicht 0,910 mit 147,45 l Ammoniaklösung vom spez. Gew. 0,980 zu mischen.

3. Eine zu schwache Lösung von bekanntem Prozentgehalt ist mit einer stärkeren von ebenfalls bekanntem Prozentgehalt auf den gewünschten Gehalt zu bringen.

$$x = \frac{m(c-b)}{a-c}$$

$m$  = die Menge der zu schwachen Lösung,  
 $b$  = ihr Prozentgehalt;  
 $x$  = die Menge der zur Verstärkung dienenden Lösung,  
 $a$  = ihr Prozentgehalt;  
 $c$  = der gewünschte Prozentgehalt.

Beispiel:

20 l einer Salzsäure vom spez. Gew. 1,040 sind auf das spez. Gew. 1,120 zu verstärken; wieviel Salzsäure vom spez. Gew. 1,190 sind dazu notwendig?

Aus der Tabelle (S. 70) entnehmen wir

für das spez. Gew.	1,040 . . . .	8,5 Vol.% HCl
„ „ „ „	1,120 . . . .	26,7 „ „
„ „ „ „	1,190 . . . .	44,3 „ „
$x = \frac{m(c - b)}{a - c} =$	$\frac{20(26,7 - 8,5)}{44,3 - 26,7}$	$= 20,68.$

Es sind 20 l der schwachen Säure mit 20,68 l Salzsäure vom spez. Gew. 1,190 zu verstärken.

Der Formel 1. kann man sich zweckmäßig auch bei der Herstellung von Lösungen gewünschter Konzentration bedienen, wenn der Wassergehalt der zu lösenden Substanz unbekannt ist, wie z. B. beim Ätznatron. In solchen Fällen stellt man zuerst eine konzentriertere Lösung her, bestimmt aräometrisch deren Gehalt und verdünnt sie nach der gegebenen Formel auf den gewünschten Grad.

## Die wichtigsten Säuren.<sup>1)</sup>

### Schwefelsäure $H_2SO_4$ .

Darstellung der Schwefelsäure. Zur Darstellung dieser wichtigsten aller Säuren dienen hauptsächlich zwei Verfahren.

1. Das Bleikammerverfahren. Schwefel<sup>2)</sup>, insbesondere aber seine Verbindungen Eisenkies  $FeS_2$  und Zinkblende  $ZnS$  werden in Röstöfen bei Luftzutritt erhitzt, wobei Schwefeldioxyd  $SO_2$ <sup>3)</sup> entwickelt wird<sup>4)</sup>. Dieses Gas kommt in großen aus Bleiplatten hergestellten Kammern mit Wasserdampf oder Wasserstaub in Reaktion und bildet die schweflige Säure:  $SO_2 + H_2O = H_2SO_3$ . Da der Luftsauerstoff allein nicht imstande ist, die schweflige Säure zur Schwefelsäure zu oxydieren, bedient man sich dazu der Salpetersäure, deren in der Wärme entstehendes Zersetzungsprodukt, Stickstoffdioxyd  $NO_2$ , die Oxydation bewirkt<sup>5)</sup>:  $H_2SO_3 + NO_2 = H_2SO_4 + NO$ . Das Stickstoffoxydgas  $NO$  wirkt nun als Überträger des Sauerstoffes, da es diesen aus der Luft unter neuerlicher Bildung von Stickstoffdioxyd leicht aufnimmt ( $NO + O = NO_2$ ), letzteres aber den aufgenommenen Sauerstoff wieder an die schweflige Säure abgibt. Auf diese Weise gelingt es bei richtig geleitetem Prozeß mittels einer kleinen Menge Salpetersäure große Mengen schwefliger Säure in Schwefelsäure überzuführen. In der Wirklichkeit verläuft der Prozeß viel komplizierter; auch sind dazu

<sup>1)</sup> Allgemeine Eigenschaften der Säuren S. 29.

<sup>2)</sup> S. 127.

<sup>3)</sup> S. 127.

<sup>4)</sup>  $S + O_2 = SO_2$ ;  $ZnS + O_3 = ZnO + SO_2$ .

<sup>5)</sup> Zersetzung der Salpetersäure S. 71.

außer den Bleikammern noch andere Apparate notwendig, wie der Glover- und der Gay-Lussac-Turm. Am Boden der Bleikammern sammelt sich eine verdünnte, ungefähr 65%ige Schwefelsäure an – Kammersäure. Sie wird vorerst in Bleipfannen und schließlich in Glas- oder noch besser in innen vergoldeten Platingefäßen durch Abdampfen des Wassers auf den Gehalt von 95–98% (spez. Gewicht 1,84) konzentriert. Die immer mehr Verbreitung findende Konzentration der Schwefelsäure im Gaillardturm oder in Schalenapparaten macht das Platin in der Schwefelsäurekonzentration entbehrlich. Nach dem ersteren Verfahren findet die Konzentration der in einem Turm verstäubten Säure durch in entgegengesetzter Richtung strömende Feuergase statt, nach dem letzteren in Quarzschalen, welche terrassenförmig über einer Feuerung angeordnet sind. Aus der auf die eine oder andere Art erhaltenen, durch verschiedene Stoffe, wie Arsen-, Eisen- und Bleiverbindungen verunreinigten Säure scheidet sich beim Abkühlen eine fast reine Schwefelsäure von 99,5% in festem Zustande aus, welche von der noch flüssigen durch Zentrifugieren getrennt wird. Vollkommen reine Schwefelsäure kann nur durch eine sorgfältige fraktionierte Destillation erhalten werden.

2. Das Kontaktverfahren. Nach diesem wird zuerst Schwefeltrioxyd oder Schwefelsäureanhydrid  $\text{SO}_3$  hergestellt, indem ein Gemisch von Schwefeldioxyd und Luft über erhitzten platinieren Asbest oder andere Substanzen, welche imstande sind, den Luftsauerstoff auf Schwefeldioxyd zu übertragen, geleitet wird. Das durch Sublimation<sup>1)</sup> in die Vorlage übergehende Schwefeltrioxyd bildet wasserhelle Kristalle, die beim Aufbewahren die Form von weißen, glänzenden, asbestartig verfilzten Nadeln annehmen. Schwefeltrioxyd raucht an der Luft, da es begierig Wasserdampf anzieht, und liefert mit Wasser zusammengebracht unter Zischen und starker Wärmeentwicklung die Schwefelsäure:  $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$ .

Löst man Schwefeltrioxyd in gewöhnlicher Schwefelsäure, so bildet sich die Pyroschwefelsäure:  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_3 = \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$ . Diese ist imstande, noch weitere Mengen Schwefeltrioxyd aufzunehmen, und heißt dann rauchende Schwefelsäure oder Oleum.

Eigenschaften der Schwefelsäure. Die gewöhnliche oder englische Schwefelsäure ist im reinen Zustande eine farblose ölige Flüssigkeit vom spez. Gewicht 1,84. Bei gewöhnlichen Temperaturen ist sie nicht flüchtig; sie siedet erst bei  $338^\circ$ , wobei ihre Dämpfe eine teilweise Zersetzung erfahren. Die gewöhnliche „66 grädige“ Säure des Handels enthält etwa 95%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Zufolge ihrer Nichtflüchtigkeit ist sie imstande, aus Salzen leicht flüchtiger Säuren letztere

<sup>1)</sup> Unter Sublimation versteht man jenen Destillationsvorgang, bei welchem sich der destillierte Stoff in der Vorlage in fester Form abscheidet.

zu verdrängen. Darauf gründet sich ihre Verwendung bei der Herstellung anderer Säuren. Sie ist hygroskopisch und mischt sich mit Wasser unter starker Wärmeentwicklung nach allen Verhältnissen. Bei der Herstellung einer verdünnten Schwefelsäure ist darauf zu achten, daß niemals Wasser zu der konzentrierten Schwefelsäure gegossen wird, da in diesem Falle zufolge der plötzlichen starken Wasserdampfentwicklung die heißgewordene Schwefelsäure umhergeschleudert wird; vielmehr muß stets die Schwefelsäure dem Wasser, und zwar in dünnem Strahle unter stetem Rühren beigemischt werden<sup>1)</sup>.

Die Neigung der konzentrierten Schwefelsäure, das Wasser zu binden, ist so groß, daß sie sehr vielen organischen Substanzen die Elemente Wasserstoff und Sauerstoff in Form von Wasser entzieht und so eine Zersetzung der Substanz, oft unter Zurücklassung des elementaren Kohlenstoffes bewirkt. So werden durch konz. Schwefelsäure Stärke, Zucker, Zellulose usw. verkohlt. Das Braunwerden konzentrierter Schwefelsäure rührt von der Verkohlung hineingefallenen Staubes her. Auch die sogenannte Karbonisation der Wolle beruht auf der erwähnten Eigenschaft. Sie hat den Zweck, vegetabilische Beimengungen der Wolle oder wollener Gewebe zu zerstören. Zu diesem Zwecke werden letztere mit einer Schwefelsäure von 4° Bé getränkt, dann getrocknet und schließlich in einem geschlossenen Raume auf 80° erhitzt; bei dieser Temperatur verdunstet das Wasser sehr rasch, und die zurückbleibende, sehr fein verteilte, aber konzentrierte Schwefelsäure bewirkt die Karbonisation, d. h. sie bedingt den Zerfall der Kletten und anderer zellulosehaltigen Stoffe zu einem Pulver, das sich aus der getrockneten Ware leicht entfernen läßt. Auch die animalische Faser wird von der konzentrierten Schwefelsäure etwas angegriffen; daher ist bei der Karbonisation auf die richtige Konzentration der Säure und nachträgliches schnelles und gründliches Entfernen der Schwefelsäure zu achten<sup>2)</sup>.

Verdünnte Schwefelsäure erzeugt auf gefärbten Geweben meistens rote Flecke, welche nach Behandlung mit Ammoniaklösung wieder verschwinden. Bemerkenswert ist auch das Verhalten einer ungefähr 78 %igen kalten Schwefelsäure zu ungeleimtem Papier (Filtrierpapier). Wird in dieselbe Filtrierpapier für kurze Zeit eingetaucht und dann sofort mit Wasser gut gewaschen, so geht die Zellulose in Amyloid über, das dem Papier eine hornartige Beschaffenheit erteilt, welche dem Zerreißen einen großen Widerstand leistet und als „vegetabilisches Pergament“ einen Ersatz für das tierische Pergament bildet.

<sup>1)</sup> Bei durch Schwefelsäure verursachten Unfällen ist die verletzte Stelle sofort mit viel Wasser zu behandeln, um eine starke Verdünnung zu bewirken; wenig Wasser würde die Reaktion erhöhen. Später ist dem Wasser auch etwas Alkali (Soda, Ammoniak o. dgl.) zuzusetzen.

<sup>2)</sup> Siehe auch S. 199.

Die Schwefelsäure löst die meisten Metalle zu Salzen, welche Sulfate genannt werden; nur Gold und Platin widerstehen ihrer Einwirkung. Das Blei greift sie nur an der Oberfläche an; die dabei gebildete Schichte von Bleisulfat schützt das darunter liegende Metall vor weiterem Angriff. Daher werden Behälter, in welchen mit Schwefelsäure gearbeitet wird, innen mit Bleiplatten ausgekleidet. Operationen, bei welchen verdünnte Schwefelsäure zur Verwendung kommt, können auch in Kupfergefäßen vorgenommen werden<sup>1)</sup>.

Die meisten Salze der Schwefelsäure sind in Wasser löslich; unlöslich sind das Bleisulfat  $\text{PbSO}_4$  und das Bariumsulfat  $\text{BaSO}_4$ , sehr schwer löslich ist das Strontiumsulfat  $\text{SrSO}_4$ , und schwer löslich das Kalziumsulfat oder Gips  $\text{CaSO}_4$ .

Verwendung der Schwefelsäure. Diese ist sehr mannigfaltig. In der chemischen Industrie dient sie unter anderem zur Darstellung der meisten übrigen Mineral- und vieler organischen Säuren. Viel Schwefelsäure wird in der Superphosphatfabrikation<sup>2)</sup> gebraucht; ferner bei der Herstellung des Stärkezuckers, in der Petroleumraffinerie, bei der Gewinnung der Fettsäuren, bei der Rückgewinnung der Fettsäuren aus den Walkwässern, bei der Bereitung des Türkischrotöls und aller sulfurierten Öle, bei der Darstellung von Farbstoffen, in der Färberei und Druckerei, zum „Avivieren“ der Seide<sup>3)</sup>, in der Baumwollbleiche, zum Karbonisieren der Wolle, zum Aufschließen der Stärke für Appreturzwecke, zum Reinigen des gebrauchten Benzins, zum Reinigen der Kupferkessel usw. Auch zum Neutralisieren von alkalisch reagierenden Flüssigkeiten und Appreturmassen wird sie vielfach verwendet. Dabei ist zu beachten, daß oft die geringste Menge freier Schwefelsäure sowohl auf die vegetabilische Faser als auch auf die Farbe schädlich wirken kann.

Die rauchende Schwefelsäure wirkt viel stärker als die gewöhnliche; man bedient sich ihrer bei der Herstellung vieler Farbstoffe, sowie bei der Bereitung von Türkischrotölen.

#### Nachweis der Schwefelsäure und ihrer Salze.

Als Reagens dient eine Bariumchloridlösung  $\text{BaCl}_2$ ; sie gibt mit Schwefelsäure und deren Salzen einen weißen Niederschlag von Bariumsulfat  $\text{BaSO}_4$ , der in Salpetersäure unlöslich ist; z. B.  $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4 + 2 \text{NaCl}$ . Außer der freien Säure zeigen auch jene Sulfate eine saure Reaktion, welchen eine schwache Base zugrunde

<sup>1)</sup> Z. B. das Aufschließen von Stärke mit verdünnter Schwefelsäure; S. 213.

<sup>2)</sup> Superphosphat ist ein phosphorreicher, wasserlöslicher Kunstdünger.

<sup>3)</sup> Durch das Avivieren (Wiederbeleben) wird der Verlust an Glanz, den die Seide bei verschiedenen Operationen in der Färberei erleidet, ersetzt. Dazu dienen auch andere, später zu besprechende Stoffe.

liegt, z. B. eine Lösung von Aluminiumsulfat  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  oder Alaun  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 24 \text{H}_2\text{O}^1$ .

Der Gehalt der Schwefelsäure wird gewöhnlich mit dem Aräometer nach folgender Tabelle bestimmt.

Spezifische Gewichte von Schwefelsäure verschiedener Konzentration (Lunge, Isler und Naef).

Spez. Gew. bei $\frac{15^\circ}{4^\circ}$ (luftl. R.)	°Baumé	Gew. % $\text{H}_2\text{SO}_4$	Vol. % $\text{H}_2\text{SO}_4$	Spez. Gew. bei $\frac{15^\circ}{4^\circ}$ (luftl. R.)	°Baumé	Gew. % $\text{H}_2\text{SO}_4$	Vol. % $\text{H}_2\text{SO}_4$	Spez. Gew. bei $\frac{15^\circ}{4^\circ}$ (luftl. R.)	°Baumé	Gew. % $\text{H}_2\text{SO}_4$	Vol. % $\text{H}_2\text{SO}_4$
1,000	0,0	0,09	0,1	1,380	39,8	48,00	66,2	1,760	62,3	82,44	145,1
1,010	1,4	1,57	1,6	1,390	40,5	49,06	68,2	1,770	62,8	83,51	147,8
1,020	2,7	3,03	3,1	1,400	41,2	50,11	70,2	1,780	63,2	84,50	150,4
1,030	4,1	4,49	4,6	1,410	42,0	51,15	72,1	1,790	63,7	85,70	153,4
1,040	5,4	5,96	6,2	1,420	42,7	52,15	74,0	1,800	64,2	86,92	156,5
1,050	6,7	7,37	7,7	1,430	43,4	53,11	75,9	1,805	64,4	87,60	158,1
1,060	8,0	8,77	9,3	1,440	44,1	54,07	77,9	1,810	64,6	88,30	159,8
1,070	9,4	10,19	10,9	1,450	44,8	55,03	79,8	1,815	64,8	89,16	161,8
1,080	10,6	11,60	12,5	1,460	45,4	55,97	81,7	1,820	65,0	90,05	163,9
1,090	11,9	12,99	14,2	1,470	46,1	56,90	83,7	1,821	. .	90,20	164,3
1,100	13,0	14,35	15,8	1,480	46,8	57,83	85,6	1,822	65,1	90,40	164,7
1,110	14,2	15,71	17,5	1,490	47,4	58,74	87,6	1,823	. .	90,60	165,1
1,120	15,4	17,01	19,1	1,500	48,1	59,70	89,6	1,824	65,2	90,80	165,6
1,130	16,5	18,31	20,7	1,510	48,7	60,65	91,6	1,825	. .	91,00	166,1
1,140	17,7	19,61	22,3	1,520	49,4	61,59	93,6	1,826	65,3	91,25	166,6
1,150	18,8	20,91	23,9	1,530	50,0	62,53	95,7	1,827	. .	91,50	167,1
1,160	19,8	22,19	25,7	1,540	50,6	63,43	97,7	1,828	65,4	91,70	167,6
1,170	20,9	23,47	27,5	1,550	51,2	64,26	99,6	1,829	. .	91,90	168,1
1,180	22,0	24,76	29,2	1,560	51,8	65,20	101,7	1,830	. .	92,10	168,5
1,190	23,0	26,04	31,0	1,570	52,4	66,09	103,8	1,831	65,5	92,43	169,2
1,200	24,0	27,32	32,8	1,580	53,0	66,95	105,8	1,832	. .	92,70	169,8
1,210	25,0	28,58	34,6	1,590	53,6	67,83	107,8	1,833	65,6	92,97	170,4
1,220	26,0	29,84	36,4	1,600	54,1	68,70	109,9	1,834	. .	93,25	171,0
1,230	26,9	31,11	38,2	1,610	54,7	69,56	112,0	1,835	65,7	93,56	171,7
1,240	27,9	32,28	40,0	1,620	55,2	70,42	114,1	1,836	. .	93,90	172,2
1,250	28,8	33,43	41,8	1,630	55,8	71,27	116,2	1,837	. .	94,25	173,0
1,260	29,7	34,57	43,5	1,640	56,3	72,12	118,2	1,838	65,8	94,60	173,9
1,270	30,6	35,71	45,4	1,650	56,9	72,96	120,4	1,839	. .	95,00	174,8
1,280	31,5	36,87	47,2	1,660	57,4	73,81	122,5	1,840	65,9	95,60	175,9
1,290	32,4	38,03	49,0	1,670	57,9	74,66	124,6	1,8405	. .	95,95	176,5
1,300	33,3	39,19	51,6	1,680	58,4	75,50	126,8	1,8410	. .	96,38	177,4
1,310	34,2	40,35	52,9	1,690	58,9	76,38	128,9 <sup>1</sup>	1,8415	. .	97,35	179,2
1,320	35,0	41,50	54,8	1,700	59,5	77,17	131,2	1,8410	. .	98,20	180,8
1,330	35,8	42,66	56,7	1,710	60,0	78,04	133,4	1,8405	. .	98,52	181,4
1,340	36,6	43,74	58,6	1,720	60,4	78,92	135,7	1,8400	. .	98,72	181,6
1,350	37,4	44,82	60,5	1,730	60,9	79,80	138,1	1,8395	. .	98,77	181,7
1,360	38,2	45,88	62,4	1,740	61,4	80,68	140,4	1,8390	. .	99,12	182,3
1,370	39,0	46,94	64,3	1,750	61,8	81,56	142,7	1,8385	. .	99,31	182,6

<sup>1)</sup> Die saure Reaktion wird durch die hydrolytische Spaltung bedingt; S. 39.

### Salzsäure HCl.

**Darstellung und Eigenschaften der Salzsäure.** Zur Darstellung der Salzsäure wird Kochsalz NaCl in sogen. Sulfatöfen mit konzentrierter Schwefelsäure versetzt:  $2 \text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2 \text{HCl}$ . Das entweichende Chlorwasserstoffgas läßt man in geeigneten Apparaten von Wasser absorbieren; die Lösung wird Salzsäure genannt. Die konzentrierte Handelssäure hat das spez. Gewicht 1,15 bis 1,19 und enthält 30 bis 38% HCl. Der konzentrierten Salzsäure kommt ein stechend saurer Geruch zu, welcher von entweichendem Chlorwasserstoffgas herrührt. Letzteres bildet an der Luft dichte weiße Nebel, da es sich mit der Feuchtigkeit der Luft zu wässriger Salzsäure verbindet. Im Gegensatz zu der Schwefelsäure ist die Salzsäure flüchtig. Wird konzentrierte Salzsäure erhitzt, so entweicht zuerst Chlorwasserstoffgas mit wenig Wasser; sobald aber die Säure eine Konzentration von 20% HCl besitzt, entweicht bei weiterem Erhitzen eine 20 %ige Säure. Eine verdünnte Salzsäure gibt hingegen beim Erhitzen solange Wasser ab, bis sie die angeführte Konzentration erreicht. Salzsäure löst die meisten Metalle und Metalloxyde unter Bildung von Chloriden.

Von den Salzen der Salzsäure sind in Wasser unlöslich nur das Silberchlorid AgCl und das Merkurchlorid HgCl<sub>2</sub>; schwer löslich ist das Bleichlorid PbCl<sub>2</sub>, alle übrigen Chloride sind leicht löslich.

**Verwendung der Salzsäure.** Die Hauptverwendung findet sie zur Gewinnung von Chlor Cl, das seinerseits zur Herstellung von Chlorkalk und anderen Bleichmitteln dient<sup>1)</sup>, ferner zur Darstellung von Chloriden, in der Leim- und Dextrinfabrikation sowie in der Färberei und Bleicherei. In gasförmigem Zustande dient sie zum Karbonisieren der Kunstwolle. Vielfach kann die Salzsäure an Stelle der Schwefelsäure mit Vorteil Verwendung finden; so z. B. in der Bleicherei oder zur Neutralisation alkalischer Flüssigkeiten. Während bereits ein kleiner Überschuß an Schwefelsäure von nachteiligen Folgen sein kann, trifft dies bei der Salzsäure infolge ihrer Flüchtigkeit weniger zu.

#### Nachweis der Salzsäure und ihrer Salze.

Eine Silbernitratlösung AgNO<sub>3</sub> gibt sowohl mit der freien Säure als auch mit löslichen Chloriden einen weißen, käsigen, am Lichte sich schwärzenden Niederschlag von Silberchlorid AgCl, der in Ammoniak löslich ist, bei Zusatz von Salpetersäure aber wieder zur Fällung gelangt; z. B.  $\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 = \text{AgCl} + \text{NaNO}_3$ .

Für die aräometrische Bestimmung des Gehaltes der Salzsäure dient die folgende Tabelle.

---

<sup>1)</sup> S. 118.

## Spezifische Gewichte von Salzsäure verschiedener Konzentration. (Lunge, Marchlewski.)

Spez. Gew. bei $\frac{15^\circ}{4^\circ}$ (luftl. R.)	°Baumé	Gew. % HCl	Vol. % HCl	Spez. Gew. bei $\frac{15^\circ}{4^\circ}$ (luftl. R.)	°Baumé	Gew. % HCl	Vol. % HCl	Spez. Gew. bei $\frac{15^\circ}{4^\circ}$ (luftl. R.)	°Baumé	Gew. % HCl	Vol. % HCl
1,000	0,0	0,16	0,16	1,075	10,0	15,16	16,3	1,145	18,3	28,61	32,8
1,005	0,7	1,15	1,2	1,080	10,6	16,15	17,4	1,150	18,8	29,57	34,0
1,010	1,4	2,14	2,2	1,085	11,2	17,13	18,6	1,152	19,0	29,95	34,5
1,015	2,1	3,12	3,2	1,090	11,9	18,11	19,7	1,155	19,4	30,55	35,3
1,020	2,7	4,13	4,2	1,095	12,4	19,06	20,9	1,160	19,8	31,52	36,6
1,025	3,4	5,15	5,3	1,100	13,0	20,01	22,0	1,163	20,0	32,10	37,3
1,030	4,1	6,15	6,4	1,105	13,6	20,97	23,2	1,165	20,3	32,49	37,9
1,035	4,7	7,15	7,4	1,110	14,2	21,92	24,3	1,170	20,9	33,46	39,2
1,040	5,4	8,16	8,5	1,115	14,9	22,86	25,5	1,171	21,0	33,65	39,4
1,045	6,0	9,16	9,6	1,120	15,4	23,82	26,7	1,175	21,4	34,42	40,4
1,050	6,7	10,17	10,7	1,125	16,0	24,78	27,8	1,180	22,0	35,39	41,8
1,055	7,4	11,18	11,8	1,130	16,5	25,75	29,1	1,185	22,5	36,31	43,0
1,060	8,0	12,19	12,9	1,135	17,1	26,70	30,3	1,190	23,0	37,23	44,3
1,065	8,7	13,19	14,1	1,140	17,7	27,66	31,5	1,195	23,5	38,16	45,6
1,070	9,4	14,17	15,2	1,1425	18,0	28,14	32,2	1,200	24,0	39,11	46,9

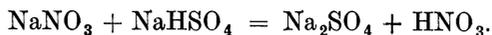
Salpetersäure, HNO<sub>3</sub>.

Darstellung der Salpetersäure. Zur Darstellung der Salpetersäure wird das in Chile in mächtigen Lagern sich vorfindende Natriumnitrat (Chilisalpeter, Natronsalpeter) durch konzentrierte Schwefelsäure zersetzt. Je nachdem man 1 Mol<sup>1)</sup> Schwefelsäure auf 1 oder 2 Mol Salpeter einwirken läßt, erhält man entweder die farblose oder die rote rauchende Salpetersäure. Bei niedriger Temperatur findet die Zersetzung nach folgender Gleichung statt:



Die flüchtige Salpetersäure wird aus dem Destillationsapparat ausgetrieben und in der gekühlten Vorlage zu einer farblosen Flüssigkeit, der farblosen Salpetersäure verdichtet.

Zur Zersetzung von 2 Mol Salpeter mit 1 Mol Schwefelsäure bedarf es einer höheren Temperatur, damit sich auch das gebildete primäre Natriumsulfat mit Salpeter umsetzt:



<sup>1)</sup> W. Ostwald schlägt für die Bezeichnung des Molekulargewichtes in Gramm die Abkürzung „Mol“ vor. In diesem Sinne rechnet man auch mit „Millimol“, „Kilomol“ usw.

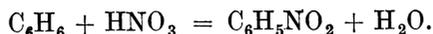
Infolge der höheren Temperatur zersetzt sich jedoch ein Teil der Salpetersäure nach folgender Gleichung:



Das braun gefärbte Stickstoffdioxydgas  $\text{NO}_2$  löst sich in der Salpetersäure zu einer rotgelben Flüssigkeit, der roten rauchenden Salpetersäure.

Glänzende Erfolge hat in der neuesten Zeit die Synthese der Salpetersäure aus der atmosphärischen Luft mit Hilfe der Elektrizität aufzuweisen.

Eigenschaften der Salpetersäure. Die reine wasserfreie Salpetersäure ist eine farblose, rauchende, fast geruchlose Flüssigkeit, die begierig Wasser anzieht und sich mit diesem in jedem Verhältnis mischt. Die konzentrierte Handelssäure hat das spez. Gewicht 1,42 und enthält ungefähr 70%  $\text{HNO}_3$ . Die rohe oder „technische“ Salpetersäure ist stark verunreinigt und gelblich gefärbt. Beim Erhitzen bzw. bei der Destillation verhält sich die Salpetersäure wie die Salzsäure, d. h. sowohl die konzentrierte als auch die verdünnte Salpetersäure liefern dabei eine Säure von derselben Konzentration (68 % bei einem spez. Gewicht von 1,42); die konzentrierte Säure zersetzt sich anfangs in Wasser, Stickstoffdioxyd und Sauerstoff, die verdünnte hingegen gibt solange Wasser ab, bis die angeführte Konzentration erreicht wird. Außer der allen Säuren zukommenden salzbildenden Eigenschaft besitzt die Salpetersäure noch zwei andere, welche ihr eine Sonderstellung unter den Säuren einräumen. Erstens kommt ihr eine sehr stark oxydierende Wirkung zu; sie beruht auf der oben angeführten Zersetzung der Salpetersäure. So oxydiert sie unter Freiwerden von braunen Stickstoffdioxyddämpfen mit Ausnahme des Goldes und des Platins alle Metalle; bis auf Antimon- und Zinnoxid lösen sich die gebildeten Metalloxyde im Überschusse der Salpetersäure zu Nitraten auf. Stroh, Wolle, Sägespäne und andere organische Substanzen werden von ihr vollständig zerstört, oft unter Entflammung. Auch die Eigenschaft, die Haut zu ätzen, beruht auf der oxydierenden Wirkung der Salpetersäure. Zweitens wirkt sie auf viele organische Stoffe „nitrierend“ ein, d. h. sie ersetzt in denselben ein oder mehrere Wasserstoffatome unter Austritt von Wasser durch eine oder mehrere Nitrogruppen  $\text{NO}_2$ <sup>1)</sup>. Die „Nitrierung“ findet besonders leicht bei Gegenwart von konzentrierter Schwefelsäure statt, da diese das gebildete Wasser leicht bindet. So entsteht z. B. beim Nitrieren des Benzols das Nitrobenzol:




---

<sup>1)</sup> Radikal der Salpetersäure; S. 30.

Die Nitrierung hat eine besondere Wichtigkeit in der Farbstoffindustrie. Auch die durch Salpetersäure bewirkte Gelbfärbung der Haut und der Wolle rührt von Nitroverbindungen her. Von großer Bedeutung für die Herstellung von Sprengstoffen, aber auch für die Textilindustrie ist die Einwirkung von einem Salpetersäure-Schwefelsäuregemisch auf Zellulose<sup>1)</sup>, wobei letztere, ohne ihr Aussehen zu ändern, Zellulose-Salpetersäureester oder Zellulosenitrat liefert. Dieses Produkt ist eine salzartige Verbindung, ein „Ester“<sup>2)</sup>; die gebräuchliche Bezeichnung Nitrozellulose entspricht nicht dem wahren Charakter dieses Stoffes. Je nach der Konzentration und Einwirkungsdauer des Säuregemisches zeigen die Zellulosenitrate eine wechselnde Zusammensetzung und verschiedene Eigenschaften. Das Zellosedinitrat  $[C_6H_8(O \cdot NO_2)_2O_3]_n$  oder Kollodiumwolle ist wenig explosiv und in einem Alkohol-Äthergemisch zu „Kollodium“ löslich. Wird dieses in dünner Schichte ausgebreitet, so bleibt nach dem Verdunsten des Lösungsmittels ein zähes durchsichtiges Häutchen zurück<sup>3)</sup>. Das Kollodium wird nach dem Verfahren von Chardonnet auf „künstliche Seide“ verarbeitet.<sup>4)</sup> Durch Erhitzen der Kollodiumwolle mit Kampfer unter Druck wird das bekannte Zelluloid hergestellt. Das Zellosetrinitrat oder Schießbaumwolle  $[C_6H_7(O \cdot NO_2)_3O_2]_n$  ist in Äther-Alkohol unlöslich, äußerst explosiv und findet in der Sprengstofftechnik Verwendung.

Die Salze der Salpetersäure, Nitratre genannt, sind alle in Wasser löslich.

Verwendung der Salpetersäure. Diese ist eine vielseitige; so bei der Trennung des Goldes vom Silber (Scheidewasser), bei der Herstellung der Schwefelsäure, in der Farbstoffindustrie, in der Sprengstofftechnik, bei der Herstellung der künstlichen Seide, des Dextrins, der Nitratre usw. In der Färberei hat sie eine untergeordnete Bedeutung. Infolge der zerstörenden Wirkung, welche sie als freie Säure ausübt, ist die Salpetersäure zu Neutralisationszwecken ungeeignet; auch ihr hoher Preis würde gegen diese Verwendung sprechen. Ein Gemisch von Salpetersäure und Salzsäure wird als „Königswasser“ zum Lösen des Goldes und anderer Metalle verwendet. Die stark lösende Wirkung des Königswassers beruht auf Freiwerden des Chlors  $Cl^5)$ , das sich mit den meisten Metallen durch Addition zu löslichen Chloriden verbindet.

<sup>1)</sup> S. 198.

<sup>2)</sup> S. 105.

<sup>3)</sup> Bei der Wundbehandlung mit Kollodium schützt das erwähnte Häutchen vor Infektion.

<sup>4)</sup> S. 199.

<sup>5)</sup>  $HNO_3 + 3 HCl = 2 H_2O + NOCl + Cl_2$ .  
Nitrosylchlorid

## Nachweis der Salpetersäure und ihrer Salze.

Zu einer Mischung der zu untersuchenden Probe mit einer kalt bereiteten Eisenvitriollösung läßt man bei geeigneter Eprouvette konzentrierte Schwefelsäure vorsichtig zufließen; bei Gegenwart von Salpetersäure bildet sich oberhalb der am Boden befindlichen Schwefelsäure ein brauner Ring; beim Schütteln entweichen braune Stickstoffdioxyddämpfe.

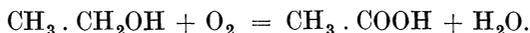
Der Gehalt der Salpetersäure läßt sich bei Verwendung der folgenden Tabelle aräometrisch bestimmen.

Spezifische Gewichte von Salpetersäure verschiedener Konzentration (Lunge).

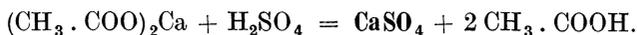
Spez. Gew. $\frac{15^{\circ}}{4^{\circ}}$ bei (luftl. R.)	$^{\circ}$ Baumé	Gew. % $\text{HNO}_3$	Vol. % $\text{HNO}_3$	Spez. Gew. $\frac{15^{\circ}}{4^{\circ}}$ bei (luftl. R.)	$^{\circ}$ Baumé	Gew. % $\text{HNO}_3$	Vol. % $\text{HNO}_3$	Spez. Gew. $\frac{15^{\circ}}{4^{\circ}}$ bei (luftl. R.)	$^{\circ}$ Baumé	Gew. % $\text{HNO}_3$	Vol. % $\text{HNO}_3$
1,000	0,0	0,10	0,1	1,260	29,7	41,34	52,1	1,460	45,4	79,98	116,8
1,010	1,4	1,90	1,9	1,270	30,6	42,87	54,4	1,470	46,1	82,90	121,9
1,020	2,7	3,70	3,8	1,280	31,5	44,41	56,8	1,480	46,8	86,05	127,4
1,030	4,1	5,50	5,7	1,290	32,4	45,95	59,3	1,490	47,4	89,60	133,5
1,040	5,4	7,06	7,5	1,300	33,3	47,49	61,7	1,495	47,8	91,60	136,9
1,050	6,7	8,99	9,4	1,310	34,2	49,07	64,3	1,500	48,1	94,09	141,1
1,060	8,0	10,68	11,3	1,320	35,0	50,71	66,9	1,501	—	94,60	142,0
1,070	9,4	12,33	13,2	1,325	35,4	51,53	68,3	1,502	—	95,08	142,8
1,080	10,6	13,95	15,1	1,330	35,8	52,37	69,7	1,503	—	95,55	143,6
1,090	11,9	15,53	16,9	1,3325	36,0	52,80	70,4	1,504	—	96,00	144,4
1,100	13,0	17,11	18,8	1,335	36,2	53,22	71,0	1,505	48,4	96,39	145,1
1,110	14,2	18,67	20,7	1,340	36,6	54,07	72,5	1,506	—	96,76	145,7
1,120	15,4	20,23	22,7	1,350	37,4	55,79	75,3	1,507	—	97,13	146,4
1,130	16,5	21,77	24,6	1,360	38,2	57,57	78,3	1,508	48,5	97,50	147,0
1,140	17,7	23,31	26,6	1,370	39,0	59,39	81,4	1,509	—	97,84	147,6
1,150	18,8	24,84	28,6	1,380	39,8	61,27	84,6	1,510	48,7	98,10	148,1
1,160	19,8	26,36	30,6	1,3833	40,0	61,92	85,7	1,511	—	98,32	148,6
1,170	20,9	27,88	32,6	1,385	40,1	62,24	86,2	1,512	—	98,53	149,0
1,180	22,0	29,38	34,7	1,390	40,5	63,23	87,9	1,513	—	98,73	149,4
1,190	23,0	30,88	36,7	1,400	41,2	65,30	91,4	1,514	—	98,90	149,7
1,200	24,0	32,36	38,8	1,410	42,0	67,50	95,2	1,515	49,0	99,07	150,1
1,210	25,0	33,82	40,9	1,420	42,7	69,80	99,1	1,516	—	99,21	150,4
1,220	26,0	35,28	43,0	1,430	43,4	72,17	103,2	1,517	—	99,34	150,7
1,230	26,9	36,78	45,2	1,440	44,1	74,68	107,5	1,518	—	99,46	151,0
1,240	27,9	38,29	47,5	1,450	44,8	77,28	112,1	1,519	—	99,57	151,2
1,250	28,8	39,82	49,8					1,520	49,4	99,67	151,5

### Essigsäure $\text{CH}_3 \cdot \text{COOH}^1$ ).

**Darstellung der Essigsäure.** Durch die Lebenstätigkeit von Essigsäurebakterien nimmt verdünnter Äthylalkohol (Spiritus)  $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2\text{OH}$  unter gewissen Bedingungen den Sauerstoff der Luft leicht auf und geht dabei in Essigsäure über:



Dieser Vorgang, essigsäure Gärung genannt, geht am besten bei ungefähr  $35^\circ$  vor sich und erfordert die Gegenwart von Stoffen, welche den Essigsäurebakterien zu ihrer Entwicklung als Nährstoffe dienen; dazu gehören Salze und stickstoffhaltige Substanzen. Darauf gründet sich die Herstellung des Speiseessigs aus Wein oder Bier, sowie die Fabrikation der Essigsäure aus verdünntem Spiritus nach dem Schnell-essigverfahren. Die weitaus größte Menge Essigsäure, die gegenwärtig in der Industrie Verwendung findet, ist jedoch ein Destillationsprodukt des Holzes. Das bei der „trockenen Destillation“<sup>2)</sup> des Holzes erhaltene wässrige Destillat enthält außer Methylalkohol (Holzgeist) auch Essigsäure und andere Stoffe. Durch Zusatz von Kalkmilch  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  zum Destillat entsteht Kalziumacetat  $(\text{CH}_3 \cdot \text{COO})_2\text{Ca}$ , das beim darauf folgenden Abdestillieren des Holzgeistes zurückbleibt und als sogenannter Graukalk das Material für die Gewinnung der Essigsäure bildet. Durch Destillation mit Schwefelsäure erhält man aus demselben die Essigsäure:



**Eigenschaften der Essigsäure.** Wasserfrei führt die Essigsäure den Namen „Eisessig“, da sie bei  $16^\circ$  zu einer kristallinischen, eisartigen Masse erstarrt. Die Essigsäure hat einen stechenden Geruch, ätzt die Haut und läßt sich mit Wasser in jedem Verhältnis mischen. Dabei findet

<sup>1)</sup> Die Essigsäure ist eine organische „Karbonsäure“. Ihren sauren Charakter verdankt sie der einwertigen Atomgruppe —COOH, Karboxylgruppe genannt. Von den vielen Verbindungen, welche sich von den Karbonsäuren ableiten, sind am wichtigsten ihre Salze; sie werden durch Ersatz des Wasserstoffes in der Karboxylgruppe durch Metalle gebildet.

<sup>2)</sup> Zum Unterschiede von der Verbrennung, welche unter Luftzutritt erfolgt, versteht man unter der trockenen Destillation eines Stoffes das Erhitzen desselben unter Luftabschluß. Dabei bilden sich aus vielen organischen Stoffen die mannigfachsten Zersetzungsprodukte. Bei der trockenen Destillation des Holzes verbleibt als Rückstand in der Retorte die Holzkohle, während sich ein Teil der Destillationsprodukte in der Vorlage als Holzteer und Holzteerwasser kondensiert, ein anderer Teil aber in gasförmigem Zustande entweicht und das Holzleuchtgas bildet. Da das Holzteerwasser Essigsäure enthält, zeigt es eine stark saure Reaktion.

Der Holzteer findet wegen seiner konservierenden Wirkung als Imprägnierungsmittel für Taue, Dachpappe und Segeltuch Verwendung.

eine Wärmeentwicklung und Volumverminderung statt. Letztere ist am größten beim Mischen von 1 Mol Essigsäure mit 1 Mol Wasser. Aus diesem Grunde besitzt eine 43 %ige Essigsäure dasselbe spez. Gewicht wie die wasserfreie: das spez. Gewicht steigt zuerst, wenn Eisessig mit Wasser gemischt wird, und sinkt erst bei weiterem Verdünnen. Es entsprechen demnach die spez. Gewichte über 1,0553 zwei Säuren von verschiedenem Gehalt, worauf bei der aräometrischen Prüfung der Essigsäure Rücksicht zu nehmen ist. Zur Vermeidung einer Täuschung setzt man bei einem spez. Gewicht über 1,0553 etwas Wasser zu; nimmt das spez. Gewicht dabei zu, so war die Säure stärker als 78 %ig. Außer als Eisessig, der nur wenig Verwendung findet, kommt die Essigsäure im Handel in mehreren Konzentrationsgraden vor: meist 30 %ig, aber auch 50 %ig und 60 %ig. Die „Essigessenz“ ist eine ungefähr 80 %ige Essigsäure. Vielfach ist darauf zu achten, daß die Essigsäure frei von Schwefelsäure und anderen Mineralsäuren ist, insbesondere, wenn sie bei Baumwolle verwendet wird; die schädliche Wirkung der Schwefelsäure macht sich oft erst nach längerem Lagern der Ware bemerkbar. Die Essigsäure gehört zu den flüchtigen Säuren und ist schwächer als die früher beschriebenen Mineralsäuren, aber stärker, als die Kohlensäure, weil sie deren Salze leicht zerlegt<sup>1)</sup>.

Die Salze der Essigsäure werden Azetate genannt; die meisten sind leicht löslich, schwer löslich sind das Silber- und Merkuroazetat.

Verwendung der Essigsäure. Sie besitzt eine vielseitige Verwendung in der Farbstofffabrikation, Färberei und Druckerei<sup>2)</sup> und dient zum Avivieren der Seidenfärbungen, als Lösungsmittel für viele Farbstoffe, Harze und Öle, zum Korrigieren des Wassers in der Färberei<sup>3)</sup>, zur Erzielung jenes „krachenden“ Griffes bei mercerisierter Baumwolle, der diese der Seide täuschend ähnlich erscheinen läßt, zur Darstellung von Azetaten, insbesondere von Blei- und Aluminiumazetat usw. Sehr vorteilhaft wird die Essigsäure als Neutralisationsmittel verwendet, da ein kleiner Überschuß an freier Säure in den meisten Fällen eher eine günstige Wirkung als eine schädliche zur Folge hat, was bei den Mineralsäuren nicht zutrifft.

#### Nachweis der Essigsäure und ihrer Salze.

Die freie Säure ist an ihrem Geruch zu erkennen. Aus Azetaten macht Schwefelsäure die Essigsäure frei; setzt man vorher noch etwas Alkohol zu und erwärmt schwach, so bildet sich der angenehm erfrischend riechende Essigsäureäthylester (Essigäther<sup>4)</sup>).

---

<sup>1)</sup> S. 91.

<sup>2)</sup> Aluminium-, Eisen-, Chrom- und Kupferazetat dienen als Beizen.

<sup>3)</sup> S. 57.

<sup>4)</sup> S. 105.

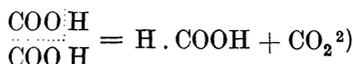
Der Gehalt der Essigsäure kann mit Hilfe der folgenden Tabelle unter Berücksichtigung der oben erwähnten Kontraktion aräometrisch bestimmt werden.

Spezifische Gewichte der Essigsäure. (Oudemann.)

Spez. Gew. bei $\frac{15^\circ}{4^\circ}$ (luftl. R.)	Gew. % $C_2H_4O_2$	Spez. Gew. bei $\frac{15^\circ}{4^\circ}$ (luftl. R.)	Gew. % $C_2H_4O_2$	Spez. Gew. bei $\frac{15^\circ}{4^\circ}$ (luftl. R.)	Gew. % $C_2H_4O_2$	Spez. Gew. bei $\frac{15^\circ}{4^\circ}$ (luftl. R.)	Gew. % $C_2H_4O_2$
1,0007	1	1,0363	26	1,0623	51	1,0747	76
1,0022	2	1,0375	27	1,0631	52	1,0748	77
1,0037	3	1,0388	28	1,0638	53	1,0748	78
1,0052	4	1,0400	29	1,0646	54	1,0748	79
1,0067	5	1,0412	30	1,0653	55	1,0748	80
1,0083	6	1,0424	31	1,0660	56	1,0747	81
1,0098	7	1,0436	32	1,0666	57	1,0746	82
1,0113	8	1,0447	33	1,0673	58	1,0744	83
1,0127	9	1,0459	34	1,0679	59	1,0742	84
1,0142	10	1,0470	35	1,0685	60	1,0739	85
1,0157	11	1,0481	36	1,0691	61	1,0736	86
1,0171	12	1,0492	37	1,0697	62	1,0731	87
1,0185	13	1,0502	38	1,0702	63	1,0726	88
1,0200	14	1,0513	39	1,0707	64	1,0720	89
1,0214	15	1,0523	40	1,0712	65	1,0713	90
1,0228	16	1,0533	41	1,0717	66	1,0705	91
1,0242	17	1,0543	42	1,0721	67	1,0696	92
1,0256	18	1,0552	43	1,0725	68	1,0686	93
1,0270	19	1,0562	44	1,0729	69	1,0674	94
1,0284	20	1,0571	45	1,0733	70	1,0660	95
1,0298	21	1,0580	46	1,0737	71	1,0644	96
1,0311	22	1,0589	47	1,0740	72	1,0625	97
1,0324	23	1,0598	48	1,0742	73	1,0604	98
1,0337	24	1,0607	49	1,0744	74	1,0580	99
1,0350	25	1,0615	50	1,0746	75	1,0553	100

### Ameisensäure $H.COOH^1)$ .

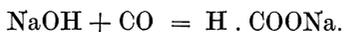
Darstellung der Ameisensäure. Die Benennung dieser Säure rührt von ihrem Vorkommen in den Ameisen her. Praktisch wird die Ameisensäure durch Erhitzen von Oxalsäure mit Glycerin bei 115 bis 125° hergestellt:



<sup>1)</sup> Die Ameisensäure ist die einfachste organische Karbonsäure und bildet das Anfangsglied einer Reihe von Säuren, deren nächstes Glied die Essigsäure ist. Auch wichtige höhere Fettsäuren (S. 138) gehören dieser Reihe an. Allen kommt die allgemeine Formel  $C_nH_{2n}O_2$  zu.

<sup>2)</sup> In Wirklichkeit ist der Prozeß etwas komplizierter, da sich erst Zwischenprodukte zwischen Oxalsäure und Glycerin bilden.

Billiger wird die Ameisensäure gegenwärtig durch Einwirkung von Kohlenoxyd (Generatorgas) auf gepulvertes Ätznatron in Druckgefäßen bei 120° gewonnen:



Nach dem Verfahren von Goldschmidt wird zur Gewinnung von Ameisensäure in ein mit Koks gefülltes Gefäß bei 200° Natronlauge eingeleitet und dann warmes Generatorgas durchgeblasen. Aus dem erhaltenen Natriumsalz wird die Ameisensäure mit Schwefelsäure ausgetrieben und in der Vorlage gesammelt.

Eigenschaften der Ameisensäure. Die Ameisensäure ist eine farblose, stechend riechende Flüssigkeit, die an der Haut Blasen zieht (Ameisenbiß). Sie ist stärker als Essigsäure, flüchtig und mit Wasser in jedem Verhältnis mischbar, wobei jedoch eine Kontraktion nicht stattfindet. Von der Essigsäure unterscheidet sie sich durch ihr starkes Reduktionsvermögen<sup>1)</sup> und ihre antiseptische Wirkung<sup>2)</sup>.

Die Salze der Ameisensäure, Formiate genannt, sind denen der Essigsäure ähnlich und in Wasser löslich.

Verwendung der Ameisensäure. Die Ameisensäure wird gegenwärtig sehr viel in der Färberei und Druckerei an Stelle der Schwefelsäure und Essigsäure gebraucht, da sie diesen gegenüber mehrere Vorzüge besitzt. Sie greift die Faser gar nicht an und wirkt dennoch kräftiger als die Essigsäure. Aus demselben Grunde wird sie der Essigsäure auch zum Krachendmachen der mercerisierten Baumwolle vorgezogen<sup>3)</sup>. Für alkalisch reagierende Appreturmassen kann sie als Neutralisationsflüssigkeit verwendet werden, umsomehr, da ein kleiner Überschuß nicht schadet, vielmehr die Farben vielfach belebt und die Appreturmasse bzw. die Ware gleichzeitig antiseptisch macht. Die antiseptische Wirkung macht sich bei einem Zusatz von 5 Teilen Ameisensäure zu 1000 Teilen Appreturmasse geltend.

#### Nachweis der Ameisensäure und ihrer Salze.

Die freie Säure erkennt man an ihrem stehenden Geruch. Mit Silbernitratlösung  $\text{AgNO}_3$  geben Formiate, nicht aber die freie Ameisensäure, einen weißen Niederschlag von Silberformiat  $\text{H} \cdot \text{COOAg}$ ,

<sup>1)</sup> Unter dem Reduktionsvermögen eines Stoffes versteht man seine Fähigkeit, anderen Stoffen Sauerstoff oder andere Elemente zu entziehen. Bei der Reduktion von Salzen geht das Metall aus der höheren Wertigkeitsstufe in die niedrigere über; es geht z. B. das Ferrisulfat  $\overset{\text{III}}{\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3}$  in Ferrosulfat  $\overset{\text{II}}{\text{FeSO}_4}$ , das Ferrichlorid  $\overset{\text{III}}{\text{FeCl}_3}$  in Ferrochlorid  $\overset{\text{II}}{\text{FeCl}_2}$  über usw. Manchmal findet die Reduktion der Salze unter Abscheidung des Metalles statt, so z. B. bei Silbersalzen.

<sup>2)</sup> S. 287.

<sup>3)</sup> Die Ameisensäure kann auch einen Ersatz für die demselben Zwecke dienende, aber im Preise viel höher stehende Weinsäure bieten.

aus welchem sich in der Kälte allmählich, beim Erwärmen sofort Silber ausscheidet, das in der feinen Verteilung schwarz erscheint. In verdünnter Lösung bewirkt Silbernitrat keine Fällung, doch wird letzteres so wie durch freie Ameisensäure beim Erwärmen ebenfalls zu schwarzem Silber reduziert<sup>1)</sup>.

Die Bestimmung des Gehaltes der Ameisensäure kann mit Hilfe der folgenden Tabelle aräometrisch erfolgen.

Spezifische Gewichte der Ameisensäure verschiedener Konzentration.  
(Hamel).

Spez. Gew. bei $\frac{15^\circ}{4^\circ}$ (luftl. R.)	Gew. % $\text{CH}_2\text{O}_2$						
1,0025	1	1,0125	5	1,0225	9	1,0665	13
1,0050	2	1,0150	6	1,0250	10	1,0800	14
1,0075	3	1,0175	7	1,0390	11	1,0925	15
1,0100	4	1,0200	8	1,0530	12	1,1050	16

### Oxalsäure $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ .

Die Oxalsäure ist in der Pflanzenwelt sehr verbreitet; ihr primäres Kaliumsalz findet sich z. B. im Sauerklee und im Sauerampfer. Sie wird durch Schmelzen des Sägemehls mit Kaliumhydroxyd und Natriumhydroxyd gewonnen. Die erhaltene Schmelze wird mit Wasser ausgelaugt und das gelöste Alkalioxalat durch Zusatz von Kalkmilch in unlösliches Kalziumoxalat übergeführt. Das gereinigte Kalziumsalz wird mit Schwefelsäure zerlegt und die vom Gips abgetrennte Lösung zur Kristallisation eingedampft.

Die Oxalsäure bildet farblose, leicht lösliche Kristalle von giftiger Wirkung. Da sie mit Eisenverbindungen lösliche Salze bildet, findet sie sowie ihr prim. Kaliumsalz  $\text{K.H.C}_2\text{O}_4$  und das Kleesalz  $\text{KH.C}_2\text{O}_4 + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$  zur Entfernung von Rost- und Tintenflecken Verwendung. Auch als Aufschließungsmittel für Stärke wird die Oxalsäure empfohlen. In der Färberei findet sie ebenfalls einige Verwendung.

### Weinsäure $\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$ .

Die Weinsäure kommt namentlich in den Weintrauben, sowohl frei als auch in Form ihres prim. Kaliumsalzes oder Weinstein vor. Sie wird aus dem rohen Weinstein, welcher sich beim Lagern des Weines in Krusten in den Fässern absetzt, gewonnen. Der rohe Weinstein wird mit Wasser gekocht, durch Zusatz von Kalk das Kalziumsalz hergestellt und dieses mit Schwefelsäure zerlegt.

Die Weinsäure bildet harte, in Wasser leicht lösliche Kristalle von stark saurem Geschmack. Sie wird in der Appretur als knirschend machendes Mittel verwendet; sie dient zum Griffigmachen der mercerisierten Baumwolle<sup>2)</sup>, zum Avivieren der Seide sowie als Beizmittel in der Färberei. Ihre Salze heißen Tartrate.

<sup>1)</sup> Bei der Essigsäure erhält man mit Silbernitrat keine Schwärzung.

<sup>2)</sup> S. 200.

### Zitronensäure $H_3 \cdot C_6H_5O_7$ .

Die Zitronensäure findet sich frei namentlich in Zitronen. Zu ihrer Gewinnung wird der Zitronensaft mit Kalziumkarbonat neutralisiert und gekocht. Dabei fällt das unlösliche Kalziumsalz aus, das mit verdünnter Schwefelsäure zerlegt wird.

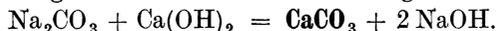
Die Zitronensäure bildet große, farblose und in Wasser leicht lösliche Kristalle von angenehm saurem Geschmack. Sie findet in der Appretur mancher ganzseidener Waren sowie auch in der Färberei Verwendung.

## Die wichtigsten Basen<sup>1)</sup>.

### Natriumhydroxyd, Ätznatron NaOH.

Das Natriumhydroxyd spielt unter den Basen eine ebenso wichtige Rolle wie die Schwefelsäure unter den Säuren.

Darstellung von Natriumhydroxyd. In eine verdünnte, siedende Sodalösung wird unter Umrühren so lange Kalkmilch eingetragen, bis das gesamte Natriumkarbonat umgesetzt ist:



Die vollständige Umsetzung des Natriumkarbonates erkennt man daran, daß eine filtrierte Probe mit Salzsäure kein Kohlendioxyd mehr entwickelt<sup>2)</sup>. Nach dem Absetzen des unlöslichen Kalziumkarbonates wird die darüber befindliche Lösung von Natriumhydroxyd, Natronlauge genannt, in einen eisernen Kessel abgezogen und auf den gewünschten Konzentrationsgrad eingedampft<sup>3)</sup>. Die Natronlauge des Handels enthält bei 40 ° Bé. ungefähr 35 % NaOH. Wird die Natronlauge so weit eingedampft, bis der Siedepunkt 360 ° übersteigt, so scheidet sich nach dem Erkalten festes Ätznatron, Laugenstein, auch kaustische Soda genannt, mit 75—97 % NaOH aus; es wird in eisernen Blechtrommeln in den Handel gebracht.

Große Mengen Ätznatron werden auch in jenen Sodafabriken, welche nach dem Leblanc-Verfahren arbeiten, als Nebenprodukt erzeugt.

In neuerer Zeit wird Natriumhydroxyd auch durch Elektrolyse einer Kochsalzlösung gewonnen. Das Kochsalz wird durch den elektrischen Strom in Natrium und Chlor zerlegt; ersteres bildet mit dem Wasser sofort Natriumhydroxyd. Damit das Chlor nicht auf das

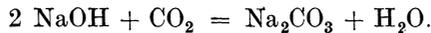
<sup>1)</sup> Allgemeine Eigenschaften der Basen S. 28.

<sup>2)</sup> Zersetzung von Karbonaten mit Säuren S. 91.

<sup>3)</sup> Zur Herstellung eines eisenfreien Ätznatrons nimmt man das Eindampfen in Silberschalen vor und läßt den geschmolzenen Rückstand in Stangenformen erstarren. Für besondere Zwecke wird das Natriumhydroxyd erst durch Auflösen in Alkohol von den darin unlöslichen Verunreinigungen getrennt und nach dem Abdestillieren des Lösungsmittels auf chem. reines Ätznatron verarbeitet.

Natriumhydroxyd einwirkt, müssen die Elektroden durch eine poröse Wand von einander getrennt sein<sup>1)</sup>.

Eigenschaften des Ätznatrons. Es bildet eine weiße, spröde Masse von kristallinischem Bruch, schmilzt bei Rotglut und löst sich in Wasser zu einer stark alkalisch reagierenden, ätzenden Flüssigkeit (Natronlauge). Größere Mengen Ätznatron werden nach Zusatz von Wasser durch längeres Einleiten von Wasserdampf in Lösung gebracht<sup>2)</sup>. Festes Ätznatron ist hygroskopisch und zieht aus der Luft auch Kohlendioxyd an, wobei oberflächlich Natriumkarbonat gebildet wird:



Die Natronlauge zeigt gegenüber tierischen Stoffen eine starke Wirkung; so werden Wolle, Seide, Haut, Horn usw. von derselben vollständig zerstört und in Lösung gebracht. Die Pflanzenfaser hingegen ist der Natronlauge gegenüber widerstandsfähig; sie erhält bei richtiger Behandlung mit Natronlauge sogar eine vorteilhafte Beschaffenheit: einen seidenartigen Glanz, größere Festigkeit und eine erhöhte Aufnahme-fähigkeit für Farbstoffe. Darauf beruht die sogenannte Mercerisation der Baumwolle<sup>3)</sup>. Eine öftere Einwirkung von Natronlauge auf die Pflanzenfaser ist jedoch, insbesondere in der Kochhitze, schädlich; die Faser wird mit der Zeit rauh, sie verliert an Substanz und auch an Festigkeit. Die schädigende Wirkung macht sich bei der Leinenfaser stärker bemerkbar als bei der Baumwollfaser<sup>4)</sup>.

Wichtig ist auch die Eigenschaft der Natronlauge, Fette zu „verseifen“, d. h. unter Seifenbildung zu lösen<sup>5)</sup>. Auf Stärke wirkt Natronlauge bereits in der Kälte verkleisternd ein. Diese Eigenschaft wird bei der Bereitung von sogenannten Pflanzenleimen, oder besser gesagt Stärkeleimen, verwendet<sup>6)</sup>.

Das Natriumhydroxyd ist die Base aller Natriumsalze. Bis auf wenige schwerlösliche, welche nur für den analytischen Nachweis eine

<sup>1)</sup> Über elektrolytische Vorgänge S. 34.

<sup>2)</sup> Viel schneller bringt man das Ätznatron durch „Ausdämpfen“ in Lösung. Zu diesem Zwecke stellt man die das Ätznatron enthaltende Blechtrommel mit der Öffnung nach unten über einen Eisenkessel, der zur Hälfte mit kaltem Wasser gefüllt ist, und läßt durch ein in die Öffnung der Trommel mündendes Rohr Dampf auf das Ätznatron strömen: Es tropft eine sehr konzentrierte Lauge in das Wasser; nach beendeter Auflösung wird noch eine weitere Verdünnung, gewöhnlich auf 40° Bé, vorgenommen.

<sup>3)</sup> S. 200.

<sup>4)</sup> In derselben Weise, doch entsprechend schwächer wirken auch andere in der Lösung stark alkalisch reagierende Substanzen. Ihre Verwendung als Reinigungsmittel für die „Wäsche“ ist auch die Hauptursache einer raschen Abnützung der letzteren (S. 98).

<sup>5)</sup> S. 143.

<sup>6)</sup> S. 217.

Bedeutung haben, sind die Natriumsalze in Wasser löslich. Als stärkste Base scheidet das Natriumhydroxyd die meisten Metalle aus ihren Salzen als Hydroxyde aus; z. B.  $\text{MgCl}_2 + 2 \text{NaOH} = \text{Mg(OH)}_2 + 2 \text{NaCl}^1$ ).

Verwendung des Ätznatrons. Es findet in großen Mengen eine vielseitige Verwendung; so in der Färberei und Druckerei, in der Wäscherei von Baumwollwaren und anderen Erzeugnissen vegetabilischer Natur, in der Leinen- und Baumwollbleiche zum „Beuchen“, d. i. zum Auskochen der rohen Ware vor der Chlorbleiche. Auf die Verwendung der Natronlauge bei der Mercerisation, Seifengewinnung und Herstellung von Stärkeleimen wurde bereits hingewiesen. Als Neutralisationsmittel für saure Flüssigkeiten spielt sie eine wichtige Rolle. Durch Einleiten von Chlorgas in kalte Natronlauge erhält man die Labarraquesche Lauge; diese findet zu Bleichzwecken Verwendung<sup>2</sup>). Usw.

#### Nachweis von Natriumverbindungen.

Alle Natriumverbindungen erteilen der nicht leuchtenden Flamme<sup>3</sup>) eine intensive Gelbfärbung<sup>4</sup>). Da diese Reaktion sehr empfindlich ist und Spuren von Natriumverbindungen überall vorhanden sind, kann die Gelbfärbung nur dann berücksichtigt werden, wenn sie anhaltend ist.

Sodalösung erzeugt in der Lösung einer Natriumverbindung keine Fällung. Kaliumpyroantimonatlösung  $\text{K}_2\text{H}_2\text{Sb}_2\text{O}_7$  bewirkt in neutraler oder schwach alkalischer Lösung einer Natriumverbindung einen weißen Niederschlag; in verdünnten Lösungen erst nach dem Schütteln, z. B.



Die freie Base NaOH erkennt man überdies an der stark alkalischen Reaktion; doch reagieren auch manche Natriumsalze in der Lösung alkalisch<sup>5</sup>).

<sup>1</sup>) In Wasser leicht löslich sind nur die Hydroxyde des Natriums, Kaliums und Ammoniums, zunehmend schwerer löslich die des Bariums, Strontiums und Kalziums; sehr schwer löslich das des Magnesiums; die übrigen sind unlöslich.

<sup>2</sup>) S. 123.

<sup>3</sup>) Eine nicht leuchtende Leuchtgasflamme erhält man mit Hilfe des sogenannten Bunsenbrenners, welcher eine Mischung des Leuchtgases mit der Luft vor der Verbrennung gestattet.

<sup>4</sup>) Zur Ausführung von „Flammenreaktionen“ bringt man in die Öse eines gut gereinigten Platindrahtes eine kleine Menge der festen oder gelösten Substanz in die nicht leuchtende Leuchtgas- oder Spiritusflamme und beobachtet die Färbung. — Der Platindraht, den man zweckmäßig in ein Glasröhrchen einschmilzt, wird am besten durch Eintauchen in konz. Salzsäure und Ausglühen gereinigt; er ist zur Ausführung der Reaktion erst dann geeignet, wenn er der Flamme keine Färbung erteilt.

<sup>5</sup>) Siehe „Hydrolyse“; S. 38.

Die Gehaltsbestimmung der Natronlauge geschieht bei Verwendung der folgenden Tabelle aräometrisch.

Spezifische Gewichte von Natronlauge (Lunge).

Spez. Gew. bei 15°	°Baumé	Gew. % Na O H	Vol. % Na O H	Spez. Gew. bei 15°	°Baumé	Gew. % Na O H	Vol. % Na O H	Spez. Gew. bei 15°	°Baumé	Gew. % Na O H	Vol. % Na O H
1,007	1	0,61	0,6	1,142	18	12,64	14,4	1,320	35	28,83	38,1
1,014	2	1,20	1,2	1,152	19	13,55	15,6	1,332	36	29,93	39,9
1,022	3	2,00	2,1	1,162	20	14,37	16,7	1,345	37	31,22	42,0
1,029	4	2,71	2,8	1,171	21	15,13	17,7	1,357	38	32,47	44,1
1,036	5	3,35	3,5	1,180	22	15,91	18,8	1,370	39	33,69	46,2
1,045	6	4,00	4,2	1,190	23	16,77	20,0	1,383	40	34,96	48,3
1,052	7	4,64	4,9	1,200	24	17,67	21,2	1,397	41	36,25	50,6
1,060	8	5,29	5,6	1,210	25	18,58	22,5	1,410	42	37,47	52,8
1,067	9	5,87	6,3	1,220	26	19,58	23,9	1,424	43	38,80	55,3
1,075	10	6,55	7,0	1,231	27	20,59	25,3	1,438	44	39,99	57,5
1,083	11	7,31	7,9	1,241	28	21,42	26,6	1,453	45	41,41	60,2
1,091	12	8,00	8,7	1,252	29	22,64	28,3	1,468	46	42,83	62,9
1,100	13	8,68	9,5	1,263	30	23,67	29,9	1,483	47	44,38	65,8
1,108	14	9,42	10,4	1,274	31	24,81	31,6	1,498	48	46,15	69,1
1,116	15	10,06	11,2	1,285	32	25,80	33,2	1,514	49	47,60	72,1
1,125	16	10,97	12,3	1,297	33	26,83	34,8	1,530	50	49,02	75,0
1,134	17	11,84	13,4	1,308	34	27,80	36,4				

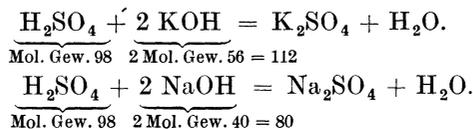
### Kaliumhydroxyd, Ätzkali KOH.

Darstellung von Kaliumhydroxyd. Ätzkali kann auf dieselbe Weise aus Kaliumkarbonat  $K_2CO_3$  gewonnen werden wie Ätznatron aus Natriumkarbonat. Gegenwärtig wird Ätzkali fast ausschließlich auf elektrolytischem Wege aus Kaliumchlorid hergestellt. Da die Asche der Landpflanzen sehr viel Kaliumkarbonat (Pottasche) enthält, wurde in früherer Zeit diese zur Herstellung von Ätzkali verwendet. Seit jedoch die Soda bedeutend billiger als die Pottasche herzustellen ist, hat die Holzasche fast jede Bedeutung verloren und findet heute nur manchmal im Haushalte zur Herstellung der „Waschlauge“ Verwendung. Die Lösung von Kaliumhydroxyd (Kalilauge) wird in der Seifensiederei auch „Laugenessenz“ genannt.

Eigenschaften und Verwendung des Ätzkalis. Diese sind denen des Ätznatrons sehr ähnlich. Doch ist das Ätzkali in Wasser noch leichter löslich und an der Luft zerfließlich, da es aus diesem Kohlendioxyd aufnimmt, wobei oberflächlich das sehr hygroskopische Kaliumkarbonat gebildet wird.

Die Verwendung des Ätzkalis ist durch das Natriumhydroxyd sehr eingeschränkt worden, da letzteres sowohl viel billiger ist als auch infolge des kleineren Molekulargewichtes einen größeren Wirkungswert besitzt. Aus den folgenden Gleichungen geht hervor, daß z. B. zur

Neutralisation von 98 g Schwefelsäure 112 g Kaliumhydroxyd benötigt werden, während man von Natriumhydroxyd dazu nur 80 g braucht:



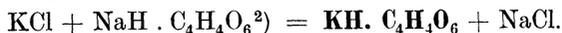
Nur in manchen Fällen wird Kaliumhydroxyd dem Natriumhydroxyd vorgezogen; so bei der Herstellung alkalischer Ölemulsionen. Die Herstellung von Schmierseifen ist jedoch nur mittels Kalilauge möglich. Entsprechend der Labarraqueschen Lauge erhält man durch Einleiten von Chlor in Kalilauge „Eau de Javelle“, das ebenfalls als Bleichflüssigkeit Verwendung findet<sup>1)</sup>.

Das Kaliumhydroxyd ist die Base aller Kaliumsalze. Die meisten sind leicht löslich. Von den schwer löslichen sei hier nur das primäre Kaliumtartrat oder „Weinstein“  $\text{KH} \cdot \text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$  erwähnt.

#### Nachweis von Kaliumverbindungen.

Der nichtleuchtenden Flamme erteilen alle Kaliumverbindungen eine Violettfärbung. Bei gleichzeitiger Anwesenheit von Natriumverbindungen wird die Violettfärbung durch die Gelbfärbung verdeckt. Beobachtet man jedoch in diesem Falle die gefärbte Flamme durch ein blaues Glas (Kobaltglas), so verschwindet die Gelbfärbung, während die durch Kalium verursachte Violettfärbung sichtbar bleibt. Auf diese Weise kann man Kalium neben Natrium nachweisen.

Auch Kaliumverbindungen werden durch Soda nicht gefällt. Primäres Natriumtartrat erzeugt in der Lösung einer Kaliumverbindung einen weißen kristallinen Niederschlag; durch Schütteln wird die Fällung beschleunigt, z. B.



Die freie Base KOH erkennt man überdies an der stark alkalischen Reaktion. Wie bei Natrium ist auch hier zu bemerken, daß manche Kaliumsalze in der Lösung ebenfalls alkalisch reagieren<sup>3)</sup>.

<sup>1)</sup> S. 124.

<sup>2)</sup> Als Reagens kann auch Weinsäure bei Gegenwart von Natriumazetat verwendet werden; doch ist die Fällung in diesem Falle schwächer. — Auch Ammoniumverbindungen geben mit primärem Natriumtartrat bzw. mit Weinsäure eine analoge Fällung; doch lassen sich Ammoniumverbindungen durch die Reaktion mit Natronlauge von den Kaliumverbindungen leicht unterscheiden (S. 86).

<sup>3)</sup> Siehe „Hydrolyse“; S. 38.

## Ammoniak $\text{NH}_3$ bzw. Ammoniumhydroxyd $\text{NH}_4\text{OH}$ .

Bildung und Darstellung des Ammoniaks. Ammoniak entsteht bei der Zersetzung stickstoffhaltiger organischer Substanzen; es ist das Fäulnisprodukt des Harnes und macht sich daher oft in Aborten und Ställen durch den durchdringend scharfen Geruch bemerkbar. In größerer Menge ist Ammoniak im Gaswasser, dem wässerigen Destillationsprodukte der Steinkohle, enthalten<sup>1)</sup>. Dieses wird, da es Ammoniak zum großen Teile an Kohlensäure gebunden enthält, mit Kalk versetzt und einer Destillation unterworfen. Das frei gewordene Ammoniak wird nach entsprechender Reinigung entweder unter Druck und Abkühlung in Stahlflaschen verflüssigt oder in kaltem Wasser zur Absorption gebracht. Ammoniak ist demnach ein Nebenprodukt der Leuchtgasfabrikation und der Koksgewinnung. Man versucht Ammoniak auch synthetisch darzustellen. Aussicht auf technischen Erfolg hat die Synthese des flüssigen Ammoniaks aus seinen Elementen; diese lassen sich unter Anwendung von Kontaktsubstanzen bei hoher Temperatur und hohem Druck zu Ammoniak verbinden.

Eigenschaften des Ammoniaks. Ammoniak ist ein farbloses, durchdringend riechendes und die Augen zu Tränen reizendes Gas, das in Wasser sehr leicht löslich ist. Bei 15 ° enthält die gesättigte Lösung 35 Gew.-%  $\text{NH}_3$ , während die in den Handel gebrachte nur etwa 25 % enthält. Seine wässerige Lösung heißt Ätzammoniak oder Salmiakgeist<sup>2)</sup>. Da sie stark alkalische Eigenschaften zeigt, muß man annehmen, daß Ammoniak in Wasser zu einem Hydroxyd löslich ist:



das, analog dem Kalium und Natriumhydroxyd, in der Lösung Ammonium ( $\text{NH}_4$ )'- und Hydroxyl-Ionen ( $\text{OH}$ )' enthält, welche durch die

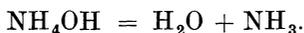
<sup>1)</sup> Bei der trockenen Destillation der Steinkohle erhält man als Rückstand Koks, als flüssige Destillationsprodukte den Steinkohlenteer und das Steinkohlenteerwasser, und als gasförmiges Produkt das Leuchtgas.

Koks bildet zufolge seines hohen Heizwertes ein wertvolles Brennmaterial; bei der Eisengewinnung dient er zur Reduktion der Eisenerze im Hochofen.

Der Steinkohlenteer ist eine dicke, eigentümlich riechende Flüssigkeit, deren schwarze Färbung von suspendierten Kohleteilchen herrührt. Während er früher wertlos war, bildet er in den letzten Jahrzehnten das Ausgangsmaterial zur Gewinnung der verschiedensten Kohlenstoffverbindungen und besitzt eine außergewöhnliche industrielle Bedeutung, insbesondere in bezug auf die Herstellung von Farbstoffen. Da er konservierend wirkende Substanzen enthält, findet er auch zur Imprägnierung von Dachpappe und zu Anstrichen Verwendung.

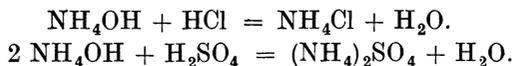
<sup>2)</sup> Die oft übliche Bezeichnung „Salmiak“ für die Lösung von Ammoniak ist unrichtig.

elektrolytische Spaltung des Ammoniumhydroxydes  $\text{NH}_4\text{OH}$  entstehen. Die Ammoniaklösung zeigt eine große Ähnlichkeit mit Natronlauge und Kalilauge. Doch läßt sich Ammoniumhydroxyd aus seiner Lösung nicht isolieren, denn beim Erwärmen zerfällt es in Wasser und Ammoniak:

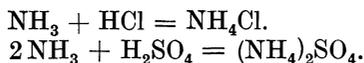


Es ist demnach das Ammoniumhydroxyd — zum Unterschiede von allen anderen Basen — flüchtig. Als flüchtige Base wirkt es auch weniger energisch und greift weder die pflanzliche noch die tierische Faser an; wohl verseift es aber Fette — wenn auch weniger leicht als Natronlauge — und wird aus diesem Grunde auch zum Waschen der Wolle, sowohl der rohen als auch der Garne und Gewebe verwendet.

Mit Säuren bildet das Ammoniumhydroxyd Ammoniumsalze; so z. B. mit der Salzsäure das Ammoniumchlorid, mit der Schwefelsäure das Ammoniumsulfat:



Auch durch Einleiten von gasförmigem Ammoniak in verdünnte Säuren erhält man Ammoniumsalze; in diesem Falle kann man die Salzbildung als einen Additionsvorgang annehmen:



In allen Ammoniumverbindungen ist das zusammengesetzte Radikal Ammonium  $\text{NH}_4$  enthalten, das in freiem Zustande nicht bekannt ist, in Verbindungen aber die Rolle eines einwertigen Metalles spielt und sich insbesondere den Alkalimetallen (Kalium, Natrium) ähnlich verhält.

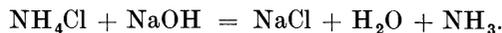
Verwendung des Ammoniaks. Sie ist eine vielseitige. Die Eigenschaft des verflüssigten Ammoniaks, beim Verdunsten Wärme zu binden, wird zur Erzielung von tiefen Temperaturen verwertet; davon macht man z. B. bei der künstlichen Eisgewinnung und beim Kühlen der Natronlauge zum Zwecke der Mercerisation Anwendung. Sehr viel Verwendung findet das Ammoniak in der Sodafabrikation nach dem Solvay-Verfahren und zur Herstellung von Ammoniumsalzen. Zufolge seiner Flüchtigkeit und milderer Wirkung findet Ammoniak auch in der Textilindustrie Verwendung, und zwar dort, wo die schärfer wirkende Natronlauge nicht zulässig ist. Es dient zum Reinigen der Wolle und Seide, zum Entfernen von Fett und Seife aus Geweben und wird häufig auch in den Waschanstalten sowie im Haushalte als Fleckenreinigungsmittel verwendet. Ferner findet es in der Färberei und

Druckerei Verwendung. Den Türkischrotörlösungen zugesetzt, wirkt Ammoniak klärend. Neutralisationsoperationen, bei welchen jeder Überschuß an nicht flüchtigem (fixem) Alkali zu vermeiden ist, werden zweckmäßig statt mit Natronlauge mit Ammoniak durchgeführt. Ökonomisch ist es, in solchen Fällen den größten Teil der Säure mit der kräftiger wirkenden und billigeren Natronlauge zu neutralisieren und nur die letzten Anteile der freien Säure an Ammoniak zu binden, wobei ein kleiner Überschuß des letzteren keine schädliche Wirkung zur Folge hat. Eine solche „Endneutralisation“ mit Ammoniak wird sich also bei jenen vorher sauer reagierenden Schlicht- und Appreturmassen empfehlen, die für wollene Ware bestimmt sind<sup>1)</sup>.

Da Ammoniak Kupfer unter Bildung einer blauen Lösung, welche Flecke in der Ware verursacht, stark angreift, sind beim Arbeiten mit Ammoniak Kupfergefäße zu vermeiden.

#### Nachweis von Ammoniumverbindungen.

Soda gibt mit Ammoniumlösungen keine Fällung, prim. Natriumtartrat bzw. Weinsäure eine analoge wie in Kaliumlösungen. Die Ammoniumverbindungen lassen sich jedoch von den Kaliumverbindungen durch das Verhalten gegen Natronlauge leicht unterscheiden. Diese bewirkt bereits in der Kälte, noch leichter beim Erwärmen das Freiwerden von Ammoniak, das am Geruch sowie an der Blaufärbung von rotem Lackmuspapier erkannt wird. Z. B.



Äußerst empfindlich gegen Ammoniumverbindungen ist das Nebelsche Reagens<sup>2)</sup>; es gibt mit denselben einen braunen Niederschlag, bei Spuren eine Gelbfärbung. (Nachweis von Ammoniak im Trinkwasser.) Freies Ammoniak (Salmiakgeist) erkennt man ohne weiteres am Geruch.

Den Gehalt an Ammoniak in seinen Lösungen ermittelt man bei Verwendung der folgenden Tabelle aräometrisch.

---

<sup>1)</sup> Umgekehrt können bei ursprünglich alkalischen Schlicht- und Appreturmassen Essigsäure und Ameisensäure als Endneutralisationsmittel Verwendung finden, nachdem man zuvor den größten Teil des Alkalis mit Schwefelsäure neutralisiert hat.

<sup>2)</sup> Eine mit Kalilauge versetzte Lösung von Merkurijodid in Kaliumjodid.

## Spezifische Gewichte von Ammoniaklösungen (Lunge und Wiernik).

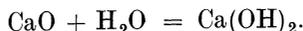
Spez. Gew. bei $\frac{15^\circ}{4^\circ}$	Gew.-Proz. NH <sub>3</sub>	Vol.-Proz. NH <sub>3</sub>	Spez. Gew. bei $\frac{15^\circ}{4^\circ}$	Gew.-Proz. NH <sub>3</sub>	Vol.-Proz. NH <sub>3</sub>	Spez. Gew. bei $\frac{15^\circ}{4^\circ}$	Gew.-Proz. NH <sub>3</sub>	Vol.-Proz. NH <sub>3</sub>
1,000	0,00	0,00	0,960	9,91	9,51	0,920	21,75	20,01
0,998	0,45	0,45	0,958	10,47	10,03	0,918	22,39	20,56
0,996	0,91	0,91	0,956	11,03	10,54	0,916	23,03	21,09
0,994	1,37	1,36	0,954	11,60	11,07	0,914	23,68	21,63
0,992	1,84	1,82	0,952	12,17	11,59	0,912	24,33	22,19
0,990	2,31	2,29	0,950	12,74	12,10	0,910	24,99	22,74
0,988	2,80	2,77	0,948	13,31	12,62	0,908	25,65	23,29
0,986	3,30	3,25	0,946	13,88	13,13	0,906	26,31	23,83
0,984	3,80	3,74	0,944	14,46	13,65	0,904	26,98	24,39
0,982	4,30	4,22	0,942	15,04	14,17	0,902	27,65	24,94
0,980	4,80	4,70	0,940	15,63	14,69	0,900	28,33	25,50
0,978	5,30	5,18	0,938	16,22	15,21	0,898	29,01	26,05
0,976	5,80	5,66	0,936	16,82	15,74	0,896	29,69	26,60
0,974	6,30	6,14	0,934	17,42	16,27	0,894	30,37	27,15
0,972	6,80	6,61	0,932	18,03	16,81	0,892	31,05	27,70
0,970	7,31	7,09	0,930	18,64	17,34	0,890	31,75	28,26
0,968	7,82	7,57	0,928	19,25	17,86	0,888	32,50	28,86
0,966	8,33	8,05	0,926	19,87	18,42	0,886	33,25	29,46
0,964	8,84	8,52	0,924	20,49	18,93	0,884	34,10	30,14
0,962	9,35	8,99	0,922	21,12	19,47	0,882	34,95	30,83

Kalziumhydroxyd Ca(OH)<sub>2</sub>.

Darstellung und Eigenschaften des Kalziumhydroxydes. Durch Erhitzen oder „Brennen“ von Kalziumkarbonat (Kalkstein) CaCO<sub>3</sub> im Kalkofen erhält man das Kalziumoxyd CaO:

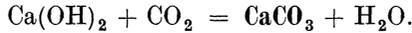


Es führt auch den Namen gebrannter Kalk und bildet eine weiße, in der Hitze sehr beständige Masse, deren Verhalten zu Wasser besonders wichtig ist. Mit diesem befeuchtet, bläht sich das Kalziumoxyd unter großer Wärmeentwicklung allmählich auf und zerfällt schließlich in ein weißes, lockeres Pulver, das als gelöschter Kalk oder Ätzkalk bezeichnet wird, seiner chemischen Natur nach aber als Kalziumhydroxyd Ca(OH)<sub>2</sub> anzusprechen ist:



Der Vorgang wird als „Löschen des Kalkes“ bezeichnet. In Wasser ist das Kalziumhydroxyd nur schwer löslich. Mit wenig Wasser angerührt, bildet es den Kalkbrei, mit einer größeren Menge Wasser eine milchige Flüssigkeit, die Kalkmilch. Nach dem Absetzen des ungelösten Kalziumhydroxydes zeigt die überstehende klare Lösung

eine stark alkalische Reaktion und wird Kalkwasser genannt. 1 Liter Kalkwasser enthält ungefähr 1,7 g  $\text{Ca(OH)}_2$ . Das Kalkwasser absorbiert sehr leicht aus der Luft das Kohlendioxyd, wobei unter Bildung von Kalziumkarbonat eine Trübung der Flüssigkeit eintritt:

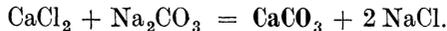


Kalziumhydroxyd zeigt alle Eigenschaften einer Base; nur wirkt es schwächer als Natrium- oder Kaliumhydroxyd; zufolge seiner Nichtflüchtigkeit ist es jedoch stärker als Ammoniak<sup>1)</sup>. Mit Säuren gibt es Kalziumsalze. Je nach der Beschaffenheit des zum Brennen gelangten Kalksteines ist der Kalk mehr oder weniger verunreinigt.

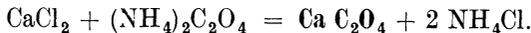
Verwendung des Kalkes. Als billigste Base findet der Kalk bei allen technischen Prozessen Verwendung, wo er die übrigen Basen zu ersetzen vermag. Er dient bei der Gewinnung von Natriumhydroxyd, Kaliumhydroxyd und Ammoniak, bei der Fabrikation von Soda nach dem Solvay-Verfahren, bei der Herstellung des Chlorkalkes, in der Fettsäure-, Zucker- und Leimfabrikation, in der Gerberei als Enthaarungsmittel, bei der Gewinnung der meisten organischen Säuren usw. Seine Verwendung zum Tünchen der Wände ist allgemein bekannt; ebenso seine Bedeutung für die Bereitung des Luftmörtels, eines breiigen Gemenges von gelöschtem Kalk, Quarzsand und Wasser<sup>2)</sup>. Auch in der Färberei und Druckerei findet der Kalk Verwendung. In der Baumwoll- und Leinenbleicherei wird die Kalkmilch manchmal zum Auskochen der rohen Ware verwendet. Auf seine Verwendung als Wasserreinigungsmittel wurde schon hingewiesen<sup>3)</sup>. Von Bedeutung ist auch seine Verwendung zur Reinigung der Abwässer und zur Desinfektion.

#### Nachweis von Kalziumverbindungen.

Sodalösung bewirkt in Kalziumlösungen einen weißen Niederschlag von Kalziumkarbonat, welcher in verdünnter Salzsäure leicht löslich ist; z. B.:



Bei Zusatz von Ammoniumoxalat  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$  zu der Lösung einer Kalziumverbindung entsteht ein weißer, in Essigsäure und Ammoniak unlöslicher, in Salzsäure löslicher Niederschlag von Kalziumoxalat; z. B.:



<sup>1)</sup> Aus diesem Grunde wird das Ammoniak aus seinen Verbindungen auch durch Ätzkalk in Freiheit gesetzt (Anwendung bei der Gewinnung des Ammoniaks; S. 84).

<sup>2)</sup> Die Bindekraft des Mörtels beruht auf dem Übergang des Kalziumhydroxydes in Kalziumkarbonat durch Anziehung von Kohlendioxyd aus der Luft. Der Zusatz von Sand ermöglicht den Luftzutritt zu dem wenig porösen Kalk und verhindert auch sein Schwinden beim Trocknen.

<sup>3)</sup> S. 55.

Schwefelsäure fällt aus konzentrierten Lösungen weißes Kalziumsulfat, aus verdünnten erst bei Zusatz von Alkohol. Der nicht leuchtenden Flamme erteilen Kalziumverbindungen eine ziegelrote Färbung.

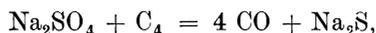
Die freie Base  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  zeigt überdies eine stark alkalische Reaktion.

## Wichtige in der Lösung alkalisch reagierende Salze<sup>1)</sup>.

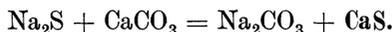
### Natriumkarbonat, Soda $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

Vorkommen und Darstellung der Soda. Natriumkarbonat ist in der Natur in größeren Mengen in den Natronseen Unterägyptens und Zentralafrikas sowie im Owensee in Kalifornien enthalten und kommt auch als Auswitterungsprodukt des Bodens am Kaspischen Meer und in manchen Gegenden Ungarns vor. In früherer Zeit wurde Natriumkarbonat aus der Asche der See- und Strandpflanzen hergestellt; jetzt wird es viel billiger fabrikmäßig aus Kochsalz gewonnen<sup>2)</sup>. Dazu dienen drei Verfahren.

1. Das Leblanc-Verfahren. Durch Eiwirkung von Schwefelsäure auf Kochsalz im sogen. Sulfatofen wird zuerst Natriumsulfat hergestellt und gleichzeitig Salzsäure gewonnen<sup>3)</sup>. Das erhaltene Natriumsulfat wird mit Kohle und Kalkstein gemischt im Sodaofen geglüht. Durch die reduzierende Wirkung der Kohle entsteht Natriumsulfid:



das sich mit Kalziumkarbonat zu Soda und Kalziumsulfid umsetzt:



Das Schmelzprodukt enthält neben Natriumkarbonat und Kalziumsulfid noch etwas Natriumsulfat, Kohle sowie andere Verunreinigungen und führt den Namen Rohsoda. Durch eine systematische Laugerei der Rohsoda, wobei das Kalziumsulfid und alle unlöslichen Verunreinigungen als Rückstand verbleiben, erhält man eine Lösung, aus welcher sich die Soda in Kristallen ausscheidet. Durch eine wiederholte Kristallisation erhält man die reine Kristallsoda des Handels.

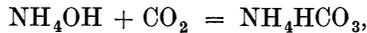
<sup>1)</sup> Eine alkalische Reaktion vieler Salzlösungen hat ihre Ursache in der Hydrolyse; S. 38.

<sup>2)</sup> Die Veranlassung zur Gewinnung der Soda aus Kochsalz gab die französische Revolution, da durch die Kriege auch die Einfuhr der Soda erschwert war. Das Problem löste Leblanc; die nach seinem Verfahren hergestellte Soda führt den Namen Leblanc-Soda.

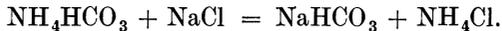
<sup>3)</sup> S. 69.

Durch Eindampfen der Lösung und Glühen der ausgeschiedenen Soda wird auch eine wasserfreie — kalzinierte Soda — hergestellt.

2. Das Solvay - Verfahren. Nach diesem wird gegenwärtig die weit größere Menge Soda hergestellt. In eine konzentrierte Kochsalzlösung wird Ammoniak bis zur Sättigung und dann unter Druck Kohlendioxyd eingeleitet. Dabei bildet sich erst primäres Ammoniumkarbonat:



das sich mit Kochsalz zu prim. Natriumkarbonat und Ammoniumchlorid umsetzt:



Da das prim. Natriumkarbonat in der Ammoniumchloridlösung schwer löslich ist, scheidet es sich aus; es wird von der Flüssigkeit getrennt und durch Erhitzen in das wasserfreie normale Natriumkarbonat übergeführt:



Da bei der Fabrikation als Hilfsstoff Ammoniak zur Verwendung kommt, wird die Solvay-Soda auch als „Ammoniak soda“ bezeichnet.

Das Solvay-Verfahren ist sehr ökonomisch, da die Ausnutzung aller zur Verwendung kommenden Materialien eine weitgehende ist. So wird das Ammoniak durch Erhitzen der Ammoniumchloridlauge mit Kalk wieder in den Betrieb zurückgeführt, während das erforderliche Kohlendioxyd zum Teil vom Kalkofen, zum Teil vom Kalzinierofen geliefert wird. Die Solvay-Soda wird oft auf Kristallsoda verarbeitet.

3. Das elektrolytische Verfahren. Eine Kochsalzlösung wird der Elektrolyse unterworfen und das an der Kathode gebildete Natriumhydroxyd durch Kohlendioxyd in Natriumkarbonat übergeführt<sup>1)</sup>.

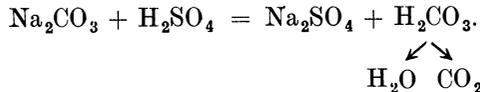
Eigenschaften der Soda. Die Kristallsoda  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 10 \text{H}_2\text{O}$  enthält 63 % Kristallwasser und bildet große, wasserhelle, monokline Kristalle, welche an der Luft unter Bildung eines weißen Belages oberflächlich ihr Kristallwasser verlieren (Verwitterung). Bei 30—50° kristallisiert Soda aus ihrer wässrigen Lösung in rhombischen Kristallen von der Zusammensetzung  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 7 \text{H}_2\text{O}$ . Auch Soda mit 1 Mol. Kristallwasser kommt als feines Pulver in den Handel (crystal carbonate). Die kalzinierte Soda bildet ein weißes Pulver. In Wasser ist die Kristallsoda leicht löslich; schwieriger löst sich die kalzinierte. Letztere wird am besten durch langsames Einrühren in heißes Wasser in Lösung gebracht. In 100 Teilen Wasser lösen sich bei 0° 6,97 Teile, bei 15° 16,5 Teile und bei 100° 45,1 Teile des wasserfreien Salzes auf; am reichlichsten löst sich die Soda bei 36°, und zwar in 100 Teilen

<sup>1)</sup> Das Solvay- und das elektrolytische Verfahren haben die Darstellung der Soda nach dem Leblanc-Verfahren fast vollständig verdrängt; nur die „Sulfatbetriebe“ bestehen weiter, sie liefern das Natriumsulfat und die Salzsäure.

Wasser 52 Teile  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Bei gewöhnlicher Temperatur lösen 100 Teile Wasser 20 Teile Kristallsoda.

Am reinsten ist die Kristallsoda; sie enthält 36 bis 37 %  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Die kalzinierte Leblanc-Soda enthält oft Verunreinigungen, insbesondere Natriumhydroxyd, Natriumsulfid, Natriumsulfat, Natriumchlorid, manchmal auch Eisen usw.; ihr Gehalt an  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ist demnach sehr verschieden und beträgt unter Umständen nur 80 %. Die Ammoniak soda ist stets frei von Natriumhydroxyd und enthält gewöhnlich 95—99 %  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . In der Wirkungsweise entsprechen demnach 100 Gewichtsteile kalziniertes Soda (98<sup>0</sup>/<sub>10</sub>ig) ungefähr 270 Gewichtsteilen Kristallsoda. Die kalzinierte Soda ist sehr hygroskopisch; in feuchten Räumen gelagert nimmt sie bis zu 10% Wasser auf, ohne ein feuchtes Aussehen anzunehmen.

Von Wichtigkeit ist die Einwirkung der Soda auf Säuren. Dabei entstehen die entsprechenden Natriumsalze, während die frei gewordene Kohlensäure sofort eine Zersetzung erfährt, wobei Kohlendioxyd unter Aufbrausen entweicht. Die Reaktion tritt schon in der Kälte ein, noch lebhafter ist sie beim Erwärmen, z. B.:



Das Natriumkarbonat findet aus diesem Grunde auch als Neutralisationsmittel Verwendung.

Infolge der hydrolytischen Spaltung zeigt die Sodalösung eine alkalische Reaktion und verhält sich in ihrer Wirkungsweise einer verdünnten Natronlauge ähnlich. Wenn 20 g wasserfreie Soda zu 1 Liter gelöst werden, so sind nach Messungen von Shields bei 24° 2,12 %  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  hydrolysiert, d. h. durch die chemische Einwirkung des Wassers in NaOH übergeführt. Unter sonst gleichen Verhältnissen sind bei 10 g Soda 3,17 % und bei 2,5 g Soda 7,2 %  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  hydrolysiert<sup>1)</sup>. Bei höherer Temperatur ist die Hydrolyse weitgehender. Es wäre jedoch verfehlt, die Wirkung der Sodalösung (z. B. in bezug auf ihre ätzende oder verseifende Eigenschaft) jener einer verdünnten Natronlauge gleichzustellen. Selbst in dem Falle, als die Sodalösung und die verdünnte Natronlauge gleich viel OH-Ionen enthalten, wirkt die erstere weniger kräftig. Während nämlich die verdünnte Natronlauge neben NaOH (zum Teil elektrolytisch dissoziiert) nur noch Wasser enthält, ist in der Sodalösung außerdem noch eine große Menge von  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -Molekülen (zum Teil elektrolytisch dissoziiert) enthalten, welche die Wirkung der OH-Ionen hemmen und demnach die Ursache einer mildereren Wirkung der Sodalösung sind. Daher kommt es,

<sup>1)</sup> Vorgang bei der Hydrolyse der Sodalösung S. 38.

daß eine Sodalösung die Pflanzenfaser (z. B. die Leinen- und Baumwollwäsche) weniger angreift als verdünnte Natronlauge. Auf die tierische Faser wirkt die Sodalösung wohl nachteilig ein; während jedoch z. B. die Wolle von heißer Natronlauge gelöst wird, wird sie von einer heißen Sodalösung nur zur Quellung gebracht. Aus demselben Grunde lassen sich mit einer Sodalösung Fette schwerer verseifen als mit Natronlauge; hingegen geht die Verseifung freier Fettsäuren auch mit Soda leicht vor sich.

Verwendung der Soda. Sie dient zur Herstellung von Glas, Ätznatron und anderen Natriumverbindungen. Durch Wechselsetzung einer Sodalösung mit Chlorkalk erhält man die Labarraquesche Lauge<sup>1)</sup>. In der Seifenfabrikation wird Soda insbesondere zur Verseifung der freien Fettsäuren (Elain) verwendet. Große Mengen Soda werden in der Färberei, Bleicherei und Wäscherei gebraucht. Sie dient zum Auskochen der vegetabilischen Fasern sowie zur Entfettung der Wolle und muß zu letzterem Zwecke frei von Ätznatron sein. Viel Verwendung findet die Soda auch bei der Reinigung der „Wäsche“ sowie als sonstiges Reinigungsmittel im Haushalte. Bekannt ist ihre Verwendung zum Enthärten des Wassers und zum Neutralisieren saurer Flüssigkeiten. Sie bildet auch den hauptsächlichsten Bestandteil aller „Waschpulver“<sup>2)</sup>.

#### Nachweis der Karbonate<sup>3)</sup>.

Stärkere Säuren (Salzsäure, Schwefelsäure, Essigsäure) setzen aus Karbonaten die Kohlensäure in Freiheit, welche sofort eine Zersetzung erleidet. Das unter Aufbrausen entweichende farb- und geruchlose Kohlendioxydgas trübt Kalkwasser:



Da von den normalen Karbonaten nur die des Natriums, Kaliums und Ammoniums in Wasser löslich sind, erzeugt Soda in den Lösungen aller übrigen Metallverbindungen Niederschläge. Von den primären Karbonaten sind außer jenen des Natriums, Kaliums und Ammoniums noch einige andere löslich, von welchen die des Kalziums, Magnesiums und Eisens wegen ihres Vorkommens im natürlichen Wasser wichtig sind.

Die aräometrische Gehaltsbestimmung der Sodalösung geschieht unter Zuhilfenahme der folgenden Tabellen:

<sup>1)</sup> S. 123.

<sup>2)</sup> S. 173.

<sup>3)</sup> Nachweis von Natrium S. 81.

<sup>4)</sup> Das Kohlendioxyd wird entweder in Kalkwasser eingeleitet, oder man gießt es, da es schwerer als die Luft ist, in ein Reagensglas ab, in welchem sich etwas Kalkwasser befindet, und schüttelt.

## Spezifische Gewichte von Sodalösungen bis 15° C. (Lunge.)

Spez. Gew. bei 15°	°Baumé	Gew.-Proz.		Vol.-Proz.		Spez. Gew. bei 15°	°Baumé	Gew.-Proz.		Vol.-Proz.	
		Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + 10 aq	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + 10 aq			Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + 10 aq	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + 10 aq
1,007	1	0,67	1,807	0,68	1,82	1,083	11	7,88	21,252	85,3	23,02
1,014	2	1,33	3,587	1,35	3,64	1,091	12	8,62	23,248	94,0	25,36
1,022	3	2,09	5,637	2,14	5,76	1,100	13	9,43	25,432	103,7	27,98
1,029	4	2,76	7,444	2,84	7,66	1,108	14	10,19	27,482	112,9	30,45
1,036	5	3,43	9,251	3,55	9,58	1,116	15	10,95	29,532	122,2	32,96
1,045	6	4,29	11,570	4,48	12,09	1,125	16	11,81	31,851	132,9	35,83
1,052	7	4,94	13,323	5,20	14,02	1,134	17	12,61	34,009	143,0	38,57
1,060	8	5,71	15,400	6,05	16,32	1,142	18	13,16	35,493	150,3	40,53
1,067	9	6,37	17,180	6,80	18,33	1,152	19	14,24	38,405	164,1	44,24
1,075	10	7,12	19,203	7,65	20,64						

Spezifische Gewichte von starken Sodalösungen bei 30° C. (Lunge.)<sup>1)</sup>

Spez. Gew. bei 30°	°Baumé	Gew.-Proz.		Vol.-Proz.		Spez. Gew. bei 30°	°Baumé	Gew.-Proz.		Vol.-Proz.	
		Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + 10 aq	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + 10 aq			Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + 10 aq	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + 10 aq
1,308	34	27,97	75,48	36,59	98,74	1,210	25	19,61	52,91	23,73	64,03
1,297	33	27,06	73,02	35,10	94,71	1,200	24	18,76	50,62	22,51	60,74
1,285	32	26,04	70,28	33,46	90,28	1,190	23	17,90	48,31	21,40	57,75
1,274	31	25,11	67,76	31,99	86,32	1,180	22	17,04	45,97	20,11	54,26
1,263	30	24,18	65,24	30,54	82,41	1,171	21	16,27	43,89	19,05	51,40
1,252	29	23,25	62,73	29,11	78,54	1,162	20	15,49	41,79	18,00	48,57
1,241	28	22,29	60,15	27,66	74,63	1,152	19	14,64	39,51	16,87	45,52
1,231	27	21,42	57,80	26,37	71,15	1,142	18	13,79	37,21	15,75	42,50
1,220	26	20,47	55,29	24,97	67,38						

Kaliumkarbonat, Pottasche K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

Darstellung des Kaliumkarbonates. Kaliumkarbonat wurde früher aus der Asche der Landpflanzen durch Auslaugen mit Wasser hergestellt. Heute geschieht dies nur noch in holzreichen und verkehrsarmen Gegenden, z. B. in Rußland. Gegenwärtig gewinnt man das Kaliumkarbonat aus Kaliumchlorid KCl (Sylvin)<sup>2)</sup> in ähnlicher Weise wie Natriumkarbonat aus Natriumchlorid. Das Solvay-Verfahren eignet sich jedoch nicht dazu, da prim. Kaliumkarbonat im Gegensatz zum

<sup>1)</sup> Sodalösungen von in dieser Tabelle angeführter Konzentration lassen sich bei gewöhnlicher Temperatur nicht herstellen.

<sup>2)</sup> Sylvin und andere Kaliumverbindungen, wie Karnallit KCl.MgCl<sub>2</sub> + 6H<sub>2</sub>O, sind in den Staßfurter Abraumsalzen enthalten. Diese überdecken die dortigen Kochsalzlager und fanden anfangs keine Beachtung. Gegenwärtig sind sie sowohl für die Technik als auch für die Landwirtschaft (Kalidünger) von sehr großer Bedeutung.

prim. Natriumkarbonat löslich ist. Pottasche wird manchmal auch aus der Melasse der Rübenzuckerfabrikation sowie aus dem Wollschweiß<sup>1)</sup> hergestellt. Zur Gewinnung der Wollschweißpottasche wird der beim Vorwaschen der rohen Wolle erhaltene wässrige Auszug eingedampft, der Rückstand geglüht, das Kaliumkarbonat zur Entfernung der Verunreinigungen in wenig Wasser gelöst und nach der Trennung von denselben wieder bis zur Trockenheit eingedampft.

Eigenschaften der Pottasche. Im allgemeinen sind die Eigenschaften der Pottasche jenen der Soda ähnlich. Als Handelsware bildet die Pottasche ein weißes, körniges Pulver, das sehr hygroskopisch ist und an der Luft leicht zerfließt. Die aus Kaliumchlorid hergestellte Ware enthält im trockenen Zustande 96—98%  $K_2CO_3$ , während die unreinere Melassenpottasche nur ungefähr 92%<sub>10</sub> ist. In Wasser ist Pottasche sehr leicht löslich. Die wässrige Lösung wirkt ätzend und besitzt eine stark alkalische Reaktion. Doch ist der Wirkungswert der Pottasche nicht so groß wie jener der Soda. Aus den Molekulargewichten der beiden Verbindungen ergibt sich, daß 138 Gewichtsteile  $K_2CO_3$  106 Gewichtsteilen  $Na_2CO_3$  entsprechen. Pottasche wirkt milder als Soda.

#### Spezifische Gewichte von Pottaschelösungen (Lunge).

Spez. Gew. bei 15°	°Baumé	Gew.-Proz. $K_2CO_3$	Spez. Gew. bei 15°	°Baumé	Gew.-Proz. $K_2CO_3$	Spez. Gew. bei 15°	°Baumé	Gew.-Proz. bei 15°
1,007	1	0,7	1,152	19	16,0	1,332	36	32,7
1,014	2	1,5	1,162	20	17,0	1,345	37	33,8
1,022	3	2,3	1,172	21	18,0	1,357	38	34,8
1,029	4	3,1	1,180	22	18,8	1,370	39	35,9
1,037	5	4,0	1,190	23	19,7	1,383	40	37,0
1,045	6	4,9	1,200	24	20,7	1,397	41	38,2
1,052	7	5,7	1,210	25	21,6	1,410	42	39,3
1,060	8	6,5	1,220	26	22,5	1,424	43	40,5
1,067	9	7,3	1,231	27	23,5	1,438	44	41,7
1,075	10	8,1	1,241	28	24,5	1,453	45	42,8
1,083	11	9,0	1,252	29	25,5	1,468	46	44,0
1,091	12	9,8	1,263	30	26,6	1,483	47	45,2
1,100	13	10,7	1,274	31	27,5	1,498	48	46,5
1,108	14	11,6	1,285	32	28,5	1,514	49	47,7
1,116	15	12,4	1,297	33	29,6	1,530	50	48,9
1,125	16	13,3	1,308	34	30,7	1,546	51	50,1
1,134	17	14,2	1,320	35	31,6	1,563	52	51,3
1,142	18	15,0						

Verwendung der Pottasche. So wie das Kaliumhydroxyd hat auch das Kaliumkarbonat an Bedeutung viel verloren. An Stelle der Pottasche wird zumeist die billigere und ausgiebigere Soda

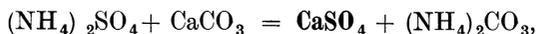
<sup>1)</sup> S. 149.

gebraucht. Notwendig ist Pottasche nur noch bei der Herstellung schwer schmelzbarer Gläser (Kaliglas), zur Darstellung von Seifen und anderen Kaliumverbindungen. Durch Wechselersetzung einer Pottaschelösung mit Chlorkalk erhält man die Javellesche Lauge<sup>1)</sup>.

Bei der aräometrischen Gehaltsbestimmung einer Pottaschelösung bedient man sich vorstehender Tabelle<sup>2)</sup>.

### Ammoniumkarbonat $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ .

Darstellung von Ammoniumkarbonat. Bei der Fäulnis geht der Harnstoff in Ammoniumkarbonat über. Aus diesem Grunde fand in früherer Zeit gefaulter Urin in der Wollwäscherei Verwendung. Da das Ammoniumkarbonat früher durch trockene Destillation stickstoffhaltiger tierischer Stoffe, insbesondere des Horns, hergestellt wurde, heißt es auch noch heute Hirschhornsalz. Gegenwärtig gewinnt man es entweder durch Erhitzen von Ammoniumsulfat mit Kalziumkarbonat, wobei es in die Vorlage sublimiert:



oder durch Zusammenführen von Kohlendioxyd, Ammoniak und Wasserdampf bei etwas mehr als 70°.

Das käufliche Ammoniumkarbonat entspricht jedoch nicht genau der obigen Formel, da es auch das primäre Salz  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  sowie das Ammoniumsalz der Amidokohlensäure oder Karbaminsäure  $\text{NH}_4\text{O} \cdot \text{CO} \cdot \text{NH}_2$  enthält.

Eigenschaften und Verwendung des Ammoniumkarbonates. Das käufliche Ammoniumkarbonat bildet eine durchscheinende, harte Salzmasse, welche nach Ammoniak riecht, da sie dieses infolge der leichten Zersetzbarkeit beständig abgibt. An der Luft geht das normale Salz schließlich vollständig in das geruchlose primäre über. Das Ammoniumkarbonat ist aus diesem Grunde in verschlossenen Gefäßen aufzubewahren. In der Hitze zerfällt es in die gasförmigen Produkte Ammoniak, Kohlendioxyd und Wasserdampf<sup>3)</sup>. In Wasser ist es mit stark alkalischer Reaktion langsam löslich. Ammoniumkarbonat ist das mildeste aller alkalisch wirkenden Mittel; es greift die Wollfaser gar nicht an.

Außer zum Entschweißen der Wolle findet es unter anderem auch in der Färberei Verwendung.

<sup>1)</sup> S. 124.

<sup>2)</sup> Nachweis von Kaliumkarbonat: Reaktion auf Kalium S. 83. Reaktion auf Karbonat S. 92.

<sup>3)</sup> Aus diesem Grunde findet es zur Herstellung von Backpulvern Anwendung.

### Borax, Natriumtetraborat $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + 10\text{H}_2\text{O}$ .

Gewinnung des Borax. Der Borax findet sich gelöst in manchen Seen Kaliforniens und Tibets vor. Von der Fundstelle wird er als Tinkal, aus Amerika als Rohborax in den Handel gebracht. Die Rohware wird durch Umkristallisieren gereinigt. Gegenwärtig gewinnt man den Borax meist durch Aufschließen der in Nevada und Kleinasien vorkommenden Kalkborate oder der südamerikanischen Natronkalkborate mit kochender Sodalösung unter Zusatz von Natriumbikarbonat. Auch durch Umsetzung der Borsäure<sup>1)</sup> mit Soda kann Borax gewonnen werden:



Eigenschaften des Borax. Borax bildet farblose Kristalle, welche mit 15 Teilen kaltem und mit  $\frac{1}{2}$  Teil heißem Wasser eine alkalisch reagierende Lösung geben. Die Hydrolyse ist in diesem Falle nicht so weitgehend wie bei der Soda; daher wirkt Borax auch milder als diese. Beim Erhitzen verliert der Borax unter starkem Aufblähen das Kristallwasser und liefert dabei eine leichte, lockere, weiße, leicht schmelzbare und hygroskopische Masse, welche als kalzinierter oder gebrannter Borax, auch Borax usta in den Handel gebracht wird. Bei weiterem Erhitzen schmilzt der Borax zu einer glasartigen, fast farblosen Masse und führt dann den Namen Boraxglas. In geschmolzenem Zustande löst Borax Metalloxyde vielfach unter Bildung charakteristischer Färbungen auf. Seine Verwendung beim Löten beruht auf seiner Eigenschaft, das zu lötende Metall von der Oxydschichte zu befreien, da das Lot nur an reinem Metalle gut haftet.

Verwendung des Borax. Er wird als Ersatz für Seife in der Wäsche und zur Unterstützung der Stärke bei Herstellung von Hochglanz auf Geweben gebraucht. Letztere Anwendung beruht auf seiner Eigenschaft, unter dem Einflusse des heißen Plätteisens einen feinen, glasartigen Überzug zu liefern. Borax findet auch bei der Herstellung von flamm Sichereren Appreten und in der Färberei Verwendung. Er dient ferner als Lösungsmittel für Kasein<sup>2)</sup>, zur Herstellung der Perborate<sup>3)</sup> sowie als Zusatz zu Seifen und Waschpulvern. In der Tonwaren- und Emailindustrie dient er zur Herstellung leicht schmelzbarer und zu färbender Glasflüsse usw.

---

<sup>1)</sup> Borsäure  $\text{H}_3\text{BO}_3$  strömt mit Wasserdämpfen aus dem Erdinnern in der vulkanischen Gegend von Toskana. Durch Einleiten der Dämpfe in Wasser und Abdampfen des Wassers bei 50–60° erhält man die kristallisierte Borsäure.

<sup>2)</sup> S. 192.

<sup>3)</sup> S. 134.

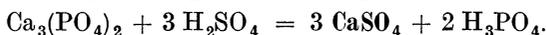
## Nachweis der Borsäure und ihrer Salze.

Kurkumapapier wird von der Borsäure und ihren Salzen nach dem Trocknen braunrot gefärbt. Da auch Alkalien Kurkumapapier braunrot färben, so muß die Reaktion bei Gegenwart von freier Salzsäure durchgeführt werden.

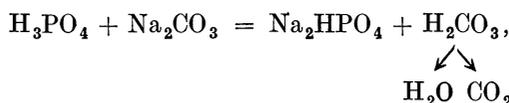
Da nur die Borate der Alkalimetalle in Wasser leicht löslich sind, bewirkt Borax in den Lösungen aller übrigen Metallverbindungen Fällungen. Die meisten Borate sind aber in Ammoniumchlorid löslich.

Natriumphosphat  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + 12 \text{H}_2\text{O}$ .

Darstellung von Natriumphosphat. Als dreibasische Säure liefert die Phosphorsäure drei Arten von Salzen. Unter den löslichen ist das sekundäre Natriumphosphat das beständigste und daher das gebräuchlichste. Als Rohmaterial zu seiner Gewinnung dienen Knochenasche und mineralische Phosphorite<sup>1)</sup>. Diese enthalten als wesentlichsten Bestandteil Kalziumphosphat  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ . Durch Behandeln der genannten Materialien mit Schwefelsäure wird die Phosphorsäure unter Abscheidung von Gips in Freiheit gesetzt:



Die erhaltene Phosphorsäurelösung wird mit der entsprechenden Menge Soda versetzt:



und das Reaktionsprodukt der Kristallisation überlassen.

Eigenschaften und Verwendung des Natriumphosphates. Es bildet große, schnellverwitternde Kristalle, welche in 35 Teilen kaltem und 1 Teil heißem Wasser löslich sind. Die wässrige Lösung reagiert stärker alkalisch als Borax, doch weniger als Soda. Natriumphosphat schmilzt leicht in seinem Kristallwasser und geht bei Rotglut in Natriumpyrophosphat  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  über.

Es wird in der Färberei und Druckerei, als Beschwerungsmittel und bei der Herstellung von flammssicheren Appreten verwendet.

## Nachweis der Phosphate.

Eine Lösung von Ammoniummolybdat  $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$  bringt, im Überschusse angewendet, bei Gegenwart von Salpetersäure aus konzentrierten Lösungen schon in der Kälte, aus verdünnten erst bei schwachem Erwärmen gelbes Ammoniumphosphormolybdat  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4 \cdot 12 \text{MoO}_3$  zur Fällung. In Wasser löslich sind alle Phos-

<sup>1)</sup> Große Lager von Phosphoriten befinden sich in Florida, Kanada und Tunis.

phate des Kaliums, Natriums und Ammoniums sowie die primären Salze der Erdkalimetalle (z. B. des Kalziums).

In Lösungen aller übrigen Metallverbindungen bewirkt Natriumphosphat eine Fällung.

### Natriumsilikat, Natronwasserglas, der Hauptmenge nach $\text{Na}_2\text{Si}_4\text{O}_9$ .

Darstellung von Wasserglas. Wasserglas wird durch Zusammenschmelzen von Quarz oder Sand  $\text{SiO}_2$  und Soda unter Zusatz von etwas Holzkohle hergestellt. Die Schmelze wird mit kochendem Wasser ausgelaugt. Nach einer anderen Methode behandelt man gepulverte Infusorienerde (Kieselgur) unter einem Druck von 7—8 Atm. mit starker Natronlauge.

Eigenschaften des Wasserglases. Es bildet eine durchsichtige, glasähnliche, oft grünliche Masse, welche sich bei längerem Kochen in Wasser zu einer sirupartigen Flüssigkeit löst; im großen bewirkt man die Lösung in Druckkesseln. Die in den Handel kommenden Wasserglaslösungen haben eine Dichte von 30 bis 35° Bé. Da die im natürlichen Wasser vorhandenen Kalzium- und Magnesiumsalze mit Wasserglas Trübungen verursachen, soll zum Verdünnen der Wasserglaslösung nur destilliertes Wasser oder Kondenswasser verwendet werden. Infolge der starken hydrolytischen Spaltung zeigt die Wasserglaslösung eine sehr stark alkalische Reaktion. Die Hydrolyse ist bei Wasserglas weiter gehend als bei Soda. Die Wasserglaslösung trocknet, in dünner Schichte aufgestrichen, zu einer glänzenden, glasähnlichen, spröden Masse ein. Bei Zusatz einer Säure, z. B. Salzsäure, zur Wasserglaslösung scheidet sich die Kieselsäure als eine bröckelige, gallertige Masse aus, welche an der Luft getrocknet unter teilweisem Wasserverlust ein amorphes, feines, weißes Pulver bildet, das ungefähr der Zusammensetzung der Metakieselsäure  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  entspricht. Beim Erhitzen des Pulvers erhält man unter vollständigem Wasseraustritt das Siliziumdioxid  $\text{SiO}_2$ . Auch die Luftkohlenensäure zersetzt die Wasserglaslösung unter Abscheidung gallertiger Kieselsäure. Daher muß die Wasserglaslösung in gut verschlossenen Gefäßen aufbewahrt werden. Ebenso erleidet die trockene glasartige Schichte, die nach dem Eintrocknen der Wasserglaslösung zurückbleibt, eine Zersetzung, wobei sich dieselbe, z. B. bei Anstrichen, mit der Zeit abblättert. Zufolge der stark alkalischen Eigenschaften wirkt die Wasserglaslösung auf die Textilfasern viel stärker ein als eine Sodalösung; auch auf die vegetabilische Faser wirkt Wasserglas, besonders bei wiederholter Verwendung (beim Reinigen der Wäsche), nachteilig. Die schädliche Wirkung wird durch ausgeschiedene Kieselsäure noch erhöht. Insofern diese

an der Oberfläche ausgeschieden ist, greift sie insbesondere bei den mechanischen Waschoptionen (Reiben, Klopfen usw.) die Faser an; sie wirkt abreibend. Die eingelagerte Kieselsäure macht die Faser, insbesondere Leinen, spröde und brüchig, das Gewebe erscheint aufgeraut. Die Schwächung der Fäden bei mit Wasserglas imprägnierten Geweben wird dahin erklärt, daß die ausgeschiedene Kieselsäure unter Aufnahme von Luftfeuchtigkeit eine starke Ausdehnung erfährt. Bei Verwendung von hartem Wasser setzt sich das Wasserglas zu unlöslichem Kalzium- und Magnesiumsilikat um; auch diese üben auf die Faser eine starke, mechanisch schädigende Wirkung aus.

Verwendung des Wasserglases. Sehr viel Verwendung findet es zu Anstrichen. So eignet sich z. B. für nasse Räume erst ein Anstrich mit Kalkmilch und dann ein solcher mit Wasserglas; das dadurch gebildete Kalziumsilikat hindert das Eindringen des Wassers in das Mauerwerk. Es dient bei der Herstellung von Kittten, Wasserglasfarben und Kunststeinen als Bindemittel, zur Herstellung von Glasuren und Email, zum Leimen des Papiers usw. Man braucht es in der Färberei, Druckerei, Bleicherei und zu Waschwzwecken. In der Seifenfabrikation wird es sehr oft als Füllmittel verwendet, in gepulverter Form häufig Waschpräparaten zugesetzt<sup>1)</sup>. Auch die Appretur- und Schlichtmittel enthalten vielfach Wasserglas. Es eignet sich gut zu feuersicheren Anstrichen, bei der Herstellung von nicht entflammaren sowie auch wasserdichten Geweben<sup>2)</sup>. Als Beschwerungsmittel wird es besonders bei der Seide benutzt (Zinn-Phosphat-Silikat-Verfahren).

Das Kaliwasserglas findet, da es teuer ist, selten Verwendung<sup>3)</sup>.

---

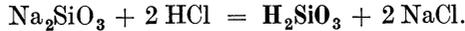
<sup>1)</sup> S. 173.

<sup>2)</sup> S. 276 und 271.

<sup>3)</sup> An dieser Stelle sei auch das Glas erwähnt. Es ist ein durch Schmelzen hergestelltes homogenes Gemenge zweier Silikate, von denen eines ein Alkalisilikat, das andere entweder Kalzium- oder Bleisilikat ist. Solche Schmelzen sind durchsichtig, in Wasser unlöslich sowie gegen Säuren und verdünnte Alkalien widerstandsfähig. Nach der chemischen Zusammensetzung unterscheidet man hauptsächlich: a) Das Kaliglas, bestehend aus Kalium- und Kalziumsilikat. Es ist schwer schmelzbar, gegen chemische Reagenzien sehr widerstandsfähig und farblos im Bruch. Es wird durch Zusammenschmelzen von Pottasche, Kieselsäure (Quarz, Sand) und Kalziumkarbonat (Kalkspat, Marmor, Kreide) hergestellt. Das Kaliglas wird hauptsächlich zu chemischen Gerätschaften verwendet. b) Das Natronglas, bestehend aus Natrium- und Kalziumsilikat. Es ist leicht schmelzbar, im Bruch bläulichgrün und weniger widerstandsfähig als Kaliglas. Die Rohmaterialien sind Soda, Kieselsäure und Kalziumkarbonat. Statt Soda nimmt man auch Natriumsulfat und Kohle. Es wird hauptsächlich zur Herstellung der gewöhnlichen Glasgegenstände, als Fenster- und Flaschenglas verwendet. Aus unreinen Materialien erhält man grünes oder braunes Flaschenglas. c) Das Bleiglas (Kristallglas), aus Kalium- und Bleisilikat bestehend, ist leicht schmelzbar und durch ein hohes Lichtbrechungsvermögen ausgezeichnet. Zu seiner Darstellung wird Pottasche, Quarz und Bleiglätte oder Mennige verwendet. Es dient

## Nachweis von wasserlöslichen Silikaten.

Aus ihren Lösungen bringt verdünnte Salzsäure die Kieselsäure als eine durchscheinende, gallertige Masse zur Fällung:

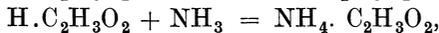
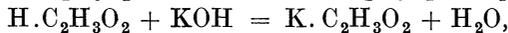
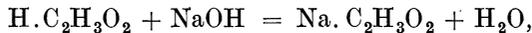
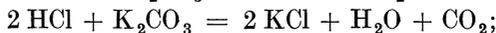
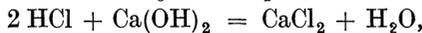
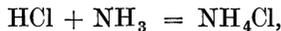
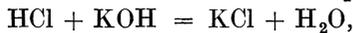
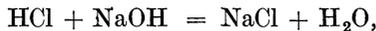
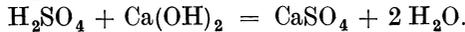
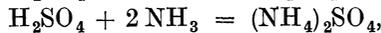
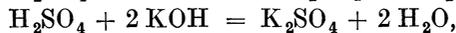
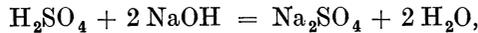


Der Niederschlag ist sowohl in Säuren als auch in Wasser teilweise löslich; sehr leicht löst er sich in Natronlauge und in Natriumkarbonat. Vollständiger ist die Fällung der Kieselsäure mit Ammoniumchlorid, wobei gleichzeitig Ammoniak frei wird.

Da nur die Alkalisilikate in Wasser löslich sind, erzeugen diese in Lösungen anderer Metallverbindungen Niederschläge, welche sehr voluminöser Natur sind.

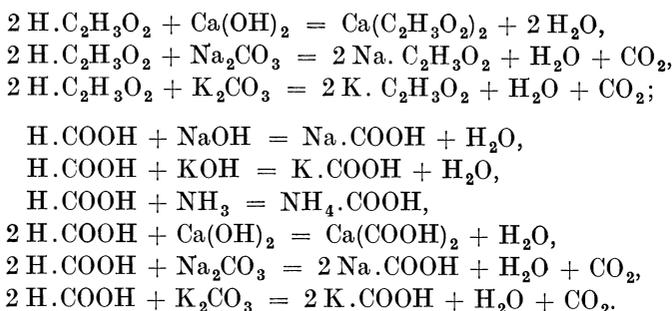
### Berechnung der Gewichtsverhältnisse bei der Neutralisation.

Der chemische Vorgang, bei welchem sich die am häufigsten verwendeten Säuren und Basen bzw. alkalisch reagierenden Salze zu neutral reagierenden Salzen vereinigen, vollzieht sich nach folgenden Gleichungen:




---

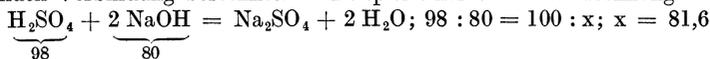
optischen Zwecken (Flintglas), zur Nachahmung von Edelsteinen und zur Erzeugung von Luxusgegenständen. — Zur Herstellung von gefärbten Gläsern werden verschiedene Metalloxyde beigeschmolzen. Milchglas ist ein durch Knochenasche undurchsichtig gemachtes Glas. Da sich das Glas in erweichtem Zustande zu Fäden ziehen läßt, findet es auch zur Bereitung der Glaswolle Anwendung. Diese dient manchmal zur Herstellung von seidenglänzenden Geweben, z. B. für Krawatten. Wegen der geringen Elastizität hat ein derartiges Gewebe keinen besonderen Wert.



Aus den vorstehenden Gleichungen berechnen sich folgende zur Neutralisation notwendigen Gewichtsverhältnisse<sup>1)</sup>.

100 Gew.-Teile <b>Schwefelsäure</b> <b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b> neutralisieren sich mit:	100 Gew.-Teile <b>Salzsäure HCl</b> neutralisieren sich mit:
81,6 Gew.-Teil. NaOH	109,6 Gew.-Teil. NaOH
114,3 „ „ KOH	153,6 „ „ KOH
34,7 „ „ NH <sub>3</sub>	46,6 „ „ NH <sub>3</sub>
75,5 „ „ Ca(OH) <sub>2</sub>	101,3 „ „ Ca(OH) <sub>2</sub>
108,2 „ „ Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	145,2 „ „ Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
291,9 „ „ Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + 10 H <sub>2</sub> O	391,8 „ „ Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + 10 H <sub>2</sub> O
140,8 „ „ K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	140,8 „ „ K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
100 Gew.-Teile <b>Essigsäure</b> <b>CH<sub>3</sub>.COOH</b> neutralisieren sich mit:	100 Gew.-Teile <b>Ameisensäure</b> <b>H.COOH</b> neutralisieren sich mit:
66,7 Gew.-Teil. NaOH	87 Gew.-Teil. NaOH
93,3 „ „ KOH	121,7 „ „ KOH
28,3 „ „ NH <sub>3</sub>	37 „ „ NH <sub>3</sub>
123,3 „ „ Ca(OH) <sub>2</sub>	80,4 „ „ Ca(OH) <sub>2</sub>
88,3 „ „ Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	115,2 „ „ Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
217,5 „ „ Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + 10 H <sub>2</sub> O	302,2 „ „ Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + 10 H <sub>2</sub> O
115,0 „ „ K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	150 „ „ K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
100 Gew.-Teile <b>Natriumhydroxyd</b> <b>NaOH</b> neutralisieren sich mit:	100 Gew.-Teile <b>Kaliumhydroxyd</b> <b>KOH</b> neutralisieren sich mit:
122,5 Gew.-Teil. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	87,5 Gew.-Teil. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
91,3 „ „ HCl	65,2 „ „ HCl
150 „ „ H.C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub>	107,1 „ „ H.C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub>
115 „ „ H.COOH	82,1 „ „ H.COOH

<sup>1)</sup> Zur Vereinfachung der vom Praktiker durchzuführenden Berechnungen sind die zur Neutralisation benötigten Stoffmengen auf 100 Teile der zu neutralisierenden Verbindung berechnet. — Beispiel einer solchen Berechnung:



(vgl. die stöchiometrischen Berechnungen auf S. 23). Mit Ausnahme der Kristallsoda mit 10 Molekülen Wasser beziehen sich alle Zahlen auf vollkommen wasserfreie Verbindungen. Bei Verwendung von wasserhaltigen Substanzen oder Lösungen ist der Wassergehalt zu berücksichtigen.

100 Gew.-Teile **Ammoniak**  $\text{NH}_3$   
neutralisieren sich mit:

288,2	Gew.-Teil.	$\text{H}_2\text{SO}_4$
214,7	„ „	HCl
352,9	„ „	H · $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$
270,6	„ „	H · COOH

100 Gew.-Teile **Kalziumhydroxyd**  
 $\text{Ca}(\text{OH})_2$  neutralisieren sich mit:

132,4	Gew.-Teil.	$\text{H}_2\text{SO}_4$
98,6	„ „	HCl
162,1	„ „	H · $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$
124,3	„ „	H · COOH

100 Gew.-Teile **Natriumkarbonat**  
 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (wasserfreie Soda)  
neutralisieren sich mit:

92,5	Gew.-Teil.	$\text{H}_2\text{SO}_4$
68,9	„ „	HCl
113,2	„ „	H · $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$
86,8	„ „	H · COOH

100 Gew.-Teile **Kristallsoda**  
 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 10 \text{H}_2\text{O}$   
neutralisieren sich mit

34,3	Gew.-Teil.	$\text{H}_2\text{SO}_4$
25,5	„ „	HCl
42	„ „	H · $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$
32,2	„ „	H · COOH

100 Gew.-Teile **Kaliumkarbonat**  $\text{K}_2\text{CO}_3$   
neutralisieren sich mit:

71	Gew.-Teil.	$\text{H}_2\text{SO}_4$
52,9	„ „	HCl
87	„ „	H · $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$
66,7	„ „	H · COOH

Beispiele für Neutralisationsberechnungen<sup>1)</sup>.

1. Wieviel Schwefelsäure ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) benötigt man zur Neutralisation von 250 g Natriumhydroxyd (NaOH)?

Aus der Tabelle ist zu entnehmen, daß zur Neutralisation von 100 g NaOH 122,5 g  $\text{H}_2\text{SO}_4$  nötig sind; demnach wird die Berechnung nach folgender Proportion ausgeführt:

$$100 : 122,5 = 250 : x; x = \frac{122,5 \cdot 250}{100} = 306,2.$$

Zur Neutralisation von 250 g NaOH benötigt man 306,2 g  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

2. Wieviel 10%ige Natronlauge ist zur Neutralisation von 2 kg einer 20%igen Schwefelsäure notwendig?

2 kg 20%ige Schwefelsäure enthalten (nach der Proportion  $100 : 20 = 2 : x$ ) 0,4 kg des zu neutralisierenden Stoffes  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Da man (laut Tabelle) zur Neutralisation von 100 kg  $\text{H}_2\text{SO}_4$  81,6 kg NaOH benötigt, so sind (nach der Proportion  $100 : 81,6 = 0,4 : x$ ) zur Neutralisation von 0,4 kg 0,33 kg NaOH erforderlich. Man benötigt dazu jene Menge der 10%igen Natronlauge, in welcher 0,33 kg NaOH enthalten sind. Aus der Proportion  $10 : 100 = 0,33 : x$  ergibt sich, daß man zur Neutralisation 3,3 kg 10%ige Natronlauge benötigt.

<sup>1)</sup> Diese erweisen sich insbesondere für die Neutralisation solcher Appreturmassen notwendig, welche aus Stärke durch Aufschließung mittels Säuren oder Alkalien bereitet werden.

3. Wieviel Liter 25 %ige Essigsäure benötigt man zur Neutralisation von 5 kg Kristallsoda?

$$100 : 42 = 5 : x; \quad x = 2,1.$$

$$25 : 100 = 2,1 : x; \quad x = 8,4.$$

Zur Neutralisation von 5 kg Kristallsoda braucht man 8,4 l 25 %ige Essigsäure.

4. Wieviel Schwefelsäure von 22° Bé sind zur Neutralisation von 8 kg kalzinierter Soda notwendig, deren Feuchtigkeitsgehalt 3% beträgt?

100 Gew.-Teile der vorliegenden kalzinierten Soda enthalten an wirksamer Substanz ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 97 Gew.-Teile; es sind demnach ( $100 : 97 = 8 : x$ ) 7,76 kg  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  zu neutralisieren. Dazu sind ( $100 : 92,5 = 7,76 : x$ ) 7,18 kg  $\text{H}_2\text{SO}_4$  notwendig. Da 1 l Schwefelsäure von 22° Bé 0,292 kg  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (entsprechend 29,2 Vol.-%) enthält<sup>1)</sup>, so entsprechen 7,18 kg  $\text{H}_2\text{SO}_4$  24,59 l Schwefelsäure von 22° Bé.

Zur Neutralisation sind demnach 24,59 l Schwefelsäure von 22° Bé nötig.

5. Wieviel Kilogramm Essigsäure vom spez. Gew. 1,0412 benötigt man zur Neutralisation von 10 l Natronlauge vom spez. Gew. 1,263?

Dazu sind 14,95 kg Essigsäure (spez. Gew. 1,0412) erforderlich.

## Physikalisch wirkende Lösungsmittel.

Das Wasser als wichtigstes aller Lösungsmittel fand bereits eingehende Besprechung.

Von großer Bedeutung sind noch andere Stoffe, deren physikalisch lösende Wirkung insbesondere bei der Gewinnung von Fetten (Fettextraktion) sowie in Wasch- und Reinigungsanstalten zur Geltung kommt<sup>2)</sup>. In neuerer Zeit kommen einige fettlösenden Mittel bei der Herstellung von Waschpräparaten zur Anwendung.

<sup>1)</sup> Tabelle S. 68. — So wie im vorliegenden Falle bedient man sich auch in allen anderen der im Buche befindlichen Tabellen, wenn die Stärke der Flüssigkeit durch das spez. Gew. oder Bé-Grade ausgedrückt ist

<sup>2)</sup> Die Arbeiten in den Wasch- und Reinigungsanstalten gliedern sich in folgende Teile:

a) Die gewöhnliche oder Naßwäscherei, bei welcher man sich im wesentlichen des Wassers und der Seife bedient (S. 175).

b) Die sogenannte „chemische“ Reinigung, bei welcher hauptsächlich das Benzin zur Anwendung gelangt; man kann sie daher auch als Benzinwäsche

## Äthylalkohol (Weingeist, Spiritus) $C_2H_5OH$ <sup>1)</sup>.

Dieser in großen Mengen zu Genußzwecken und in den verschiedensten gewerblichen Zweigen dienende Alkohol ist das Produkt der geistigen Gärung des Zuckers. Der Gärungsvorgang besteht im wesentlichen darin, daß Zucker unter dem Einflusse des in den Hefezellen vorkommenden Enzyms Zymase einen Zerfall in Alkohol und Kohlendioxyd erleidet<sup>2)</sup>:



Dabei entstehen in geringer Menge auch andere Alkohole (Fuselöle), deren Abscheidung in der Spiritusfabrikation keiner Schwierigkeit unterliegt.

Als Rohmaterial für die Spiritusfabriken dient hauptsächlich die Kartoffel, deren Stärké sich durch den Maischprozeß (Einwirkung des im Malz vorkommenden Enzyms Diastase) bei ungefähr 60° leicht in vergärbaren Zucker überführen läßt<sup>3)</sup>.

Der Gärungsprozeß verläuft nach Zusatz von Hefe am besten bei etwa 20°. Der gebildete Alkohol wird von dem Rückstande, der Schlempe, durch Destillation getrennt und durch verschiedene Reinigungsverfahren und eine wiederholte Destillation (Rektifikation)

---

bezeichnen. Da die mit Benzin behandelten Gegenstände rasch trocknen, so wird diese Art der Reinigung oft auch als „trockene“ Reinigung bezeichnet.

c) Die Fleckenputzerei (Detachieren). Dazu bedient man sich der verschiedensten chemischen Reagenzien; hauptsächlich sind es Lösungsmittel und Bleichmittel. Die Fleckenputzerei geschieht gewöhnlich im Anschlusse an die Benzinwäsche und ist demnach mit der „chemischen“ Reinigung eng verbunden. Das Detachieren bedarf großer Umsicht und Erfahrung. Ein unrichtiges Arbeiten hat statt der Entfernung der Flecke eine weitere Fleckenbildung zur Folge. Dem Detachieren muß oft auch ein Färben oder ein Bleichen folgen. Aus diesem Grunde ist die „chemische“ Reinigung zumeist auch mit einer Färberei vereinigt.

Nach dem Detachieren werden die gereinigten Gegenstände noch entsprechend zugerichtet (appretiert, geplättet usw.).

<sup>1)</sup> Alkohole werden von den einfachsten organischen Verbindungen — den Kohlenwasserstoffen — durch Ersatz eines oder mehrerer Wasserstoffatome durch eine oder mehrere Hydroxylgruppen —OH abgeleitet. So wird vom Methan (Sumpfgas)  $CH_4$  der Methylalkohol  $CH_3-OH$  abgeleitet, vom Äthan  $C_2H_6$  der Äthylalkohol, vom Propan  $C_3H_8$  das Glycerin  $C_3H_5(OH)_3$  usw. Nach Abspaltung von OH-Gruppen gelangt man zu Alkoholradikalen, z. B. Methyl  $-CH_3$ , Äthyl  $-C_2H_5$ , welche für sich allein nicht bestehen, wohl aber in vielen Verbindungen anzunehmen sind.

<sup>2)</sup> Enzyme oder ungeformte Fermente sind stickstoffhaltige organische Verbindungen, welche befähigt sind, gewisse organische Substanzen in einfachere zu zerlegen, ohne dabei selbst eine Veränderung zu erleiden. — Die Hefe gehört zu den geformten Fermenten. Sie bildet mikroskopisch kleine einzellige pflanzliche Lebewesen von kugelförmiger oder eiförmiger Gestalt, welche sich durch Sprossung oder Teilung vermehren.

<sup>3)</sup> Seite 214.

in sinnreich konstruierten Apparaten gereinigt und als 96 %iger „rektifizierter Spiritus“ in den Handel gebracht. Zur Herstellung des vollkommen wasserfreien — absoluten Alkohols — wird der 96 %ige Spiritus mit wasserentziehenden Mitteln, z. B. mit Ätzkalk, behandelt und dann abdestilliert.

Eine billige Herstellung des Spiritus aus Holz bildet ein Problem der Gegenwart.

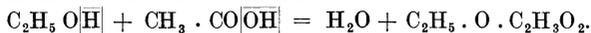
Eigenschaften und Verwendung des Äthylalkohols. Er bildet eine farblose Flüssigkeit von angenehmem, geistigem Geruch und brennendem Geschmack. Er ist giftig und die Ursache der berausenden Wirkung aller alkoholischen Getränke (Wein, Bier, Branntwein). Er brennt mit blaßblauer Flamme und siedet im wasserfreien Zustande bei 78,3°. Mit Wasser läßt er sich unter Wärmeentwicklung und Volumsverminderung in allen Verhältnissen mischen. Spiritus ist ein ausgezeichnetes Lösungsmittel für Harze, ätherische Öle, Jod, viele Farbstoffe usw. und findet daher zur Herstellung von Lacken, Firnissen, Tinkturen, zum Lösen wasserunlöslicher Farbstoffe usw. sehr viel Verwendung. Andererseits sind viele wasserlösliche Stoffe in Alkohol schwer oder unlöslich; so z. B. Leim, Gummi arabicum, Dextrin, wasserlösliche Stärke, Eiweißstoffe, Pflanzenschleime usw. Von diesem Verhalten macht man z. B. bei der Analyse der Appretur- und Schlichtmittel Anwendung. Auf seiner großen Adhäsion zu anderen Stoffen beruht auch seine Verwendung zur Beförderung der Faserbenetzung und als Zusatz zur Erzielung guter Emulsionen. Aus Äthylalkohol werden Äther, Chloroform, Jodoform usw. hergestellt. Sehr häufig dient der Spiritus als Heizmaterial und in neuerer Zeit unter Benutzung der Auerschen Glühstrümpfe auch zur Beleuchtung.

Mit Rücksicht auf die Volkswohlfahrt wird der Trinkzwecken dienende Spiritus sehr hoch besteuert; hingegen ist der Spiritus, welcher gewerblichen Zwecken dienen soll, steuerfrei, wird aber zur Verhütung von Mißbrauch „denaturiert“, d. h. durch Zusatz von rohem Holzgeist, Pyridin usw. ungenießbar gemacht.

Der Gehalt des Äthylalkohols in seinen wässerigen Mischungen wird mit dem Aräometer unter Zuhilfenahme der diesbezüglichen Tabelle oder ohne diese mit dem Alkoholometer bestimmt.

Durch Einwirkung des Äthylalkohols auf Essigsäure erhält man den Essigsäureäthylester (fälschlich „Essigäther“ genannt)<sup>1)</sup>. Er

<sup>1)</sup> Ester sind demnach Verbindungen der Alkohole mit Säuren; ihre Bildung geht unter Wasseraustritt vor sich:



Sie sind demnach als Oxyde von Alkohol- und Säureradikalen aufzufassen und werden deshalb auch „zusammengesetzte Äther“ genannt.

bildet eine flüchtige, erfrischend riechende Flüssigkeit von hohem Lösungsvermögen für verschiedene Stoffe und wird zeitweise von Detacheuren verwendet.

### Methylalkohol (Holzgeist) $\text{CH}_3\text{OH}$ .

Zur Gewinnung des Methylalkohols wird der bei der trockenen Destillation des Holzes<sup>1)</sup> gebildete Holzteer mit Kalk neutralisiert und destilliert. Das Destillat führt den Namen „roher Holzgeist“. Durch geeignete Destillation und Reinigung gelingt es, einen reinen Methylalkohol herzustellen.

Eigenschaften und Verwendung des Methylalkohols. Er bildet eine farblose, geistig riechende Flüssigkeit<sup>2)</sup>, die sich mit Wasser mischt, mit blaßblauer Flamme brennt und bei  $64,5^\circ$  siedet. Der Methylalkohol ist bedeutend giftiger, aber viel billiger als der Äthylalkohol<sup>3)</sup>. Seine Verwendung gründet sich einerseits auf das Lösungsvermögen für Harze, Farbstoffe usw., andererseits wird er als „Brennspiritus“, insbesondere in England und Amerika, sehr viel gebraucht.

Große Mengen Methylalkohol werden in neuerer Zeit auf Formaldehyd<sup>4)</sup> verarbeitet.

Der Gehalt des Methylalkohols wird aräometrisch bestimmt.

### Azeton $\text{CH}_3 \cdot \text{CO} \cdot \text{CH}_3$ .

Das Azeton bildet sich bei der trockenen Destillation vieler organischer Stoffe und ist reichlich in rohem Holzgeist enthalten. Hieraus sowie durch Destillation des Kalziumsalses des rohen Holzeßigs wird es im großen gewonnen:



Es ist eine mit Wasser mischbare farblose Flüssigkeit, die einen charakteristischen, erfrischenden Geruch besitzt und bei  $56,5^\circ$  siedet. Es findet als vortreffliches Lösungsmittel für Fette, Harze, manche Zellulosepräparate und andere organische Substanzen Verwendung.

### Amylalkohol $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$ .

Dieser Alkohol ist der Hauptbestandteil der sich bei der geistigen Gärung neben Äthylalkohol bildenden höheren Alkohole, welche man unter dem Namen „Fuselöle“ zusammenfaßt.

<sup>1)</sup> S. 74.

<sup>2)</sup> Der unangenehme Geruch der Handelsware rührt nicht vom Methylalkohol, sondern von anderen flüchtigen Beimengungen her.

<sup>3)</sup> Der Genuß von Branntweinen, welchen Methylalkohol beigemischt war, hatte eine große Zahl von Vergiftungen mit tödlichem Ausgang zur Folge, weshalb bei Verwendung des Methylalkohols größte Vorsicht geboten ist. Nach Grösz kann sogar das bloße Einatmen der Dämpfe des Methylalkohols zu einer dauernden Erblindung führen.

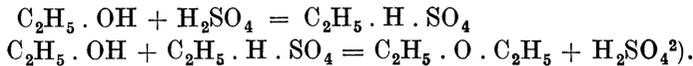
<sup>4)</sup> S. 286.

Eigenschaften und Verwendung des Amylalkohols. Er bildet eine farblose, in Wasser wenig lösliche Flüssigkeit, deren Dämpfe zum Husten reizen und widerlich riechen. Er dient als Lösungsmittel für manche Farbstoffe und wird mitunter auch von Detacheuren zur Entfernung von Harz-, Firnis-, Teer- und Ölflecken verwendet.

Mit Essigsäure bildet er den sehr angenehm riechenden Essigsäureamylester (Birnäther); dieser findet in der Parfümerie und in den Konditoreien Verwendung.

### Äthyläther $C_2H_5 \cdot O \cdot C_2H_5$ <sup>1)</sup>.

Diese schlechtweg als Äther bezeichnete Verbindung wird fabrikmäßig durch Destillation von Äthylalkohol mit konz. Schwefelsäure erhalten, wobei als Zwischenprodukt die Äthylschwefelsäure gebildet wird:



Eigenschaften und Verwendung des Äthyläthers<sup>3)</sup>. Er bildet eine farblose Flüssigkeit von eigentümlichem Geruch und brennendem Geschmack; sein Siedepunkt liegt bei 35°. Da er sehr leicht entzündlich ist und seine Dämpfe mit Luft gemischt ein explosives Gemenge bilden, ist bei seiner Verwendung größte Vorsicht geboten. In Wasser ist er nur wenig löslich; mit Alkohol läßt er sich nach allen Verhältnissen mischen<sup>3)</sup>. Wichtig ist sein Lösungsvermögen für Fette, Harze, ätherische Öle usw. Aus diesem Grunde findet er manchmal auch als Fleckenreinigungsmittel Verwendung<sup>4)</sup>. Bei der Herstellung der Chardonneseide dient er in Gemeinschaft mit Alkohol als Lösungsmittel für Zellosedinitrat<sup>5)</sup>.

### Chloroform $CHCl_3$ <sup>6)</sup>.

Im großen erhält man Chloroform durch Destillation von Äthylalkohol mit Chlorkalk.

<sup>1)</sup> Wird in einem Alkohol der Hydroxyl-Wasserstoff durch ein Alkoholradikal ersetzt, so gelangt man zu einem „Äther“. Demnach lassen sich Äther auch als Oxyde der Alkoholradikale auffassen.

<sup>2)</sup> Da man den Äther mit Rücksicht auf seine Darstellung früher für schwefelhaltig hielt, wird er noch heute als Schwefeläther bezeichnet.

<sup>3)</sup> Die Hoffmannschen Tropfen bestehen aus einer Mischung von 1 Teil Äther und 3 Teilen Alkohol; sie wirken schmerzstillend.

<sup>4)</sup> Wegen seiner betäubenden Wirkung findet er in der Chirurgie eine ähnliche Verwendung wie das Chloroform.

<sup>5)</sup> S. 72.

<sup>6)</sup> Chloroform sowie die folgenden Verbindungen Tetrachlorkohlenstoff und Trichloräthylen gehören zu den Halogenabkömmlingen der Kohlenwasserstoffe. Die beiden ersteren lassen sich vom Kohlenwasserstoff Methan  $CH_4$ , das letztere vom Kohlenwasserstoff Äthylen  $C_2H_4$  ableiten. Derartige Halogenverbindungen sind sehr reaktionsfähig und eignen sich vortrefflich zur Darstellung anderer organischer Verbindungen.

Es bildet eine farblose schwere Flüssigkeit, deren Dampf beim Einatmen Gefühl- und Bewußtlosigkeit bewirkt<sup>1)</sup>. Chloroform ist ein vorzügliches Lösungsmittel für Fette, Harz, Teer usw., es wird vom Detacheur benutzt, wenn es sich um Entfernung sehr hartnäckiger Flecke handelt. Zu diesem Zwecke kann es auch mit Alkohol, Äther oder Benzin gemischt werden.

### Tetrachlorkohlenstoff $\text{CCl}_4$ .

Man erhält diese in der Praxis auch als „Tetrakohlenstoff“, „Tetra“ oder auch „Benzinoform“ bezeichnete Verbindung unter anderem durch Einleiten von Chlorgas in etwas jodhaltigen Schwefelkohlenstoff oder durch Aufeinanderwirkung von Chlor- und Schwefelkohlenstoffdämpfen bei ihrem Durchleiten durch glühende Porzellanröhren. Die Trennung von gleichzeitig gebildetem Chlorschwefel  $\text{S}_2\text{Cl}_2$  geschieht durch Destillation.

Eigenschaften und Verwendung des Tetrachlorkohlenstoffes. Er bildet eine farblose, neutral reagierende, ätherisch riechende Flüssigkeit vom spez. Gewicht 1,63 und einem Siedepunkt von 76—77°. Er ist nicht entzündbar, und seine Dämpfe bilden mit der Luft kein explosives Gemenge. Auch eine Mischung von Tetrachlorkohlenstoff und Benzin ist nicht feuergefährlich, wenn der Gehalt des letzteren nicht mehr als 15% beträgt. Tetrachlorkohlenstoff ist in Wasser unlöslich, läßt sich aber mit Benzin, Alkohol, Äther usw. leicht mischen. Er ist ein sehr gutes Lösungsmittel für Fette, sulfurierte Öle, Seife, Harz, Teer, Wachs, Kautschuk usw. Alle diese vortrefflichen Eigenschaften sowie der Umstand, daß er die Fasern nicht angreift und die Farben nicht verändert, wären geeignet, im Tetrachlorkohlenstoff einen Ersatz für das explosionsgefährliche Benzin zu finden. Den vielen Vorteilen stellen sich aber leider auch einige Nachteile entgegen: seine betäubende Wirkung und vor allem sein hoher Preis. Aus diesen Gründen kann sich der Tetrachlorkohlenstoff in der „Fettextraktion“ nicht einführen. Hingegen ist er in „chemischen“ Wäschereien ein beliebtes Reinigungsmittel geworden. Seinem Nachteil, Eisen und Kupfer anzugreifen, läßt sich durch Anwendung von emaillierten, verzinnnten oder verbleiten Gefäßen vorbeugen.

Für die Reinigung der vom Webstuhl kommenden Ware haben sich die tetrachlorkohlenstoffhaltigen Seifenpräparate (z. B. das Tetrapol<sup>2)</sup>) sehr gut eingebürgert.

Dem Tetrachlorkohlenstoff ähnliche, aber seltener verwendete Lösungsmittel sind das Trichloräthylen (auch „Tri“ genannt)  $\text{C}_2\text{HCl}_3$  und das Perchloräthylen.

<sup>1)</sup> Verwendung als Betäubungsmittel.

<sup>2)</sup> S. 166.

### Schwefelkohlenstoff S<sub>2</sub>C.

Dieser bildet sich durch direkte Vereinigung der beiden Elemente, wenn Schwefeldampf über glühende Kohle geleitet wird. Auf diese Weise erfolgt auch seine fabrikmäßige Darstellung.

Eigenschaften und Verwendung des Schwefelkohlenstoffes. In reinem Zustande bildet er eine wasserhelle, ätherisch riechende, mit Wasser nicht mischbare Flüssigkeit von großem Lichtbrechungsvermögen. Am Lichte färbt er sich allmählich gelb und nimmt einen widerlichen Geruch nach faulem Rettich an. Er siedet bei 46°, ist sehr leicht entzündlich, bildet mit Luft ein explosives Gemenge und ist giftig. Mit Alkohol, Äther, Benzin usw. läßt sich Schwefelkohlenstoff in allen Verhältnissen mischen; er ist ein sehr gutes Lösungsmittel für Jod, Schwefel, Phosphor, Fett, Harz, Teer, Kautschuk usw.

Für sich allein oder in Mischung mit Benzin usw. findet er als gut wirkendes Reinigungsmittel in den chemischen Putzereien Verwendung. In größeren Mengen dient er als Vulkanisierungsmittel für Kantschuk sowie bei der Herstellung der Viskose<sup>1)</sup>.

### Benzin (Petroleumbenzin).

Benzin ist ein bei der fraktionierten Destillation des „Erdöls“ erhaltenes Gemenge zwischen 70 und 120° siedender Kohlenwasserstoffe<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> S. 202.

<sup>2)</sup> Das Erdöl oder rohe Petroleum bildet eine hellgelbe bis pechschwarze Flüssigkeit von eigentümlichem Geruch; es ist bald dünn-, bald dickflüssig und läßt sich mit Wasser nicht mischen. Der Hauptmenge nach besteht es aus einem Gemenge der verschiedensten Kohlenwasserstoffe. Berühmt sind die pennsylvanischen und kaukasischen (Baku) Petroleumquellen. Bedeutende Petroleumlager besitzen auch Galizien und Rumänien; die Erdöllager Deutschlands (Pechelbronn und Wietze) scheinen bedeutungsvoll zu werden. Das mittels Pumpwerke durch Bohrlöcher zutage geschaffte Rohpetroleum wird in Raffinerien einer Destillation unterworfen, wobei die Destillate in mehreren Fraktionen gesammelt und nach entsprechender Reinigung den verschiedenen Verwendungen zugeführt werden. Bei der ersten Destillation trennt man das Rohpetroleum in

1. Rohbenzin, das bis 150° überdestilliert,
2. Leuchtpetroleum mit dem Siedepunkt zwischen 130 und 150° und
3. Petroleumrückstände, über 300° siedend.

1. Das mit Schwefelsäure und Natronlauge gereinigte Rohbenzin liefert bei einer weiteren fraktionierten Destillation:

Petroleumäther, Gasolin oder Solin, Siedepunkt 40—70°; es dient als Lösungsmittel für Fette, Harze und Kautschuk.

Benzin, Siedepunkt 70—120°; seine große Verwendung findet oben Erwähnung.

Ligroin, Siedepunkt 120—135°; dieses gelangt in Ligroinlampen als Leuchtmaterial zur Verwendung.

Es bildet eine leicht bewegliche, sehr flüchtige und brennbare Flüssigkeit vom spez. Gewicht 0,70 bis 0,72. Seine Dämpfe geben mit Luft gemischt ein explosives Gemenge, und zwar dann, wenn 2,5 bis 4,8% Benzindampf der Luft beigemischt sind. Das Mischungsverhältnis, bei welchem in der Nähe einer Flamme die Explosion eintritt, bewegt sich zwar innerhalb eines sehr kleinen Bereiches; da jedoch zur Bildung des explosiven Gemenges nur wenig Benzindampf genügt, ist die Explosionsgefahr bei Benzin umso größer. Es dürfen demnach Räume, in welchen mit Benzin gearbeitet wird, niemals mit offenem Licht betreten werden. Solche Räume (z. B. die Benzinwäsche) sollen auch von Feuerungsanlagen genügend entfernt sein, da der schwere, am Boden fließende Benzindampf durch Fugen auch zu einer außer-

---

Putzöl, Siedepunkt 135–150°; es dient zum Putzen von Maschinenteilen, da es verharzte Schmieröle löst, sowie als Ersatz für Terpentinöl bei der Bereitung von Lacken, Firnissen und Ölfarben.

2. Das gleichfalls mit Schwefelsäure, Natronlauge und Wasser gereinigte Leuchtöl gelangt als eine farblose oder schwach gelbliche Flüssigkeit mit bläulicher Fluoreszenz als Leuchtpetroleum in den Handel. Das Kaiseröl oder Sicherheitspetroleum ist ein nochmals destilliertes und gereinigtes Petroleum, das von den bei niedriger Temperatur siedenden Kohlenwasserstoffen vollständig befreit ist, wodurch die Feuergefährlichkeit vermindert, die Leuchtkraft aber vergrößert wird.

3. Aus den Erdölrückständen gewinnt man je nach ihrer Herkunft verschiedene Produkte. Die russischen werden wegen ihres hohen Gehaltes an dickflüssigen Kohlenwasserstoffen durch Destillation in Vakuumapparaten und chemische Behandlung auf Schmieröle verarbeitet. Gut gereinigten Erdölschmierölen kommen sehr gute Eigenschaften zu, sie verharzen nicht, bleiben säurefrei und sind billig. Zum Unterschiede von den fetten Ölen (S. 140) werden sie als Mineralöle bezeichnet. Je nach ihrer Zähflüssigkeit (Viskosität) und sonstigen Eigenschaften sind die Mineralöle als Schmiermittel für die verschiedensten Verwendungsarten geeignet (Spindelöl, Zylinderöl, schweres Maschinenöl usw.).

Die Schmieröle prüft man auf ihr spez. Gewicht, auf Viskosität, event. auch auf Fett, Harz, Mineralsäure, auf ihren Entflammungspunkt usw.

Mineralöle werden häufig auch zur Herstellung von „Spickölen“ verwendet (S. 167). Zum Unterschiede von den Fetten sind die Mineralöle nicht verseifbar.

Die an festen Kohlenwasserstoffen reichen amerikanischen und galizischen Petroleumrückstände werden durch Reinigung mit Schwefelsäure und Entfärbung mit Tierkohle in Vaseline übergeführt (Verwendung zur Herstellung von Salben, Lederfett und als Schmiermittel). Werden nur die festen Kohlenwasserstoffe abgeschieden, so gelangt man zu Paraffin (S. 150).

In Rußland und Amerika werden die Petroleumrückstände auch als Heizmaterial verwendet.

Seit einiger Zeit werden im Kaukasus die „Naphthensäuren“ der Petroleumrückstände auf „Naphthenseifen“ verarbeitet. Sie dürfen mit den eigentlichen Seifen nicht verwechselt werden. In der neueren Zeit ist es gelungen, diesen „Seifen“ den üblen Geruch zu benehmen; sie sollen ein gutes Reinigungsvermögen besitzen.

halb des Waschraumes befindlichen Feuerung gelangen kann; die Entzündung pflanzt sich in diesem Falle von der Feuerung bis zum Waschraum fort und kann hier zur Explosion führen. Auch Funken, z. B. durch eiserne Schuhnägel erzeugt, können zur Explosion führen. Zur Vermeidung der Explosionsgefahr ist eine gute Ventilation vom Fußboden aus unerlässlich.

In der Benzinwäsche kann es auch zu einer „Selbstentzündung“ des Benzins leicht kommen. Die Ursache einer solchen ist die Reibungselektrizität, welche beim Bewegen von trockener Wolle oder Seide sowie beim Schleudern der mit Benzin gereinigten Gegenstände auftritt. Die elektrische Erregung des Benzins kann so stark werden, daß die auftretenden Funken die Benzindämpfe zur Entzündung bringen. Durch metallene Gegenstände, wie Knöpfe u. dgl., sowie durch trockene Luft wird die Bildung der Funken begünstigt. Ein Zusatz von 0,1% Magnesiumoleat (Richteröl, Antibenzinpyrin)<sup>1)</sup> zum Benzin macht die Flüssigkeit für die Elektrizität besser leitend und vermindert somit die Neigung zur Selbstentzündung. Ebenso günstig wirkt auch ein Zusatz von „Benzinseife“ (saures Alkaliöleat); letztere kommt zufolge ihrer Löslichkeit auch dem Waschprozeß zugute.

Benzin ist ein ausgezeichnetes Lösungsmittel für Fette und Harze; es verhält sich den Fasern und Farbstoffen gegenüber völlig indifferent. Diesen Eigenschaften sowie dem niedrigeren Preise gegenüber anderen Fettlösungsmitteln verdankt es auch seine große Verwendung zur Extraktion der Fette aus den verschiedensten Materialien<sup>2)</sup>, insbesondere aber seinen großen Verbrauch in den Wasch- und Reinigungsanstalten.

In der Benzinwäsche werden schmutzige Kleider, namentlich wollene, in geschlossenen Waschmaschinen in Benzin bewegt, wobei das Fett gelöst und der anhaftende Schmutz entfernt wird. Nach dem Abspülen mit Benzin in Spülgefäßen werden die gereinigten Gegenstände in Schleudermaschinen (Zentrifugen) vom Benzin befreit und getrocknet. Da das verwendete Benzin die verschiedensten Stoffe (Fett, Seife, Stärke, Schmutz, Farbstoffe usw.) — teils gelöst, teils suspendiert — enthält, muß es behufs weiterer Verwendung einer Reinigung unterzogen werden, welche am besten durch Destillation mit Hilfe von Wasserdampf erfolgt. Dazu bedient man sich entweder doppelwandiger Destillationsblasen, durch deren „Mantel“ der Dampf geleitet wird, oder man leitet den Wasserdampf in das Benzin, wobei dieses gemeinsam mit den Wasserdämpfen durch den Kühler überdestilliert. In der Vorlage trennen sich Benzin und Wasser nach ihrem spezifischen Gewicht.

<sup>1)</sup> S. 166.

<sup>2)</sup> S. 139.

Frisch bezogenes sowie das durch Destillation in der Waschanstalt zurückgewonnene Benzin bewirken oft eine zu weitgehende Entfettung der Faser. Dadurch erhält die Ware einen rauhen Griff, und die Faser wird brüchig; dies läßt sich jedoch vermeiden, wenn man dem Benzin etwas Seife zusetzt. Die Seife löst sich in Benzin nur dann, wenn man sie zuvor in einer alkoholischen Elainlösung gelöst hat. Durch Einverleibung der „Benzinseife“ erlangt das Benzin auch noch die Eigenschaften eines „Waschmittels“.

Weniger gut ist die Benzinreinigung ohne Destillation. Bei dieser überläßt man das Benzin erst einer Klärung und filtriert es dann durch Knochenkohle. Oft wird die Reinigung auch mit konz. Schwefelsäure vorgenommen. Ein so gereinigtes Benzin kann freie Säure enthalten; diese wirkt auf Baumwollwaren schädigend ein<sup>1)</sup>. Eine Reinigung des Benzins mit Schwefelsäure soll unterlassen werden, wenn man demselben Benzinseife zugesetzt hat, da aus dieser sulfurierte Ölsäure gebildet wird, welche beim Behandeln der gereinigten Gegenstände mit dem Plätteseisen die Schwefelsäure wieder abgibt. Dieser Übelstand läßt sich wohl vermeiden, wenn man vor dem Zusatz der Schwefelsäure das unreine Benzin mit Kalkwasser versetzt, wobei die Kalziumseife zur Fällung gelangt, von welcher das Benzin durch Abziehen getrennt wird. Gegenüber der „Destillationsreinigung“ ist die Reinigung des Benzins mit Schwefelsäure viel umständlicher und besitzt auch den Nachteil, daß sie nicht so vollständig ist, um das Benzin zur Reinigung von weißen Gegenständen verwenden zu können. Andererseits ist bei Verwendung eines auf diese Art gereinigten Benzins ein Brüchigwerden der Faser nicht zu befürchten, da es immer etwas Fett enthält, das von den gereinigten Gegenständen herrührt.

Wiederholt wurden Versuche angestellt, Benzin zum „Entschweißen der Wolle“<sup>2)</sup> zu verwenden. Dazu ist es jedoch wenig geeignet, da es auch das im Innern der Wollfaser befindliche Fett entfernt, wodurch die Elastizität und Güte derselben beeinträchtigt wird.

Schließlich sei noch der große Verbrauch an Benzin zum Betrieb von Motoren und Kraftfahrzeugen erwähnt.

Prüfung des Benzins. Es darf beim Verdunsten keinen Rückstand hinterlassen. Enthält es Fett, so bleibt dieses beim Verdunsten auf Papier als Fettfleck zurück. Es muß säurefrei sein und soll beim Schütteln mit konz. Schwefelsäure keine Färbung annehmen.

---

<sup>1)</sup> S. 66.

<sup>2)</sup> S. 149.

**Benzol C<sub>6</sub>H<sub>6</sub><sup>1)</sup>.**

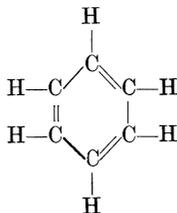
Die Hauptquelle für Benzol ist der Steinkohlenteer. Dieser bildet neben dem Steinkohlenteerwasser das flüssige Destillationsprodukt bei der Leuchtgasfabrikation und Koksbereitung<sup>2)</sup>. Der Steinkohlenteer erlangte in den letzten Jahrzehnten eine außerordentlich große Bedeutung, da ihm fast alle Farbstoffe und viele andere wertvolle Stoffe entstammen. Zu seiner Verarbeitung wird er ähnlich wie das rohe Petroleum einer fraktionierten Destillation unterzogen und zunächst in leichtes Steinkohlenteeröl (unter 170° siedend) und schweres Steinkohlenteeröl (über 170° siedend) getrennt. Das als Rückstand verbleibende Pech dient zur Bereitung schwarzer Firnisse und Lacke, als Ersatz für Asphalt usw.

Das Leichtöl ist jenes Destillat, welches neben anderen Kohlenwasserstoffen das Benzol enthält. Bei einer neuerlichen Destillation des Leichtöls bildet das Benzol die bei 80—85° in die Vorlage übergehende Fraktion.

Das reine Benzol bildet eine farblose, aromatisch riechende Flüssigkeit, welche bei 0° erstarrt und bei 80° siedet. Es ist leicht entzündlich und brennt zufolge des hohen Kohlenstoffgehaltes mit einer stark rußenden Flamme. In Wasser ist es nicht löslich, mischt sich aber mit Alkohol, Äther usw. in allen Verhältnissen.

Das in der Textilindustrie verwendete Produkt ist jedoch zumeist ein Gemisch des Benzols mit anderen Kohlenwasserstoffen der Benzolreihe (Toluol, Xylol u. a.).

<sup>1)</sup> Alle bisher besprochenen organischen Verbindungen können vom Methan CH<sub>4</sub> abgeleitet werden. In ihren Molekülen müssen wir eine kettenförmige Bindung der Kohlenstoffatome annehmen. Da auch allen Fetten ein derartiger Aufbau der Moleküle zukommt, so werden die Kohlenstoffverbindungen dieser Gruppe auch als aliphatische Verbindungen (aleiphas = Fett) bezeichnet. — Benzol hingegen ist das Anfangsglied der zweiten großen Gruppe organischer Verbindungen. Der hohe Kohlenstoffgehalt und das chemische Verhalten des Benzols und seiner Abkömmlinge sprechen dafür, daß die Kohlenstoffatome dieser Verbindungen im Molekül ringförmig aneinander gebunden sind. Man bezeichnet daher die Verbindungen dieser Gruppe auch als zyklische Verbindungen. Dem Benzol gibt man folgende „Strukturformel“:



<sup>2)</sup> S. 84.

Benzol hat für Fett usw. ein noch größeres Lösungsvermögen als Benzin. Seine Verwendung als Fettextraktionsmittel und Reinigungsmittel ist jedoch wegen seines höheren Preises sehr beschränkt. Hauptsächlich dient es als Ausgangsstoff für die Gewinnung seiner zahlreichen und wertvollen Abkömmlinge (Nitrobenzol, Anilin usw.).

### Terpentinöl.

Das Terpentinöl gehört zu den sogen. „ätherischen Ölen“<sup>1)</sup> und besteht aus einem Gemisch von isomeren<sup>2)</sup> Kohlenwasserstoffen, Pinenen  $C_{10}H_{16}$ . Es findet sich in den Nadelhölzern, und zwar in einer Mischung mit Harz, vor. Das aus Einschnitten der Nadelhölzer ausfließende Produkt, Terpentin (Rohharz) genannt, wird durch Destillation mit oder ohne Wasserdampf in das flüchtige Terpentinöl und in das nicht flüchtige Harz (Kolophonium) zerlegt.

Terpentinöl ist eine farblose, bei  $160^{\circ}$  siedende Flüssigkeit von eigentümlichem Geruch und brennendem Geschmack. Es ist in Wasser unlöslich, löst sich aber leicht in Alkohol und Äther; es ist ein Lösungsmittel für Harze und Fette und findet hauptsächlich zur Bereitung von Lacken und zur Verdünnung von Ölfarben Verwendung. Es wird vielfach auch zum Beseitigen von Fett- und Harzflecken verwendet. Als Reinigungsmittel im großen ist das Terpentinöl nicht geeignet, da es während des Verdunstens durch Absorption von Sauerstoff verharzt. Es wird aber zufolge seiner fettlösenden Eigenschaft manchmal bei der Hauswäsche nebst Seife dem Einweichwasser zugesetzt. Da dem Terpentinöl die Eigenschaft zukommt, das beim Verdunsten des Wassers gebildete Ozon<sup>3)</sup> zu absorbieren, so wirkt es auch etwas bleichend, namentlich, wenn man das Trocknen bei Sonnenlicht vornimmt<sup>4)</sup>.

**Kolophonium.** Das aus dem Fichtenharz nach dem Abdestillieren des Terpentinöls gewonnene Kolophonium erstarrt nach wiederholtem Schmelzen zu einer klaren, spröden Masse von gelber bis dunkelbrauner Farbe. Die Hauptbestand-

1) Unter „ätherischen Ölen“ versteht man flüchtige, meist von Pflanzen stammende Stoffe von öliger Beschaffenheit und einem eigentümlichen, meist angenehmen Geruch. Auf Papier gebracht, verursachen sie wie die fetten Öle einen durchscheinenden Fleck, doch verschwindet dieser wieder in der Wärme.

2) „Isomer“ sind solche Verbindungen, welche die gleiche procentische Zusammensetzung, oft auch das gleiche Molekulargewicht, aber verschiedene Eigenschaften besitzen. Die Verschiedenheit der Eigenschaften ist durch die verschiedene Lagerung der Atome im Molekül bedingt.

3) S. 116.

4) Von allen Terpentinölsorten ist die französische wegen ihrer Reinheit und des angenehmen Geruches am meisten geschätzt; das österreichische Terpentinöl ist zu Reinigungszwecken nur dann verwendbar, wenn es gut rektifiziert ist; am schlechtesten sind das deutsche und russische Terpentinöl.

teile des Kolophoniums sind die Abietinsäure und die Pinarsäure, welche mit Alkalien lösliche, stark schäumende Salze bilden. Aus diesem Grunde findet das Kolophonium häufig in der Seifenfabrikation als billiger Zusatz zu Fett Verwendung. Da den Alkaliverbindungen des Kolophoniums eine sehr gute Klebkraft zukommt, werden sie häufig als Klebstoffe verwendet, zumeist in Gemeinschaft mit Stärke. Darauf gründet sich auch ihre, wenn auch seltenere Verwendung in der Appretur. Wegen seiner Löslichkeit in Terpentinöl und Alkohol dient das Kolophonium auch zur Herstellung von Lacken<sup>1)</sup>. Alkoholische Kolophoniumlösungen finden manchmal zum Appretieren minderwertiger Seidengewebe sowie der Halbseidenstoffe Verwendung.

Der trockenen Destillation unterworfen, liefert das Kolophonium die sogenannten Harzöle, welche wegen ihres niedrigen Preises bei der Bereitung von Schmierölen häufig den Mineralölen zugesetzt werden; solche Schmieröle verharzen leicht.

Von seltener vorkommenden Harzarten, welche für Appreturzwecke in besonderen Fällen teils in Lösung Anwendung finden, teils in fein verteiltem Zustande anderen Appreturmitteln beigemischt werden, sind zu erwähnen:

**Schellack** (Gummilack). Dieses Harz stammt aus Ostindien; es ist in Alkohol löslich und in Benzin sowie in Terpentinöl unlöslich. Von der Natronlauge wird Schellack sehr leicht angegriffen.

**Bernstein** ist das Harz vorweltlicher Nadelhölzer; es ist in Benzin löslich, in Alkohol und in Terpentinöl aber unlöslich.

**Kopal** besteht aus verschiedenen bernsteinähnlichen Harzen, welche sowohl von der Rinde und Wurzel mancher tropischen Bäume gesammelt als auch aus den oberen Erdschichten ausgegraben werden. Kopal ist in Benzin löslich und in Alkohol unlöslich; in Terpentinöl quillt Kopal nur auf.

**Sandarak** löst sich in Alkohol und Terpentinöl leicht, in Benzin schwer.

**Mastix** löst sich in Alkohol, Terpentinöl und Benzin.

**Dammarharz** löst sich in Terpentinöl und Benzin, nicht aber in Alkohol.

**Kautschuk.** Aus verschiedenen Tropenpflanzen wird beim Einschneiden der Stämme ein zunächst dünnflüssiger „Milchsaft“ gewonnen, der durch einen Räucherungsprozeß zur Koagulation gebracht wird. Durch Behandlung mit warmem Wasser oder Dampf wird der zerschnittene Rohkautschuk aufgeweicht und von Sand, Astteilchen und anderen Beimengungen befreit; durch Knetmaschinen und Walzwerke wird er schließlich in eine gleichartige Masse — den gereinigten Kautschuk — übergeführt.

Die empirische Zusammensetzung des Kautschuks  $(C_{10}H_{16})_x$  entspricht jener der Terpene. Während der reine Kautschuk eine amorphe, farb- und geruchlose Masse bildet, kommt der Handelsware stets eine gräuliche bis bräunliche Färbung und ein schwacher, aber charakteristischer Geruch zu. Kautschuk ist wegen seiner Elastizität und seiner Undurchdringbarkeit für Wasser und Gase sowie als Nichtleiter der Elektrizität ein sehr wertvolles und vorläufig unersetzbares Material. Der Kautschuk schmilzt bei  $120^{\circ}$  und geht in eine schwarze, schmierige Masse über; bei Luftzutritt verbrennt er mit rußender Flamme, wogegen er bei der trockenen Destillation das „Kautschuköl“ liefert, das ein gutes Lösungsmittel für Kautschuk ist. Kautschuk löst sich ferner in Schwefelkohlenstoff, Chloroform, Äther, Benzol und Terpentinöl. Derartige Lösungen kommen auch für die Zwecke des Wasserdichtmachens und Gasdichtmachens in den Handel.

---

<sup>1)</sup> Durch Auflösen von Harzen in Leinölfirnis erhält man die fetten Lacke oder Lackfirnisse.

Die vielfach störende Eigenschaft des Kautschuks, schon bei verhältnismäßig niedriger Temperatur zu erweichen, wird vermieden, indem man ihn bei etwa 120° mit Schwefel behandelt, von dem er eine bestimmte Menge in fester Bindung in sich aufnimmt. Durch diese „Vulkanisierung“ des Kautschuks werden seine Eigenschaften im wesentlichen nicht verändert, seine Widerstandsfähigkeit gegen Wärme und Kälte aber bedeutend erhöht<sup>1)</sup>.

## Bleichmittel.

Das Bleichen verfolgt den Zweck, färbend wirkende Substanzen zu beseitigen. In der Textilindustrie werden dem Bleichprozeß alle Faserarten unterworfen, sowohl in Form von losem Material als auch in Form von Garnen und Geweben. In den meisten Fällen handelt es sich um die Entfernung des der Rohfaser von Natur aus zukommenden „Stiches“ ins Gelbliche, Rötliche, Bläuliche oder Grünliche.

Gebleichte Ware kommt entweder als „weiße Ware“ zum Verkauf, oder sie wird gefärbt oder bedruckt. In letzterem Falle bezweckt das Bleichen die Entfernung aller Fremdstoffe, welche ein gleichmäßiges Anfärben hindern würden.

Die zur Anwendung kommenden Bleichmittel zerstören zumeist den Farbstoff; in manchen Fällen bilden sie aber mit dem Farbstoff eine farblose Verbindung.

Mit Ausnahme der von alters her üblichen Rasenbleiche hat man es bei allen Bleichmitteln mit chemischen Produkten zu tun, bei deren Wahl und Anwendung man auf die Art der zu bleichenden Faser Rücksicht nehmen muß. Die vegetabilischen Fasern sind gegenüber den Bleichmitteln viel widerstandsfähiger als die tierischen; für letztere kommen nur wenige Bleichmittel in Betracht.

### Rasenbleiche.

Bei der Rasenbleiche wird das Gespinnst oder das Gewebe auf Rasen ausgebreitet und im Sonnenlichte öfter mit Wasser besprengt; dabei entstehen Ozon  $O_3$  und Wasserstoffsuperoxyd  $H_2O_2$ , welche durch ihr Oxydationsvermögen auf die färbenden Bestandteile bleichend wirken<sup>2)</sup>. Es ist anzunehmen, daß auch ein Teil des Sauerstoffes, den

<sup>1)</sup> In nahem Zusammenhange mit dem Kautschuk steht die Gutta percha. Sie ist bei gewöhnlicher Temperatur lederartig zähe und biegsam, aber nicht elastisch; bei ungefähr 60° wird sie weich und bildsam. Sie dient besonders zur Isolierung unterirdischer und unterseeischer Kabel und in der Galvanoplastik.

<sup>2)</sup> Ozon  $O_3$  wird auch „aktiver Sauerstoff“ genannt. Dieses eigentümlich riechende Gas bildet sich in geringer Menge beim Verdunsten des Wassers, bei elektrischen Entladungen in der Luft, bei der Elektrolyse usw. Seine Bildung aus dem gewöhnlichen Sauerstoff findet nach folgender Gleichung statt:  $3 O_2 = 2 O_3$ . Das Ozonmolekül enthält demnach 3 Atome Sauerstoff, während man im gewöhnlichen Sauerstoff deren zwei annehmen muß. Die stark oxydierende Wirkung

die Pflanzen beim Assimilationsprozeß<sup>1)</sup> abgeben, dem Bleichprozeß zugute kommt. Der Rasenbleiche werden heute meist die Hauswäsche sowie die in der Hausindustrie erzeugten Leinenstoffe unterworfen; durch Trocknen der Wäsche an der Sonne wird der Bleichprozeß gefördert. Bei völlig ungebleichter Faser würde eine solche Rasenbleiche sehr lange dauern. Um die Bleichdauer abzukürzen, wird in diesem Falle die Ware vorher „gebeucht“, d. h. mit einer heißen Pottaschelösung oder mit der Auslaugeflüssigkeit der Holzäsche unter Zusatz von etwas Kalk behandelt. Die Laugenbehandlung wird während der Bleiche einigemal wiederholt. Zum Schluß wird die Ware behufs Neutralisation der in ihr enthaltenen Lauge mit einer verdünnten Säure behandelt und rein gespült. Da auch ein solcher Bleichprozeß immer noch Wochen und Monate dauert, und durch die Laugenbehandlung auch die Faser leidet, kommt er für den Fabrikbetrieb gegenwärtig gar nicht mehr in Betracht, sondern nur dort, wo im Haushalte hergestellte Leinengewebe gebleicht werden.

### Ozonbleiche.

Die Ozonbleiche soll die Rasenbleiche ersetzen, ist aber bisher nur wenig eingeführt; man bediente sich derselben ursprünglich zur Leinenbleiche, gegenwärtig findet sie auch bei der Baumwolle Anwendung, und zwar nach der Chlorbleiche.

Zur Verwendung gelangt eine ozonreiche Luft, die man in der Ozonisierungsanlage durch die sogenannte stille elektrische Entladung

---

des Ozons beruht auf dem Umstand, daß seine Moleküle unter Rückbildung der gewöhnlichen Sauerstoffmoleküle  $O_2$  je ein Atom Sauerstoff sehr leicht abgeben:  $O_3 = O_2 + O$ .

Der in Atomform vorhandene Sauerstoff wirkt nun viel stärker oxydierend als der zu Molekülen gebundene, da in letzterem Falle vor der Oxydation erst eine Spaltung der Moleküle in Atome erfolgen muß, die beim gewöhnlichen Sauerstoff oft nur sehr schwer stattfindet. Der in Atomform oder im Entstehungszustande (*statu nascendi*) begriffene Sauerstoff kann sich jedoch mit großer Leichtigkeit mit anderen Stoffen vereinigen, d. h. oxydierend wirken. Findet er keine oxydierbaren Stoffe, dann vereinigen sich je zwei Atome Sauerstoff sofort wieder zu gewöhnlichem Sauerstoff  $O_2$ .

Zufolge seines leichten Zerfalles bei Gegenwart oxydierbarer Substanzen kann Ozon in der Atmosphäre nur vorübergehend auftreten. Trotzdem kommt ihm eine wichtige Rolle zu, da er bei seinem Zerfall einen wesentlichen Anteil an allen Oxydationsvorgängen wie auch an der Zerstörung von Krankheitskeimen nimmt. In neuerer Zeit wird Ozon in einigen Städten zur Reinigung des Trinkwassers benutzt; auch bedient man sich seiner bereits zu Bleichzwecken.

Ebenso übt das Wasserstoffsperoxyd  $H_2O_2$  durch Abgabe des im Entstehungszustande begriffenen Sauerstoffes die bleichende Wirkung aus:  $H_2O_2 = H_2O + O$ .

<sup>1)</sup> S. 204.

aus gewöhnlicher Luft erhält. Die „ozonisierte“ Luft tritt durch Löcher eines Systems von eisernen Röhren in weiß tapezierte „Ozonkammern“ ein, in welche zuvor das feuchte Garn gebracht wurde. Die zu ozonisierende Ware bedarf außer der für die Rasenbleiche üblichen Behandlung noch einer Vorbehandlung mit verdünnter Salzsäure oder mit Terpentinöl. Für die „Dreiviertel-Bleiche“ genügt eine Ozonisierung in der Dauer von sieben Stunden, für die „Vollbleiche“ sind zwei bis drei solche Ozonisierungen nötig. Die weitere Behandlung der Ware ist dieselbe wie nach der Rasenbleiche.

Die Ozonbleiche stellt sich nicht billiger als die Rasenbleiche. Ihre Vorteile sind die viel kürzere Bleichzeit, die Unabhängigkeit vom Wetter und der Wegfall von Wiesen.

## Chlor und Hypochlorite.

### Chlor Cl.

Chlor wird nach dem alten Verfahren durch Oxydation der Salzsäure mit Braunstein dargestellt:



Der Vorteil bei der Verwendung von Braunstein als Oxydationsmittel liegt darin, daß er sich aus dem beim Prozeß gebildeten Manganochlorid zurückgewinnen läßt; zu diesem Zwecke versetzt man die „Manganchlorür-lauge“ mit Kalk und läßt längere Zeit Luft einwirken (Weldon-Prozeß).

Gegenwärtig werden große Mengen Chlor elektrolytisch hergestellt. Wird durch eine Kochsalzlösung der elektrische Strom geleitet, so scheidet sich an der Kathode Natrium ab, das aber mit Wasser unter Freiwerden von Wasserstoff sofort Natriumhydroxyd bildet, während an der Anode Chlorgas zur Entwicklung gelangt. Zur Verhinderung der Einwirkung des Chlors auf Natriumhydroxyd müssen die Elektroden durch ein Diaphragma, d. i. eine poröse Scheidewand, getrennt sein, welche wohl den Durchgang des elektrischen Stromes, nicht aber der auf den Elektroden frei werdenden Stoffe gestattet<sup>1)</sup>.

Chlor ist ein grünlichgelbes, erstickend riechendes Gas, das, eingeatmet, die Schleimhäute sehr stark angreift, heftige Katarrhe erzeugt und in größeren Mengen selbst den Tod herbeiführen kann. Es läßt sich ziemlich leicht verflüssigen; das flüssige Chlor wirkt in trockenem Zustande auf das Eisen so wenig ein, daß es in stählernen Flaschen in den Handel gebracht werden kann. In Wasser ist das Chlor leicht löslich; seine wässrige Lösung heißt Chlorwasser und besitzt die Farbe

<sup>1)</sup> Als Nebenprodukte gewinnt man demnach bei diesem Prozeß Natriumhydroxyd und Wasserstoff (vgl. S. 79).

des gasförmigen Chlors. Die wichtigste Eigenschaft des Chlors ist seine große Affinität zu den meisten Elementen, besonders zu Wasserstoff und zu den Metallen, mit welchen es sich direkt, oft unter Feuererscheinung, zu Chloriden verbindet<sup>1)</sup>. Auf der großen Verwandtschaft des Chlors zu Wasserstoff beruht auch seine bleichende Wirkung. Es verbindet sich nämlich mit dem Wasserstoff des Wassers und bringt aus diesem den Sauerstoff in Freiheit, welcher — im Entstehungszustande begriffen — stark oxydierend und demnach bleichend wirkt:



Auf diesem Vorgang beruht auch die Zersetzung des Chlorwassers, die besonders leicht bei Sonnenlicht stattfindet. Chlor ist also ein indirektes Oxydationsmittel und kann, wie aus Obigem hervorgeht, nur bei Gegenwart von Wasser bleichend wirken.

Chlorwasser wurde früher als Bleichmittel für Gewebe vegetabilischer Natur verwendet. Wegen seiner schädlichen Wirkung auf die Atmungsorgane der mit der Bleiche beschäftigten Arbeiter finden an seiner Stelle gegenwärtig die mittels Chlor hergestellten Hypochlorite Anwendung. Zum Bleichen der tierischen Faser sind weder Chlor noch die aus diesem hergestellten Bleichmittel geeignet. Die Wolle wird bei längerer Einwirkung von Chlor braun, sie verliert die Filzfähigkeit<sup>2)</sup> und erhält einen harten, knirschenden Griff. Mäßig und vorsichtig angewandt, dient aber das Chlor bzw. ein chlorhaltiges Bleichmittel zum „Chloren“ der Wolle. Durch diese Behandlung erhält die Wollfaser einen seidenartigen Glanz, ein gutes Anfärbevermögen und verliert ihre Fähigkeit zum Schrumpfen, wogegen die Eigenschaft der gechlorten Wolle, keine Filzfähigkeit zu besitzen, in manchen Fällen erwünscht ist.

Dem Angriff des Chlors unterliegt bei längerer Einwirkung auch die Baumwollfaser. Dabei verbindet sich das Chlor mit einem Teil des Wasserstoffes der Zellulose<sup>3)</sup> zu Wasserstoffchlorid, wodurch die Zellulose an Wasserstoff ärmer, an Sauerstoff aber reicher wird; die so gebildete Oxyzellulose macht die Faser schwächer, aber empfänglicher für die Aufnahme basischer Farbstoffe.

Chlor dient hauptsächlich zur Darstellung von Hypochloriten<sup>4)</sup>, insbesondere des Chlorkalkes.

---

<sup>1)</sup> Vgl. die Bildung von Chloriden aus der Salzsäure; S. 69.

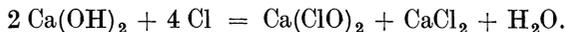
<sup>2)</sup> S. 185.

<sup>3)</sup> S. 198.

<sup>4)</sup> Hypochlorite sind Salze der unterchlorigen Säure HClO.

### Chlorkalk.

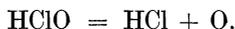
Zu seiner Darstellung wird in Kammern, welche aus Stein- oder Bleiplatten bestehen, gelöschter Kalk der Einwirkung des Chlors ausgesetzt:



Das aus Kalziumhypochlorit, Kalziumchlorid und Wasser bestehende Reaktionsprodukt ist der Chlorkalk.

Er bildet ein weißes, krümeliges, in Wasser unter stark alkalischer Reaktion nur zum Teil lösliches Pulver, das in der Lösung stark bleichend wirkt. Aus festem Chlorkalk wird durch feuchte Luft bzw. Luftkohlen-säure zuerst neben viel Chlor auch etwas unterchlorige Säure  $\text{HClO}^1$ ) und schließlich nur Chlor ausgetrieben; aus einer Lösung von Chlorkalk entweichen zuerst in etwa gleichen Mengen Chlor und unterchlorige Säure, schließlich aber in weit größerer Menge das Chlor. Der Chlorkalk besitzt demnach einen durch die unterchlorige Säure etwas beeinflussten Chlorgeruch.

Beim Bleichen ist wahrscheinlich das freie Chlor das Bleichmittel und die unterchlorige Säure nur von geringer Bedeutung. Letztere zerfällt sehr leicht in Salzsäure und „bleichenden“ Sauerstoff.



Die gebildete Salzsäure setzt sich mit dem im Chlorkalk stets vorhandenen Kalziumhydroxyd in Kalziumchlorid um.

Noch stärker ist die oxydierende Wirkung des Chlorkalkes bei Zusatz einer Säure. In diesem Falle wird der Chlorkalk unter Freiwerden von Chlor in kurzer Zeit vollständig zerlegt<sup>2)</sup>. Trotzdem wird beim Bleichen von Textilfasern nicht eine angesäuerte, sondern eine gewöhnliche Chlorkalklösung angewandt. Während nämlich letztere in den Faden gut eindringt, schließt sich dieser bei Anwendung einer angesäuerten Chlorkalklösung und öffnet sich wieder beim Spülen mit Wasser, wobei ungebleichte Stellen zum Vorschein kommen. Die Ware soll demnach erst nach dem Verlassen des wässerigen Chlorkalkbades in ein Säurebad (verdünnte Schwefelsäure oder verdünnte Salzsäure) gebracht werden, wodurch der in der Ware noch vorhandene Chlorkalk vollständig zersetzt wird.

Der Chlorkalk verliert beim Aufbewahren langsam sein wirksames Chlor; am wenigsten, wenn er im Dunkeln und Kühlen aufbewahrt wird. Zieht er an der Luft Feuchtigkeit an, so wird er schmierig.

Der Wert des Chlorkalkes wird nach jener Menge Chlor bestimmt, welche durch Säuren in Freiheit gesetzt wird. An diesem „wirksamen“

<sup>1)</sup>  $\text{Ca(OCl)}_2 + \text{H}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3 + 2 \text{HClO}.$

<sup>2)</sup> z. B.  $\text{Ca(OCl)}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CaSO}_4 + 2 \text{HClO},$

$\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CaSO}_4 + 2 \text{HCl};$

$2 \text{HClO} + 2 \text{HCl} = 2 \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2.$

Chlor könnte der Chlorkalk theoretisch 49% enthalten. Praktisch ist ein solcher nicht herstellbar; der technische Chlorkalk enthält, wenn er unzersetzt ist, 35 bis 36% wirksames Chlor<sup>1)</sup>.

Zum Bleichen von Textilfasern sollen nur klare Chlorkalklösungen zur Anwendung kommen. Es kommt zwar auch dem unlöslichen Teil ein gewisser Bleichwert zu, allein die in der „Chlorkalkmilch“ oft vorhandenen Klümpchen setzen sich an der Ware fest und bewirken an solchen Stellen eine stärkere Bildung von Oxyzellulose; diese wieder ist die Ursache, daß an solchen Stellen die Färbung dunkler wird. Zum Gebrauche wird der Chlorkalk mit kaltem Wasser angerührt, oder man bedient sich dazu eines „Chlorkalkauflösers“. Nach dem Absetzen der unlöslichen Bestandteile wird die klare Lösung abgezogen und deren Gehalt an wirksamem Chlor bestimmt.

Außer zum Bleichen von vegetabilischen Textilfasern findet der Chlorkalk als Bleichmittel auch in der Papierfabrikation viel Anwendung. Er dient ferner zur Herstellung anderer Bleichflüssigkeiten (Labarraquesche Lauge, Javellesche Lauge u. a.) sowie zum Chlorieren der Wolle<sup>2)</sup>, manchmal auch als Aufschließungsmittel für Stärke. Eine weitere Verwendung findet der Chlorkalk als Desinfektionsmittel.

### Die Chlorkalkbleiche von Baumwollgeweben.

Vor dem Bleichen werden die Baumwollgewebe je nach der späteren Veredlungsart gesengt oder geschoren. Das Sengen (Abflammen) bezweckt die Entfernung der feinen an der Oberfläche des Gewebes hängenden Fasern durch Abbrennen, wogegen durch das Scheren gröbere Unebenheiten, Knoten usw. beseitigt werden. Zum Absengen bedient man sich bei schweren Geweben der Plattensengmaschine, bei leichten der Gassenge. Bei der ersteren wird die Ware mit großer Geschwindigkeit über eine glühende Eisenplatte gezogen, bei Gassengmaschinen an einer Reihe rußfreier Gasflammen vorbeigeführt. Bei richtig durchgeführtem Sengen wird die Ware nicht beschädigt.

Nach dem Sengen laufen die Stücke durch Porzellanringe in die Strangwaschmaschine (Fig. 38) und von hier, in Strangform, in die Bleiche, wo die Ware erst dem „Beuchprozeß“ unterworfen wird. Dieser besteht in der Behandlung der Ware mit alkalischen Flüssigkeiten in der Siedehitze. Dadurch werden die der Baumwollware anhaftenden Fette, welche zum Teil vom Spinnprozeß herrühren, zum Teil aber schon ursprünglich vorhanden waren, durch Verseifung entfernt, der natürliche Farbstoff freigelegt und so seine Beseitigung durch den nachfolgenden Bleichprozeß begünstigt. Früher wurde zu diesem Zwecke die Ware in offenen Gefäßen mit Kalkmilch oder Harzseife gekocht. Gegenwärtig bedient man sich dazu einer 3%igen Natronlauge und arbeitet in Druckkesseln (Beuchkesseln) (Fig. 13). Der Warenstrang muß den ganzen Kesselraum regelmäßig ausfüllen. Oben wird die Ware mit Packtüchern bedeckt und mit verzinkten Eisenstäben beschwert. Die Beuchlauge wird aus einem Vorratskessel unter gleichzeitigem Zufuß von Wasser in den Druckkessel gepumpt, bis die Ware von der Flüssigkeit vollständig

<sup>1)</sup> Bestimmung des wirksamen Chlors S. 125.

<sup>2)</sup> S. 119,

bedeckt ist. Dies ist notwendig, da bei Berührung mit der Luft mürbe und brüchige Oxyzellulose, wahrscheinlich  $(C_{12}H_{22}O_{12})_x$ , gebildet wird. Während des Füllens wird die zufließende Lauge durch einen Vorwärmer erhitzt und der Kessel bis zum beginnenden Sieden offen gelassen. Dann schließt man den Kessel und setzt das Beuchen ungefähr 6 Stunden bei  $2\frac{1}{2}$  at Druck fort<sup>1)</sup>.

Die gebeuchte Ware wird nach dem Erkalten gespült und nun der Chlorbleiche unterworfen. Zu diesem Zwecke wird die Ware in große Betonkufen eingelegt, in welchen sich eine dünne Chlorkalklösung — mit etwa 1 g wirksamen Chlor in 1 l — befindet. Durch einen kleinen Zusatz von Essig-

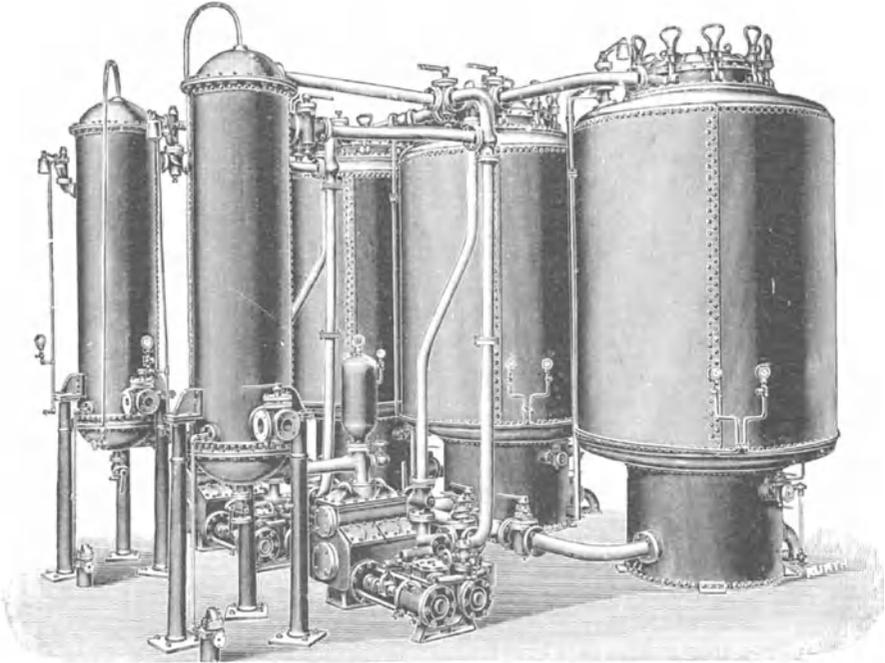


Fig. 13. Hochdruck-Kochkessel-Anlage mit Dampfmaschinen.  
(C. H. Weisbach, Maschinenfabrik, Chemnitz.)

säure kann der Bleichprozeß beschleunigt werden. Je nachdem man die Ware kürzere oder längere Zeit im Chlorbade läßt, spricht man von einer Halbbleiche, Dreiviertelbleiche oder Vollbleiche. Nach dem Bleichprozeß wird die Ware

<sup>1)</sup> Nach E. Lauber wird schwere zum Druck oder zum Färben bestimmte Ware nach dem Sengen behufs Entschlichtung erst 4 bis 5 Stunden in kalter Schwefelsäure von  $2^{\circ}$  Bé liegen gelassen und nach dem Waschen 8 bis 10 Stunden bei  $1\frac{1}{2}$  at Druck gekocht, wobei die Beuchflüssigkeit für 1000 kg Ware 25 kg Ätznatron, 10 kg kalz. Soda, 4 kg Marseiller Seife und 2 l Natriumbisulfidlauge von  $38^{\circ}$  Bé gelöst enthält. Für leichte Ware nimmt man nur 22 kg Ätznatron, 7 kg Soda, 3,5 kg Marseiller Seife und 1 l Bisulfidlösung. Für schwere gerauhte Stoffe empfiehlt Lauber erst ein Imprägnieren mit kochender Natronlauge (für je 1000 kg Ware 12 l Lauge von  $40^{\circ}$  Bé) durch Einstampfen in einem mit Bretter-

gewaschen und der auf dieser noch vorhandene Chlorkalk durch Säuern und abermaliges Waschen soweit als möglich entfernt. Das Säuern nimmt man mit verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure, nach Tompson mit Kohlendioxydgas vor.

Der so behandelten Ware haftet etwas Säure und auch noch etwas Chlor an, das besonders bei feinen Baumwollwaren später schädigend wirken würde<sup>1)</sup>; daher empfiehlt sich bei solchen Waren eine Nachbehandlung mit einer Natriumthiosulfatlösung (Antichlor), wodurch sowohl die Säure als auch das Chlor unschädlich gemacht werden<sup>2)</sup>. Der Behandlung mit Natriumthiosulfat folgt wieder ein Waschen. An Stelle des Natriumthiosulfates bedient man sich auch des billigeren Natriumbisulfites  $\text{NaHSO}_3$ <sup>3)</sup>. Gelbstichige Ware wird zur Herstellung von „Weißware“ noch mit Ultramarin geblaut<sup>4)</sup>.

Nach der angeführten Weise werden auch lose Baumwolle und Baumwollgarne sowie auch Leinen, Hanf und Jute gebleicht; nur bedient man sich dazu Flüssigkeiten anderer Konzentration, nimmt das Beuchen längere Zeit vor und wiederholt es nötigenfalls.

### Natriumhypochlorit $\text{NaClO}$ (Labarraquesche Lauge, Chlorsoda).

Eine Lösung dieses Salzes erhält man neben Kochsalz beim Sättigen kalter Natronlauge mit Chlorgas:



Eine Trennung des Natriumhypochlorites vom Kochsalz sowie seine Darstellung in trockenem Zustande ist nicht möglich. Die erhaltene

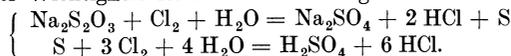
wänden versehenen Raum und Liegenlassen in bedecktem Zustande durch 24 Stunden, worauf die Ware 8 bis 9 Stunden bei  $1\frac{1}{2}$  at Druck gebeucht wird, wobei für je 1000 kg Ware 70 l Natronlauge von  $40^\circ$  Bé, 8 kg kalz. Soda, 4 kg Marseiller Seife und 1,5 l Bisulfit zur Anwendung kommen. Für Weißware bestimmte Gewebe kocht man zweckmäßig erst mit Kalk und dann mit Soda.

<sup>1)</sup> Freies Chlor läßt sich mit Kaliumjodid-Stärkepapier nachweisen: das Chlor macht aus dem Kaliumjodid das Jod frei ( $\text{Cl} + \text{KJ} = \text{KCl} + \text{J}$ ), und letzteres gibt mit Stärke eine blaue Färbung.

<sup>2)</sup> Natriumthiosulfat (Antichlor)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 5 \text{H}_2\text{O}$  wird als Nebenprodukt der nach Leblanc dargestellten Soda gewonnen. Es bildet farblose Kristalle, welche bei reinem Salz in Wasser klar löslich sind. Durch Säuren wird es unter Entweichen von Schwefeldioxyd und Ausscheiden von Schwefel leicht zersetzt; z. B.



Von besonderer Wichtigkeit ist seine Einwirkung auf Chlor:

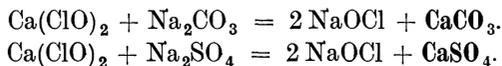


Auf diesem Prozeß beruht seine Verwendung als „Antichlor“ in der Bleicherei. Wegen der Fähigkeit, Halogensilber zu lösen, findet es in der Photographie als „Fixiersalz“ Verwendung. Große Mengen Thiosulfat benötigt man in der Chromlederfabrikation. Schließlich sei noch auf seine Verwendung in der Färberei und in der analytischen Chemie hingewiesen.

<sup>3)</sup> S. 129.

<sup>4)</sup> S. 279.

Lösung wird Labarraquesche Lauge genannt. In den Bleichereien wird sie durch Wechselzersetzung der berechneten Mengen von Chlorkalk und Soda oder Glaubersalz hergestellt:



Nach dem Absetzen des Niederschlages (Kalziumkarbonat bzw. Kalziumsulfat) zieht man die Flüssigkeit ab und filtriert sie nötigenfalls. Auch nach dieser Darstellungsweise enthält die Bleichflüssigkeit Kochsalz gelöst — gebildet durch Wechselzersetzung des im Chlorkalk vorhandenen Kalziumchlorides mit Soda bzw. Glaubersalz<sup>1)</sup>.

Die Labarraquesche Lauge ist wenig haltbar; beim Erhitzen wird sie unter Bildung von Natriumchlorid und Natriumchlorat unwirksam:



Die bleichende Wirkung der Labarraqueschen Lauge sowie aller Chlor-Bleichflüssigkeiten beruht auf demselben Grundsatz wie beim Chlorkalk. Doch kommen der Natriumhypochloritlösung gegenüber dem Chlorkalk manche Vorteile zu: das Natriumhypochlorit wirkt energischer; die gebleichte Ware verträgt besser das Schwefelsäurebad, da es hier zu keiner Gipsabscheidung kommt, und läßt sich auch besser auswaschen.

Eine weitere Verwendung findet die Labarraquesche Lauge zum Aufschließen der Stärke<sup>2)</sup> und zum Ausbringen von Rotwein-, Heidelbeerflecken usw. aus der Wäsche.

Da die Labarraquesche Lauge teurer als der Chlorkalk ist, verwendet man zuweilen auch Mischungen dieser beiden Bleichmittel; sie werden durch eine nur teilweise Zersetzung des Chlorkalkes mit Soda hergestellt. Ein solches Bleichmittel ist das „Chlorozon“.

### Kaliumhypochlorit KClO (Javellesche Lauge).

Die Javellesche Lauge wird analog der Labarraqueschen hergestellt: entweder leitet man in kalte Kalilauge Chlorgas ein oder zersetzt den Chlorkalk mit Pottasche.

Ihre Eigenschaften und Verwendung entsprechen jenen der Labarraqueschen Lauge. Häufig wird auch letztere als Javellesche

---

<sup>1)</sup> Zur Herstellung einer ungefähr 1° Bé starken Bleichlauge wird 1 kg Chlorkalk mit 2½ l Wasser angerührt und eine konzentrierte, 700 g kalz. Soda enthaltende Lösung unter Umrühren zugesetzt. Man verdünnt mit 3 l Wasser und zieht nach dem Absetzen des Niederschlages die klare Flüssigkeit ab. Der Gehalt an wirksamem Chlor wird wie bei Chlorkalk nach S. 125 bestimmt.

<sup>2)</sup> S. 219.

Lauge bezeichnet. Zuzolge des höheren Preises kommt das Kaliumhypochlorit seltener zur Verwendung.

Noch weniger Verwendung finden:

**Aluminiumhypochlorit  $\text{Al}(\text{OCl})_3$  (Wilson's Bleichflüssigkeit)**, hergestellt durch Umsetzung des Chlorkalkes mit Alaun oder Aluminiumsulfat.

**Magnesiumhypochlorit  $\text{Mg}(\text{OCl})_2$  (Bleichflüssigkeit von Ramsey oder Growelle)**,

zu deren Herstellung der Chlorkalk mit Magnesiumsulfat umgesetzt wird.

**Zinkhypochlorit  $\text{Zn}(\text{OCl})_2$  (Bleichflüssigkeit von Varrentrapp)**

wird aus Chlorkalk und Zinksulfat hergestellt.

### **Elektrolytische Bleichflüssigkeit.**

Wird durch eine Kochsalzlösung der elektrische Strom geleitet, so wirken das an der Anode entwickelte Chlorgas und das an der Kathode gebildete Natriumhydroxyd unter Bildung von Natriumhypochlorit und Natriumchlorid aufeinander ein. Die erhaltene Lösung dient unmittelbar zum Bleichen. Da die elektrolytisch hergestellte Bleichflüssigkeit auch freie unterchlorige Säure enthält, wirkt sie rascher bleichend als die durch Umsetzung von Chlorkalk mit Soda hergestellte. Ihre schädigende Wirkung auf die Faser ist zufolge der schwach alkalischen Reaktion kleiner als bei anderen chlorhaltigen Bleichflüssigkeiten. Zur Herstellung der elektrolytischen Bleichflüssigkeit bedient man sich des Elektrolyseur. In diesem wird eine 10%ige Kochsalzlösung, vorteilhaft mit etwas Kalziumchlorid gemischt und — zur Vermeidung von Natriumchloratbildung<sup>1)</sup> — unter guter Kühlung, am besten zwischen Platin-Iridium-Elektroden elektrolysiert. Anfangs ist die Ausbeute an Hypochlorit sehr groß, sinkt aber bald auf 2 bis 3% an wirksamem Chlor.

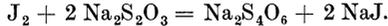
### **Bestimmung des Gehaltes an bleichendem Chlor in chlorhaltigen Bleichmitteln.**

Die nachstehende Methode beruht auf der Eigenschaft des freien Chlors, aus Kaliumjodid Jod in Freiheit zu setzen:  $\text{Cl}_2 + 2 \text{KJ} = 2 \text{KCl} + \text{J}_2$ , und auf der weiteren Eigenschaft des freien Jods, bei Einwirkung auf Natriumthiosulfat

---

<sup>1)</sup> Das Natriumchlorat  $\text{NaClO}_3$  ist ein Salz der Chlorsäure  $\text{HClO}_3$ ; es bildet sich bei der Einwirkung des Chlors auf warme Natronlauge:  $6 \text{NaOH} + 6 \text{Cl} = 5 \text{NaCl} + \text{NaClO}_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$ .

unter Bildung von Natriumtetrathionat  $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$  in Natriumjodid überzugehen:



Aus den beiden Gleichungen geht hervor, daß 71 g Chlor 252 g Jod in Freiheit setzen, und daß diese Menge Jod 312 g wasserfreies Natriumthiosulfat oder 492 g kristallisiertes Salz  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 5 \text{H}_2\text{O}$  oxydieren kann.

Zur Bestimmung des bleichenden Chlors dient eine  $\frac{1}{100}$  n-Thiosulfatlösung. Sie wird durch Auflösen von 2,46 g reinem kristallisiertem Natriumthiosulfat in destilliertem Wasser gewöhnlicher Temperatur und Verdünnen der Lösung auf 1 l bereit<sup>1)</sup>.

1 cm<sup>3</sup>  $\frac{1}{100}$  n-Thiosulfatlösung entspricht 0,355 mg Cl.

#### Ausführung der Bestimmung.

a) Chlorkalk. 3,55 g Chlorkalk werden in einer Reibschale unter Zugabe von Wasser zu einem dünnen Brei zerrieben, in einen Literkolben gebracht und bis zur Marke verdünnt. Nach dem Absetzen des Unlöslichen werden 10 cm<sup>3</sup> der Lösung mit einer Pipette (Fig. 14) in eine größere Menge Wasser gebracht, umgerührt und nach Zusatz von etwa 5 cm<sup>3</sup>  $\frac{2}{10}$  n-Kaliumjodidlösung<sup>2)</sup> und einigen Tropfen verdünnter Salzsäure sofort mit  $\frac{1}{100}$  n-Thiosulfatlösung titriert. Man läßt die Maßflüssigkeit aus der Bürette<sup>3)</sup> solange zufließen, bis die durch freies Jod bedingte Färbung nur noch schwach gelb erscheint, und setzt dann etwas Stärkekleister zu, welcher mit dem noch vorhandenen freien Jod eine Blaufärbung gibt<sup>4)</sup>. Nun setzt man die Maßflüssigkeit noch weiter, bis zum Verschwinden der Blaufärbung, zu. Die verbrauchte Anzahl cm<sup>3</sup> Titerflüssigkeit entspricht dem Gehalte des Chlorkalkes in Prozenten an bleichendem Chlor.

Es enthält z. B. beim Verbrauch von 33,5 cm<sup>3</sup> Titerflüssigkeit der Chlorkalk 33,5 % wirksames Chlor.

b) Chlorwasser. Man läßt 20 cm<sup>3</sup> Chlorwasser in der Pipette aufsteigen und dann in einen  $\frac{1}{4}$ -Literkolben einfließen. Nach dem Verdünnen bis zur Marke und leichtem Umschwenken werden 25 cm<sup>3</sup> dieser Lösung (entsprechend 2 cm<sup>3</sup> des ursprünglichen Chlorwassers) in ein Kölbchen gebracht, mit etwa 10 cm<sup>3</sup>  $\frac{2}{10}$  n-Kaliumjodidlösung versetzt und mit  $\frac{1}{100}$  n-Thiosulfatlösung in derselben Weise wie bei Chlorkalk titriert.

Werden zur Titration z. B. 34 cm<sup>3</sup> Maßflüssigkeit verbraucht, so entspricht dies  $34 \times 0,355 \text{ mg} = 12,07 \text{ mg}$  wirksamem Chlor. Diese Menge ist in 2 cm<sup>3</sup> des ursprünglichen Chlorwassers vorhanden; demnach enthält 1 l des vorliegenden



Fig. 14. Pipette.

<sup>1)</sup> Die Eichung der Meßgefäße wird bei der mittleren Temperatur von 15° C vorgenommen; diese Temperatur soll bei allen maßanalytischen Arbeiten nach Möglichkeit eingehalten werden. Flüssigkeiten, welche dieser Temperatur nicht entsprechen, füllt man nicht sofort bis zur Marke des Meßgefäßes, sondern bringt sie erst durch Erwärmen oder Auskühlen auf die genannte Temperatur und füllt dann bis zur Marke nach. Wurden in das Meßgefäß Flüssigkeiten verschiedener Art gebracht (im obigen Falle Thiosulfatlösung und Wasser), so ist nach dem Auffüllen bis zur Marke ein Durchschütteln behufs Herstellung einer gleichartigen Flüssigkeit notwendig.

<sup>2)</sup> Eine ungefähr  $\frac{2}{10}$  n-Kaliumjodidlösung wird durch Auflösen von 33 g Kaliumjodid in 1 l Wasser bereitet.

<sup>3)</sup> S. 53.

<sup>4)</sup> Man bedient sich einiger Tropfen eines dünnen Kartoffelstärkekleisters oder einer löslichen Stärke.

Chlorwassers 6,035 g wirksames Chlor, oder, da das Litergewicht des gasförmigen Chlors 3,1674 g beträgt, 1,9 l gasförmiges Chlor.

c) Labarraquesche Lauge und ähnliche Bleichflüssigkeiten. 20 cm<sup>3</sup> der zu untersuchenden Bleichflüssigkeit werden, am besten unter Verwendung einer Druckpipette, in einen ½ l-Kolben gebracht und bis zur Marke verdünnt. 20 cm<sup>3</sup> dieser verdünnten Lösung (entsprechend 0,8 cm<sup>3</sup> der ursprünglichen Bleichflüssigkeit) werden in ein Kölbchen gebracht und nach Zusatz von etwa 5 cm<sup>3</sup>  $\frac{2}{10}$  n-Kaliumjodidlösung und etwas verdünnter Salzsäure wie bei Chlorkalk titriert.

Werden zur Titration z. B. 36 cm<sup>3</sup> Maßflüssigkeit verbraucht, so enthält 1 l der Bleichflüssigkeit  $\frac{36 \cdot 0,355}{0,8}$  g = 15,98 g wirksames Chlor.

Beträgt das spez. Gewicht der Bleichflüssigkeit z. B. 1,052, so läßt sich der Gehalt in Gewichtsprozenten nach folgender Proportion berechnen:

$$1052 : 15,98 = 100 : x$$

$$x = 1,52.$$

## Schwefeldioxyd und Sulfit.

### Schwefeldioxyd SO<sub>2</sub>.

Schwefeldioxyd ist das Verbrennungsprodukt des Schwefels<sup>1)</sup>. Es wird im großen entweder durch Verbrennen von Schwefel oder durch Erhitzen von Sulfiden (Pyrit, Zinkblende) bei Luftzutritt gewonnen<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Schwefel S kommt sowohl in freiem Zustande (besonders in Sizilien) als auch chemisch gebunden in der Natur vor. Von den chemischen Verbindungen des Schwefels sind zu erwähnen: Kiese, Glanze, Blenden, Sulfate (Gips, Schwerspat usw.). Die erste Reinigung des in freiem Zustande vorkommenden Schwefels geschieht am Fundorte selbst. Zu diesem Zwecke wird das zerkleinerte Material zu Meilern (Calcaroni) aufgeschichtet und angezündet, wobei durch die Wärme des verbrennenden Schwefels ( $\frac{1}{3}$  der Gesamtmenge) der Rest zum Schmelzen gebracht, wodurch eine Trennung des Schwefels von dem Beimengungen erzielt wird. Man läßt dann den Schwefel in hölzernen Tonnen zu „Blockschwefel“ erstarren. Der auf diese Weise sehr unökonomisch vorgereinigte Schwefel erfährt eine weitere Reinigung durch Destillation, wobei man als Handelsprodukt entweder pulverigen Schwefel (Schwefelblumen) oder Stangenschwefel erhält. Diese beiden Formen des Schwefels kommen auch in der Bleicherei zur Verwendung.

Der Stangenschwefel besitzt eine gelbe Farbe, ist spröde und wird beim Reiben elektrisch. Der Schwefel ist in Wasser unlöslich, in Alkohol schwer löslich, in Schwefelkohlenstoff leicht löslich. Er schmilzt bei 115° zu einer dünnen hellgelben Flüssigkeit, die bei 250° dickflüssig und fast schwarz wird; bei höherer Temperatur wird er wieder dünnflüssig und siedet bei 448°, wobei er in einen gelbbraunen Dampf übergeht (die Bezeichnung Schwefeldampf wird in unrichtiger Weise oft auch für das Schwefeldioxyd gebraucht).

Der Schwefel findet zur Herstellung von Schwefeldioxyd, Schwefeltrioxyd, Schwefelsäure, Schwefelkohlenstoff und anderen Schwefelverbindungen Verwendung. Große Mengen Schwefel werden zur Schießpulverfabrikation gebraucht.

<sup>2)</sup> S. 64.

Schwefeldioxyd ist ein farbloses, stechend riechendes Gas, das weder brennbar ist, noch unter gewöhnlichen Verhältnissen das Brennen unterhält. Es läßt sich leicht verflüssigen; flüssiges Schwefeldioxyd wird in Stahlflaschen in den Handel gebracht. In Wasser ist es sehr leicht zu schwefliger Säure löslich:

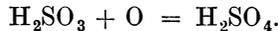


Die im Handel vorkommende Lösung enthält 5 bis 6%  $\text{SO}_2$ .

Die schweflige Säure läßt sich aus ihrer wässerigen Lösung nicht isolieren; sie zerfällt beim Erwärmen in Schwefeldioxyd und Wasser. Hingegen lassen sich Salze der schwefligen Säure, Sulfite genannt, auch in festem Zustande erhalten und sind in dieser Form ziemlich beständig; bei Zusatz einer stärkeren Säure werden sie unter Freiwerden von Schwefeldioxyd zersetzt. Z. B.



Die schweflige Säure wirkt kräftig sauerstoffentziehend — sie ist ein Reduktionsmittel; daher oxydiert sich eine wässerige Lösung von Schwefeldioxyd auf Kosten des Luftsauerstoffes sehr bald zu Schwefelsäure:



Die der schwefligen Säure zukommende bleichende Wirkung beruht wahrscheinlich auf einer Reduktion des natürlichen Farbstoffes der Fasern und der darauf folgenden Bildung einer farblosen Verbindung zwischen dem reduzierten Farbstoff und der schwefligen Säure. Dafür spricht der Umstand, daß mit Schwefeldioxyd gebleichte Gegenstände, z. B. die Wolle, nachgilben, d. h. die ursprüngliche Farbe mit der Zeit wieder zum Vorschein kommt; es wird nämlich die schweflige Säure durch den Luftsauerstoff zu Schwefelsäure oxydiert und aus dem reduzierten Farbstoff wieder der ursprüngliche gebildet.

Der „Schwefelbleiche“ werden Wolle, Seide<sup>1)</sup>, Stroh, Federn usw. unterzogen. Dazu bedarf es in den meisten Fällen nicht erst der Darstellung einer wässerigen Lösung von Schwefeldioxyd, sondern man benutzt das Schwefeldioxydgas, das mit der in der Luft sowie in der Ware vorhandenen Feuchtigkeit die schweflige Säure bildet.

Das Bleichen der Wolle und Seide wird nur in entfettetem und gewaschenem Zustande vorgenommen. Beim Bleichen in „Schwefelkammern“ werden etwa 6% Schwefel vom Gewicht der Wolle oder 5% vom Gewicht der Seide verbrannt und auf die angefeuchtete Ware einwirken gelassen. Es muß für genügenden Sauerstoffzutritt gesorgt werden, da sonst dem Schwefeldioxyd auch Schwefeldampf beigemischt

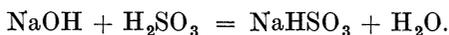
<sup>1)</sup> Bei der Soupleseide wird vor der Schwefelbleiche eine Vorbleiche mit sehr verdünntem Königswasser vorgenommen.

ist, aus welchem sich an kühleren Stellen unter Bildung von gelben Flecken fester Schwefel ausscheidet. Nach dem mehrere Stunden dauernden Bleichprozeß muß die Ware sorgfältig gespült werden. Bedient man sich zum Bleichen an Stelle des Schwefeldioxydgases einer wässerigen Lösung desselben, so läßt man die Ware etwa 24 Stunden darin liegen. Da die Bleichwirkung der schwefligen Säure nicht dauernd ist, muß in dem Falle, als die Ware nicht gefärbt werden soll, zur Vermeidung des gelblichen Stiches noch ein Blauen, z. B. mit Methylviolett, Indigkarmin usw., vorgenommen werden<sup>1)</sup>.

Sowohl des gasförmigen Schwefeldioxydes als auch seiner wässerigen Lösung bedient man sich ferner zum Ausbringen von Heidelbeer-, Kirsch- und Rotweinflecken aus Woll-, Leinen- und Baumwollstoffen. Bei vegetabilischen Stoffen ist ein gründliches Nachwaschen besonders nötig, da die durch Oxydation der schwefligen Säure gebildete Schwefelsäure die vegetabilische Faser mürbe macht. Große Mengen Schwefeldioxyd kommen bei der Darstellung der Schwefelsäure und des Schwefeldioxydes zur Anwendung<sup>2)</sup>.

### Natriumbisulfit $\text{NaHSO}_3$ .

Durch Einleiten von Schwefeldioxyd in Natronlauge oder in heiße Sodalösung bis zur Sättigung erhält man die sogen. Bisulfitlauge:



Sie stellt eine farblose oder von Spuren Eisen schwach gelbliche, nach Schwefeldioxyd riechende Flüssigkeit von meist 24 bis 25% chemisch gebundenem Schwefeldioxyd dar. Durch Kristallisation läßt sich auch festes Bisulfit herstellen; es enthält 60 bis 62%  $\text{SO}_2$ , kommt aber seltener zur Verwendung, da es sich an der Luft unter Entweichen von Schwefeldioxyd und Bildung von Natriumsulfat leicht zersetzt.

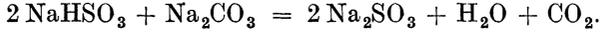
Die bleichende Wirkung des Bisulfites und aller übrigen schwefelhaltigen Bleichmittel beruht darauf, daß durch Zusatz einer stärkeren Säure, am besten Salzsäure, aus dem Salz die schweflige Säure in Freiheit gesetzt wird. In dieser Weise wird die Bisulfitlauge manchmal zum Bleichen von Wolle und Stroh verwendet. Bisulfit dient auch als „Antichlor“ an Stelle des Natriumthiosulfates, in der Permanganatbleiche, als Lösungsmittel für manche Farbstoffe, zur Herstellung der „Küpe“ in der Indigofärberei, in der Photographie usw.

<sup>1)</sup> S. 279.

<sup>2)</sup> Schwefeldioxyd ist auch ein Konservierungsmittel für Wein, Hopfen usw.

### Natriumsulfit $\text{Na}_2\text{SO}_3 + 7 \text{H}_2\text{O}$ .

Durch Neutralisation der Bisulfitlauge mit Soda erhält man eine Flüssigkeit, aus welcher sich nach entsprechender Konzentration und darauffolgender Abkühlung kristallisiertes Natriumsulfit ausscheidet:



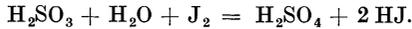
Das Salz ist in Wasser leicht löslich, zersetzt sich bei Zusatz von stärkeren Säuren wie das Bisulfit, findet aber weniger Verwendung als dieses.

### Primäres Natriumhydrosulfit $\text{NaHS}_2\text{O}_4$ und sekundäres Natriumhydrosulfit $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4 + \text{H}_2\text{O}$ .

Diese Salze erhält man durch Reduktion des Natriumsulfites. Sie sind unbeständig, besitzen eine stark reduzierende Wirkung und werden hauptsächlich in der Küpenfärberei verwendet. Unter dem Namen „Burmol“ wird das Natriumhydrosulfit zum Reinigen der Wäsche und Entfernen von Flecken in den Handel gebracht.

#### Bestimmung des Gehaltes an Schwefeldioxyd $\text{SO}_2$ in Sulfiten.

Die hier angeführte Methode beruht auf der Oxydation der schwefligen Säure zu Schwefelsäure durch Jod<sup>1)</sup>, wobei letzteres in Jodwasserstoffsäure übergeführt wird:



Nach dieser Gleichung werden durch 252 g Jod 64 g Schwefeldioxyd oxydiert. Zur Bestimmung des Schwefeldioxydes dient eine  $\frac{1}{100}$  n-Jodlösung. Zu ihrer Bereitung werden in einem Wägglas 1,26 g reines Jod eingewogen, 2 bis 3 g Kaliumjodid sowie etwa 30 cm<sup>3</sup> Wasser zugesetzt und die Lösung bei verschlossenem Glas unter zeitweiligem Umschwenken bei gewöhnlicher Temperatur bewirkt. Die Lösung wird in einen Literkolben gegossen, das Wägglas mit einer verdünnten Kaliumjodidlösung nachgespült und die Jodlösung zu 1 l verdünnt.

1 cm<sup>3</sup>  $\frac{1}{100}$  n-Jodlösung entspricht 0,32 mg  $\text{SO}_2$ .

---

<sup>1)</sup> Jod J kommt nur in chemischen Verbindungen (Jodiden) in der Natur vor. Manche Meerespflanzen, insbesondere Tange, nehmen Jodide aus dem Meerwasser reichlich auf. Aus der Asche dieser Pflanzen gewinnt man Jod. Ein anderes Material zur Jodgewinnung liefern die bei der Reinigung des Chilialpeters zurückbleibenden Mutterlaugen.

Jod kristallisiert in dunkelgrauen, metallglänzenden Blättern, deren Geruch an den des Chlors erinnert. Es ist flüchtig, beim Erhitzen schmilzt es und bildet einen violetten Dampf. Jod ist in Wasser nur sehr wenig löslich. Lösungsmittel für Jod sind Alkohol, Äther, Schwefelkohlenstoff, Kaliumjodidlösung u. a.; die Lösungen sind teils braun, teils violett gefärbt. In chemischer Hinsicht ist das Jod dem Chlor sehr ähnlich, es wird aber von letzterem aus seinen Verbindungen verdrängt (vgl. S. 125). Mit Stärke bildet das Jod eine blaugefärbte Verbindung, welche beim Erwärmen unter Entfärbung zerfällt, beim Erkalten aber wieder gebildet wird.

## Ausführung der Bestimmung.

a) Wässerige schweflige Säure. 50 cm<sup>3</sup> der zu untersuchenden Flüssigkeit werden zu 1 l verdünnt und mit der erhaltenen verdünnten Lösung die Bürette gefüllt. In ein Kölbchen bringt man 50 cm<sup>3</sup>  $\frac{1}{100}$  n-Jodlösung und läßt aus der Bürette die verdünnte schweflige Säure solange zufließen, bis die durch Jod bedingte Färbung nur noch schwach gelblich erscheint, und setzt nach Zusatz von etwas Stärkekleister<sup>1)</sup> die Titration bis zum Verschwinden der Blaufärbung fort.

In der zur Entfärbung von 50 cm<sup>3</sup>  $\frac{1}{100}$  n-Jodlösung nötigen Menge der verdünnten schwefligen Säure sind 16 mg SO<sub>2</sub> enthalten.

Ist der Verbrauch an der verdünnten schwefligen Säure z. B. 20 cm<sup>3</sup>, so sind in dieser Menge oder (nach der Proportion 1000 : 50 = 20 : x) in 0,4 cm<sup>3</sup> der ursprünglichen Flüssigkeit 16 mg SO<sub>2</sub>, demnach in 100 cm<sup>3</sup> derselben (nach der Proportion 0,4 : 16 = 100 : x) 4 g SO<sub>2</sub> enthalten.

Aus dem Litergewicht des Schwefeldioxydgases (2,8611 g) läßt sich auch seine Literanzahl in 1 l der Lösung berechnen. Im obigen Beispiele enthält demnach 1 l Lösung 40 : 2 · 8611 = 13,98 l SO<sub>2</sub>.

Mit Hilfe des spez. Gewichtes der Flüssigkeit läßt sich der Gehalt an SO<sub>2</sub> auch in Gew.-Proz. berechnen.

b) Bisulfitlauge. Etwa 10 cm<sup>3</sup> der Probe werden in ein tariertes Wägefäßchen gebracht und das Gewicht derselben genau bestimmt. Man verdünnt die eingewogene Menge zu 1 l und füllt mit der verdünnten Lösung die Bürette. In ein Kölbchen werden 100 cm<sup>3</sup>  $\frac{1}{100}$  n-Jodlösung und zur Zerlegung des Bisulfites etwa 10 cm<sup>3</sup> verd. Salzsäure gebracht. Die Titration wird wie bei a) durchgeführt; die zur Entfärbung nötige Menge der verdünnten Bisulfitlösung enthält 32 mg SO<sub>2</sub>.

Bei Verbrauch von z. B. 12 cm<sup>3</sup> der verdünnten Bisulfitlauge sind in dieser Menge 32 mg SO<sub>2</sub> enthalten. Beträgt das Gewicht der eingewogenen Probe z. B. 10,8 g, so sind (nach der Proportion 1000 : 10,8 = 12 : x) in 0,1296 g der ursprünglichen Flüssigkeit ebenfalls 32 mg SO<sub>2</sub> enthalten. Demnach enthält die vorliegende Bisulfitlauge (nach der Proportion 0,1296 : 0,032 = 100 : x) 24,7% SO<sub>2</sub>.

c) Festes Bisulfit. Die Bestimmung geschieht bei einer Einwage von 5 g Salz in derselben Weise wie bei der Bisulfitlauge.

## Sauerstoff abgebende Bleichmittel.

In neuerer Zeit kommt eine Reihe von Produkten in den Handel, welchen die Eigenschaft zukommt, den Sauerstoff im Entstehungszustande leicht abzugeben und daher oxydierend zu wirken. Als Bleichmittel kommen sie vorwiegend bei der animalischen Faser in Betracht. Gegenüber der schwefligen Säure besitzen sie den Vorteil, daß bei ihrer Verwendung ein Zurückgehen des Weiß nicht oder nur in geringem Maße stattfindet.

### Superoxyde.

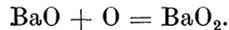
#### Bariumsuperoxyd BaO<sub>2</sub>.

Durch Glühen von Bariumnitrat erhält man Bariumoxyd:



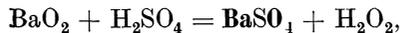
<sup>1)</sup> S. 126.

wird über das Oxyd bei 600 bis 700° trockene, kohlendioxydfreie Luft geleitet, so geht es in Bariumsuperoxyd über:



Die Handelsware enthält noch ziemlich viel Bariumoxyd.

Bariumsuperoxyd ist ein weißes Pulver, das beim starken Erhitzen einen Teil seines Sauerstoffes verliert und wieder in Bariumoxyd übergeht. Aus der Luft zieht es Kohlendioxyd an; in Berührung mit brennbaren Stoffen bringt es diese leicht zur Entzündung. In Wasser ist es unlöslich; beim Zusatz einer Säure bildet sich Wasserstoffsuperoxyd:

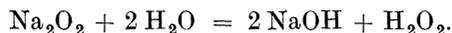


das unter Bildung von Wasser einen Teil des Sauerstoffes im Entstehungszustande leicht abgibt<sup>1)</sup>. Auf dieser Reaktion beruht die, wenn auch seltene Verwendung des Bariumsuperoxydes zu Bleichzwecken.

### Natriumsuperoxyd $\text{Na}_2\text{O}_2$ .

Dieses wird durch Überleiten trockener und kohlendioxydfreier Luft über Natrium, das man auf 300° erhitzt, dargestellt.

Das Natriumsuperoxyd bildet ein weißes bis schwach gelbliches, hygroskopisches Pulver, das in luftdicht geschlossenen Blechbüchsen in den Handel gelangt. Bei Gegenwart von organischen Substanzen, wie Staub, Stroh, Papier usw., gibt es einen Teil des Sauerstoffes explosionsartig ab. In Wasser löst es sich unter Abgabe von Wasserstoffsuperoxyd zu Natronlauge auf:



Das Wasserstoffsuperoxyd wirkt in bekannter Weise oxydierend.

Auch ein Säurezusatz bewirkt die Bildung von Wasserstoffsuperoxyd:



Auf dieser Reaktion beruht die Anwendung des Natriumsuperoxydes zu Bleichzwecken. Es ist ein viel verwendetes Bleichmittel für Wolle, Halbseide, Tussahseide, Stroh, Federn, Haare, Elfenbein usw. In neuerer Zeit wird es auch zum Bleichen von vegetabilischen Fasern verwendet. Ferner dient es zur Entfernung von Flecken aus Wolle und Seide.

**Die Natriumsuperoxydbleiche.** Die Herstellung des Bleichbades kann in verschiedenerelei Art geschehen, z. B. in der Weise, daß man in einem Holzbottich<sup>2)</sup> zu 100 l kaltem Wasser erst 1,3 kg konz. Schwefelsäure und dann nach und nach 1 kg Natriumsuperoxyd einrührt, wobei eine Erwärmung möglichst zu vermeiden ist. Bei einer sauren Reaktion des Bades setzt man Ammoniak oder Borax bis zur schwach alkalischen Reaktion zu. In diesem Bade läßt man die zu

<sup>1)</sup> S. 117

<sup>2)</sup> Metalle wirken auf Wasserstoffsuperoxyd zersetzend ein.

bleichende Ware unter häufigem Wenden erst  $\frac{1}{2}$  Stunde bei gewöhnlicher Temperatur und dann noch etwa 8 Stunden bei 50 bis 60° liegen. Die Ware wird in der Bleichflüssigkeit durch Holzrahmen niedergehalten. Die aus dem Bleichbade genommene Ware bleibt behufs Nachwirkung des Bleichmittels mehrere Stunden an der Luft liegen; das nicht erschöpfte Bleichbad kann verbessert und wieder benutzt werden. Die Ware wird nun mit einer Flüssigkeit gespült, die auf 1000 l Wasser 50 l Bisulfitlauge von 38 bis 40° Bé und 5 l konz. Schwefelsäure enthält, gesäuert, dann wieder gespült und nötigenfalls noch geblaut. Das Trocknen geschieht am besten im Freien; bei künstlicher Trocknung darf die Temperatur 35° nicht übersteigen. Statt des Blauens wird auch eine Nachbleiche mit schwefliger Säure empfohlen.

Nach einem anderen Verfahren verwendet man für die Herstellung des Bleichbades keine Schwefelsäure, sondern behandelt die Ware zuerst mit einer Bittersalzlösung  $MgSO_4$ , und dann 2 bis 3 Stunden mit einer Natriumsuperoxydlösung bei 50 bis 60°. (Das Magnesiumsulfat macht die Natronlauge durch Bildung von unlöslichem Magnesiumhydroxyd  $Mg(OH)_2$  unschädlich, andererseits führt es das Natriumsuperoxyd in Magnesiumsuperoxyd  $MgO_2$  über, das aber das Wasserstoffsuperoxyd bzw. den Sauerstoff ebenso leicht abgibt.) Darauf folgt das Säuern und Waschen der Ware.

### Wasserstoffsuperoxyd $H_2O_2$ .

Zu seiner Darstellung wird Bariumsuperoxyd unter Kühlung mit verdünnter Schwefelsäure zerlegt und nach Absetzen des Bariumsulfates die erhaltene verdünnte Wasserstoffsuperoxydlösung abgezogen. Man kann diese, wenn sie frei von fremden Beimengungen ist, am Wasserbade konzentrieren, ohne daß eine Zersetzung eintritt. Zur Gewinnung eines wasserfreien Wasserstoffsuperoxydes bedient man sich einer Destillation im Vakuum.

Für Bleichzwecke kommt meist eine 3%ige Wasserstoffsuperoxydlösung in den Handel. Da 1 cm<sup>3</sup> einer solchen Lösung etwa 10 Vol. Sauerstoff entwickelt, so bezeichnet man sie auch als eine 10 „volumprozentige“<sup>1)</sup>.

Der leichte Zerfall des Wasserstoffsuperoxydes in Wasser und Sauerstoff ist bekannt<sup>2)</sup>. Die Lösung ist um so haltbarer, je weniger Verunreinigungen sie enthält. Die Haltbarkeit wird durch einen Zusatz von etwas Schwefelsäure oder Phosphorsäure sowie durch Aufbewahren im Dunkeln erhöht. Die Säure neutralisiert man unmittelbar vor der Verwendung der Bleichflüssigkeit. Die Zersetzung des Wasserstoffsuperoxydes findet besonders leicht beim Erwärmen sowie bei Gegenwart von organischen Substanzen statt.

Das Wasserstoffsuperoxyd ist ein ideales Bleichmittel, da es außer Wasser und Sauerstoff keine anderen Spaltungsprodukte bildet; leider

<sup>1)</sup> Für analytische und medizinische Zwecke kommt auch eine Ware von 30 Gew.-Proz.  $H_2O_2$  in den Handel; sie führt den Namen Perhydrol.

<sup>2)</sup> S. 132.

ist es sehr teuer. Nur dort, wo die Frachtspesen nicht in Betracht kommen, ist es nicht teurer als das Natriumsuperoxyd.

Das Wasserstoffsperoxyd dient hauptsächlich zum Bleichen von Seide, Tussah- und anderen wilden Seiden, da es diese Fasern, ohne sie zu schädigen, dauernd bleicht. Das Bleichen wird bei Gegenwart von Ammoniak oder Borax in Holzgefäßen, und zwar sowohl in der Kälte als auch in der Wärme, vorgenommen.

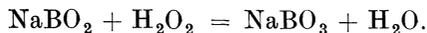
Eine weitere Verwendung findet das Wasserstoffsperoxyd als Detachiermittel (Fleckenputzmittel).

### Persalze.

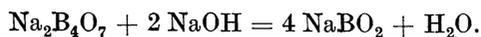
Unter Persalzen versteht man Salze, deren stark oxydierende Wirkung auf der Bildung von Wasserstoffsperoxyd bzw. Abspaltung von Sauerstoff bei Gegenwart von Wasser beruht. Sie werden, seit man den praktischen Wert der Persalze erkannt hat, nach mehreren patentierten Verfahren dargestellt. Das wichtigste Persalz ist das

### Natriumperborat $\text{NaBO}_3 + 4 \text{H}_2\text{O}$ .

Die Hauptreaktion, nach welcher die Darstellung des Natriumperborates erfolgt, besteht in der Oxydation des Natriummetaborates, wobei als Oxydationsmittel zumeist das Wasserstoffsperoxyd dient:

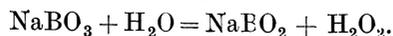


Da als Ausgangsmaterialien Borsäure, Borax und andere Borate zur Verwendung kommen, muß stets so viel Natriumhydroxyd zugesetzt werden, als zur Bildung des Zwischenproduktes Natriummeterborat notwendig ist; z. B.



Nach anderen Verfahren wird das Wasserstoffsperoxyd ganz oder teilweise durch Natriumsuperoxyd ersetzt. Ferner gibt es auch mehrere elektrolytische Darstellungsmethoden.

Das Natriumperborat  $\text{NaBO}_3 + 4 \text{H}_2\text{O}$  bildet ein weißes Pulver, das in trockener Luft ziemlich beständig ist. Durch vorsichtiges Trocknen kann man das Kristallwasser bis auf 1 Molekül entfernen und erhält so das besonders beständige Salz  $\text{NaBO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ . Das Natriumperborat ist umso haltbarer, je grobkristallinischer es ist. Bei Berührung mit feuchten organischen Substanzen verliert es allmählich seinen wirksamen Sauerstoff und geht in Natriummetaborat über. Zum Unterschiede von Natriumsuperoxyd ist es nicht feuergefährlich. Ein gutes Perborat enthält 10% wirksamen Sauerstoff. Es löst sich im Wasser im Verhältnis 1 : 40 und zerfällt dabei nach und nach in Natriummetaborat und Wasserstoffsperoxyd:



Am schnellsten vollzieht sich die Zersetzung beim Erwärmen oder beim Zusatz einer Säure. Zufolge der hydrolytischen Spaltung des Natriummetaborates reagiert die Lösung alkalisch.

Das Natriumperborat fand zuerst als bleichender Zusatz zu Waschpräparaten sowie für sich allein zum Bleichen der Wäsche Verwendung. Es greift die Baumwoll- und Leinenfaser nur sehr wenig an; man soll aber die Wäsche in der Bleichflüssigkeit nicht länger liegen lassen als eben notwendig. Einer allgemeineren Verwendung in der Textilindustrie stellt sich gegenwärtig noch sein hoher Preis entgegen. In neuerer Zeit hat das Natriumsuperoxyd auch als Aufschließungsmittel für Stärke und Kleber eine Bedeutung erlangt<sup>1)</sup>.

**Die Perboratbleiche.** Zum Bleichen der Wäsche löst man für je 10 kg Trockenwäsche etwa 20 g Natriumperborat in kaltem oder lauwarmem Wasser, bringt in diese Lösung die vorher in üblicher Weise mit Seife gewaschene und gespülte Wäsche und erwärmt auf ungefähr 50°. Zur besseren Ausnutzung des Bleichbades kann man nach etwa ½ Stunde noch kurze Zeit kochen, worauf die Wäschestücke gründlich gespült werden. Etwa zurückgebliebene Flecke können durch Betupfen mit einer konzentrierten heißen, jedoch nicht kochenden Perboratlösung und verdünnter Essigsäure entfernt werden. Auf diese Art wird das Natriumperborat auch vom Detacheur gebraucht.

Bei der Baumwollbleiche wird die in üblicher Weise gebeuchte Ware in eine Perboratlösung eingetragen und das Bad allmählich auf 70 bis 80° erwärmt.

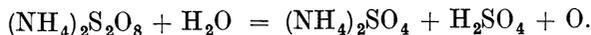
Beim Bleichen von Wolle und Seide soll man die Ware zuerst einige Zeit in der Lösung liegen lassen, dann mit Essigsäure schwach ansäuern und den Bleichprozeß zu Ende führen.

Unter dem Namen Perborax kommt das Salz  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_8 + 10 \text{H}_2\text{O}$  mit nur 4% wirksamem Sauerstoff in den Handel. Seine Lösung reagiert neutral.

Weniger Bedeutung haben die Perborate des Magnesiums, Kalziums, Zinks und Aluminiums.

### Ammoniumpersulfat $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$

sowie die analog zusammengesetzte Kalium- und Natriumverbindung werden meist auf elektrolytischem Wege dargestellt. Während das Kaliumsalz schwer löslich ist, lösen sich das Ammonium- und Natrium- salz leicht. Dabei erleidet das Ammoniumsalz unter Entwicklung von wirksamem Sauerstoff schon bei gewöhnlicher Temperatur eine Zersetzung, die beiden anderen erst beim Erwärmen:

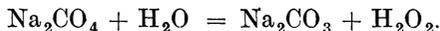


Die dabei gebildete freie Schwefelsäure wird nötigenfalls mit Soda neutralisiert.

<sup>1)</sup> S. 219 und 230.

### Natriumperkarbonat $\text{Na}_2\text{CO}_4$

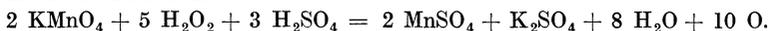
erhält man durch Einwirkung von flüssigem Kohlendioxyd auf Natrium-superoxyd. Mit Wasser spaltet es sich in Soda und Wasserstoffsuperoxyd:



#### Bestimmung des wirksamen Sauerstoffes in Superoxyden und Persalzen.

Da die Zusammensetzung der wasserstoffsuperoxyd- bzw. sauerstoffabgebenden Bleichmittel eine sehr wechselnde ist und dieselben beim längeren Aufbewahren an wirksamem Sauerstoff ärmer werden, ist ihre Prüfung sehr wünschenswert.

Die am bequemsten auszuführende Methode zur Bestimmung des Gehaltes an wirksamem Sauerstoff in den oben angeführten Präparaten beruht auf der Eigenschaft des Kaliumpermanganates<sup>1)</sup>, das aus Superoxyden und Persalzen mittels Schwefelsäure gebildete Wasserstoffsuperoxyd unter Freiwerden von Sauerstoff zu zersetzen:



Der Schwefelsäure kommt die Aufgabe zu, die Bildung von unlöslichem Braunstein  $\text{MnO}_2$  zu verhindern. Das in der Lösung violettrot gefärbte Permanganat erleidet bei der Reaktion durch Bildung von Mangansulfat und Kaliumsulfat eine Entfärbung.

Aus der angeführten Gleichung läßt sich berechnen, daß 316 g Kaliumpermanganat aus 340 g Wasserstoffsuperoxyd 80 g Sauerstoff in Freiheit setzen.

Zur Anwendung gelangt eine  $\frac{1}{10}$  n.-Permanganatlösung, welche durch Auflösen von 3,16 g reinem Kaliumpermanganat zu 1 l bereitet wird<sup>2)</sup>.

1 cm<sup>3</sup>  $\frac{1}{10}$  n.-Permanganatlösung entspricht 0,008 g  $\text{KMnO}_4$ .

#### Ausführung der Bestimmung.

Zur Vereinfachung der nach der Titration nötigen Berechnung werden genau 0,2 g der zu untersuchenden Substanz eingewogen<sup>3)</sup> und in etwa 50 cm<sup>3</sup> 10% ige Schwefelsäure eingetragen. Dazu läßt man nun aus der Bürette die  $\frac{1}{10}$  n.-Permanganatlösung bis zum Eintritt einer bleibenden Rosafärbung zufließen<sup>4)</sup>. In diesem Augenblick ist aus dem Wasserstoffsuperoxyd der gesamte wirksame Sauerstoff verdrängt worden.

Durch Multiplikation der verbrauchten Anzahl cm<sup>3</sup> Permanganatlösung mit 0,4 erhält man den Prozentgehalt des untersuchten Bleichmittels an wirksamem Sauerstoff.

Anmerkungen: 1. Bei der Prüfung des Natrium-superoxydes ist es wegen seiner raschen Zersetzung empfehlenswert, 0,2 bis 0,3 g Substanz in ein

1) S. 137.

2) Die Permanganatlösung ist gut haltbar, wenn sie vor dem Einfluß des direkten Sonnenlichtes und der Berührung mit organischen Substanzen geschützt wird. Der Wirkungswert einer längere Zeit in Gebrauch stehenden Permanganatlösung kann z. B. durch ihre oxydierende Wirkung auf Oxalsäure genau bestimmt werden; doch erscheint es für den Nichtchemiker bequemer und für praktische Zwecke genügend genau, die Permanganatlösung bei Verwendung eines reinen Salzes öfter frisch herzustellen.

3) Vorschlag der „Chem. Werke Kirchhoff & Neurath, Berlin“.

4) Da die dunkle Farbe der  $\frac{1}{10}$  n.-Permanganatlösung den unteren Meniskus nicht erkennen läßt, so nimmt man die Ablesung in diesem Falle stets an der oberen Begrenzung des Flüssigkeitsspiegels vor. Vgl. S. 53.

gewogenes Wägfläschchen zu schütten und nach dem Verschließen mit dem mitgewogenen Glasstopfen durch abermalige Wägung das Gewicht des Natrium-superoxydes genau zu bestimmen. Man verfährt weiter wie oben und berechnet den Prozentgehalt  $x$  an wirksamem Sauerstoff nach der Formel:  $x = \frac{a \cdot 0,08}{b}$ , wobei  $a$  die verbrauchte Anzahl  $\text{cm}^3$  der Permanganatlösung und  $b$  die eingewogene Menge der Substanz bedeutet.

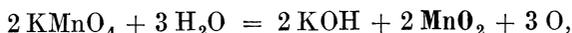
2. Das käufliche oder im Betriebe selbst hergestellte Wasserstoffsuperoxyd wird behufs Untersuchung desselben nicht abgewogen, sondern mit der Pipette abgemessen, wobei man sein spez. Gewicht mit 1,0 annimmt. Zur Untersuchung nimmt man 2,5 bis 3  $\text{cm}^3$  Wasserstoffsuperoxydlösung, fügt etwa 25  $\text{cm}^3$  verd. Schwefelsäure zu und verfährt weiter wie oben. Bei Verwendung der dasselbst angegebenen Formel, wobei  $b$  die abgemessene Menge der Wasserstoffsuperoxydlösung bedeutet, erhält man den Gehalt, in Prozenten wirksamen Sauerstoffes ausgedrückt. Will man den Gehalt an reinem Wasserstoffsuperoxyd  $\text{H}_2\text{O}_2$  wissen, so bedient man sich der Formel:  $x = \frac{a \cdot 0,17}{b}$ . Bei Wasserstoffsuperoxyd wird der Gehalt manchmal auch nach dem Volumen Sauerstoff bemessen, welches 100 g der zu untersuchenden Probe zu liefern vermögen. Dazu braucht man nur den Prozentgehalt an wirksamem Sauerstoff durch das Litergewicht des Sauerstoffes 1,4292 zu dividieren.

### Kaliumpermanganat $\text{KMnO}_4$ .

Durch Erhitzen eines Gemenges von Braunstein, Ätzkali und Kaliumchlorat erhält man eine Schmelze, welche beim Auslaugen mit Wasser eine tiefgrüne Lösung von Kaliummanganat  $\text{K}_2\text{MnO}_4$  gibt. Durch Einleiten von Kohlendioxyd wird das Kaliummanganat in Kaliumpermanganat  $\text{KMnO}_4$  übergeführt und dieses aus der violett-roten Lösung durch Eindampfen zur Ausscheidung gebracht.

Kaliumpermanganat bildet dunkelviolette, metallisch glänzende, prismatische Kristalle, die in Wasser mit tief violetter Farbe löslich sind. Die wichtigste Eigenschaft des Kaliumpermanganates ist sein Vermögen, an leicht oxydierbare Stoffe einen Teil seines Sauerstoffes leicht abzugeben, wobei in alkalischer oder neutraler Lösung braunes Mangansuperoxyd zur Abscheidung gelangt, in saurer Lösung aber eine lösliche und in Lösung ungefärbte Manganoverbindung gebildet wird:

a) in neutraler oder alkalischer Lösung:



b) in saurer Lösung:



Die oxydierende Wirkung des Permanganates ist demnach bei Gegenwart einer Säure bedeutend größer. Auf der oxydierenden Wirkung des Kaliumpermanganates beruht seine Verwendung zu Bleichzwecken und in der Maßanalyse<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Vgl. S. 136.

Um vegetabilische Fasern zu bleichen, wird das Garn oder das Gewebe mit Soda ausgekocht und dann mit einer verdünnten Lösung von Kaliumpermanganat behandelt. Der freiwerdende Sauerstoff wirkt bleichend, während das gleichzeitig ausgeschiedene Mangansuperoxyd auf der Faser einen braunen Belag bildet. (Gleichung a.) Durch eine Nachbehandlung mit schwefliger Säure wird das Mangansuperoxyd zu löslichem Mangansulfat reduziert und auf diese Weise die Ware weißer erhalten<sup>1)</sup>. Vorteilhafter ist es, der Permanganatlösung etwas verdünnte Schwefelsäure zuzusetzen; in diesem Falle wird nicht nur eine größere Menge Sauerstoff entwickelt, sondern es unterbleibt auch die Abscheidung von Mangansuperoxyd, wodurch eine Nachbehandlung mit schwefliger Säure entbehrlich wird. (Gleichung b.)

Wolle und Seide bleicht man mit einer neutralen Permanganatlösung. Um das dabei gebildete Kaliumhydroxyd für die animalische Faser unschädlich zu machen, setzt man dem Bleichbade etwas Magnesiumsulfat  $MgSO_4$  zu; dadurch wird anstatt Kaliumhydroxyd unlösliches Magnesiumhydroxyd gebildet<sup>2)</sup>; das abgeschiedene Mangansuperoxyd wird auch hier mit schwefliger Säure entfernt.

Nach dem Bleichen muß die Ware gründlich gespült werden.

Das Permanganat findet auch bei der Fleckenreinigung Verwendung; zu diesem Zwecke werden die Flecke mit einer Permanganatlösung benetzt und dann wie beim Bleichen behandelt. Außer mit schwefliger Säure kann man das abgeschiedene Mangansuperoxyd auch mit Wasserstoffsuperoxyd oder mit Natriumperborat bei Gegenwart von Essigsäure entfernen. Dabei wird wieder wirksamer Sauerstoff entwickelt, was bei hartnäckigen Flecken sehr erwünscht ist<sup>3)</sup>.

## Fette.

### Allgemeines über Fette.

Ihrer chemischen Natur nach sind die Fette Gemenge von Glycerinestern oder Glyceriden, d. h. von Verbindungen des Alkohols Glycerin  $C_3H_5(OH)_3$  mit höheren Fettsäuren<sup>4)</sup>. Von den letzteren beteiligen sich an der Zusammensetzung der Fette insbesondere die Stearinsäure  $C_{18}H_{36}O_2$ , die Palmitinsäure  $C_{16}H_{32}O_2$  und die Ölsäure  $C_{18}H_{34}O_2$ . Die beiden ersteren gehören zu den gesättigten,

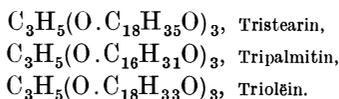
1)  $MnO_2 + H_2SO_3 = MnSO_4 + H_2O$ .

2)  $2 KOH + MgSO_4 = K_2SO_4 + Mg(OH)_2$ .

3) Über den chemischen Vorgang S. 136.

4) Vgl. S. 76.

die letztere zu den ungesättigten Säuren<sup>1)</sup>. Manche Fette enthalten auch Glyzeride der Linolsäure  $C_{18}H_{32}O_2$ , Linolensäure  $C_{18}H_{30}O_2$ , Rizinolsäure  $C_{18}H_{34}O_3$ <sup>2)</sup> u. a. Oft enthalten die Fette auch freie Fettsäuren, z. B. das Palmöl. Die chemische Zusammensetzung der drei wichtigsten, in allen Fetten vorhandenen Glyzeride entspricht folgenden Formeln:



Die Fette finden sich in der Pflanzen- und Tierwelt vor. In den Pflanzen werden sie durch den Assimilationsprozeß aus anorganischen Stoffen gebildet und insbesondere in Samen und Früchten als Reservestoffe aufgespeichert. Das Tier verbraucht Pflanzenfett zur Ernährung, ist aber imstande, auch selbständig Fett zu erzeugen, und zwar durch Umsetzung von Kohlehydraten sowie durch Abbau von Eiweißstoffen. Im Tiere lagert sich das Fett unter der Haut, insbesondere in der Bauchhöhle und an den Muskeln ab.

Gewinnung der Fette. Tierische Fette werden gewöhnlich durch Ausschmelzen gewonnen. Zu diesem Zwecke werden die fetthaltigen Gewebeteile entweder in Kupferkesseln über freiem Feuer erhitzt oder mit Wasserdampf mit oder ohne Zusatz von Wasser behandelt. Ein geringer Zusatz von verdünnter Schwefelsäure begünstigt die Wirkung des Dampfes. Manchmal werden die Fette auch durch gespannten Dampf in Druckkesseln (Autoklaven) ausgeschmolzen. Knochenfett erhält man durch Extraktion mit Benzin oder einem anderen Fettlösungsmittel. Pflanzenfette werden zumeist durch Auspressen der zerkleinerten fettführenden Pflanzenteile gewonnen. Die Zerkleinerung derselben wird im Kollergang durch aus Granit hergestellte Mühlsteine bewirkt, das Pressen in Keil- oder hydraulischen Pressen bei 150 bis 300 at Druck vorgenommen. Das bei gewöhnlicher Temperatur aus der Presse fließende Öl ist das feinste und dient zumeist als Speiseöl. Um die Ausbeute zu erhöhen, wird das Preßgut in erwärmtem Zustande einer zweiten, oft auch einer dritten Pressung unterworfen. Die Erwärmung hat jedoch den Nachteil, daß kratzend schmeckende und färbende Stoffe in das Öl gelangen. Die Preßrückstände, Ölkuchen genannt, dienen entweder als Viehfutter oder werden durch Extraktion mit Benzin oder einem andern Lösungsmittel vollständig

---

<sup>1)</sup> Zum Unterschiede von den gesättigten Säuren sind die ungesättigten additionsfähig, d. h. sie sind imstande, Radikale, z. B. Wasserstoff, zu binden und in die gesättigten überzugehen.

<sup>2)</sup> Alle drei Säuren sind wenig gesättigt.

entfettet. Desgleichen gewinnt man das Fett aus Palmkernen, Knochen, Lederabfällen usw. durch Extraktion<sup>1)</sup>.

Zur Entfernung der färbenden und anderen Verunreinigungen müssen die Rohöle für viele Zwecke noch gereinigt werden. Suspensierte Stoffe setzen sich nach längerem Stehen ab. Die Refinement der durch Beutel oder Filterpressen filtrierten Öle erfolgt zumeist durch kurze Behandlung mit  $\frac{1}{2}$ - bis 2 % konzentrierter Schwefelsäure, wobei die stickstoffhaltigen Beimengungen verkohlt und ausgefällt werden. Bei längerer Behandlung mit Schwefelsäure wird das Fett selbst, und zwar unter Freiwerden der Fettsäuren und des Glycerins sowie unter Bildung von Sulfofettsäuren angegriffen. Von der Säure wird das Öl durch Waschen mit Wasser und Sodalösung befreit. Ranzigen Ölen entzieht man die freien Fettsäuren durch Behandlung mit der berechneten Menge mäßig warmer konz. Natronlauge. Vielfach werden die Fette auch gebleicht. Dies geschieht durch die Einwirkung von Luft und Sonnenlicht oder durch chemische Bleichmittel, wie schweflige Säure, Chlor, Wasserstoff-superoxyd usw. Zur Entfernung der färbenden Bestandteile wird auch die Fullererde viel benutzt, d. i. ein Aluminium Magnesium-Hydrosilikat, das eine große Adhäsion zu den färbenden Stoffen der Mineral- und fetten Öle besitzt.

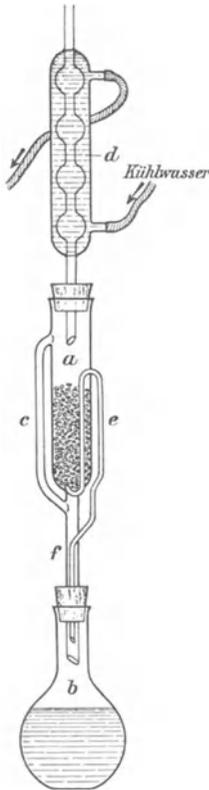


Fig. 15. Extraktionsapparat von Soxhlet. (Stock-Stähler, Praktikum d. quant. anorg. Analyse, Springer.)

Eigenschaften der Fette. Alle Fette fühlen sich schlüpfrig an; bei gewöhnlicher Temperatur sind sie fest und kristallinisch, halb-fest oder flüssig. Die flüssigen Fette nennt man fette Öle oder kurzweg Öle<sup>2)</sup>. In den festen

<sup>1)</sup> Die Fettextraktion wird in Apparaten vorgenommen, welche nach dem Principe des zu analytischen Fettuntersuchungen dienenden Extraktionsapparates von Soxhlet (Fig. 15) gebaut sind: Im Rohre a befindet sich der zu entfettende Stoff; im Kolben b wird Äther, Benzin o. dgl. mit Hilfe eines Wasserbades zum Sieden erhitzt, der Dampf steigt durch c nach dem Kühler d, wo er verdichtet wird, so daß das flüssige Fettlösungsmittel auf die zu entfettende Substanz herabtropft. Wenn das Lösungsmittel bis zur oberen Biegung des Rohres e gestiegen ist, zieht dieses heberartig die Fettlösung in das Kölbchen herab, und das Spiel beginnt von neuem, bis der Inhalt von a entfettet ist. Das Fett bleibt beim Abdestillieren des Lösungsmittels in b zurück.

<sup>2)</sup> Von den fetten Ölen sind die Mineralöle (S. 110) und ätherischen Öle (S. 114) zu unterscheiden.

Fetten sind das Tristearin und Tripalmitin vorherrschend, während die flüssigen Fette das Triolein oder das Glycerid der Linolsäure als Hauptbestandteil enthalten<sup>1)</sup>.

Die festen Fette sind leicht schmelzbar; ihr Schmelzpunkt liegt unter 100°. In der Kälte erstarren die Öle, während die festen Fette eine sehr harte Konsistenz annehmen. Auf Papier gebracht, erzeugen alle Fette einen durchscheinenden Fleck (Fettfleck), der weder beim Erwärmen noch beim Waschen mit Wasser verschwindet. Reine, nur Glyceride enthaltende Fette („Neutralfette“) sind geruch-, geschmack- und farblos. Der verschiedene Geschmack und die Farbe der natürlichen Fette rühren von geringen Beimengungen her. Alle Fette sind leichter als Wasser; ihr spez. Gewicht schwankt zwischen 0,9 und 0,95.

In Wasser sind alle Fette unlöslich. Wird jedoch Öl mit Wasser, das kolloide klebrige oder schleimige Stoffe enthält, gut geschüttelt, so bleibt es in feinsten Verteilung schwebend erhalten — emulgiert<sup>2)</sup>. Fette emulsionen finden in der Textilindustrie, insbesondere als Spickmittel und Walköle, viel Verwendung. In kaltem Alkohol sind nur das Olivenkern-, Rizinus- und Baumwollsamensöl löslich, die übrigen lösen sich darin sehr schwer. Hingegen löst heißer Alkohol die Fette leichter, doch scheidet sich beim Erkalten der Lösung der größte Teil des Fettes wieder aus. Gute Lösungsmittel für Fette sind: Äther, Petroläther, Benzin, Chloroform, Tetrachlorkohlenstoff, Trichloräthylen, Schwefelkohlenstoff und ätherische Öle<sup>3)</sup>. In den „chemischen“ Waschanstalten und Fettextraktionsfabriken kommt hauptsächlich Benzin, in neuerer Zeit auch Tetrachlorkohlenstoff als Lösungsmittel zur Anwendung. Andererseits sind auch Fette Lösungsmittel für Seifen und viele Riechstoffe. Reine Fettlösungen reagieren neutral.

Beim Erhitzen erfahren die Fette bis zu 250° keine Veränderung, bei höheren Temperaturen bilden sich aber Zersetzungsprodukte, unter welchen sich das aus Glycerin gebildete Akrolein durch seinen scharfen Geruch, der dem angebrannten Fett zukommt, besonders bemerkbar macht.

Durch Erhitzen der Öle bis zu 120° und Einblasen von Luft werden dieselben zufolge Oxydation dickflüssig. Solche „geblasene Öle“ finden als Schmiermittel oder Zusätze zu Schmiermitteln, zur Herstellung von Kautschukersatzmitteln, zuweilen auch in der Seifenfabrikation Verwendung.

---

<sup>1)</sup> Tristearin und Tripalmitin sind bei gewöhnlicher Temperatur fest, Triolein und Trilinolein flüssig.

<sup>2)</sup> Ein schönes Beispiel für die Fette emulsion ist die Milch.

<sup>3)</sup> Lösungsmittel S. 103.

Viele Fette nehmen, wenn sie längere Zeit der Einwirkung der Luft ausgesetzt sind, einen unangenehmen Geruch und einen scharfen (kratzenden) Geschmack an. Diese Veränderung wird als „Ranzigwerden“ der Fette bezeichnet und hat ihre Ursache in der durch Fermentwirkungen herbeigeführten Abspaltung von freien Fettsäuren und Bildung von Oxyfettsäuren sowie von Zersetzungsprodukten des Glycerins. Durch stickstoffhaltige Beimengungen wird dieser Zersetzungs Vorgang begünstigt. Im allgemeinen unterliegen dem Ranzigwerden die flüssigen, viel Triolein enthaltenden Pflanzenfette, während die festen, besonders die tierischen Fette (mit Ausnahme der Butter) an der Luft beständiger sind. Die ranzigen Fette sind auch in kaltem Alkohol löslich und reagieren gegen Lackmus sauer.

Nach der Konsistenz, welche die flüssigen Fette durch Einwirkung der Luft allmählich annehmen, unterscheidet man:

1. Nichttrocknende Öle. Diese bilden, der Luft ausgesetzt, allmählich eine dicke, schleimige Masse. Es sind jene Öle, welche dem Ranzigwerden besonders leicht unterliegen.

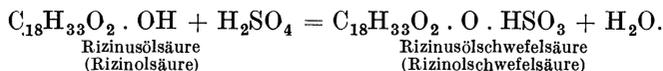
2. Die trocknenden Öle. In ihrer chemischen Zusammensetzung unterscheiden sich diese von den nichttrocknenden durch den Gehalt an Glyceriden wenig gesättigter Säuren, besonders der Linolsäure. Infolge ihrer leichten Oxydierbarkeit bedingt die Linolsäure ein allmähliches Verdicken und Eintrocknen der Öle dieser Gruppe. In dünner Schichte aufgetragen, bildet ein trocknendes Öl eine in Wasser und Alkohol unlösliche, feste, glänzende und durchsichtige Masse. Auf dieser Eigenschaft beruht die Bereitung von Firnissen. Diese werden gewöhnlich durch Kochen von Leinöl unter Zusatz von Sauerstoffüberträgern (Mennige, Braunstein usw.) hergestellt. Durch die so eingeleitete Oxydation geht der Trockenprozeß viel rascher vor sich. Rohes Leinöl trocknet in dünner Schichte nach 3—4 Tagen, Firnis schon nach 12—24 Stunden. Firnisse, welche viel Metallverbindungen enthalten, erhärten besonders schnell und heißen Sikkative<sup>1)</sup>.

Konzentrierte Schwefelsäure wirkt auf Öle unter Freiwerden von Wärme und Entwicklung von Schwefeldioxyddämpfen. Wird jedoch zur Vermeidung einer Erwärmung über 40° die konz. Schwefelsäure in dünnem Strahl dem Öl unter Kühlung beigemischt, so werden die abgespaltenen Fettsäuren sulfuriert (sulfoniert), d. h. es tritt das ein-

---

<sup>1)</sup> Durch Verreiben mit Farbstoffen liefern die Firnisse Ölfarben; mit pulverigen Stoffen gemengt bilden sie die Ölkitte; so z. B. ist der Glaserkitt eine innige Mischung von Firnis und Kreide. In der Linoleumfabrikation wird Leinölfirnis mit Korkpulver und anderen Füllstoffen auf ein starkes Gewebe aufgedrückt. Die Buchdruckerschwärze ist ein mit Ruß verkochtes Leinöl usw.

wertige Radikal der Schwefelsäure, die sogenannte „Sulfogruppe“  $\text{HSO}_3$ , unter Wasserabspaltung in die Fettsäure ein; z. B.



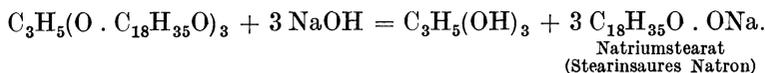
Zum Unterschiede von den gewöhnlichen Fettsäuren sind die sulfurierten in Wasser löslich. Ihre wässrigen Lösungen sind schäumend. Sulfosäuren sind in den für die Textilindustrie so wichtigen Rotölen oder Türkischrotölen enthalten<sup>1)</sup>.

Durch einen Gärungsprozeß, welcher gewöhnlich künstlich beschleunigt wird, erhalten die Öle, insbesondere das Olivenöl, die Eigenschaft, mit Alkalikarbonaten Emulsionen zu geben, welche eine ähnliche Verwendung wie die Türkischrotöle finden. Die so veränderten Öle werden Tournantöle genannt<sup>2)</sup>.

Von größter Bedeutung ist die „Verseifung der Fette“, d. i. ihre hydrolytische Spaltung in freie Fettsäuren oder deren Salze und in Glycerin.

Die Verseifung der Fette wird je nach dem herzustellenden Produkt entweder mit Alkalien, Kalziumhydroxyd, Magnesiumhydroxyd oder mit überhitztem Wasserdampf durchgeführt. Auch mit Säuren kann man die Fette verseifen, z. B. mit Schwefelsäure. Folgende Gleichungen veranschaulichen den Verseifungsvorgang bei einem Fettbestandteil, z. B. beim Tristearin:

Verseifung mit Natronlauge:



Verseifung mit überhitztem Wasserdampf:



Die Verseifung der Fette findet mit alkoholischer Natron- oder Kalilauge besonders leicht statt; von dieser macht man in der analytischen Chemie Anwendung.

Die Verseifung der Fette führt zur Gewinnung der Fettsäuren, des Glycerins und der Seife<sup>3)</sup>.

Verwendung der Fette. Die Fette erfreuen sich sowohl im Haushalte als auch in der Industrie und im Gewerbe einer ebenso ausgedehnten als vielseitigen Verwendung. Von allgemeiner Bedeutung ist ihre Verwendung als Nahrungsmittel<sup>4)</sup>. Zufolge ihrer schlüpfri-

<sup>1)</sup> S. 168.

<sup>2)</sup> S. 169.

<sup>3)</sup> Diese Produkte gelangen später zur Besprechung.

<sup>4)</sup> In dieser Hinsicht sind besonders wichtig: die Butter (das aus der Milch abgeschiedene Fett), Olivenöl sowie die billigeren als Volksnahrungsmittel bereits eingebürgerten Fettprodukte: Margarine und Pflanzenbutter. Mar-

gen Beschaffenheit sind die Fette geeignet, den Reibungswiderstand bei Maschinen wesentlich zu verkleinern. Als „Schmiermittel“ finden Talg und die nicht trocknenden Öle, besonders das Rüböl, Olivenöl und in der Feinmechanik das haltbare Klauenöl und Knochenöl Verwendung. Die Verwendung der Fette zu Schmierzwecken wird durch einige Übelstände eingeschränkt. Sie spalten leicht freie Fettsäuren ab, die das Metall angreifen; auch sind die meisten nicht kältebeständig, d. h. sie bleiben bei niedrigen Temperaturen nicht flüssig. (Viel besser sind als Schmiermittel reine, säurefreie Mineralöle geeignet. Letztere sind auch viel billiger als fette Öle<sup>1</sup>).

Da die Fette die Eigenschaft haben, Riechstoffe verschiedener Pflanzen aufzunehmen, finden sie auch bei der Bereitung der feinsten Parfüms Verwendung (Enfleurage).

Den Appreturmassen werden Fette als geschmeidig- und weichmachende Mittel zugesetzt („Fettansätze“).

Auf die Bereitung von Firnissen sowie auf die Herstellung von sulfurierten Ölen, Fettsäuren, Glycerin und Seifen wurde bereits hingewiesen<sup>2</sup>).

Von technischer Wichtigkeit sind folgende Fette:

### I. Nicht trocknende Pflanzenöle.

**Olivenöl** wird in den südlichen Gegenden, wie in Italien, in der Provence, in Spanien usw. durch Pressen aus den zerkleinerten Olivenfrüchten und Olivenkernen gewonnen. Das kalt gepresste Öl findet unter dem Namen „Provence-“ oder „Jungfernöl“ zu Speisezwecken Verwendung. Bei der darauf folgenden warmen Pressung liefern die Preßlinge das „Baumöl“. Dieses findet besonders in der Seifenfabrikation (Marseiller Seife) sowie zur Herstellung von Spick- und Tournantölen Verwendung. Aus den Preßrückständen kann man das Öl noch mit Schwefelkohlenstoff od. dergl. extrahieren.

Das Olivenöl wird häufig mit Baumwollsamensöl, Sesamöl, Erdnußöl, Sonnenblumenöl u. a. verfälscht.

garine wird aus dem Rindstalg gewonnen. Sie besteht vorwiegend aus dem Triolein und enthält noch Pflanzenöle, Milch, oft auch butterähnliche Riechstoffe und Färbemittel beigemischt. Der bei der Fabrikation erhaltene Rückstand (Tristearin und Tripalmitin) findet zur Herstellung von Stearinkerzen, aber auch in der Seifenfabrikation Verwendung. Die Pflanzenbutter (Ceres, Kunerol, Palmin usw.) wird aus Kokosnußfett hergestellt. Dieses wird von den übelriechenden Säuren befreit und in eine butterartige Masse übergeführt.

<sup>1</sup>) S. 110.

<sup>2</sup>) In früherer Zeit fanden die Fette auch zu Beleuchtungszwecken eine allgemeine Verwendung. (Verbrennen von Rüb- oder Olivenöl in Lampen, Unschlittkerzen.) Gegenwärtig finden an Stelle der Unschlittkerzen die aus den festen Fettsäuren hergestellten Stearinkerzen und statt Brennöl das Petroleum Verwendung.

**Rüböl** erhält man aus dem Samen verschiedener Brassica-Arten. Von *Brassica campestris*, var. *Rapa*, wird das eigentliche Rüböl oder Rübsenöl erhalten. Andere Arten liefern das Rapsöl und das Kohlsaatorl. Das rohe Rüböl wird als Schmiermittel, das raffinierte zum Brennen verwendet. Weniger geeignet ist es zur Herstellung von Seifen, Spickölen usw. Es ist das billigste inländische Pflanzenöl.

**Sesamöl** wird durch kalte und warme Pressung aus dem Samen des *Sesamum orientale* und *S. indicum* gewonnen. Die feineren Sorten sind dem Olivenöl sehr ähnlich und werden häufig zur Verfälschung des letzteren benutzt. Das warm gepreßte Öl findet in der Seifenfabrikation Verwendung.

**Erdnußöl** stammt von der *Arachis hypogäa* (Südamerika, Indien usw.). Es ist dem Sesamöl ähnlich. Das kalt gepreßte Öl findet als Speiseöl sowie als Zusatz zum Olivenöl, das warm gepreßte zum Brennen und in der Seifenfabrikation Verwendung.

**Rizinusöl** (englisch „Castor oil“) enthält das Glycerid der Rizinolsäure. Es wird zumeist durch Pressung, manchmal auch durch Extraktion der Samen des gemeinen Wunderbaumes, *Rizinus communis*, gewonnen. Zur Reinigung wird das dunkle Öl aus der zweiten und dritten Pressung mit Wasser gekocht — wobei Eiweißstoffe zur Fällung gelangen — und dann durch Knochenkohle filtriert. Das Öl ist sehr dickflüssig und verdickt sich noch mehr an der Luft. Außer in der Medizin findet es zur Bereitung von Türkischrotöl und in der Seifenfabrikation Verwendung.

**Maisöl** wird aus den Maiskeimen gewonnen. Es ist billig und dient zur Herstellung von Schmierseifen.

## II. Langsam oder schwach trocknende Pflanzenöle.

**Bauwollsaamenöl (Baumwollsaatöl, Cottonöl)** wird in großen Mengen in den Vereinigten Staaten aus den Samen der Baumwollstaude gewonnen. Die von der Baumwolle und den Samenschalen befreiten Kerne liefern bei der warmen Pressung ein braunes Öl, das mit Natronlauge und Filtration über Floridaerde (Fullererde) gereinigt wird. Neben Palmitin und Olein enthält es auch etwas Linolein. Es findet in der Margarinefabrikation, zur Verfälschung von Speisefetten und Speiseölen sowie als Speiseöl selbst Verwendung. Manchmal dient es auch als Spickmittel.

**Sojabohnenöl** stammt von einer strauchartigen, hauptsächlich in der Mandschurei angebauten Pflanze. Es wird als billiger Zusatz zum Leinöl für die Schmierseifenfabrikation verwendet.

**Sonnenblumenöl** wird insbesondere in Rußland, Ungarn, Indien und China aus den Samen der Sonnenblumen gewonnen. Das Öl wird auch mit Fullererde gebleicht und eignet sich als Ersatz des Leinöls zur Herstellung von transparenter Schmierseife.

### III. Trocknende Pflanzenöle.

**Leinöl** enthält vorzugsweise Glyceride der wenig gesättigten Linol-, Linolen- und Isolinolensäure. Es wird aus den Samen des Flachses oder Leines, *Linum usitatissimum*, besonders in Rußland und Ostindien gewonnen.

Das kalt gepreßte Öl ist hellgelb, das warm gepreßte bräunlichgelb, wird leicht ranzig und riecht charakteristisch. Es ist das am leichtesten trocknende Öl und wird hauptsächlich zur Bereitung von Firnissen und Kautschukersatzmitteln, aber auch in der Seifenfabrikation verwendet. Verfälscht wird es mit Hanföl, Cottonöl, Rüböl usw. Auch Harz- und Mineralöle werden ihm manchmal beigemischt.

**Hanföl** wird aus dem Samen des Hanfes, *Cannabis sativa*, gewonnen. Seine grüne Farbe läßt sich durch Fullererde beseitigen. Es wird an Stelle des Leinöls in der Seifenfabrikation verwendet.

### IV. Tieröle.

**Trane** sind von manchen Seetieren stammende Öle. Der Potwal- und Haifischtran sowie das aus dem ersteren hergestellte Spermazetöl gehören zu den Wachsorten; die übrigen (Robben-, Delphin-, Dorsch- Heringstran usw.) sind Fette. Die Trane werden demnach in fette Trane und in flüssige Wachs unterscheidet. Nach den Körperteilen, welchen die Trane entstammen, unterscheidet man Leber-, Kinnbacken-, Knochenstran usw. Die Gewinnung der Trane geschieht in sehr verschiedener Art: so durch Ausschmelzen, Auskochen, Ausfaulen, Pressen und Extrahieren. Auch die Raffination der Trane ist eine verschiedenartige. Tranöle sind hellgelb bis dunkelbraun gefärbt. Zumeist kommt ihnen ein unangenehmer Geschmack und Geruch zu. Letzterer macht die Trane auch für seine technische Verwendung minderwertig. Sie finden zur Herstellung von Schmierseifen, zum „Batschen“ der Jutefaser, zu Speisezwecken (Grönland), in der Medizin und bei der Lederbearbeitung Verwendung<sup>1)</sup>.

Die in der Säemischgerberei verwendeten Trane erleiden durch Oxydations- und Gärungsvorgänge eine Veränderung; nach vollendeter Gerbung werden sie mit einer Sodalösung aus dem Leder entfernt und mit Schwefelsäure abgeschieden. Das erhaltene Abfallfett führt den Namen Degras (Gerberfett). Neben unverändertem Tran enthält Degras eine verharzte Substanz (Degrasbildner), welche sich mit Wasser emulgieren läßt und das Produkt zum Einfetten von Leder sehr geeignet

<sup>1)</sup> Eine große Bedeutung erlangte in der neuesten Zeit das „Härten“ (Hydrogenisieren) von Tranen mit Wasserstoff. Das erhaltene Produkt, Talgöl genannt, ist geruchlos und verspricht in der Seifenproduktion einen Ersatz für Palmkernöl, Palmöl und Talg zu bilden. Aus besseren Fetten erhält man durch Hydrogenisieren Pflanzen-Speisefette und Ersatzprodukte für Butter.

macht. Ein ährliches Produkt erhält man durch Einblasen von Luft in auf 120° erwärmte Trane.

**Knochenöl** und **Klaunenöl** sind die flüssigen Bestandteile des Knochen- und Klaunenfettes, das aus den Knochen und Klauen zumeist durch Extraktion gewonnen wird. Gut gereinigtes Knochenöl ist sehr beständig und findet als Schmiermittel für feine Maschinenbestandteile Verwendung; es dient auch zur Seifenbereitung.

### V. Feste Pflanzenfette.

**Palmöl (Palmfett, Palmbutter)** stammt aus dem Fruchtfleische der Ölpalme, *Elais guinensis* oder *melanococca*. In den Tropen ist das Palmfett in frisch gepreßtem Zustande butterartig, orange-gelb bis dunkel und schmilzt bei 27 bis 42°. Dem Palmöl kommt ein veilchenartiger Geruch zu. In frischem Zustande enthält es bis 12% freie Fettsäuren; in altem Fett ist die Spaltung der Glyceride (hauptsächlich Tripalmitin) oft eine vollständige. Es wird auch gebleicht und dient in großen Mengen zur Seifen- und Stearinkerzenfabrikation.

**Palmkernöl (Palmkernfett, Kernöl)** wird aus den inneren Samenkernen der Ölpalme durch Pressen oder durch Extraktion gewonnen. Es schmilzt bei etwa 26°. Seine Farbe ist je nach der Gewinnungsweise weiß bis gelblich. Es besitzt einen angenehmen Geruch und Geschmack. Freie Fettsäuren enthält nur ranzig gewordenes Palmkernöl. Es läßt sich mit kalter konz. Natronlauge verseifen und findet in der Seifen- und Stearinkerzenfabrikation Verwendung.

Sein Preis ist gegenwärtig sehr hoch.

**Kokosöl (Kokosfett, Kokosnußöl, Kokosbutter)** ist das aus den Fruchtkernen (Copra) der Kokospalme, *Cocos nucifera* und *C. butyracea*, gewonnene Fett. Es schmilzt bei 20 bis 28°. In gereinigtem und von den unangenehm schmeckenden und riechenden Stoffen befreitem Zustande bildet das Fett der ersten Pressung ein viel verwendetes Ersatzmittel für Butter (Ceres, Kumerol, Palmin, Vegetalin usw.). Da der Preis des Kokosöls ein sehr hoher ist, gelangen nur noch seine Abfälle in die Seifen- und Stearinkerzenfabrikation. Auch das Kokosöl läßt sich mit kalter konz. Natronlauge leicht verseifen.

**Chinesischer Pflanzentalg (Vegetabilischer Talg)** wird von den Früchten des chinesischen Talgbaumes, *Stilingia sebifera*, und verschiedenen *Jatropha*-arten geliefert. Er schmilzt bei 44°.

**Malabartalg (Vaterialfett, Pineytag, Pflanzentalg)** stammt aus den Butterbohnen und den Samen von *Vateria India* L.

**Illipetalg (Bassiaöl, Mahuabutter)** ist das Fett aus den Samen von *Bassia latifolia*. Es schmilzt bei 27 bis 30°.

**Japanwachs (Sumachwachs, Japantalg)** ist das Fett aus den Früchten mancher in Japan, China und Singapore heimischen Sumacharten.

Die Farbe des rohen Produktes ist grünlich. Seine Reinigung geschieht durch Schmelzen, Filtrieren und darauf folgende Sonnenbleiche. Das frische Handelsprodukt ist blaßgelb, hart, von harzig-talgartigem Geruch und großmuscheligen Bruch. Mit der Zeit wird es dunkler, unter gleichzeitiger Bildung eines weißen Überzuges. Es schmilzt bei 42° und ist bis auf einen kleinen Rest leicht verseifbar. In der Appretur findet es als geschmeidigmachendes Mittel und manchmal beim Wasserdichtmachen von Geweben Verwendung.

#### VI. Halbfeste (salbenartige) tierische Fette.

Dazu gehören das Schweinefett, das Gänsefett, das Pferdefett (Kammfett), die Butter<sup>1)</sup> u. a.

#### VII. Feste tierische Fette.

**Talg (Unschlitt)** kommt als Rinds- oder Ochsentalg und als Hammeltalg in den Handel. Er wird durch Ausschmelzen insbesondere aus dem Rohunschlitt des Rindviehs und der Schafe gewonnen. Frischer Rindertalg schmilzt bei 43 bis 46°, Hammeltalg bei 47 bis 51°. Sein Wert richtet sich nach der Farbe, der Härte und dem Geruch. Große Mengen Rindertalg werden auf Margarine verarbeitet. Der dabei erhaltene Rückstand, Preßtalg genannt, dient der Kerzenfabrikation. Talg hat auch für die Seifenfabrikation eine große Bedeutung. Da er jedoch sehr teuer geworden ist, muß man an seiner Stelle in der Seifenfabrikation vielfach andere Fette, besonders Pflanzenfette verwenden. Auch als geschmeidigmachendes Appreturmittel verwendet man Talg.

In ihrer chemischen Zusammensetzung von den Fetten verschieden sind die

### Wachsarten<sup>2)</sup>.

Die Fettsäuren sind in den Wachsarten nicht an Glycerin, sondern an einwertige höhere Alkohole gebunden; oft enthalten sie noch freie Alkohole und freie Säuren. Auch die Wachse lassen sich mehr oder weniger verseifen. Von den Fetten unterscheiden sie sich durch den höheren Schmelzpunkt sowie durch ihre besonders beim Erwärmen zur Geltung kommende Klebrigkeit. In der Appretur finden die meisten Wachsarten als glänzend- und geschmeidigmachende Mittel Anwendung. Ihre Lösungen in Mineralölen u. dgl. dienen zur Herstellung wasserdichter Gewebe.

<sup>1)</sup> Außer den höheren Fettsäuren sind in der Butter ungefähr 2% Buttersäure an Glycerin gebunden. Das leichte Ranzigwerden der Butter und der dabei auftretende unangenehme Geruch nach Buttersäure rührt von der leichten Spaltung des Buttersäureglycerides her.

<sup>2)</sup> Japanwachs gehört zu den Fetten (S. 147).

Zu erwähnen sind:

**Bienenwachs.** Dieses wird von der Biene, *Apis mellifica*, geliefert und aus den Waben durch Ausschmelzen mit Wasser erhalten. Es enthält neben freier Zerotinsäure  $C_{26}H_{52}O_2$  den Ester der Palmitinsäure mit dem Myrizilalkohol  $C_{30}H_{61}\cdot OH$ . Das Rohwachs ist eine gelbe, in Wasser und kaltem Alkohol unlösliche Masse und schmilzt bei 63 bis 64°. Das im Sonnenlichte gebleichte Wachs schmilzt bei 70°. Als Bleichmittel für Wachs wird auch Wasserstoffsuperoxyd verwendet. In der Kälte ist das Bienenwachs spröde, in der Wärme aber sehr plastisch, ohne klebrig zu sein. Große Mengen Bienenwachs werden für die Herstellung von Kirchenkerzen verwendet. In der Druckerei dient es als Zusatz zu manchen Verdickungen, in der Appretur als Glanzmittel (Lustrieren von Baumwollgeweben) sowie zum Glätten des Zwirnes. Das Bienenwachs wird mit billigeren Wachsorten anderer Abstammung sowie mit Paraffin<sup>1)</sup> und Zeresin<sup>2)</sup> verfälscht.

**Chinesisches Wachs** stammt von der Wachsschildlaus. Es ist weiß, kristallinisch und schmilzt bei 82°.

**Walrat (Spermazet)** stammt vorwiegend aus dem Kopfe des Potwales und bildet im lebenden Tiere eine helle, ölige Flüssigkeit, welche die Eigenschaft besitzt, an der Luft zu erstarren. Der Hauptbestandteil des Walrates ist der Ester der Palmitinsäure mit dem Zetylalkohol  $C_{16}H_{33}\cdot OH$ . Es bildet eine weiße, blätterig kristallinische und wachsähnliche Masse, welche namentlich in England hauptsächlich zur Herstellung von feineren Kerzen verwendet wird.

**Carnaubawachs (Cearawachs)** stammt von den Blättern einer brasilianischen Palmart, *Copernicia cerifera*; es enthält viel Zerotinsäure-Myrizilester und schmilzt bei 80 bis 86°. Es ist die teuerste Wachsort und findet als Zusatz zu dem leichter schmelzbaren Bienenwachs, Paraffin und Zeresin sowie auch in der Seifenfabrikation einige Verwendung.

**Palmenwachs** wird aus der Rinde von *Ceroxylon andicola* gewonnen und ist dem Carnaubawachs sehr ähnlich.

Das **Wollfett** besteht wesentlich aus Wachsorten, u. zw. aus Estern des Cholesterins  $C_{27}H_{45}\cdot OH$  und Isocholesterins mit Palmitinsäure, Zerotinsäure u. a. Es wird aus dem in der rohen Schafwolle vorhandenen und als Wollschweiß bezeichneten Ausscheidungsprodukte der Hautdrüsen gewonnen. Der Wollschweiß enthält auch von außen hinzugekommene Verunreinigungen, wie Staub, Klettenteile, Schmutz, Urin usw. Durch die mit kaltem Wasser vorgenommene Wäsche vor der Schur (Pelzwäsche, Rückenwäsche) verliert die rohe Wolle 20 bis 70% am Gewichte. Vielfach wird die „kalte Wäsche“ erst nach der Schur vorgenom-

<sup>1)</sup> S. 150.

<sup>2)</sup> S. 151.

men und bildet in diesem Falle den ersten Teil der sogen. Fabrikwäsche<sup>1)</sup>. Die darauffolgende „warme Wäsche“ wird mit einer Seifenlösung, zumeist unter Zusatz von Soda, bei 40 bis 45<sup>o</sup> vorgenommen, wobei das Wollfett von der Seifenlösung emulgiert wird. Dabei erleidet die Wolle wieder einen Gewichtsverlust von 35 bis 75 %. Aus dem Waschwasser werden entweder mit Schwefelsäure die Fettsäuren abgeschieden<sup>2)</sup> und an Seifenfabriken abgegeben, oder zur Entfernung der verwendeten Seife Magnesiumsulfat zugesetzt und die so gebildete unlösliche Magnesiumseife durch Ausschleudern vom Wollfett und Wasser getrennt. Nach einer anderen Methode wird das Wollfett aus der rohen Wolle durch Extraktion mit Benzin o. dgl. gewonnen.

Das rohe Wollfett ist von schmieriger Konsistenz, braun gefärbt und von unangenehmem, bockartigem Geruch. Durch Auflösen in Benzin und Filtration über Knochenkohle erhält man aus dem rohen Wollfett das Lanolin als eine gelbliche, salbenartige Masse, welche schwer ranzig wird und schwer verseifbar ist. Lanolin läßt sich mit Wasser und Salzlösungen sehr gut emulgieren und findet zur Herstellung von Salben Verwendung. Lösungen von Lanolin in Benzin o. dgl. dienen manchmal zur Herstellung wasserdichter Apprete.

**Montanwachs** ist ein in der Zusammensetzung den echten Wachsen ähnliches Extraktionsprodukt bitumenreicher Braunkohlen, das hauptsächlich als „Phonographenwachs“ und „Kabelwachs“ Verwendung findet.

## Paraffin und Zeresin.

Eine ähnliche Verwendung wie die Wachsarten finden in der Appretur und Schlichterei das Paraffin und das Zeresin. Physikalisch sind diese beiden Stoffe den Wachsarten in mancher Hinsicht ähnlich, chemisch unterscheiden sie sich von denselben wesentlich. Sie stellen Gemenge von festen Kohlenwasserstoffen vor, sind nicht verseifbar und überhaupt chemischen Einflüssen gegenüber sehr widerstandsfähig.

**Paraffin** wird aus den galizischen und amerikanischen Petroleumrückständen<sup>3)</sup> sowie auch aus den Destillationsprodukten der Braunkohlen gewonnen und bildet eine großblättrige, kristallinische Masse. Es ist farb- und geruchlos, wenig plastisch, nicht klebend und fühlt sich schlüpfrig an. Sein Schmelzpunkt schwankt zwischen 27 und 75<sup>o</sup>. In Wasser ist es unlöslich, wenig löslich in Alkohol und leicht löslich in Äther, Benzin, Schwefelkohlenstoff, Terpentinöl usw. Für den Ver-

---

<sup>1)</sup> Will man aus den bei der kalten Wäsche in das Wasser übergehenden Kaliumverbindungen Pottasche gewinnen, so extrahiert man die Wolle mit möglichst wenig Wasser; vgl. S. 94.

<sup>2)</sup> Vgl. S. 153.

<sup>3)</sup> S. 110.

brauch des Paraffins kommen besonders die Kerzenfabrikation und die Zündhölzchenindustrie in Betracht. In der Appretur dient es als geschmeidig- und glänzendmachendes Mittel. Manchmal wird es der Schlichte zugesetzt, um die Kette geschmeidig zu erhalten, besonders dann, wenn die Stärkeschlichte auch Leim enthält. Mitunter wird die Kette beim Spulen oder am Webstuhle selbst mit Paraffin geglättet („Wachsrolle“).

**Zeresin (Kunstwachs)** ist in seiner Zusammensetzung dem Paraffin sehr ähnlich und wird aus dem Erdwachs<sup>1)</sup> durch Reinigung mit Schwefelsäure und Entfärbung mit Tierkohle gewonnen. Es kommt in weißem oder gefärbtem Zustande (gelb oder orange) in den Handel. Zeresin ist physikalisch dem Bienenwachs sehr ähnlich; es ist in der Wärme knetbar, ohne klebrig zu sein und schmilzt zwischen 60 bis 80°. Zeresin dient zum Isolieren von Kabeln („Kabelwachs“), zur Herstellung von Kerzen, mit Terpentinöl angemacht zum Wachsen der Parkettböden, Möbel usw. In der Appretur findet es dieselbe Anwendung wie das Paraffin, jedoch sehr selten.

## Fettsäuren (Stearin und Olein).

**Gewinnung der Fettsäuren.** Zur Gewinnung der Fettsäuren kann das Fett nach mehreren Methoden verseift werden. Bei der Kalkverseifung wird das Fett in Druckkesseln bei 8 bis 10 at mit Kalkmilch erhitzt, wobei neben Glycerin und freien Fettsäuren auch etwas Kalziumstearat, -palmitat und -oleat gebildet wird<sup>2)</sup>. Die Glycerinlösung wird abgelassen und auf Glycerin verarbeitet<sup>3)</sup>. Aus den Kalziumsalzen der Fettsäuren werden letztere mit Schwefelsäure unter Ausscheidung von Gips in Freiheit gesetzt, gewaschen, in Blechformen erstarren gelassen, hierauf kalt und schließlich warm (bei 40°) gepreßt. Die Ölsäure fließt als sogenanntes Olein (Elain) ab, während der aus Stearinsäure und Palmitinsäure bestehende Rückstand das „Stearin“ bildet.

An Stelle der Kalkmilch wird zur Verseifung oft Magnesiumhydroxyd  $Mg(OH)_2$  verwendet, weil dieses gut verseift und das nach Zusatz von Schwefelsäure gebildete lösliche Magnesiumsulfat leicht entfernt werden kann.

Bei der Verseifung mit Wasser wird das Fett entweder mit Wasser bei 15 bis 20 at erhitzt oder überhitzter Wasserdampf direkt

<sup>1)</sup> Das Erdwachs (Ozokerit) findet sich in der Nähe von Erdöllagern (besonders in Galizien) und wird bergmännisch gewonnen. Es ist eine amorphe, wachsähnliche Masse von gelblicher bis braunschwarzer Farbe.

<sup>2)</sup> Bei gewöhnlichem Druck würde man 12 % Ätzkalk vom Gewichte des Fettes benötigen. Bei der Verseifung in Druckkesseln braucht man dazu nur 2% Ätzkalk. Dieser leitet die Verseifung ein, welche vom überhitzten Wasser zu Ende geführt wird.

<sup>3)</sup> S. 154.

auf das im Destillationsapparat befindliche Fett einwirken gelassen. Nach erfolgter Verseifung destillieren die Fettsäuren und das Glycerin gleichzeitig über. Da jedoch bei der hohen Verseifungstemperatur (über 200<sup>0</sup>) eine teilweise Zersetzung des Glycerins und der Fettsäuren stattfindet, setzt man besser 1 % Magnesiumhydroxyd zu und arbeitet bei niedrigerem Druck.

Die Verseifung mit Schwefelsäure kommt bei unreinen Fetten zur Anwendung. Zu diesem Zwecke wird das Fett mit 3 % konzentrierter Schwefelsäure längere Zeit auf 120<sup>0</sup> erhitzt und dann wiederholt mit Wasser ausgekocht, wodurch die Schwefelsäure aus den zuerst gebildeten „Sulfofettsäuren“ entfernt wird. Die stark braunen Fettsäuren werden in Vakuumapparaten mit überhitztem Wasserdampf destilliert und dadurch gereinigt<sup>1)</sup>. Das Destillat wird durch Abpressen in Stearin und Ölsäure getrennt.

Eigenschaften und Verwendung des Stearins. Das Stearin bildet eine weiße, kristallinische, daher auch spröde und brüchige Masse. Die Schmelzpunkte seiner Bestandteile (Stearinsäure und Palmitinsäure) betragen 69<sup>0</sup> bzw. 62<sup>0</sup>. Stearin findet zumeist zur Herstellung von Kerzen Verwendung. Da es zu diesem Zwecke für sich allein zu spröde ist, erhält es noch einen Zusatz von Paraffin. In der Baumwollappretur wird Stearin manchmal als glänzendmachendes Mittel gebraucht. Mit Mineralölen emulgiert findet es mitunter zur Herstellung wasserdichter Gewebe Verwendung.

Eigenschaften und Verwendung der technischen Ölsäure (Olein, Elain). Je nachdem bei der Gewinnung der Fettsäuren die Destillation zur Anwendung kommt oder nicht, unterscheidet man ein Destillat-Olein und ein Saponifikat-Olein (saponifiziertes Olein).

Das Destillat-Olein enthält 3 bis 7 % unverseifbare Kohlenwasserstoffe, die sich als Zersetzungsprodukte der Fettsäuren bei ihrer Destillation bilden. Doch ist man imstande, nach besonderen Verfahren auch ein von unverseifbaren Kohlenwasserstoffen freies Destillat-Olein herzustellen.

Die Ölsäure bildet in reinem Zustande ein farb-, geruch- und geschmackloses Öl, das bei 4<sup>0</sup> erstarrt und bei 14<sup>0</sup> wieder schmilzt. In Wasser ist sie unlöslich, in Alkohol, auch in verdünntem, löslich. Beim Stehen an der Luft wird die Ölsäure gelblich, ranzig und rötet dann Lackmuspapier, wogegen sie in vollkommen reinem Zustande auf Lackmus nicht reagiert. Die Alkalisalze der Ölsäure (Elainseife) können schon mit Hilfe von Soda oder Ammoniak hergestellt werden;

---

<sup>1)</sup> Die Vakuumdestillation kommt auch bei der Kalkverseifung zur Anwendung, wenn das Fett unrein war.

sie sind weicher und in Wasser viel leichter löslich als die der festen Fettsäuren.

Die technische Ölsäure (Olein) ist je nach der Reinheit gelblich bis braun gefärbt, klar oder — bei Gegenwart von festen Fettsäuren — trübe. Die Trübung kann jedoch auch von Wasser herrühren. Das Olein enthält oft Mineralöle beigemischt. Wegen der Leichtlöslichkeit der Alkalisalze findet das Olein als „Spicköl“ in der Wollspinnerei sowie zur Herstellung von Walkölen Verwendung. Zu diesem Zwecke muß es von schwer verseifbaren und unverseifbaren Bestandteilen, insbesondere Mineralölen und Stearin, frei sein. Als geschmeidig- und weichmachendes Mittel wird es häufig Appreturmassen zugesetzt. Große Mengen Olein werden zu Textildseifen verarbeitet.

### Gewinnung der Fettsäuren aus Abwässern.

Die Abwässer der Wollindustrie enthalten Seife, Öl, Walkerde und andere Stoffe. In früherer Zeit ließ man sie unbeachtet abfließen; heutzutage werden aus denselben die Fettsäuren mit Vorteil zurückgewonnen.

Man sammelt die aus der Wäscherei und Walkerei kommenden Abwässer in großen Behältern und setzt ihnen rohe Schwefelsäure oder Salzsäure zu. Die ausgeschiedenen, an der Oberfläche schwimmenden Fettsäuren hebt man mit Siebtüchern heraus, schlägt sie in diese ein und läßt die Unterlage gut abfließen. Aus dem Rückstande preßt man in einer durch Dampf heiß gehaltenen hydraulischen Presse ein braunes bis schwarzes Gemenge von Fettsäuren aus, das zur Herstellung von Seife, Spickölen oder Schmiermitteln dient<sup>1)</sup>. Gewöhnlich wird aber das unreine Fettsäuregemisch an Fettverwertungsfabriken abgegeben und dort durch Destillation mit überhitztem Wasserdampf gereinigt und nach dem Abkühlen durch Pressen in Stearin und Olein getrennt.

Nach einer anderen Methode versetzt man das Abwasser mit Kalziumchlorid, zerlegt die gebildete Kalkseife nach dem Entwässern mit Salzsäure in der Wärme und verarbeitet die ausgeschiedenen Fettsäuren — eventuell nach einem Bleichprozeß — zu Stearin und Olein.

## Glyzerin.

Das aus den Fetten abgeschiedene, stark verunreinigte Glyzerin wird je nach der angewandten Verseifungsmethode als Saponifikat-

---

<sup>1)</sup> Aus dem Preßrückstand (Preßkuchen) werden in neuerer Zeit in Fettextraktionsanstalten die restlichen Fettsäuren mit Benzin oder dergl. ausgezogen. Der fettfreie Rückstand wird als Dünger verwendet.

Destillations- oder Seifenunterlaugenglyzerin bezeichnet<sup>1)</sup>. Durch Eindampfen der nötigenfalls mit Kalk bzw. mit Schwefelsäure neutralisierten „Glyzerinwässer“ in Vakuumverdampfapparaten erhält man das Rohglyzerin. Dieses ist hellgelb bis braun und besitzt eine Dichte von 28<sup>0</sup> Bé. Für die meisten Zwecke muß es raffiniert werden. Zu diesem Zwecke wird das Rohglyzerin auf 20<sup>0</sup> Bé. verdünnt und behufs Fällung der noch anwesenden Fettsäuren mit Kalkmilch gekocht, mit Schwefelsäure neutralisiert und geklärt. Das durch Knochenkohle filtrierte Produkt ist ziemlich rein und für viele Zwecke brauchbar. Das von der Seifenfabrikation herrührende sowie das für die Dynamitfabrikation bestimmte Glyzerin wird mit überhitztem Dampf in Vakuumapparaten destilliert.

Eigenschaften des Glyzerins. Glyzerin, auch Ölsüß genannt, bildet in reinem Zustande eine farb- und geruchlose, sirupartige Flüssigkeit, welche unter 0<sup>0</sup> kristallinisch erstarrt. Es schmeckt süß, ist sehr hygroskopisch und mischt sich mit Wasser, Alkohol, Essigsäure usw. in jedem Verhältnis. Die wässrige Lösung zeigt eine neutrale Reaktion. Es siedet bei 290<sup>0</sup> unter teilweiser Zersetzung. Hingegen kann man es in luftverdünntem Raume oder mit überhitztem Wasserdampf unzersetzt destillieren. An der Luft wird Glyzerin in keiner Weise verändert. Es ist ein Lösungsmittel für viele Farbstoffe. Bemerkenswert ist auch die Löslichkeit der in Wasser unlöslichen Seifen in Glyzerin: so lösen sich in 100 Teilen Glyzerin 0,94 Teile Magnesiumoleat und 1,18 Teile Kalziumoleat. Das chemisch reine Glyzerin hat ein spez. Gewicht von 1,24 bis 1,26.

Die Verwendung des Glyzerins ist eine vielseitige. Seine Fähigkeit, die Haut geschmeidig zu machen, erklärt die Verwendung in der Hautpflege und als Zusatz zu Salben und Toiletteseifen. Man benutzt es zum Verbessern verschiedener Getränke und setzt es dem Wasser in den Gasuhren zu, um das Gefrieren desselben zu verhindern. Es dient zum Feuchthalten der Schokolade, von Stempel- und Kopierfarben usw.

Weitaus die größte Menge des Glyzerins dient jedoch zur Fabrikation des Nitroglyzerins bzw. des Dynamits<sup>2)</sup>. In der Appretur

<sup>1)</sup> Die beiden ersteren werden bei der Fettsäurefabrikation, das letztere bei der Seifengewinnung erhalten.

<sup>2)</sup> Nitroglyzerin ist der Salpetersäureester des Glyzerins. Man erhält es bei der Behandlung des Glyzerins mit einem Gemisch von konz. Salpetersäure und konz. Schwefelsäure als ein farbloses Öl, welches durch Schlag und Stoß mit furchtbarer Gewalt explodiert. Um es weniger explosiv zu machen, läßt man es nach Nobel von Kieselgur oder anderen porösen Substanzen aufsaugen und erhält so eine plastische Masse, das Dynamit, das in Patronenform gepreßt und durch Zündkapseln aus Knallquecksilber zur Explosion gebracht wird.

dient Glyzerin dazu, um der Ware einen milden, geschmeidigen, sich etwas feucht anführenden Griff zu erteilen. Zuzolge seiner hygroskopischen Eigenschaft bedingt es gleichzeitig auch eine Gewichtsvermehrung der Ware. Als Zusatz zu Schlichten übernimmt das Glyzerin die Aufgabe, das zum Verweben bestimmte Garn vor Sprödigkeit zu bewahren. In der Druckerei braucht man es als Zusatz zu Druckfarben.

Nachweis von Glyzerin. Das an Fettsäuren chemisch gebundene Glyzerin bildet schon beim Anbrennen der Fette das durchdringend riechende Akrolein<sup>1)</sup>. Denselben Geruch erhält man, wenn freies Glyzerin mit etwas prim. Kaliumsulfat  $\text{KHSO}_4$  erhitzt wird.

Der Gehalt wässriger Glyzerinlösungen läßt sich bei chemisch reiner Ware mit Hilfe folgender Tabelle aräometrisch bestimmen.

Spez. Gewichte wässriger Glyzerinlösungen.  
(Strohmer.)

Spez. Gewicht bei 17,5 °	% Glyzerin	Spez. Gewicht bei 17,5 °	% Glyzerin	Spez. Gewicht bei 17,5 °	% Glyzerin
1,262	100	1,218	83	1,170	66
1,259	99	1,215	82	1,167	65
1,257	98	1,213	81	1,163	64
1,254	97	1,210	80	1,160	63
1,252	96	1,207	79	1,157	62
1,249	95	1,204	78	1,154	61
1,246	94	1,202	77	1,151	60
1,244	93	1,199	76	1,149	59
1,241	92	1,196	75	1,146	58
1,239	91	1,193	74	1,144	57
1,236	90	1,190	73	1,142	56
1,233	89	1,188	72	1,140	55
1,231	88	1,185	71	1,137	54
1,228	87	1,182	70	1,135	53
1,226	86	1,179	69	1,133	52
1,223	85	1,176	68	1,130	51
1,220	84	1,173	67	1,128	50

## Seife.

Seifen sind Salze der höheren Fettsäuren<sup>2)</sup>. In Wasser sind nur die Alkaliseifen löslich; diesen allein kommt eine reinigende Wirkung zu. Die Eigenschaften der löslichen Seifen sind von der Natur der Fettsäuren und noch mehr von der Art des Alkalimetalles abhängig. In dieser Hinsicht unterscheidet man zwei Hauptgruppen von Seifen:

<sup>1)</sup> S. 141.

<sup>2)</sup> Bildung und chemische Zusammensetzung der Seife S. 143.

1. Natronseifen. Sie sind fest, trocknen an der Luft zu einer harten Masse und heißen deshalb auch harte Seifen.

2. Kaliseifen. Sie sind weich und trocknen an der Luft nicht ein; befreit man sie durch Erhitzen vom Wasser, so nehmen sie dieses aus der Luft wieder auf. Sie werden auch Schmierseifen genannt.

Die Natur der Fettsäuren hat auf die Beschaffenheit der Seife insofern einen Einfluß, als die festen Fettsäuren (Stearin- und Palmitinsäure) festere und härtere Seifen bilden als die Ölsäure.

In der Seifenfabrikation kommen alle Arten von Fetten zur Verwendung, insbesondere Olivenöl, Palmöl, Palmkernöl, Kokosnußöl, Talg, Tran, Leinöl, Rüböl, Baumwollsamensöl, Sesamöl, Elain, Knochenfett, Walkfett, für besondere Zwecke auch Rizinusöl usw. Die Wahl des Fettes wird nach dem herzustellenden Erzeugnis getroffen; sie ist aber in hohem Maße auch von der Preislage abhängig. Der große Bedarf an Fetten in anderen Zweigen der Fettindustrie hatte eine große Preissteigerung mancher Fette zur Folge. Daher wird gegenwärtig in der Seifenindustrie nur wenig Talg verarbeitet; dieser dient vor allem der Margarinefabrikation; das bei dieser erhaltene Nebenprodukt, der Preßtalg, wird zumeist zu Kerzen verarbeitet. Aus Kokosnußöl werden Pflanzenfette (Ceres, Kunerol usw.) hergestellt. Leinöl benötigt man in großen Mengen zur Herstellung von Leinölfirnissen usw. Auch der Preis des Palmkernöls ist ein hoher geworden und es gelangen nur noch seine Abfälle in der Seifenfabrikation zur Verwendung. Daher ist man bestrebt, billigere Pflanzenfette (z. B. Sojabohnenöl, China- talg u. a.) für die Seifengewinnung heranzuziehen. Tranöle, welche schon lange für die Seifenfabrikation verwendet werden, aber dem Erzeugnisse einen unangenehmen Geruch verleihen, werden in neuester Zeit nach mehreren patentierten Verfahren „gehärtet“, gereinigt und geruchlos gemacht<sup>1)</sup>.

#### Herstellung der Seifen<sup>2)</sup>.

a) Natronseifen. Das Fett oder ein Gemisch von Fetten wird in großen Eisenkesseln mit verdünnter Natronlauge bis zur Bildung einer klaren, fadenziehenden Masse, des Seifenleimes, gekocht. Auf den nun folgenden Zusatz von Kochsalz scheidet sich die Seife, als in der Kochsalzlösung unlöslich, aus und schwimmt als eine dicke, schwerflüssige Masse auf der Unterlauge<sup>3)</sup>. Letztere enthält neben über- schüssigem Natriumhydroxyd das gesamte Glycerin des verseiften

<sup>1)</sup> Vgl. S. 146.

<sup>2)</sup> Größere textile Betriebe stellen ihre Seife oft selbst her.

<sup>3)</sup> Das „Aussalzen“ der Seife ist als eine „Ausflockung“ eines Kolloides zu betrachten. Der kolloide Charakter starker Seifenlösungen geht daraus hervor, daß sie ebenso wie reines Wasser unter gewöhnlichem Druck bei 100° sieden. Auch die elektrische Leitfähigkeit einer starken Seifenlösung ist bei gewöhnlicher Temperatur sehr klein.

Fettes. Sie wird abgelassen und zu Glycerin verarbeitet<sup>1)</sup>. Die abgeschiedene Seife — Kern genannt — wird in Formen erstarren gelassen. Das Erzeugnis ist die Kernseife.

Aus Fettsäuren erhält man die Kernseife durch Neutralisation mit Soda oder Natronlauge.

Bei einem mittleren Molekulargewichte der Fettsäuren von 275 läßt sich eine Kernseife folgender Zusammensetzung herstellen:

61,80 % Fettsäureanhydride,  
7,21 % geb. Natriumoxyd  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  
30,99 % Wasser.

Dieser Zusammensetzung nähert sich die einer guten Kernseife.

Eine Seife mit mehr als 64 % Fettsäuren kann nur durch Trocknen hergestellt werden. Andererseits kann man der Kernseife eine größere Menge Wasser durch das sogen. „Schleifen“ einverleiben. Zu diesem Zwecke wird der Seifenkern nochmals mit Wasser oder mit einer sehr verdünnten Natronlauge gekocht; nach dem Erkalten erhält man auch in diesem Falle eine feste Seife<sup>2)</sup>. Der Wassergehalt „geschliffener“ Seifen beträgt bis zu 70%; gewöhnlich enthalten sie auch etwas freies Alkali.

In der Textilindustrie ist die Olivenölkernseife am meisten geschätzt. Sie führt gewöhnlich den Namen Marseiller Seife, wird aber auch venetianische oder spanische Seife genannt. Neben etwas Natriumpalmitat enthält sie als Hauptbestandteil Natriumoleat; sie besitzt eine halbharte Beschaffenheit und einen angenehmen Geruch. Im Handel unterscheidet man eine weiße, oft schwach gelblich gefärbte und eine grüne Marseiller Seife. Sie findet insbesondere beim Entschälen der Seide und in der Seidenfärberei Verwendung. Beliebte ist auch die Talgkernseife. Sie kommt oft „geschliffen“ im Handel vor. Viel Verwendung findet ferner die Oleinseife. Diese wird durch Neutralisation des Oleins mit Soda oder Ätznatron hergestellt und besitzt eine halbfeste Konsistenz.

In Textilbetrieben kann die Oleinseife auf folgende Weise hergestellt werden:

5 bis 6 kg kalzinierte Soda werden in kochendem Wasser gelöst und unter Rühren 15 kg Olein nach und nach zugesetzt. Man erhält einen gleichartigen Seifenleim, welchem man noch die nötige Menge heißen Wassers beimischt. Nach dem Erkalten erhält man einen dicken Seifenbrei. Je nach Bedarf kann man noch Olein oder Soda einkochen. Anstatt Soda kann auch die äquivalente Menge Ammoniak genommen werden, besonders dann, wenn die Seife zum Waschen solcher Ware Verwendung finden soll, deren Farben leicht angegriffen werden. Nach

<sup>1)</sup> S. 154.

<sup>2)</sup> Die große Aufnahmefähigkeit der Seife für Wasser und andere Füllmittel liegt in ihrer „Gel“-Natur (S. 41).

einem anderen Recepte werden 20 kg Olein mit 200 l Wasser von 50 bis 60 °  $\frac{1}{4}$  Stunde gerührt, 1 l Ammoniak und dann in kleinen Portionen 12 kg kalzinierte Soda zugesetzt; nach dem Erhitzen bis zum Sieden läßt man den erhaltenen Seifenleim auskühlen.

Unterläßt man bei der Herstellung der Seife das Aussalzen, so erstarrt der Kesselinhalt zu einer Masse, welche die ganze Unterlage, also neben viel Wasser das gesamte Glycerin und auch freies Ätznatron enthält. Man erhält auf diese Weise die sogenannte Leimseife<sup>1)</sup>. Zur Herstellung guter Leimseifen eignen sich besonders das Kokosnußöl und Palmkernöl. Diese lassen sich schon bei 25 bis 30 ° mit konz. Natronlauge leicht verseifen und liefern einen Seifenleim, der trotz aller Einschlüsse sehr hart wird. Zufolge des Gehaltes an freiem Ätznatron ist die Leimseife für die animalische Faser nicht verwendbar; weniger schädigend wirkt sie auf die vegetabilische Faser. Auch mit Rücksicht darauf, daß freies Alkali auf sehr viele Farbstoffe ungünstig einwirkt, muß man solche Seifen mit Vorsicht verwenden; dagegen gibt es auch Fälle, wo eine geringe Menge freien Alkalis auf die Farbe sogar belebend wirkt. Eine gute, aus Kokosnußöl oder Palmkernöl bereitete Leimseife enthält:

54,50 % Fettsäureanhydride,  
8,86 % Natriumoxyd  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  
36,64 % Wasser und Glycerin;

Ihrer Zusammensetzung nach steht zwischen der Kernseife und Leimseife die Halbkernseife, gewöhnlich Eschweger Seife genannt. Auch diese Seife wird aus Palmkernöl und Kokosnußöl, vielfach unter Zusatz von Talg, Knochenfett usw. hergestellt. Sie besitzt das Aussehen und die Festigkeit einer Kernseife. Als Beispiel diene folgende Zusammensetzung einer Eschweger Seife:

43,36% Fettsäureanhydride,  
5,75% geb. Natriumoxyd  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  
1,85% freie Soda,  
49,4 % Wasser und Glycerin.

Toiletteseifen werden zumeist aus Kokosnußöl auf kaltem oder warmem Wege hergestellt. Sie enthalten verschiedene Zusätze, wie Glycerin, ätherische Öle und andere Riechstoffe, Farbstoffe usw.

b) Kaliseifen. Zu ihrer Herstellung werden insbesondere Baumwollsaamenöl, Leinöl, Tranöle u. dgl. verwendet. Die Verseifung der Fette geschieht hier mit Kalilauge, oft unter Zusatz von Pottasche<sup>2)</sup>; aus

<sup>1)</sup> Leimseifen werden oft auch „gefüllte“ Seifen genannt. Sie dürfen jedoch nicht mit jenen gefüllten Seifen verwechselt werden, welche außer den normalen Bestandteilen noch „Füllmittel“ enthalten (S. 159).

<sup>2)</sup> Pottasche wird bei der Verseifung von harten Fetten zugesetzt, um die Bildung einer zähen, gummiartigen Seifenmasse zu verhindern.

freien Fettsäuren erhält man die Seife auch durch Behandlung mit Pottasche allein; aus Olein auch bei Anwendung von kalter Kalilauge. Der erhaltene Seifenleim wird noch warm in Holzfässer gefüllt, in welchen er zu einer gallertigen Masse, Schmierseife genannt, erstarrt. Das Aussalzen muß unterbleiben, da es sonst durch Wechselersetzung zwischen Kaliseife und Natriumchlorid zur Bildung der harten Natronseife kommt. Die Schmierseife enthält häufig überschüssiges Alkali oder unverseiftes Fett. Ihr Wassergehalt beträgt 30 bis 50 %; oft auch mehr. Sie wird häufig in den textilen Betrieben selbst hergestellt.

Als beste Schmierseife gilt die aus harten, stearinhaltigen Fetten hergestellte Naturkornseife. Ihr „Korn“ stammt von den festen Fettsäuren, die klare „Grundseife“ von der Ölsäure. Sie enthält:

45 bis 46% Fettsäureanhydride,  
 12 bis 13% Kali  $K_2O$ ,  
 41 bis 42% Wasser.

Die Naturkornseife wird manchmal mit rohem Palmöl gefärbt und mit Nitrobenzol (Mirbanöl) parfümiert. Sie findet besonders zum Waschen von Garn und Tuch, sowie zum Walken Verwendung. Als weiße oder Silberseife bezeichnet man eine aus Baumwollsamönl hergestellte Schmierseife, während man die aus Leinöl hergestellte schwarze Seife nennt.

Nach einer neuen Methode wird die Seife durch Spaltung der Fette mit dem Enzym „Lipase“, das sich insbesondere im giftigen Rizinussamen vorfindet, bewirkt. Bei Gegenwart von 60 Teilen Wasser und etwas Essigsäure können mit 5 bis 10 Teilen gemahlenem Rizinussamen oder mit dem Extrakt des Enzyms von 100 Teilen Fett nach 24stündigem Rühren bei Temperaturen unter  $40^{\circ}$  80 bis  $90^{\circ}$  gespalten werden. Durch Erhitzen mit etwas Schwefelsäure scheiden sich die Fettsäuren samt dem noch vorhandenen Fett als klare Ölschichte ab. Erstere werden mit Natriumkarbonat, letzteres durch Einwirkung von etwas Natronlauge leicht in Seife übergeführt.

Gefüllte Seifen enthalten außer viel Wasser noch besondere Zusätze, welche eine Verbilligung bezwecken. Insbesondere die Leimseifen sind geeignet, viel Füllmittel aufzunehmen. Als solche dienen Borax, Glaubersalz, Soda, Pottasche, Gips, Kreide, Stärke<sup>1)</sup>, Tonerde<sup>2)</sup> usw., besonders häufig aber Wasserglas und Harz (Kolophonium). Die Verwendung des Harzes als Füllmittel beruht auf seiner Eigen-

<sup>1)</sup> Die Stärke läßt sich wegen ihrer Fähigkeit, mit Alkalien sehr leicht zu gelatinieren, der Seife besonders leicht einverleiben. Zu diesem Zwecke wird Kartoffelstärke mit Pottasche- und Seifenlösung angerührt der Schmierseife zugesetzt und nach weiterem Rühren noch Kalilauge beigefügt. Das erhaltene Produkt erscheint trotz des hohen Wassergehaltes ziemlich fest.

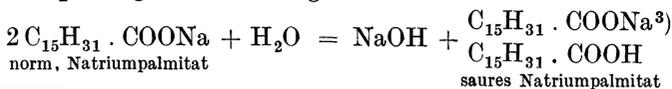
<sup>2)</sup> Tonhaltige Seifen werden besonders in Amerika bei Verwendung einer tonhaltigen Natronlauge hergestellt.

schaft, mit Alkalien Verbindungen zu geben, die nach Art der Seifen mit Wasser stark schäumen und daher als Harzseifen bezeichnet werden. Zur Herstellung harzhaltiger Seifen wird Kolophonium durch Kochen mit Sodalösung verseift und dem heißen Seifenleim beigemischt. Die Harzseifen (eigentlich Gemische von gewöhnlichen Seifen und Harzseifen) sind sehr billig, aber in der Textilindustrie im allgemeinen nicht geschätzt. Sie finden wohl bei der Baumwoll- und Leinenbleiche Verwendung, führen aber leicht zu „Harzflecken“, welche durch Ausscheidung von Harzseife verursacht werden, wenn man die harzhaltige Seife zu einer nicht genügend heißen Beuchflüssigkeit zusetzt. Es ist auch notwendig, daß man nach dem Ablassen der Beuchflüssigkeit die Ware erst mit heißem, statt mit kaltem Wasser übergießt, da sich sonst gelbe Harzflecke bilden, die sehr schwer zu entfernen sind. Harzseifen finden manchmal auch zu Appretur-zwecken Verwendung. Von den Verunreinigungen, welche durch die in der Fabrikation verwendeten Stoffe in die Seife kommen, ist das Kochsalz zu erwähnen.

Die schwarze oder grüne Seife ist eine mit Eisenvitriollösung, Blauholz- oder Galläpfelabkochung gefärbte Seife.

#### Eigenschaften und Verwendung der Seifen.

Noch leichter als in Wasser löst sich die Alkaliseife in Alkohol. Die wässrige Seifenlösung bildet, besonders beim Schütteln, einen Schaum. Mit Ausnahme der Kalium-, Natrium- und Ammoniumverbindungen bilden die Lösungen aller übrigen Metallverbindungen mit einer Seifenlösung infolge Bildung von unlöslichen Seifen Niederschläge. Auf die Nachteile der bei Verwendung von hartem Wasser entstehenden Kalzium- und Magnesiumseife wurde bereits hingewiesen<sup>1)</sup>. Die Bildung der unlöslichen Aluminiumseife hat bei der Herstellung von wasserdichten Geweben einige Bedeutung<sup>2)</sup>. Aluminiumoleat dient auch zur Verdickung von Schmierölen. Bleiseifen sind klebrig und wirken antiseptisch; sie kommen als Bleipflaster (Diachylonpflaster) zur Verwendung. Löst man eine freies Alkali nicht enthaltende Seife in möglichst wenig Wasser auf, so tritt bei Zusatz von Phenolphthalein keine Färbung ein. Wird aber die Seifenlösung verdünnt, so nimmt sie eine Rotfärbung an; ein Beweis, daß zufolge der hydrolytischen Spaltung freies Alkali gebildet wurde:



<sup>1)</sup> S. 51.

<sup>2)</sup> S. 268.

<sup>3)</sup> In derselben Weise erfahren auch die Alkalisalze der Stearinsäure und der Ölsäure die Hydrolyse.

Auf Grund dieses Vorganges wurde früher die reinigende Wirkung der Seife erklärt. Man nahm an, daß das gebildete freie Alkali die an der Oberfläche der Haut, der Gewebe usw. befindliche Fettschicht durch Verseifung löst und dadurch den festhaftenden Schmutz freilegt, welcher nun von den ebenfalls bei der Hydrolyse gebildeten sauren, schaumbildenden Salzen der Fettsäuren eingehüllt und auf diese Weise verhindert wird, sich neuerdings niederzuschlagen. Bei Verbrauch des freien Alkalis bzw. der OH-Ionen werden solche zur Erhaltung des Gleichgewichtszustandes durch die Hydrolyse in entsprechendem Verhältnis zu dem hydrolytisch nicht gespaltenen Seifenanteil immer wieder nachgeliefert<sup>1)</sup>. Man ist jedoch zu der Überzeugung gelangt, daß die reinigende Wirkung der Seife in erster Linie auf ihrer großen emulgierenden Kraft auf Fette, Mineralöle u. a. beruht. Da diese Stoffe zu der kolloiden Seifenlösung eine große Adhäsion besitzen, werden sie von letzterer sehr leicht benetzt und aufgenommen und so von der Faser oder Haut samt dem anhaftenden Schmutz leicht abgetrennt. Ein Beweis für die Richtigkeit dieser Anschauung liegt einerseits in der Tatsache, daß auch die unverseifbaren Mineralöle mit der Seife abgewaschen werden, andererseits in der Erkenntnis, daß eine ähnliche reinigende Wirkung auch anderen Stoffen zukommt, welche in ihrer Lösung kein freies Alkali abspalten, wohl aber gut schäumende und gut emulgierende Flüssigkeiten geben; dazu gehört z. B. die Seifenwurzlabkochung.

Bei der Besprechung der Soda wurde auf die mildere Wirkung ihrer Lösung gegenüber jener des Natriumhydroxydes hingewiesen. Dieselbe fand ihre Erklärung in der Annahme, daß die  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -Moleküle die Wirkung der durch die Hydrolyse entstandenen OH-Ionen hemmen. Noch mehr als bei der Sodalösung kommt dieser Umstand bei der Seife zur Geltung, da sich bei dieser die Hydrolyse nur auf einen sehr kleinen Teil der Seife beschränkt. Die schützende Wirkung der hydrolytisch nicht gespaltenen Seife vor dem energischen Angriff der OH-Ionen ist hier eine weitaus größere. Andererseits wird die Waschkraft der Seifenlösung durch ihre Eigenschaft, nach Emulgierung und Entfernung der Fette in die Faser schnell einzudringen, günstig beeinflusst. Auch die den Schmiermitteln eigentümlichen Eigenschaften kommen hier zugute: die durch die Seifenlösung schlüpfrig gemachten Fasern widerstehen der mechanischen Bearbeitung (Reiben, Bürsten, Klopfen usw.) viel besser als solche, welchen eine derartige Schmierung fehlt<sup>2)</sup>. Dazu kommt noch der Vorteil, welcher insbesondere in der Hauswäsche zur Geltung kommt, daß bei jeder „Wäsche“ eine kleine Menge

---

<sup>1)</sup> S. 38.

<sup>2)</sup> Bekannt ist die Verwendung der Seife als Schmiermittel bei Holz.

Seife als geschmeidigmachendes Mittel in der Faser verbleibt. Bei vollständiger Entfettung wird die Pflanzenfaser (Baumwolle, Leinen) spröde, die Wollfaser sogar brüchig.

Die Seife ist demnach das mildeste, die Faser am meisten schonende Waschmittel<sup>1)</sup>. Auch ihre antiseptische, besonders bei der Hauswäsche in Betracht kommende Wirkung verdient erwähnt zu werden.

Außer zu Waschzwecken findet die Seife, sei es für sich allein oder in Gemeinschaft mit anderen Stoffen (Waschpulver), auch als geschmeidigmachender Zusatz zu Appreturmassen sowie als Walkmittel Verwendung; ebenso bei der Herstellung mancher Präparate, wie der Softenings, der Seifenöle und Ölemulsionen usw.<sup>2)</sup>. Vielfach werden die Seifen auch als Schmiermittel entweder für sich allein oder in Mischung mit Ölen, Mineralölen usw. benutzt. Während Harzseifen in der Textilindustrie im allgemeinen nicht beliebt sind, eignen sie sich andererseits sehr gut zum Leimen von Papier.

#### Untersuchung der Seifen.

Für die Bewertung und Eignung der Seife ist die quantitative Bestimmung des Wassergehaltes und der Fettsäuren sowie die qualitative Prüfung auf freies Alkali, Harz und absichtliche Beimengungen anderer Art für jeden textilen Betrieb sehr wünschenswert. Die Untersuchung der Seife innerhalb dieses Rahmens kann für praktische Zwecke mit genügender Genauigkeit auf folgende Weise ausgeführt werden<sup>3)</sup>.

**Wasserbestimmung.** Ein mit etwa 10 g ausgeglühtem Seesand gefülltes Porzellanschälchen wird samt einem kleinen Glasstab gewogen und nach Zusatz von etwa 3 g Seife das genaue Gewicht dieser durch eine neuerliche Wägung aus der Gewichtszunahme bestimmt. Man setzt nun etwas Alkohol zu und läßt das Wasser und den Alkohol unter zeitweisem vorsichtigen Umrühren erst am Wasserbade verdunsten und trocknet dann im Trockenkasten (Fig. 16) bei 105 ° bis zur Gewichtskonstanz, d. h. so lange, bis keine Gewichtsabnahme mehr stattfindet. Vor jeder Wägung läßt man das Schälchen mit dem Inhalt

<sup>1)</sup> Die milde Wirkung der Seife findet auch in der Tatsache die Bestätigung, daß man mit derselben Hände und Gesicht ohne Nachteil waschen kann, während eine, wenn auch sehr verdünnte Sodalösung oder gar Natronlauge infolge der stark ätzenden Wirkung dazu nicht verwendbar ist.

<sup>2)</sup> Die Herstellung und Verwendung dieser Präparate S. 165 u. 167.

<sup>3)</sup> Eine nähere genaue Untersuchung der Seife, welche sich auf die quantitative Bestimmung des gebundenen und freien Alkalis, auf die Art der Fettsäuren, Bestimmung des Neutralfettes usw. bezieht, kann nur vom Chemiker durchgeführt werden.

im Exsikkator auskühlen. Der Wassergehalt ergibt sich aus dem Gewichtsverluste; man rechnet denselben in Prozenten um. Bei harten Seifen kann man den Wassergehalt auch in der Weise bestimmen, daß man eine gewogene Menge fein geschabter Seife erst bei 50 bis 70 ° und schließlich bei 105 ° trocknet<sup>3)</sup>.

Bestimmung der Fettsäuren. Eine genau gewogene Menge (etwa 3 g) Seife wird in einem Becherglase in Wasser gelöst, worauf man zuerst etwa 50 cm<sup>3</sup> verdünnte Schwefelsäure und dann eine ebenfalls genau gewogene Menge (etwa 10 g) reines, trockenes Wachs zusetzt. Man erwärmt so lange am Wasserbade, bis sich die ausgeschiedenen Fettsäuren mit dem Wachs verschmolzen haben. Nach dem Einstellen des Becherglases in kaltes Wasser löst sich der die Fettsäuren enthaltende Wachs-kuchen leicht ab; er wird mit kaltem Wasser abgespült, mit Filtrierpapier von anhängendem Wasser befreit und im Exsikkator bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Aus dem Gewichte des Kuchens ergibt sich nach Abzug der Wachsmenge der Gehalt an Fettsäuren in der eingewogenen Seife. Man rechnet ihn in Prozenten um. Durch Abzug von 3,25% können die Fettsäuren auch in Form ihrer Anhydride ausgedrückt werden.

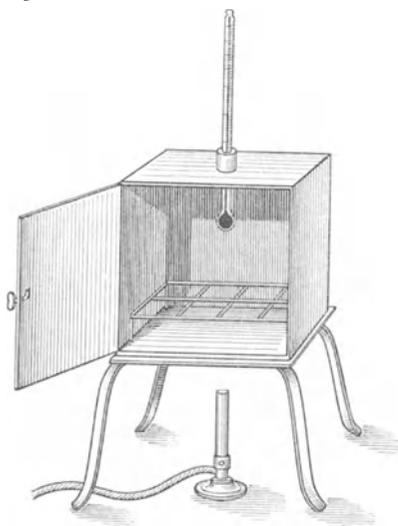


Fig. 16. Trockenkasten.

Nachweis von freiem Ätzalkali oder Alkalikarbonat. Eine große Menge von freiem Alkali verrät sich schon beim Anlegen der Seifenprobe an die Zunge; ihr Geschmack ist durch die ätzende Wirkung des Alkalis „brennend“. Setzt man zu der alkoholischen Lösung einer freies Alkali enthaltenden Seife Phenolphthalein zu, so tritt eine Rotfärbung ein.

Nachweis von Harzseife (Morawskische Probe). Eine sehr kleine Menge fein geschabter Seife (bei Schmierseife nach vorherigem Trocknen) wird auf einem Porzellandeckel zuerst mit einem Tropfen Essigsäureanhydrid und darauf mit einem Tropfen konz. Schwefelsäure

<sup>3)</sup> Das Trocknen nimmt man im Trockenkasten vor. Für alle quantitativen Bestimmungen nimmt man eine gute Durchschnittsprobe aus dem Innern der Seife, da sie an der Oberfläche austrocknet.

versetzt; bei Anwesenheit von Harz tritt eine intensiv rot- bis blaue violette Färbung ein, welche bald einer braunen Platz macht.

Nachweis von anderen Zusätzen. Da die meisten anorganischen und organischen Stoffe, welche als Füllmittel für Seifen verwendet werden, in Alkohol unlöslich sind, lassen sich solche Zusätze durch Behandeln der Seife mit starkem Alkohol nachweisen; die Füllmittel bleiben im Rückstande. Dieser kann auch quantitativ bestimmt werden, indem man eine genau gewogene Menge getrockneter Seife am Wasserbade mit starkem (am besten absolutem) Alkohol behandelt, nach dem Abfiltrieren der Seifenlösung das Unlösliche mit Alkohol wäscht, dann bei 100° trocknet und nach dem Erkalten (im Exsikkator) zur Wägung bringt<sup>1)</sup>. Der in Alkohol unlösliche Rückstand kann Soda, Pottasche, Borax, Wasserglas, Kochsalz, Glaubersalz, Kreide, Ton, Kieselgur, Stärke, Leim usw. enthalten<sup>2)</sup>.

J. Leimdörfer gelangt auf Grund kolloidchemischer Studien zur Schlußfolgerung, daß die Menge und die Art der Fettsäuren wohl einen Anhaltspunkt für die Preisbeurteilung, nicht aber für die Güte der Seife bilden können. So z. B. ist eine reine Talgseife bedeutend ökonomischer in der Verwendung als eine reine Palmkernseife; hingegen ist die Schaumfähigkeit einer Palmkernseife jener der Talgseife bedeutend überlegen. Was nun die ökonomische Ausnutzung der Seife anbelangt, so ist zu beachten, daß die Verwendung von Natronseifen an verhältnismäßig niedrige Temperaturen gebunden ist und daß ferner, z. B. beim Anreiben des Waschgutes, in Gegenwart von Wasser ein entsprechender Teil der Natronseife in Lösung geht und von der „Wäsche“ eine Reihe Schmutzsubstanzen aufnimmt. Auf diese Weise wird mit möglichst wenig Seife eine möglichst gute Wirkung erzielt. Hingegen wird bei Verwendung von weicher Seife im obigen Falle durch das Reiben unnötig viel Seife gelöst; es entsteht eine konzentrierte Seifenlösung, von welcher nur ein Teil zur Wirkung gelangt. Dasselbe kann auch bei einer anscheinend harten, aber leicht quellbaren Seife erfolgen, da eine solche in Berührung mit Wasser schnell erweicht. Andererseits muß dafür gesorgt werden, daß die Abgabe der Seife an das Waschgut genügend groß ist, um die Reinigung vollführen zu können. Zur Beurteilung der Seife in dieser Hinsicht schlägt Leimdörfer die Bestimmung der Schaumkraft und die Bestimmung der „inneren Reibung“ vor<sup>3)</sup>.

<sup>1)</sup> Falls man die Wasserbestimmung ohne Zusatz von Sand durchgeführt hat, verwendet man zweckmäßig die dabei erhaltene wasserfreie Seife zur Bestimmung des Unlöslichen.

<sup>2)</sup> Die Natur des Rückstandes kann durch die bei der Besprechung der einzelnen Stoffe angeführten Reaktionen ermittelt werden.

<sup>3)</sup> Die Ausführung dieser Bestimmungen enthalten Dr. J. Leimdörfers Beiträge zur Technologie der Seife auf kolloidchemischer Grundlage, I.

## Seifenpräparate.

In der neueren Zeit werden für textile Zwecke eine Reihe von Spezialseifen hergestellt. Unter diesen erfreut sich des besten Rufes die

**Monopolseife<sup>1)</sup>.** Sie wird aus sulfuriertem Rizinusöl durch Verseifung mit Natronlauge hergestellt und ist in ihrer chemischen Zusammensetzung dem Türkischrotöl<sup>2)</sup> ähnlich; doch ist ihr Gehalt an Fettsäuren größer, an Wasser kleiner; der Gehalt an sulfurierten Fettsäuren beträgt ungefähr 80 %.

Die Monopolseife hat eine hellbraune Farbe und eine ziemlich weiche, den Schmierseifen ähnliche Konsistenz; in warmem Wasser ist sie vollständig löslich. Ihre Lösung reagiert schwach sauer und gibt mit Metallsalzen keine oder nur eine schwache Fällung. Aus diesem Grunde bewirkt sie auch in mäßig hartem Wasser keine Ausscheidung; eine solche tritt erst bei sehr hartem Wasser ein. Der in diesem gebildeten Kalzium- und Magnesiumseife kommt jedoch die Eigenschaft, die Ware zu beschmieren, nicht in dem Maße zu, wie der aus gewöhnlicher Seife gebildeten unlöslichen Seife. Das Verhalten der Monopolseife zu Magnesiumsalzen ist besonders bemerkenswert; in einer Lösung von 150 bis 200 g Magnesiumsulfat in 1 l Wasser erhält man mit 10 bis 15 g Monopolseife noch keine so starke Fällung, daß sie für Appreturzwecke nachteilig wäre. Aus diesem Grunde läßt sich die Monopolseife als weichmachendes Mittel auch bei Gegenwart von, den Appreturmassen oft zugesetzten, Magnesiumsalzen gut verwenden.

Aus einer Monopolseifenlösung werden die Fettsäuren erst durch einen größeren Zusatz einer Säure ausgeschieden. Der Monopolseife kommt auch die Eigenschaft zu, die Ware gut zu netzen und in diese einzudringen.

Den angeführten guten Eigenschaften verdankt die Monopolseife ihre große Verwendung in der Färberei, als Walkseife und als geschmeidigmachender Zusatz zu Appreturmassen. Auch zur Herstellung von Emulsionen ist sie gut geeignet.

**Monopol-Seifenöl** wird aus der Monopolseife hergestellt und enthält ungefähr 95 % sulfurierte Fettsäuren. Es ist flüssig, von bräunlicher Farbe und in wenig Wasser klar löslich. Mit einer größeren Menge Wasser gibt das Monopolseifenöl eine anhaltende Emulsion und bei Zusatz von Alkali eine klare Lösung. Es wird in der Färberei sowie als geschmeidigmachendes Appreturmittel verwendet. Ein anderes flüssiges Seifenpräparat ist die

---

<sup>1)</sup> Monopolseife, Monopolseifenöl und Tetrapol sind Erzeugnisse von Stockhausen und Traiser in Krefeld.

<sup>2)</sup> S. 168.

**Vegtaseife<sup>1)</sup>**. Sie bildet ein klares Öl, das mit Wasser eine milchige Trübung gibt, bei Zusate von Ammoniak oder Sodalösung aber klar bleibt. Das Präparat wird für Wasch-, Vorbleich- und Walkzwecke empfohlen. Unter dem Namen

**Unionseife<sup>2)</sup>** kommt ein weißes Präparat in den Handel, das der Kernseife ähnlich sieht und ein gutes Emulgierungsvermögen besitzt. Im Gegensatz zur Monopoleseife reagiert die Lösung der Unionseife alkalisch. Sie dient zu Waschzwecken und als geschmeidigmachendes Mittel in der Appretur.

Manche Seifenpräparate enthalten fettlösende Mittel (Tetrachlorkohlenstoff, Trichloräthylen, Äther, Azeton, Terpentinöl, Benzin, Petroleum usw.) emulgiert. Nach einem patentierten Verfahren von A. Walter, Krefeld, werden Fettlösungsmittel enthaltende Seifen am besten so hergestellt, daß man in eine Lösung von Fettsäuren in dem betreffenden Lösungsmittel Kalilauge einträgt und während des Verseifungsprozesses Wasser zusetzt. Bei Rizinusölseifen kann die Verseifung auch mit Natronlauge oder Ammoniak durchgeführt werden. Solche Präparate sind gute Entfettungs- und Reinigungsmittel und finden auch in der Textilindustrie Verwendung.

Als **Petrolseifen** bezeichnet man Leimseifen, die Benzin, Petroleum oder Erdwachs emulgiert enthalten.

**Tetrapol** ist ein Monopoleseifenpräparat, das als fettlösenden Zusatz 12 bis 16% Tetrachlorkohlenstoff enthält. Es bildet eine klare, gelbe, mit Wasser gut mischbare Flüssigkeit von neutraler Reaktion. Bei starker Verdünnung tritt zufolge der hydrolytischen Spaltung die alkalische Reaktion ein.

Tetrapol ist ein ausgezeichnetes Waschmittel für Tuch und findet auch zum Entfernen von Fett- und Mineralölflecken aus allen Arten von Geweben, insbesondere aus Wollwaren, Verwendung.

Hier sei auch die Herstellung des für die Benzinwäsche wichtigen **Antibenzinpyrins** (Richteröl) erwähnt. Nach seinem Erfinder werden aus einer wässrigen Lösung von 10 kg weißer Kernseife (70% Wasser) die Fettsäuren bei 95° mit Magnesiumchlorid oder Magnesiumsulfat in Form von unlöslicher Magnesiumseife ausgefällt; diese wird mit heißem Wasser gereinigt, bei 130° getrocknet, geschmolzen und nach Zusatz von 7 kg reinem Petroleum (Kaiseröl) in 90 l Benzin gelöst. Das Richteröl verhindert die in den chemischen Reinigungsanstalten oft auftretende Selbstzündung des Benzins schon bei Zusatz von 0,1%<sup>3)</sup>.

In der Appretur sehr häufig verwendete Seifenpräparate sind die

<sup>1)</sup> Louis Blumer, Zwickau i. S.

<sup>2)</sup> Goldberg und Eidam.

<sup>3)</sup> Vgl. S. 111.

**Softenings.** Im wesentlichen sind sie Emulsionen von Fett in Seife; manche Softenings enthalten auch Glyzerin, billige Präparate Wasserglas und andere Füllmittel. Dünnen Softenings wird Stärke zugesetzt. Gute Softenings haben eine butterartige Konsistenz; alle geben im Wasser mehr oder weniger trübe Flüssigkeiten.

Natronsoftenings werden zumeist aus Olivenöl oder Maisöl, Kalisoftenings aus Talg hergestellt. Sehr gut eignet sich zu ihrer Bereitung auch das Palmöl.

Softenings kann man auf zweierlei Art bereiten. Entweder wird zu überschüssigem Öl eine warme Alkalilösung eingerührt und gekocht, oder man setzt einer fertigen Seifenlösung unter Erwärmen Fett zu und kocht. In jedem Falle enthält das Präparat neben Seife noch unverseiftes Fett. Ein gutes Softening enthält z. B. 7 Teile Wasser, 3 Teile Seife (wasserfrei gerechnet) und 1 Teil Fett.

Softenings finden als geschmeidigmachende Zusätze insbesondere in der Schlichterei und Appretur von Baumwollwaren Verwendung.

## Wollschmelzöle (Wollöle, Spicköle).

Diese dienen zum Einfetten der entschweißten und gewaschenen Wolle vor dem Verspinnen, um das Wollhaar geschmeidiger zu machen und demselben die nötige Schlüpfrigkeit für den Spinnprozeß zu geben. Der Schmelzöle bedient man sich auch bei der Erzeugung von Kunstwolle<sup>1)</sup> sowie in der Florett- und Bourettseidenspinnerei.

Hingegen findet in der Baumwollspinnerei ein „Fetten“ nicht statt, da die Baumwollfaser von einer Wächsschichte überzogen ist, welche ihr für den Spinnprozeß bessere Eigenschaften erteilt als die künstlichen Schmelzen. Bei der Verarbeitung von Flachs und Hanf unterbleibt ebenfalls das Fetten, nicht aber bei der Jute.

Als Schmelzmittel verwendet man fette Öle, Olein, besonders aber Emulsionen von Ölen, Olein und Mineralölen mit Wasser bei Gegenwart von etwas Alkali, ferner auch das Türkischrotöl, Seife usw. Am besten eignen sich zum Fetten der Wolle nicht trocknende Öle, vor allem das

**Olivenöl**<sup>2)</sup>, da sich dieses beim Waschen wieder leicht entfernen läßt. Es besitzt auch den Vorteil, nicht bald ranzig zu werden und den Faden nicht so klebrig zu machen, wie das früher angewandte Rüböl. Da jedoch das Olivenöl sehr teuer ist, wird es nur für die feinsten Wollsorten verwendet. Mehr Verwendung findet das **Baum-**

---

<sup>1)</sup> Kunstwolle ist das Fasermaterial, das man durch Zerreißen von gebrauchten Web- und Wirkwaren sowie von Abfällen der Konfektion erhält. Sie wird zu minderwertigen Waren (zumeist Halbwoollwaren) verarbeitet.

<sup>2)</sup> S. 144.

**wollsaatöl<sup>1)</sup>**. Weniger gut eignet sich als Schmelzmittel das **Olein<sup>2)</sup>**, weil es die Häkchen der Streichmaschinen angreift und so zur Rostfleckenbildung führen kann. Ein minderwertiges Schmelzöl bilden die

**Wollfettoleine**. Diese werden durch Destillation von rohem Wollfett<sup>3)</sup> mit überhitztem Wasserdampf und Auspressen des Fettsäuregemisches als ein gelbes bis rotbraunes Öl erhalten. Sie zeigen eine grünliche oder bläuliche Fluoreszenz und haben einen wollfettartigen Geruch. Neben freien Fettsäuren enthalten sie 10 bis 50% unverseifbare Kohlenwasserstoffe, manchmal auch Harz. Man macht von ihnen auch zur Herstellung von Maschinenfetten Gebrauch.

Wollfettoleine können verschiedenartig nachgewiesen werden. Nach Hager - Salkowski schüttelt man eine Probe in Chloroform gelösten Schmelzöls mit konz. Schwefelsäure; Wollfettoleine färben sich dabei blutrot, während die Säure nach dem Absetzen eine starke grüne Fluoreszenz zeigt.

Auch die aus den Walkwässern zurückgewonnenen Walkfette werden zum Fetten verwendet<sup>4)</sup>.

Beliebte Spickmittel sind die **sulfurierten Öle<sup>5)</sup>**, in erster Linie die **Türkischrotöle (Rotöle)**. Den wesentlichsten Bestandteil aller sulfurierten Öle bilden die durch Einwirkung von konz. Schwefelsäure auf Fette gebildeten wasserlöslichen Sulfofettsäuren. Bei der Fabrikation sulfurierter Öle wird nur ein Teil der Fettsäuren in Sulfofettsäuren übergeführt. Setzt man dem mit Wasser und Glaubersalz von der überschüssigen Schwefelsäure befreiten Öl in geringer Menge Ammoniak oder Sodalösung zu, so erhält es die Eigenschaft, sich je nach der Menge des Alkalis in Wasser entweder klar zu lösen, oder doch sehr gute Emulsionen mit diesem zu bilden.

Ursprünglich hat man das Türkischrotöl nur aus Olivenöl hergestellt; gegenwärtig verwendet man dazu auch andere Öle, wie das Baumwollsaatöl, Erdnußöl, ferner das Olein, am meisten aber das Rizinusöl. Dieses wird entweder für sich allein oder mit anderen Ölen gemeinsam sulfuriert.

Aus Rizinusöl kann das Türkischrotöl auf folgende Weise hergestellt werden. Man rührt 2,5 kg konz. Schwefelsäure in 10 kg Rizinusöl in dünnem Strahl unter Kühlung ein, wobei die Temperatur nicht mehr als 40° betragen darf (ein Geruch nach Schwefeldioxyd soll nicht auftreten). Nach 24stündigem Stehen im kühlen Raume wird die sirupartige Masse dreimal mit einer Kochsalzlösung (je 20 kg Wasser und 2 kg Kochsalz) verrührt und die überschüssige freie Säure sowie das Glycerin herausgewaschen und dann wieder 24 Stunden der Ruhe überlassen.

1) S. 145.

2) S. 152.

3) S. 149.

4) S. 153.

5) S. 142.

Man erhält auf diese Weise 5,7 kg sulfuriertes Öl, das nun nach Zusatz von  $4\frac{3}{4}$  l Wasser, 1,27 kg Kristallsoda und 0,51 Ammoniaklösung eine dicke hellgelbe Flüssigkeit bildet.

Das Türkischrotöl besteht aus den Natrium- und Ammoniumsalzen der Rizinusölsäure und Rizinusölschwefelsäure; zumeist enthält es auch etwas Neutralfett und wahrscheinlich auch Anhydride der Rizinusölsäure.

Ein gutes Türkischrotöl muß in wenig Wasser leicht löslich sein, bei zehnfacher Verdünnung aber eine haltbare Emulsion geben. In verdünntem Ammoniak soll es vollständig löslich sein; die erhaltene Lösung muß auch auf Zusatz von Wasser klar bleiben. Eine unvollständige Lösung rührt von unverseiftem Fett her.

Das Türkischrotöl dient nicht nur zum Fetten der Wolle, sondern in erster Linie in der Türkischrotfärberei und Druckerei. Man gebraucht es auch zum Netzen der Baumwollgarne sowie als geschmeidigmachendes Mittel in der Appretur von seidenen und halbseidenen sowie von Baumwollstoffen; es erteilt der Ware einen zarten Griff und einen milden Glanz. Auch den Schlichtmassen wird es in kleinen Mengen zugesetzt.

Die in der Appretur verwendeten sulfurierten Öle werden auch als Appreturöle bezeichnet. Für die Türkischrotfärberei und als Wollfettmittel von Bedeutung sind ferner die

**Tournantöle.** Diese werden durch Pressen der in Gärung übergegangenen Olivenrückstände gewonnen<sup>1)</sup>. Sie sind stark gefärbt, ranzig und enthalten durchschnittlich 25 % freie Fettsäuren. Beim Schütteln mit einer Sodalösung liefern sie gute Emulsionen. Ein Ranzigwerden der Olivenöle zweiter Pressung wird behufs Gewinnung von Tournantölen oft absichtlich herbeigeführt.

Als minderwertig sind jene Schmelzöle zu bezeichnen, welche Mineralöle, Harzöle und trocknende Öle enthalten, da sich diese beim Waschen schwer entfernen lassen und zur Fleckenbildung Veranlassung geben. Ein weiterer Übelstand der Mineralöle, noch mehr aber der trocknenden Öle, ist ihre Feuergefährlichkeit; sie führen sehr leicht zur Selbstentzündung des gefetteten Materials, besonders bei längerem Lagern. Bei Verwendung von trocknenden Ölen liegt die Ursache der Selbstentzündung im Freiwerden von Wärme bei der Oxydation der ungesättigten Fettsäuren. Da von den Mineralölen besonders die leicht siedenden feuergefährlich sind, verlangt man bei den Schmelzölen einen Flammpunkt von mindestens 150<sup>0</sup><sup>2)</sup>. Die

<sup>1)</sup> Unter dem Namen „Tournantöl“ kommen auch Mischungen anderer ranzigen Öle mit Olein in den Handel.

<sup>2)</sup> Unter dem „Flammpunkt“ versteht man jene niedrigste Temperatur, bei welcher sich die aus der erwärmten Flüssigkeit tretenden Dämpfe beim Nähern eines Flämmchens unmittelbar über der Flüssigkeitsoberfläche explosiv entzünden.

Wärmeentwicklung, welche zur Selbstentzündung führen kann, ist aber auch vom Fasermaterial abhängig; sie ist am größten bei der Seide, geringer bei der Schafwolle und noch kleiner bei der Baumwolle, Jute und Hanf. Außerdem wird die Selbstentzündung auch durch Belichtung gefördert.

Zu den wasserlöslichen oder emulgierbaren Mineralölpräparaten gehören die

**Seifenöle.** Man gewinnt diese durch Auflösen von Ammonium-, Kali- oder Natronseifen der Ölsäuren, Fettschwefelsäuren und Harzsäuren in hellen Mineralölen, oft unter gleichzeitigem Zusatz von Ammoniak, Benzin oder Alkohol. Sie finden auch als Rostschutzmittel Verwendung.

Eine Mineralölemulsion, die sich mit Wasser sehr gut emulgieren und demnach auf die Faser gleichmäßig auftragen läßt, stellt J. Stockhausen nach folgendem patent. Verfahren her: 1 kg sulfoleat-haltige Seife (Monopoleife) wird in 1 l Wasser gelöst und unter Rühren 100—300 g Mineralöl zugesetzt. Man erhält eine vollkommen gleichartige Masse; 5 bis 10 g des Präparates geben mit 1 l Wasser eine Emulsion von schwach milchiger Trübung. Das Präparat wird als Spickmittel, als Zusatz zu Appretur- und Schlichtmassen und als Reinigungsmittel empfohlen.

Sehr häufig werden die Mineralöle den aus den Walkwässern zurückgewonnenen Walkfetten einverleibt. Nach Morawski geben 80 Teile Mineralöl mit 10 Teilen Ölsäure und 10 Teilen einer 0,5<sup>o</sup>/<sub>o</sub>jigen Sodalösung noch gute Emulsionen.

Die **Emulsionen** werden demnach im allgemeinen mit Hilfe von kolloiden Lösungen (Seifen-, Pflanzenschleim-, Gummilösungen usw. hergestellt<sup>1)</sup>). In diesen lassen sich Fette und Mineralöle in eine sehr feine Verteilung bringen. Bei der Herstellung von Emulsionen geht das Bestreben dahin, dieselben möglichst dauerhaft zu machen, d. h. eine Trennung des emulgierten Fettes von der wässrigen Flüssigkeit zu verhindern. Eine solche Trennung findet bei guten Emulsionen erst nach längerem Stehen statt; vielfach tritt sie auch beim Erwärmen ein.

Sehr beständige Emulsionen erhält man bei Zusatz eines fettlösenden Mittels (Tetrachlorkohlenstoff, Methylalkohol, Azeton usw.). Um z. B. Tetrachlorkohlenstoff auch mit verdünnten Seifenlösungen in Emulsion zu bringen, wird derselbe erst mit einer kleinen Menge einer wässrigen Seifenlösung (am besten Kaliseife) emulgiert und dann mit dem Rest der Seifenlösung vermischt.

---

<sup>1)</sup> Vgl. S. 13 u. 42.

Seifen, die einen großen Überschuß an freien Fettsäuren haben, eignen sich für Emulsionen sehr gut, wenn man sie zuvor in möglichst wenig Wasser auflöst.

Setzt man einer Emulsion, welche freie Fettsäuren emulgiert enthält, nachträglich überschüssiges Alkali zu, so geht dieselbe in eine Lösung über, was bei emulgiertem Neutralfett nicht der Fall ist. Aus diesem Grunde erscheinen zur Herstellung von Emulsionen Olein und Tournantöle besonders geeignet. Bei der Herstellung von Mineralölemulsionen erhält man bessere Resultate, wenn man das Mineralöl nicht der fertigen Seifenlösung einrührt, sondern die Seife in Gegenwart des Mineralöls entstehen läßt.

Nach einem patent. Verfahren<sup>1)</sup> werden Fettemulsionen mit Hilfe von Pflanzenschleimen in der Weise hergestellt, daß man diesen Ammoniumchlorid und eine geringe Menge Formaldehyd zusetzt (um die Emulsion der Ammoniumtanganate beständiger zu machen) und diesem Emulsionsmittel Öl, Fett und dergl. langsam einrührt.

Gegenüber den reinen Fetten sind die Fett- und noch mehr die Fett-Mineralölemulsionen wegen ihres Wassergehaltes bedeutend billiger. Da sie geeignet sind, den emulgierten, zum Fetten dienenden Stoff auf das Fasermaterial gleichmäßig zu verteilen, erscheint ihre Verwendung sehr ökonomisch, nur müssen sie der Bedingung entsprechen, sich beim nachherigen Waschen der Ware aus dieser leicht entfernen zu lassen, was bei mineralöhlhaltigen Emulsionen nicht immer der Fall ist.

## Schaumbildende Waschmittel pflanzlicher Natur.

Schleimige und mit Wasser Schaum gebende Pflanzenbestandteile wurden schon in den ältesten Zeiten zu Waschzwecken verwendet. Sie enthalten als wesentlichsten Bestandteil das Glykosid<sup>2)</sup> Saponin, dessen kolloide Lösung einen Schaum liefert, der in hohem Grade geeignet ist, Schmutzbestandteile zu emulgieren und auf diese Weise reinigend zu wirken<sup>3)</sup>.

Das aus den verschiedenen Pflanzenbestandteilen isolierte, mehr oder weniger reine Saponin bildet ein weißes bis gelbliches Pulver, das sowohl in Wasser als auch in Alkohol, Äther, Benzin usw. leicht löslich ist. Zu Waschzwecken dienen zumeist die wässerigen Auszüge der getrockneten saponinführenden Früchte, Rinden usw. oder der in der neueren Zeit aus diesen hergestellten Pulver und Extrakte. Zur

<sup>1)</sup> The Arabol Manufacturing Co., New York.

<sup>2)</sup> Glykoside sind Substanzen, die beim Kochen mit verdünnten Säuren neben einem oder mehreren Spaltungsprodukten verschiedener Art auch eine Zuckerart liefern.

<sup>3)</sup> Eine Schaumbildung und demnach eine emulgierende Eigenschaft kommt mehr oder weniger allen kolloiden Lösungen (Stärke-, Leim-, Eiweißlösungen usw.) zu.

Fleckenreinigung kommen auch Lösungen von Saponin in Benzin, Chloroform usw. zur Verwendung.

Ein Zusatz von  $\frac{1}{2}$  bis 1% Saponin zu Benzin verhindert die Selbstentzündung des letzteren und kann in ähnlicher Weise wie das Richteröl Verwendung finden<sup>1)</sup>. Überdies kommt in der Benzinwäsche der Saponingehalt auch dem Waschprozeß zugute und soll der „Weißware“ ein blendendes Weiß erteilen. Eine wässrige Saponinlösung zeigt eine neutrale oder nur schwach saure Reaktion.

Konzentrierten Saponinlösungen kommt eine gute Klebkraft zu. Beim Eindampfen der konzentrierten Saponinlösung erhält man zuerst eine sirupdicke Flüssigkeit, die beim weiteren Eindampfen im Vakuum in eine firnisartige, leicht pulverisierbare Masse übergeht. In Alkalien löst sich das Saponin mit gelber Farbe.

Bisher fanden Saponinextrakte zumeist nur im Haushalte Verwendung; besonders gut eignen sie sich zum Waschen von mit empfindlichen Farbstoffen gefärbten Geweben. In neuerer Zeit findet aber das Saponin auch in der Textilindustrie Beachtung.

**Die Seifenwurzel** der einheimischen *Saponaria officinalis* L. bildet eine runzelige rotbraune Rinde mit zitronengelbem Holzkörper. Sie kommt in runden, etwa 30 cm langen, ästigen Stücken in den Handel; ihr Geschmack ist kratzend.

Die wesentlichsten Bestandteile sind Saponin, Harz, Gummi und Pflanzenschleime.

Ähnlich, aber von weißer Farbe und ohne kratzenden Geschmack ist die Wurzel der *Saponaria alba* L.

Die ägyptische oder levantinische Seifenwurzel stammt von der im südlichen Europa und in Nordafrika vorkommenden *Gypsophila Struthium* L. In den Handel gelangen graugelbe oder bräunliche, gefurchte und runzelige, etwas gedrehte Stücke von 4 bis 8 cm Länge und einem Durchmesser bis zu 12 cm. Sie enthält ähnliche Bestandteile wie die einheimische Seifenwurzel. Aus Ungarn kommt eine weniger ausgiebige Wurzel in Form von etwa 5 mm starken weißlichen, runden Scheiben in den Handel.

**Die Panamaseifenrinde (Quillajarinde)** wird von dem in Peru und Chile wachsenden Baume *Quillaja saponaria* Molina geliefert. Die mit einer braunen Borkenschichte bedeckten Rindenstücke sind rinnenförmig. Neben ungefähr 8% Saponin enthält die Panamarinde auch Zucker, Gummi und Kalziumoxalat. Da sie auch giftige Bestandteile enthält und ihr Pulver zum Niesen reizt, wird das Vermahlen in einer geschlossenen Mühle vorgenommen.

Durch starkes Einkochen des wässrigen Auszuges erhält man das zum Reinigen von Wollwaren empfohlene Waschmittel *Pana min.*

<sup>1)</sup> S. 166.

Stamer stellt aus der Panamawurzel ein „Saponinextrakt“ her, ein Pulver, das im Gegensatz zu der rohen Rinde keine färbenden Bestandteile besitzt.

**Die Senegawurzel** rührt von der nordamerikanischen *Polygala Senega* L. her. Sie ist gelbbraun, höckerig, oft vielköpfig und verästelt. Außer Saponin (Senegin) enthält sie auch Gummi, Eiweißstoffe, Fett usw.

**Die Seifenfrüchte (Seifenbeeren)** vom gemeinen Seifenbaume *Sapindus saponaria* L. werden im tropischen Amerika und in Nordafrika gesammelt. Die in einer weichen Samenhülle eingeschlossene runde Frucht ist von der Größe einer Kastanie und hat ein dattelartiges Aussehen; im Innern enthält sie einen harten, etwas trocknendes Öl enthaltenden Kern.

Die von der Samenschale befreite und getrocknete Frucht enthält 50% und auch mehr Saponin und gibt mit Wasser einen sehr dichten und ausgiebigen Schaum. Der Gummigehalt macht die Fruchtschale sehr zähe; will man die Fruchtschale zu einem Pulver zerreiben, so muß sie erst einige Stunden auf etwa 140° erhitzt werden. In Säcken verpackt ist das Pulver ziemlich beständig. Es bildet in 1 bis 2% iger Lösung einen gut reinigenden Schaum. Zur Entfernung seines natürlichen gelben Farbstoffes aus dem Gewebe ist ein gründliches Nachspülen erforderlich. Vor der Verwendung der Lösung werden die unlöslichen Bestandteile zweckmäßig durch Filtration entfernt. Mit einer gewissen Menge Wasser läßt sich aus dem Pulver eine kompakte Masse herstellen, die man ähnlich wie eine feste Seife verwenden kann.

**Die Roßkastanien** (*Aesculus hippocastanum* L.) enthalten etwa 10% Saponin. Nach L. Weil gewinnt man aus ihnen durch ein ziemlich umständliches Extraktions-, Fällungs- und Destillationsverfahren einen Seifenextrakt (Saponin) in pulveriger Form. Öl, Harz und Stärke erhält man dabei als Nebenprodukte.

Nach dem Verfahren von Lares und Flügge gewinnt man aus der Roßkastanie neben einem Kraftnähmehlpulver auch eine saponinhaltige Toiletteseife.

Schließlich sei noch die *Musa paradisiaca* L. erwähnt, eine Pflanzenart, die kein Saponin, sondern eine wirkliche Seife (Kaliumoleat) enthalten soll.

## Waschpräparate (Waschpulver, Seifenpulver, Wasch- und Bleichpulver usw.).

Die unter den verschiedensten Namen im Handel vorkommenden Waschpräparate sind im wesentlichen Gemische einer kleineren oder größeren Anzahl der gebräuchlichen einfachen Waschmittel (Seife,

Soda, Wasserglas, Borax usw.). Durch Zusatz eines Bleichmittels erteilt man ihnen vielfach eine bleichende Wirkung. Manchmal enthalten sie auch Stoffe, deren reinigende Wirkung nur in einem Abreiben des Schmutzes besteht.

Die Form, in welcher Waschpräparate zum Verkauf gelangen, ist verschieden. Manche werden in der Art der Seifen in harter oder gallertiger Form hergestellt und sind, insofern sie eine entsprechende Menge Seife enthalten, als gefüllte Seifen anzusehen<sup>1)</sup>. Auch flüssige Waschpräparate sind nicht selten. Die meisten werden jedoch in pulveriger Form in den Handel gebracht und am zweckmäßigsten als Waschpulver oder, falls ihnen eine bleichende Wirkung zukommt, als Wasch- und Bleichpulver bezeichnet. Die Bezeichnung „Seifenpulver“ ist für diese Präparate nicht zutreffend, da sie niemals aus Seife allein bestehen. Auch ist die Seife selten ihr Hauptbestandteil; dieser besteht vielmehr aus Soda.

Die Waschpulver haben insbesondere im Haushalte viel Eingang gefunden. Hier erscheint die Verwendung guter Waschpulver insofern zweckmäßig, als sie in einer Packung alle Stoffe enthalten, die zur „Wäsche“ oder auch zur „Bleiche“ gebraucht werden. Sie finden wohl auch in textilen Betrieben Verwendung; doch kommt man hier viel billiger zu demselben Erfolge, wenn man die entsprechenden Stoffe, ohne sie vorher miteinander gemischt zu haben, der Waschflüssigkeit zusetzt.

Der Wert und die Eignung der Waschpräparate sind selbstverständlich von der Art ihrer Zusammensetzung abhängig. Auf Grund des bereits besprochenen verschiedenen Verhaltens der einzelnen Waschmittel zur Textilfaser sind alle Waschpräparate mit Vorsicht zu gebrauchen, d. h. sie sollen niemals verwendet werden, ohne zuvor über ihre Zusammensetzung und Wirkungsweise unterrichtet zu sein<sup>2)</sup>.

Die ursprünglichen „Seifenpulver“ waren Mischungen von Seife und Soda allein, wobei in manchen Präparaten Seife, in anderen Soda vorherrschend war. Die ersteren trifft man im Handel immer seltener an, wohl aber in großer Menge solche, welche neben sehr viel Soda nur wenig Seife enthalten; ihr Seifengehalt beträgt zumeist nur 5 bis 10%. Gute Waschpräparate enthalten Seife, Soda, und Wasser zu ungefähr gleichen Teilen.

Die Herstellung dieser Soda-Seifenpulver geschieht zumeist in der Weise, daß man eine Seifenlösung mit der entsprechenden Menge kalzinierter Soda anrührt und unter wiederholtem Durcharbeiten in flachen Schalen an der Luft trocknen läßt; die getrocknete Masse wird

---

<sup>1)</sup> S. 159.

<sup>2)</sup> Eine chemische Prüfung der Waschpräparate ist immer zu empfehlen.

zerkleinert und gepulvert. Diese „Seifenpulver“ fanden Anklang, da sich mit ihnen viel schneller als mit gewöhnlicher Seife waschen läßt und ihr Preis im Vergleich zur Seife ein sehr niedriger ist. Man brachte bald noch billigere Waschpulver in den Handel, indem man Wasserglas beimischte. Daher enthalten die meisten neueren Waschpulver neben wenig Seife viel Soda und Wasserglas. Aber auch andere Stoffe findet man in den Waschpulvern, so z. B. Borax, Natriumphosphat, Ammoniumchlorid, Talk<sup>1)</sup>, Ton, Alaun, Stärke usw., manchmal auch Blau- mittel, Riechstoffe sowie schaubildende Pflanzenbestandteile (Seifen- wurzel, Seifenrinde) usw.

## Verwendung der Seife im Haushalte und in der Textilindustrie.

Der Ausspruch Liebig's: „Nach dem Verbrauch der Seife erkennt man den Kulturzustand der Nation“ kennzeichnet treffend die Bedeutung der Seife im Haushalte, in der Industrie und im Gewerbe.

### Das Reinigen der „Wäsche“.

Alle jene zumeist aus Baumwolle oder Leinen hergestellten Bekleidungs- und Gebrauchsgegenstände, welche durch Ausscheidungen des menschlichen Körpers sowie durch Straßenschmutz, Staub usw. (Leibwäsche, Bettwäsche) oder durch Speisereste, Getränke usw. (Tischwäsche) verunreinigt sind, gelangen als sogenannte „Wäsche“ entweder im Haushalte selbst oder in Waschanstalten zur Reinigung<sup>2)</sup>.

Die Vorbedingung für eine zufriedenstellende Wäschereinigung ist ein klares und möglichst weiches und eisenfreies Wasser. Die Übelstände, welche ein hartes Waschwasser zur Folge hat, sind bekannt: ein Verlust an Seife durch Bildung von unlöslicher Kalzium- und Magnesiumseife. Außerdem haften die unlöslichen Seifen an der Faser fest, erteilen der Wäsche einen unangenehmen Geruch und können beim Plätten zur Fleckenbildung führen. Eisenhaltiges Wasser macht durch das ausgeschiedene Eisenhydroxyd die Wäsche gelb<sup>3)</sup>.

Neben dem Wasser ist für die Naßreinigung das wichtigste Hilfsmittel die Seife. Sie kommt in den meisten Fällen als Kernseife zur Verwendung; die Schmierseife ist zum Reinigen der Wäsche weniger geeignet. Sehr beliebt ist wegen ihres Geruches nach Veilchen die

<sup>1)</sup> Ein Talkzusatz gibt dem Waschpulver ein fettiges Aussehen.

<sup>2)</sup> Die Waschanstalten sind vielfach mit einer „chemischen“ Reinigungsanstalt, oft auch mit einer Färberei verbunden. Die chemische oder Trockenreinigung wurde bereits besprochen; S. 111.

<sup>3)</sup> Im Großbetriebe wird das Wasser nötigenfalls enthärtet und von Eisen befreit.

aus gebleichtem Palmfett hergestellte Kernseife. Große Wäschereien sowie viele textile Betriebe stellen ihre Seife selbst her<sup>1)</sup>.

Außer der Seife finden bei der Reinigung der Wäsche vielfach auch Soda, Borax, Bleichmittel sowie verschiedene Wasch- und Bleichpräparate Verwendung.

**Vorgang bei der Hauswäsche.** Die zu reinigenden Gegenstände werden in lauwarmem Wasser einige Stunden eingeweicht. Dabei löst sich ein großer Teil des Schmutzes auf. Weniger vorteilhaft ist das Einweichen in heißem Wasser, da bei höherer Temperatur die im Schmutz vorhandenen Eiweißstoffe koagulieren und sich dann von der Faser schwer ablösen. Nach dem Ablassen des Einweichwassers windet oder „wringt“ man die Wäschestücke aus und spült sie mit reinem Wasser. Bei der Handwäsche werden nun die Wäschestücke eingeseift (am besten bei Verwendung von lauwarmem Wasser) und mit den Händen aneinander gerieben. Letztere Arbeit wird bei Verwendung der sehr verbreiteten Waschrumpel (geriffeltes Waschbrett) wesentlich beschleunigt. Vielfach ist auch ein Schlagen der eingeseiften Wäschestücke mit der Waschkeule üblich. Man läßt die eingeseifte Wäsche längere Zeit liegen und kocht sie dann mit Wasser im Kupferkessel aus; dabei wird der Schmutz gelöst oder gelockert. Durch eine weitere Behandlung mit den Händen oder mit Bürsten<sup>2)</sup> werden die Unreinigkeiten noch mehr gelockert und durch Spülen mit reinem kaltem Wasser und Auswringen vollends entfernt. Für nicht zu stärkende Wäschestücke setzt man dem letzten Spülwasser etwas „Waschblau“ zu. Hierauf wird die Wäsche an der Wäscheleine in freier Luft getrocknet, vielfach vor dem Trocknen auch einer Rasenbleiche unterworfen<sup>3)</sup>, sodann durch Mangeln oder Rollen weichgemacht und geglättet, oder aber mit Stärke, welcher man etwas Waschblau zugesetzt hat, gestärkt und schließlich mit heißem Plätteisen geplättet (gebügelt).

Viel rascher, bequemer und auch unter größerer Schonung der Wäsche geschieht das Waschen in den für den Hausgebrauch bestimmten

<sup>1)</sup> Die Waschkraft verschiedener Seifen wurde durch vergleichende Versuche von Shuchoff und Schestakoff ermittelt. Da die Beschaffung einer zu Vergleichsversuchen geeigneten gleichartig beschmutzten Wäsche mit Schwierigkeiten verbunden ist, benutzten sie dazu eine Baumwollware, die sie mit einer mit Lampenruß versetzten Lösung von Lanolin in Benzin färbten. Als Ergebnis der Versuche wurde gefunden, daß die Seifen in nachstehender Reihenfolge an Waschkraft abnehmen: 1. Talgseifen; 2. Seifen aus flüssigen Pflanzenölen und Olein; 3. Kokos- und Palmkernölseifen; 4. Harzseifen.

Die Versuche ergaben weiter, daß der beste Wascheffekt bei einer 0,2- bis 0,4 %igen Lösung (auf Reinseife berechnet) erzielt wird. Demnach sinkt der Wascheffekt ebenso bei einer niedrigeren als auch bei einer höheren Konzentration der Seifenlösung.

<sup>2)</sup> Das Bürsten beschleunigt wohl den Waschprozeß, schädigt aber die Faser.

<sup>3)</sup> S. 116.

und in den verschiedensten Ausführungen erhältlichen Wasch- und Spülmaschinen. Eine Schädigung der Wäsche, wie sie beim Reiben, Klopfen, Bürsten usw. mehr oder weniger stattfinden muß, wird hier vermieden, da die Wäschestücke in der Waschflüssigkeit durch die Maschine bloß gewendet werden. Auch zum Auswringen bedient man sich maschineller Vorrichtungen<sup>1)</sup>.

Da viele Farbstoffe nicht waschecht sind und daher leicht „bluten“, darf man Weißwäsche und Buntwäsche nicht in einem Gefäße gemeinsam waschen. Auch bei bunter Wäsche soll man wollene Stücke gesondert von den baumwollenen und leinenen waschen, da manche Farbstoffe, welche zu der Pflanzenfaser eine große Affinität besitzen, von der Wolle auf die Pflanzenfaser leicht übergehen. Bei wollener Wäsche muß man, um ein Einschrumpfen zu vermeiden, auch das Kochen vermeiden; dieselbe ist nur lauwarm zu behandeln.

**Die Großwäscherei.** Der Vorgang bei der Reinigung der Wäsche in Waschanstalten unterscheidet sich von dem im Haushalte üblichen wesentlich dadurch, daß womöglich alle Arbeiten auf maschinellm Wege durchgeführt werden. Die Waschmaschinen sind den im Haushalte verwendeten ähnlich, nur entsprechend größer; ihr Antrieb erfolgt durch Elementarkraft. An Stelle der Wringmaschinen bedienen sich die Waschanstalten zum Entwässern zumeist der Schleudermaschinen (Zentrifugen). In diesen wird die Wäsche durch die Zentrifugalkraft zum großen Teile entwässert. Das Trocknen geschieht in erwärmten, gut ventilierten Trockenkammern, in welchen durch heiße Luft die Feuchtigkeit rasch entfernt wird. Manche Gegenstände, z. B. Spitzenvorhänge, gelangen auf Spannrahmen zum Trocknen, andere auf sogen. Kettentrockenapparaten; vielfach bedient man sich auch dampfgeheizter Trockenzylinder. Wieder anderen Maschinen kommt die Aufgabe zu, die ausgeschleuderte Wäsche gleichzeitig zu trocknen und zu mangeln; auf diesen werden die sorgfältig geplätteten Stücke zwischen rotierenden gegeneinander gepreßten Metallwalzen gezogen, von denen eine mit Leinen umwickelt, die andere hohl und geheizt ist. Bei gestärkter Wäsche bedient man sich gas- oder elektrisch geheizter Plätt-eisen oder Plättmaschinen. Je nachdem die Stärke allein oder unter Zusatz von anderen Appreturmitteln zur Verwendung gelangt und je nach der Wahl der Plättvorrichtung sowie der Arbeitsweise können die Waschanstalten den verschiedensten Ansprüchen auf Steifheit und Glanz der Wäsche entsprechen. Schließlich sei bemerkt, daß gestärkte Schmutzwäsche im Großbetriebe nach dem Einweichen vielfach der

---

<sup>1)</sup> Die Wringmaschine besteht aus zwei gegeneinander gepreßten drehbaren Gummiwalzen, zwischen welchen die Wäsche von der Flüssigkeit zum größten Teil befreit wird.

Einwirkung einer Diastaselösung unterworfen wird, um die Stärke rasch und gründlich zu entfernen<sup>1)</sup>.

In vorstehendem wurde bei der Reinigung der Wäsche nur eines Waschmittels — der Seife — und nur einer Bleichmethode — der Rasenbleiche — gedacht. Bezüglich der Verwendung anderer einfacher Waschmittel, wie Soda, Borax usw., sowie der verschiedensten Wasch- und Bleichpräparate<sup>2)</sup> muß zugegeben werden, daß man mit stark alkalisch wirkenden, insbesondere aber mit wasserglashaltigen Waschpräparaten schnell und billig waschen kann. Man erzielt mit ihnen auch eine schöne weiße Wäsche; doch erfolgt hier kein eigentliches Bleichen, wie dies oft angenommen wird<sup>3)</sup>, sondern ein Belag der Faser mit Kalzium- und Magnesiumsilikat (gebildet durch die Wechselersetzung des Wasserglases mit den Kalzium- und Magnesiumverbindungen des Wassers), welcher die Wäsche weiß erscheinen läßt. Allein das schnelle und gründliche Waschen geschieht auf Kosten der Faser. Die Nachteile, welche sich bei Verwendung von stark alkalisch wirkenden Stoffen, insbesondere aber von Wasserglas, zwar nicht immer nach der ersten, wohl aber nach mehrfach wiederholter Wäsche bemerkbar machen müssen, bestehen in der Schwächung der Faser und wurden bereits besprochen<sup>4)</sup>. Ein gewisser, nicht zu großer Sodazusatz zur Seife ist wohl unvermeidlich, da dadurch die Waschkdauer bedeutend abgekürzt wird; er ist sogar empfehlenswert, um die Härte des Waschwassers wenigstens zum Teil, statt durch Seife, durch die billigere Soda zu beseitigen<sup>5)</sup>. Bei stark anhaftendem Schmutz wird man wohl mehr Soda zusetzen oder auch Wasserglas zu Hilfe nehmen müssen, um die Wäsche rein zu erhalten. Doch ist im allgemeinen von der Verwendung des Wasserglases auf Grund der gemachten schlechten Erfahrungen abzuraten. Niemals aber sollten Waschpulver zur Verwendung kommen, welche größere Mengen Wasserglas enthalten. Die Festigkeit der Faser wird durch stark alkalisch wirkende Stoffe sowie durch die aus dem Wasserglas stammende Kieselsäure und ihre unlöslichen Kalzium- und Magnesiumsalze besonders dann stark verringert, wenn sich dazu noch Einflüsse mechanischer Natur gesellen.

---

1) S. 216.

2) S. 173.

3) Unter dem Namen „Bleichsoda“ kommen im Handel Präparate vor, welche wesentlich aus Soda und Wasserglas bestehen.

4) S. 91.

5) Zweckmäßiger ist jedoch die Enthärtung des Wassers vor der Verwendung der Seife, da diese auch bei Gegenwart von Soda bis zu einem gewissen Grade mit den Kalzium- und Magnesiumverbindungen des Wassers in Reaktion tritt. Doch ist eine Vorreinigung des Wassers nur in Waschanstalten möglich. (Reinigung des Wassers S. 55.)

Diese betreffen das in der Hauswäsche oft übliche, bereits erwähnte Reiben der Wäschestücke auf Waschrumpeln, das Klopfen, Bürsten und starke Auswringen derselben usw., also Operationen, welche schon an und für sich der Faser nicht zum Vorteil gereichen. Bekanntlich wird in dieser Hinsicht die Wäsche beim Behandeln in Waschmaschinen viel mehr geschont. Bei Verwendung von Waschmaschinen wird man daher eine kleine Menge eines stärker wirkenden Waschmittels eher zusetzen können als bei der Handwäsche. Leider bleibt es nicht immer bei kleinen Mengen. Während nämlich das Waschen mit den Händen die Verwendung stark alkalischer Flüssigkeiten wegen ihrer ätzenden Wirkung ausschließt, können bei der maschinellen Arbeit solche leicht zur Verwendung kommen. So kommt es vor, daß in manchen Waschanstalten die Wäsche sehr billig, schnell und gründlich — leider zu gründlich gewaschen wird. Man erkennt eine derartige Behandlung der Wäsche an ihrem spröden Griff und an ihrer wolligen Beschaffenheit; kleine Flocken lösen sich von derselben ab, und nach einer mehrmaligen solchen Wäsche tritt die Fadenscheinigkeit und dann auch das Reißen ein. Diese Schäden stellen sich bei Leinengeweben leichter als bei Baumwollgeweben ein.

### Das Bleichen der „Wäsche“.

Dieses geschah früher durch die Rasenbleiche, später auch durch Zusatz von Chlorkalk oder Bleichflüssigkeiten (Labarraquesche Lauge usw.) zum Spülwasser. Da man einerseits die schädigende Wirkung der genannten Stoffe erkannt hat und sich andererseits die Verwendung derselben oft durch den Chlorgeruch, welcher der Wäsche hartnäckig anhaftet, verrät, nimmt man von ihnen in bezug auf die Hauswäsche immer mehr Abstand. Manche Waschanstalten bedienen sich der „elektrischen“ Bleiche, d. h. sie stellen die Bleichlauge (Natriumhypochlorit) mit Hilfe des Elektrolyseurs selbst her<sup>1)</sup>. Mit chlorhaltigen Bleichmitteln dürfen bekanntlich wollene und seidene Gegenstände nicht gebleicht werden. Ein unschädliches, gut wirkendes Bleichmittel ist das Wasserstoffsuperoxyd, das sich jedoch wegen des hohen Preises in der Hauswäsche nicht einbürgern kann. Hingegen werden in neuerer Zeit, wie bereits erwähnt, Waschpulver hergestellt, welche auch ein Bleichmittel in fester Form enthalten. Als solche dienen sauerstoffabgebende Verbindungen, wie Natriumsuperoxyd, Perkarbonate, Persilikate und Perborate. Da bei Gegenwart von Seife diese Oxydationsmittel eine vorzeitige, mehr oder weniger weitgehende Zersetzung erfahren würden, werden derartige Präparate in Paketen in den Handel gebracht, welche aus zwei Abteilungen bestehen: in der einen befindet sich die Seife mit ihren Zutaten, in der anderen eine zumeist sehr kleine Menge des Oxydationsmittels, gemengt mit Soda, Borax u. dgl.

Was den Vorzug des einen oder anderen der oben angeführten oxydierend wirkenden Bleichmittel anbelangt, ist bekannt, daß Natriumsuperoxyd der Waschflüssigkeit eine stark alkalische Eigenschaft verleiht (es löst sich zu Natronlauge auf) und den Sauerstoff sehr rasch

<sup>1)</sup> S. 125.

abgibt; es kommen ihm auch explosive Eigenschaften zu. Perkarbonate geben den Sauerstoff ebenfalls schnell ab. Am besten geeignet erscheint das Natriumperborat, da es den Sauerstoff ziemlich langsam abgibt und nur eine sehr schwach alkalische Reaktion der Waschflüssigkeit bedingt, welche beim Waschprozeß förderlich ist.

Bei Verwendung solcher Präparate findet demnach das Waschen und Bleichen in einer Operation statt. Dies erscheint wohl sehr bequem; vorteilhafter ist es jedoch, das Waschen und Bleichen gesondert vorzunehmen, d. h. erst die gewaschene Wäsche mit dem Bleichmittel zu behandeln. Man spart so am Bleichmittel, da dieses sonst zur Oxydation solchen Schmutzes verwendet würde, welcher durch das Waschmittel allein zu entfernen ist. Auch erfordert das Bleichen nicht so viel Zeit wie das Waschen; der schädigende Einfluß mancher Bleichmittel kommt demnach hier nicht so stark zur Geltung. Zu Bleichzwecken werden im Handel eine ganze Reihe von Bleichpulvern angepriesen, bei deren Einkauf man vorsichtig sein muß<sup>1)</sup>.

Der Behandlung mit Waschmitteln und Bleichmitteln muß ein gründliches Spülen der Wäsche mit reinem Wasser folgen. Falls Wasserglas verwendet wurde, ist zur Vermeidung einer weiteren Schädigung der Wäsche eine völlige Entfernung der Kieselsäure und der Silikate durch Spülen unerläßlich.

Beim Waschen bunter Stücke und farbiger Besätze muß man auf den Farbstoff Rücksicht nehmen. Solche Wäschestücke sollten nur mit reiner, warmer Seifenlösung bei Vermeidung jedes unnötigen Reibens gereinigt werden. Nach gründlichem Spülen mit kaltem Wasser soll das Entwässern ohne Auswringen durch Ausdrücken erfolgen.

**Desinfektion der Wäsche.** Da die warme Seifenlösung ein sehr gutes Desinfektionsmittel ist, kann die gereinigte Wäsche ohne Gefährdung der Gesundheit ihrer Verwendung wieder zugeführt werden. Hingegen ist die schmutzige Wäsche, besonders wenn sie von kranken Personen herrührt, in hohem Grade geeignet, Krankheitskeime zu übertragen. Dieser Gefahr sind in erster Linie die Wäschereiarbeiter ausgesetzt, weshalb die Wäsche vielfach vor dem Waschprozeß einer Desinfektion unterworfen wird. Dazu verwendet man mit großem Vorteil den Formaldehyd<sup>2)</sup>, der in vergastem Zustande die in geeigneten Kammern befindlichen Wäschestücke gründlich desinfiziert, ohne sie zu schädigen. Eine derartige Desinfektion der Wäsche wird hauptsächlich in Krankenhäusern vorgenommen.

<sup>1)</sup> S. 174.

<sup>2)</sup> S. 286.

### Die Seife in der Seidenindustrie<sup>1)</sup>.

Das Entbasten (Entschälen, Kochen, Degummieren) der Rohseide geschieht durch Kochen mit einer 25 bis 30 %igen Lösung von Marseiller Seife; dabei wird der Seidenleim der rohen Seide ganz oder nur teilweise entfernt. Bei teilweiser Entbastung (Souplieren) nimmt man weniger Seife und hält die Temperatur niedriger; bei vollständiger Entbastung verliert die Seide etwa 25% an Gewicht. Die degummierte Seide bezeichnet man als „Soie cuite“ (linde Seide). Die den Seidenleim enthaltende Seifenlösung, Bastseife genannt, kommt in der Seidenfärberei zur Verwendung. Geschieht die Behandlung der Rohseide nur mit einer lauwarmen schwächeren Seifenlösung, so verliert sie 1—5% an ihrem Gewicht (halbgekochte Seide).

Die reinste Seife wird in der Seidenfärberei gefordert; sie darf kein unverseiftes Fett (Neutralfett) enthalten und muß vollkommen frei von Ätzalkalien und Alkalikarbonaten sein. Freies Alkali zerstört die Oberfläche der Faser und den Glanz.

### Die Seife in der Wollindustrie<sup>2)</sup>.

Da auch die Wollfaser von freiem Alkali angegriffen wird, werden alkalihaltige Seifen auch hier vermieden; man bedient sich ihrer nur

---

<sup>1)</sup> Die vom Maulbeerspinner gelieferte Kokonseide besteht aus Fibroin (eigentliche Seidensubstanz) und aus Serizin (Seidenleim), welches das Fibroin umhüllt. Beide Substanzen sind Eiweißstoffe und enthalten die Elemente C, H, O und N. Serizin enthält auch etwas Wachs und Fett, die gelben Seiden auch einen tiefgelben Farbstoff.

Die Rohseide (Grège) besteht aus mehreren mittels des Seidenleimes aneinanderhaftenden Kokonfäden. Während die Seife nur den Seidenleim angreift, wirken andere Stoffe, wie heiße Natronlauge, Chlorkalk u. ä. auch auf das Fibroin zerstörend ein. Die Seide enthält durchschnittlich 11% Wasser, kann aber in feuchten Räumen bis zu 30% ihres Gewichtes an Wasser aufnehmen, ohne daß sie sich naß anfühlt. Die Bestimmung des Wassergehaltes einer Ware geschieht in amtlichen „Konditionieranstalten“ durch Trocknen einer größeren Seidenprobe bei 110°. 11% Feuchtigkeit sind zulässig. Was mehr als 11% ist, wird als unzulässiger Wassergehalt zugunsten des Käufers vom Gewichte der Ware abgerechnet.

Von den wilden Seiden sei hier nur die Tussahseide erwähnt. Sie wird von einem Eichenspinner geliefert. Ihre Faser enthält einen harten Überzug, welcher aus dem Natrium- und Kalziumsals der Harnsäure sowie aus fett- und wachshaltigen Stoffen besteht. Die rohe Tussahseide ist gelbbraun. Der genannte Überzug wird mit einer verdünnten Sodalösung und nachfolgender Behandlung mit heißer Seifenlösung entfernt.

<sup>2)</sup> Der wesentlichste Bestandteil der Schafwolle ist das Keratin, ein Eiweißstoff, welcher neben C, H, O und N auch etwas S enthält.

Die Wolle verliert bei längerem Kochen mit Wasser an Festigkeit und Glanz und quillt dabei auf. Ein Kochen der Wolle muß daher, wo es unvermeidlich ist, auf das notwendigste Maß beschränkt werden. Noch mehr treten die angeführten

bei minderwertiger Ware. In diesem Falle kommen wohl auch die billigen Harzseifen zum Gebrauch. Borax und Wasserglas enthaltende Seifen sollten wegen ihrer alkalischen Wirkungsweise auch hier vermieden werden.

**Die Wollwäsche.** Sie bezweckt als sogen. Fabrikwäsche die Entfernung des Wollschweißes und aller von außen hinzugekommenen Verunreinigungen der rohen Wolle. Als Waschmittel wird Seife oder Seife mit Soda verwendet. Der Wollwäsche wurde bereits auf S. 149 gedacht. Die gewaschene Wolle wird in Zentrifugen ausgeschleudert und dann entweder auf luftigen Trockenböden oder besonderen Trockenmaschinen mit erwärmter Luft bei einer Temperatur von höchstens 45° getrocknet. Bei höherer Temperatur wird die Wolle hart und rauh; ebenso durch Einwirkung des direkten Sonnenlichtes. Entschweißte Wolle ist sehr hygroskopisch. Die Bestimmung ihres Feuchtigkeitsgehaltes wird mittels Konditionierapparaten vorgenommen. Ein 18,25% übersteigender Wassergehalt wird vom Gewichte der Wolle zugunsten des Käufers in Abrechnung gebracht. Wird feuchte Wolle längere Zeit der Wärme ausgesetzt, so erhält sie durch Pilzwucherung sogen. „Stockflecke“<sup>1)</sup>, welche das Wollhaar brüchig machen und auch in der Färberei und Walkerei Ursache von Störungen sind. (Gutes Lüften der Lagerräume)<sup>2)</sup>.

**Die Wollgarnwäsche.** Vor dem Spinnprozeß wird die durch „Fabrikwäsche“ gereinigte Wolle „gespickt“, d. h. mit fetten Ölen und dgl. behandelt. Vom Spickmittel (Schmelzmittel) muß das durch den Spinnprozeß erhaltene Garn, falls es gebleicht oder gefärbt werden

Überstände beim längeren Dämpfen auf; ein mäßiges Ansäuern hält sie zurück. Unter Druck wird die Wolle bei 200° gelöst.

Auf die große Empfindlichkeit der Wolle gegen Alkalien wurde bereits hingewiesen (S. 80). Bekanntlich wird sie besonders energisch von heißen Alkalien angegriffen: kochende Natronlauge löst das Keratin zu Lanuginsäure. — Der Löslichkeit der Wolle in Natronlauge bedient man sich bei ihrer Bestimmung in gemischten Geweben und Garnen. Werden solche mit Natronlauge gekocht, so geht die Wolle (und etwa anwesende Seide) in Lösung, während die pflanzliche Faser (zumeist Baumwolle) zurückbleibt und nach dem Abfiltrieren, Waschen und Trocknen bestimmt werden kann. In ähnlicher Weise, aber weniger energisch, wird die Wolle von Soda und Pottasche angegriffen. Ammoniak hingegen greift die Wolle nur in der Wärme und auch da sehr wenig an.

Gegen verdünnte Säuren ist die Wolle sehr widerstandsfähig (S. 66).

Das Verhalten der Wolle zu Chlor S. 119.

Beim Verbrennen der Wolle tritt ein intensiver Geruch nach verbranntem Horn auf (Erkennungszeichen für Wolle).

<sup>1)</sup> S. 284.

<sup>2)</sup> Aus Kolonialwollen werden die von der Weide anhaftenden pflanzlichen Bestandteile — Kletten — vielfach auf mechanischem Wege im Klettenwolf, oder auf chemischem Wege durch Karbonisation beseitigt; diese kann auch mit dem fertigen Gewebe vorgenommen werden; (S. 66).

soll, wieder befreit werden. Das Spickmittel würde eine ungleichmäßige Benetzung des Garnes im Färbebad und demnach ein ungleichmäßiges Anfärben zur Folge haben.

Die Entfernung des Spickmittels wird mit einer verdünnten Seifen-Sodalösung vorgenommen, wobei die Temperatur der Waschflüssigkeit  $40^{\circ}$  nicht übersteigen darf.

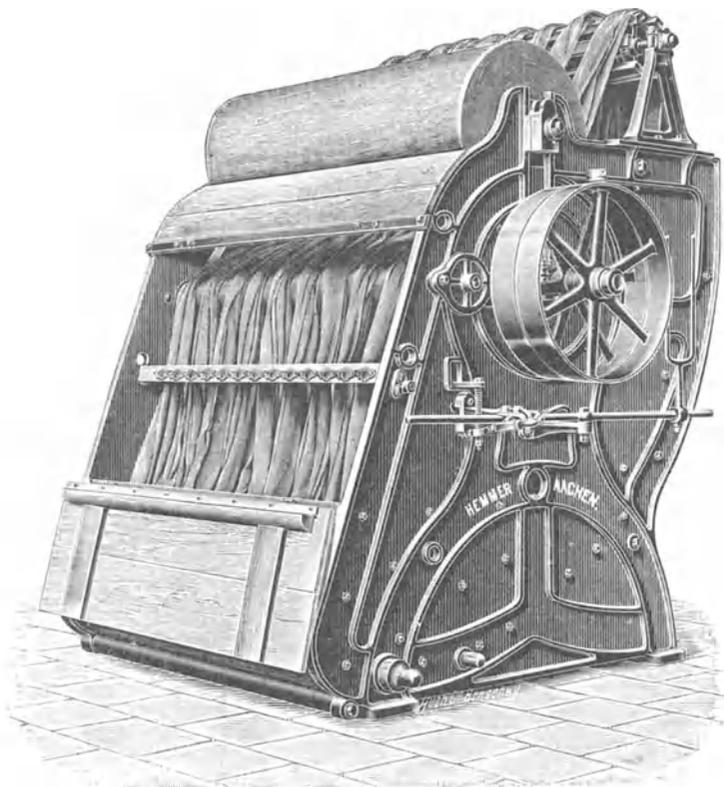


Fig. 17. Strangwaschmaschine für Wollware.  
(L. Ph. Hemmer, Maschinenfabrik, Aachen.)

Wird ungebleichtes und ungefärbtes Garn verwebt, so wird das Spickmittel erst aus dem Gewebe entfernt, und zwar gleichzeitig mit der Schlichte.

**Das Waschen wollener Gewebe.** Dieses bezweckt die Entfernung der Schlichte und der am Webstuhle in die Ware gelangten Schmierflecke, sowie des etwa noch vorhandenen Spickmittels aus dem Rohgewebe<sup>1)</sup>. Dazu bedient man sich der Seife, oft unter Zusatz von Soda, seltener von Ammoriumkarbonat oder Ammoniak. Manchmal setzt

<sup>1)</sup> Die erste Wäsche (Hauptwäsche) bezeichnet man auch als „Entgerben“.

man der Waschflüssigkeit auch fettlösende Substanzen (Tetrapol usw.) oder Walkerde<sup>1)</sup> zu. Soda und die übrigen alkalisch reagierenden Waschmittel sowie das Tetrapol und ähnliche Produkte wirken lösend, die Seife emulgierend. Der Walkerde kommt eine rein „mechanische“,

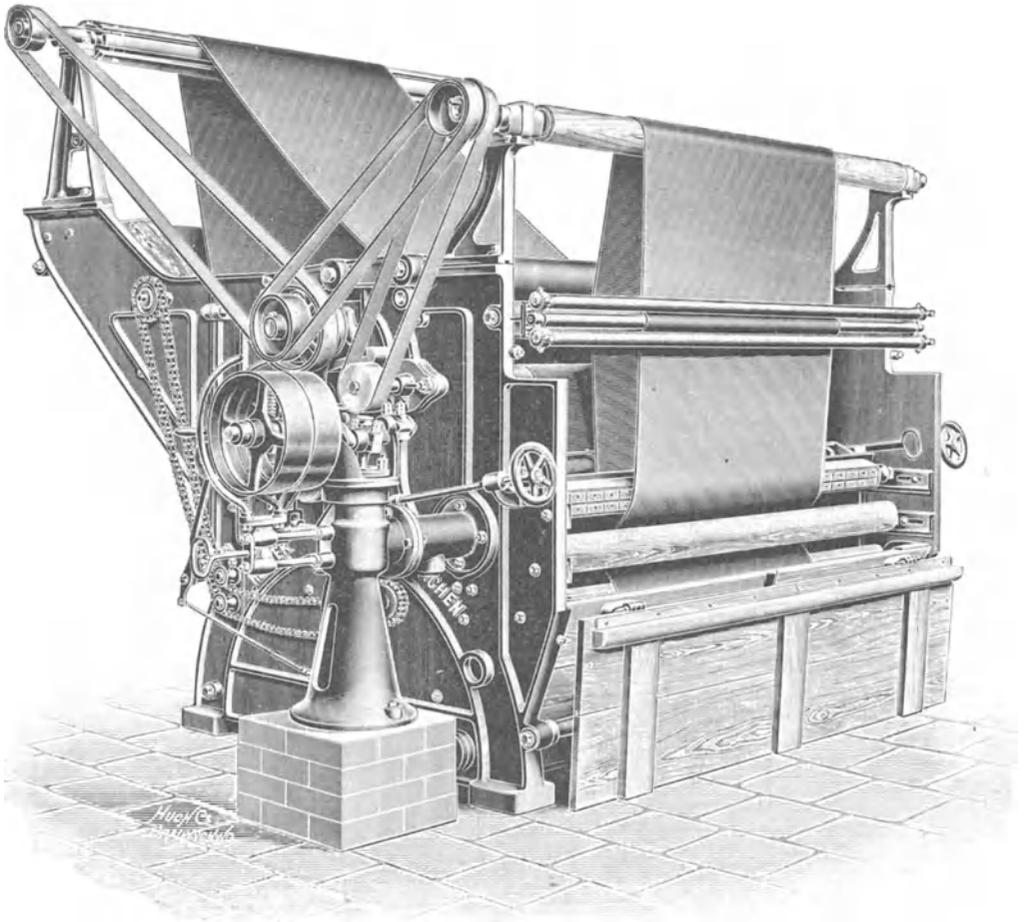


Fig. 18. Breitwaschmaschine für Wollware mit Saug-, Sprüh- und Druckwirkung.  
(L. Ph. Hemmer, Maschinenfabrik, Aachen.)

d. h. abscheuernde Wirkung zu. Das Waschen mit gefaultem Urin, das früher allgemein üblich war, kommt nur mehr selten vor, da man seine wirksamen Bestandteile (Ammoniak, Ammoniumkarbonat) käuflich in reinem Zustande erhält<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> S. 260.

<sup>2)</sup> Vgl. S. 95.

Die Wahl der Waschmittel hängt davon ab, ob man ein rohwollenes oder ein aus gefärbtem Garn hergestelltes „Stück“ zu waschen hat. Das Waschen nimmt man in Strang- oder in Breitwaschmaschinen vor, je nachdem das Stück gefaltet oder in voller Breite durch die Waschmaschine läuft (Fig. 17 u. 18). Die Temperatur der Waschflüssigkeit soll 40° nicht übersteigen. Nach dem eigentlichen Waschen muß die Ware mit Wasser gründlich gespült werden, worauf sie ausgeschleudert und getrocknet wird. (Bei Verwendung von Breiterschleudermaschinen werden die Stücke in breit aufgewickeltem Zustande geschleudert, wodurch die Bildung von Falten und Kniffen vermieden wird.) Das Entwässern wird in neuerer Zeit auch auf Absaugemaschinen vorgenommen. Das Trocknen geschieht auf Spannrahmen- und Trockenmaschinen in gespanntem Zustande, um das „Einlaufen“ und die Gestaltsveränderung zu vermeiden, weshalb geheizte Metallzylinder (Zylindertrockenmaschinen) hier nicht anwendbar sind. Zum Trocknen auf Maschinen dient entweder erhitzte Luft oder auch strahlende Wärme. Dabei soll die Temperatur nicht mehr als 70° betragen. (Bei 130° erleidet die Wolle eine merkliche Schädigung; sie wird gelblich.)

**Das Walken.** Dieses bezweckt die Herstellung eines dichten „geschlossenen Gewebes“ — des Tuches — aus dem schütterten Loden. Zu diesem Zwecke ist ein Verfilzen der Wollhärchen (Stapel) an der Oberfläche oder auch im Innern des Gewebes notwendig; es führt dementsprechend zur Bildung einer Filzdecke oder auch zu einer Verdichtung des Gefüges<sup>1)</sup>.

Das wesentlichste Moment des Walkprozesses ist ein Drücken und Reiben des feuchten Lodens, das entweder in der Hammerwalke oder in der Zylinderwalke vorgenommen wird (Fig. 19.) Der Walkprozeß wird durch Zusatz von alkalisch reagierenden Stoffen zur Walkflüssigkeit sowie durch Wärme (30 bis 40°) wesentlich gefördert. Die warme schwach alkalisch reagierende Flüssigkeit bedingt ein Aufquellen der Wollhärchen, die in dem nun gelatinösen Zustande unter Druck oberflächlich ankleben und so den Verfilzungsvorgang fördern<sup>2)</sup>. Ferner läßt sich die Wolle umso besser verfilzen, je mehr gekräuselt und je feiner sie ist.

Als bestes Walkmittel gilt eine gute alkalifreie Kernseife. Bei minderwertiger Ware setzt man zur Beschleunigung des Walkprozesses auch etwas Soda zu. Das Walken wird gewöhnlich nach der Vorwäsche vorgenommen. Weniger gut ist es, das Walken mit der Vorwäsche in einer Operation durchzuführen (das Walken in Schweiß, Fett-

<sup>1)</sup> Eine vollständige Verfilzung geschieht bei der Herstellung von „Filzen“ in den Filzfabriken mit losem Fasermaterial.

<sup>2)</sup> Dieser Umstand ermöglicht auch das Anwalken von „Scheerhaaren“.

walken); in diesem Falle werden der Wasch- und Walkflüssigkeit auch Walkerde, gefaulter Urin, Ammoniak u. dgl. zugesetzt. Der Walkprozeß dauert je nach der Konstruktion der Maschinen 6 bis 30 Stunden. Um eine reine Ware von der gewünschten Breite zu erhalten, muß auch ihr Einschrumpfen (Eingehen) während des Walkprozesses Berücksichtigung finden. Da von der gewalkten Ware die Seife sehr hartnäckig zurückgehalten wird, ist nach der Walke ein gründliches Spülen der Ware notwendig. Dies geschieht entweder in der Walkmaschine

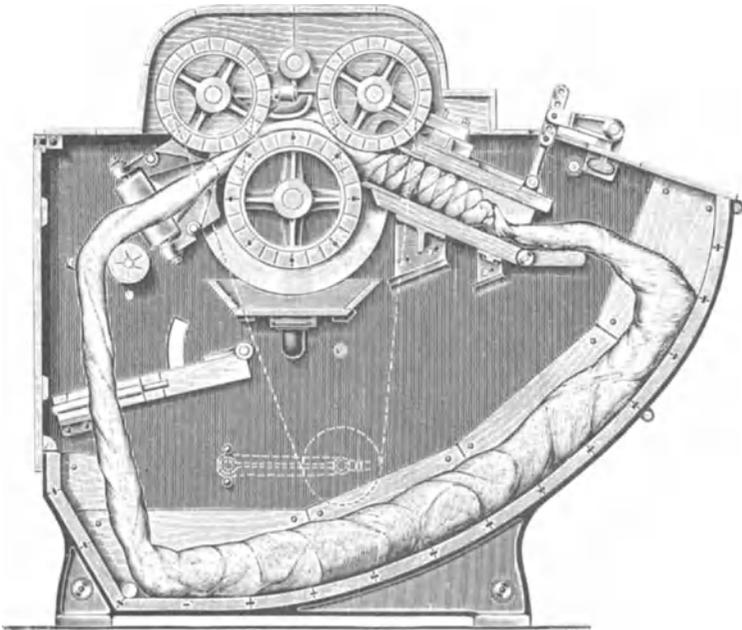


Fig. 19. Zentral-Walke.  
(L. Ph. Hemmer, Maschinenfabrik, Aachen.)

selbst oder besser in der Waschmaschine. Im Tuch verbleibende Seife kann in der Färberei zu Störungen in der Farbstoffaufnahme führen.

Das Walken erfordert sehr viel Aufmerksamkeit, widrigenfalls sehr leicht Löcher, Risse, Scheuerstellen und Walkfalten (Schwielen oder Schnauen) auftreten können. Die ersteren Fehler können auch durch in die Walkflüssigkeit gelangenden Sand u. dgl. verursacht werden.

Weniger üblich ist die „saure“ Walke<sup>1)</sup>, bei welcher man sich verdünnter Schwefelsäure oder Essigsäure bedient. Gegenüber der

<sup>1)</sup> Dieser bedient man sich mehr in der Filzfabrikation.

„alkalischen“ Walke hat sie den Vorzug, daß sie das Wollhaar nicht matt macht und ihm nicht das Kräuselungsvermögen nimmt. Doch geben weder die Schwefelsäure noch die Essigsäure der Faser die genügende Glätte, außerdem wirkt die Schwefelsäure, wenn sie nicht gut entfernt wird, bei höheren Temperaturen schädigend auf die Faser. Hingegen soll sich verdünnte Milchsäure (1%ig) für die Walke sehr gut eignen<sup>1)</sup>. Sie soll die Faser glatt und schlüpfrig machen, deren Kräuselungsvermögen erhöhen und das Walken bei höherer Temperatur zulassen, was die Walkdauer abkürzt<sup>2)</sup>.

## Eiweißstoffe.

### Allgemeines über die Eiweißstoffe.

Die Eiweiß- oder Proteinstoffe sind in der Natur sehr verbreitet. Sie entstehen durch die Lebenstätigkeit der Pflanzen und gelangen durch die pflanzliche Nahrung auch in den tierischen Organismus. Für die Ernährung des Menschen und der Tiere sind sie unentbehrlich. Die Eiweißstoffe enthalten neben Kohlenstoff (50–55 %), Wasserstoff (6,5–7,3 %) und Sauerstoff (19–24 %) auch Stickstoff (15–17,6 %) und Schwefel (0,3–2,4 %), manche auch etwas Phosphor.

Die Eiweißstoffe sind zumeist amorph und treten in der Natur teils in löslicher, teils in unlöslicher Form auf. Ihre Lösungen sind kolloidal. Die löslichen Eiweißstoffe können sehr leicht in den unlöslichen Zustand übergehen. Der dabei stattfindende Vorgang wird als Gerinnung oder Koagulation bezeichnet und kann durch verschiedene Ursachen bedingt werden, insbesondere durch Erhitzen. Bekannt ist die Gerinnung des „Eierklars“ beim Erwärmen. Die Koagulation durch Erhitzen findet am leichtesten bei Gegenwart einer kleinen Menge einer Säure statt; in neutraler Lösung ist sie unvollständig. Alkalische Eiweißlösungen werden überhaupt nicht koaguliert. Auch beim Zusatz von starkem Alkohol tritt die Gerinnung ein. Die zur Koagulation gebrachten Eiweißstoffe lösen sich in Wasser nicht mehr auf, wohl aber in verdünnten Laugen sowie in konzentrierter Salzsäure oder Schwefelsäure, wobei jedoch stets eine Spaltung des Eiweißmoleküls und die damit verbundene Änderung der chemischen Beschaffenheit eintritt.

Auch manche Salze, wie Ammoniumsulfat, Magnesiumsulfat, Kochsalz usw. bringen Eiweißstoffe aus ihren Lösungen zur Fällung; doch löst sich der so gebildete Niederschlag bei Zusatz von Wasser wieder auf.

Eiweißstoffe können aus ihren Lösungen auch durch Substanzen gefällt werden, mit welchen sie sich zu unlöslichen, salzartigen Verbindungen vereinigen. Als Fällungsmittel sind besonders manche Salze der Schwermetalle geeignet, wie Kupfervitriol, Sublimat, Eisenchlorid, Bleiazetat; ebenso manche Verbindungen schwach sauren Charakters, wie Karbolsäure und Tannin. Die Fähigkeit der Eiweißstoffe, sich sowohl mit Basen als auch mit Säuren verbinden zu können, ist von besonderem Interesse. Ihre komplizierten Moleküle enthalten nämlich sowohl solche Gruppen, welche ihnen einen sauren, als auch solche, welche ihnen einen basischen Charakter verleihen<sup>3)</sup>.

<sup>1)</sup> Verfahren von G. Ita, Wien.

<sup>2)</sup> Allgemeines über die Appretur wollener Gewebe Seite 303.

<sup>3)</sup> Der Doppelcharakter der Eiweißstoffe kommt insbesondere in der Färberei zur Geltung.

Durch Einwirkung von Säuren und umgeformten Fermenten, wie des Pepsins des Magensaftes, des Trypsins der Bauchspeicheldrüse usw. erfahren die Eiweißstoffe eine hydrolytische Spaltung, wobei zunächst Albumosen, dann Peptone und schließlich Aminosäuren entstehen<sup>1)</sup>. Während Albumosen nicht mehr koagulieren, wohl aber mit Ammoniumsulfat zur Fällung gebracht werden, sind Peptone weder koagulierbar noch fällbar. Zum Unterschiede von allen anderen Eiweißstoffen diffundieren ihre Lösungen durch die tierische Membran<sup>2)</sup>.

Die weitgehendste Spaltung erfahren die Eiweißstoffe durch den Einfluß von Bakterien; sie gehen dabei sehr rasch in Fäulnis über, wobei Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Buttersäure und andere übelriechende Zersetzungsprodukte entstehen.

Von den vielen Reaktionen der Eiweißstoffe seien zu ihrer Erkennung nur zwei sehr charakteristische angeführt.

1. Bei Zusatz von etwas Salpetersäure zu einer Eiweißlösung erfolgt die Koagulation; der erhaltene Niederschlag ist auch in überschüssiger Säure unlöslich. Zufolge der nitrierenden Wirkung der Salpetersäure tritt bereits bei gewöhnlicher Temperatur, noch leichter beim Erwärmen, eine Gelbfärbung des Niederschlages ein. Dieses Verhalten wird als Xantoproteinreaktion bezeichnet.

2. Die Biuretreaktion. Die wässrige Eiweißlösung wird mit Natronlauge stark alkalisch gemacht und mit einem bis drei Tropfen einer verdünnten Kupfervitriollösung versetzt. Es tritt eine rote bis rotviolette Färbung auf.

Man unterscheidet drei Hauptgruppen von Eiweißstoffen:

1. Einfache Eiweißstoffe oder Proteine im engeren Sinne.
2. Zusammengesetzte Eiweißstoffe oder Proteide.
3. Albuminoide<sup>3)</sup>.

Innerhalb dieser Gruppen läßt sich eine weitere Abgrenzung der Eiweißstoffe auf Grund ihrer Löslichkeit, Gerinnbarkeit, Aussalzbarekeit usw. vornehmen.

1. Die einfachen Eiweißstoffe sind in Wasser meist löslich und werden aus ihren Lösungen durch Kochsalz allein ohne Säurezusatz

<sup>1)</sup> Die Konstitution und Molekulargröße der Aminosäuren ist gut bekannt. Die einfachste Zusammensetzung hat die Aminoessigsäure oder das Glykokoll  $\text{CH}_2\text{NH}_2$ .

Als Karbonsäuren besitzen die Aminosäuren einen sauren, als Am-

moniakabkömmlinge gleichzeitig auch einen basischen Charakter. Durch Verkettung mehrerer Aminosäuren gelang es Emil Fischer, auf synthetischem Wege Verbindungen — sog. Polypeptide — herzustellen, welche den Eiweißstoffen in vieler Hinsicht ähnlich sind. In jüngster Zeit gelang es, mehrere Polypeptide auch aus den Eiweißstoffen herzustellen. Es ist sicher zu erwarten, daß das Studium der Polypeptide den endgültigen Aufschluß über die Art der Verkettung der Aminosäuren in Eiweißstoffen und damit über deren Natur geben wird.

<sup>2)</sup> Aus diesem Grunde spielen die Peptone bei der Verdauung eiweißhaltiger Nahrungsmittel eine wichtige Rolle.

<sup>3)</sup> Auch die umgeformten Fermente oder Enzyme sowie die von krankheitserregenden Spaltpilzen (pathogenen Bakterien) abgeschiedenen Stoffwechselprodukte (Toxalbumine) haben einen eiweißähnlichen Charakter.

nicht gefällt. Sie gerinnen bei 70—75 °. Von den in diese Gruppe gehörenden Eiweißstoffen haben für die Appretur nur die folgenden eine Bedeutung.

### Eialbumin und Blutalbumin.

Ersteres wird durch vorsichtiges Trocknen des Hühnereiweißes bei 30 bis 40 ° gewonnen und gelangt in durchscheinenden, hornartigen Bruchstücken oder Blättchen von hellgelber (bernsteinähnlicher) Farbe in den Handel.

Zur Gewinnung des bedeutend billigeren Blutalbumins wird in den Schlachthäusern aus den erstarrten Blutkuchen das Serum vom koagulierten Fibrin abgepreßt und bei 30 bis 35 ° vorsichtig eingedampft; es kommt in gelben bis dunkel gefärbten durch die Salze des Blutes verunreinigten Blättchen in den Handel. Durch Terpentinöl kann es gebleicht werden.

Eigenschaften des Albumins. Reines Albumin ist in Wasser von gewöhnlicher Temperatur löslich; beim Erwärmen der Lösung über 60° sowie bei Zusatz von verdünnten Säuren, mancher Salze (Aluminium-, Zinksalze usw.) und Formaldehyd scheidet sich das Albumin aus, es koaguliert<sup>1)</sup>. Koaguliertes Albumin ist in Wasser unlöslich, aber löslich in Alkalien. Während die Lösungen des Eialbumins zumeist farblos und vollkommen klar sind, kommt denen des Blutalbumins eine dunkle Färbung und oft auch eine Trübung zu; diese rühren von Blutfarbstoffen und von unlöslichen Bestandteilen, besonders von koaguliertem Eiweiß (wenn bei zu hoher Temperatur ausgetrocknet wurde) her.

Die Verwendung des Albumins in der Appretur ist sehr beschränkt. Da Lösungen des dunkeln Blutalbumins eine größere Verdickungs- und Klebkraft als die des Eialbumins besitzen, kommt letzteres nur bei weißer oder hellfarbiger Ware zur Verwendung. Das Albumin löst man in Wasser von etwa 25°, wobei es zuerst aufquillt und sich nach 24 Stunden löst. Durch Zusatz von etwas Ammoniak oder Borax wird die Lösung beschleunigt. Nach einem patentierten Verfahren<sup>2)</sup> finden Albumin- und auch Kaseinlösungen<sup>3)</sup> zur Erzeugung bügelechter und gegen Feuchtigkeit unempfindlicher „Gaufrage-Effekte“<sup>4)</sup> Verwendung. Zu diesem Zwecke wird das Garn oder Gewebe mit einer Eiweißlösung benetzt, bei möglichst niedriger Temperatur getrocknet und dann entweder mit heißen glatten Kalandervalzen be-

<sup>1)</sup> Dieser Eigenschaft bedient man sich u. a. beim Indigoätzdruck zur Fixierung der mineralischen Ätzfarben sowie beim Wasserdichtmachen.

<sup>2)</sup> E. A. Fr. Doring, Berlin.

<sup>3)</sup> S. 192.

<sup>4)</sup> S. 300.

handelt oder bei sehr großer Hitze hydraulisch gepreßt, damit das Eiweiß koaguliert. Hierbei wird gleichzeitig ein hoher Glanz (Speckglanz) erzeugt, der dann durch Dämpfen oder durch Anwendung von Formaldehyd gemildert wird.

In größerer Menge findet Albumin im Zeugdruck Verwendung.

Prüfung des Albumins. Wegen des hohen Preises wird Albumin häufig durch Zusätze von Dextrin, Leim, Gummi usw. verfälscht<sup>1)</sup>.

Zur Bestimmung des Unlöslichen werden 5 g Albumin mit Wasser von 30° behandelt und die Flüssigkeit durch ein bei 110° getrocknetes und gewogenes Filter filtriert; nach dem Waschen des Rückstandes mit lauem Wasser und Trocknen desselben bei 110° bringt man das Unlösliche zur Wägung.

Bei reinen Lösungen läßt sich der Albumingehalt aus dem spez. Gewichte derselben ermitteln; das Albumin mit 15 % Feuchtigkeit gibt die folgende Tabelle von Witz an.

Spez. Gew.	% Eiweiß	Spez. Gew.	% Eiweiß
1,0026	1	1,0644	25
1,0054	2	1,0780	30
1,0078	3	1,0910	35
1,0130	5	1,1058	40
1,0261	10	1,1204	45
1,0384	15	1,1352	50
1,0515	20	1,1511	55

Die Gerinnungsprobe wird mit einer Lösung 1 : 40 ausgeführt; diese wird in einer Eprovette in das Wasserbad eingetaucht und letzteres langsam erwärmt; eine Trübung soll bei guter Ware schon bei 50°, die Gerinnung bei 70° eintreten.

Eialbumin läßt sich von Blutalbumin durch Schütteln einer kleinen Probe mit Äther leicht unterscheiden: das erstere wird gefällt, das letztere nicht.

**Phytoalbumin** oder **Pflanzenalbumin** wird im Zellsafte der Pflanzen angetroffen und ist ein löslicher Begleiter des Klebers<sup>2)</sup>. Seine Eigenschaften sind denen des Eialbumins sehr ähnlich.

**Phytoglobulin** ist in Wasser unlöslich und bildet den Hauptbestandteil des Klebers. In Alkalien ist es löslich, beim Ansäuern fällt es wieder aus.

<sup>1)</sup> Der Nachweis der Verfälschungsmittel muß dem Chemiker überlassen werden.

<sup>2)</sup> Seite 191.

### Kleber.

Unter Kleber verstehen wir das Gemisch der in Getreidemehlen vorkommenden unlöslichen Eiweißstoffe. Er wird aus Weizenmehl bei der nach dem „süßen“ Verfahren durchgeführten Stärkegewinnung<sup>1)</sup> als Nebenprodukt auf folgende Weise gewonnen. Der aus dem Mehl mit Hilfe von Wasser bereitete Teig wird unter fortwährender Erneuerung des Wassers so lange gewaschen, bis das Pflanzenalbumin gelöst und der Hauptbestandteil des Mehles, die Stärke, weggespült ist; der Kleber bleibt als eine graue oder gelbliche, zähe und elastische Masse zurück. Statt Weizenmehl kann man als Ausgangsmaterial auch zerquetschtes Getreide verwenden. Die Reinigung des Klebers findet in diesem Falle in rotierenden Fässern, deren Innenwandung mit Spitzen versehen ist, statt; an diesen bleibt der Kleber hängen, während die Kleie fortgespült wird.

Der gereinigte, lufttrockene Kleber bildet eine hornartige Masse von gelber bis brauner Farbe und enthält noch immer ungefähr 10 % Stärke und ungefähr 7 % Wasser. Läßt man ihn 24 Stunden in Wasser von 34 bis 37° liegen, so verliert er seine Zähigkeit. Wird der frische Kleber längere Zeit sich selbst überlassen, so tritt unter Gärungsvorgängen und Bildung von mehr oder weniger löslichen Produkten eine Verflüssigung desselben ein. Die Verflüssigung läßt sich durch einen sehr geringen Zusatz einer Säure beschleunigen. Feuchter Kleber unterliegt überdies der Schimmelbildung. Kleber löst sich in Alkalien auf. Ein gutes Aufschließungsmittel für denselben ist das Natriumperborat<sup>2)</sup>.

In der Textilindustrie findet der Kleber manchmal als Ersatz von Albumin Verwendung. Der reine Kleber hat für die Appretur keine besondere Bedeutung, denn zumeist kommt er mit Stärke zusammen in Form von Getreidemehlen zur Anwendung. In größerer Menge dient der isolierte Kleber zur Herstellung verschiedener Teigwaren, gewöhnlich unter Zusatz von Mehl, z. B. Makkaroni, sowie zu Klebzwecken.

Das Präparat „Lucin“ wird durch Trocknen bei 25 bis 30° des durch Selbstgärung verflüssigten Klebers hergestellt und in dünnen Blättchen in den Handel gebracht.

Ein ähnliches Produkt ist der „Eiweißleim“. Er wird in Form von Tafeln in den Handel gebracht, welchen leimähnliche Eigenschaften zukommen. Er findet fallweise in der Schlichterei, Appretur und Druckerei sowie als Klärmittel Verwendung.

---

<sup>1)</sup> S. 208.

<sup>2)</sup> S. 230.

**Nukleoalbumine** sind phosphorhaltige, in Wasser unlösliche Proteine, welche mit Basen, insbesondere mit Alkalien und alkalisch reagierenden Salzen lösliche Verbindungen bilden, aus welchen sie durch Zusatz von Säuren wieder zur Fällung gebracht werden. Ihre Salzlösungen sind beim Erhitzen nicht koagulierbar. Zu den Nukleoalbuminen gehört als wichtigstes Glied das

### **Kasein (Laktarin, Käsestoff).**

Kasein ist der in der Milch vorhandene, an Kalium und Natrium gebundene Eiweißstoff. Die Kuhmilch enthält im Mittel

Fett	3,4 %,
Milchzucker	4,5 %,
Eiweißstoffe	3,4 % (meist Kasein),
Salze	0,7 %.
Wasser	88,0 %.

Beim Stehen der Milch siedeln sich Milchsäurebakterien an, welche den Milchzucker in Milchsäure überführen. In dem Maße, als in der von Natur aus schwach alkalischen Milch der Gehalt an freier Milchsäure zunimmt, fällt das Kasein, weil es in sauren Flüssigkeiten unlöslich ist, aus, d. h. die Milch gerinnt. Trägt man „Lab“ (das Enzymgemisch der inneren Magenschleimhaut der Kälber und Schweine) bei 30 bis 40° in die Milch ein, so scheidet sich das Kasein ebenfalls, und zwar als Parakaseinkalk, aus<sup>1)</sup>. Auch ein Zusatz von Essigsäure oder Mineralsäuren bringt das Kasein zur Fällung.

Bei der fabrikmäßigen Darstellung des Kaseins wird die von Fett befreite (entrahmte) Milch mit etwas Essigsäure versetzt und der Käsestoff nach seiner Ausscheidung zuerst mit säurehaltigem, dann mit reinem Wasser gewaschen und von dem noch vorhandenen Fett durch Behandeln mit Äther befreit. Nach einer anderen Methode wird die entrahmte Milch eingedampft und der Rückstand mit Äther entfettet. Aus der wässrigen Lösung des Rückstandes wird durch Zusatz von Alkohol reines, aber noch an Alkali gebundenes Kasein gefällt. Das nach dem einen oder anderen Verfahren erhaltene Kasein wird vorsichtig getrocknet.

Eigenschaften des Kaseins. Reines Kasein ist weiß; die gewöhnliche Handelsware bildet ein gelbliches, griesartiges Pulver, das in Wasser unlöslich ist, sich aber bei Gegenwart von Natronlauge, Ammoniak oder alkalisch reagierenden Salzen zu einer gut klebenden, dicken Flüssigkeit leicht löst. Die Klebkraft alkalischer Kasein-

<sup>1)</sup> Auf diese Weise wird das Kasein bei der Käsebereitung abgeschieden; die verbleibende Flüssigkeit (süße Molke) wird durch Eindampfen auf Milchzucker verarbeitet.

lösungen ist jedoch nicht so groß wie die des Leimes. In Seifenlösungen quillt das Kasein auf. Bei Säurezusatz sowie bei Zusatz von Formaldehyd scheidet es sich wieder aus.

Auf der Eigenschaft des Kaseins, bei Anwesenheit von alkalisch reagierenden Stoffen lösliche Kaseinsalze zu bilden, beruht die Darstellung löslicher Kaseinpräparate; solche sind: das lösliche Laktarin<sup>1)</sup>, das Kaseogummi (eine Lösung von Kasein in Kalkwasser)<sup>2)</sup>, Laktarinleim usw. Nach Just wird ein lösliches Kasein durch Trocknen einer alkalischen Kaseinlösung in dünner Schichte bei 100 bis 105° hergestellt; die gebildeten Schuppen werden zerkleinert und gesiebt.

Die Verwendung des Kaseins in der Appretur ist eine sehr beschränkte; es dient als billiges Ersatzmittel für Albumin und kann alkalisch reagierenden Appreturmassen zugesetzt werden; etwas mehr Verwendung findet es in der Druckerei, doch wird hier Albumin vorgezogen. Die Herstellung von Kittten aus Kasein ist schon lange bekannt. In neuerer Zeit wird aus Kasein durch Einwirkung von Formaldehyd ein hornartiges Produkt — das Galalith — hergestellt, das in der Wärme plastisch, sonst aber dem Zelluloid ähnlich ist<sup>3)</sup>. Die „Härtung“ des Kaseins durch Formaldehyd hat zu einem Verfahren zum Wasserdichtmachen von Geweben geführt.

Prüfung des Kaseins. Der Aschengehalt des reinen Kaseins beträgt nicht mehr als 0,5%, jener der Handelsprodukte hingegen bis 6%. Besonders die löslichen Kaseine weisen einen hohen, von beigemischten Salzen herrührenden Aschengehalt auf.

Die wasserunlöslichen Kaseine können freie Säure enthalten. Man prüft auf diese, indem man 10 g Kasein mit 100 cm<sup>3</sup> Wasser schüttelt, filtriert und das Filtrat mit Phenolphthalein prüft; tritt keine Färbung ein, so läßt man aus einer Bürette  $\frac{1}{10}$  n.-Natronlauge bis zur beginnenden Rotfärbung zutropfen; dazu dürfen bei guter Ware nicht mehr als 0,5 cm<sup>3</sup> verbraucht werden.

2. Die zusammengesetzten Eiweißstoffe enthalten neben den einfachen Eiweißstoffen noch andere Substanzen, welche meist sehr kompliziert aufgebaut, aber nicht eiweißähnlich sind.

1) Stolle & Kopke, Rumburg.

2) Kaseogummi dient zum Imprägnieren von Baumwoll- und Leinengeweben, um der Pflanzenfaser die Eigenschaften der tierischen zu erteilen. Das „Animalisieren“ der Pflanzenfaser wird dadurch bewirkt, daß die Luftkohensäure das Kasein unter Bildung von Kalziumkarbonat in fein verteilter Form zur Ausscheidung bringt. Die so behandelte Faser läßt sich ähnlich der tierischen färben.

3) Lösliche Kaseinpräparate sind auch die als Kräftigungsmittel empfohlenen pharmazeutischen Spezialitäten Sanatogen, Sanose usw.

Zu diesen gehört unter anderen das Hämoglobin, d. i. der rote Blutfarbstoff der Wirbeltiere, welcher den Hauptbestandteil der roten Blutkörperchen bildet.

3. Die Albuminoide sind nur im tierischen Organismus vorhanden. Sie sind niemals Teile der tierischen Zelle, gehen aber stets aus den Eiweißstoffen derselben hervor und bilden jene Masse, in welcher die Zellen eingelagert sind. Da sie in allen tierischen Flüssigkeiten unlöslich sind, treten sie im tierischen Organismus nur in festem Zustande auf.

In diese Gruppe der Eiweißstoffe gehören die Kollagene oder leimgebenden Gewebe. Sie bilden die Grundsubstanz der Knochen und des Knorpels; in größerer Menge sind sie auch im Bindegewebe, in der Haut und in den Sehnen der Wirbeltiere, in der Schwimmblase mancher Fische usw. enthalten. Beim Kochen mit Wasser gehen die Kollagene in das Glutin, die eigentliche Leimsubstanz, über<sup>1)</sup>.

### Leim.

Man unterscheidet den **Knochenleim**, den **Haut- oder Lederleim (Tischlerleim)** und den **Fischleim**.

Zur Gewinnung des Knochenleimes dient das organische Gewebe der Knochen, das als sogenannter Knochenknorpel ungefähr den dritten Teil des Knochens beträgt. Die leimgebende Substanz des Knorpels führt auch den Namen Ossein. Durch Einlegen der Knochen in verdünnte Salzsäure werden denselben die mineralischen Bestandteile entzogen. Diese bestehen zum größten Teil aus Kalziumphosphat  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , das aus der salzsauren Lösung durch Zusatz von Kalkmilch oder Kalziumkarbonat wiedergewonnen wird. Die von der Salzsäure nicht angegriffene weiche Knorpelmasse wird zuerst mit Kalkmilch und dann mit Wasser gewaschen und schließlich mit Wasser oder Dampf verkokt. Nach dem Klären mit schwefliger Säure oder Tierkohle gießt man die etwas abgekühlte Leimlösung in Formen, in welchen sie zu gallertigen Blöcken erstarrt. Diese werden in Tafeln geschnitten und auf aus Bindfaden gefertigten Netzen sorgfältig getrocknet.

Die kleine Menge des im Knochenleim zurückgebliebenen Kalziumphosphates ist die Ursache seines milchigen Aussehens, das zeitweise, wie beim russischen Leim, durch Zusatz von Baritweiß, Zinkweiß, Bleiweiß, Ton, Kreide oder Knochenasche noch vermehrt wird.

Nach einem anderen Verfahren werden die mit Benzin oder Tetrachlorkohlenstoff entfetteten Knochen gereinigt, zerkleinert und das

<sup>1)</sup> Von den Albuminoiden ist auch das Fibrin — als wesentlichster Bestandteil der Seide — erwähnenswert (S. 181).

erhaltene Knochenschrot abwechselnd mit Wasser und überhitztem Dampf ausgekocht. Die Leimbrühe wird im Vakuumkessel eingedampft und dann wie oben weiter behandelt.

Aus Kehlkopfknorpeln, Rippen und Gelenken gewinnt man den Knorpelleim. Früher nahm man als Grundsubstanz des Knorpels das Chondrogen an und bezeichnete den Knorpelleim als Chondrin. Morochowetz erkannte jedoch das Chondrin als ein Gemenge von Kollagen mit einem zweiten Eiweißkörper, dem Mucin.

Zur Herstellung des Haut- oder Lederleimes eignen sich besonders Abfälle der Schlachthäuser, der Gerbereien und Abdeckereien, verschiedene Felle usw. Um das dem Leimgut anhängende Blut und die Fleischteile zu entfernen sowie die Fettstoffe zu verseifen, behandelt man dasselbe längere Zeit mit dünner Kalkmilch und wäscht es dann in fließendem Wasser. Die weitere Behandlung wird wie beim Knochenleim durchgeführt.

Als bester Hautleim gilt der Kölner Leim. Er besitzt eine hohe Klebkraft. Die feinen Sorten sind mit Chlor gebleicht.

Eine sehr reine Hautleimsorte ist auch der Appreturleim, welcher dem reinen Glutin nahesteht.

Eigenschaften des Leimes. Die Leimtafeln sind von gelblich brauner Farbe und lassen die Netzabdrücke deutlich erkennen. Ein guter Leim soll glänzend, durchscheinend, hart und spröde sein, an der Luft trocken bleiben und keine trüben Stellen (Wolken und Schlieren) enthalten. Sein Bruch soll glasartig glänzend sein. Ein splitteriger Bruch deutet auf nicht gut verkochte, sehnige Teile. Auch in Pulverform wird der Leim in den Handel gebracht.

In kaltem Wasser quillt der Leim stark auf, in heißem ist er zu einer schleimigen Flüssigkeit von hoher Klebkraft leicht löslich. Etwas schwerer löst sich der Knorpelleim. Die Klebkraft des Knorpelleimes ist etwas geringer als die des Haut- oder Lederleimes. Die Verflüssigung in Wasser beginnt bei 48° und ist bei 50° vollständig. Bei gewöhnlicher Temperatur soll ein guter Leim selbst nach 48 stündigem Liegen in Wasser nicht zerfließen und an dieses keine löslichen Stoffe abgeben. Die in der Wärme bereitete Leimlösung soll eine neutrale Reaktion zeigen. Beim Abkühlen gerinnt die Lösung, wobei eine durchsichtige, zitternde Gallerte entsteht, welche sich beim Erwärmen wieder verflüssigt. Die Fähigkeit, beim Erkalten zu einer Gallerte zu stehen, kommt noch einer 1%igen Leimlösung zu. Durch anhalten des Kochen verliert sie jedoch sowohl die Fähigkeit zu gelatinieren als auch an Klebkraft. Bei Zusatz von Säuren, wie Essigsäure, Oxalsäure, Salzsäure, Salpetersäure, bleibt die Leimlösung flüssig, doch behält sie ihre Klebkraft bei; man benutzt dieses Ver-

halten zur Bereitung des flüssigen Leimes, welcher unter verschiedenen Namen, z. B. Syndetikon, in den Handel gelangt. Aus der Knorpelleimlösung fällt bei Zusatz von Essigsäure, Milchsäure oder kleinen Mengen von Mineralsäuren ein Niederschlag aus, der in Alkalien wieder löslich ist.

Alaun, Chromalaun und Formaldehyd machen die Leimlösung dicker und führen zur Bildung von unlöslichen Niederschlägen. In derselben Weise wirkt Kaliumbichromat, wenn die Leimlösung einige Zeit dem Sonnenlichte ausgesetzt wird. Durch Zusatz von etwas Zitronensäure oder Essigsäure kann man den Leim wieder flüssiger machen. Von dieser „Härtung“ des Leimes macht man bei der Herstellung von plastischen Massen und Kitten sowie auch in der Appretur Anwendung. Chromleime sind Gemische von Leim mit Kaliumbichromat oder Chromalaun.

Der dem reinen Glutin am nächsten stehende Leim ist die

**Gelatine.** Zu ihrer Herstellung werden nur sehr reine und für die Leimgewinnung am besten geeignete Materialien, wie Kalbsfüße, Kalbsköpfe, Stirnzapfen der Rinder, Weißlederabfälle usw. verwendet. Die Gelatine wird stets einem Reinigungs- und Bleichprozeß unterworfen, wodurch man ein farbloses bis schwach gelbliches Produkt erzielt, das in sehr dünnen, geruch- und geschmacklosen Blättern in den Handel gelangt.

Als Fischleim kommt die getrocknete innere Haut der Schwimmblase einiger Fische, wie des Hausens, des gemeinen Störs u. a., in den Handel. Man bezeichnet ihn gewöhnlich als Hausenblase.

Verwendung des Leimes. Am meisten findet der Leim zu Klebe- und Bindezwecken Verwendung. Auch in der Appretur macht man von seinen Eigenschaften ausgiebigen Gebrauch. Er wird vielfach Schlicht- und Appreturmassen zugesetzt. Er dient zur Erzielung großer Steifheit bei baumwollenen und leinenen Geweben. In der Schlichterei der Wollgarne wird Leim oft für sich allein verwendet; auch werden Wollgewebe mit einer dünnen Leim- oder Gelatinelösung appretiert (geleimt, gummiert). Der Begriff des „Gummierens“ von Wollwaren bezieht sich auch auf die Verwendung anderer Appreturmittel. Heller Leim und Gelatine finden auch in der Appretur von Halbseide Verwendung. Leider geht oft der unangenehme Geruch der gewöhnlichen Leimsorten in die appretierte Ware über. Ein Zusatz von Leim zur Appreturmasse dient häufig als Bindemittel für mineralische Stoffe, z. B. für China-Clay. Um einen weniger spröden Leimappret zu erzielen, mischt man manchmal der Leimlösung etwas Kalziumchlorid oder Glycerin (etwa 5 %) bei. Dunkelbraune, nicht durchsichtige, meist übelriechende Leimsorten (Pariser Leim, Hutmacherleim) sind wegen der hohen

Hygroskopizität in der Hutmacherei beliebt. In der Färberei und im Zeugdruck wird der Leim nur wenig verwendet<sup>1)</sup>.

Da die Leimlösung sehr leicht in Fäulnis übergeht, erscheint ein Zusatz von antiseptisch wirkenden Mitteln, wie Salizylsäure, Formaldehyd u. dgl. sehr notwendig<sup>2)</sup>.

Chromleime<sup>3)</sup> finden außer zum Kitten von Glas, Porzellan und Eisen zum Appretieren, insbesondere beim Wasserdichtmachen, Verwendung; auch in der Photographie bedient man sich ihrer.

Durch Einwirkung von Formaldehyd auf Gelatine wird die sogen. Vanduraseide bereitet, ein Präparat, das sich wegen seiner Brüchigkeit und des Erweichens beim Erwärmen keinen Eingang verschaffen kann.

Beurteilung des Leimes. Die Prüfung auf die oben angeführten Eigenschaften, welche einem guten Leim zukommen sollen, unterliegt keinen Schwierigkeiten. Neben der neutralen Reaktion sind für die Beurteilung des Leimes zu Appreturzwecken insbesondere die Klebkraft und die Verdickungsfähigkeit in Petrachts zu ziehen.

E. Schmidt hält für die Beurteilung des Leimes die Bestimmung der Viskosität am wertvollsten<sup>4)</sup>. Sie wird bei Benutzung des Englerschen Apparates<sup>5)</sup> mit einer 15 %igen Gallerte bei 30° vorgenommen. Ein höherer Viskositätsgrad kennzeichnet eine bessere Qualität des Leimes. Bei Leimsorten mit unzulässigen Beimengungen hat die Viskositätsbestimmung selbstverständlich keinen Wert.

## Kohlenhydrate.

Den Kohlenhydraten kommt die allgemeine Formel  $C_mH_{2n}O_n$  zu; sie sind demnach organische Verbindungen, welche neben Kohlenstoff noch die Elemente Wasserstoff und Sauerstoff in jenem Verhältnis enthalten, das der Zusammensetzung des Wassers entspricht. Von besonderer Bedeutung sind jene Kohlenhydrate, bei welchen die Anzahl der im Molekül vorhandenen Kohlenstoffatome ( $m$ ) durch die Zahl 6 oder ein Vielfaches von 6 ausgedrückt ist: sie werden Saccharide genannt und sind im Pflanzenreiche sehr verbreitet. Man unterscheidet:

1. Monosaccharide  $C_6H_{12}O_6$  (Traubenzucker und Fruchtzucker);
2. Disaccharide  $C_{12}H_{22}O_{11}$  (Rohr- oder Rübenzucker, Milchzucker und Malzucker);
3. Polysaccharide  $(C_6H_{10}O_5)_x$  (Zellulose, Stärke, Dextrine, Gummiarten und Pflanzenschleime).

<sup>1)</sup> Gelatine dient auch zu medizinischen Zwecken. Die in der Küche verwendete Gelatine wird häufig gefärbt.

<sup>2)</sup> Ein zu großer Formaldehydzusatz führt zur Bildung unlöslicher Niederschläge. — Der auch der unzersetzten Leimlösung zukommende Geruch kann durch einen Zusatz von etwas Nitrobenzol (Mirbanöl) verdeckt werden.

<sup>3)</sup> S. 196.

<sup>4)</sup> Chem. Zeit 1910, Seite 993.

<sup>5)</sup> Lunge, Chem.-techn. Unters.-Meth., 3. Bd., S. 92.

Unter dem Einflusse von ungeformten Fermenten (Enzymen<sup>1)</sup>) oder beim Kochen mit verdünnten Säuren erleiden die Di- und Polysaccharide eine hydrolytische Spaltung, wobei sie in Monosaccharide zerfallen. Während wir das Molekulargewicht der Mono- und Disaccharide genau kennen, ist uns die Zahl der in Polysaccharidmolekülen vorhandenen Monosaccharidkomplexe noch unbekannt. Um die Ungewißheit ihrer Molekulargewichte anzudeuten, setzt man die ihrer prozentischen Zusammensetzung entsprechende Formel in Klammern und fügt ein  $x$  hinzu:  $(C_6H_{10}O_5)_x$ . Nach Skraup entspricht bei der Zellulose das  $x$  wahrscheinlich der Zahl 34. Es besitzen demnach die Moleküle der Polysaccharide einen viel komplizierteren Aufbau als die der Di- und Monosaccharide.

### Zellulose und ihre Präparate.

Die **Zellulose** (**Zellstoff**) ist der Hauptbestandteil der Zellwände aller Pflanzen. In fast reinem Zustande ist sie nur in seltenen Fällen, wie in der Baumwollfaser und im Mark mancher Pflanzen enthalten; gewöhnlich ist sie von Holz- oder Korkstoff und von mineralischen Einlagerungen stark durchsetzt, z. B. beim Holz.

Der Pflanzenzellstoff findet bei genügender Länge der Zellen in seiner natürlichen Form als Faserstoff (Baumwolle, Flachs, Hanf, Ramie, Jute) zur Herstellung von Garnen bzw. Geweben und von Papier Verwendung. Durch chemische Einflüsse läßt sich die Zellulose in Produkte überführen, welche für die Sprengstofftechnik und in neuerer Zeit auch für die Textilindustrie sowie für die Herstellung plastischer Massen eine große Bedeutung erlangt haben.

Da die Zellulose in allen gebräuchlichen Lösungsmitteln unlöslich ist, kann sie in reinem Zustande durch eine stufenweise Behandlung der pflanzlichen Gewebe mit verdünnten Säuren und Alkalien, Alkohol und Äther erhalten werden; durch diese Reagenzien werden die Verunreinigungen gelöst.

Ein Lösungsmittel für Zellulose ist das Schweitzersche Reagens, eine tiefblaue Lösung von Kupferhydroxyd in Ammoniak. Wird die Zellulose in diesem Reagens gelöst und die Lösung mit einer Säure versetzt, so fällt die Zellulose als eine amorphe, weiße Masse wieder aus. Auf diesem Verhalten der Zellulose beruht die Darstellung des sogen. **Glanzstoffes** nach Pauly, Bronnert, Fremery und Urban aus der Baumwolle. Diese wird mit starker Natronlauge vorbehandelt, wodurch eine chemische Verbindung der Zellulose mit Natriumhydroxyd gebildet wird<sup>2)</sup>, die im Schweitzerschen Reagens besonders leicht löslich ist. Die sirupdicke blaue Lösung mit etwa 5 % Zellstoff wird filtriert und durch kapillare Glasspitzen in verdünnte Schwefelsäure gepreßt, wo sie zu Fäden erstarrt, die dann auf Glasspulen aufgewickelt und getrocknet werden. Das so hergestellte Produkt besitzt einen hohen

---

<sup>1)</sup> S. 104.

<sup>2)</sup> S. 201.

Glanz, eine gute Aufnahmefähigkeit für Farbstoffe, eine ziemlich große Festigkeit und einen „krachenden Griff“.

Verdünnte Säuren greifen die Zellulose auch in der Wärme nur wenig an. Wird aber z. B. die Baumwolle mit einer verdünnten Schwefelsäure getränkt und dann heiß getrocknet, so wirkt die nach dem Verdunsten des Wassers zurückbleibende konzentrierte Schwefelsäure auf die Zellulose zerstörend ein, und zwar durch Bildung von Hydrozellulosen  $(C_6H_{10}O_5)_x \cdot H_2O$ , die zu einem weißen Pulver zerfallen. In derselben Weise wirken auch Wasserstoffchlorid, Oxalsäure, Weinsäure und Zitronensäure. Auf der in dieser Weise bewirkten Zerstörung der Zellulose beruht das „Karbonisieren der Schafwolle<sup>1)</sup>. Durch eine kurze Einwirkung einer etwa 78 %igen kalten Schwefelsäure wird die Zellulose in Amyloid übergeführt (Darstellung von „vegetabilischem Pergament“ aus Filtrierpapier<sup>2)</sup>).

Die Behandlung der Zellulose mit einem Salpetersäure-Schwefelsäuregemisch führt je nach dem Konzentrationsgrad und der Einwirkungs-dauer des Säuregemisches zum Zellulosedinitrat  $[C_6H_8(O \cdot NO_2)_2O_3]_n$ , auch Kollodiumwolle genannt, oder zum Zellulosetrinitrat (Schießbaumwolle)  $[C_6H_7(O \cdot NO_2)_3O_2]_n$ <sup>3)</sup>. Aus dem ersteren wird nach Chardonnet die **Kollodium-** oder **Chardonnetseide** hergestellt. Zu diesem Zwecke wird das aus Watte gewonnene Zellulosedinitrat in einer Mischung von Alkohol und Äther zu einer sirupdicken Flüssigkeit gelöst, die Lösung filtriert und unter einem Druck von 50 at aus einem Kessel durch kapillare Röhren ausgepreßt. In vorgelegtem Wasser erstarrt die Kollodiummasse zu feinen Fäden. Eine größere Anzahl derselben wird zu dickeren Fäden zusammengedreht, auf Haspel gewickelt, getrocknet und zur Beseitigung der F uergefährlichkeit durch Behandeln mit Ammoniumsulfid denitriert (von den Nitrogruppen befreit). Schließlich wird das Produkt noch mit Chlorkalk gebleicht. Die Chardonnetseide hat einen schönen Glanz und ein gutes Aufnahmevermögen für Farbstoffe, besitzt aber in feuchtem Zustande eine sehr geringe Festigkeit. Auch der „krachende Griff“, welcher der echten Seide zukommt, fehlt ihr.

Die Kollodiumlösung kann auch zur Erzielung eines dauernden, glänzenden Überzuges auf baumwollenen Garnen dienen; allerdings ist eine solche Ware leicht entflammbar.

Wird fein gemahlene Kollodiumwolle mit Kampfer unter Druck erhitzt, so erhält man eine durchscheinende und elastische Masse, welche den Namen **Zelluloid** führt und als Ersatz für Elfenbein, Schildpatt usw. dient. Das Zelluloid ist sehr leicht entzündlich und hat deshalb

<sup>1)</sup> S. 66 u. 304.

<sup>2)</sup> S. 66.

<sup>3)</sup> S. 72.

in der neueren Zeit einen ernsten Wettkampf mit anderen plastischen Massen, wie Galalith<sup>1)</sup>, Viskose<sup>2)</sup> usw., zu bestehen. Dem Zelluloid ähnlich ist das **Pegamoid**, das, auf Baumwollgewebe aufgewalzt, insbesondere zur Leder-Imitation Verwendung findet. Auch zum Wasserdichtmachen von Geweben kann es verwendet werden.

Durch Einwirkung von Essigsäureanhydrid bei Gegenwart von etwas konzentrierter Schwefelsäure auf Zellulose (noch besser auf Hydrozellulose) erhält man das Zellulosetriazetat, auch Azetylzellulose genannt  $[C_6H_7(C_2H_3O)_3O_5]_n \cdot H_2O$ , das den wertvollsten, aber auch teuersten Stoff für die Kunstseide bildet. Es stellt eine hornartige Masse vor, die sich in Chloroform und Azeton zu einer sirupdicken Flüssigkeit löst und sich in dieser Lösung leicht zu Fäden spinnen läßt (**Azetatseide**). Nach einem patentierten Verfahren lassen sich mit Hilfe der Azetylzellulose unter Mitverwendung von Glimmerpulver auf Geweben Seidenglanzeffekte erzielen.

Besonders wichtig ist das Verhalten der Zellulose zur Natronlauge. Beim Kochen der Baumwollfaser mit einer stark verdünnten Natronlauge (von etwa 2° Bé), wie dies beim „Beuchen“ der Baumwollware der Fall ist<sup>3)</sup>, erleidet diese keine Schädigung, wenn der Luftzutritt zu der heißen, mit Lauge getränkten Ware vermieden wird. Bei Zutritt von Luft wird die Baumwolle zufolge Bildung von Oxyzellulose [vermutlich  $(C_6H_{10}O_6)_x$ ] mürbe und brüchig<sup>4)</sup>. Eine eigentümliche Veränderung erleidet die Baumwollfaser, wenn sie mit starker, kalter Natronlauge behandelt wird. Eine derartige Behandlung führt, wenn sie unter gewissen Bedingungen durchgeführt wird, zu sehr wertvollen Eigenschaften der veränderten Baumwollfaser und wird gegenwärtig im großen Maßstabe durchgeführt; man bezeichnet sie als

### Mercerisation.

Die Mercerisation ist ein Verfahren, durch das der Baumwollfaser Seidenglanz, eine größere Festigkeit sowie eine erhöhte Aufnahmefähigkeit für Farbstoffe und Beizen verliehen wird.

Die Bezeichnung „Mercerisation“ rührt vom englischen Chemiker Mercer her, der schon im Jahre 1844 die Beobachtung machte, daß die Baumwollfaser beim Behandeln mit kalter Natronlauge zusammenschrumpft und dabei ein besseres Aufnahmevermögen für Farbstoffe erhält. Diese Erfindung wurde ihm im Jahre 1851 patentiert. Seiner

<sup>1)</sup> S. 193.

<sup>2)</sup> S. 202.

<sup>3)</sup> S. 121.

<sup>4)</sup> Ähnlich verhalten sich bei Sauerstoffzutritt auch andere alkalisch wirkende Beuchlaugen, wie Sodalösung und Kalkmilch. Die Bildung der Oxyzellulose wird auch durch oxydierende Substanzen, wie Chlor, Chlorkalk usw. verursacht.

Beobachtung, daß die so behandelte Baumwolle beim Strecken einen höheren Glanz erhält, legte Mercer keinen Wert bei. Letztere Eigenschaft wußte erst die Firma Thomas & Prevost in Krefeld im Jahre 1896 zu verwerten, und zwar durch ihr Verfahren, das Baumwollgarn oder Baumwollgewebe während der Behandlung mit Natronlauge und beim nachfolgenden Spülen zu spannen, wodurch man einen dauernden Glanz erhält, ohne daß die Ware eingeht. Dieses Verfahren ist patentfrei und wird nunmehr nach zahlreichen Methoden durchgeführt.

Die Mercerisation besteht im wesentlichen in einer kurzen Behandlung der Baumwollgarne und Baumwollgewebe mit kalter Natronlauge von etwa 30° Bé, wobei die Zellulose mehr oder weniger in Natronzellulose  $(C_6H_{10}O_5 \cdot NaOH)_x$  übergeführt wird, aus welcher beim darauffolgenden Waschprozeß eine Verbindung der Zellulose mit Wasser  $(C_6H_{10}O_5 \cdot H_2O)_x$  gebildet wird, die der Faser die oben genannten Eigenschaften verleiht. Da die Baumwollfaser beim Behandeln mit Natronlauge sehr stark einschrumpft, muß zur Vermeidung dieses Übelstandes die Ware in gespanntem Zustande mercerisiert werden.

Der Effekt der Mercerisation ist insbesondere vom Konzentrationsgrad der Lauge und von der Temperatur abhängig. Für die Mercerisation bei gewöhnlicher Temperatur (15 bis 18°) wird eine Lauge von 28 bis 32° Bé als die günstigste bezeichnet. Durch Abkühlen der Lauge wird die Mercerisation beschleunigt, durch Erwärmen verzögert. Wenn man die Lauge kühlt, kann ihre Konzentration auch schwächer sein. Eine Natronlauge von 10° Bé übt keine mercerisierende Wirkung aus. Man findet auch Mercerisieranlagen, welche mit Kältemaschinen in Verbindung stehen; dadurch spart man an Natronlauge<sup>1)</sup>. Ein Zusatz von 5 bis 6% Alkohol zur Mercerisationslauge bewirkt eine bessere und gleichmäßigere Netzung der Baumwolle. Nach einem anderen Verfahren arbeitet man mit einer 16%igen, aber mit Kochsalz gesättigten Natronlauge; dabei soll angeblich dieselbe Wirkung erzielt werden wie mit einer 25%igen Lauge.

Nach neueren Methoden versucht man das Spannen durch Zusatz verschiedener Substanzen (Glyzerin, Gelatine, Benzol u. a.) zu umgehen. Allein der Seidenglanz wird dadurch beeinträchtigt. Nach dem Kleinfeferschen Verfahren geschieht die Mercerisation von Baumwollgarnen in einer Schleudermaschine; das Einlaufen der Ware wird hier durch die Zentrifugalkraft verhindert.

Bei der Mercerisation von Baumwollgeweben passiert die Ware in ausgebreitetem Zustande eine mit schweren gußeisernen Walzen versehene Klotzmaschine, die mit abgekühlter Lauge beschickt ist. Die gut abgequetschte Ware bleibt in aufgerolltem Zustande einige

<sup>1)</sup> Die Abkühlung der Mercerisationslauge mit flüssiger Kohlensäure ist jener mit Eis vorzuziehen.

Zeit liegen und wird dann auf einem Spannrahmen gestreckt. Während des Streckens wird die Ware mit heißem Wasser gespült und gelangt behufs Neutralisation der noch anhängenden Lauge dann zum Säuern; schließlich wird sie gewaschen. Eine Mercerisiermaschine für Gewebe stellt Fig. 20 vor.

Das Laugenwaschwasser kann in einer etwa vorhandenen Bleiche zum Beuchen Verwendung finden oder einer Konzentration im Vakuum unterworfen und so für die Mercerisation wieder verwendbar gemacht werden.

Zur Mercerisation gelangt fast ausschließlich entschlichtete oder mit stark verdünnter Natronlauge abgekochte Ware. Die Mercerisation

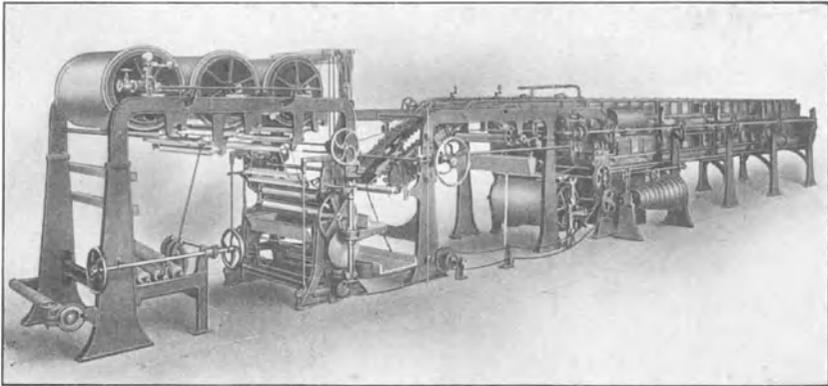


Fig. 20. Mercerisiermaschine.  
(Moritz Jahr, Maschinenfabrik, Gera - Reuß.)

der rohen Ware findet selten statt, da die Schlichte eine gleichmäßige Imprägnierung mit Natronlauge hindert.

Ein gegenwärtig vielseitig angewendetes Zellulosepräparat ist die

### Viskose.

Die Darstellung der Viskose geschieht durch Einwirkung von Schwefelkohlenstoff auf die aus Baumwolle oder Holz (am besten Kiefernholz) hergestellte Natronzellulose. Man erhält hierbei eine homogene, strengflüssige Masse, welche nach entsprechender Reinigung das Natriumsalz der Zellulose-Xanthogensäure  $CS \begin{matrix} \text{O} \\ \text{SNa} \end{matrix} \cdot C_6H_9O_4$  vorstellt. Die Viskose ist in Wasser und in Alkalilauge löslich; beim Erwärmen der wässrigen Lösung auf 60 bis 90° sowie beim Zusatz von

Mineralsäuren und mancher Salze (z. B. Ammoniumchlorid) findet eine Zersetzung der Viskose statt, wobei sich ein Zellulosehydrat (Hydrozellulose) als eine hornartige Masse ausscheidet.

Überläßt man die Viskoselösung der Einwirkung der Luft, so erhält man das **Viskoid**, eine Masse, die sich in teigartigem Zustande formen läßt und als Zelluloidersatz zur Herstellung von Horn-, Elfenbein-Imitationen u. dgl. sowie zur Erzeugung von künstlichem Leder Anwendung findet<sup>1)</sup>.

Zur Herstellung der **Viskoseseide** wird die zähflüssige Viskoselösung durch die Kapillarröhrchen des Spinnapparates in eine Ammoniumchloridlösung fließen gelassen; in dieser zerlegt sich die Viskose unter Bildung eines zusammenhängenden Zellulosehydratfadens.

In der letzten Zeit hat die Viskose auch in der Appretur an Bedeutung gewonnen. Es gibt eine Reihe von Methoden, nach welchen man Garne und Gewebe mit Hilfe der Viskose mit einem dünnen, durchsichtigen oder undurchsichtigen Überzug versehen kann. Der aus Zellulosehydrat bestehende Appret ist dauerhaft und gegen heißes Wasser sowie viele chemische Reagenzien widerstandsfähig; er macht die Ware steif und hindert das Färben und Bleichen derselben in keiner Weise. Zur Erzielung einer weißen Ware wird das Bleichen stets nach dem Imprägnieren mit Viskose vorgenommen, da auch für die letztere ein Bleichprozeß notwendig erscheint. Der Viskoseappreturmasse können nach Bedarf die verschiedensten Stoffe, insbesondere mineralische Substanzen einverleibt werden. Davon macht man besonders bei der Herstellung des Buchbinderleins Anwendung. In Verbindung mit Kautschuk läßt sich die Viskose auch zur Herstellung von wasserdichten Geweben verwenden.

Bei der Herstellung derartiger Artikel wird das mit der Viskoselösung imprägnierte Gewebe oder Garn gedämpft und dann gewaschen.

Nach dem Verfahren von Aykroyd und Kraus wird die Viskose auf der Ware selbst erzeugt. Zu diesem Zwecke wird die Ware in gespanntem Zustande zuerst mit Natronlauge behandelt und nach dem Waschen der Einwirkung des Schwefelkohlenstoffes überlassen. Bei dem darauffolgenden Dämpfen wird Zellulosehydrat gebildet. In ähnlicher Weise behandelt man nach J. H. Ashwell und G. Tagliani Baumwollgarne.

Nach Subrenat lassen sich mit Viskose auf mechanischem Wege auch Glanzeffekte erzielen, wenn das auf der Faser erzeugte Xantho-

---

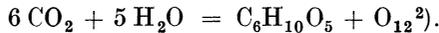
<sup>1)</sup> Eine mit Mineralfarben versetzte Viskoselösung wird als guter und billiger Ersatz für Leinölfarben zu Anstrichen empfohlen. — In der Papierfabrikation bildet die Viskose einen teilweisen Ersatz für Harzleime bei der Herstellung festerer Papiere.

genat nach dem Trocknen bei mäßiger Temperatur und einigem Anfeuchten durch Gaufrieren, Bürsten u. dgl. glänzend gemacht wird. Dann wird das Xanthogenat in der Wärme zersetzt, wobei der Glanz keine Einbuße erleiden soll.

An dieser Stelle sei auch der Ablaugen der Sulfitzellulosefabrikation<sup>1)</sup> Erwähnung getan. Sie enthalten neben Holzstoff auch Zuckerarten, Harze usw. gelöst und werden als Zusatz zu Appreturmassen empfohlen. In Verbindung mit anderen Stoffen, wie z. B. mit Kleber, können sie auch bei der Herstellung von Klebstoffen dienlich sein. Aus den Ablaugen der Sulfitzellulosefabrikation hergestellte Präparate sind z. B. der Gerbleim und das Dextron; beide sind in Alkalien löslich und besitzen eine gute Klebkraft.

## Stärke.

**Bildung und Vorkommen der Stärke.** Die Stärke wird in der grünen Pflanze unter dem Einflusse des Sonnenlichtes aus Kohlendioxyd und Wasser gebildet. Den dabei stattfindenden Vorgang veranschaulicht die folgende Gleichung:



Nach der jetzt allgemein geltenden Ansicht ist das erste stabile photosynthetische Produkt der Pflanze Traubenzucker  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ , aus welchem durch Polymerisation Stärke gebildet wird. Der Pflanze kommt die Fähigkeit zu, die in den Blättern gebildete Stärke in wasserlösliche Kohlenhydrate umzuwandeln und sie in dieser Form ihren verschiedenen Organen zuzuführen, wo sie entweder als Nahrungsmittel direkt verwendet oder aber in Stärke zurückverwandelt werden. Insbesondere in den Wurzeln, Knollen, Samen und Früchten vieler Pflanzen sammelt sich die Stärke in beträchtlicher Menge an, um später der jungen keimenden Pflanze so lange als Nahrungsmittel (Reservestoff) zu dienen, bis

<sup>1)</sup> Zur Bereitung der in der Papierfabrikation verwendeten Sulfitzellulose wird das Rohmaterial (zumeist Fichtenholz) mit einer Lösung von Kalziumbisulfit  $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$  in schwefliger Säure unter Druck behandelt. Dadurch werden der Holzstoff und die übrigen Einlagerungen gelöst und mit der Ablauge abgeführt, während eine reinweiße Zellulose als Rückstand verbleibt.

Nach dem älteren Verfahren findet die Reindarstellung der Zellulose aus Holz oder Stroh mit Hilfe von Natronlauge (Natronzellulose) statt. Die so erhaltene Zellulose bedarf noch einer Chlorkalkbleiche.

<sup>2)</sup> Außer diesem Vorgange, welcher als Kohlensäureassimilationsprozeß bezeichnet wird, findet bei der Pflanze in derselben Weise wie im Tierreiche auch der Atmungsprozeß statt. Dieser kommt jedoch bei der Pflanze nur bei Nacht zur Geltung, da bei Tag der im umgekehrten Sinne verlaufende Assimilationsprozeß die Atmung überwiegt. Daher kommt es, daß die Pflanzen bei Tag Sauerstoff und bei Nacht Kohlendioxyd abgeben.

diese nach Bildung des Blattgrüns (Chlorophyll) fähig ist, die Kohlensäure selbst zu assimilieren.

Reich an Stärke sind die Samen der Zerealien und Hülsenfrüchte, die Knollen der Kartoffeln und anderer Pflanzen, das Mark einiger Palmen, die Kastanien usw.

Struktur der Stärke. Der Stärke kommt eine organisierte Form zu. Sie besteht aus mikroskopisch kleinen Körnchen, die je nach der Pflanzenart, in welcher sie vorkommen, ihrer Form und Größe nach so verschieden sind, daß man von einer gegebenen Stärkeprobe im allgemeinen mit Hilfe des Mikroskopes die Herkunft bestimmen kann. Sehr häufig wird bei den Stärkekörnchen eine ovale Form beobachtet, die von einer exzentrischen Streifung durchsetzt ist. Diese ist durch eine eigentümliche Schichtung der Stärkekörnchen zu erklären. Die Größe der Stärkekörnchen schwankt zwischen 0,004 und 0,2 mm<sup>1)</sup>.

Die folgenden Abbildungen zeigen die mikroskopischen Bilder der wichtigsten Stärkesorten.

### Gewinnung der Stärke.

Kartoffelstärke. Die Kartoffel enthält 16 bis 20% Stärke. Da die Stärkekörnchen in den Zellen des Gewebes lose liegen, lassen sich dieselben auf mechanischem Wege leicht abscheiden. Man zerreibt die gewaschenen Kartoffeln auf Reiben zu einem Brei und wäscht diesen in Siebzylindern mit rotierenden Bürsten aus, wobei die Zellreste und Schalenteile zurückbleiben, die Stärkekörnchen aber vom zufließenden Wasser weggeschwemmt werden. In Absetzbehältern läßt man aus der milchigen Flüssigkeit — der Stärkemilch — die Stärke sich absetzen. Der erhaltene Bodensatz wird in Zentrifugen abgeschleudert und zur Vermeidung der Verkleisterung vorsichtig bei niedriger Temperatur getrocknet. Auf diese Weise wird auch die Klebkraft der Stärke erhöht. Man trocknet nur bis auf 20 % Wasser, da eine wasserärmere Stärke 17—20% Wasser wieder aus der Luft anzieht. Die Kartoffelstärke kommt in größeren Brocken oder gemahlen als loses Pulver in den Handel. Man unterscheidet eine Prima-, Sekunda- und Tertia-Ware; erstere ist zufolge ihrer Reinheit schneeweiß und glänzend. Die Abfälle der Kartoffelstärke, Pülpe genannt, finden als Viehfutter Verwertung.

Die Kartoffelstärke kommt häufig unter dem Namen „Kartoffelmehl“ in den Handel; das eigentliche Kartoffelmehl enthält jedoch außer Stärke noch andere Bestandteile<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Zur Vereinfachung wird die Größe der Stärkekörnchen in Mikromillimeter (Mikron) ausgedrückt ( $1 \mu = 0,001 \text{ mm}$ ).

<sup>2)</sup> S. 232.



Fig. 21. Kartoffelstärke. Vergr. 375/1.

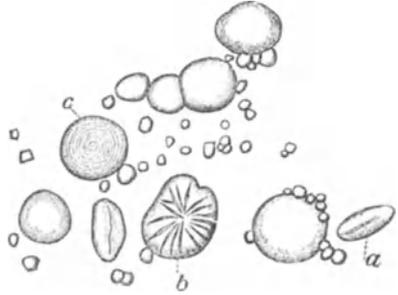


Fig. 22. Weizenstärke. Vergr. 280/1.  
 a) Körnchen von der Seite,  
 b) gequetschtes Körnchen,  
 c) Körnchen mit sichtbarer Schichtung.

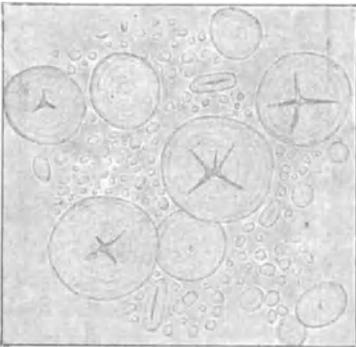


Fig. 23. Roggenstärke. Vergr. 289/1.

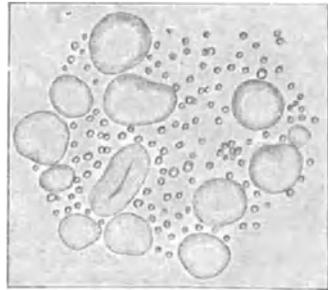


Fig. 24. Gerstenstärke. Vergr. 280/1.



Fig. 25. Reisstärke. Vergr. 280/1.

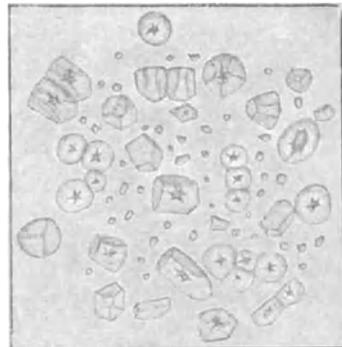


Fig. 26. Maisstärke. Vergr. 280/1.

(Fig. 21 — 32 aus Hager-Mez, Das Mikroskop und

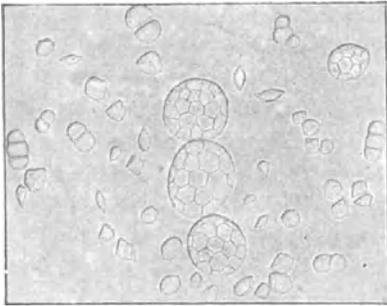


Fig. 27. Haferstärke. Vergr. 280/1.

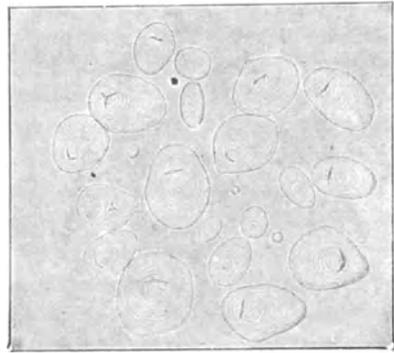


Fig. 28. Marantastärke (Westindisches Arrowroot). Vergr. 280/1.



Fig. 29. Kurkumastärke (Ostindisches Arrowroot). Vergr. 280/1.

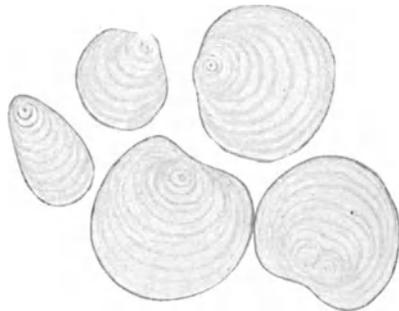


Fig. 30. Cannastärke (Queensland-Arrowroot). Vergr. 200/1.

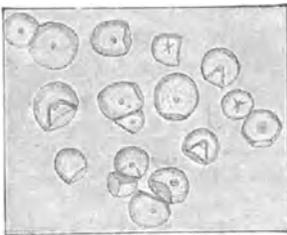


Fig. 31. Mandiokastärke (Brasilianisches Arrowroot). Vergr. 280/1.



Fig. 32. Sagostärke. Vergr. 280/1.

seine Anwendung, 11. Auflage, Julius Springer, Berlin.)

**Weizenstärke.** Weizenkörner enthalten etwa 60% Stärke. Die stärkeführenden Zellen des Weizens enthalten auch den zu den Eiweißstoffen gehörenden Kleber, welcher in Berührung mit Wasser eine zähe, teigige Masse bildet, welche die Stärkekörnchen so fest umschließt, daß eine mechanische Trennung der Stärke vom Kleber nur durch Anwendung besonderer Knetmaschinen möglich ist, in welchen der aus Weizenmehl bereitete Teig wiederholt zerrissen, ausgebreitet und gewendet wird. Auf diese Weise vermag das zufließende Wasser, da ihm eine große Angriffsfläche geboten wird, die Stärke allmählich wegzuspülen.

Bei diesem „süßen Verfahren“ bleibt der Kleber als zusammenhängende Masse zurück und findet zur Herstellung von Teigwaren und Klebstoffen Verwendung. Nach dem älteren „sauren Verfahren“ überläßt man das mit lauem Wasser zu einem Brei angerührte, eingeweichte und zerquetschte Getreide einem Gärungsprozeß. Es bilden sich Milchsäure, Buttersäure und andere Gärungsprodukte, welche den Kleber teils zersetzen, teils lösen, wodurch aus der gelockerten Masse die Stärke leicht entfernt werden kann. Schließlich wird die Stärke mit frischem Wasser angerührt, absetzen gelassen und getrocknet. Beim Trocknen teilt sich die nach der einen oder anderen Art erhaltene Stärke meist in basaltähnliche Stängelchen (Strahlenstärke). In dieser Form kommt die Weizenstärke wie auch die Reisstärke gewöhnlich in den Handel, da die „Strahlen“ als ein Zeichen der besseren Stärkesorten geschätzt sind.

**Roggenstärke.** Sie wird ähnlich wie die Weizenstärke gewonnen, findet aber in der Appretur nur selten Verwendung. Wenn die Preisverhältnisse es gestatten, wird sie der Weizenstärke beigemischt.

**Reisstärke.** Der Reis enthält gegen 85% Stärke. Doch ist er am schwierigsten zu verarbeiten, da die Stärkekörnchen durch Eiweißstoffe und Pflanzenschleime fest verkittet sind. Behufs Sonderung der zu zusammengesetzten Stärkekörnern verkitteten Teilkörnchen werden die geschälten Reiskörner<sup>1)</sup> zuerst etwa 24 Stunden mit 0,3 bis 0,6% iger Natronlauge behandelt, dann gewaschen und unter Wasser zerquetscht. Nach Abscheidung der Hülsen durch Bürsten auf Siebvorrichtungen wird die Stärkemilch in Bottiche geleitet, wo sich die Stärke absetzt. Nach dem Abschleudern und Abnutschen<sup>2)</sup> wird die Stärke in Trockentuben sehr langsam bis auf 12% Wassergehalt getrocknet. Diese Wassermenge kommt der lufttrockenen Reisstärke zu.

**Maisstärke.** Sie wird aus Mais in ähnlicher Weise wie die Reisstärke hergestellt, aber gewöhnlich durch schweflige Säure ( $\frac{1}{4}$  bis

<sup>1)</sup> Zur Verwendung kommt stets der geschälte Bruchreis, der beim Schälen in den Reismühlen abfällt.

<sup>2)</sup> S. 8.

$\frac{1}{3}$  % SO<sub>2</sub>) aufgeschlossen. Große Mengen Maisstärke stellen die Vereinigten Staaten unter dem Namen „Maizena“ her. Die schottische Maisstärke führt den Namen „Mondamin“.

**Roßkastanienstärke.** Diese soll sich zu Appreturzwecken sehr gut eignen. Sie erteilt der Ware einen dauerhaften, milden Griff. Leider gibt es noch kein Verfahren, nach welchem man aus dem billigen Rohstoff auf billige Weise eine Roßkastanienstärke herstellen könnte. Als schwer zu entfernende Beimengungen sind in der Roßkastanie Gerbstoffe enthalten.

**Eichelstärke.** Auch mit dieser hat man in der Appretur Versuche gemacht. Ihrer Gewinnung stellen sich jedoch dieselben Schwierigkeiten entgegen wie bei der Roßkastanienstärke.

Die Buchweizen-, Bohnen- und Erbsenstärke sind zwar wiederholt für Appreturzwecke empfohlen worden, doch dürften sie dazu kaum verwendet werden.

**Marantastärke** (Pfeilwurzelstärke, westindisches Arrowroot) wird aus dem Wurzelstocke der westindischen Pfeilwurzel und anderer tropischen Pflanzen in Westindien, Ostindien, Australien und Afrika gewonnen.

**Kurkumastärke** (Tikmehl, ostindisches Arrowroot) stammt aus dem Wurzelstocke der besonders in Vorderindien wachsenden Gelbwurzeln.

**Cannastärke** (Tous-les-mois-Stärke, Queensland-Arrowroot) wird aus dem Wurzelstocke mehrerer Blumenrohrarten gewonnen.

**Mandiokastärke** (Manihot- oder Cassawastärke, brasilianisches Arrowroot) wird besonders in Brasilien aus der mehltreichen Wurzel der als Brotpflanze kultivierten Mandioka- oder Cassawapflanze gewonnen.

**Batatenstärke** wird aus den Knollen der in Südamerika und Indien angebauten Nahrungspflanze Jalapa gewonnen. Für Appreturzwecke hat sie eine untergeordnete Bedeutung. Als „brasilianisches Arrowroot“ kommt auch ein Gemisch der Batatenstärke und Mandiokastärke in den Handel.

**Sagostärke** stammt aus dem Marke der in Ostindien heimischen Sagopalmen<sup>1)</sup>.

### **Eigenschaften der Stärke.**

Trotz der Verschiedenheiten in der Abstammung und in der Form ihrer Körnchen besitzen alle Stärkesorten dieselben chemischen Eigen-

<sup>1)</sup> Unter Sago versteht man die in Form von Körnern gebrachte und durch Erhitzen zum Teil in Dextrin umgewandelte Sagostärke. In derselben Weise dient die Mandiokastärke zur Herstellung der Tapioka, und die Kartoffelstärke zur Herstellung des Kartoffelsago. Diese Produkte dienen als Nahrungsmittel.

schaften. Auch in physikalischer Hinsicht weichen ihre Eigenschaften nur wenig voneinander ab. Die Stärke bildet ein geruch- und geschmackloses Pulver vom spez. Gewicht 1,53; sie fühlt sich weich an und knirscht zwischen den Fingern. Die Feinheit der Stärkesorten hängt von der Größe der Stärkekörnchen ab. Zu den feinsten Sorten gehören die Reis-, Hafer- und Buchweizenstärke, zu den mittelfeinen die Weizen- und Maisstärke, zu den größten die Kartoffelstärke.

Der Wassergehalt der Stärke ist sehr wechselnd, bei der Kartoffelstärke beträgt er 16 bis 20%, bei der Weizenstärke 14 bis 16%. Getrocknete Stärke ist sehr hygroskopisch, sie nimmt etwa 10% Wasser sehr schnell auf und dann noch weitere 10%, ohne dabei feucht zu werden. An feuchter Luft kann sie bis 35% Wasser aufnehmen und erst bei 36% Wasser ballt sie sich zusammen, ohne jedoch dabei feucht zu erscheinen<sup>1)</sup>.

**Verhalten der Stärke beim Erhitzen.** Auf etwa 160° erhitzt, geht die Stärke in ein lösliches Produkt, Dextrin genannt, über<sup>2)</sup>. Diese Umwandlung erfährt die Stärke bei etwa 110°, wenn sie mit verdünnter Salpetersäure oder Salzsäure befeuchtet wird. Bei höheren Temperaturen zersetzt sich die Stärke unter Verkohlung.

**Verhalten der Stärke gegen Wasser.** In kaltem Wasser erfährt die Stärke keine Veränderung, in heißem Wasser quellen die Stärkekörnchen auf, gelangen zum Platzen und fließen zu einer gleichartigen, durchscheinenden, schleimigen und klebrigen Masse — dem Kleister — zusammen. Die Verkleisterungstemperatur<sup>3)</sup> ist je nach der Abstammung der Stärke verschieden. Nach Lintner liegt sie

bei der Roggenstärke	zwischen	65°	(Beginn)	und	80°	(Vollendung)
„ „	Reisstärke	„	70°	„	„	80°
„ „	Kartoffelstärke	„	62°	„	„	65°
„ „	Maisstärke	„	70°	„	„	75°
„ „	Weizenstärke	„	75°	„	„	80°
„ „	Gerstenstärke	„	77°	„	„	80°

Die Konsistenz des Kleisters ist vor allem von der Menge des zur Verwendung gelangenden Wassers abhängig. Bei wenig Wasser erhält man einen dicken, gallertigen, bei viel Wasser einen dünnen, flüssigen Kleister.

<sup>1)</sup> Der Wassergehalt der Stärke kommt wirtschaftlich sehr in Betracht. Beträgt der Preis von 100 kg Kartoffelstärke 26 K., so bedeutet ein Wassergehalt von 20% statt 18% eine Differenz von 64 h für jeden Sack. Nach den Handelsbedingungen kann der Wassergehalt der Stärke 20% betragen.

<sup>2)</sup> S. 234.

<sup>3)</sup> Die Verkleisterungstemperatur ist nicht mit der Quellungs-temperatur zu verwechseln. Die Quellung einzelner, besonders der großen Stärkekörnchen beginnt bei den meisten Stärkesorten bereits bei 50° und ist bei 65° zumeist vollständig.

Die Bereitung der Stärkeabkochung geschieht zweckmäßig auf folgende Weise. Es werden z. B. 10 kg Stärke mit etwa 20 l Wasser zu einer Milch angerührt, je nach der gewünschten Konsistenz des Kleisters noch 100 bis 200 l Wasser zugesetzt und unter Rühren, am besten in doppelwandigen Dampfkochgefäßen oder durch direktes Einleiten des Dampfes, zum Kochen gebracht. Kartoffelstärke kocht man etwa 10 Minuten, Weizenstärke etwa 15 Minuten. Durch längeres Kochen verliert der Kleister an Konsistenz und Klebkraft. Für die Bereitung des Kleisters aus der Weizen- und Kartoffelstärke wird empfohlen, zuerst die Weizenstärke für sich zu verkochen, die Masse auf etwa 90° abzukühlen und nach langsamem Einrühren der Kartoffelstärke noch kurze Zeit zu kochen<sup>1)</sup>. Zur Entfernung etwaiger Stärkeklumpchen, welche die Gleichmäßigkeit der Appretur beeinträchtigen würden, ist noch ein Durchsiehen der Appreturmasse durch Siebvorrichtungen vielfach geboten.

Wenn der Stärkekleister gefriert, so verliert er nach dem Auftauen seine Klebkraft.

Zur Erkennung der Stärke dient die Blaufärbung des Stärkekleisters, sowie auch der unverkleisterten Stärke durch freies Jod<sup>2)</sup>. Die Färbung verschwindet beim Erwärmen und tritt beim Erkalten wieder ein.

In seiner Beschaffenheit und Klebkraft sowie in seinem Steifungsvermögen weist der Stärkekleister je nach der Stärkesorte einige Unterschiede auf:

Die Kartoffelstärke gibt den dicksten Kleister, welcher jedoch eine geringere Klebkraft und ein geringeres Steifungsvermögen als der aus Weizenstärke bereitete Kleister besitzt; auch ist er weniger haltbar, hingegen verleiht er der Ware mehr Körper und einen weichen Appret. Um die Ware voll und steif zu machen, verwendet man oft ein Gemisch von Kartoffel- und Weizenstärke, oder von Kartoffel- und Maisstärke. Charakteristisch ist der eigentümliche Geruch des Kartoffelstärkekleisters.

Die Weizen- und Reisstärke geben einen haltbaren, stark klebenden und gut steifenden Kleister.

Die Maisstärke gibt einen Kleister, dessen Eigenschaften jenen der Weizenstärke nahe kommen; doch ist sein Steifungsvermögen noch größer.

Die Erfahrung lehrt, daß Kartoffel-, Mais- und Reisstärkekleister gleichmäßiger steifen als jener der Weizenstärke. Der

---

<sup>1)</sup> Vorrichtungen zur Bereitung der Appretur- und Schlichtmassen S. 290.

<sup>2)</sup> Zur Herstellung des Reagens werden in etwa 3 cm<sup>3</sup> Wasser zuerst 4 g Kaliumjodid und dann 2,5 g Jod gelöst und die Lösung mit Wasser zu 200 cm<sup>3</sup> verdünnt.

Grund wird in der großen Verschiedenheit der Stärkekörnchen beim Weizen (Groß- und Kleinkörner) vermutet. Mit dieser Ansicht könnte man auch die vorzügliche Eigenschaft der Reisstärke für die Appretur feinerer Baumwollwaren erklären. Da jedoch bei der Verkleisterung eine vollständige Zerstörung der Stärkekörnchen stattfindet, ist die verschiedene Wirkung der einzelnen Stärkesorten im Vorhandensein von gleich oder ungleich großen Körnchen wohl nicht zu suchen.

Es ist zu bemerken, daß auch der dünnste, selbst längere Zeit gekochte Kleister keine eigentliche Lösung vorstellt; vielmehr hat man es hier mit einer kolloiden Lösung zu tun, aus welcher das Stärkekolloid mehr oder weniger als „Gel“ ausgeschieden ist<sup>1)</sup>. Wird die Stärke unter einem Druck von 2 bis 3 at gekocht, so erfahren die Stärkemoleküle einen gewissen Abbau; dem so erhaltenen Produkt fehlt die kleisterartige Beschaffenheit (der Gelzustand), da in demselben die Stärke sehr weitgehend, und zwar kolloidal gelöst ist<sup>2)</sup>. Aus der Stärkelösung bringt Alkohol die „lösliche Stärke“ als ein sehr lockeres, weißes Pulver zur Fällung, das sich aber in kaltem Wasser nicht vollständig auflöst. Erst durch längeres Kochen mit Wasser bei mindestens 4 at entstehen Produkte, welche in kaltem Wasser löslich sind — infolge beginnender Hydrolyse, d. h. des Zerfalles des Stärkemoleküls zufolge der chemischen Einwirkung des Wassers. Eine Stärkelösung dringt in den Faden besser als Stärkekleister ein, selbst dann, wenn der letztere sehr dünn ist. Daher werden wirkliche Stärkelösungen in Appreturanstalten oft hergestellt. Ihre Bereitung geschieht in Autoklaven (Druckapparaten)<sup>3)</sup>.

Um den verschiedenen Ansprüchen in bezug auf das Aussehen und den Griff der appretierten Ware zu entsprechen, müssen der Stärkeappreturmasse vielfach verschiedene Zusätze einverleibt werden. So erhält man einen härteren Appret durch Zusatz von Leim, Gummi arabicum usw. Pflanzenschleime, wie das isländische Moos u. a. geben hingegen einen weicheren Griff. Einen geschmeidigen Appret erhält man durch Zusatz von Fetten, Glycerin, Seife usw. Behufs Erzielung von Glanz bei gemangelten oder kalandrierten Waren bedarf es eines Zusatzes von Wachs, Paraffin u. dgl. Soll die Ware beschwert oder gefüllt werden, so setzt man der Stärkeappreturmasse Ton, Gips, Schwerspat, Bittersalz usw. zu<sup>4)</sup>.

Beim Eintrocknen geht der Stärkekleister in eine hornartige Masse über. Da er beim Stehen an der Luft unter Bildung von Milchsäure und anderer Gärungsprodukte bald sauer wird, empfiehlt sich ein Zusatz eines antiseptisch wirkenden Mittels<sup>5)</sup>.

---

1) Vgl. S. 41.

2) Das Überführen der Stärke in lösliche Produkte bezeichnet man als „Aufschließen“ der Stärke.

3) S. 46 u. 292.

4) Alle diese Zusätze werden später besprochen.

5) S. 284.

Durch die Gärung wurde früher, mangels an besseren Mitteln, die zumeist aus Stärke bestehende Schlichte von der Rohware entfernt. (Entschlichten.)<sup>1)</sup>.

### Verhalten der Stärke gegen verdünnte Säuren.

Beim Erwärmen des Stärkekleisters mit verdünnten Säuren, am besten beim Kochen mit verdünnter Schwefelsäure, tritt bereits bei gewöhnlichem Druck (im offenen Kochgefäß) sehr bald eine Verflüssigung und schließlich eine vollständige Lösung desselben ein. Dabei findet zufolge der stattfindenden Hydrolyse eine sehr weitgehende Spaltung des Stärkemoleküls statt. Das Fortschreiten der Hydrolyse läßt sich mit der Jodlösung gut beobachten. Zuerst bildet sich lösliche Stärke, welche noch die rein blaue Jodreaktion zeigt und das Amylodextrin, das mit Jod eine violettblaue Reaktion gibt. Dann entstehen Dextrinarten, von welchen dem Erythrodextrin noch eine violette bis rote, dem Achroo- und Maltodextrin aber keine Jodreaktion mehr zukommt. Als Endprodukt der hydrolytischen Spaltung wird Dextrose (Traubenzucker) gebildet. Auch diese gibt mit Jod keine Färbung.

Die Hydrolyse erfolgt nicht stufenweise, sondern schon nach kurzem Einwirken der verdünnten Säure sind in der Lösung alle Spaltungsprodukte vorhanden, anfangs allerdings in überwiegender Menge die komplizierter zusammengesetzten Dextrine, später in größerer Menge die einfacher zusammengesetzten und Dextrose, bis nach entsprechend langem Einwirken der Säure alles in Dextrose übergeführt ist.

Dieses „Aufschließen der Stärke“ durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure wird in den Appreturanstalten manchmal durchgeführt, um die Stärke mehr oder weniger zu „dextrinieren“ oder zu „verzuckern“. Bei Beobachtung der fortschreitenden Hydrolyse durch die Jodreaktion gelingt es leicht, eine Appreturmasse mit den gewünschten Eigenschaften zu erhalten<sup>2)</sup>.

Zum Aufschließen nimmt man 3 bis 5% konz. Schwefelsäure auf die Menge der Stärke, oder die durch Rechnung gefundene entsprechende Menge einer verdünnten Schwefelsäure. Zu bemerken ist, daß die Schwefelsäure nur als Kontaksubstanz wirkt und demnach auch bei vollständiger Hydrolyse der Stärke keine Abnahme erfährt. Für die meisten Zwecke erscheint demnach eine Neutralisation der auf diese

---

<sup>1)</sup> Gegenwärtig bedient man sich hierzu zumeist der Diastase; S. 214.

<sup>2)</sup> Eigenschaften des Dextrins und der Dextrose S. 235 und 238.

Weise bereiteten Appreturmasse durch Natronlauge, Soda, o. dgl. notwendig<sup>1)</sup>.

Man verfährt demnach bei der Aufschließung der Stärke mit Schwefelsäure auf folgende Art. Es werden z. B. 10 kg Stärke mit etwa 20 l Wasser angerührt, je nach der gewünschten Konsistenz noch 10 bis 30 l Wasser zugesetzt und hierauf 500 g konz. Schwefelsäure (66° Bé) unter Rühren zufließen gelassen, worauf das Verkochen der Masse am besten im doppelwandigen Dampfkochkessel unter weiterem Rühren vorgenommen wird. Die Kochdauer richtet sich nach der gewünschten Beschaffenheit der Masse. Zur Neutralisation der Schwefelsäure benötigt man in diesem Falle ungefähr 550 g kalz. Soda; doch kann dieselbe auch mit der entsprechenden Menge Natronlauge bewirkt werden, wodurch das Schäumen vermieden wird. Wo es sich um eine sehr genaue Neutralisation handelt, kann man zweckmäßig den größten Teil der Säure zuerst mit Natronlauge neutralisieren und sich erst zum Schluß einer Sodaauslösung bedienen, eventuell — wenn man den Neutralpunkt überschritten hat — mit verdünnter Essigsäure die kleine Menge des freien Alkalis unschädlich machen. Das als Neutralisationsprodukt gebildete Natriumsulfat ist für viele Zwecke erwünscht und wird zur Erzielung eines kräftigen Appretes und einer guten Füllung der Ware manchmal den Appreturmassen absichtlich zugesetzt.

Die Aufschließung der Stärke mit Schwefelsäure kommt vielfach auch in der Bleicherei behufs Entschlichtung der Ware zur Anwendung. Hier bedient man sich einer lauwarmen verdünnten Säure.

An Stelle der Schwefelsäure benutzt man zum Aufschließen der Stärke manchmal auch Oxalsäure oder sauerreagierende Salze wie Aluminiumsulfat  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , Zinkvitriol  $\text{ZnSO}_4$  usw.

### Verhalten der Stärke gegen Diastase.

Diastase ist das Enzym, das im Getreide vom wachsenden Keimling ausgeschieden wird und in den Mehlkörper hinüber wandert, um daselbst die Stärke zu verzuckern. Sie ist reichlich im Malz enthalten. Zur Herstellung von Malz werden verschiedene Getreidesorten, namentlich die Gerste, in Wasser quellen gelassen und dann in luftigen Räumen, den Malztennen, in Haufen geschichtet. Als bald beginnt der Keimprozeß. Sobald das Keimwürzelchen die 1 bis  $1\frac{1}{2}$ fache Größe des Kornes erreicht hat, ist die Bildung von Diastase auf ihrem Höhepunkt angelangt. Das erhaltene Produkt heißt Grünmalz. Aus diesem erhält man durch Trocknen mit erwärmter Luft das Darrmalz.

Die Verzuckerung der Stärke durch die hydrolytisch wirkende Dia-

<sup>1)</sup> Beim Trocknen wird die Ware, insofern sie aus vegetabilischer Faser besteht, durch freie Säure karbonisiert; S. 199.

stase kommt auch technisch zur Anwendung, und zwar hauptsächlich bei der Spiritusfabrikation (mit Grünmalz) und bei der Bierbereitung (mit Darmmalz), um die Stärke der Kartoffeln und verschiedener Getreidearten (bei der Bierbereitung hauptsächlich der Gerste) in vergärbaren Zucker überzuführen<sup>1)</sup>.

Seit langem bedient man sich des Malzes auch in textilen Betrieben, so insbesondere zur Entfernung der Schlichte aus der Ware. Da der Bezug des Malzes oft mit Schwierigkeiten verbunden ist und die Bereitung eines wässerigen Malzauszuges umständlich erscheint, wird seit einigen Jahren für textile Zwecke unter dem Namen Diastaphor ein aus dem Malz bereitetes sirupartiges Produkt in den Handel gebracht<sup>2)</sup>, das neben viel Zucker, Dextrin und anderen Extraktivstoffen sehr viel Diastase enthält. Es leistet nicht nur beim Entschlichten, sondern auch beim Aufschließen der Stärke zu Appreturzwecken ausgezeichnete Dienste.

Außer als Entschlichtungs- und Verzuckerungsmittel kommt Diastaphor auch als Appretur- und Schlichtmittel selbst zur Verwendung.

Die Einwirkung der Diastase auf Stärke führt wie jene der verdünnten Säuren zur Bildung der löslichen Stärke und der verschiedenen Dextrine. Als Endprodukt wird hier nicht Dextrose, sondern Maltose (Malzzucker) gebildet. Für Appreturzwecke nimmt man auf die Menge der Stärke 1 bis 1,5 % Diastaphor. Eine größere Menge ist unzumutbar, da dadurch die Verzuckerung zu weit geht und eine Verminderung der Klebkraft zur Folge hat. Diastaphor wird in lauwarmem Wasser gelöst, der mit Wasser angerührten Stärke zugesetzt und das Erwärmen unter Rühren vorgenommen. Zum Entschlichten der Ware eignet sich am besten eine Lösung von 1 Teil Diastaphor in 100 Teilen Wasser.

Die Wirkung der Diastase auf Stärke geht am besten bei Temperaturen zwischen 65 und 70° vor sich. Doch ist der Einfluß der Temperatur auf die hydrolysierende Wirkung der Diastase nicht bei allen Stärkesorten gleich. So werden z. B. bei 65° von der Kartoffelstärke ungefähr 90%, von der Weizenstärke 94%, von der Maisstärke 54% und von der Reisstärke nur 31% in lösliche Produkte übergeführt. Bei 70° werden aus Mais- und Reisstärke ungefähr 93% lösliche Produkte gebildet. Bei 55° ist die Fermentwirkung schon eine sehr geringe: es werden bei dieser Temperatur von der Reisstärke 10%, von der Kartoffelstärke nur 5% in lösliche Produkte übergeführt. Wie aus der Praxis der Bierbrauerei und Spiritusfabrikation bekannt ist, bildet sich bei etwas höheren Temperaturen (65 bis 70°) im Verhältnis mehr Dextrin

---

<sup>1)</sup> S. 104.

<sup>2)</sup> Deutsche Diamaltgesellschaft München; Hauser & Sobotka in Stadlau bei Wien.

als Maltose, bei niedrigerer Temperatur (unter  $64^{\circ}$ ) dagegen mehr Maltose.

Bei Temperaturen über  $70^{\circ}$  wird die Diastase zerstört. Wenn demnach durch Unachtsamkeit die Temperatur während des Aufschließens über  $70^{\circ}$  steigen sollte, muß nach entsprechender Abkühlung der Stärkemasse ein neuerlicher Zusatz von Diastaphor erfolgen. Sowie bei der Aufschließung der Stärke mit verdünnten Säuren hat man es auch hier in der Hand, eine entsprechend dextrinierte bzw. verzuckerte Appreturmasse herzustellen. Sobald der gewünschte Grad in der Zusammensetzung der Appreturmasse erreicht ist (Prüfung mit Jodlösung<sup>1)</sup>), unterbricht man die weitere Wirkung der Diastase durch kurzes Aufkochen. Bei der Aufschließung der Stärke mit Diastase hat man auch darauf zu achten, daß die Appreturmasse nur im alkalifreien Zustande zur Fermentation geeignet ist. Etwaige Zusätze, welche alkalisch reagieren, wie Soda, Borax, Natriumphosphat usw., dürfen demnach erst nach beendeter Aufschließung erfolgen.

Außer bei der Bereitung von Appreturmassen und zur Entschlichung kommt die Diastase in letzterer Zeit auch in den großen Waschanstalten zur Verwendung. Hier werden die Wäschestücke, ehe sie gewaschen und neu gestärkt werden, vom alten Appret befreit. Dies geschieht am besten durch Einweichen in Diastaselösung bei etwa  $60^{\circ}$ .

### Verhalten der Stärke gegen Alkalien.

Eine sehr wichtige Rolle auf dem Gebiete der Herstellung von Appreturmassen spielt die Aufschließung der Stärke mit Natronlauge. Auch eine große Menge fabrikmäßig hergestellter Appreturmittel enthält als wesentlichsten Bestandteil mit Natronlauge aufgeschlossene Stärke.

Bereits eine 2%ige Natronlauge bringt schon bei gewöhnlicher Temperatur die Stärke zur Quellung. Es bildet sich eine schwach durchscheinende Gallerte. Zumeist bedient man sich aber dazu einer stärkeren, etwa 30%igen Natronlauge und erhält dabei eine zähe, gallertige, gleichartige, gut durchscheinende Masse von hoher Klebkraft. Ammoniak zeigt dieses Verhalten nicht; wohl werden aber als Aufschließungsmittel auch alkalisch wirkende Salze (Soda, Pottasche, Borax, Wasserglas, Natriumhypochlorit usw.) sowie konzentrierte Lösungen von Magnesiumchlorid, Kalziumchlorid, Zinkchlorid usw. — vielfach unter Anwendung von Wärme — benutzt. Der auf diese Art aufgeschlossenen Stärke läßt sich sehr viel Wasser einrühren, ohne daß die gallertige Beschaffenheit und der Zusammenhang verloren gehen. Das Produkt kommt zumeist in neutralisiertem Zustande und vielfach

<sup>1)</sup> S. 213.

mit anderen Appreturmitteln versetzt unter den verschiedensten Namen in den Handel (z. B. Apparatine, Gallerte, Pflanzengummi, Poliokolle, Königsgummi, Kristallappretur, Universalleim usw.).

Alle derartigen Produkte werden am besten als **Stärkeleime** bezeichnet<sup>1)</sup>.

Zur Erzielung eines guten Stärkeleimes wird der mit Wasser angerührten Stärke die Lauge unter tüchtigem Rühren nach und nach zugesetzt. Je länger und kräftiger die Masse gerührt oder geschlagen wird, eine um so bessere Beschaffenheit erhält sie.

Vor einer etwaigen Neutralisation läßt man die Masse behufs Nachwirkung der Lauge mehrere Stunden stehen. Zur Neutralisation nimmt man Schwefelsäure oder Essigsäure. Zweckmäßig ist es, den größten Teil der Natronlauge mit Schwefelsäure und den Rest mit Essigsäure oder Ameisensäure zu neutralisieren<sup>2)</sup>. Die stark alkalische Wirkung des Stärkeleimes kann auch durch entsprechenden Zusatz von Ammoniumchlorid oder einem Magnesiumsalz behoben werden; in ersterem Falle entweicht Ammoniak<sup>3)</sup>, in letzterem wird unlösliches Magnesiumhydroxyd gebildet<sup>4)</sup>. Bei der Neutralisation geht im Stärkeleim die Bildung des entsprechenden Salzes vor sich, das auf die Eigenschaften der Appreturmasse von Einfluß ist. Für besondere Zwecke kann man die Neutralisation mit Elain oder mit in der Kälte leicht verseifbaren Pflanzenölen vornehmen und dadurch dem Stärkeleim Seife bzw. Seife und Glyzerin als geschmeidigmachende Mittel einverleiben. Auch die Neutralisation muß bei langsamem Zusatz der berechneten Säuremenge unter fortwährendem Rühren vorgenommen werden. Ein Überschuß von Säure ist zu vermeiden, da sich sonst Klumpen bilden, welche sich auch bei abermaligem Zusatz von Natronlauge schwer beseitigen lassen. Nötigenfalls muß man den Stärkeleim durch Siebe durchdrücken.

Als Aufschließungsapparate benützt man am besten hölzerne Bottiche mit tüchtig wirkendem Rührwerk, wobei Metallbestandteile zu vermeiden sind.

---

<sup>1)</sup> Die fast allgemein übliche Bezeichnung „Pflanzenleim“ ist für derartige Präparate schlecht gewählt, und zwar nicht nur aus dem Grunde, weil sie mit dem Begriff „Pflanzenschleim“ oft verwechselt wird, sondern auch deshalb, weil man ebensogut alle übrigen von Pflanzen herrührenden, klebend wirkenden Produkte, wie z. B. die Gummiarten, als Pflanzenleime bezeichnen könnte. Die Bezeichnung „Stärkeleim“ schließt jede Verwechslung aus und kann sich nur auf die aus Stärke oder stärkehaltigen Materialien hergestellten Präparate beziehen.

<sup>2)</sup> Die Ameisensäure wirkt gleichzeitig konservierend; Seite 287.

<sup>3)</sup>  $\text{NaOH} + \text{NH}_4\text{Cl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3$ .

<sup>4)</sup>  $2 \text{NaOH} + \text{MgCl}_2 = 2 \text{NaCl} + \text{Mg(OH)}_2$ .

Je nach dem Zwecke werden leichtflüssige, leichtzügige oder schwerzügige Stärkeleime hergestellt; und zwar die ersteren für Vollappretur (Durchtränken, Imprägnieren), die letzteren für einseitige und oberflächliche Appretur (Deckappretur). Dementsprechend gibt es eine Menge von Vorschriften zu ihrer Bereitung, z. B.: Es werden in 100 l Wasser 12 bis 15 kg Stärke mit 3,5 l Natronlauge von 40° Bé aufgeschlossen und die Neutralisation mit ungefähr 6 l Essigsäure (30%ig) oder mit der entsprechenden Menge Schwefelsäure bewirkt; oder es werden in 100 l Wasser 12—40 kg Stärke (je nach der gewünschten Konsistenz) mit 40 l Natronlauge von 12° Bé aufgeschlossen und die Neutralisation mit etwa 40 l Schwefelsäure von 8,5° Bé vorgenommen. Falls eine Neutralisation nicht notwendig ist, werden zweckmäßig in 100 l Wasser 20 kg Stärke mit 10 l Sodalösung von 25° Bé aufgeschlossen.

Bei Verwendung des Magnesiumchlorides als Aufschließungsmittel behandelt man z. B. 10 kg Stärke mit etwa 100 kg Magnesiumchloridlösung von 30° Bé.

Die Stärkeleime besitzen eine größere Konsistenz als die Stärkekleister. Sie erteilen den Baumwoll- und Leinenwaren einen weit kernigeren und steiferen Appret als die gewöhnlichen Stärkeabkochungen und sind besonders für die Linksappretur<sup>1)</sup> sehr gut geeignet, da zufolge der richtigen Konsistenz die Verteilung der Appreturmasse über die Kupferwalze sehr gleichmäßig stattfindet. Da Stärkeleime mineralische Stoffe leicht binden und überhaupt die meisten Appreturmittel leicht aufnehmen, kann man bei Verwendung derselben den verschiedenen Ansprüchen auf Füllung und Beschwerung, auf bestimmten Griff und Glanz Rechnung tragen.

Durch den Umstand, daß Stärkeleime sehr viel Wasser aufnehmen können, finden sie auch für leichte Appreturen Verwendung. Bei Verwendung von Stärkeleimen zu Schlichtzwecken empfiehlt sich ein kleiner Zusatz von einem Fettstoff (Talg, Softening, Seife, Türkischrotöl), wodurch das Zusammenkleben der Fäden verhindert wird.

Außer zu textilen Zwecken werden Stärkeleime auch zur Herstellung von Klebstoffen verwendet, wobei zur Erhöhung der Klebkraft vielfach verseiftes Harz zugesetzt wird.

Stärkeleime werden zumeist aus der Kartoffelstärke hergestellt. Doch eignen sich zu ihrer Bereitung auch Weizenmehl und Protamol<sup>2)</sup>, welche wegen ihres Proteingehaltes Produkte liefern, deren Klebkraft besonders groß ist<sup>3)</sup>.

---

<sup>1)</sup> S. 295.

<sup>2)</sup> S. 232.

<sup>3)</sup> S. 231.

Eine Zersetzung der Stärkeleime infolge von Gärungsvorgängen kann durch Zusatz von Konservierungsmitteln leicht hintangehalten werden. Hierzu kann man alle gebräuchlichen, antiseptisch wirkenden Stoffe verwenden<sup>1)</sup>. Sehr vorteilhaft erscheint ein Zusatz von Formaldehyd; 1 bis 3 g seiner 40%igen Lösung genügen zur Konservierung von 3 kg Stärkeleim.

### Verhalten der Stärke gegen Oxydationsmittel.

Durch Einwirkung von Oxydationsmitteln wird die Stärke in eine mehr oder weniger lösliche Form übergeführt. Als Oxydationsmittel dienen:

1. Hypochlorite<sup>2)</sup> (Chlorkalk, Labarraquesche und Javellesche Lauge). Dazu gehört auch die sogenannte Paechtnerslösung; sie enthält neben Kaliumhypochlorit überschüssige Pottasche in Lösung. Die mit Hypochloriten aufgeschlossene Stärke dringt in die Faser gut ein, erteilt dem Gewebe einen festen Griff und eignet sich auch sehr gut zum Schlichten, da sie die Kette sehr widerstandsfähig macht. Bei der Aufschließung mit Chlorkalk gelangt in die Appreturmasse das hygroskopisch wirkende Kalziumchlorid, das der Ware einen geschmeidigen Griff verleiht. Bei Verwendung dieser Aufschließungsmittel ist für eine völlige Zerstörung des Hypochlorites durch Kochen und, da alle so bereiteten Appreturmassen stark alkalisch sind, nötigenfalls auch für die Neutralisation zu sorgen.

Ähnlich wirken Chlorgas und Chlorwasser; doch gelangen sie in der Praxis des Appreteurs kaum zur Anwendung.

2. Natriumsuperoxyd  $\text{Na}_2\text{O}_2$ <sup>3)</sup>. Da dieses während der Aufschließung der Stärke in Natriumhydroxyd übergeht und so eine stark alkalische Reaktion bedingt, erfordert seine Verwendung eine Neutralisation der Appreturmasse.

3. Persalze<sup>4)</sup>. Die unter diesem Namen zusammengefaßten, sauerstoffreichen Salze (Perkarbonate, Persulfate, Perborate usw.) üben auf die Stärke eine besonders günstige Wirkung aus. Sie geben bei der entsprechenden Temperatur Sauerstoff ab, welcher im Entstehungszustande den Abbau der komplizierten Stärkemoleküle bewirkt. Dabei nimmt die Stärke eine lösliche Form an. Von allen Persalzen erweist sich zum Aufschließen der Stärke am zweckmäßigsten das Natriumperborat<sup>5)</sup>. Bei der Einwirkung dieses Salzes auf Stärkekleister

---

<sup>1)</sup> S. 284.

<sup>2)</sup> S. 118.

<sup>3)</sup> S. 132.

<sup>4)</sup> S. 134.

<sup>5)</sup> Patent. Verfahren von Stolle u. Kopke, Rumburg.

findet eine vollständige Verflüssigung statt. Man erhält eine dicke klare Lösung, welche auch beim Erkalten nicht mehr gelatiniert. Beim Eintrocknen bekommt man keine sirupartige, sondern eine gummiartige Masse. Da die Lösung, wie lange auch die Einwirkung des Perborates stattfinden mag, stets die rein blaue Jodreaktion gibt, liegt der Beweis vor, daß man es hier mit keiner weitgehenden Spaltung der Stärke zu tun hat, sondern mit einem amyloidartigen Produkte, das von den Eigenschaften der Stärke nur wenig abweicht. Die mit dem Perborat aufgeschlossene Stärke dringt zufolge ihrer Löslichkeit in die Faser sehr gut ein und füllt das Gewebe, ohne demselben den steifen Griff der gewöhnlichen Stärkeappretur zu verleihen und macht es überdies weich. Um einen steiferen Appret zu erhalten, setzt man der Stärkelösung etwas Dextrin zu.

Ein besonderer Vorteil in der Verwendung der löslich gemachten Stärke liegt in der Vermeidung der sogenannten Verschleierung der Farben. Da der löslich gemachten Stärke nur ein geringes Deckvermögen zukommt, bleiben selbst bei einfarbigen dunklen Waren der Glanz und die Farbe unverändert. Das beim Abspalten des Sauerstoffes aus dem Natriumperborat gebildete Natriummetaborat erteilt der Stärkelösung eine nur schwach alkalische Reaktion, welche in den allermeisten Fällen sowohl für die Farbe als auch für die Faser unschädlich ist. Daher ist eine Neutralisation der mit Perborat aufgeschlossenen Stärke in den seltensten Fällen notwendig. Da Natriumperborat antiseptisch wirkt, bedarf es bei seiner Verwendung auch keines weiteren konservierenden Zusatzes.

Zur vollständigen Lösung der Stärke genügen ungefähr 5% Natriumperborat. Man läßt dieses anfangs bei etwa 60° und schließlich bei Kochhitze einwirken. Da durch den entweichenden Sauerstoff eine starke Schaumbildung eintritt, ist für einen entsprechenden Steigraum im Kochgefäß Sorge zu tragen. Die Schaumbildung kann durch zeitweisen Zusatz von Wasser verringert werden.

4. Kaliumpermanganat  $\text{KMnO}_4$ <sup>1)</sup> und Kaliumbichromat  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  wirken auf Stärke ebenfalls lösend ein, doch sind sie als Aufschließungsmittel in den Appreturanstalten nicht verwendbar, da die in die Ware gebrachten Mangan- bzw. Chromverbindungen derselben einen bräunlichen bzw. grünlichen Stich verleihen würden. Bei weißer Ware ist die Verwendung dieser Mittel ausgeschlossen.

### Lösliche Stärkepräparate.

Vorstehend wurden die Mittel besprochen, welche es dem Appreteur ermöglichen, die Stärke selbst aufzuschließen, d. h. sie in lösliche Produkte überzuführen, deren Eigenschaften je nach der Wahl des Auf-

<sup>1)</sup> S. 137.

schließungsmittels und seiner Einwirkungsdauer von jenen der Stärke mehr oder weniger abweichen.

In neuerer Zeit werden aber auch eine ganze Reihe „löslicher Stärken“ in den Handel gebracht, das sind Stärkepräparate, welche sich in warmem Wasser vollständig auflösen und in ihren Eigenschaften der mit Perboraten aufgeschlossenen Stärke in den allermeisten Fällen gleichwertig sind.

Die Herstellung der löslichen Stärke geschieht nach verschiedenen Methoden, welche in einer vorsichtigen Behandlung der Stärke mit Oxydationsmitteln (Kaliumpermanganat, Chlor, Wasserstoffsuperoxyd, Persalzen usw.), Säuren usw. unterhalb ihrer Verkleisterungstemperatur beruhen. Die Stärkesorte läßt sich bei den meisten löslichen Stärken unter dem Mikroskope leicht erkennen, denn bis auf Sprünge und Risse, welche vom Angriff der chemischen Agenzien herrühren, weisen die Stärkekörnchen zumeist keine Formveränderung auf. Ihre wässerigen Lösungen geben mit Jod zuweilen eine rein blaue, zumeist aber eine violettblaue Färbung. Alle derartigen Präparate geben Lösungen, die das Gewebe sehr leicht durchdringen.

Beispiele solcher löslichen Stärken sind:

Die **Oborstärke**<sup>1)</sup>, ein durch Behandlung der Kartoffelstärke mit Natriumperborat hergestelltes, leicht lösliches Präparat.

Die **Ozonstärke**, eine dextrinartige Stärke, welche mit heißem Wasser eine klare Flüssigkeit von geringer Klebkraft gibt.

Unter dem Namen „**salzfreie Stärke**“<sup>2)</sup> kommt ein Präparat in den Handel, das bereits mit kaltem Wasser verkleistert. Zur Herstellung desselben wird Stärke mit 0,5 %iger Ammoniaklösung zu einem dicken Brei angerührt, nötigenfalls aufgekocht und dann zwischen rotierenden heißen Walzen in dünner Schicht getrocknet.

Bei anderen Präparaten ist die Struktur der Stärkekörnchen nicht mehr erkennbar. Ein solches wird z. B. durch einhalbstündiges Erhitzen von Kartoffelstärke mit viel Glyzerin auf 190<sup>o</sup>, Abkühlenlassen auf 120<sup>o</sup> und Eingießen der erhaltenen Masse in das zwei bis dreifache Volumen starken Alkohols hergestellt.

Erwähnenswert sind auch die **Fekulose** und **Amylose**. Erstere ist ein aus Stärke mit Eisessig, letztere mit Salpetersäure und Eisessig hergestelltes Präparat. Ihrer chemischen Natur nach sind sie als Ester<sup>3)</sup> der Stärke mit den genannten Säuren aufzufassen. Auch diese Präparate zeigen die Jodreaktion. Sie finden sowohl als Schlichtmittel als auch in der Druckerei als Verdickungsmittel für die Farbstoffe

---

<sup>1)</sup> Stolle & Kopke, Rumburg.

<sup>2)</sup> H. Vulkan, Budapest.

<sup>3)</sup> S. 105.

Verwendung. Unter dem Namen „lösliche Stärke“ kommen auch Gemenge von Stärke mit Aufschließungsmitteln (z. B. Perborat) in den Handel. Ihre Lösungen zeigen eine alkalische Reaktion.

### Die Verwendung der Stärke.

Auf die Verwendung der Stärke in der Appretur wurde im vorstehenden zur Genüge hingewiesen, ebenso auf die verschiedenen aus ihr hergestellten Appreturmassen und Präparate. Von Stärkepräparaten, welche durch einfaches Beimengen anderer Stoffe hergestellt werden, wäre als Beispiel die Glanzstärke zu erwähnen; diese enthält etwa 5 bis 10 % fein gepulverte Stearinsäure und etwas Borax.

Die Stärke bildet die Grundlage der Appretur, insbesondere für vegetabilische Gewebe und Garne. Eine ebenso große Bedeutung besitzt die Stärke als Verdickungsmittel für Farbstoffe und Beizen in der Färberei und im Zeugdruck. Sie dient auch zum Leimen vieler, namentlich besserer Papiersorten. Als Klebstoffe finden sowohl der gewöhnliche Stärkekleister als auch viele aus der Stärke hergestellten Präparate Anwendung (z. B. Stärkeleime). Die feinen Sorten, besonders Reisstärke, werden zur Herstellung von Schminken und als Haarpuder sowie für medizinische Zwecke benutzt.

Die Stärke ist das Rohmaterial zur Herstellung von Dextrin, Stärkezucker und Sirup. Sie dient auch zur Herstellung von Backwaren. Die halbverkleisterte Stärke (Tapioka, Sago) ist insbesondere in den Tropen ein wichtiges Nahrungsmittel.

In der Metallgießerei wird sie zum Einstreuen der Formen verwendet.

Die Stärke dient, nicht isoliert, im Getreide und in Kartoffeln als unentbehrlichstes Nahrungsmittel, in der Gerste zur Biererzeugung und in der Kartoffel und im Roggen zur Spiritusbereitung.

### Prüfung der Stärke und deren Beurteilung auf Eignung zu Appretur- zwecken.

#### Mikroskopische Prüfung.

Der Ursprung der Stärke wird durch die mikroskopische Prüfung festgestellt. Die charakteristische Form und Größe der Körnchen lassen die Unterscheidung der Stärkesorten in den allermeisten Fällen leicht zu. Zu den mikroskopischen Abbildungen<sup>1)</sup> der wichtigsten Stärkesorten ist zu bemerken:

Die Körnchen der Kartoffelstärke sind eiförmig. Sie besitzen um einen fast immer am schmalen Ende gelegenen Kern eine deutlich wahrnehmbare exzentrische Schichtung. Mitunter kommen auch zu-

<sup>1)</sup> S. 206 u. 207.

sammengesetzte Körner vor — meist Zwillingsformen. Die jungen Körnchen sind kugelig, ihre Schichtung ist undeutlich. Fig. 21.

Die Körnchen der Weizen-, Roggen- und Gerstenstärke sind einander so ähnlich, daß sie mittels des Mikroskopes sehr schwer zu unterscheiden sind. Von den anderen Stärkesorten lassen sie sich jedoch durch ihr mikroskopisches Bild leicht unterscheiden. Ihren Körnchen kommt zweierlei Größe zu. Die großen Körnchen sind linsenförmig, die kleinen kugelig. Während die „Kleinkörner“ stets ungeschichtet sind, ist bei den „Großkörnern“ zuweilen eine schwache konzentrische Schichtung zu erkennen. Der Kern ist nur selten deutlich ausgeprägt, wohl aber häufig durch Risse angedeutet. Fig. 22 bis 24.

Eine Unterscheidung zwischen Weizen- und Roggenstärke gelingt durch die mikroskopische Beobachtung der Veränderung, welche sie beim Erwärmen mit Wasser auf 62,5° erleiden. Zu diesem Zwecke wird die Stärke im Becherglas mit Wasser zu einem dünnen Brei angerührt und am Wasserbade unter Rühren langsam auf genau 62,5° erwärmt. Ist diese Temperatur erreicht, so taucht man das Becherglas in kaltes Wasser und prüft nun die Probe mikroskopisch: Die Körnchen der Roggenstärke sind bei 62,5° fast sämtlich aufgequollen; sie sind bis auf wenige geplatzt und alle haben ihre ursprüngliche Form verändert. Die Körnchen der Weizenstärke sind bei 62,5° zum größten Teile noch fast ganz unverändert, höchstens etwas gequollen, aber nie ganz geplatzt.

Die Körnchen der Reisstärke sind einfach oder zusammengesetzt. Letztere bestehen aus 2 bis 100 Teilkörnchen, welchen meist eine fünf- oder sechseckige, manchmal eine dreieckige Form zukommt. An Stelle eines Kernes besitzen die Teilkörnchen eine große polygonale, oft sternförmige Höhle. Fig. 25.

Die Körnchen der Maisstärke sind einfache, zusammengesetzte oder Bruchkörnchen. Im äußeren, hornigen Teil des Maiskornes liegen die Stärkekörnchen dicht gedrängt nebeneinander und bilden so unecht zusammengesetzte Körnchengruppen. Im inneren, mehligem Teil sind die meisten Körnchen einfach; manche echt zusammengesetzte bestehen aus 2 bis 7 Teilkörnchen. Die Bruch- und zusammengesetzten Körnchen sind fünf- bis sechseckig, die einfachen rundlich-eckig und besitzen eine große, oft strahlige Kernhöhle. Fig. 26.

Die Körnchen der Haferstärke sind einfach oder zusammengesetzt. Die einfachen Körnchen sind rund oder tonnenförmig; die zusammengesetzten bestehen aus 20 bis 70 unregelmäßig drei- bis sechseckigen Teilkörnchen. Fig. 27.

Die Fig. 28 bis 32 zeigen die Körnchen der wichtigsten tropischen Stärkesorten.

### Bestimmung des Wassergehaltes.

Zur genauen Bestimmung des Wassergehaltes werden 10 g Stärke in einem Glasgefäße zuerst eine Stunde bei 40 bis 50 ° (zur Vermeidung

der Verkleisterung) und dann 4 Stunden bei 120 ° getrocknet<sup>1)</sup>. Nach dem Erkalten im Exsikkator wird die Probe mit dem mitgewogenen Stopfen verschlossen, wieder gewogen und aus dem Gewichtsverlust der Prozentgehalt des Wassers berechnet

Von den Methoden, welche für praktische Zwecke mit genügender Genauigkeit rascher zum Ziele führen, sei hier nur die Scheiblersche angeführt. Sie stützt sich auf die Beobachtung, daß 1 Gew.-Teil Stärke von 11,4 % Feuchtigkeit und 2 Gew.-Teile Alkohol von 90 Vol. % Gehalt zusammengebracht, sich gegenseitig kein Wasser entziehen. Ist jedoch der Feuchtigkeitsgehalt der Stärke größer als 11,4 %, so gibt sie das Wasser an den Alkohol ab, während an eine Stärke mit einem geringeren Feuchtigkeitsgehalt der 90 %ige Alkohol Wasser abgibt. Zur Ausführung der Wasserbestimmung werden 41,7 g Stärke in einem gut verschließbaren Glase mit 100 cm<sup>3</sup> Alkohol von 90 Vol. % übergossen und eine Stunde hindurch öfters geschüttelt. Nach dem Abfiltrieren der Stärke durch ein trockenes Filter wird das spezifische Gewicht des Filtrates bestimmt und der diesem entsprechende Wassergehalt der Stärke aus der nachstehenden Tabelle abgelesen.

Spez. Gew. des Alkohols	% Wasser in der Stärke						
0,8226	0	0,8358	13	0,8493	26	0,8603	39
0,8234	1	0,8370	14	0,8502	27	0,8612	40
0,8243	2	0,8382	15	0,8511	28	0,8620	41
0,8253	3	0,8394	16	0,8520	29	0,8627	42
0,8262	4	0,8405	17	0,8529	30	0,8635	43
0,8271	5	0,8416	18	0,8538	31	0,8643	44
0,8281	6	0,8426	19	0,8547	32	0,8651	45
0,8291	7	0,8436	20	0,8555	33	0,8658	46
0,8300	8	0,8446	21	0,8563	34	0,8665	47
0,8311	9	0,8455	22	0,8571	35	0,8673	48
0,8323	10	0,8465	23	0,8579	36	0,8680	49
0,8335	11	0,8474	24	0,8587	37	0,8688	50
0,8346	12	0,8484	25	0,8595	38		

Einen Hinweis auf den größeren oder kleineren Wassergehalt der Stärke gibt ihr Verhalten beim „Einwässern“: Die Stärke sinkt um so schneller zu Boden und läßt sich mit Wasser um so leichter verteilen, je feuchter sie ist.

#### Bestimmung des Aschengehaltes.

Die behufs Wasserbestimmung getrocknete Stärkeprobe wird ohne Verlust in eine Platinschale, oder bei Mangel einer solchen in einen weiten Porzellantiegel gebracht und bei anfangs kleiner Flamme erhitzt,

<sup>1)</sup> Das Trocknen geschieht im Trockenkasten; S. 163.

bis die Verbrennung oder doch eine völlige Verkohlung erreicht ist. In letzterem Falle befeuchtet man nach dem Auskühlen den kohligen Rückstand mit Wasser, trocknet ihn und verbrennt die Substanz vollständig zu einer weißen Asche<sup>1)</sup>. Der Aschengehalt der reinen Stärke beträgt 0,8 bis 1%.

#### Prüfung auf Säure.

Auf eine glattgestrichene Stärkeprobe werden einige Tropfen einer verdünnten neutralen Lackmusfarbstofflösung gebracht. Wird die Stärke weinrot, so ist sie schwach sauer, wird sie ziegelrot, so ist sie stark sauer<sup>2)</sup>.

#### Prüfung auf Verunreinigungen und Verfälschungen.

Eine Verfälschung der Stärke durch Zusatz von mineralischen Stoffen, wie Gips, Kreide, Schwerspat, kommt immer seltener vor. Sie wird nach dem Veraschen einer Stärkeprobe im Rückstande leicht nachgewiesen. Sehr rasch läßt sich ein Zusatz von mineralischen Stoffen mit der Cailletotschen Probe nachweisen: Schüttelt man eine kleine Menge feingepulverter Stärke mit Chloroform, so bleibt die spezifisch leichtere Stärke oben, während die spezifisch schwereren Mineralstoffe zu Boden sinken<sup>3)</sup>. Häufiger enthält die Stärke Staub und sogenannte „Stippen“, welche von Resten des Rohmaterials, Holzteilchen, Fäden von Säcken usw. herrühren. Diese sowie auch die mineralischen Stoffe verbleiben nach dem Behandeln der Stärke mit einer Diastaphorlösung als Rückstand<sup>4)</sup>. Die Art der Stippen sowie Verfälschungen durch Beimengung billigerer Stärkesorten werden mikroskopisch festgestellt.

#### Säuerungsversuch.

Ein aus 50 g Stärke bereiteter und mit Wasser auf 1 kg verdünnter Kleister wird durch mehrere Tage mit Lackmuspapier geprüft. Die Stärkesorte ist um so besser, je länger ihr Kleister neutral bleibt, nicht schimmelt oder Pilzvegetationen aufweist und nicht gerinnt. Behufs besserer Beurteilung wird ein Parallelversuch mit einer Stärke von bekannter Güte durchgeführt.

---

<sup>1)</sup> Durch die Behandlung mit Wasser wird der Überzug, den leicht schmelzende Salze bilden, ausgelaugt. In derselben Weise, nötigenfalls bei öfterem Auslaugen des kohligen Rückstandes, wird der Aschengehalt in anderen organischen Stoffen bestimmt.

<sup>2)</sup> Eine quantitative Säurebestimmung wird mit  $\frac{1}{10}$  n.-Natronlauge maßanalytisch durchgeführt.

<sup>3)</sup> Chloroform hat das spez. Gewicht 1,526, normalfeuchte Stärke nur etwa 1,4; (Chloroform ist giftig, seine Dämpfe wirken betäubend).

<sup>4)</sup> Wirkungsweise des Diastafors S. 215.

### Prüfung auf Kleber.

Diese Prüfung ist aus dem Grunde erwünscht, weil kleberhaltige Stärke der Schimmelbildung viel leichter als kleberfreie unterliegt. Nach Böttger erhitzt man 1 g Stärke mit 18 cm<sup>3</sup> Wasser unter kräftigem Rühren zum Sieden. Sobald das Sieden nachläßt, vergeht bei kleberfreier Stärke auch der Schaum, während er bei kleberhaltiger bestehen bleibt.

### Bestimmung der Klebkraft.

Die Klebkraft der Stärke ist um so besser, je größer ihre Kleisterzähigkeit ist. Zur Bestimmung der Kleisterzähigkeit werden eine Reihe von Apparaten empfohlen. Sie beruhen teils auf der Bestimmung der Zeit, welche eine gewisse Kleistermenge von bestimmter Konzentration braucht, um aus einer Kapillarröhre auszufießen<sup>1)</sup>, teils auf der Bestimmung der Tiefe, bis zu welcher ein aus einer bestimmten Höhe fallen gelassener Körper in den Kleister eindringt<sup>2)</sup>. Bei einem neueren Apparat wird die Zeit bestimmt, welche eine Metallkugel zum Durchdringen einer gewissen Schichte des Kleisters benötigt<sup>3)</sup>.

### Beurteilung der Stärke nach der Konsistenz ihres Kleisters.

Der Stärkekleister behält um so länger seine Konsistenz, je reiner die Stärke ist. Aus saurer oder sehr feuchter Stärke bereiteter Kleister wird bald wässerig und büßt an seiner Füll- und Deckkraft stark ein. Das Ausscheiden des Wassers bei wenig konsistentem Stärkekleister wird fälschlich als „Wasseranziehen“ bezeichnet.

Von einem guten Stärkekleister verlangt man auch eine gute „Zügigkeit“ im Troge der Appreturmaschine. Er muß demnach seine flüssige Beschaffenheit auch nach der vor dem Auftragen erforderlichen Abkühlung beibehalten — die Appreturmasse muß „laufen“.

### Praktischer Appreturversuch.

Die Eignung einer Stärkesorte zu Appreturzwecken wird am besten durch einen, den Verhältnissen im großen angepaßten Versuch geprüft. Er wird mit einer Probe der zu appretierenden Ware auf der Klotzmaschine, Riegelappreturmaschine o. dgl. durchgeführt. Nach dem Trocknen wird die Ware auf das äußere Aussehen, den Griff, die Steifung, Farbenbeeinflussung usw. geprüft.

<sup>1)</sup> Apparat von Dafert.

<sup>2)</sup> Apparat von Thomson

<sup>3)</sup> Apparat von Bender & Hobein.

### Mehle.

Als Rohstoffe für die Herstellung von Mehlen dienen in erster Linie die Getreidekörner, weiter aber auch die Kartoffel sowie das Mark und die Wurzeln einiger tropischer Pflanzen.

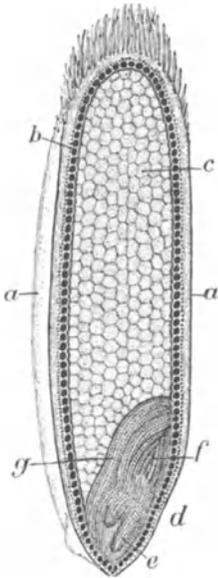


Fig. 33. Längsschnitt durch ein Roggenkorn.

- a) Schale mit den Samenhaaren.
- b) Kleberschicht.
- c) Stärkekörnchen führende Zellen.
- d) Keimling (Embryo) mit dem Wurzelkeim e, dem Blattkeim f und dem Schildchen d.

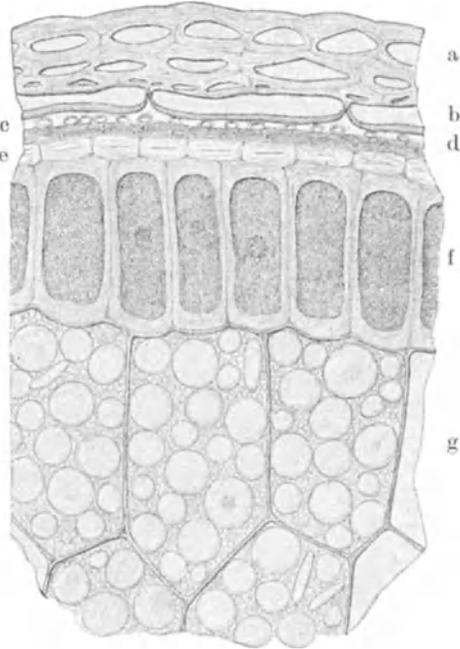


Fig. 34. Querschnitt durch die Fruchtsamenschale und das anschließende Endosperm des Weizenkornes.

- a) Oberhaut (Epidermis).
  - b) Querzellenschicht.
  - c) Schlauchzellenschicht.
  - d) Braune Schicht.
  - e) Hyaline Schicht.
  - f) Kleberschicht.
  - g) Endosperm, mit Stärkekörnchen in den Zellen.
- (Aus Hages - Mez, Das Mikroskop und seine Anwendung, Springer.)

Der Aufbau der Getreidekörner ist aus den Fig. 33 und 34 ersichtlich. So besteht das Korn des Weizens sowie das des Roggens und anderer Getreidesorten aus der Schale, dem Mehlkörper (Endosperm) und dem Keimling (Embryo). Bei der Schale unterscheidet man eine derbe äußere Fruchtschale von der inneren Samenschale.

Die Fruchtschale gliedert sich wieder in die Oberhaut (Epidermis), die Querszellenschicht und die Schlauchzellenschicht, während die Samenschale aus der braunen Schicht und der hyalinen (glasartigen) Schicht gebildet wird.

Der Mehlkörper enthält außen die Kleberschicht, d. s. eckige, mit körnigem Kleber<sup>1)</sup> gefüllte Zellen. Die Hauptmasse des Mehlkörpers bilden die mit Stärkekörnchen gefüllten Zellen. Die Stärkekörnchen sind im Reis- und Maiskorn durch Eiweißstoffe und Pflanzenschleime „verkittet“; beim Weizen und Roggen trifft dies nicht zu.

Beim Keimling sind zu unterscheiden der Wurzelkeim (radicula), der Blattkeim (plumula) und das Schildchen.

Die Herstellung des Mehles aus dem Getreidekorn geschieht in den nach verschiedenen Systemen arbeitenden Müllereibetrieben. Man erhält es nach dem Entschälen der Getreidekörner durch Vermahlen des Mehlkörpers und einer mehr oder weniger vollständigen Entfernung der Kleie<sup>2)</sup> als ein körniges Pulver von rein weißer, gelblicher oder graustichiger Farbe.

Die Bestandteile des Mehles entsprechen demnach mehr oder weniger der Zusammensetzung des Mahlgutes. Stocks und White geben als Ergebnis von 14 Mehlanalysen folgende Mittelwerte an:

Stärke . . . . .	70,45%
Stickstoffhaltige Bestandteile, löslich in Wasser . . .	2,50%
„ „ „ unlöslich in Wasser	7,81%
Fett . . . . .	1,40%
Dextrin und Zucker . . . . .	1,02%
Zellulose . . . . .	0,20%
Wasser . . . . .	14,62%
Mineralstoffe (Asche) . . . . .	0,35%

Die im Mehle vorhandenen stickstoffhaltigen Bestandteile sind ihrer Hauptmenge nach Eiweißstoffe.

Als Mittelwerte für die Zusammensetzung des Weizen- und Reismehles können folgende Zahlen angenommen werden:

Mehlort	Wasser	Stickstoffh. Substanzen (Eiweiß- stoffe)	Stickstoff- freie Subst., und zwar Stärke, Dex- trin, Zucker	Zellulose	Asche
	%	%	%	%	%
Weizenmehl (fein) . . .	13,34	10,18	74,75	0,31	0,48
Weizenmehl (gröber) . .	12,65	11,82	72,23	0,98	0,96
Reismehl . . . . .	13,11	7,85	76,52	0,63	1,01

<sup>1)</sup> S. 191.

<sup>2)</sup> Die Kleie besteht aus den äußersten Schichten des Getreidekornes (Frucht- und Samenhaut) nebst daran haftenden Kleber- und Stärkezellteilchen.

Aus diesen Mittelwerten geht auch hervor, daß ein feineres Mehl weniger Eiweißstoffe (Kleber) enthält, als ein gröberes. Die feinsten Mehle enthalten 0,5 bis 1% Mineralstoffe (Asche), die mittleren Sorten 1 bis 2% und die groben 2 bis 3%. Im allgemeinen ist bei ein und derselben Mehlsorte der Aschengehalt um so größer, je dunkler die Farbe des Mehles ist. Bezüglich des Wassergehaltes ist zu bemerken, daß ein Mehl mit mehr als 15% Feuchtigkeit, zwischen den Fingern gedrückt, die Erscheinung des Ballens zeigt, d. h. eine zusammenhängende Masse bildet. Ein gutes Mehl soll nicht mehr als 18% Wasser enthalten, da es sonst, zufolge seines Gehaltes an Eiweißstoffen, leicht zu Gärungserscheinungen und Schimmelbildung neigt. Der Schimmelbildung unterliegt am leichtesten das Weizenmehl, weniger das Maismehl und am wenigsten das Reismehl. Im feuchten Mehl können sich auch Mehlmilben und andere tierische Parasiten ansiedeln.

Mit kaltem Wasser läßt sich das Mehl ähnlich wie die Stärke anrühren. Dabei bleibt ein Teil der Eiweißstoffe (Gluten oder der eigentliche Kleber) ungelöst, während ein zweiter Teil (das Pflanzenalbumin oder Phytoalbumin) in Lösung geht und ähnliche Eigenschaften wie das Eialbumin zeigt<sup>1)</sup>. Zum Unterschiede von einer Stärkesuspension kommt einem solchen Mehlpapp eine größere Klebrigkeit zu. Mit wenig Wasser geknetet, bildet das Mehl einen Teig. Im allgemeinen ist zur Herstellung des Teiges um so mehr Wasser erforderlich, je kleberreicher das Mehl ist. Heißes Wasser wirkt auf die im Mehl vorhandene Stärke verkleisternd ein und man erhält eine Masse, welche zufolge ihres Klebergehaltes viel konsistenter und zäher ist sowie eine bedeutend größere Klebkraft besitzt, als der gewöhnliche Stärkekleister. Diesen durch den Kleber bedingten Eigenschaften verdankt das Mehl seine Anwendung in der Schlichterei und Appretur. Die aus demselben hergestellte Appreturmasse vermag einerseits auf der Faser festzuhaften, andererseits aber auch andere Stoffe, selbst mineralische, festzuhalten.

Die Bereitung der Mehlappreturmassen geschieht ähnlich wie bei der Stärke: das Mehl wird mit Wasser von gewöhnlicher Temperatur angerührt, der Mehlpapp zur Entfernung der Klumpen durchgesiebt und dann ungefähr 10 Minuten unter Rühren gekocht. Zur Verwendung gelangt auch hier die auf 40 bis 50° ausgekühlte Masse. Mehlabkochen sollen in möglichst frischem Zustande verarbeitet werden, da sie schon nach 12 Stunden leicht in Gärung übergehen und dabei an Klebkraft verlieren. Beim längeren Stehen der Mehlabkochen stellt sich auch die Schimmelbildung ein.

Zum Unterschiede von den Stärkeabkochen bewirken stärkere Mehlabkochen auf der Ware einen gut deckenden Appret und einen

<sup>1)</sup> S. 189.

weichen, dabei aber vollen Griff. Starke Mehlapprete machen die Ware für viele Stoffe undurchlässig. Dies ist für die „Buchbinderleinwand“ und die zum Tapezieren dienenden Gewebe von Bedeutung.

Vielfach überläßt man das mit Wasser angerührte Mehl vor dem Verkochen einer freiwilligen Gärung, damit ein Teil des Klebers in Lösung geht. Man läßt es so lange stehen, bis sich an der Oberfläche ein bräunlicher Schaum gebildet hat, und ersetzt die über dem Mehlsatz befindliche Flüssigkeit durch reines Wasser. Je öfter diese Operation wiederholt wird, um so mehr geht der eigentliche Charakter des Mehles verloren; man erhält eine immer reinere Stärke. Die Ursache, einen Teil des Klebers auf diese Art zu zerstören, ist wohl die, bei einfarbigen, besonders dunklen Waren die Verschleierung der Farben und das sogen. „Schreiben“ zu vermeiden, das sich bei Verwendung von stärkeren Mehlabkochungen sehr leicht einstellen kann<sup>1)</sup>. Dünne Mehlabkochungen, welche auf 100 l Wasser etwa 2 kg Mehl enthalten, zeigen den Übelstand des Schreibens nicht. Solche Abkochungen dienen oft zum Gummieren von Tuchwaren, um diesen eine gewisse Füllung und einen vollen, milden Griff zu erteilen. Zu diesem Zwecke wird die Ware mit der Mehlabkochung mitunter in der Waschmaschine behandelt; in diesem Falle ist ein nachträgliches Ausschleudern der Ware notwendig.

Das durch Mehlapprete verursachte „Schleiern“ und „Schreiben“ läßt sich statt durch Gärung, bei welcher ja der wertvollste Bestandteil des Mehles — der Kleber — mehr oder weniger verloren geht, viel zweckmäßiger durch Aufschließen desselben mit Persalzen bewirken<sup>2)</sup>. Das

<sup>1)</sup> Unter dem „Schreiben“ versteht man den Übelstand mancher appetierten Waren, beim Streichen mit der Kante des Fingernagels weiße Streifen zu zeigen. Je mehr unlösliche und trübende Bestandteile die Appreturmasse enthält, um so weniger ist sie zum Appretieren einfarbiger Waren geeignet. Leicht lösliche Stoffe, wie Dextrin, Leim, löslich gemachte Stärke usw., verursachen bei sonst richtiger Behandlung keine „Verschleierung“ und kein „Schreiben“. Der angeführte Übelstand kann aber auch andere Ursachen haben, so z. B. eine zu niedrige Temperatur der zur Verwendung gelangenden Appreturmasse; damit diese in das Gewebe gut eindringt, soll ihre Temperatur etwa 50°, mindestens aber 40° betragen. — Das Eindringen der Appreturmasse wird auch bei ungenügend gespülter Ware, besonders wenn sie noch etwas Säure enthält, erschwert. (Appr. Zeit. 1908, S. 135). — Auch in der maschinellen Einrichtung kann die Fehlerquelle liegen. Für den Ausfall eines guten Appretes ist es notwendig, daß die Walzenüberzüge (Bombage) gut aufgezo-gen sind und öfter mit heißem Wasser gereinigt werden. Auch muß die obere Walze auf die Ware einen entsprechend starken Druck ausüben, damit die Appreturmasse gut eindringt und ihr Überschuß gleichmäßig abgequetscht wird. Das gleichmäßige Eindringen der Appreturmasse wird durch ein Netzen der Ware vor dem Appretieren begünstigt. Auch das Dekatieren oder Dämpfen der fertigen Ware vermindert die angeführten Übelstände, weil dadurch der Appret an der Ware besser haftet.

<sup>2)</sup> Patent. Verfahren von H. Walland.

Verfahren besteht darin, daß das Mehl unter Zusatz von Persalzen, am besten Natriumperborat, mit Wasser erwärmt bzw. verkocht wird, wobei der im Entstehungszustande wirkende Sauerstoff die Eiweißstoffe in eine Form überführt, in welcher sie bereits bei Gegenwart der sehr geringen Menge freien Alkalis, dessen Bildung in der Hydrolyse des Natriumperborates die Ursache hat, leicht löslich sind. Ein Abstumpfen der geringen Menge des gebildeten Alkalis ist in den meisten Fällen nicht notwendig. Bei dieser Behandlung findet eine Zerstörung der Eiweißstoffe nicht statt<sup>1)</sup>. Demnach bleibt auch die hohe Klebkraft des Klebers noch erhalten. Gleichzeitig geht auch die im Mehle vorhandene Stärke in Lösung<sup>2)</sup>. Will man jedoch für besondere Zwecke eine dextrin- bzw. zuckerhaltige Appreturmasse herstellen, so kann man die Stärke zuvor mit Diastase aufschließen. Die Aufschließung des Mehles mit Perborat gestattet somit auch stärkeren Appreturmassen, in die Ware einzudringen und ihr eine gute Füllung zu geben.

Von besonderer Bedeutung ist das Verhalten des Mehles zur Natronlauge. Wird es mit dieser bei gewöhnlicher Temperatur behandelt und dann die Lauge mit Schwefelsäure oder Essigsäure neutralisiert, so erhält man einen gallertigen, aber wenig durchscheinenden Stärkeleim<sup>3)</sup> (Pflanzenleim), welcher zufolge seines Klebergehaltes konsistenter als der gewöhnliche Stärkeleim ist, eine bessere Klebkraft besitzt und demnach auch ausgiebiger ist. Insbesondere für die Linksappretur ist er sehr geeignet.

Auf das große Aufnahmevermögen der Mehlappreturmasse für verschiedene Stoffe wurde bereits hingewiesen. Man kann durch Zusätze den verschiedenen Ansprüchen Rechnung tragen: Leim oder Dextrin erhöhen den Griff der Ware; Fette, Glycerin, Appreturöle usw. machen sie geschmeidig; Magnesiumsulfat und Natriumsulfat bewirken ihre Füllung und Beschwerung. Zur Erzielung der letzteren lassen sich bei Baumwollwaren auch unlösliche Beschwerungsmittel, wie Kaolin, Schwerspat, Kreide usw., dem Mehlpapp einverleiben. In besonders hohem Maße läßt sich die Beschwerung bei Verwendung von Mehlleimen<sup>3)</sup> erreichen. Diese eignen sich demnach für „schwere Appreturen“.

Unter allen Mehlen nimmt in der Schlichterei und Appretur die erste Stelle wohl das **Weizenmehl** ein. Es liefert die konsistenteste Apperturmasse.

In geringerer Menge kommen das **Roggenmehl**, selten das **Hafer-**, **Erbsen-** und **Bohnenmehl** zur Verwendung.

---

1) Davon kann man sich durch die Biuretreaktion überzeugen.

2) S. 219.

3) Für die aus Mehlen bereiteten „Pflanzenleime“ wäre die Bezeichnung „Mehlleime“ zutreffend.

Auch das **Reismehl** wird als solches weniger verwendet. Doch ist es bereits gelungen, aus Reis ein Produkt herzustellen, das sich unter dem Namen **Protamol** in der Schlichterei und Appretur sowie in der Druckerei sehr gut bewährt hat<sup>1)</sup>. Es enthält neben unverdorbener Stärke auch Pflanzeneiweißstoffe (Proteine). Letzere verleihen dem Produkt besonders wertvolle Eigenschaften, da sie zum Teil in aufgeschlossener — leicht löslicher — Form vorhanden sind. Im Protamol ist auch das Fett der Reiskörner noch erhalten, während sonstige Bestandteile des Reismehles, wie Fragmente der Zellwände usw., ziemlich vollständig entfernt sind. Im Protamol sind demnach die guten Eigenschaften unserer feinsten Stärke — der Reisstärke — mit denen der Eiweißstoffe vereint<sup>2)</sup>. Als ein besonderer Vorteil bei der Verwendung von Protamol ist auch seine Ausgiebigkeit zu verzeichnen, welche sich sowohl bei einfachen Protamolabkochungen als auch bei Protamolleimen (Protamolpflanzenleimen), am besten aber bei mit Perborat aufgeschlossenem Protamol bemerkbar macht. Als Vorteile dieses Appreturmittels sind auch das stets gleichartige Fabrikat und der keinen erheblichen Schwankungen unterworfenen Preis zu bezeichnen.

Ein sehr stärkereiches Mehl ist das **Mandioka-** oder **Cassavamehl**. Bisher kam in der Appretur nur die aus diesem Mehl isolierte Mandioka- oder Cassavastärke zur Verwendung<sup>3)</sup>. Erst seit kurzem wird — ohne die Stärke zu isolieren — ein Mandiokamehl von der für Appreturzwecke erforderlichen Reinheit hergestellt. Leider werden seine Abkochungen ziemlich leicht wässrig. Dieser Übelstand soll zum Teil schon behoben sein; bei völliger Behebung desselben werden dem Mandiokamehl zufolge seines niedrigen Preises Aussichten auf Einführung in die Textilindustrie gestellt.

Das Mark der Sagopalme Ostindiens liefert das **Sagomehl**, das zuweilen für feinere Appreturen verwendet wird. Zuzufolge seines Stärke-reichtums unterscheidet es sich von der daraus isolierten Sagostärke nur wenig.

Das eigentliche **Kartoffelmehl**, das mit der Kartoffelstärke so oft verwechselt wird, findet für Appreturzwecke wenig Verwendung. Es wird durch Trocknen der von den löslichen Bestandteilen befreiten Kartoffel hergestellt und besteht im wesentlichen aus Stärke und etwas Zellulose. Die Mittelwerte seiner Zusammensetzung sind:

Wasser	Stickstoffsubst.	Stickstoffr. Subst. (Stärke u. Zellulose)	Asche
17,18%	1,03%	80,83%	0,90%

<sup>1)</sup> Erste Triester Reisschälfabriks-A.-G.

<sup>2)</sup> Die Benennung des Fabrikates wurde daher den Begriffen Protein (Eiweißstoff) und Amylum (Stärke) entlehnt.

<sup>3)</sup> S. 209.

Es weicht demnach in seiner Zusammensetzung von der Kartoffelstärke nicht viel ab und kann aus diesem Grunde vielfach die letztere ersetzen.

### Untersuchung der Mehle.

Zur Unterscheidung der Mehlsorten dienen vor allem die darin enthaltenen Stärkekörnchen, deren Art mikroskopisch zumeist leicht zu bestimmen ist. Nur in manchen Fällen, wo es sich um einander sehr ähnliche Stärkekörnchen handelt, wie bei Weizen und Roggen, benötigt man bei der mikroskopischen Prüfung noch anderer Bestandteile, sogen. Formenelemente, welche für einzelne Mehlsorten charakteristisch sind. Dazu gehören Längs- und Querzellen, sogen. Haare usw. Weizenmehl läßt sich von Roggenmehl auch durch die verschiedenen Quellungstemperaturen ihrer Stärkesorten unterscheiden<sup>1)</sup>.

Verdorbenes Mehl wird an seinem dumpfen Geruch und kratzenden Geschmack erkannt.

Die Bestimmung des Wasser- und Aschengehaltes wird so wie bei der Stärke durchgeführt<sup>2)</sup>.

### Bestimmung des Klebergehaltes.

Zur Bestimmung des Klebergehaltes werden mehrere Methoden vorgeschlagen, darunter auch Backversuche mit dem zu prüfenden Mehl. Für den Appreteur hat eine derartige Probe schon wegen ihrer Umständlichkeit keine Bedeutung. Für den Praktiker am einfachsten und zweckmäßigsten ist die Methode, welche auf der Isolierung des Klebers durch Auswaschen der Stärke aus dem Mehl beruht. Zu diesem Zwecke werden nach Boland 30 g Mehl mit 15 cm<sup>3</sup> Wasser zu einem Teige angerührt, dieser 1 bis 3 Stunden stehen gelassen und die Stärke sodann entweder in einem Leinensäckchen oder auf einem Haarsieb durch einen Wasserstrahl unter fortwährendem Kneten so lange ausgewaschen, bis keine milchige Flüssigkeit mehr abfließt. Bei gutem Mehl erhält man den Kleber als eine gelbliche, zähe Masse, welche an den Fingern nicht haften bleibt. Der im Säckchen bzw. am Sieb verbleibende Kleber, welcher allerdings noch etwas Stärke enthält, wird bei 105<sup>o</sup> getrocknet; nach dem Wägen berechnet man seinen Prozentgehalt.

Auf diese Weise läßt sich der Kleber im Weizenmehl, Roggenmehl u. a. leicht bestimmen. Aus manchen Mehlen wird aber mit Wasser auch der Kleber ausgewaschen. Für solche Fälle wird zuerst ein Durchkneten des Mehles mit Gipswasser empfohlen, das ein Zusammenballen

---

<sup>1)</sup> S. 223.

<sup>2)</sup> S. 223 und 224.

der Kleberflocken bewirkt; zum Schluß wäscht man mit reinem Wasser nach<sup>1)</sup>).

#### Prüfung auf Verfälschungen.

Mehlen werden manchmal geringwertige Sorten beigemischt, so z. B. dem Weizenmehl das Bohnenmehl. Wenn es der Preis erlaubt, wird zuweilen das Weizenmehl auch mit Roggenmehl gemischt. Die Arten des Mehles ergeben sich aus der mikroskopischen Untersuchung desselben. Beimengungen anderer Art, wie Kreide, Gips, Schwerspat, gemahlene Sägespäne usw., kommen in Kulturstaaten dank der chemischen Untersuchungsanstalten wohl nur sehr selten vor<sup>2)</sup>. Etwa vorhandene mineralische Zusätze ergeben sich aus der Aschenbestimmung oder nach Laiffagne, indem man die Mehprobe mit Chloroform schüttelt und dann der Ruhe überläßt; sind mineralische Zusätze vorhanden, so fallen sie zu Boden, während sich das spezifisch leichtere Mehl an der Oberfläche ansammelt. Hierbei ist zu bemerken, daß ein sehr geringer Bodensatz auch von den Mühlsteinen herrühren kann. Einen zuverlässigen Nachweis von mineralischen Beimengungen gestattet wie bei der Prüfung der Stärke so auch hier die Behandlung des Mehles mit einer Diastaphorlösung bei ungefähr 65°. Allerdings bleiben in diesem Falle auch die Eiweißstoffe ungelöst zurück; sie bilden jedoch einen flockigen Niederschlag, den man von den mineralischen Stoffen leicht unterscheiden kann.

### Dextrin.

Dextrin ist kein einheitlicher Stoff, sondern ein Gemisch von verschiedenen Dextrinen, welche ihrer chemischen Natur nach zwischen Stärke und Zucker liegen. Die chemische Zusammensetzung entspricht der Formel  $(C_6H_{10}O_5)_x$ , wobei x kleiner als bei der Stärke ist<sup>3)</sup>.

Auf die Bildung der Dextrine wurde bereits bei der Stärke hingewiesen. Zu ihrer Darstellung bedient man sich mehrerer Verfahrensarten:

1. Durch Erhitzen der Stärke auf 180 bis 220° in drehbaren Rösttrommeln oder in mit Rührwerk versehenen Gefäßen, deren Böden durch

<sup>1)</sup> Eine chemische, zur Bestimmung der Eiweißstoffe allgemein anwendbare Methode beruht auf dem Umstande, daß allen Eiweißstoffen ungefähr derselbe Stickstoffgehalt zukommt. Man bestimmt demnach den Stickstoffgehalt des zu prüfenden Materials und erhält durch Multiplikation desselben mit 6,25 den ungefähren Gehalt an Eiweißstoffen (Rohprotein). Die Stickstoffbestimmung wird nach Kjeldahl durchgeführt.

<sup>2)</sup> In letzterer Zeit sollen Verfälschungen mit „Maiskolbenmehl“ vorkommen.

<sup>3)</sup> Die Bezeichnung „Dextrin“ rührt von der Eigenschaft seiner Lösung her, die Ebene des polarisierten Lichtstrahles nach rechts zu drehen. Dies läßt sich im „Polarisationsapparat“ beobachten, einem optischen Apparat, welcher sowohl bei der qualitativen als auch bei der quantitativen Prüfung der verschiedenen Kohlenhydrate gute Dienste leistet.

überhitzten Dampf geheizt werden, erhält man Röst-dextrine (Röstgummi, Stärkegummi, künstl. Gummi, Leiokom, Leiogomme, Gommelin usw.). Das aus der Weizenstärke hergestellte Produkt heißt auch „gebrannte Stärke“, das aus der Maisstärke „britisches Gummi“ (British Gum)<sup>1)</sup>.

2. Nach einem anderen Verfahren wird die Stärke mit verdünnter Salpetersäure befeuchtet, getrocknet und in offenen Schalen in einem auf 150° geheizten Raume erhitzt, wobei sich die Säure verflüchtigt. Bei einer Erhitzungsdauer von 2 bis 4 Stunden erhält man eine helle, bei einer solchen von 10 bis 20 Stunden eine dunkle Ware. Auf 100 kg Stärke kommen 0,2 bis 0,4 kg konz. Salpetersäure in verdünntem Zustande zur Verwendung. Die Produkte werden als „Säuredextrin“, „Säuregummi“ usw. bezeichnet.

Nach anderen Verfahren läßt man Chlorwasserstoffgas, Schwefeldioxyd oder Kohlendioxyd auf trockene Stärke einwirken.

3. Durch Einwirkung der Diastase auf Stärkeabkochungen erhält man Dextrin nebst Malzzucker in der Lösung<sup>2)</sup> und kann aus dieser auch das feste Produkt herstellen.

#### Eigenschaften der Dextrine.

Sie sind amorphe Produkte, welche mit Wasser stark klebende Lösungen geben. In 50%igem und stärkerem Alkohol sind sie unlöslich. Auf das Verhalten der verschiedenen Dextrine zur Jodlösung wurde bereits bei der Stärke hingewiesen; im allgemeinen gibt Dextrin eine rote Jodreaktion.

Das durch Erhitzen der trockenen Stärke gewonnene Dextrin bildet eine dem arabischen Gummi ähnliche Masse von muscheligen Bruch, deren Farbe um so heller ist, je niedriger die Temperatur beim Rösten war. Das bei Gegenwart von Säure erhaltene Produkt ist weiß und meist mehlig.

Die Kartoffelstärke liefert ein eigentümlich riechendes Dextrin, während aus anderen Stärkesorten fast geruchlose Produkte entstehen.

Das Handelsprodukt enthält neben Dextrinen auch etwas lösliche Stärke und oft größere Mengen von unveränderter Stärke. Die Säuredextrine enthalten zumeist auch Traubenzucker (Dextrose); solche Dextrine werden leicht hygroskopisch und besitzen eine geringere Klebkraft. Eine klare Lösung geben selbstredend nur die stärkefreien Dextrine. Der Feuchtigkeitsgehalt einer guten Ware soll nicht mehr als 8%, ihr Aschengehalt nicht mehr als 0,5% betragen.

<sup>1)</sup> Die glatte, glänzende Oberfläche, welche gestärkte Wäsche beim „StEIFen“ annimmt, wird durch Dextrin verursacht, dessen Bildung sich unter der Hitze des Bügeleisens vollzieht. Auch der bräunliche und glänzende Überzug der Brotkruste ist auf eine oberflächliche Dextrinbildung zurückzuführen.

<sup>2)</sup> S. 215.

## Verwendung des Dextrins.

Es bildet einen billigen Ersatz für Gummi arabicum, dessen Klebkraft es jedoch nicht erreicht. Seine Verwendung in der Appretur und Schlichterei stützt sich auf die Eigenschaft, schon in der Kälte gut klebende und steifende Lösungen zu geben. Die heiß bereiteten Lösungen bleiben, wenn sie nicht zu konzentriert sind, bei reiner Ware auch nach dem Erkalten klar; aus diesem Grunde verschleiert reines Dextrin die Farben nicht. Dextrin füllt die Ware sehr gut, macht sie aber weniger hart als Stärke; während man z. B. bereits mit einem 5%igen Stärkekleister einen gewissen „Griff“ erhält, übt eine 5%ige reine Dextrinlösung eine kaum merkliche Wirkung aus. Bei Verwendung von Dextrin fällt demnach der Appret um so härter aus, je größer der Stärkegehalt des Handelsproduktes ist. Reines Dextrin wird für Appreturzwecke schon aus dem Grunde nicht verwendet, weil es zu teuer ist; in Gemeinschaft mit Stärke erteilt es aber Leinen- und Baumwollwaren einen sehr guten „Körper“, ohne die Ware hart zu machen, und eignet sich in dieser Weise auch zum „Gummieren“ von Wollwaren. Je mehr Zucker das Dextrin enthält, desto weicher fällt die Ware aus; bei mehr als 10% Zucker kann jedoch die Ware einen fettigen Griff erhalten.

Wie bereits bekannt, kann der Appreteur die Stärke mit Schwefelsäure oder zweckmäßiger mit Diastaphor auch selbst „dextrinieren“; bei genauer Verfolgung der Aufschließungsphasen mittels der Jodlösung läßt sich die „Dextrinierung“ mehr oder weniger weit führen; eine nur kurze Wirkungsdauer des Aufschließungsmittels führt zu einer Appreturmasse, deren Zusammensetzung jener aus reichlich stärkehaltigem Handelsdextrin bereiteten ungefähr gleichkommt; bei längerer Wirkungsdauer entspricht die Zusammensetzung mehr solchem Handelsdextrin, das neben viel Dextrin auch größere Mengen Zucker, aber wenig Stärke enthält. Der Appreteur ist demnach in der Lage, mittels Diastase derartige Appreturmassen, welche jeder gewünschten Zusammensetzung annähernd entsprechen, selbst herzustellen.

Der mehr oder weniger stärkehaltigen Dextrinappreturmasse werden je nach Bedarf noch Leim, geschmeidigmachende Mittel, wie Appreturöle, usw. zugesetzt.

Bei weißer Ware kann nur weißes Dextrin zur Verwendung kommen; sonst gibt man aber dem gelben den Vorzug, weil dieses wegen des höheren Dextringehaltes ausgiebiger ist.

Dextrin findet auch in der Baumwolldruckerei, beim Tapetendruck, zur Herstellung von Klebstoffen usw. Verwendung. Aus den besten Sorten wird das Kristallgummi auf folgende Weise hergestellt.

Dextrin wird in Wasser gelöst, die Lösung mit Knochenkohle entfärbt und in dünner Schichte so weit eingedampft, daß die Masse beim Erstarren in glasige Körner zerspringt, welche das Aussehen des arabischen Gummi haben. Andere Dextrinpräparate sind z. B. das Gummi germanicum, das Kunstgummi und das „Textilpulver“. Die in den Handel kommenden flüssigen Dextrinpräparate enthalten gewöhnlich auch Zucker.

Prüfung des Dextrins. Das Vorhandensein von unlöslicher Stärke verrät sich schon beim Auflösen des Dextrins, da die Lösung nicht klar, sondern milchig getrübt erscheint. Sind größere Mengen Stärke vorhanden, so gelatiniert die Abkochung beim Erkalten. Stärkehaltiges Dextrin gibt eine blaue Jodreaktion. Eine quantitative Bestimmung der Stärke und anderer etwa vorhandener unlöslicher Stoffe erfolgt dadurch, daß man 5 g der Probe mit kaltem Wasser aufnimmt, durch ein gewogenes Filter filtriert und nach dem Auswaschen des Rückstandes mit kaltem Wasser diesen samt dem Filter bei 105° trocknet. Die Menge des Rückstandes (Stärke und andere, etwa vorhandene unlösliche Stoffe) wird in Prozenten ausgedrückt.

Ein größerer Zuckergehalt wird an dem süßen Geschmack erkannt. Auf Säure prüft man so wie bei der Stärke<sup>1)</sup>.

Ein technischer, der Praxis angepaßter Appreturversuch wird auch hier eine gute Beurteilung der Handelsware zulassen.

## Stärkezucker und Stärkesirup.

Der Hauptbestandteil dieser Produkte ist der Traubenzucker (Dextrose oder Glukose)  $C_6H_{12}O_6$ . Er kommt in Trauben, Kirschen und anderen süßen Früchten, im Honig (gemengt zu gleichen Teilen mit Fruchtzucker oder Lävulose) sowie im Harn bei der Zuckerkrankheit (diabetes mellitus) vor.

Künstlich wird der Traubenzucker als Endprodukt der hydrolytischen Spaltung der Stärke mit Säuren erhalten<sup>2)</sup>:



Nach diesem Vorgang wird der Traubenzucker sowohl als fester Stärkezucker als auch als flüssiger Stärkesirup hergestellt. Nur in sehr verdünnter Lösung verläuft die Verzuckerung vollständig. In der Praxis führt man sie absichtlich nicht zu Ende; daher enthält die Handelsware immer mehr oder weniger Dextrine als Zwischenprodukte der Verzuckerung, und zwar enthält das feste Produkt vorwiegend Dextrose, das flüssige aber vorwiegend Dextrine. Die Produkte enthalten ungefähr:

<sup>1)</sup> S. 225.

<sup>2)</sup> S. 213.

	Stärkezucker	Stärkesirup
Dextrose . . . .	55—60%	40—42%
Dextrine . . . .	25—30%	42—45%
Wasser . . . . .	15—20%	15—18%

Von größerer Bedeutung für die Textilindustrie ist der Stärkesirup. Er kommt auch unter den Namen Dextrinsirup, Gummi-sirup oder Sirup in den Handel.

Darstellung des Stärkesirups. Er wird in Europa zumeist aus der Kartoffelstärke, in Amerika aus der Maisstärke hergestellt. Man arbeitet entweder mit Schwefelsäure und entfernt dann diese, lediglich als Katalysator<sup>1)</sup> wirkende Säure mit Kalziumkarbonat (Fällung von Gips) oder mit Salzsäure und neutralisiert diese mit Soda. In letzterem Falle enthält das Produkt ungefähr 0,5% Kochsalz.

Bei Verwendung von Kartoffelstärke nimmt man auf je 30 kg Stärke 70 l Wasser und soviel Schwefelsäure, daß eine 0,3%ige Säure entsteht, verkleistert zunächst zu einer gleichartigen Masse und erhitzt in kupfernen Druckgefäßen 1 Stunde auf 1 at Überdruck, so daß ungefähr die Hälfte der Stärke in Dextrose, die andere Hälfte aber in Dextrine umgewandelt wird. Bei dieser Zusammensetzung kristallisiert das Gemisch nicht. Der Verlauf der Hydrolyse wird durch die Jodreaktion verfolgt, das Produkt darf mit Jod keine Färbung mehr geben<sup>2)</sup>. Nach der Neutralisation mit Kalziumkarbonat wird durch Filterpressen filtriert, im Vakuum bis 32° Bé eingedampft, zur Entfernung des weiter ausgeschiedenen Gipses nochmals filtriert und dann behufs Entfärbung mit Knochenkohle gereinigt. Zum Schluß dampft man das flüssige Produkt im Vakuum bis zur größtmöglichen Konsistenz (42 bis 44° Bé) ein.

Der so hergestellte Stärkesirup bildet eine dicke, klebrige, süß schmeckende und farblose Flüssigkeit. Dem in der Appretur verwendeten kommt eine hell- bis dunkelgelbe Färbung zu.

Einen aus Dextrinen und Maltose bestehenden Sirup erhält man durch Verzuckerung der Stärke mit Diastase.

Bei der Darstellung des festen Stärkezuckers wird genau so gearbeitet, nur wird in den Autoklaven etwas länger erhitzt. Dadurch wird die Hydrolyse weitergehend und der Gehalt an Dextrose vermehrt. Das im Vakuum eingedampfte Produkt erstarrt nach längerem Stehen zu einer feinkristallinischen weißen bis gelben Masse.

Eigenschaften des Traubenzuckers. Dieser Bestandteil des Stärkezuckers und des Stärkesirups ist ungefähr halb so süß als der Rübenzucker, mit Hefe sehr leicht vergärbar<sup>3)</sup> und besitzt ein starkes

<sup>1)</sup> S. 213.

<sup>2)</sup> Die gebildeten „Achroodextrine“ geben keine Jodreaktion; (S. 213).

<sup>3)</sup> S. 104.

Reduktionsvermögen; mit der Fehlingschen Lösung<sup>1)</sup> erwärmt, bewirkt er die Ausscheidung von rotem Kupferoxydul  $\text{Cu}_2\text{O}$ . Traubenzucker ist sehr hygroskopisch und bildet einen guten Nährboden für Schimmelpilze. In größerer Menge im Appret vorhanden, führt er leicht zur Bildung von Schimmelflecken in der Ware. Durch Zusatz von anti-septisch wirkenden Stoffen wird dieser Übelstand vermieden.

Verwendung des Stärkesirups. Als Verdickungsmittel hat er eine geringe Bedeutung; er dient nur als Zusatz zu Schlicht- und Appretmassen, und hat zufolge seiner hygroskopischen Eigenschaft die Aufgabe, das Austrocknen des Appretes zu verhindern. In der Schlichterei trägt er auch zur Stärkung der zum Weben bestimmten Garne bei. In der Indigofärberei findet er manchmal als Reduktionsmittel Verwendung.

Der Stärkezucker wird auch in den Gärungsgewerben, bei der Herstellung von Konditoreiwaren, als Versüßungsmittel usw. verwendet.

Die Prüfung des Stärkesirups bezieht sich in erster Linie auf die Bestimmung des Gehaltes an Dextrinen und Dextrose<sup>2)</sup>. Die Bestimmung des Wasser- und Aschengehaltes wird ähnlich wie bei der Stärke durchgeführt.

## Melasse.

Unter „Melasse“ versteht man jenen bei der Zuckerfabrikation erhaltenen Sirup, welcher zufolge Anreicherung an organischen Nichtzuckerstoffen nicht mehr kristallisationsfähig ist. Sie kann nur nach besonderen Verfahren, z. B. durch „Osmose“ auf Zucker verarbeitet werden, nur selten noch dient sie als Rohmaterial für die Spiritusfabrikation.

Der wertvolle Bestandteil der Melasse ist die Saccharose  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  die bekannte, aus der Zuckerrübe oder aus dem Zuckerrohr gewonnene Zuckerart.

Die Rüben-Melasse ist eine dicke klebrige, schwarzbraune, übelriechende und widerlich schmeckende Flüssigkeit von alkalischer Reaktion. Sie enthält neben 20% Wasser ungefähr 50% Saccharose, 20% andere organische Stoffe und 10% Salze.

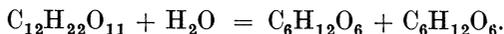
---

<sup>1)</sup> Dieses Reagens besteht aus zwei getrennt aufzubewahrenden Lösungen: die eine enthält in einem Liter 69,278 g krist. Kupfersulfat  $\text{CuSO}_4 + 5 \text{H}_2\text{O}$ , die zweite 346 g Seignettesalz  $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$  und 103,2 g Natriumhydroxyd in Wasser gelöst. Vor dem Gebrauch mischt man gleiche Teile beider Lösungen in der Epruvette zusammen und erhält dabei eine tiefblaue Lösung.

Die Fehlingsche Lösung dient auch zur quantitativen Bestimmung der Dextrose.

<sup>2)</sup> Nur vom Chemiker durchführbar.

Von den Eigenschaften der Saccharose seien hier nur folgende erwähnt. Sie ist in Wasser leicht, in Alkohol sehr schwer löslich. Bei 160° schmilzt sie zu einer klebrigen Flüssigkeit und geht beim Erkalten in eine amorphe, durchscheinende Masse (Gerstenzucker) über, welche nach längerer Zeit wieder kristallinisch und undurchsichtig wird<sup>1)</sup>. Saccharose vermag die Fehlingsche Lösung nicht zu reduzieren; wird aber ihre wässrige Lösung mit verdünnten Säuren gekocht, so zerfällt sie zufolge der hydrolytischen Spaltung in gleichviel Dextrose und Lävulose:



Der Mischung dieser einfachen Zuckerarten, welche „Invertzucker“ heißt, kommt nun die reduzierende Wirkung gegenüber der Fehlingschen Lösung zu<sup>2)</sup>. Saccharose ist nicht direkt gärungsfähig, sondern erst nach ihrer hydrolytischen Spaltung.

Die Verwendung der Melasse in der Textilindustrie ist eine sehr beschränkte. In der Appretur kann sie nur als Zusatz zu Appreturmassen an Stelle von Stärkesirup für dunkle Waren Verwendung finden. Reine Zuckerlösungen dienen manchmal in der Seidenindustrie zum Bescheren von weißer und hellfarbiger Seide, auch unter Zusatz von Eiweiß.

G. Brunn stellt aus der Melasse ein Schlicht- und Appreturmittel her, indem er dieselbe nach Zusatz einer Mineralsäure mit Knochenkohle entfärbt. Die aus den Salzen der Melasse freigemachten organischen Säuren und der geringe Überschuß an Mineralsäure werden mit Zinkstaub neutralisiert. Das gut konsistente Appreturmittel enthält nur wenig Invertzucker.

## Gummiarten.

Diese sind im allgemeinen amorphe Pflanzenausscheidungen; sie fließen aus den Rinden mancher Sträucher und Bäume entweder freiwillig aus oder werden durch Einschnitte zum Ausfluß gebracht und dann gesammelt. Sie entstehen durch eine eigentümliche Veränderung der Zellulose und stehen in naher Beziehung zum Dextrin. Alle Gummiarten sind quellbar, viele auch zu klebrigen, filtrierbaren Flüssig-

---

<sup>1)</sup> Bei höherer Temperatur geht die Saccharose in Karamel über — ein braunes Gemenge verschiedener Zersetzungsprodukte, das in Wasser und Alkohol löslich ist und als „Zuckerkouleur“ Verwendung findet.

<sup>2)</sup> Durch die Einwirkung verdünnter Säuren auf Saccharose wird ihr optisches Drehungsvermögen umgekehrt: Saccharose dreht die Ebene des polarisierten Lichtstrahles nach rechts, das Gemisch von Dextrose und Lävulose nach links; daher führt letzteres die Bezeichnung „Invertzucker“. Die „Inversion“ der Saccharose wird auch durch das in der Hefe vorhandene ungeformte Ferment „Invertin“ bewirkt.

keiten in Wasser löslich und werden aus ihrer Lösung durch Alkohol wieder gefällt.

Den tropischen Akazien entstammen als lösliche Produkte: arabisches Gummi, Senegalgummi und Kapgummi. Schwer löslich oder nur quellbar sind z. B. Kirschgummi, Pflaumengummi sowie viele tropische Gummisorten (z. B. Gummi Gheziri)<sup>1)</sup>.

### Arabisches Gummi (*Gummi arabicum*)

ist die bekannteste Gummiart. Sie quillt zeitweise aus den rissigen Rinden der arabischen und afrikanischen Akazien als ein zähflüssiger Saft, der zu glasartigen, spröden Stücken erstarrt; durch künstliche Einschnitte wird die Ausbeute vergrößert. Arabisches Gummi wird sortiert und unter den verschiedensten Namen in den Handel gebracht, welche zumeist der Heimat, manchmal der Farbe der einzelnen Sorten entlehnt sind, z. B. Kordofan, Geddah, Suakim, Magador, Gomme blanche, Gomme blonde usw. Aus Sudan kommen drei Sorten in Handel: Haschab, Gesirch und Talh. Haschab, als beste Sorte, kommt aus Kordofan; Gesirch, dem ersteren an Güte nahe, von der zwischen beiden Nilen gelegenen Insel Gesirch; Talh ist eine minderwertige Sorte, die sich im Sudan überall vorfindet.

Den Hauptbestandteil des arabischen Gummis bilden Verbindungen des Kalziums, Magnesiums und Kaliums mit Arabin oder Arabinsäure ( $C_6H_{10}O_6$ )<sub>x</sub>.

Je nach der Abstammung bildet das arabische Gummi weiße, weingelbe bis braune Stücke von unregelmäßig runder Form und muschelartigem, glänzendem Bruch. Zum Unterschiede vom billigeren Senegalgummi zeigt es im Inneren Sprünge und Risse, in geringerer Menge auch an der Oberfläche. Es läßt sich aus diesem Grunde leicht zerbrechen und pulvern. Arabisches Gummi ist nicht hygroskopisch und in Wasser vollkommen löslich. Seine Lösungen sind fast klar, schwerflüssig, aber nicht gallertig, etwas fadenziehend und sehr gut klebend; sie haben einen faden und schleimigen Geschmack und einen eigentümlichen, nicht unangenehmen Geruch, der in geringerem Maße auch den festen Stücken zukommt; sie zeigen eine schwach saure Reaktion.

Die Verwendung des arabischen Gummis erstreckt sich in der Appretur auf die Erzielung sehr harter Apprete. Zu diesem Zwecke wird es der Stärkeabkochung, oft auch in Verbindung mit Leim, Dextrin usw. zugesetzt. Zu viel Gummi gibt einen „brettigen“ Appret. Für jeden Fall empfiehlt sich bei Verwendung des arabischen Gummis ein entsprechender Zusatz eines geschmeidigmachenden Mittels (Appreturöl, Softening o. dergl.).

<sup>1)</sup> Der oft zu den Gummiarten gerechnete Tragant muß auf Grund seiner Eigenschaften zu den Pflanzenschleimen gezählt werden; S. 245.

Da Gummilösungen in die Faser gut eindringen und kein „Schreiben“ bewirken, leisten sie in Gemeinschaft mit Dextrin besonders dort gute Dienste, wo es sich um Erzielung harter Apprete auf zum „Schreiben“ neigenden Waren handelt.

Zur Bereitung der Lösung läßt man das Gummi erst etwa 12 Stunden in lauem Wasser quellen und bewirkt die völlige Lösung durch Kochen.

In der Druckerei bildet das arabische Gummi ein sehr geschätztes Verdickungsmittel. Seine Verwendung als Klebstoff ist bekannt.

### Senegalgummi

stammt von einer auf den Ufern des Senegal heimischen Akazienart.

Es bildet im Gegensatz zum arab. Gummi härtere und größere, rundliche, oft wurmförmige und durchsichtigere Stücke, welche im Inneren häufig größere Lufthöhlen aufweisen, an der Oberfläche aber rau und wenig glänzend erscheinen. Seine Farbe ist weiß bis rötlich gelb, sein großmuscheliger Bruch von starkem Glanz. Sprünge und Risse sind beim Senegalgummi seltener vorhanden. In Wasser löst es sich etwas schwerer als das arab. Gummi; seine Lösung ist mehr gallertig und von geringerer Klebkraft.

Es findet dieselbe Verwendung wie das arab. Gummi, ist aber diesem gegenüber minderwertig<sup>1)</sup>.

### Kapgummi

wird von der in Südafrika heimischen Acacia Karroo geliefert.

Es bildet unreine, trübe, in Wasser schwer lösliche Stücke und hat keine besondere Bedeutung.

### Feroniagummi (echtes ostasiatisches Gummi)

entstammt der Aurantiacea *Feronia elephantum* Corr. und bildet große, unregelmäßig gebildete, oberflächlich höckerige, sehr stark glänzende, topasgelbe und durchsichtige Stücke. Feroniagummi enthält als Hauptbestandteil Arabin, ist in Wasser leicht löslich und dem arab. Gummi fast gleichwertig.

Andere nur zum Teil lösliche (z. B. Ghattigummi) und viele auch in kochendem Wasser vollkommen unlösliche Gummiarten Afrikas, Asiens und Australiens werden als Ersatzgummi bezeichnet; sie lassen sich nur bei größerem Druck in Lösung bringen, besitzen aber eine sehr geringe Klebkraft.

Aus unlöslichen Gummiarten nach verschiedenen Verfahren mehr oder weniger löslich gemachte Präparate kommen unter mannigfachen

<sup>1)</sup> Unter dem Namen Senegalin kommt ein Appreturpräparat im Handel vor, das aus Stärke, Magnesiumsulfat und Senegalgummi besteht.

Namen in den Handel (Patentkristallgummi, Industriegummi usw.).

### Kirschgummi

ist die aus der Rinde der Kirschbäume ausfließende Gummiart von halbkugeliger oder nierenförmiger Gestalt und blaßgelber bis dunkelbrauner Farbe. Es enthält neben dem Arabin auch unlösliches Metaarabin oder Cerasin und ist aus diesem Grunde in Wasser nur teilweise löslich; erst nach anhaltendem Kochen gelingt es, die gequollene Masse in Lösung zu bringen. Lösungen von Kirschgummi sind rötlichbraun und besitzen einen schwachen, unangenehmen Geruch. Nach dem Verfahren von J. Meyer lassen sich Kirschgummi und andere schwer lösliche Gummisorten durch Einwirkung von Wasserdampf bei Gegenwart ganz verdünnter Salzsäure löslich machen; das Produkt kann mit Chlor gebleicht werden. Das Kirschgummi, sowie das ihm sehr ähnliche Pflaumengummi und andere inländische Gummiarten (Aprikosen-, Mandelbaumgummi usw.) haben jedoch gegenüber den tropischen Arten keine besondere Bedeutung und bilden kaum noch einen Handelsartikel.

### Unterscheidung und Prüfung der Gummiarten.

Von allen Gummiarten ist das arab. Gummi die beste. Da dieses immer teurer wird, nimmt seine Verfälschung nicht ab; man mischt ihm billigere, nur teilweise oder ganz unlösliche Gummiarten und oft Dextrin bei. Es kommt auch vor, daß unter dem Namen „arab. Gummi“ Produkte in den Handel gelangen, welche ausschließlich aus anderen Gummiarten bestehen, manchmal sogar nichts anderes als Dextrin sind. Eine derartige Fälschung ist allerdings nur bei einer gepulverten oder feinkörnigen Ware möglich; daher ist beim Einkauf einer solchen Ware immer Vorsicht geboten.

Liegt die Ware in den natürlichen Stücken vor, so läßt sich die Abstammung zumeist schon nach ihrem äußeren Aussehen bestimmen. So z. B. läßt sich das Senegalgummi, das dem arabischen häufig zugesetzt wird, von diesem durch seine äußeren Eigenschaften sehr leicht unterscheiden.

Die Lösungsprobe ist insbesondere bei gepulverter Ware unerläßlich und dient zum Nachweis von Ersatzgummi. Sie wird nach Jettel durchgeführt: Eine Probe wird mit der zehnfachen Menge heißem Wasser übergossen und unter häufigem Umrühren 3 bis 4 Stunden stehen gelassen. Nach dem Absetzen der unlöslichen Bestandteile wird die Hälfte der Flüssigkeit abgegossen, durch die gleiche Menge kalten Wassers ersetzt und wieder gut umgerührt. Diese Behandlung wird binnen einer Stunde noch zweimal wiederholt. Die letzte Mischung

scheidet sich bei Gegenwart von Ersatzgummi schon nach kurzem Stehen in zwei Teile, von welchen der untere von gallertiger, stark lichtbrechender Beschaffenheit ist. Auf diese Weise läßt sich noch ein Zusatz von 5% unlöslicher Gummiarten erkennen.

Nach der Beobachtung von Kramsky sind die kleinen Holzstückchen, die nach dem Auflösen des Gummis zurückbleiben, beim arabischen Gummi von rötlicher, beim Senegalgummi aber meist von schwärzlicher Farbe.

Die Lösung von 100 g arabischem Gummi in 1 l Wasser soll ungefähr 5° Bé anzeigen.

Der Aschengehalt des arabischen Gummis darf nur Bruchteile eines Prozentes betragen<sup>1)</sup>.

## Pflanzenschleime

entstehen auf ähnliche Weise wie die Gummiarten; sie sind gleichfalls Umwandlungsprodukte der Zellwände und kolloider Natur. Ihre Verwandtschaft zur Zellulose zeigt sich in der Widerstandsfähigkeit gegen chemische Einflüsse. Von den Gummiarten unterscheiden sich die Pflanzenschleime durch die Eigenschaft, mit Wasser bloß aufzquellen<sup>2)</sup> und keine filtrierbaren Flüssigkeiten zu geben.

Die durch Abkochen der schleimgebenden Substanzen erhaltenen Flüssigkeiten bilden entweder einen dicken, fadenziehenden Schleim oder, falls sie nicht zu verdünnt sind, eine Gallerte. Durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure werden Pflanzenschleime hydrolytisch in einfache Zuckerarten gespalten und dabei dünnflüssig; bei der Hydrolyse kommt es oft zur Ausscheidung von Flocken, welche aus Zellulose oder dieser ähnlichen Stoffen bestehen. Manche Pflanzenschleime werden durch Zusatz gesättigter Salzlösungen, andere erst durch Eintragen von trockenem Salz bis zur Sättigung zur Fällung gebracht.

Zur Gewinnung des Schleimes werden im allgemeinen die schleimgebenden Bestandteile mit warmem oder heißem Wasser längere Zeit behandelt und die Flüssigkeit vom Rückstande durch Kolieren oder mit Hilfe des Siebes getrennt.

Die Pflanzenschleime haben in der letzteren Zeit für die Appretur an Bedeutung sehr gewonnen. Sie füllen die Gewebe sehr gut, ohne sie hart zu machen. Auch in der Seifenfabrikation finden sie als Füll- und Wasserbindemittel Verwendung.

---

<sup>1)</sup> Eine weitere Prüfung der Handelsprodukte muß, besonders wenn es sich um die Bestimmung der Verfälschungsmittel handelt, dem Chemiker überlassen werden.

<sup>2)</sup> In heißem Wasser sind manche Pflanzenschleime löslich.

### Tragant.

Dieser wird auf Grund seiner äußeren Beschaffenheit vielfach zu den Gummiarten gerechnet und daher auch als Tragantgummi bezeichnet.

Tragant ist die Ausscheidung von den Astragalusarten Asiens, Afrikas und des südlichen Europas. Es fließt aus den Rissen der Rinde freiwillig aus und trocknet zu knollenförmigen und traubenartigen Stücken ein. Durch künstliche Einschnitte wird die Ausbeute an Tragant erhöht; man erhält ihn dabei in blätteriger Form. Wird die Rinde nur angestochen, so erhält man wurm- und fadenförmige Gebilde. Der Blättertragant Smyrnas bildet muschelige, an der Oberfläche mit bogenförmigen, parallelen Leisten durchzogene, hornartige und zähe Stücke von weißer oder gelblicher Farbe; manche Sorten sind durchscheinend, andere durchsichtig, meistens aber matt. Der Wurm- oder Fadentragant (vermicelli) Smyrnas unterscheidet sich vom Blättertragant nur durch die Form. Diese ist teils bandförmig, teils ganz dünn, geknäuelte und eingerollt. Der syrische Tragant bildet ungleichförmig dicke, knollige und stengelige Gebilde von weißer, meist aber gelblicher bis brauner Farbe. Dem syrischen ist der anatolische Tragant ähnlich; er führt auch den Namen „Traganton“. Eine andere minderwertige Sorte, welche in den Handel gebracht wird, heißt „Tragantol“. Von verschiedener Reinheit und Farbe ist der Moreatragant. Weiters gibt es einen französischen, englischen, afrikanischen, türkischen Tragant usw. Die beste türkische Sorte bildet „Angora“, minder gute „Kurdistan“ und „Trebisonde“. Unter Sesam-seed versteht man die beim Sieben des Fadentragants erhaltenen brüchigen Abfälle.

Im Gegensatze zu arabischem Gummi sind alle Tragantsorten hornartig, zähe und schwer pulverisierbar.

Den Hauptbestandteil des Tragants bildet das Bassorin  $(C_6H_{10}O_5)_x$ , hier auch Tragantin genannt, das in Wasser nicht löslich, sondern nur stark aufquellbar ist. Außerdem enthält er einen in Wasser löslichen Stoff, den man als Arabin annimmt. Dem Bassorinschleim kommt keine Klebkraft zu; seine Bindekraft kommt erst beim Eintrocknen zur Geltung. Der Tragantschleim ist trübe, geruch- und geschmacklos; sein Aschengehalt beträgt ungefähr 3%.

Die Verwendung des Tragants in der Appretur bezieht sich auf die Erreichung einer guten Füllung, eines milden Glanzes und zarten Griffes. In Verbindung mit Stärke, Dextrin, Leim usw. dient er zur Appretur seidener, halbseidener und anderer Gewebe.

Bei der Bereitung des Schleimes läßt man den Tragant oft mehrere Tage bis Wochen in Wasser aufquellen und kocht ihn dann

einige Stunden. Um eine gute Verdickung zu erhalten, nimmt man 1 kg Tragant auf 20 bis 25 l Wasser. Durch Kochen unter Druck gibt Tragant eine dünnflüssige Lösung. Tragantschleim wird auch als Verdickungsmittel für Farben sowie in Konditoreien verwendet.

Der echte Tragant wird manchmal mit dem ihm sehr ähnlichen Kutergummi oder afrikanischen Tragant verfälscht.

Als ein billiges Ersatzmittel für Tragant wird von C. Boschan eine wässrige Abkochung von 20 Teilen Stärke, 6 Teilen Leim und 2 Teilen Glycerin empfohlen.

### **Bassoragummi**

ist die bassorinhaltige Ausscheidung einer Akazienart. Es bildet eckige, glänzende, gelbliche bis braune, in Wasser nur wenig lösliche Knollen.

### **Tragasol**

wird aus der Frucht des Johannisbrotbaumes gewonnen und bildet eine grauweiße Gallerte von schwachem Geruch nach Karbolsäure<sup>1)</sup>. Es besitzt eine gute Klebkraft und wird als ein gutes Schlicht- und Appreturmittel empfohlen. Mit Tragasol lassen sich auch Beschwerungsmittel am Gewebe fixieren.

### **Carragheenmoos (Perlmoos, irländisches Moos)**

ist eine an der Küste der Nordsee und des atlantischen Ozeans vorkommende Seealge (*Fucus crispus*). Sie wird von den Wellen an die Ufer geworfen, als Handelsartikel gesammelt und getrocknet. In getrocknetem Zustande besitzt das Carragheenmoos ein knorpeliges, etwas durchscheinendes Lager von gelblicher bis bräunlicher, selten weißer Farbe, das sehr stark verästelt und an den Enden geteilt ist; die einzelnen Äste haben ein riemenartiges Aussehen. In neuerer Zeit wird Carragheen auch in gepulverter Form in den Handel gebracht.

Die schleimgebende Substanz des Carragheenmooses ist der in allen Algen vorkommende „Algenschleim“, in diesem Falle „Carraghin“ genannt. Herberger fand im Carragheen auch zwei Harzarten und etwas Fett.

Carragheen ist sehr ausgiebig; die wässrige Abkochung bildet eine schleimige gallertige Masse von guter Klebkraft.

Nach H. Grothe bereitet man den Schleim, indem 3 kg Moos unter Zusatz von etwas Soda in 30 l heißem Wasser eingeweicht werden. Nach dem Absieben des Schleimes wiederholt man mit dem Rückstand die Operation zwei- bis dreimal, setzt jedoch keine Soda mehr zu.

---

<sup>1)</sup> Die Karbolsäure wird als antiseptisch wirkendes Mittel der Gallerte zugesetzt.

Nach E. Herzinger werden 25 kg Moos mit soviel Wasser von 70 ° übergossen, daß das Gesamtvolumen 100 l beträgt. Nach vier Stunden wird die aufgequollene Masse kurze Zeit gekocht und durch ein Sieb geschlagen. Der Rückstand kann in derselben Weise nochmals behandelt werden.

Nach einer anderen Vorschrift wird das Moos mit heißem Wasser übergossen, 12 Stunden stehen gelassen, dann noch heißes Wasser zugesetzt, aufgeköcht und koliert.

Der nach dem einen oder andern Verfahren hergestellte Schleim erstarrt nach dem Erkalten zu einer Gallerte. Um die Abkochung vor Verderben zu bewahren, setzt man derselben auf je 100 l 30 bis 50 g Salizylsäure oder 30 g Formaldehyd zu<sup>1)</sup>.

Die Verwendung des Carragheenschleimes in der Appretur gründet sich auf seine Eigenschaft, der Ware einen vollen und weichen Appret bei gleichzeitiger leichter Füllung zu geben. Überdies erteilt er der Ware einen milden, satinartigen Griff. Nach E. Hastaden verliert die Gallerte beim Mangeln oder starken Kalandern ihre Füllkraft fast vollständig; demnach ist der Carragheenschleim viel besser für sogenannte Naturapprete geeignet. Das „Schreiben“ auf der Ware ist bei Verwendung von Carragheen nicht zu befürchten. Da sich der Schleim mit anderen Appreturmitteln, wie Stärke usw., sehr leicht bindet, ist seine Verwendung in der Appretur eine vielseitige. Weniger geeignet ist Carragheen als Schlichtmittel, da seine Klebkraft ziemlich gering ist. Nichtsdestoweniger findet es auch als Bindemittel für Beschwerungsmittel Verwendung.

### Agar-Agar

ist die Gallerte, welche man aus der *Gigartina spinosa*, einer aus den ostindischen Meeren stammenden Alge herstellt. Ihr Hauptbestandteil ist die Gelose. Diese ist in kaltem Wasser, Alkohol, Äther, Alkalien und verdünnten Säuren unlöslich, quillt aber in heißem Wasser zu einer Gallerte auf. Bei Gegenwart von Säuren bildet sich keine Gallerte. In seinen Eigenschaften ist Agar-Agar dem Carragheen ähnlich, doch wird es zu Appreturzwecken selten verwendet.

### Hai-Thao,

auch Gelose genannt, stammt von einer in Asien vorkommenden Alge. In getrocknetem Zustande bildet es platte, ungefähr 30 cm lange, zähe Fasern. In kaltem Wasser ist Hai-Thao quellbar, in kochendem löslich. Die Lösung gelatiniert beim Erkalten.

---

<sup>1)</sup> S. 286.

### Funori

ist eine schleimgebende Meeresalge Japans.

### Norgine

wird aus Meeresalgen gewonnen<sup>1)</sup>. Sie besteht wahrscheinlich aus kolloidal gelösten Salzen gewisser Säuren, welche man als „Tang-säuren“ bezeichnet. Der Schleim gelatiniert sowohl bei Zusatz von Mineralsäuren oder Essigsäure, als auch bei Zusatz von Salzen der Schwermetalle. Das Präparat unterliegt keiner Zersetzung und erfreut sich einer ziemlichen Beliebtheit. Es wird in ähnlicher Weise wie Carrageen in der Appretur sowie in der Schlichterei verwendet. Norgine wird auch als wasserdichtmachendes Mittel empfohlen.

Ein ähnliches Präparat ist der Norgine Tragant.

### Algin

ist ebenfalls ein aus Algen hergestelltes Produkt, nämlich das Natriumsalz der Alginsäure und anderer, die Schleims substanz bildenden Säuren. Es kommt in Form von durchsichtigen Blättchen in den Handel. Mit Wasser gibt es einen gelbblonden Schleim von guter Klebkraft, der den Geweben einen vollen und geschmeidigen, elastischen Griff erteilt. Es eignet sich besonders zur Appretur bedruckter Baumwollstoffe, sowohl für sich allein als auch in Verbindung mit anderen Appreturmitteln. Da das Aluminiumsalz der Alginsäure unlöslich ist, kann das Algin in Verbindung mit Alaun auch zum Wasserdichtmachen von Geweben Verwendung finden.

### Isländisches Moos

ist die in Europa sehr verbreitete Flechte *Cetraria islandica*; sie wächst sowohl am Boden, als auch auf den Bäumen. Der Schleim dieser Flechte enthält Lichenin (Flechtenstärke) und Isolichenin. In kaltem Wasser quillt das Lichenin zu einer Gallerte auf, in heißem Wasser löst es sich. Lichenin steht in sehr naher Beziehung zur Stärke, gibt aber mit Jod eine gelbliche Farbenreaktion. Hingegen gibt das schwer lösliche Isolichenin mit Jod eine Blaufärbung.

Das isländische Moos liefert nur wenig Gallerte und dürfte für Appreturzwecke kaum in Verwendung sein.

### Leinsamenschleim.

Er wird aus dem Samen des Flachses (*Linum usitatissimum*) mit heißem Wasser ausgezogen. Seine Verwendung ist sehr beschränkt; er wird manchmal zum „Lackieren“ von Plüsch verwendet.

<sup>1)</sup> Société Française de la Norgine, Paris.

### Flohsamenschleim

wird aus dem Samen der in Südeuropa heimischen *Plantago psyllium* L. gewonnen. Er wird ebenso wie der Leinsamenschleim mitunter auch in der Seidenappretur verwendet.

### Kanariensamenschleim

ist die Abkochung des kanarischen Glanzgrases (*Pularis canariensis*). Die „kanarischen Samen“ sind an der beiderseits spitzen Form und an ihrer strohgelben Farbe leicht zu erkennen. Der Schleim findet zum Schlichten feiner Baumwollwaren Verwendung.

### Salepschleim

wird aus den gepulverten Wurzelknollen von Orchisarten gewonnen.

Pflanzenschleime werden auch von der **Eibischwurzel**, den Blättern der **Linde** und **Ulme** usw. geliefert; doch haben diese für die Textilindustrie keine Bedeutung.

## Füll- und Beschwerungsmittel.

Als Füll- und Beschwerungsmittel eignen sich in erster Linie anorganische Salze, und zwar lösliche und unlösliche. Die ersteren dringen in die Faser ein und erteilen derselben neben der entsprechenden Fülle auch einen gewissen Griff. Die letzteren dringen in die Faser nicht ein, sondern haften nur an der Oberfläche der Fäden. Das Festhalten der unlöslichen Stoffe an der Faser wird mit Hilfe jener Appreturmittel bewirkt, welchen eine Klebkraft zukommt (Stärke, Mehl, Stärkeleim, Mehleim, Dextrin, Leim, Gummi, Pflanzenschleime, Albumin, Harze usw.). Der unlöslichen Stoffe bedient man sich, wenn man einer schütterten Ware ein besonders hohes Gewicht verleihen will, um eine dichte Ware vorzutäuschen. Es gibt aber Methoden, nach welchen man mit einem unlöslichen Stoff auch das Innere der Faser füllen kann. Zu diesem Zwecke benötigt man zwei Lösungen, welche unter Bildung eines unlöslichen Stoffes aufeinander einwirken. Man zieht die Ware zuerst durch die eine, dann durch die andere Flüssigkeit; da beide Lösungen in die Faser eindringen, kommt es auch innerhalb derselben zur Ausscheidung des unlöslichen Stoffes. Allerdings wird der Eintritt der zweiten Flüssigkeit in die Faser durch den sich zuerst an ihrer Oberfläche bildenden Niederschlag etwas gehindert, um so mehr, je gallertiger der letztere ist.

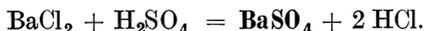
Bei der Wahl der Füll- und Beschwerungsmittel wird auch auf die sonstigen Ansprüche, die man an die fertige Ware stellt, Rücksicht genommen. Manche Füll- und Beschwerungsmittel erteilen der Ware

einen geschmeidigen Griff, andere einen harten, wieder andere einen „kalten“ Griff (z. B. Baumwollstoffe mit „Leinenappretur“); oft bedient man sich eines Füllmittels, das gleichzeitig antiseptische Eigenschaften besitzt usw.

## Bariumverbindungen <sup>1)</sup>.

### Bariumsulfat BaSO<sub>4</sub>.

Das in der Natur vorkommende Bariumsulfat führt wegen seines hohen spez. Gewichtes den Namen Schwerspat. Zum Zwecke seiner Verwendung in der Appretur und als Malerfarbe wird der Schwerspat nach seiner Reinheit sortiert, gemahlen, geschlämmt und getrocknet. Die Handelsware ist um so geschätzter, je weißer und feiner das Pulver ist. Viel feiner als das natürliche ist das durch Fällung bereitete Bariumsulfat. Zu diesem Zwecke wird eine Bariumchloridlösung mit der berechneten Menge verd. Schwefelsäure versetzt.



Das ausgeschiedene Bariumsulfat wird mit Wasser gewaschen und im aufgeschlämmten Zustande (Teigform, en pâte) in den Handel gebracht. Das gefällte Bariumsulfat führt den Namen Permanentweiß, Mineralweiß, Blanc fixe. Große Mengen von Bariumsulfat erhält man gegenwärtig als Nebenprodukt bei der Wasserstoffsperoxydgewinnung.

Gefälltes Bariumsulfat ist blendend weiß und besitzt eine vorzügliche Deckkraft, welche dem natürlichen Bariumsulfat nicht zukommt.

In Wasser ist Bariumsulfat vollkommen unlöslich<sup>2)</sup> und auch gegenüber den chemischen Agenzien äußerst widerstandsfähig.

Zufolge seiner Schwere und der guten Deckkraft wird Bariumsulfat bei der Appretur von Baumwollwaren der Stärkemasse zugesetzt. Eine Beschwerung des rohen Baumwollgewebes wird zuweilen so durchgeführt, daß man dasselbe erst durch eine Natriumsulfatlösung und dann durch eine Bariumchloridlösung nimmt, wodurch das Bariumsulfat, soweit die Lösungen in die Faser eindringen, auch im Inneren derselben zur Ausscheidung gelangt. In derselben Weise wird das Bariumsulfat zum „Weißfärben“ mancher Tuchsorten verwendet. Permanentweiß dient auch als Malerfarbe.

### Bariumkarbonat BaCO<sub>3</sub>.

Auch dieses kommt in der Natur vor, und zwar als Mineral Witherit. Ein rein weißes Bariumkarbonat kann man durch Fällung erhalten.

<sup>1)</sup> Das hohe Atomgewicht des Bariums (137,4) ist die Ursache des hohen spez. Gewichtes aller Bariumverbindungen (barys = schwer).

<sup>2)</sup> Von „unlöslichen“ Stoffen kann man nur im praktischen Sinne sprechen, da es absolut unlösliche nicht gibt.

Zu diesem Zwecke versetzt man eine Bariumchloridlösung mit einer Sodalösung:



wäscht den pulverigen Niederschlag aus und trocknet ihn.

In reinem Wasser ist Bariumkarbonat äußerst wenig löslich; es löst sich aber sehr leicht unter Freiwerden von Kohlendioxyd in Säuren. Eine Ausnahme macht die Schwefelsäure, welche das Bariumkarbonat in unlösliches Bariumsulfat überführt. Durch kohlenensäurehaltiges Wasser wird Bariumkarbonat in lösliches Bariumbikarbonat übergeführt, das beim Kochen wieder in Bariumkarbonat übergeht<sup>1)</sup>.

Das Bariumkarbonat findet als Beschwerungsmittel sehr selten Verwendung.

### Bariumchlorid $\text{BaCl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ .

Nach dem älteren Verfahren wird das Bariumchlorid durch Auflösen von Bariumkarbonat oder Bariumsulfid<sup>2)</sup> in Salzsäure gewonnen:



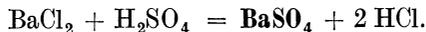
Gegenwärtig wird das Bariumchlorid durch Glühen eines innigen Gemenges von gemahlenem Schwerspat, Kohle und eingedickter Kalziumchloridlauge<sup>3)</sup> hergestellt. Aus der erhaltenen Schmelze (Rohchlorbarium) wird das Bariumchlorid mit Wasser ausgezogen und die erhaltene Lösung zur Kristallisation des Salzes eingedampft.

Das Bariumchlorid kristallisiert in durchsichtigen Blättchen, die in Wasser mit neutraler Reaktion leicht löslich sind.

Mit einer Bariumchloridlösung imprägniertes Gewebe gewinnt wohl sehr viel an Gewicht, allein die Giftigkeit, welche allen löslichen Bariumverbindungen zukommt, schließt seine direkte Verwendung zu Füllzwecken aus; hingegen dient es aber in Verbindung mit Natriumsulfat zur Bildung des Bariumsulfates, auch innerhalb der Faser.

### Nachweis von Bariumverbindungen.

In Wasser und in Säuren lösliche Bariumverbindungen geben mit verdünnter Schwefelsäure einen weißen, in Salpetersäure unlöslichen Niederschlag von Bariumsulfat; z. B.



Bariumverbindungen erteilen der nicht leuchtenden Flamme eine Grünfärbung<sup>4)</sup>.

<sup>1)</sup> Das Bariumkarbonat zeigt demnach gegenüber kohlenensäurehaltigem Wasser dasselbe Verhalten wie das Kalziumkarbonat; vgl. S. 49.

<sup>2)</sup> Das Bariumsulfid erhält man durch Reduktion des Schwerspates mit Kohle ( $\text{BaSO}_4 + 4 \text{C} = \text{BaS} + 4 \text{CO}$ ).

<sup>3)</sup> Die Kalziumchloridlauge erhält man als Abfallprodukt bei der Gewinnung von Chlor (Weldon-Prozeß).

<sup>4)</sup> Ausführung der Flammenreaktion S. 81.

## Magnesiumverbindungen.

### Magnesiumsulfat (Bittersalz) $\text{MgSO}_4 + 7 \text{H}_2\text{O}$ .

Das Magnesiumsulfat ist in der Natur sehr verbreitet; es kommt im Meerwasser und in vielen Mineralwässern gelöst vor<sup>1)</sup>. Eine sehr ausgiebige Quelle für Magnesiumsulfat und die Magnesiumsalze überhaupt bilden die Staßfurter Abraumsalze<sup>2)</sup>. Bei der Verarbeitung derselben verbleibt im Löserückstande der in Wasser wenig lösliche Kieserit,  $\text{MgSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ . Man läßt ihn mit dem anhängenden Wasser in eisernen Formen zu „Blockkieserit“ erstarren; dieser wird nun durch Lösen in heißem Wasser und Reinigen mit Kalk auf Bittersalz verarbeitet, das man in mit Bleiplatten belegten Bottichen auskristallisieren läßt<sup>3)</sup>. Bittersalz erhält man auch bei der Gewinnung der Kohlensäure aus Magnesit  $\text{MgCO}_3$ .



Das Magnesiumsulfat bildet farblose, durchsichtige, in Wasser leicht lösliche Kristalle von sehr bitterem Geschmack. Es dient als sehr gutes Füllmittel, erteilt der Ware ein gutes Aussehen und, da es nicht hygroskopisch ist, auch eine gewisse Härte. In nicht zu großer Menge angewendet, gibt es der Ware einen zarten Griff. Diesen Eigenschaften verdankt das Bittersalz seine große Verwendung in der Baumwollappretur und Schlichterei. Es bildet einen wesentlichen Bestandteil der „Salzappreturen“, d. s. Appreturmassen, welche neben Stärke, Dextrin, Mehl oder Leim verschiedene Salze enthalten (Bittersalz, Glaubersalz, Magnesiumchlorid usw.). Um bei Zusatz von viel Bittersalz keinen zu harten Appret zu erhalten, setzt man der Appreturmasse auch ein geschmeidigmachendes Mittel zu, zumeist ein Appreturöl. Um größere Salzmengen im Appret zu fixieren und ein Abstauben derselben zu verhindern, wird der Appreturmasse manchmal auch Stärkesirup beigemischt. Da das Magnesiumsulfat ein neutral reagierendes Salz ist, lassen sich mit derartigen Salzappreturmassen auch mit empfindlichen Farbstoffen gefärbte Waren appretieren. Alle guten Eigenschaften des Bittersalzes erleiden aber dadurch Abbruch, daß sich das Salz aus dem Gewebe sehr leicht auswaschen läßt. Nicht selten erscheint ein unter Zusatz von viel Bittersalz appretiertes Gewebe bereits nach der ersten Wäsche als ein fadenscheiniger Lappen. Solche Baumwollwaren, bei welchen das Gewebe nur als Gerüst für eine mög-

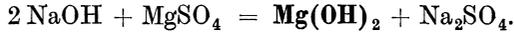
<sup>1)</sup> Bekannt sind die „Bitterwässer“ von Epsom, Seidlitz, Suidschütz, Püllna, Ofen usw.

<sup>2)</sup> Unter den Staßfurter Abraumsalzen werden jene Stoffe verstanden, die das mächtige Staßfurter Kochsalzlager überdecken.

<sup>3)</sup> Eisengefäße werden von Magnesiumsalzen angegriffen.

lichst billige Appretmasse dient, wie es eben die mit Bittersalz hergestellte ist, werden beispielsweise nach dem Orient vertrieben.

Der Umstand, daß Magnesiumhydroxyd in Wasser sehr wenig löslich ist, und demnach nur sehr schwach alkalisch wirkt, läßt auch die Verwendung des Magnesiumsulfates zu Neutralisationszwecken zu. So z. B. verläuft die Einwirkung des Bittersalzes auf Natronlauge nach folgender Gleichung:



Das so gebildete Magnesiumhydroxyd hat eine gallertige, in trockenem Zustande aber eine pulverige Beschaffenheit. Bei der Behandlung einer alkalischen Appreturmasse mit Magnesiumsulfat tritt keine neutrale Reaktion, sondern nur eine sehr weitgehende Abstumpfung des Alkalis ein. Die Reaktion bleibt auch in dem Falle noch schwach alkalisch, wenn man einen Überschuß an Magnesiumsulfat anwendet. Eine derartige Abstumpfung des freien Alkalis wird man demnach bei der Bereitung solcher Appreturmassen vornehmen, bei welchen das gebildete Magnesiumhydroxyd nicht störend wirkt, und ein etwaiger Überschuß von Magnesiumsulfat sowie das durch Umsetzung gebildete Natriumsulfat erwünscht sind.

In der geschilderten Weise kommt das Magnesiumsulfat auch bei der Natriumsuperoxydbleiche als Milderungsmittel für das Alkali zur Anwendung<sup>1)</sup>. Ferner dient es in der Färberei sowie auch in der Medizin.

### Magnesiumchlorid $\text{MgCl}_2$ .

Das Magnesiumchlorid findet sich in geringen Mengen im Meerwasser und überhaupt als Begleiter des Kochsalzes vor. In großen Massen bildet es in Verbindung mit Kaliumchlorid als Karnallit ( $\text{MgCl}_2 + \text{KCl}$ ) einen wesentlichen Bestandteil der Staßfurter Abraumsalze. Von den gewaltigen Mengen der Magnesiumchlorid-Endlaugen, welche man bei Verarbeitung des Karnallites auf Kaliumchlorid erhält, wird nur ein kleiner Teil verarbeitet. Zur Gewinnung des kristallisierten Magnesiumchlorides  $\text{MgCl}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$  wird die Endlauge mit Kalk von den Eisenverbindungen befreit und dann zur Kristallisation eingedampft. Die so erhaltenen Kristalle sind farblos, bitter schmeckend und in Wasser sehr leicht löslich. Die Handelsware enthält zumeist noch kleine Mengen Magnesiumsulfat, Natriumsulfat, Kochsalz und Kaliumchlorid. Versucht man aus dem kristallisierten Magnesiumchlorid durch Erhitzen das wasserfreie herzustellen, so findet eine Spaltung des Salzes in Salzsäure und Magnesiumoxyd statt:



<sup>1)</sup> S. 133.

Diese Zersetzung tritt schon bei  $117^{\circ}$ , der Schmelztemperatur der kristallisierten Verbindung ein. Das Magnesiumchlorid ist sehr hygroskopisch und fühlt sich fettig an. Diesen beiden Eigenschaften verdankt es seine Verwendung, um die Faser geschmeidig zu machen, der Ware einen weichen und kalten Griff, aber auch ein großes Aufnahmevermögen für Wasser zu erteilen. In letzterer Hinsicht wird das Magnesiumchlorid in unreeller Weise oft als Beschwerungsmittel verwendet, um so mehr, als es von der Ware nicht abstaubt. Mit einer Magnesiumchloridlösung von  $10^{\circ}$  Bé läßt sich die Baumwolle um etwa 25 % ihres Gewichtes beschweren. Man bedient sich des Magnesiumchlorides besonders dann, wenn die zum Beschweren bestimmte Appreturmasse auch Leim oder andere hartmachende Mittel enthält. Ohne Zusatz eines solchen weichmachenden Mittels würde eine stark beschwerte Ware, wie es manche englische Shirtings sind, „brettig“ erscheinen. In geringer Menge verwendet, wirkt das Magnesiumchlorid ein wenig antiseptisch, in größeren Mengen fördert es aber den Schimmelprozeß, da die appretierte Ware dadurch beim Lagern viel Feuchtigkeit anzieht. Ein Zusatz von Zinkchlorid verhindert die Schimmelbildung. Eine besondere Bedeutung besitzt die hygroskopische Eigenschaft des Magnesiumchlorides in der Feinweberei. Bei dieser mußte man früher die Stühle zur Vermeidung des Fadenbruches in nassen Räumen aufstellen. Diese unhygienische Arbeitsweise ist nunmehr dadurch entbehrlich geworden, daß man der Schlichte etwas Magnesiumchlorid zusetzt. Der Umstand, daß das Magnesiumchlorid in der Hitze Salzsäure abgibt, die auf die Pflanzenfaser zerstörend (karbonisierend) wirkt, erfordert die nötige Vorsicht bei seiner Verwendung. Man kann mit Magnesiumchlorid Gewebe ohne Gefahr der vorübergehenden Einwirkung des ungespannten Wasserdampfes aussetzen, da nach Versuchen von E. Ristenpart eine Schädigung derartig appretierter Ware erst bei  $106^{\circ}$  eintreten kann. Soll jedoch die Ware mit gespanntem Wasserdampf behandelt oder bei einer Temperatur von über  $100^{\circ}$  kalandert, gebügelt oder getrocknet werden, so ist von der Anwendung des Magnesiumchlorides abzusehen. Bei der Herstellung von Geweben, welche gesengt werden sollen, darf der Schlichte kein Magnesiumchlorid zugesetzt werden.

Das Magnesiumchlorid dient auch in der Appretur billiger Wollwaren zur Erzielung eines zarten Griffes; es erfreut sich ferner einer ausgedehnten Anwendung bei der fabrikmäßigen Herstellung von Appretur- und Schlichtpräparaten. Bekannt ist seine Verwendung bei der Herstellung mancher Stärkeleime (Pflanzenleime). Für Appreturmassen, welche aus Stärke mit Hilfe von Magnesiumchlorid, eventuell unter Zusatz von Natriumsulfat, hergestellt werden, empfiehlt sich, wenn sie für Baumwollwaren bestimmt sind, ein Zusatz von Ammoniak, um die

bei höherer Temperatur stattfindende Bildung freier Salzsäure zu vermeiden. Manchmal dient das Magnesiumchlorid als Karbonisationsmittel sowie zur elektrolytischen Darstellung der Magnesiumhypochloritlauge.

Als „Cristalsize“ bezeichnet man verschiedene als Füllmittel in den Handel kommende Salzgemische. Neben Magnesiumchlorid, als wesentlichsten Bestandteil, enthalten sie noch Natriumsulfat, Magnesiumsulfat, oft auch etwas Kochsalz usw. Die Eigenschaften und Verwendung der Cristalsizen entsprechen mehr oder weniger denen des reinen Magnesiumchlorides.

Unter dem Namen **Eau de crystal** kommt eine, Magnesiumchlorid, Magnesiumsulfat und etwas Dextrin enthaltende Lösung in den Handel.

### Magnesiumkarbonat $\text{MgCO}_3$ .

Dieses findet sich in der Natur als Magnesit in kristallisiertem Zustande und in derben Massen vor. Durch Fällung einer Bittersalz- oder Magnesiumchloridlösung mit Soda erhält man einen aus basischem Magnesiumkarbonat bestehenden Niederschlag, der in getrocknetem Zustande unter dem Namen „weiße Magnesia“ (*magnesia alba*) in weißen lockeren Stücken oder als weißes Pulver in den Handel kommt. Das Magnesiumkarbonat ist in Wasser unlöslich; in kohlensäurehaltigem Wasser löst es sich zu Magnesiumbikarbonat<sup>1)</sup>. In der Textilindustrie findet es sehr selten Verwendung. Zuzufolge des geringen spez. Gewichtes ist es als Beschwerungsmittel nicht besonders geeignet; es besitzt überdies den Übelstand, aus der Ware leicht abzustauben.

Auch das „Magnesiaweiß“ findet in der Appretur sehr wenig Verwendung. Dieses ist ein Gemisch von Magnesiumhydroxyd und Bariumsulfat bzw. Kalziumsulfat; es wird durch Wechselersetzung von Magnesiumsulfat mit Bariumhydroxyd oder Kalk gewonnen, z. B.:



### Magnesiumoxyd (gebrannte Magnesia) $\text{MgO}$ .

Man erhält diese Verbindung durch Erhitzen von Magnesiumkarbonat ( $\text{MgCO}_3 = \text{MgO} + \text{CO}_2$ ) als ein weißes, lockeres Pulver von geringem spezifischen Gewicht. Mit Wasser vereinigt es sich unter geringer Wärmeentwicklung zu Magnesiumhydroxyd  $\text{Mg(OH)}_2$ . Auf Säuren wirkt das Magnesiumoxyd unter Bildung der entsprechenden Magnesiumsalze neutralisierend ein. Als Beschwerungsmittel findet es wohl kaum Verwendung.

---

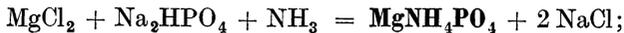
<sup>1)</sup> Seite 49.

### Magnesiumsilikate.

Von der großen Anzahl der in der Natur vorkommenden Magnesiumsilikate hat für die Appretur nur der Talk oder Speckstein einige Bedeutung. Dieser fühlt sich schlüpfrig an und findet manchmal als beschwerender und geschmeidigmachender Zusatz zu Appreturmassen Verwendung<sup>1)</sup>.

#### Nachweis von Magnesiumverbindungen.

Lösliche Magnesiumverbindungen geben mit Ammoniumkarbonat in Gegenwart von Ammoniumchlorid keine Fällung, wohl aber mit Natriumphosphat in Gegenwart von Ammoniak und Ammoniumchlorid<sup>2)</sup>:



der Niederschlag ist weiß und in Salzsäure löslich. Beim Glühen einer mit Kobaltnitratlösung befeuchteten Magnesiumverbindung erhält man eine fleischrote Masse.

### Kalziumverbindungen.

#### Kalziumsulfat, Gips $\text{CaSO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$ .

Das Kalziumsulfat kommt in der Natur sowohl in Verbindung mit 2 Molekülen Kristallwasser als Gips sowie auch wasserfrei als Anhydrid vor. Das letztere Mineral hat keine technische Bedeutung. Der Gips tritt entweder in tafelförmigen, durchsichtigen Kristallen als Gipsspat (Marienglas) oder in körnigen Massen auf: der feinkörnige, weiße Gips führt den Namen Alabaster. Der Gips wird zumeist einem Schlämmpreß unterworfen und gelangt als ein sehr feines weißes Pulver in den Handel. Manchmal ist er mit erdigen Substanzen, Kalziumkarbonat sowie Sulfaten und Chloriden des Kaliums und Natriums verunreinigt.

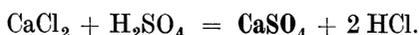
Gips ist in Wasser schwer löslich. Im natürlichen Wasser bedingt er die bleibende Härte. Wegen seiner Schwerlöslichkeit kann

---

<sup>1)</sup> Ein Kalziummagnesiumsilikat ist der Asbest, ein aus seidenglänzenden und biegsamen Fasern bestehendes Mineral, das sich in besonders großen Mengen in Kanada vorfindet. Die weichen und gekräuselten Sorten werden, mit etwas Baumwolle gemischt, versponnen und zur Herstellung von unverbrennbaren Geweben (z. B. für Feuerwehrzwecke) benutzt. Die Baumwolle wird aus dem fertigen Gewebe durch Verbrennen entfernt. Andere Sorten und insbesondere die Abfälle werden zur Pappe und zu Platten gepreßt. Die Asbestpappe findet zu Dichtungszwecken bei Dampfzylindern und heizbaren Maschinenteilen Verwendung; aus Asbestplatten werden z. B. Kolonialhäuser gebaut.

<sup>2)</sup> Der Zusatz von Ammoniumchlorid verhindert die Fällung des Magnesiums als Magnesiumhydroxyd.

Kalziumsulfat auch durch Umsetzung einer Kalziumchloridlösung mit Schwefelsäure oder einem anderen löslichen Sulfate erhalten werden; z. B.



Beim Erhitzen auf 120° gibt der Gips  $\frac{3}{4}$  seines Kristallwassers ab und geht bei 130 bis 170° in einen wasserfreien über, der als sogen. gebrannter Gips in Wasser leichter löslich ist, als der kristallinische. Aus der übersättigten Lösung des gebrannten Gipses scheidet sich der kristallinische in verfilzten Nadelchen aus. Darauf beruht das unter Volumsvermehrung stattfindende Erhärten des Gipses<sup>1)</sup>. Zu stark (bei 400 bis 800°) gebrannter Gips vermag kein Wasser mehr aufzunehmen und demnach auch nicht zu erstarren (totgebrannter Gips)<sup>2)</sup>.

In der Appretur findet der Gips nur sehr wenig Verwendung. Er beschwert und deckt die Ware. Durch Fällung läßt sich die Bildung des Gipses auch in der Faser selbst erzeugen, indem man die Ware erst durch eine Kalziumchloridlösung und dann durch eine Sulfatlösung nimmt.

### Kalziumkarbonat $\text{CaCO}_3$ .

Das Kalziumkarbonat ist die verbreitetste Kalziumverbindung. Es findet sich im Mineralreiche im kristallisierten Zustande entweder als Kalzit oder als Aragonit. Körnige und dichte Abarten des Kalzites sind der Kalkstein, der Marmor, der Kalktuff, die Kreide usw. Kalziumkarbonat ist der Hauptbestandteil der Eier- und Muschelschalen und bildet einen Bestandteil des Knochengerüsts. Für die Textilindustrie hat nur die Kreide einige Bedeutung. Sie wird durch Schlämmen gereinigt und kommt als ein mehr oder weniger weißes, abfärbendes Pulver unter verschiedenen Namen in den Handel (Schlämme, Wienerkalk, Marmorweiß usw.). An ihrer Stelle kommt manchmal auch gemahlener Kalkstein oder Marmor zur Verwendung.

In Wasser ist das Kalziumkarbonat nahezu unlöslich, aber in kohlenensäurehaltigem Wasser löslich<sup>3)</sup>. Durch Säuren wird es unter Freiwerden von Kohlendioxyd zerlegt. Beim Erhitzen geht das Kalziumkarbonat in gebrannten Kalk über<sup>4)</sup>.

Kreide wird als Beschwerungs- und Deckmittel in der Appretur sehr selten verwendet. Etwas mehr Verwendung findet sie in der

1) Verwendung des Gipses zur Herstellung von Abgüssen und Gipsverbänden. Mit Leimwasser angerührter Gips bildet den Stuckgips. Gips wird auch bei der Herstellung von Kunststeinen verwendet.

2) Ein eigentümliches Verhalten zeigt der bei heller Rotglut (über 1000°) erhitzte Gips: er bindet wieder langsam Wasser und auch Kohlendioxyd. Man erhält so den technisch wertvollen Estrichgips.

3) S. 49.

4) S. 87.

Färberei und Druckerei, sowie zum sogen. „Weißfärben“, um z. B. bei der ungebleichten Faser die natürliche Färbung zu verdecken. Die Kreide, sowie gepulvertes Kalziumkarbonat überhaupt, dient auch zum Neutralisieren von Säuren sowie zur Herstellung anderer Kalziumsalze.

### Kalziumchlorid $\text{CaCl}_2$ .

Dieses Salz entsteht bei verschiedenen chemischen Prozessen als Nebenprodukt und wird auch durch Lösen von reinem Kalziumkarbonat in Salzsäure gewonnen. Aus der Lösung scheiden sich große, farblose, leicht zerfließende Kristalle mit 6 Mol. Kristallwasser aus. Beim Erhitzen schmilzt das kristallisierte Salz und geht bei ungefähr  $200^\circ$  in eine weiße, poröse Masse von der Zusammensetzung  $\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$  über. Völlig wasserfrei wird das Kalziumchlorid erst bei höherer Temperatur; etwas über  $700^\circ$  schmilzt es zu einer klaren Flüssigkeit, die beim Abkühlen kristallinisch erstarrt.

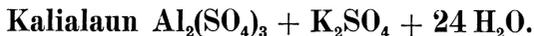
Das vom Kristallwasser zum Teil oder ganz befreite Kalziumchlorid ist sehr hygroskopisch. Auf Grund dieser Eigenschaft versuchte man, durch Zusatz von Kalziumchlorid zur Appreturmasse Gewebe feucht zu erhalten, um das „Einsprengen“ der Ware zu ersparen. Da jedoch dem Kalziumchlorid keine antiseptische Wirkung zukommt, tritt beim Lagern einer solchen Ware sehr leicht die Schimmelbildung ein. Aus demselben Grunde ist das Kalziumchlorid auch als Füllmittel wenig geeignet. Mitunter wird es mit Magnesiumchlorid gemischt in der Appretur verwendet. Es dient auch als Aufschließungsmittel für Stärke.

### Kalziumphosphate.

Das tertiäre Kalziumphosphat  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  bildet den Hauptbestandteil der Knochen (80%) und kommt im Mineralreiche als Apatit und Phosphorit<sup>1)</sup> vor. Es ist in Wasser unlöslich; ebenso das sekundäre Kalziumphosphat  $\text{CaHPO}_4$ , das man durch Zusatz von Soda zu einer Natriumphosphatlösung als ein weißes Pulver erhält. Das Kalziumphosphat findet als Beschwerungsmittel nur in vereinzelt Fällen Anwendung.

Nachweis von Kalziumverbindungen S. 88.

## Aluminiumverbindungen (Tonerdeverbindungen).



Als Rohstoffe für Alaun und die Aluminiumpräparate im allgemeinen dienen zumeist Bauxit  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , Kaolin (Aluminiumsilikat) und Alunit oder Alaunstein (ein basisches Kalium-Aluminium-

<sup>1)</sup> S. 97.

sulfat). Diese Minerale kommen in mehr oder minder reinem Zustande in der Natur vor. Der Bauxit enthält am meisten Aluminium. Durch Behandlung des gemahlten Bauxites mit Schwefelsäure von 45 bis 50° Bé erhält man eine Aluminiumsulfatlösung, welcher zur Gewinnung des Alauns nach entsprechender Reinigung und Konzentration Kaliumsulfat zugesetzt wird. Nach dem Auskühlen der Lösung scheidet sich der Alaun aus. Gegenwärtig wird der Bauxit zumeist nach dem alkalischen Verfahren aufgeschlossen. Man schmilzt ihn mit Soda, wodurch lösliches Natriumaluminat gebildet wird, das sich von den unlöslichen Verunreinigungen leicht trennen läßt. Aus der Aluminatlösung wird durch Einleiten von Kohlendioxyd Aluminiumhydroxyd  $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{O}$  gefällt. Dieses wird gewaschen und behufs Überführung in Aluminiumsulfat in der berechneten Menge Schwefelsäure gelöst; setzt man der konzentrierten Lösung Kaliumsulfat zu, so erhält man bei der darauf folgenden Kristallisation den Alaun.

Der Alaun bildet große Kristalle, die in etwa 10 Teilen kaltem Wasser löslich sind; leichter löst sich Alaun in heißem Wasser. Die Lösung schmeckt zusammenziehend und besitzt zufolge der hydrolytischen Spaltung des Aluminiumsulfates eine schwach saure Reaktion<sup>1)</sup>. Durch Abstumpfen der in der Lösung vorhandenen freien Säure mit Soda erhält man ein basisches Salz, das als „neutraler“ Alaun bezeichnet wird. Seine Zusammensetzung  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{Al}(\text{OH})_3$  kommt auch dem meist durch Eisenverbindungen schwach gefärbten kubischen oder ungarischen Eisenalaun zu. Beim Glühen verliert der Alaun das Kristallwasser und einen Teil der Schwefelsäure; man erhält eine poröse, schwammige Masse, den gebrannten Alaun.

Bei Verwendung des Alauns zum Wasserdichtmachen von Geweben werden auf und in der Faser unlösliche Aluminiumverbindungen zur Ausscheidung gebracht<sup>2)</sup>, welche der Ware nebst der Wasserdichtigkeit eine gewisse Schwere erteilen. Daher ist der Alaun auch ein Beschwerungsmittel und wird den Appreturmassen außerdem wegen seiner klärenden Wirkung öfters zugesetzt. Eine große Bedeutung kommt dem Alaun in der Färberei zu. Er dient ferner zur Bereitung von Aluminiumazetat. Für textile Zwecke muß der Alaun eisenfrei sein<sup>3)</sup>.

Da bei allen technischen Verwendungsarten des Alauns das Kaliumsulfat gar nicht zur Geltung gelangt, bedient man sich gegenwärtig an seiner Stelle meist der Verbindung

---

<sup>1)</sup> Vgl. S. 39.

<sup>2)</sup> S. 266.

<sup>3)</sup> Zur Prüfung auf Eisen versetzt man die wässrige Alaunlösung mit einigen Tropfen einer Lösung von gelbem Blutlaugensalz. Bei wenig Eisen tritt eine blaue Färbung, bei größeren Mengen eine blaue Fällung ein.

### Aluminiumsulfat (Tonerdesulfat) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 18\text{H}_2\text{O}$ .

Die Darstellung dieses Salzes wurde bereits angeführt<sup>1)</sup>. Es löst sich in 1 Teil kaltem Wasser, kristallisiert nicht so gut wie Alaun und ist schwerer eisenfrei zu erhalten. Seine Lösung reagiert stark sauer und greift Eisen leicht an.

An dieser Stelle sei auch das Aluminiumchlorid  $\text{AlCl}_3$  erwähnt. Es kommt sowohl in wasserfreiem Zustande in Form von gelblichen, zerfließlichen und an der Luft rauchenden Kristallen als auch in Lösung in den Handel. Da es die Eigenschaft besitzt, bei höherer Temperatur und gesteigertem Druck durch die frei werdende Salzsäure die vegetabilische Faser zu zerstören, wird es als Karbonisationsmittel verwendet. Die Zerstörung der Pflanzenfaser erfolgt vollständig bei 125°.

### Aluminiumsilikat (Ton, Kaolin, Porzellanerde, China-Clay, Walkerde) $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_7 + 2\text{H}_2\text{O}$ .

Der Kalifeldspat  $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$  und andere Doppelsilikate sind Bestandteile von Granit, Gneis, Porphyr, Glimmer usw., also von Gesteinsarten, welche einen hervorragenden Anteil am Aufbau der festen Erdrinde nehmen. Durch die Einwirkung des kohlensäurehaltigen Wassers auf diese Gesteine geht ihre zur Bildung der Ackererde nötige Zersetzung (Verwitterung) vor sich, bei welcher Aluminiumsilikat zur Abscheidung gelangt. Dieses mehr oder weniger durch unzersetzten Feldspat, Eisenverbindungen, Sand ( $\text{SiO}_2$ ) und verschiedene Karbonate verunreinigte Aluminiumsilikat bildet den so wichtigen Ton, in reinstem Zustande die Porzellanerde, die auch unter dem Namen Kaolin, Walkerde, China-Clay bekannt ist. Bis zum Jahre 1893 wurde die Walkerde fast ausschließlich von England geliefert; gegenwärtig kommt sie jedoch in größter Menge aus Florida. Das reine Kaolin bildet ein blendend weißes, sich fettig anführendes und in Wasser unlösliches Pulver, das mit der entsprechenden Menge Wasser eine plastische Masse gibt. Es besitzt eine sehr gute Deckkraft und eignet sich zum Beschweren und Geschmeidigmachen von gebleichten oder lichtfarbigen Baumwollgeweben. Zu diesem Zwecke wird es mit Stärke oder Mehl unter Zusatz von etwas Fett u. dgl. verkocht. Aluminiumsilikat läßt sich auch auf folgende Weise der Ware einverleiben: man behandelt die Ware in der Wärme zuerst mit einer Alaunlösung, dann mit einer Wasserglaslösung und schließlich mit verdünnter Essigsäure, worauf die Ware getrocknet wird.

Bekannt ist der Zusatz von Walkerde zum Seifenbade beim Entgerben der Wollwaren, sowie zum Bleichen, Klären und Filtrieren

<sup>1)</sup> S. 259.

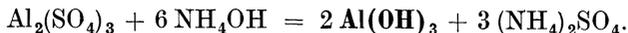
von Fetten und Schmiermitteln<sup>1)</sup>. Der plastische Ton dient zufolge seiner Porosität zum Entfernen von Fettflecken<sup>2)</sup>.

Als Handelsware wird Kaolin nach dem Grade der Weiße und nach der Anwesenheit von grobem und feinem Sand beurteilt. Erstklassige Ware soll einen bestimmten Feinheitsgrad aufweisen. Eine sandhaltige Ware kann insbesondere in der Walke großen Schaden anrichten.

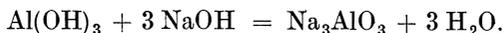
#### Nachweis von Aluminiumverbindungen.

Schwefelwasserstoff gibt in angesäuerten Aluminiumlösungen keinen Niederschlag.

Lösliche Aluminiumverbindungen geben mit Ammoniak einen weißen, gallertigen Niederschlag von Aluminiumhydroxyd, der im Überschuße des Fällungsmittels unlöslich ist; z. B.



Natronlauge gibt den gleichen, aber im Überschuße des Fällungsmittels zu Natriumaluminat löslichen Niederschlag:

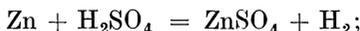


Auf trockenem Wege lassen sich Aluminiumverbindungen durch die Blaufärbung erkennen, welche die mit Kobaltnitratlösung befeuchtete und vor dem Lötrohre erhitzte Probe zeigt.

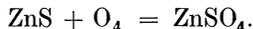
## Zinkverbindungen.

### Zinksulfat, Zinkvitriol $\text{ZnSO}_4 + 7 \text{H}_2\text{O}$ .

Reines Zinksulfat wird durch Auflösen von Zinkabfällen in Schwefelsäure hergestellt:



beim Eindampfen der Lösung scheidet sich das Zinksulfat mit 7 Molekülen Kristallwasser in farblosen Prismen oder in weißen, glänzenden Nadeln aus. Die gewöhnliche Handelsware wird durch Rösten der Zinkblende gewonnen:



Das Zinkvitriol ist äußerlich dem Bittersalze ähnlich. In trockener Luft verwittern seine Kristalle.

<sup>1)</sup> Noch besser eignet sich dazu die Fullerde; S. 140.

<sup>2)</sup> Bekannt ist die Herstellung von Porzellan, Steinzeug, Steingut, Majolika und gewöhnlicher Töpferware aus mehr oder weniger reinem plastischen Ton. Die gewöhnlichen Ziegel werden aus unreinem, sandigen Ton (Lehm) hergestellt, während für die feuerfesten Ziegel (Schamotte) feuerfester Ton verwendet wird.

Zinksulfat dient als Beschwerungsmittel für Baumwollgewebe und als Zusatz zu Schlichtmassen. Gleichzeitig wirkt es als Konservierungsmittel<sup>1)</sup>. Außerdem wird Zinksulfat auch in der Färberei und in der Druckerei verwendet.

### Zinkchlorid $\text{ZnCl}_2$ .

Zinkchlorid entsteht beim Lösen von Zink in Salzsäure sowie bei der Destillation von Zinkoxyd mit Ammoniumchlorid. Im ersteren Falle kommt es in Lösung in den Handel, im letzteren als eine weißliche, durchscheinende Masse, die in feuchter Luft zu einer stark ätzenden Flüssigkeit zerfließt. Eine wasserfreie Verbindung kann nicht gewonnen werden, da beim Eindampfen eine Zersetzung in Zinkoxyd und Salzsäure stattfindet. In seiner Wirkung ist das Zinkchlorid dem Magnesiumchlorid ähnlich<sup>2)</sup>, es beschwert die Ware und erteilt ihr einen feuchten Griff; außerdem kommt ihm eine kräftige antiseptische Wirkung zu. Es dient demnach als Zusatz zu Schlichtmassen und in der Appretur von Baumwollwaren, zumeist in Gemeinschaft mit Magnesiumchlorid. Man setzt dem Magnesiumchlorid 10 bis 20% Zinkchlorid zu. Zinkchlorid wird auch in der Färberei verwendet.

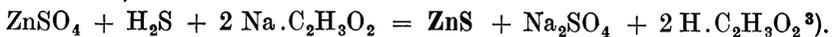
### Zinkoxyd $\text{ZnO}$ .

Zinkoxyd wird durch Verbrennen von Zink an der Luft oder durch Erhitzen von Zinkkarbonat dargestellt. Man erhält es als eine weiße lockere Masse, die beim Erhitzen gelb und beim Erkalten wieder weiß wird. Als Handelsware führt das Zinkoxyd den Namen Zinkweiß; die blendend weiße Ware wird auch Schneeweiß genannt. Es ist in Wasser unlöslich, löst sich aber sowohl in Säuren als auch in Alkalien. Unter Aufnahme von Feuchtigkeit und Luftkohlendensäure wird es körnig und soll daher unter Luftabschluß aufbewahrt werden.

Das Zinkoxyd dient manchmal in der Appretur von Baumwollwaren als Beschwerungs- und Deckmittel. Auch im Zeug- und Ätzdruck dient es als weißes Pigment und ist überhaupt eine geschätzte Malerfarbe. Gegenüber dem zwar besser deckenden Bleiweiß besitzt es den Vorteil, in schwefelwasserstoffhaltiger Luft die Farbe nicht zu verändern.

### Nachweis von Zinkverbindungen.

Lösliche Zinkverbindungen geben mit Schwefelwasserstoff in Gegenwart von Natriumazetat einen weißen Niederschlag von Zinksulfid, z. B.:

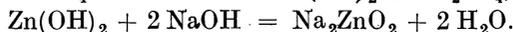


<sup>1)</sup> S. 285.

<sup>2)</sup> Vgl. das Magnesiumchlorid; S. 253.

<sup>3)</sup> Der Zusatz von Natriumazetat verhindert die Bildung freier Mineralsäure; in letzterer ist Zinksulfid löslich.

Natronlauge erzeugt in einer Zinklösung einen weißen, gallertigen Niederschlag, der im Überschuße des Fällungsmittels zu Natriumzinkat löslich ist; z. B.



Auch der durch Ammoniak erhaltene Niederschlag ist im Überschuße des Fällungsmittels löslich (Unterschied von Aluminium).

Trockene Zinkverbindungen werden nach Befeuchten mit einer Kobaltnitratlösung beim Erhitzen vor dem Lötrohr grün gefärbt.

## Bleiverbindungen.

### Bleisulfat $\text{PbSO}_4$ .

Dieses Salz entsteht bei der Einwirkung von löslichen Sulfaten auf lösliche Bleiverbindungen. In größerer Menge erhält man es als Nebenprodukt bei der Darstellung von Aluminiumazetat aus Bleiazetat (Bleizucker) und Alaun<sup>1)</sup>.

Das Bleisulfat bildet ein schweres, weißes, in Wasser fast unlösliches Pulver und kommt auch in Teigform in den Handel. Es findet, wenn auch selten, als Beschwerungs- und Deckmittel Verwendung. Eine größere Rolle spielt es bei der Herstellung von manchen Indigoartikeln.

### Bleikarbonat.

Durch Fällung aus einer Bleisalzlösung mit Soda erhält man kein normales, sondern ein basisches Bleikarbonat wechselnder Zusammensetzung. Dem unter dem Namen „Bleiweiß“ bekannten basischen Salze kommt ungefähr die Zusammensetzung  $\text{Pb}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$  zu. Es wird nach verschiedenen Verfahren hergestellt, z. B. durch gleichzeitige Einwirkung von Essigsäuredämpfen und Kohlendioxyd auf Blei; hierbei bildet sich zuerst basisches Bleiazetat, das sich dann mit dem Kohlendioxyd zu Bleiweiß und Essigsäure umsetzt.

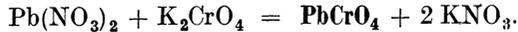
Das Bleiweiß bildet eine weiße erdige Masse von hohem spezifischen Gewicht. Es besitzt eine ausgezeichnete Deckkraft, zeigt aber den Übelstand, in schwefelwasserstoffhaltiger Luft braun zu werden. (Bildung von Bleisulfid). Häufig kommt das Bleiweiß gemischt mit anderen weißen Farben, besonders mit Bariumsulfat in den Handel. Es ist wie alle Bleiverbindungen giftig und wird schon aus diesem Grunde in der Appretur nur selten verwendet. Bekannt ist es als Malerfarbe.

### Nachweis von Bleiverbindungen.

Schwefelwasserstoff gibt mit Bleiverbindungen einen schwarzen Niederschlag von Bleisulfid.

<sup>1)</sup> S. 266.

Kaliumchromat erzeugt in löslichen Bleiverbindungen einen gelben Niederschlag von Bleichromat (Chromgelb); z. B.



In trockenen Verbindungen wird das Blei nachgewiesen, indem man eine mit Soda gemischte Probe auf der Kohle vor dem Lötrohre erhitzt; dabei wird das Blei in metallischem Zustande ausgeschieden.

## Natriumverbindungen.

Die Verbindungen **Natriumkarbonat** (Soda), **Natriumtetraborat** (Borax), **Natriumphosphat** und **Natriumsilikat** (Wasserglas) wurden insbesondere in bezug auf ihre Verwendung als Waschmittel bereits besprochen.

Die Soda wird der Appreturmasse häufig als Aufschließungsmittel für die Stärke zugesetzt und wirkt so gleichzeitig als Füllmittel.

Der Borax findet als Zusatz zu Appreturmassen hauptsächlich dann Verwendung, wenn man Baumwollgewebe einen feuersicheren Appret geben will.

Das Natriumphosphat dient insbesondere in der Seidenfärberei als Beschwerungs- und Fixationsmittel, und zwar in Gemeinschaft mit Zinnchlorid und Wasserglas (Zinn-Phosphat-Silikat-Verfahren)<sup>1)</sup>.

Das Wasserglas gebraucht man manchmal zum Schlichten von Baumwollketten, sowie als Beschwerungsmittel für baumwollene und leinene Garne und Gewebe. Seine Verwendung als Beschwerungsmittel für Seide wurde bereits erwähnt. Bemerkenswert ist auch seine Verwendung bei der Herstellung von feuersicheren und wasserdichten Geweben.

Einige Bedeutung als Füllmittel hat auch das

### Natriumsulfat (Glaubersalz) $\text{Na}_2\text{SO}_4 + 10 \text{H}_2\text{O}$ .

Das Natriumsulfat findet sich in der Natur in verschiedenen Mineralwässern und im Meerwasser vor. Als Nebenprodukt gewinnt man es bei der Darstellung der Salpetersäure aus Chilisalpeter sowie bei der Salzsäuregewinnung aus Kochsalz.

Die kristallisierte Verbindung heißt Glaubersalz. Die Kristalle sind verwitterbar und in Wasser leicht löslich, am leichtesten bei 33 °.

Das Natriumsulfat ist ein gutes Füllmittel für Baumwollgewebe; es erteilt ihnen auch einen kalten, leinenartigen Griff. Zumeist wird es in Gemeinschaft mit Magnesiumsulfat, eventuell auch Magnesiumchlorid der Stärkeappreturmasse zugesetzt. Natriumsulfat bildet sich beim Neutralisieren der mit Natronlauge bereiteten Stärkeleime

<sup>1)</sup> Seidenbeschwerung S. 307.

mit Schwefelsäure, sowie beim Neutralisieren der mit Schwefelsäure aufgeschlossenen Stärke mit Natronlauge oder Soda.

In großer Menge wird Glaubersalz in der Färberei verwendet.

Nachweis von Natriumverbindungen S. 81.

## Ammoniumverbindungen.

Diese haben als Füllmittel eine untergeordnete Bedeutung. Erwähnenswert sind:

### Ammoniumsulfat $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ .

Dieses Salz wird durch Sättigung des Gaswassers mit Schwefelsäure dargestellt. Es bildet wasserhelle, gewöhnlich etwas feuchte Kristalle und findet als Zusatz zu Appreturmassen nur selten Verwendung; auch in der Färberei ist seine Anwendung eine beschränkte.

### Ammoniumchlorid (Salmiak) $\text{NH}_4\text{Cl}$ .

Salmiak wurde in früherer Zeit meist aus Ägypten, wo es durch Verbrennen von Kamelmist erzeugt wurde, in den Handel gebracht. Gegenwärtig gewinnt man ihn aus dem Gaswasser in der Weise, daß man dieses erhitzt und die entweichenden Ammoniakdämpfe in verdünnte Salzsäure leitet. Das so erhaltene Rohprodukt wird behufs Reinigung umkristallisiert oder sublimiert.

Der sublimierte Salmiak bildet eine farblose, faserige, zähe Masse, die in Wasser leicht löslich ist. Beim Erhitzen verdampft Salmiak, ohne vorher zu schmelzen, unter Bildung weißer Nebel. Dies hat seine Ursache darin, daß der Salmiakdampf in der Hitze in Ammoniak und Chlorwasserstoff zerfällt, welche sich aber beim Abkühlen wieder zu Ammoniumchlorid vereinigen.

Salmiak wird manchmal als hygroskopischmachender Zusatz den Appreturmassen zugesetzt und findet auch in der Färberei einige Verwendung.

Nachweis von Ammoniumverbindungen S. 86.

Als Füllmittel kommen auch jene zum Weich- und Geschmeidigmachen dienenden organischen Verbindungen in Betracht, welche hygroskopisch wirken und so eine Gewichtsvermehrung der Ware durch Anziehung der Luftfeuchtigkeit bedingen. Dazu gehören die bereits erwähnten Stoffe **Glukose** und **Glyzerin**.

Schließlich sei auf die Verwendung solcher Beschwerungsmittel hingewiesen, welchen gleichzeitig die Aufgabe eines Färbemittels zukommt. Dazu gehören die Mineralfarben, z. B. **Ocker**, **Chromoxyd**, **Mennige**, **Chromgelb** usw.<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> S. 283.

## Mittel zum Wasserdichtmachen.

Es gibt zwei Arten der Wasserdichtigkeit. Für die eine Art wird das Gewebe an der Oberfläche mit einer Schichte eines wasser- und auch luftundurchlässigen Stoffes versehen. Dadurch verliert das Gewebe seine Porosität vollständig und erhält auch ein anderes Aussehen; vielfach dient das Gewebe nur noch als Gerüst für die aufgetragene Masse. Solche Überzüge bestehen aus Kautschuk, Guttapercha, Firnis, Kasein, Gelatine, Zellulosepräparaten u. dgl. Zu Erzeugnissen dieser Art gehören Linoleum, Wachseleinwand, Kautschukleinwand usw.

Bei der zweiten Art des Wasserdichtmachens erleidet das Gewebe keine Veränderung seines Aussehens. Sie besteht in der Imprägnierung der Gewebe mit Stoffen, welchen die Eigenschaft zukommt, die Benetzung der Gewebe zu verhindern oder zu erschweren. Die Wasserdichtigkeit solcher Gewebe ist zwar geringer als bei den mit einer undurchlässigen Masse vollständig überzogenen; das Gewebe bleibt aber porös und luftdurchlässig, wodurch bei Kleidungsstücken den hygienischen Anforderungen Rechnung getragen wird. Diese Art des Wasserdichtmachens verleiht den Geweben vielfach auch einen weichen Griff, ein besseres Verhalten gegen Wärme und einen schönen, dauerhaften Appret. Die Imprägnierung kann nach verschiedenen Methoden bewirkt werden. Dabei handelt es sich in den meisten Fällen um eine Niederschlagbildung an der Oberfläche und auch im Inneren der Fäden des Gewebes. Der Niederschlag soll eine gallertige Beschaffenheit besitzen: er soll an der Ware kleben und wasserabstoßend wirken. In anderen Fällen erzeugt man keinen Niederschlag, sondern verwendet zum Imprägnieren Stoffe, welche an und für sich die Benetzung durch Wasser hindern, z. B. Fette.

### Wasserdichtmachen mit Aluminiumazetatlösungen.

Die im Handel vorkommenden Lösungen von Aluminiumazetat (essigsäure Tonerde) werden nach verschiedenen Methoden gewonnen und sind verschieden zusammengesetzt. Sie enthalten nicht das normale Aluminiumazetat  $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_3$ , sondern je nach der Darstellungsweise ein Sulfazetat<sup>1)</sup> oder ein basisches Azetat wechselnder Zusammensetzung. Man erhält z. B. durch Wechselersetzung von 128 g Aluminiumsulfat mit 68 g Bleiazetat die Verbindung  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_2(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$ , von 120 g Aluminiumsulfat mit 136 g Bleiazetat die Verbindung  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_4$ . Ein vollständiger Ersatz der Sulfatgruppen durch Azetatgruppen ist auch bei einem Überschusse an Bleiazetat nicht möglich.

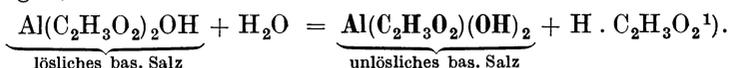
<sup>1)</sup> Sulfazetate sind Salze, deren Säurerest zum Teil aus Sulfat-, zum Teil aus Azetatgruppen besteht.

Zur Herstellung einer Lösung von Aluminiumsulfazetat gibt P. Heermann folgende Vorschrift: 7,2 kg Bleizucker werden in 7,2 l kochendem Wasser gelöst und zu der Lösung 9,6 kg Aluminiumsulfat, ebenfalls in 7,2 l kochendem Wasser gelöst, zugesetzt. Nach dem Absetzen des gebildeten Bleisulfates wird die klare Lösung abgossen oder filtriert und dann beliebig verdünnt.

Nach Chaplet werden einerseits 25 kg Alaun und andererseits 18 kg Bleiazetat in 40 l kochendem Wasser gelöst und die Lösungen gemischt. Vom ausgeschiedenen Bleisulfat wird die Sulfazetatlösung abgossen, ersteres einigemal gewaschen und das Waschwasser mit der Lösung vereinigt, bis die „essigsäure Tonerde“ eine Konzentration von 6° Bé erreicht.

Zur Herstellung einer Lösung, welche ein basisches Azetat von der Zusammensetzung  $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2(\text{OH})$  enthält, werden nach W. Crum 30 Teile Aluminiumsulfat in 80 Teilen Wasser gelöst, mit 36 Teilen Essigsäure (spez. Gew. 1,041) versetzt und in die Lösung 13 Teile Kreide, in 20 Teilen Wasser angerührt, langsam eingetragen. Nach 24stündiger Einwirkung wird die Lösung vom ausgeschiedenen Gips durch Abgießen getrennt.

Die Verwendung solcher „Aluminiumazetatlösungen“ zum Wasserdichtmachen — ohne Zuhilfenahme eines anderen Stoffes — beruht auf der Eigenschaft der Aluminiumsalze schwacher Säuren, beim Erwärmen sehr leicht hydrolytisch gespalten zu werden, wobei basische Aluminiumsalze als gallertige Niederschläge zur Ausscheidung gelangen; z. B.



In ähnlicher Weise werden aus den Aluminiumsulfazetaten unlösliche basische Salze ausgeschieden.

Man imprägniert demnach das Gewebe bei gewöhnlicher Temperatur mit einer „Aluminiumazetatlösung“ und läßt es an der Luft oder in einem geheizten Raume trocknen. Wie aus der obigen Gleichung ersichtlich, wird beim Trocknen ein Teil der Essigsäure frei (durch den Geruch leicht wahrnehmbar), während das unlösliche basische Salz, das wasserabstoßend wirkt, an der Faser und innerhalb derselben allmählich zur Abscheidung gelangt. Die kolloide Natur des basischen Aluminiumsalzes ist die Ursache, daß es von der Faser festgehalten und nur sehr schwer ausgewaschen wird<sup>2)</sup>.

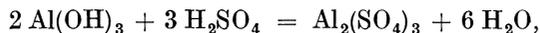
<sup>1)</sup> Vgl. S. 39.

<sup>2)</sup> Desselben Vorganges bedient man sich in der Färberei zum „Beizen“. Zahlreiche Farbstoffe werden nämlich nicht ohne weiteres von den Textilfasern festgehalten; es muß der zu färbende Stoff vorher mit kolloiden Hydroxyden

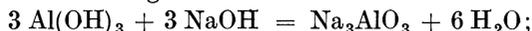
Wie das Aluminiumazetat kann auch das Aluminiumformiat (ameisensaure Tonerde) zum Wasserdichtmachen Anwendung finden. Aluminiumformiat wird in Lösung in den Handel gebracht.

### Wasserdichtmachen mit Metallhydroxyden.

Die Hydroxyde mancher Metalle, wie des Aluminiums, Zinks, Zinns und Bleis, sind sowohl in Säuren als auch in Alkalien löslich. Solchen Hydroxyden kommt demnach sowohl der Charakter einer Base als auch einer Säure zu. So löst sich z. B. das Aluminiumhydroxyd in Schwefelsäure zu Aluminiumsulfat:

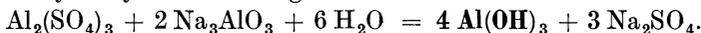


wogegen es in Natronlauge zu Natriumaluminat löslich ist:



in ersterem Falle spielt das Aluminium die Rolle eines Metalles, in letzterem die eines Nichtmetalles.

Setzt man nun zu der Lösung von Aluminiumsulfat oder eines anderen Aluminiumsalzes eine Aluminatlösung zu, so gelangt gallertiges Aluminiumhydroxyd zur Fällung:



In derselben Weise verhalten sich die Hydroxyde der übrigen oben angeführten Metalle.

Diese Bildungsweise von gallertigen und wasserabstoßenden Hydroxyden wurde von Chevallot und Girres zum Wasserdichtmachen von Geweben in Vorschlag gebracht. Das Gewebe wird beispielsweise zuerst mit einer Lösung von Kaliumaluminat und Seife behandelt<sup>1)</sup> und dann mit einer Aluminiumazetatlösung durchtränkt. In diesem Falle kommt neben Aluminiumhydroxyd auch die unlösliche Aluminiumseife zur Ausscheidung. Nimmt man als zweites Bad ein anderes Salz, z. B. Zinksulfat, so gelangt ein Gemisch von unlöslichen Hydroxyden und Seifen des Aluminiums und Zinks zur Ausscheidung. Das so behandelte Gewebe wird ausgequetscht, mit Wasser von 50—60° gewaschen und dann getrocknet<sup>2)</sup>.

### Wasserdichtmachen mit unlöslichen Seifen.

a) Wasserunlösliche Seifen, welche durch Wechselersetzung zweier Lösungen an der Faser ausgeschieden werden.

bzw. basischen Salzen des Aluminiums, Chroms oder Eisens imprägniert (gebeizt) werden. Der kolloide Stoff vermittelt dann zwischen dem Farbstoff und dem Faserstoff eine waschechte Bindung.

<sup>1)</sup> Aluminat-, Zinkat-, Plumbatlösungen usw. bewirken in Seifenlösungen keine Ausscheidung.

<sup>2)</sup> Die so „gebeizten Stoffe“ eignen sich auch zum Färben.

Der Aluminiumseife bedient man sich als wasserabstoßendes Mittel schon seit langem. Das Gewebe wird zuerst mit einer Aluminiumazetatlösung durchtränkt und dann mit einer Seifenlösung behandelt. Durch Wechselersetzung beider Stoffe kommt es zur Bildung der gallertigen Aluminiumseife an der Oberfläche sowie auch im Innern der Fäden. Nach dem Auswringen wird das Gewebe in einer schwach geheizten Trockenkammer oder an freier Luft getrocknet. Zur Erhöhung der Wasserdichtigkeit können der Seifenlösung auch andere Stoffe, wie Wachs, Lösung von Kautschuk in Terpentinöl usw., einverleibt werden. Für die Bereitung einer mit derartigen Stoffen versetzten Seifenlösung gibt Doering folgende Angaben: Für je 1 m<sup>2</sup> des zu imprägnierenden Gewebes werden 25 g Japanwachs eingeschmolzen und 1 g Firnis zugesetzt. Andererseits werden 1,5 g Kautschuk in 15 g kochendem Terpentinöl gelöst und nun beide Flüssigkeiten einer Seifenlösung, welche 30 g Unschlittseife enthält, zugerührt. Ein kleiner Zusatz von Schwefelleber soll den Kautschuk vulkanisieren<sup>1)</sup>.

In neuerer Zeit werden in derselben Weise auch Kupferseifen und Seifen anderer Metalle verwendet. Man führt z. B. das Gewebe durch eine 20%ige Seifenlösung und darauf durch eine 8%ige Kupfersulfatlösung. Die Kupferseifen wirken gleichzeitig antiseptisch und verhindern die Bildung von Schimmel, Stockflecken<sup>2)</sup> u. dgl. Es ist jedoch auf die durch Kupferverbindungen bedingte eigentümliche Grünfärbung der Gewebe Rücksicht zu nehmen.

Auch Gemische von Aluminium- und Kupferseifen kann man verwenden; man klotzt das Gewebe z. B. mit einer Aluminiumazetatlösung von 6° Bé, der auf je 1 l 6 bis 10 g Kupfervitriol zugesetzt wurden; nach dem Trocknen führt man das Gewebe durch eine Seifenlösung und wiederholt diese Behandlung, nach Bedarf unter Zusatz von Wachs oder Paraffin zum Seifenbade. Die Aluminium- und Kupferseifen sind sehr ausgiebig.

Von anderen „Metallbädern“ sind Zinksalzlösungen und die billige Kalziumazetatlösung zu erwähnen.

In neuerer Zeit bedient man sich zum Wasserdichtmachen auch des Natriumwolfrates, das mit der Seife eine schwer zu netzende

---

<sup>1)</sup> Die Schwefelleber ist eine leberbraune oder grünlichgraue Masse, die durch Zusammenschmelzen von Pottasche und Schwefel dargestellt wird und hauptsächlich aus Kaliumpentasulfid  $K_2S_5$  besteht. Durch Säuren wird sie unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff und Abscheidung fein verteilten Schwefels (Schwefelmilch) zersetzt.

Beim „Vulkanisieren“ nimmt Kautschuk Schwefel auf und wird dadurch elastischer und innerhalb weiterer Temperaturgrenzen auch gegen Luft und Chemikalien beständiger, während die Bildsamkeit verloren geht.

<sup>2)</sup> S. 284.

Verbindung gibt. Zu diesem Zwecke kann man auch das Zinnwolframrat verwenden.

b) Lösungen wasserunlöslicher Seifen in Benzin u. dgl.

Nach dem patent. Verfahren von E. Agostini wird eine in Wasser unlösliche Seife (am besten die Aluminium- oder Zinkseife) in einem entsprechenden Lösungsmittel (z. B. Benzin) gelöst und mit der erhaltenen Lösung das Gewebe imprägniert. Nach dem Verdunsten des Lösungsmittels verbleibt die Metallseife im Gewebe und bewirkt die Wasserdichtigkeit desselben. Die Ware erhält eine gewisse Beschwerung und einen weichen, vollen Griff; auch eine Festigung des Fadens soll dabei eintreten. Während früher unlösliche Seifen nur zum Wasserdichtmachen verwendet, sonst aber gemieden wurden, erlangten sie durch das Agostinische Verfahren einen allgemeineren Eingang in die Appretur. Der so erhaltene Appret ist sehr dauerhaft und gegen das Auswaschen widerstandsfähig. Es ist leicht einzusehen, daß die Abscheidung der unlöslichen Seife in den Poren des Fadens nach dem Agostinischen Verfahren viel vollständiger ist als bei Verwendung von zwei getrennten Flüssigkeiten (Metallsalzbad und Seifenbad); während nämlich im letzteren Falle der sich zuerst an der Faseroberfläche bildende Niederschlag den Eintritt der zweiten Flüssigkeit in das Innere und demnach auch die Fällung in den Poren der Faser mehr oder weniger hindert, läßt sich die unlösliche Seife in Form einer Benzinlösung in alle Teile der Faser gut einführen.

Lösungen von in Wasser unlöslichen Metallseifen können sowohl für sich allein als auch in Verbindung mit anderen Appreturmitteln zur Verwendung gelangen.

Ein anderes Appreturverfahren von Agostini besteht darin, daß man ein Gemisch von Fettsäuren oder Fetten mit der berechneten Menge der entsprechenden Metalloxyde auf die Ware aufträgt und dann trocknet. Die so appretierte Ware ist sehr weich, für Wasser aber durchlässig; die einzelnen Fäden sind verstärkt, die Zwischenräume aber nicht verklebt. Ein solcher Appret wird von Wasser nicht abgewaschen; beim Behandeln mit Seife verliert die Ware wohl ihr glänzendes Aussehen, nicht aber ihren vollen Griff.

Zur Verwertung des Agostinischen Appreturverfahrens werden unter dem Namen „Sepa“ mehrere Appreturmassen in Pastenform in den Handel gebracht, deren Zusammensetzung verschiedenen Ansprüchen entspricht. Sie sind sowohl für baumwollene als auch für wollene Gewebe und Garne geeignet.

In ähnlicher Weise lassen sich zum Wasserdichtmachen auch unlösliche Harzseifen, z. B. eine Lösung von harzsaurem Zink in Benzol<sup>1)</sup> verwenden.

---

<sup>1)</sup> Verfahren von Thomston u. Rothwell.

## Wasserdichtmachen mit unlöslichen Silikaten und anderen unlöslichen Verbindungen.

Sowie man bei Verwendung einer Metallsalzlösung und einer Seifenlösung eine unlösliche Seife zur Fällung bringen kann, lassen sich bei Verwendung einer Wasserglaslösung an Stelle der Seifenlösung auch unlösliche Silikate an und zum Teil auch in der Faser zur Ausscheidung bringen. Allen unlöslichen Silikaten kommt eine gallertige Beschaffenheit zu. Infolge der stark alkalischen Wirkung der Wasserglaslösung kann jedoch das diesbezügliche Verfahren nur bei Baumwollwaren Anwendung finden.

Nach Angaben von Chaplet wird das Gewebe zuerst in einer Wasserglaslösung ausgekocht, mit Wasser gespült, getrocknet, dann mit einer Aluminiumazetatlösung von 6° Bé behandelt und bei 20 bis 25° wieder getrocknet. In diesem Falle kommt Aluminiumsilikat zur Ausscheidung.

Bei Verwendung einer Tanninlösung<sup>1)</sup> an Stelle der Seifen- bzw. Wasserglaslösung kommt unlösliches Metalltannat zur Ausscheidung. Man tränkt z. B. die Ware zuerst mit einer Tanninlösung von 6° Bé und zieht sie nach dem Trocknen durch eine ebenfalls 6° Bé starke Aluminiumazetatlösung<sup>2)</sup>. Nach Chaplet behandelt man die Ware noch mit einer warmen Emulsion von 20 kg Seife, 5 kg Gummi und 15 kg Japanwachs in 120 l Wasser.

Demselben Prinzipie entsprechen die Vorschläge zur Verwendung von Aluminium- und Kaseinlösungen, sowie solcher von gelbem Blutlaugensalz und Kaliumchromat einerseits und einer Kupfersalzlösung andererseits. Auch in diesen Fällen kommt es zur Bildung von Niederschlägen, welche geeignet sind, das Wasser mehr oder weniger abzustößen.

---

<sup>1)</sup> Tannin (Gallusgerbsäure, Digallussäure) ist der in den Galläpfeln enthaltene Gerbstoff; er kann aus diesen nach verschiedenen Methoden extrahiert werden. In reinem Zustande bildet das Tannin eine farblose, glänzende amorphe Masse, die sich in Wasser leicht löst und einen zusammenziehenden Geschmack besitzt. In den Handel gelangen weiße bis braune Produkte, welchen die Form von Nadeln, Schuppen, Körnern usw. zukommt. Tannin spielt insbesondere in der Färberei eine große Rolle. Hier wird unter anderem auch seine Eigenschaft, mit manchen Metallsalzen farbige Tannate zu bilden, nutzbar gemacht; es gibt z. B. mit Eisensalzen blaue, grüne und schwarze Färbungen. Auf dieser Eigenschaft beruht auch die Bereitung der Gallustinte. Tannin und andere Gerbstoffe dienen als Beschwerungsmittel für Seide. Viele Gerbstoffe werden in der Gerberei gebraucht; sie besitzen nämlich die Eigenschaft, die tierische Haut in Leder überzuführen.

<sup>2)</sup> Verfahren von Kipling u. Arnold.

### Wasserdichtmachen durch Imprägnieren der Ware mit Fettlösungen.

Lodenstoffe werden durch Klotzen mit guten Fett-emulsionen oder Emulsionen von Stearin oder Paraffin und nachheriges Trocknen wasserdicht gemacht; die fettigen Stoffe verhindern das Eindringen von Wasser, ohne dem Gewebe die Porosität zu nehmen.

Nach dem Verfahren der chem. Fabrik Flörsheim werden zum Wasserdichtmachen Emulsionen von Mineralölen mit Ammoniumsalzen der Fettsäuren oder Harzsäuren verwendet; beim Trocknen entweicht das Ammoniak, während die Fett- bzw. Harzsäuren zur Ausscheidung gelangen.

Nach einem anderen Verfahren finden als Imprägnierungsmittel Lösungen von Paraffin, Wachs, Zeresin, Lanolin usw. im Mineralöl u. dgl. Verwendung. Nach dem Verdunsten des Lösungsmittels bleibt das Gewebe für die Luft durchlässig; sobald aber auf eine so präparierte Ware Wasser kommt, fließt es in Wasserperlen oder Tropfen ab. Das Verfahren soll sich sowohl für Gewebe (z. B. Seidenstoffe) als auch für Garne eignen. In letzterem Falle kann die Imprägnierungsmasse gleichzeitig als Schlichte dienen. Man imprägniert am besten bei 40 bis 50°, windet gut aus und trocknet. Dieses Verfahren findet zum Imprägnieren von Zeltstoffen, Rucksäcken usw. Anwendung.

M. Peters und J. A. Shepherd empfehlen zum Undurchlässigmachen von Geweben für Wasser eine Behandlung mit Leinöl, Tragasol und einem Sikkativ<sup>1)</sup>.

In neuerer Zeit findet auch die Viskose als wasserdichtmachendes Mittel Verwendung<sup>2)</sup>.

### Wasserdichtmachen bei Anwendung von Formaldehyd als „härtendes“ Mittel<sup>3)</sup>.

Nach dem Verfahren von Düring wird das Gewebe zunächst in einem Bade getränkt, das neben Leim, Gelatine oder Kasein auch Glycerin enthält. Die ausgepreßte Ware wird nach einigem Antrocknen durch ein Formaldehydbad gezogen, wodurch die aus dem ersten Bade aufgenommenen Stoffe unlöslich werden und dem Gewebe neben der Undurchlässigkeit für Wasser auch eine ziemliche Geschmeidigkeit verleihen. So besteht z. B. das erste Bad aus 12 % Gelatine, 24 % Glycerin und 64 % Wasser, oder aus 15 % Gelatine, 15 % Glycerin und 70 % Wasser. Nach diesem Verfahren soll das

---

<sup>1)</sup> S. 142.

<sup>2)</sup> S. 202.

<sup>3)</sup> S. 193.

Gewebe eine leder-, haut- oder pergamentartige Beschaffenheit annehmen, ohne spröde zu werden.

Als Zusatz zu Appreturmassen für die Herstellung wasserdichter Gummimäntel findet manchmal die „Formalinstärke“ Verwendung. Sie wird nach einem patentierten Verfahren in der Weise hergestellt, daß man in 1 kg einer 20%igen Schwefelsäure von 30° C zuerst 1 kg Kartoffelstärke und dann 20 bis 30 g Formalin (40%ig) einrührt. Man rührt die Masse so lange, bis eine mit Ammoniak neutralisierte Probe beim Kochen nicht mehr verkleistert. Mit dem gewaschenen und getrockneten Produkte lassen sich, wenn seine Körnchen fein zerteilt werden, bei Gummimänteln auf befärbtem Grunde manche Effekte erzielen. (Die Formalinstärke dient auch zur Herstellung von plastischen Massen.)

## Flammenschutzmittel (Feuerschutzappreturmassen).

Um Gewebe schwer entzündbar zu machen und ein Brennen derselben mit Flamme zu verhindern, bedient man sich der verschiedensten Stoffe, meist Salze, welche man entweder der Stärkeappreturmasse zusetzt, oder aber für sich allein zur Imprägnierung der Gewebe anwendet. Die Imprägnierungsmittel können ein Verbrennen des Gewebes wohl nicht hindern; trotzdem leisten sie sehr gute Dienste, da sie die Entflammbarkeit des Gewebes und dadurch die rasche Ausbreitung des Feuers mit all seinen Gefahren für Gut und Leben hemmen. Richtig imprägnierte Stoffe können nur gli m m e n.

Am leichtesten entzündbar sind Baumwollgewebe, insbesondere leichte, durchbrochene oder großmaschige Stoffe, welche der Luft von allen Seiten den Zutritt gestatten. Dazu gehören z. B. die Fenstervorhänge, leichte Damenkleider (Sommer- und Balltoiletten), Theaterdekorationen usw. Ein Imprägnieren derartiger Artikel mit Flammenschutzmitteln ist bereits ziemlich allgemein üblich.

Als Flammenschutzmittel eignen sich besonders solche Stoffe, welche bei geringer Hitze schmelzen und dabei auf dem Gewebe einen Überzug bilden, welcher die Entflammung verhindert, sowie in der Hitze flüchtige Verbindungen, deren Dämpfe den Sauerstoffzutritt und demnach auch die Verbrennung hemmen. Bevorzugt werden jene Salze, in welchen die genannten Eigenschaften vereint sind.

Am besten eignen sich hierzu neutral reagierende Salze oder solche, deren die alkalische oder saure Reaktion bedingender Teil flüchtig ist. Es ist auf die Reinheit derselben zu achten, da die technischen Produkte vielfach Verunreinigungen enthalten, welche die Faser und

die Farbe schädigen können. Aus letzterem Grunde dürfen die Imprägnierungsstoffe nicht eisenhaltig sein.

Schließlich ist bei der Wahl der Flammenschutzmittel auf die Art und die Verwendung des Gewebes Rücksicht zu nehmen und zu erwägen, ob das Gewebe nur in geschlossenen Räumen oder auch im Freien zur Verwendung gelangen soll. In letzterem Falle wird ein wasserlösliches Imprägnierungsmittel durch Regen leicht ausgewaschen; daher muß man für solche Zwecke dem Gewebe einen unlöslichen Stoff einverleiben. Dies geschieht wie beim Wasserdichtmachen durch Erzeugung eines Niederschlages an der Oberfläche bzw. auch im Inneren der Fäden.

Gelangen unorganische Stoffe für sich allein zur Verwendung, so muß die Konzentration ihrer Lösungen der Beschaffenheit des Gewebes entsprechen. Ein dünnes Gewebe wird mit einer verdünnten, ein dickes mit einer konzentrierten Lösung imprägniert. Zur Befestigung des Flammenschutzmittels an die Faser werden der Imprägnierungsflüssigkeit häufig Klebmittel, wie Leim, Dextrin u. dgl. zugesetzt. In anderen Fällen bilden die Flammenschutzmittel nur den Zusatz zu der eigentlichen, zumeist aus Stärke bestehenden Appreturmasse. Bei entsprechender Wahl der Mittel läßt sich das Gewebe gleichzeitig wasserdicht und flammensicher machen.

Die Operation des Flammensichermachens wird sowohl fabrikmäßig als auch in Waschanstalten und, wenngleich seltener, im Haushalte durchgeführt. Wenn die Imprägnierung mit leicht auswaschbaren Stoffen vorgenommen wird, muß sie nach jeder Wäsche wiederholt werden.

Viele Flammenschutzmittel wurden bereits als Wasch- oder Beschwerungsmittel, andere als Mittel zum Wasserdichtmachen usw. besprochen; es erübrigt daher, diese in bezug auf ihre Eignung zu Flammenschutzmitteln zu erörtern.

Eine wichtige Stelle auf dem Gebiete des Flammensichermachens nehmen die Ammoniumverbindungen ein; sie zersetzen sich in der Hitze unter Freiwerden von Ammoniakgas, das unter gewöhnlichen Verhältnissen nicht brennbar ist und die Verbrennung nicht unterhält. Verwendung finden:

### Ammoniumchlorid $\text{NH}_4\text{Cl}$ <sup>1)</sup>.

Dieses kommt zumeist in Gemeinschaft mit Borax und Borsäure zur Verwendung. Gemischt mit Gips wird es auch der Stärkeappreturmasse zugesetzt.

---

<sup>1)</sup> S. 265.

**Ammoniumsulfat  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ <sup>1)</sup>.**

Für Gewebe, welche nach dem Imprägnieren heiß gebügelt oder heiß kalandert werden, ist dieses Salz ungeeignet, da die dabei frei werdende Schwefelsäure insbesondere auf die vegetabilische Faser zerstörend und auf Farbstoffe verändernd wirkt. Aus diesem Grunde sollten für solche Waren die im Handel vorkommenden „feuersicheren Stärken“<sup>2)</sup> frei von Ammoniumsulfat sein. Außer als Zusatz zu anderen Flammenschutzmitteln wird Ammoniumsulfat auch für sich allein als solches verwendet, wozu man sich bei dünnen Baumwoll- und Leinengeweben, Spitzen u. dgl. einer ungefähr 10 %igen Lösung bedient.

**Ammoniumalaun  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 24 \text{H}_2\text{O}$** 

wird von Gintl als Zusatz bei der Herstellung von feuersicheren Stärken empfohlen. Es darf aber der bei Ammoniumsulfat angeführte Übelstand, in der Hitze freie Schwefelsäure zu bilden, nicht außer acht gelassen werden.

**Ammoniumkarbonat  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ <sup>3)</sup>.**

Sowie das Ammoniumchlorid verflüchtigt sich auch dieses Salz in der Hitze vollständig und verdrängt so den Luftsauerstoff aus dem feuergefährlichen Bereiche. Es kommt nur in Gemeinschaft mit anderen Stoffen (Borax u. dgl.) zur Verwendung.

**Ammoniumphosphat  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ .**

Dieses Salz zersetzt sich in der Hitze unter Freiwerden von Ammoniak und Phosphorsäure  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , welche bei ungefähr 200° unter Wasserabgabe in die Pyrophosphorsäure  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$  und bei schwacher Rotglut unter weiterem Wasseraustritt in die Metaphosphorsäure  $\text{HPO}_3$  übergeht<sup>4)</sup>. Letztere verleiht der Faser in der Hitze einen schützenden Überzug. Das Ammoniumphosphat wird in 10 %iger Lösung für sich allein, sonst aber mit Ammoniumchlorid oder anderen Verbindungen gemischt verwendet.

**Ammonium-Magnesiumphosphat  $\text{NH}_4\text{MgPO}_4$ .**

Dieses Salz kommt insofern in Betracht, als es sich beim Zusammenbringen eines Magnesiumsalzes (zumeist Magnesiumsulfat) mit einer Lösung von Ammoniumphosphat oder Natriumphosphat und Ammoniak als ein in Wasser unlöslicher Niederschlag bildet, wenn gleichzeitig

1) S. 265.

2) S. 279.

3) S. 95.

4)  $2 \text{H}_3\text{PO}_4 - \text{H}_2\text{O} = \text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ;  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7 - \text{H}_2\text{O} = 2 \text{HPO}_3$ .

Ammoniumchlorid zugegen ist<sup>1)</sup>. In der Hitze geht das Salz unter Freiwerden von Ammoniak in Magnesiumpyrophosphat  $Mg_2P_2O_7$  über, das keine schmelzbare, sondern eine erdige Masse bildet. Hager verwendet eine Mischung von 2 Gew. Teilen Magnesium-Amm.-Phosphat, 1 Gew.-Teil Natriumwolframat und 15 Gew.-Teilen Stärke. Chaplet behandelt die Ware zunächst mit einem löslichen Phosphat, z. B. mit einem 15 bis 20 %igen Auszug von Superphosphat<sup>2)</sup> und dann mit verdünntem Ammoniak, das etwas Magnesiumchlorid enthält, spült mit sehr wenig verdünntem Ammoniak und quetscht ab. Als Ammoniakwasser kann Gaswasser genommen werden.

### Natriumtetraborat (Borax) $Na_2B_4O_7 + 10 H_2O$ .

Diese Verbindung ist als Flammenschutzmittel besonders geeignet, da es in der Hitze das Gewebe mit einer schützenden Decke überzieht<sup>3)</sup>. Es wird selten für sich allein, sondern zumeist mit Salmiak und Kochsalz, Ammoniumsulfat und Borsäure, Salmiak und Borsäure, Alaun und Natriumwolframat, Magnesiumsulfat usw. gemischt verwendet und ist ein fast nie fehlender Bestandteil der „feuersicheren Stärken“.

### Borsäure $H_3BO_3$ <sup>4)</sup>

wird häufig neben Borax verwendet.

### Natriumsilikat (Wasserglas)<sup>5)</sup>.

Eine wässrige Lösung dieser Verbindung dringt in die Poren des Gewebes ein und bildet einen glasigen, durchsichtigen Überzug. Vielfach wird es mit Alaun gemeinschaftlich verwendet. Theaterdekorationen (auch Holzteile) werden zuerst mit einer Wasserglaslösung, welche Glaspulver und Kieselgur enthält, angestrichen; für den zweiten Anstrich setzt man der Wasserglaslösung Porzellan, Steingut und Kieselgur in gemahlenem Zustande zu und verwendet zum dritten Anstrich eine Kalziumchloridlösung.

### Natriumwolframat $Na_2WO_4 + 2 H_2O$ .

Dieses Salz ist als Flammenschutzmittel sehr gut geeignet; doch steht seiner allgemeinen Verwendung der hohe Preis entgegen. Es greift auch zarte Farben nicht an und eignet sich besonders für leichte

<sup>1)</sup> Z. B.  $MgSO_4 + Na_2HPO_4 + NH_3 + NH_4Cl = MgNH_4PO_4 + Na_2SO_4 + NH_4Cl$ . Bei Abwesenheit von Ammoniumchlorid fällt Magnesiumhydroxyd aus.

<sup>2)</sup> Das Superphosphat ist ein durch Behandlung von natürlichem Kalziumphosphat mit Schwefelsäure gewonnenes Gemenge vom prim. Kalziumphosphat  $CaH_2(PO_4)_2$  und Gips; es ist ein wichtiges Düngematerial.

<sup>3)</sup> S. 96.

<sup>4)</sup> S. 96.

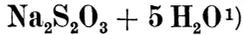
<sup>5)</sup> S. 98.

Kleiderstoffe, da es geschmeidigmachend wirkt und das Bügeln erleichtert. Das Salz schmilzt bei Rotglut. Es kommt sowohl für sich allein als auch mit Natriumphosphat gemischt zur Verwendung.

### Titansäure $\text{H}_2\text{TiO}_5$ .

Die Ware wird zuerst mit der Lösung eines Titanates und dann mit einer Wasserglaslösung behandelt. Die ausgeschiedene Titansäure schützt die Faser noch besser als das Natriumwolframat.

### Natriumthiosulfat (unterschwefligsaures Natron)



wird von Gintl als ein sehr wirksamer Zusatz zu „feuersicheren Stärken“ empfohlen. Dieses Salz gibt beim Erhitzen Schwefeldioxyd  $\text{SO}_2$  ab, das die Verbrennung nicht unterhält. Es wirkt auf die meisten Farben unschädlich und ist im Preise niedrig.

### Natriumstannat (Präpariersalz) $\text{Na}_2\text{Sn}_3\text{O} + 3 \text{H}_2\text{O}$ .

Man gewinnt es durch Zusammenschmelzen des in der Natur vorkommenden Zinnsteines  $\text{SnO}_2$  mit Ätznatron:



Es bildet farblose, leicht verwitterbare Kristalle. Die wässrige Lösung ist unbeständig, bei Einwirkung der in der Luft vorhandenen Kohlensäure scheidet sich Zinnoxid  $\text{SnO}_2$  ab. Als Flammenschutzmittel dient dieses Salz selten; eine größere Verwendung kommt ihm in der Färberei und Druckerei zu.

Nach dem Verfahren von W. H. Perkin wird die Baumwollware mit einer Natriumstannatlösung von ungefähr 26,5<sup>o</sup> Bé getränkt, ausgequetscht, auf heißen Kupfertrommeln getrocknet, dann durch eine Ammoniumsulfatlösung von ungefähr 10<sup>o</sup> Bé geführt und nach dem Ausquetschen wieder getrocknet. Außer gefällttem Zinnhydroxyd enthält die Ware Natriumsulfat<sup>2)</sup>, das man auswäscht, worauf die Ware wieder getrocknet wird. Auf diese Weise soll die Ware dauernd flammensicher gemacht werden, da durch Waschen mit heißem Wasser und Seife das an der Oberfläche und innerhalb der Fäden ausgeschiedene Zinnhydroxyd zufolge seiner großen Adhäsion zur Faser nicht entfernt wird. Die Farben erleiden keine Veränderung, und die Ware soll an Festigkeit sogar um etwa 20 % gewinnen.

### Alaun $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 24 \text{H}_2\text{O}^3)$ .

Dieses Salz hinterläßt in der Hitze zwar keine glasartige Schmelze, sondern eine erdige Masse; dennoch verhindert es ein Brennen mit Flamme. Es findet besonders zum Imprägnieren von weißen Stoffen (Vorhängen u. dgl.) Verwendung, indem man es entweder dem letzten

<sup>1)</sup> S. 123.

<sup>2)</sup>  $\text{Na}_2\text{SnO}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 3 \text{H}_2\text{O} = \text{Sn}(\text{OH})_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2 \text{NH}_4\text{OH}$ .

<sup>3)</sup> S. 258.

Washwasser oder, wenn die Ware zu stärken ist, der Stärkemasse zusetzt. Bei farbigen Stoffen ist der Alaun mit Vorsicht zu verwenden, da er manche Farbstoffe verändert. Soll die appetierte Ware auch im Freien Verwendung finden, so behandelt man dieselbe behufs Abscheidung von unlöslichem Aluminiumhydroxyd noch mit einer Sodalösung. Statt Alaun kommt auch

### Aluminiumsulfat $\text{Al}_2\text{SO}_4 + 18 \text{H}_2\text{O}^{1)}$

zur Verwendung.

### Aluminiumazetat<sup>2)</sup> und Aluminiumformiat<sup>3)</sup>

sind ebenfalls als Flammenschutzmittel geeignet. Ihre Anwendung gründet sich auf die Abscheidung basischer Salze beim Trocknen und auf die Eigenschaft, in der Hitze Essigsäure- bzw. Ameisensäuredämpfe abzugeben. Man imprägniert das Gewebe mit der Salzlösung und stärkt es dann wie gewöhnlich.

### Kalziumchlorid $\text{CaCl}_2$ <sup>4)</sup>.

Dieses Salz wird von Masson zu Imprägnierungszwecken empfohlen. Da es sehr hygroskopisch ist, bedient man sich besser seines Doppelsalzes mit Kalziumazetat, das sich durch Auflösen äquivalenter Mengen beider Salze und darauf folgende Kristallisation darstellen läßt. Man löst das Salz am besten in verdünntem Ammoniak in der Wärme auf. Dieses Imprägnierungsmittel wird leicht ausgewaschen.

Köhler empfiehlt als Flammenschutzmittel eine Lösung von

### Bleisulfat $\text{PbSO}_4$ <sup>5)</sup>

in Ammoniumtartrat<sup>6)</sup>; die Lösung erfolgt bei ungefähr 80°. Die Imprägnierung soll mit der heißen Flüssigkeit durchgeführt werden. Ebenso gut dürfte sich eine Lösung von Bleisulfat in Ammoniumazetat<sup>7)</sup> eignen.

Was das Verhältnis der einzelnen Stoffe in der Imprägnierungsflüssigkeit anbelangt, sei bemerkt, daß es hierfür eine große Menge von Rezepten gibt. So werden z. B. auf 1 l Wasser empfohlen:

1) S. 260.

2) S. 266.

3) S. 268.

4) S. 258.

5) S. 263.

6) S. 78.

7) Ammoniumazetat läßt sich am einfachsten durch Neutralisation der Essigsäure mit Ammoniak herstellen.

- |                           |                                  |
|---------------------------|----------------------------------|
| a) 50 g Alaun             | b) 60 g Alaun                    |
| 50 g Amm. Phosphat        | 20 g Borax                       |
|                           | 10 g Natriumwolframat            |
|                           | 10 g Dextrin (als Klebstoff)     |
| c) 80 g Amm. Sulfat       | d) 25 g Amm. Sulfat              |
| 20 g Borax                | 30 g Amm. Karbonat               |
| 30 g Borsäure             | 30 g Borsäure                    |
| 10 g Gelatine } als Kleb- | 20 g Bcrax                       |
| 20 g Stärke } stoff       | 20 g Stärke (als Klebstoff) usw. |

Den Flammenschutzstärken („feuersicheren“ Stärken) gibt man z. B. folgende Zusammensetzung:

- |                      |                       |
|----------------------|-----------------------|
| a) 200 kg Stärke     | b) 50 kg Stärke       |
| 6 kg Ammoniumchlorid | 3 kg Natriumwolframat |
| 2 kg Borax           | ½ kg Natriumphosphat  |
| 8 kg Kochsalz        | usw.                  |
- c) Die sogen. „Apyrinstärke“ enthält ungefähr  
 80 % Stärke  
 10 % Magnesiumsulfat  
 10 % Amm. Sulfat.

## Blaumittel (Nuanciermittel).

Das durch das Bleichen erzielte Weiß besitzt selbst nach der Vollbleiche einen merklichen Stich ins Gelbliche, welcher die Ware unansehnlich macht. Schöner ist ein blaustichiges Weiß, das den Eindruck von reinem Weiß macht. Dies erzielt man durch das sogenannte „Blauen“.

Zu diesem Zwecke wird die Ware entweder durch ein Bad gezogen, das durch Auflösen oder durch Suspension einer sehr kleinen Menge des „Blaumittels“ in Wasser bereitet wurde, oder aber mit angeblauter Appreturmasse behandelt. Das Blauen wird sowohl fabrikmäßig als auch im Haushalte vorgenommen. Als Blaumittel kommen anorganische Stoffe (Mineralfarben) und organische Farbstoffe (Teerfarbstoffe) zur Verwendung. Besser als rein blaue Nuanciermittel eignen sich solche mit einem rötlichen Stich. Bei Verwendung von in Wasser unlöslichen Blaumitteln verteilt man dieselben zuerst sehr fein in etwas Wasser und rührt die Suspension der Hauptmenge des Wassers oder der Appreturmasse ein; andernfalls erhält die geblaute Ware sehr leicht blaue Streifen und Punkte.

## Ultramarin.

Früher diente zur Darstellung des blauen Ultramarins der Lasurstein (lapis lazuli), ein ziemlich selten vorkommendes, prachtvoll blau gefärbtes Mineral. Gegenwärtig wird das Ultramarin künstlich hergestellt.

Nach dem älteren Sulfatverfahren glüht man ein Gemenge von eisenfreiem Kaolin, Natriumsulfat, Schwefel und Holzkohle, wobei man ein grünes Produkt erhält, das durch nochmaliges Brennen mit Schwefel „blau gebrannt“ wird. Beim neueren Sodaverfahren verwendet man eine größere Menge Schwefel und an Stelle des Natriumsulfates Soda, wobei man in einem Brande ein Produkt erhält, das gegenüber dem Sulfatblau manche Vorteile zeigt.

Die chemische Natur des Ultramarins ist noch nicht aufgeklärt. Seine Zusammensetzung entspricht nach Heumann der Formel:  $2(\text{Na}_2\text{O}, \text{Al}_2\text{O}_3, 2\text{SiO}_2) + \text{Na}_2\text{S}_2$ .

Ultramarin kommt als ein lasurblaues Pulver in den Handel; das nach dem Sodaverfahren hergestellte ist rotstichig. Es ist in Wasser und auch in anderen Lösungsmitteln völlig unlöslich, lichtbeständig, nicht giftig und gegen Alkalien widerstandsfähig. Hingegen wird das Ultramarin schon von den schwächsten Säuren leicht angegriffen, indem es unter Freiwerden von Schwefelwasserstoff graustichig und auch entfärbt wird. Dem Alaun gegenüber zeigt sich nur das „Soda-blau“ widerstandsfähig („alaunfest“).

Ultramarin ist gegenwärtig das gebräuchlichste Blaumittel; es ist sehr ausgiebig und gibt mit Wasser eine sehr gute Suspension. Da sich Ultramarin mit Wasser schwer netzt, wird es zweckmäßig zuvor mit etwas Alkohol angeteigt. Bei sauren Appreturmassen kann man es aus dem oben angeführten Grunde nicht verwenden.

In wässriger Suspension dient es zum Blauen von gebleichten Baumwoll- und Flachsgarnen, für weiße und buntfarbige Gewebe mit weißer Musterung als Zusatz zur Appreturmasse. In derselben Weise kommt es in der „Hauswäsche“ zur Verwendung. In der Druckerei wird es auf Baumwollgewebe fixiert<sup>1)</sup>.

Das Ultramarin wird häufig mit weißen mineralischen Stoffen gemengt (Magnesiumoxyd, Kreide, Gips, Ton usw.). Durch Zusatz von etwas Glycerin erhalten die so „verschnittenen“ Produkte eine gewisse Feuchtigkeit und erscheinen dunkel.

Die Prüfung des Ultramarins bezieht sich auf die Untersuchung der Nuance, Färbekraft und Alaunbeständigkeit. Die Färbekraft wird vergleichend geprüft, z. B. durch Ausbreiten der Proben auf weißem Papiere oder auf einer Glasplatte, nötigenfalls unter Beimischen von Gips; diejenige Sorte, welche mehr Gipszusatz verträgt, um die gleiche Tiefe der Farbe zu bilden, ist die bessere.

<sup>1)</sup> Das Ultramarin findet als Blaumittel auch in der Papier- und Zuckerrfabrikation sowie in der Zimmermalerei Verwendung.

### Smalte.

Durch Zusammenschmelzen von Kobalterz (Zaffer)  $\text{Co}_3\text{O}_4$ , Pottasche und Quarzsand erhält man eine Glasmasse, welche in kaltes Wasser gegossen und dann fein gepulvert die „Smalte“ bildet. Durch Schlämmen lassen sich Sorten von verschiedener Feinheit gewinnen.

Auch die Smalte ist in Wasser unlöslich, gibt aber zufolge der Feinheit ihres Pulvers sehr gute Suspensionen. Sie ist Säuren und Alkalien gegenüber widerstandsfähig. Trotzdem ist sie als Blaumittel nur noch selten in Verwendung; sie wurde durch das billigere Ultramarin verdrängt.

### Berlinerblau, Pariserblau, Preußischblau $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ .

Berlinerblau ist das Ferrisalz<sup>1)</sup> der Ferrozyanwasserstoffsäure  $\text{H}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ . Es wird durch Zusatz von gelbem Blutlaugensalz  $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$  zu einer Ferrilösung hergestellt:



Gewöhnlich wird die Lösung von gelbem Blutlaugensalz mit Eisenvitriol gemischt und das zunächst entstehende weiße Ferrosalz mit Salpetersäure oder Chlor zu Berlinerblau oxydiert.

Das so hergestellte Berlinerblau hat in getrocknetem Zustande eine tief blaue Farbe und nimmt beim Reiben Kupferglanz an. Es ist in Wasser und verdünnten Säuren unlöslich und nur in Oxalsäure mit tiefblauer Farbe löslich. Durch Alkalien, selbst durch Seifenlösung, wird das Berlinerblau unter Abscheidung von Ferrihydroxyd leicht zersetzt. Aus diesem Grunde findet es trotz seiner Ausgiebigkeit als Blaumittel nur selten Verwendung.

Nimmt man bei der Herstellung gelbes Blutlaugensalz im Überschuß, so erhält man das

### wasserlösliche Berlinerblau $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,

das in Salzlösungen schwer löslich, in reinem Wasser aber löslich ist. Es kommt entweder in fester Form (Tabletten) oder als Lösung („Waschblauessenz“) in den Handel und findet etwas mehr Verwendung als das unlösliche Berlinerblau.

### Indigkarmin.

Das aus der Indigopflanze gewonnene Indigo enthält außer seinem wertvollen Bestandteil Indigotin oder Indigblau noch Indigrot, Indigbraun, Indigleim, Kalk, Wasser usw. Hingegen ist der künst-

<sup>1)</sup> Es gibt zwei Reihen von Eisensalzen: Ferro- und Ferriverbindungen. In den Ferroverbindungen ist das Eisen zweiwertig (z. B. Ferrosulfat oder Eisenvitriol  $\text{FeSO}_4$ ), in den Ferriverbindungen aber dreiwertig (z. B. Ferrichlorid  $\text{FeCl}_3$ , Ferrisulfat  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ).

lich bereitete Indigo, auch Indigorein genannt, fast reines Indigblau<sup>1)</sup>.

Das Indigotir des natürlichen und künstlichen Indigos ist in Wasser, Alkohol und anderen gebräuchlichen Lösungsmitteln unlöslich; es löst sich aber in Eisessig und besonders leicht in konzentrierter kalter Schwefelsäure, wobei in letzterem Falle die Indigblauschwefelsäure gebildet wird. Zu ihrer Darstellung läßt man auf 1 kg Reinindigo 5 kg Schwefelsäure (Gemisch von gewöhnlicher und rauchender Schwefelsäure) unter Kühlung und Rühren nach und nach einwirken und die Masse 14 Tage stehen; dann verdünnt man je 1 kg dieser Masse mit 50 l Wasser, filtriert durch mehrere Leinenfilter und erhält so eine Flüssigkeit, welche neben Indigblaudisulfosäure auch etwas Indigblaumonosulfosäure enthält.

Durch Versetzen der Lösung mit Kochsalz und Neutralisation mit Soda bringt man das Natriumsalz der Indigblauschwefelsäure, den Indigkarmin, zur Fällung. Dieses wird in Teigform, oder in Lösung als „Wäschblauessenz“ in den Handel gebracht. Als Blaumittel findet Indigkarmin nur wenig Verwendung; er erteilt der gebleichten Baumwollware nicht den beliebten Blauton, sondern einen Grünstich.

### Teerfarbstoffe.

Zum Blauen eignen sich auch manche wasserlösliche blaue Teerfarbstoffe, zweckmäßig unter einem geringen Zusatz eines violetten Farbstoffes. Da sie sehr ausgiebig sind, werden sie stets in Form einer Lösung (1 %ig) dem Wasser oder der Appreturmasse zugesetzt.

Bei der Wahl der Teerfarbstoffe sind jedoch ihre Eigenschaften genau zu berücksichtigen. Je nach Umständen bedient man sich solcher, welche gegen Alkalien oder gegen Säuren unempfindlich sind. Manche Farbstoffe werden weder von Alkalien noch von Säuren verändert. Viele Farbstoffe sind auch in der Wärme beständig, andere wieder erleiden in der Hitze des Kalanders oder Bügeleisens eine Veränderung.

Zur Herstellung von „Wäschblauessenzen“ sind sie weniger geeignet, da sie mit der Zeit eine Zersetzung erfahren. Nach dem Blauen mit Teerfarbstoffen muß die Ware einigemal gespült werden.

Zur Verwendung kommt z. B. das **Baumwollblau**, das in verschiedenen Nuancen (rein blau bis rötlich blau) in den Handel gebracht wird.

Manchmal finden auch die blauen Nuancen des **Methylviolett** Verwendung.

---

<sup>1)</sup> Seit Erkenntnis seiner Konstitution ist man in der Lage, Indigblau nach mehreren Methoden synthetisch darzustellen, und zwar mit solchem Erfolge, daß gegenwärtig der weitaus größte Teil dieses Farbstoffes auf künstlichem Wege hergestellt wird.

## Mittel zum Färben der Appreturmasse.

Zum Appretieren einfarbiger Waren bedient man sich öfter gefärbter Appreturmassen, insbesondere dann, wenn es sich um schwere und zum „Schreiben“ neigende Apprete handelt. Zu diesem Zwecke wird der entsprechende Farbstoff in gelöster oder suspendierter Form in die Appreturmasse eingerührt.

Dazu eignet sich z. B. eine **Blauholzabkochung** für billige schwarze Taffets und Shirtings. Man benutzt sie unter Zusatz von Eisensalzen, Kupfervitriol oder Kaliumbichromat. Die Appreturmasse selbst besteht aus Stärke, Mehl, Talg o. dgl. Durch Kalandern erhält die Ware einen starken schwarzen Glanz. Eine ähnliche Verwendung findet das **Diphenylschwarz**. Zur Erzielung von dunkelblauen Tönen (z. B. bei marineblauen Taffets) dient das **Diaminblau** und **Diaminschwarz**. Für blaue Stoffe können auch **Berlinerblau** und **Indigkarmin** Verwendung finden.

Zur Herstellung von gelben Appreturmassen (z. B. für leinene und baumwollene Kopftücher) dient ein Auszug der **Kurkumawurzel**.

## Farbige Beschwerungsmittel.

Diese werden der Appreturmasse wie andere Beschwerungsmittel einverleibt. Als solche kommen manchmal verschiedene Mineralfarbstoffe in Betracht, z. B.

**Ocker**, eine natürliche Mischung von Eisenoxyden und Ton. Er kommt als gelber, brauner und roter Ocker vor. Der Ocker wird auch gebrannt, wodurch ein dichteres und dunkleres Produkt entsteht.

**Engelrot** (Caput mortuum)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  wird aus Kiesabbränden der Schwefelsäurefabrikation hergestellt.

**Chromgrün** ist ein Chromhydroxyd  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  von leuchtend grüner Farbe.

**Chromgelb** ist das Bleichromat  $\text{PbCrO}_4$ ; es entsteht durch Umsetzung einer Kaliumchromatlösung mit Bleiazetat, kommt in verschiedenen Nuancen in den Handel und zeichnet sich durch eine feurigschwefelgelbe bis orangegelbe Farbe aus.

**Zinnober**  $\text{HgS}$  findet sich in der Natur vor; als Malerfarbe wird er aber künstlich hergestellt und ist ziemlich teuer.

**Mennige** (Minium)  $\text{Pb}_3\text{O}_4$  gewinnt man durch vorsichtiges Erhitzen von Bleioxyd (Massikot). Sie ist mehr orangerot und weniger feurig als Zinnober, aber viel billiger und besitzt eine große Deckkraft sowie gute Haltbarkeit.

## Antiseptisch wirkende Mittel.

Es liegt in der Natur aller stärke- und eiweißhaltigen Materialien, durch Feuchtigkeit eine weitgehende Zersetzung zu erfahren, deren Ursache in der Tätigkeit verschiedener Mikroorganismen (Essigsäurebakterien, Buttersäurebakterien usw.) und Schimmelpilze zu suchen ist<sup>1)</sup>. Dabei bilden sich als Zersetzungsprodukte verschiedene Säuren (Milchsäure, Buttersäure u. a.), Ammoniak, Schwefelwasserstoff und andere übelriechende Stoffe. Der Zersetzung (Fäulnis) und der Schimmelbildung sind demnach die meisten Appretur- und Schlichtmassen unterworfen, insbesondere jene, welche aus Mehl, Stärke, Albumin, Pflanzenschleimen usw. bereitet werden. Daher ist es notwendig, solchen zur Fäulnis und Schimmelbildung neigenden Appretur- und Schlichtmassen einen antiseptisch und demnach konservierend wirkenden Stoff (Antiseptikum) zuzusetzen. Dadurch wird nicht nur die Appreturmasse haltbar gemacht, sondern auch die appretierte Ware vor Schimmelbildung, Stockflecken usw. bewahrt<sup>2)</sup>. Eine „anti-

---

<sup>1)</sup> Die Bakterien (Spaltpilze) sind die kleinsten pflanzlichen Lebewesen (Mikroorganismen); sie sind erst bei einer 300fachen Vergrößerung sichtbar. Man unterscheidet kugelige Kokken, Lang- oder Kurzstäbchen (Bakterien, Bazillen) und Spirillen. Ihre Vermehrung geschieht durch Spaltung. Viele bilden unter gewissen Bedingungen im Inneren eine gegen verschiedene Einflüsse (Hitze, Kälte, Gifte) in hohem Grade widerstandsfähige Spore (Dauerspore), welche nach dem Auskeimen wieder die ursprünglichen Zellen bildet. Die Spaltpilze sind überall, in der Luft, im Wasser, in der Ackererde, vorhanden; sie bemächtigen sich aller absterbenden Organismen und bewirken ihre Verwesung und Fäulnis. Die „pathogenen“ Bakterien (Cholera-, Typhus-, Diphtheriebakterien u. a.) bilden dabei starke Gifte. Die Bakterien bedürfen zu ihrem Wachstum organische und mineralische Nährstoffe; viele benötigen dazu auch den Sauerstoff, andere wieder nicht. Die Bakterien werden durch Wasserdampf von 100°, noch rascher durch gespannten Dampf sowie durch Einwirkung von antiseptisch (fäulniswidrig) wirkenden Stoffen getötet.

Die Schimmelpilze (Fadenpilze) wachsen aus Sporen zu stark verzweigten, vielseitigen Fäden, die sich zu einem „Myzel“ verfilzen, das auf Zuckerlösungen, Stärkeabkochungen, feuchten Wänden usw. einen grünlichen oder grauen Rasen bildet. Die Schimmelbildung tritt insbesondere in feuchten, dumpfen und schlecht gelüfteten Räumen auf.

Die Bakterien, Schimmelpilze und Hefepilze (Seite 104) gehören zu den geformten Fermenten, während die Enzyme, z. B. Diastase (Seite 214), ungeformte Fermente sind.

<sup>2)</sup> Solange der Schimmelpilz nur von der Oberfläche des Gewebes Besitz ergreift, läßt er sich durch gutes Waschen oder Chloren entfernen; sobald aber die Pilzwucherung in das Gewebe eingedrungen ist und dasselbe vielleicht schon angegriffen hat, läßt sich das Übel nicht mehr beseitigen.

Die Stockflecke entstehen bei feucht verpackter oder feucht gelagerter Ware und werden durch Anwesenheit von Alkalien gefördert. Nach T. G. B. Osborn wird das „Stockigwerden“ durch eine Anzahl von Pilzen und Bakterien

septisch“ gemachte Ware widersteht auch besser dem „Mottenfraß“. Aus demselben Grunde imprägniert man Wollgarne mit Lösungen antiseptisch wirkender Mittel. Die Verhütung von Gärungsvorgängen in der Appreturmasse ist ferner aus dem Grunde nötig, weil dieselben zur Bildung von Säuren (Essigsäure, Milchsäure, Buttersäure u. a.) führen, welche sowohl auf die Farbstoffe als auch auf die Faser schädigend wirken können.

Es gibt eine große Menge antiseptisch wirkender Mittel. Manche, wie Quecksilberchlorid (Sublimat), Bariumchlorid, Arsenverbindungen, Zyanverbindungen usw., sind wegen ihrer großen Giftigkeit als Zusätze zu Appretur- und Schlichtmassen ausgeschlossen. Es kommen demnach hier nur solche Antiseptika in Betracht, welche dem Appret keine für den menschlichen Organismus schädliche Wirkung verleihen. Von der Verwendung in der Textilindustrie sind auch jene Antiseptica ausgeschlossen, welche die Farbe und die Faser angreifen. So z. B. ist Eisenvitriol dazu nicht verwendbar, da er sich beim Kochen zersetzt und Rostflecke bildet; das Kaliumpermanganat wirkt sehr gut antiseptisch, zersetzt sich aber bei Gegenwart organischer Substanzen unter Bildung brauner Niederschläge.

Die Menge des Antiseptikums, welche zur Konservierung zuzusetzen ist, richtet sich nach der Natur desselben sowie nach jener der Appretur- oder Schlichtmasse. Den größten Zusatz erfordern eiweißhaltige Massen (Mehl, Albumin, Leim usw.).

## Anorganische Antiseptika.

**Zinkchlorid**  $\text{ZnCl}_2$ <sup>1)</sup> wird der Appreturmasse zur Konservierung von Baumwollwaren zugesetzt. Man verwendet 5 bis 10 g für 1 kg Masse.

**Zinkvitriol**  $\text{ZnSO}_4 + 7 \text{H}_2\text{O}$ <sup>2)</sup> wirkt besser konservierend als Zinkchlorid.

**Kupfervitriol**  $\text{CuSO}_4 + 5 \text{H}_2\text{O}$ <sup>3)</sup> wirkt sehr gut antiseptisch, kann aber nur in solchen Fällen Verwendung finden, wo seine blaue Farbe

---

verursacht (Penicilium glaucum, Fusarium u. Mucor racemosus u. a.), welche sich von der im Appret vorhandenen Stärke bei Gegenwart von Feuchtigkeit nähren.

<sup>1)</sup> S. 262.

<sup>2)</sup> S. 261.

<sup>3)</sup> Kupfersulfat (Kupfervitriol) erhält man durch Auflösen von Kupfer in konz. Schwefelsäure. Im großen gewinnt man es u. a. durch Rösten von schwefelhaltigen Kupfererzen und Lösen des Röstproduktes in verdünnter Schwefelsäure. Durch Eindampfen der Lösung erhält man lasurblaue, durchsichtige Kristalle, die in Wasser leicht löslich sind. Das durch Erhitzen wasserfrei erhaltene Kupfersulfat ist farblos, zieht gierig Wasser an und färbt sich dabei wieder blau.

keine Störung verursacht; bei Gegenwart von alkalisch wirkenden Stoffen bildet sich eine tief blaue Lösung.

**Kalziumchlorid**  $\text{CaCl}_2^1)$  wirkt nach Stocks und White zwar konservierend; es begünstigt aber als hygroskopisches Mittel die Schimmelbildung<sup>2)</sup>.

**Borax**  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + 10 \text{H}_2\text{O}^3)$  konserviert eine Stärke- oder Mehlappreturmasse bei einem Zusatz von 10 g auf 1 kg Masse. Eine ähnlich konservierende Wirkung kommt auch der **Borsäure**  $\text{H}_3\text{BO}_3^4)$  zu.

Ein sehr gutes Antiseptikum ist das **Natriumperborat**  $\text{NaBO}_3^5)$ ; es wirkt einerseits als Borsäureverbindung, andererseits durch den bei seiner Zersetzung sich bildenden Sauerstoff, welcher im Entstehungszustande nicht nur auf Farbstoffe, sondern auch auf Mikroorganismen zerstörend wirkt.

In derselben Weise wirkt das **Wasserstoffsuperoxyd**  $\text{H}_2\text{O}_2^6)$  auf Mikroorganismen zerstörend. Seine Wirkung ist keine dauernde, sondern hört mit der vollständigen Zersetzung auf; es kommt demnach höchstens zur Konservierung der Appreturmasse, nicht aber des Appretes in der fertigen Ware in Betracht<sup>7)</sup>.

**Kochsalz**  $\text{NaCl}$  und **Kaliumchlorid**  $\text{KCl}$  sind ebenfalls Konservierungsmittel; da sie jedoch nur in konzentrierter Lösung antiseptisch wirken, haben sie für die textilen Zwecke als konservierende Mittel keine Bedeutung.

## Organische Antiseptika.

**Formaldehyd**  $\text{H} \cdot \text{COH}^8)$ . Zur Darstellung desselben wird ein Gemisch von Methylalkoholdampf und Luft über ein auf  $300^\circ$  erwärmtes Kupferdrahtnetz geleitet. Das Kupfer erglüht und wirkt dann ohne weitere

1) S. 258.

2) Dem Magnesiumchlorid kommt eine geringe antiseptische Wirkung zu, und zwar nur dann, wenn es sich in kleiner Menge im Appret vorfindet; größere Mengen fördern die Schimmelbildung.

3) S. 96.

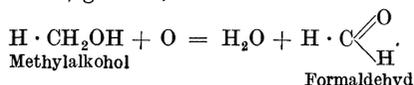
4) S. 96.

5) S. 134.

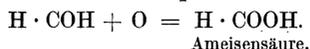
6) S. 133.

7) Hingegen wirkt bei Natriumperborat nach seiner Zersetzung das gebildete Natriummetaborat  $\text{NaBO}_2$  dauernd.

8) Aldehyde werden durch Oxydation der „primären“ Alkohole (Methylalkohol, Äthylalkohol u. a.) gebildet, z. B.



Bei weiterer Oxydation entsteht die entsprechende Säure:



Wärmezufuhr als Sauerstoffüberträger. Das gebildete Formaldehydgas wird in Wasser geleitet; eine etwa 40%ige Lösung kommt als „Formalin“ in den Handel. Dieses enthält noch etwa 10 % Methylalkohol. Formaldehyd besitzt einen charakteristischen, sehr stechenden Geruch und ist ein kräftiges Antiseptikum, das gegenwärtig viel Verwendung findet. Zur Konservierung einer stärke- und proteinhaltigen Appreturmasse reichen 1 bis 3 g Formalin auf 3 kg Masse aus. Nach Versuchen von K. Stirn u. G. Ullmann werden bei einem so bemessenen Formalinzusatz auch die heikelsten Farben, wie die unechten Rot, nur sehr wenig angegriffen und ihre Nuance kaum merklich verändert, so daß Formaldehyd auch in der Buntschlichterei als Antiseptikum empfohlen wird. Ähnlich wirken auch die Ameisensäure  $\text{H} \cdot \text{COOH}^1)$  und ihre Salze konservierend.

**Phenol (Karbolsäure)  $\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{OH}^2)$**  ist ein Produkt des Steinkohlenteers. Es bildet zerfließliche, bei  $42^\circ$  schmelzende Kristalle, die sich in 20 Teilen Wasser klar lösen. Die Karbolsäure ist ein starkes Antiseptikum und in größeren Dosen giftig. Wegen ihres eigentümlichen Geruches findet sie in der Appretur eine sehr beschränkte Verwendung.

$\alpha$ -Naphthol und  $\beta$ -Naphthol  $\text{C}_{10}\text{H}_7 \cdot \text{OH}$ . Beide werden aus Naphthalin  $\text{C}_{10}\text{H}_8^3)$  dargestellt. Sie sind feste, in Wasser schwer lösliche Phenole von ähnlichem Charakter wie die Karbolsäure. Als Antiseptika finden sie selten Verwendung; eine um so größere Bedeutung kommt ihnen, besonders dem  $\beta$ -Naphthol, in der Farbstofftechnik zu.

**Kreosot** ist ein Produkt des Holzteers und bildet eine Flüssigkeit von starkem Rauchgeruch, welche weniger giftig als die Karbolsäure ist und gut antiseptisch wirkt. Auch das Kreosot findet in der Appretur nur selten Verwendung<sup>4)</sup>.

**Salizylsäure  $\text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{OH} \cdot \text{COOH}^5)$** . Sie wird aus der Karbolsäure dargestellt und bildet lange Nadeln oder Prismen. In Wasser ist sie

<sup>1)</sup> S. 76.

<sup>2)</sup> Unter Phenolen im allgemeinen versteht man Abkömmlinge der Kohlenwasserstoffe der Benzolreihe, welche durch Eintritt von OH-Gruppen an Stelle der Wasserstoffatome in den Benzolkern gebildet werden. Sie entsprechen demnach den Alkoholen der Methanreihe, unterscheiden sich aber von diesen durch ihren stärker sauren Charakter. Der Wasserstoff der Hydroxylgruppe läßt sich sehr leicht durch Metalle ersetzen, wobei Phenolate entstehen. Die meisten Phenole geben mit Eisenchlorid eine Färbung, die für manche sehr charakteristisch ist.

<sup>3)</sup> Naphthalin ist ein Kohlenwasserstoff der Benzolreihe und wird aus dem Steinkohlenteer gewonnen. Es bildet glänzende Blättchen, schmilzt bei  $79^\circ$ , ist sehr flüchtig und riecht charakteristisch. Außer zur Darstellung von zahlreichen Farbstoffen wird es auch als Schutzmittel gegen Motten angewendet.

<sup>4)</sup> Der Holzrauch wirkt beim „Räuchern“ des Fleisches durch seinen Kreosotgehalt konservierend.

<sup>5)</sup> Die Salizylsäure ist gleichzeitig eine Karbonsäure und ein Phenol.

nicht sehr leicht löslich und in kleinen Dosen ungiftig. Sie bildet ein wertvolles und wegen ihrer Geruchlosigkeit sehr beliebtes Antiseptikum. Zur Konservierung von 1 kg Appreturmasse genügt 1 g Salizylsäure.

## Herstellung von Appreturmassen und Schlichten<sup>1)</sup>.

Bei der Herstellung von Appreturmassen kommen vor allem das Verhalten der einzelnen Appreturmittel zueinander sowie auch die Verhältnisse, unter welchen sie Lösungen, Suspensionen oder Emulsionen bilden, in Betracht. Da die Appreturmittel in bezug auf ihre Eigenschaften bereits besprochen wurden, bedarf es an dieser Stelle nur noch eines Hinweises auf die Art, in welcher die Vereinigung mehrerer Substanzen durch Wasser zu einer für Appreturzwecke geeigneten Masse geschieht.

Wasserlösliche Stoffe lassen sich, wenn sie flüssiger Natur sind (Glyzerin usw.), mit Wasser ohne weiteres mischen, während feste Substanzen (Salze, Seife, Dextrin usw.) zumeist in zerkleinertem Zustande mit kaltem oder, wenn nötig, mit warmem Wasser in Lösung gebracht werden.

Bei gewöhnlicher Temperatur quellbare Stoffe (Leim, Gummi usw.) läßt man erst längere Zeit in Wasser von gewöhnlicher Temperatur liegen; man erhält so eine schleimige Flüssigkeit oder eine Gallerte, die man durch nachträgliches Erwärmen in den leicht flüssigen Zustand überführt.

Bei höherer Temperatur quellbare Stoffe (Stärke, Mehl usw.) werden mit Wasser von gewöhnlicher Temperatur angerührt und dann verköcht.

In Wasser unlösliche Stoffe organischer Natur (Fette, Wachs, Harz, Paraffin usw.) werden nicht in reines Wasser, sondern in solches, das schon andere Stoffe enthält, in der Wärme eingetragen. Zu ihrer Aufnahme bedient man sich insbesondere alkalisch reagierender Flüssigkeiten, in welchen sich die Fette, Fettsäuren und Harze zum Teil lösen, zum Teil aber von der so gebildeten Seife emulgiert werden. Unverseifbare Stoffe, wie Paraffin und Wachs, lassen sich bei Vorhandensein eines Emulsionsmittels (Seife, Dextrin usw.) nur emulgieren.

In Wasser unlösliche Stoffe anorganischer Natur (China-Clay, Schwerspat usw.) werden als möglichst feine Pulver mit Wasser zu einem dünnen Teig oder zu einer „Milch“ angerührt.

---

<sup>1)</sup> Die in diesem Abschnitte angeführte Herstellung von Appreturmassen gilt auch für die Herstellung von Schlichten.

Die Appreturmasse besteht selten nur aus einem Stoff (Stärke, Dextrin, Gummi, Pflanzenschleim u. a.); zumeist enthält sie mehrere Stoffe, von welchen einer — gewöhnlich die Stärke — den Hauptanteil nimmt. Für die Bereitung solcher zusammengesetzten Appretur- bzw. Schlichtmassen mögen folgende Anhaltspunkte dienen.

Bei Verwendung von wasserlöslichen Stoffen werden diese zuerst gelöst; die Lösung wird von etwaigen mechanischen Verunreinigungen durch Sieben befreit. Falls man das Auflösen bei höherer Temperatur vornehmen mußte, ist vor dem nun folgenden Zusatz der Stärke oder irgendeines stärkehaltigen Materials die Lösung unter die Verkleisterungstemperatur (40 bis 50 °) abzukühlen. Die Stärke (Mehl usw.) wird zuerst mit der entsprechenden Menge Wasser zu einer dünnen Milch angerührt und sodann zugesetzt<sup>1)</sup>. Nun gießt man noch die erforderliche Menge Wasser zu und beginnt unter fortwährendem sorgfältigen Rühren mit dem Erwärmen; nach erfolgter Verkleisterung der Stärke bringt man die Masse zum Kochen. Die Kochdauer — 10 Minuten bis eine Stunde, manchmal noch länger — hängt sowohl vom Zweck, welchem die Appreturmasse dienen soll, als auch von der Art der Zusätze ab; bei kürzerer Kochdauer erhält man eine dickere, die Ware mehr deckende, bei längerer Kochdauer eine dünnere, die Faser mehr füllende Masse. Mineralstoffe werden in angeteigtem Zustande entweder vor der Stärkemilch in den Kochapparat gebracht oder aber der Appreturmasse während des Kochens zugesetzt. Fette, Appreturöle, Wachsarten, Paraffin u. dgl. gibt man der fertig gekochten, noch heißen Masse nach und nach zu. Sehr vorteilhaft ist es, Fette, Fettsäuren und Harz in Form sogenannter „Fettansätze“ bzw. „Kolophoniansätze“ in die fertig gekochte Masse einzurühren.

**Fettansätze** werden nach verschiedenen Vorschriften hergestellt. Man verwendet zu ihrer Bereitung nebst der nötigen Menge Wasser feste Fette, Öle, Stearinsäure, Wachs, Seife und Soda; zur festeren Konsistenz erhalten sie einen Zusatz von China-Clay oder anderen mineralischen Stoffen. Zu 100 l Appreturmasse benötigt man 2 bis 3 kg Fettansatz.

**Kolophoniansätze** bestehen aus Harzseife und werden durch Verseifung von gepulvertem Kolophonium mit Sodalösung hergestellt. Ihr Gewichtsverhältnis zur Appreturmasse ist ungefähr dasselbe wie bei den Fettansätzen.

Überdies kommen die verschiedensten den Fettansätzen ähnlichen Präparate als Zusätze zu Stärkeappreturmassen in den Handel.

Stärkeaufschlußmittel (Diastase, Natriumperborat usw.) bringt man gleichzeitig mit der Stärke in den Kochapparat. In diesem

<sup>1)</sup> Mitunter pflegt man die Stärke vor dem Verkochen etwa 12 Stunden „einzuweichen“. Bei Verwendung von Mehl wird dieses, mit Wasser angerührt, oft einer mehr oder weniger weitgehenden Gärung überlassen; (S. 230).

Falle hält man die Masse je nach dem gewünschten Grade der Aufschließung kürzere oder längere Zeit bei der nötigen Aufschließungstemperatur (bei Diastase und Natriumperborat ungefähr 60 °). Eine etwa notwendige Neutralisation erfolgt nach dem Fertigmachen der Appreturmasse (z. B. wenn die Stärke mit Schwefelsäure aufgeschlossen wurde).

Antiseptisch wirkende Stoffe, Färbe- und Blauittel sind stets der fertigen Appreturmasse einzurühren.

Die Appretur- und Schlichtmassen müssen in vollkommen homogenem Zustande zur Verwendung gelangen. Etwa vorhandene Klümpchen können Unebenheiten und Flecke auf der Ware verursachen; sie müssen daher entfernt oder verrieben werden. Zu diesem Zwecke wird die Masse durch ein Sieb durchgedrückt. Viel besser eignet sich dazu die in Färbereien verwendete Siebmaschine, in welcher das Durchdrücken der Appreturmasse durch Siebböden mit Hilfe sich bewegender Pinsel geschieht.

### Kochapparate (Stärkekocher).

Zum Kochen von Appretur- und Schlichtmassen benutzt man fast ausschließlich den Wasserdampf, der als Kesseldampf stets zur Verfügung steht. (Bei direktem Feuer ist selbst bei Anwendung eines guten Rührwerkes die Gefahr des „Anbrennens“ der Masse vorhanden.)

Die Kochapparate, deren man sich bei Verwendung von Wasserdampf bedient, lassen sich in drei Gruppen einteilen.

1. Offene Apparate für „direkten“ Dampf; im einfachsten Falle ein Holzbottich, dessen Inhalt man durch Einleiten von Wasserdampf zum Kochen bringt. Dabei ist auf die durch Kondensation des Dampfes bedingte Verdünnung der Masse Rücksicht zu nehmen. Besser geeignet sind die von Maschinenfabriken gelieferten kupfernen, oft auch verzinnnten Kochapparate. Einen offenen Kochapparat mit „mechanischem“ Rührwerk stellt die Fig. 35 vor.

2. Geschlossene Apparate für „direkten“ Dampf (Autoklaven). Sie dienen zum Aufschließen der Stärke bei höherem Druck (2 bis 3 at.) (Fig. 36).

3. Offene Apparate für „indirekten“ Dampf. Bei diesen strömt der Dampf durch den „Doppelmantel“; es sind die geeignetsten Apparate, da beim Kochen mit „indirekten“ Dampf eine Verdünnung der Masse nicht stattfindet und das Arbeiten mit denselben ein sehr bequemes ist (Fig. 37).

Besonders zweckmäßig erweisen sich die zum Kippen eingerichteten Kochapparate, da sie eine bequemere Entnahme der verkochten Masse ermöglichen.

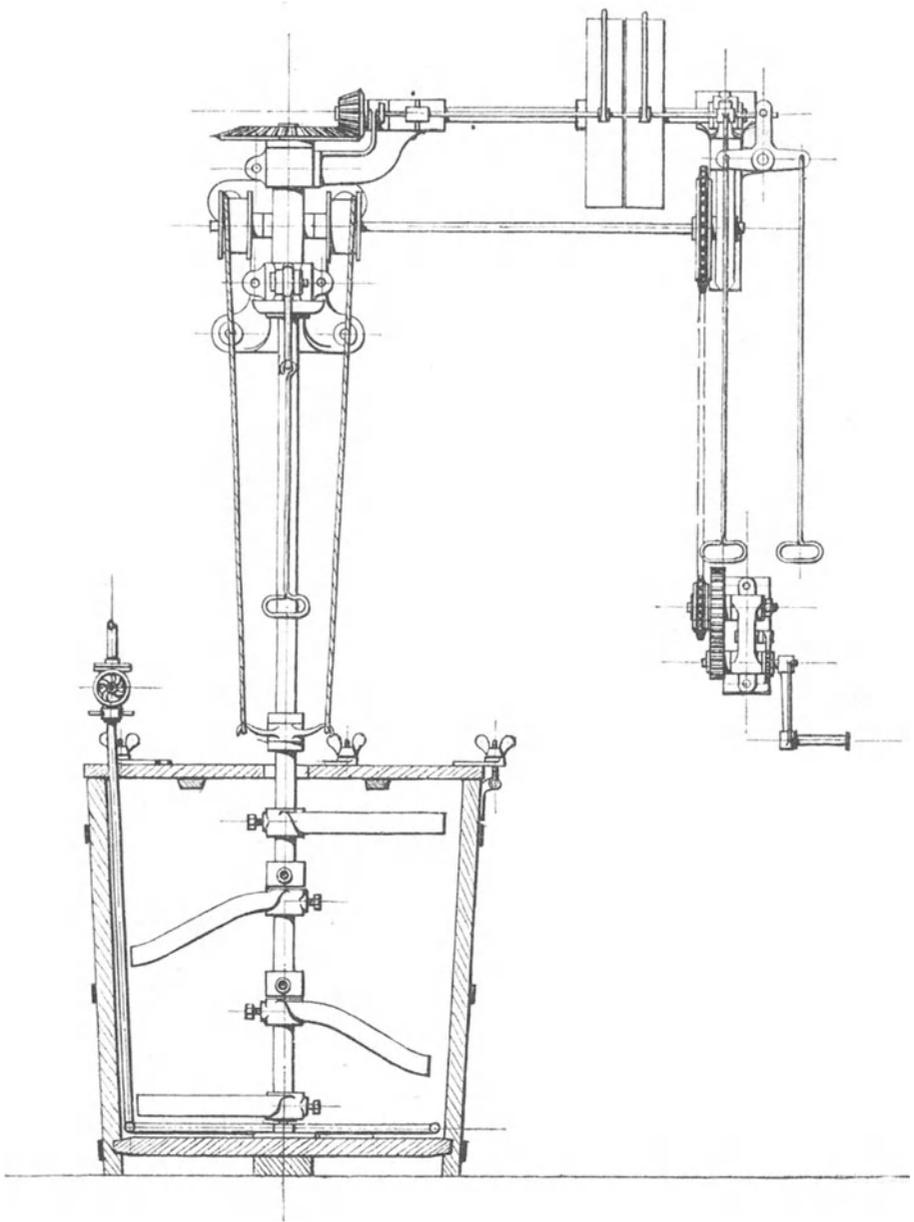


Fig. 35. Offener Stärkekocher mit Rührwerk.  
(C. H. Weisbach, Maschinenfabrik, Chemnitz.)

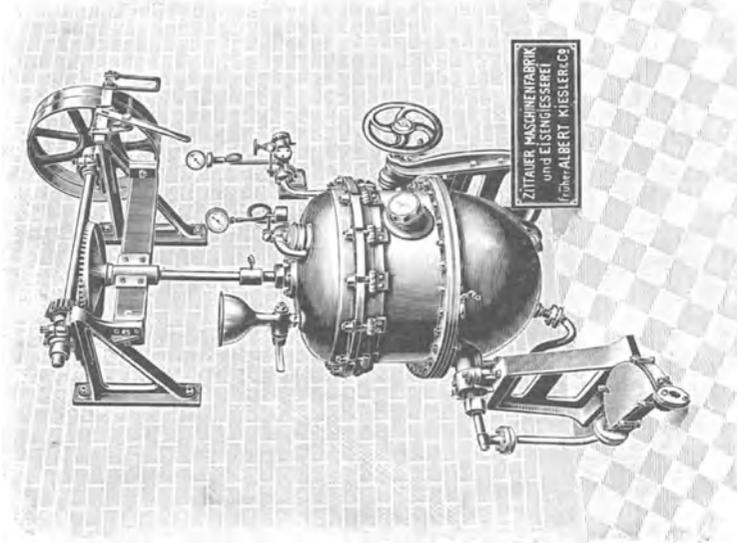
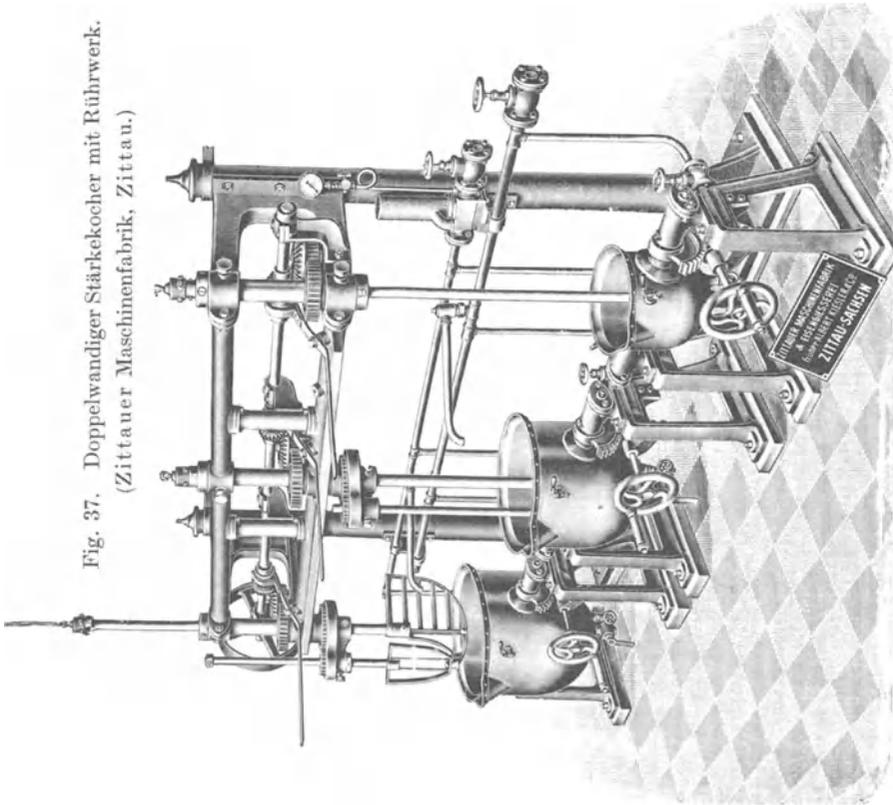


Fig. 36. Autoklav.  
(Zittauer Maschinenfabrik, Zittau.)

Fig. 37. Doppelwandiger Stärkekocher mit Rührwerk.  
(Zittauer Maschinenfabrik, Zittau.)



### III. Anhang.

## Die Appretur von Geweben und Garnen vegetabilischer Natur.

Die aus vegetabilischen Fasern hergestellten Gewebe werden naturfarbig, gebleicht („Weißware“), bunt gewebt („Buntware“), gefärbt oder bedruckt der Verwendung zugeführt. Auch die Garne können roh, gebleicht, gefärbt oder bedruckt zur Verarbeitung gelangen. Der Zustand, in welchem die Ware zur Appretur gelangt, der Zweck, welchem sie dienen soll, und die Echtheit der Farben bei gefärbter und bedruckter Ware bedingen eine große Verschiedenheit der Appreturverfahren für einzelne Artikel. In folgendem sei nur ein kurzer Überblick der in der Appretur vegetabilischer Fasern vorkommenden Arbeiten gebracht<sup>1)</sup>.

### Baumwollgewebe.

Das vom Webstuhle kommende Baumwollgewebe (Rohware) wird für die meisten Zwecke gesengt<sup>2)</sup> und hierauf, falls es gebleicht werden soll, gebeucht<sup>3)</sup>, sonst aber meist mit Soda gewaschen. Das Waschen geschieht gewöhnlich im Strang (Strangwaschmaschine, Clapot, Fig. 38), seltener in voller Breite (Breitwaschmaschine, Fig. 39)<sup>3)</sup>. Nach dem Waschen wird die Ware mit reinem Wasser gespült und dann entwässert. Das Entwässern der im Strang gewaschenen Ware geschieht mittels Ausquetschmaschinen (Squeezer), nötigenfalls noch durch Ausschleudern in Zentri-

---

<sup>1)</sup> Eine mehr oder weniger ausführliche Beschreibung der Appretur vegetabilischer Fasern enthalten u. a. die Werke:

J. Depierre, Appretur der Baumwollgewebe;

Käppelin, Die Bleicherei und Appretur der Wollen- und Baumwollensstoffe;

E. Pfuhl, Die Jute und ihre Verarbeitung;

H. Grothe, Die Appretur der Gewebe;

A. Ganswindt, Technologie der Appretur;

E. Müller, Handbuch der Weberei.

<sup>2)</sup> S. 121.

<sup>3)</sup> S. 121.

fugen. Zum Entwässern der breitgewaschenen Ware bedient man sich in neuerer Zeit der sogenannten Wasserkalander oder Naßkalander, auf welchen die Ware in mehreren Lagen in voller Breite ausgequetscht wird.

Die Ware gelangt nun entweder zur Bleiche<sup>1)</sup>, Färberei oder Druckerei.

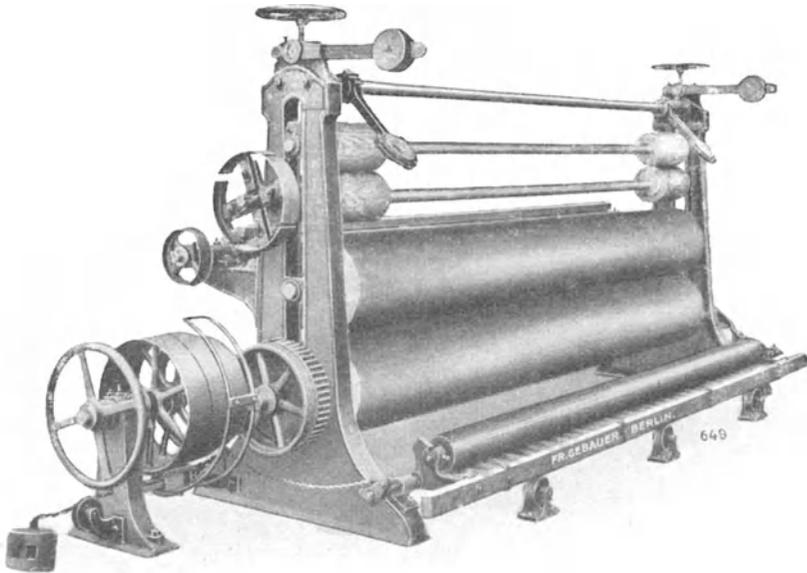


Fig. 38. Strangwaschmaschine, Clapot. (Zittauer Maschinenfabrik, Zittau.)

Die gebleichte, gefärbte oder bedruckte Ware kommt zu der „Stärkmaschine“, und zwar, falls sie diese in gespanntem Zustande passieren soll, auf hölzernen Walzen aufgewickelt (aufgebäumt, aufgedockt), sonst aber in Strangform; in letzterem Falle werden die Stücke zusammengenäht und im endlosen Laufe durch die Maschine geführt.

Das Auftragen der Appreturmasse. Bei der Herstellung von Baumwollwaren spielen die Appreturmittel eine große Rolle. Baumwollgewebe ohne Appret besitzen keinen Halt, sie sind lappig und unansehnlich. Die Appreturmasse wird entweder nur auf die eine oder aber auf beide Seiten des Gewebes aufgetragen.

<sup>1)</sup> Baumwollbleiche S. 121.

Bei einseitiger Appretur imprägniert man zumeist die „linke“ Seite des Gewebes und spricht in diesem Falle von einer Linksappretur, wogegen man die beiderseitige Imprägnierung als Voliappretur bezeichnet.

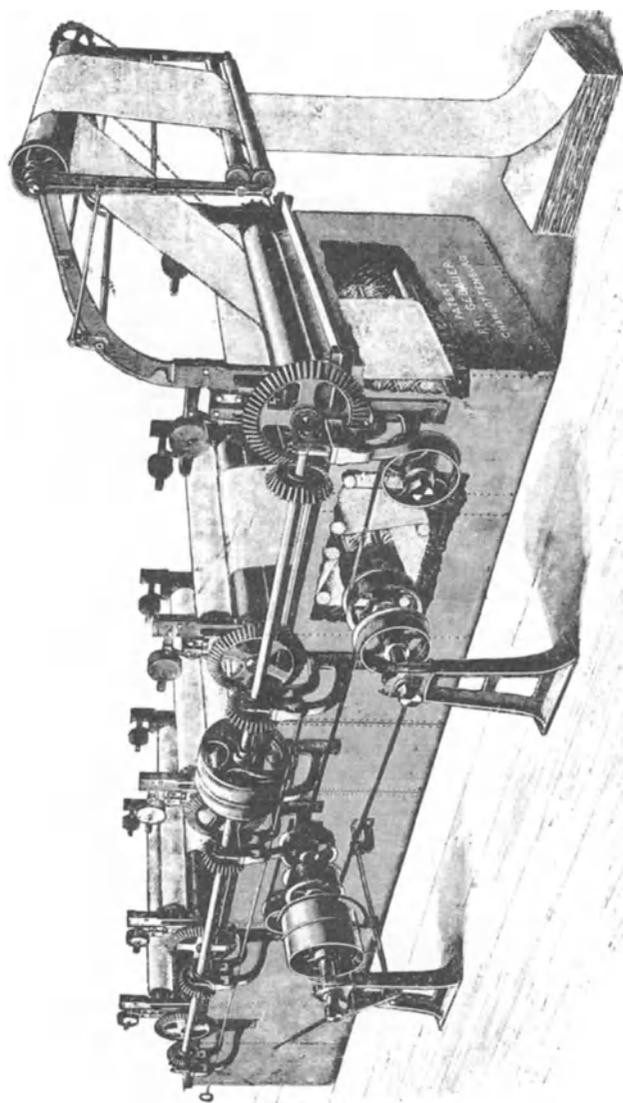


Fig. 39. Breitwaschmaschinen für Baumwoll- und Leinenwaren.  
(Fr. Gebauer, Maschinenfabrik, Charlottenburg.)

Zum Auftragen der Appreturmasse dienen Appretur-, Stärk- oder Gummiermaschinen. Sie werden in verschiedener Ausführung gebaut. Bei den gebräuchlichsten Appreturmaschinen ist der wesentlichste

Bestandteil ein meist eisernes oder kupfernes, mit Leinwand oder Baumwollgewebe überzogenes Walzenpaar. Es hat die Aufgabe, das Gewebe bei seinem Durchgang zwischen den beiden Walzen mit der Appreturmasse, die dem darunter befindlichen Trog (Chassis) entnommen wird, zu imprägnieren. Die Appreturmasse dringt um so besser in die Ware ein, je wärmer sie ist; bei gefärbter Ware muß dabei auf die Natur der Farbstoffe Rücksicht genommen werden.

Bei Maschinen für beiderseitige Appretur wird das Gewebe mit Hilfe von Leitwalzen erst durch die Appreturmasse und dann zwischen den beiden Walzen geführt, von welchem die obere, die Druck- oder Quetschwalze, die Appreturmasse in das Gewebe hineindrückt und den Überschuß der Appreturmasse abquetscht (Fig. 40).

Bei Maschinen für einseitige Appretur geht die Ware nicht durch die Appreturmasse hindurch; sie gelangt vielmehr direkt zwi-

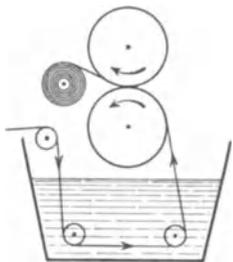


Fig. 40. Schema der Maschinen für beiderseitige Appretur.

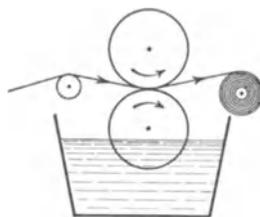


Fig. 41. Schema der Maschinen für einseitige Appretur.

sehen beide Walzen, von welchen aber in diesem Falle die untere in die Appreturmasse eintaucht. Sie entnimmt als sogenannte Auftragwalze dem Trog die Appreturmasse und führt sie an die untere, gewöhnlich linke Seite des Gewebes. Auch hier kommt der oberen Walze, welche gewöhnlich belastet ist, die Aufgabe zu, die Appreturmasse in das Gewebe hineinzudrücken (Fig. 41). Nach dem Verlassen der Stärkmaschinen wird die Ware wieder aufgewickelt oder so aufgelegt, daß die „gummierte“ Seite nicht mit der „ungummierten“ in Berührung kommt.

Es werden auch Stärkmaschinen konstruiert, deren untere Walze nach Belieben innerhalb oder außerhalb der Appreturmasse rotieren kann; sie sind demnach sowohl für beiderseitige (Vollappretur) als auch für einseitige Appretur geeignet (Fig. 42).

Bei der nur für die Linksappretur bestimmten Raket-Appreturmaschine dient eine gravierte Walze zum Auftragen der Appreturmasse und ein verstellbares Abstreichmesser, Raket genannt, zum Abstreichen des Überschusses. Die Tiefe der Gravierung und der Druck der mit Stoff umwickelten (bombierten) Gegenwalze regulieren das Ein-

dringen der Appreturmasse in das Gewebe. Die Ware darf nach dem Verlassen der Maschine nicht gelegt oder aufgerollt werden, sondern wird auf der mit der Stärkmaschine verbundenen Spannvorrichtung auf die nötige Breite gespannt und auf den Trockenzylindern, welche sie mit der un gummierten Seite passiert, getrocknet.

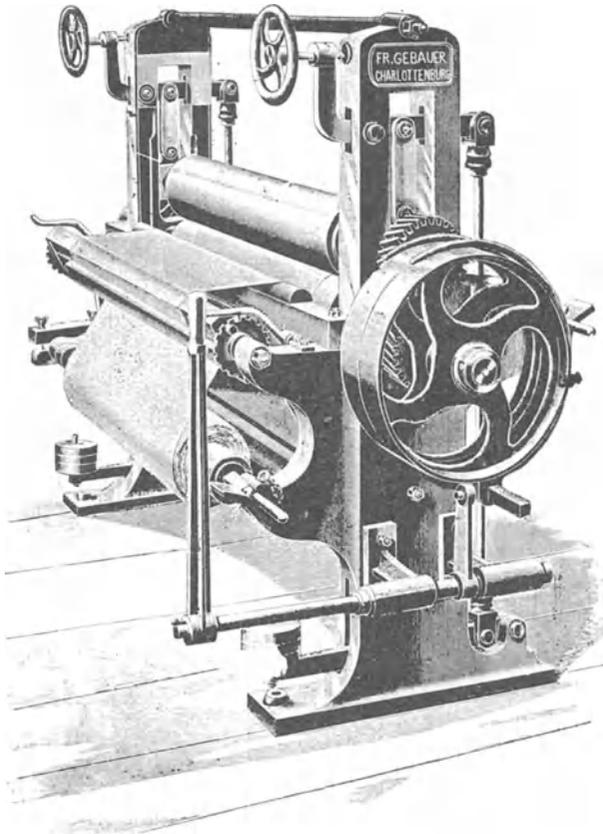


Fig. 42. Stärkmaschine für Baumwoll- und Leinenware mit zwei Metallwalzen zum ein- und zweiseitigen Stärken.  
(Fr. Gebauer, Maschinenfabrik, Charlottenburg.)

Zum einseitigen Imprägnieren mit dicker Appreturmasse dient die Friktions-Stärkmaschine; bei dieser ist die Auftragwalze aus Ahorn. Durch die sich schneller drehende bronzene Druckwalze wird eine Reibung (Friktion) hervorgerufen, wodurch ein besseres Eindringen der Appreturmasse bewirkt wird.

Einem ganz anderen System gehören jene Appreturmaschinen an, bei welchen ein Besprengen der Ware mit der Appreturmasse in

Form eines feinen, über das Gewebe gleichmäßig verteilten Sprühregens erfolgt.

Ferner gibt es auch Stärkmaschinen, die mit Zylinder- oder Spannrahmtrockenmaschinen verbunden sind.

Bei Appreturmassen, welche einer Entmischung zuneigen, wie dies z. B. bei dünnen oder ultramarinhaltigen Appreturmassen der Fall ist, enthält der Trog eine Rührvorrichtung. Für Appreturmassen, welche heiß aufgetragen werden, sind die Chassis heizbar.

Dem Imprägnieren folgt ohne Verzug das Trocknen der Ware, das auch ein Austreiben des Wassers aus dem Appret und ein Fixieren des letzteren bezweckt. Ein Trocknen der mit Appret beladenen Ware in freier Luft (Trockenhänge) hat sich als unrationell erwiesen, da es zulange dauert und zumeist auch nicht gründlich genug ist. Es sind daher fast ausschließlich Zylindertrockenmaschinen in Gebrauch, deren wesentlichsten Bestandteil dampfgeheizte Trockenzylinder (Trocken- oder Heitztrommeln) bilden, von welchen eine kleinere oder größere Anzahl zu einem System vereinigt ist. Derartige Trockenmaschinen werden in der verschiedensten Art gebaut. Die zu trocknende einseitig appretierte Ware läßt man mit der nicht gestärkten Seite über die Oberfläche der Heitztrommeln laufen. Bei einer großen Anzahl von Trommeln erleidet das Gewebe eine Dehnung in der Längsrichtung, wobei die Ware bis zu 10% an Breite verliert. Bei beiderseitig gestärkter Ware, wo eine Berührung des Appretes mit den heißen Trockenzylindern nicht ratsam erscheint, bedient man sich zweckmäßig der Spannrahmtrockenmaschine.

Da die getrocknete Ware trotz der geschmeidigmachenden Bestandteile des Appretes oft sehr steif (brettig) ist, läßt man sie in Appretbrech- und Ausbreitmaschinen zwischen Walzen gehen, welche entweder geriffelt oder aber mit stumpfen Messern, Knöpfen oder Nägeln versehen sind. Dadurch wird der Appret „gebrochen“ und das Gewebe gleichzeitig auf die richtige Breite gezogen. Das „Ausrecken“ auf die richtige Breite und das gleichzeitige Geraderichten verzogener Schußfäden kann auch auf eigenen Spannrahmen erfolgen, welche mit einer „Egalisierungsvorrichtung“ ausgerüstet sind.

Die Baumwollgewebe erhalten hierauf auf dem Kalandier Glätte und Glanz. Feinere Waren, welche einen weicheren Griff erhalten sollen, werden vorher gemangelt. Das Mangeln geschieht in der Weise, daß man die in vielen Lagen auf eine Walze gewickelte Ware unter starkem Druck umlaufen läßt. Eine wichtige Vorbehandlung zum Glätten besteht im Einsprengen der trockenen Ware, das in richtigem Maße und sehr gleichmäßig erfolgen muß. Das zum Einsprengen dienende Wasser wird dem Gewebe in fein verteilter Form zugeführt und jeder Überschuß vermieden; die Menge des Wassers soll gerade

zum Erweichen der Ware hinreichen. Das Einsprengen geschieht mit Hilfe von Einsprengmaschinen, welche fein verteiltes Wasser oder Dampf durch Zerstäuber auf die Ware bringen, oder durch Netzkalander, bei denen eine gravierte Walze das Wasser auf die Ware überträgt und die bombierte Walze den Überschuß an Feuchtigkeit abpreßt. Behufs guter Verteilung der Feuchtigkeit soll man die ein-

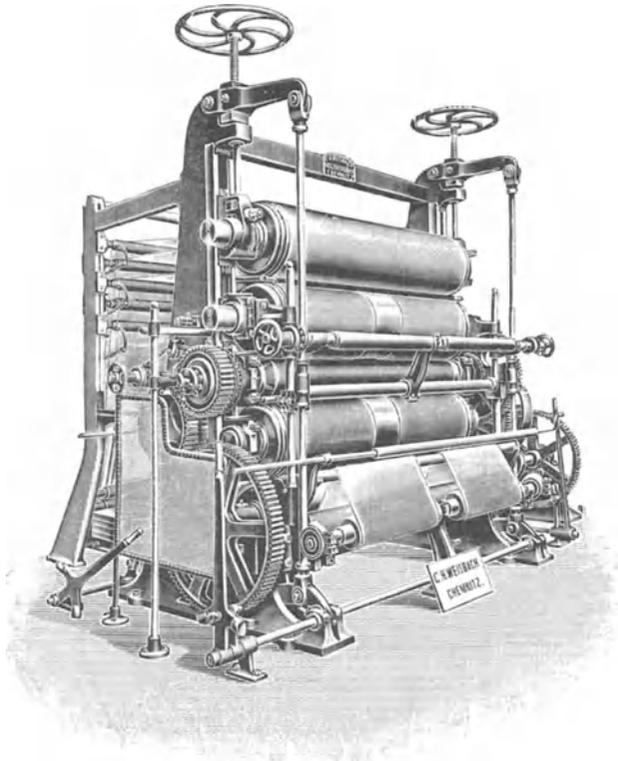


Fig. 43. Roll- und Friktions-Kalander mit fünf Walzen.  
(C. H. Weisbach, Maschinenfabrik, Chemnitz.)

gesprengte Ware einige Stunden liegen lassen, stark appretierte nötigenfalls nochmals aufbäumen. An Stelle des Einsprengens nimmt man manchmal ein Dämpfen vor, so z. B. bei einseitig gerauhter Ware (Barchent u. dgl.). Das Dämpfen läßt sich sowohl mit Hilfe von Maschinen als auch mit direkt ausströmendem Dampf durchführen und ist besonders bei feiner gefärbter Ware zur Vermeidung von beim Einsprengen durch Wassertropfen verursachten Flecken empfehlenswert. Man verwendet dazu den dem kochenden Wasser direkt entströmenden feuchten Dampf.

Die zur Erzielung von Glätte und Glanz dienenden Kalandere bestehen in der einfachsten Ausführung aus zwei Walzen, von welchen die obere durch Schrauben, Hebelbelastung oder hydraulischen Druck beim Passieren der Ware auf die untere Walze bzw. auf das Gewebe gedrückt wird. Die untere, zumeist aus Stahlguß hergestellte, fein polierte Walze ist hohl und heizbar, die obere besteht aus Papier, manchmal auch aus Baumwolle, Jute oder Kokosfaser und enthält stets eine Gußstahlachse. Die Kalandere besitzen drei bis fünf Walzen. Beim Kalandern wird die Faser breit gedrückt und so dem Gewebe Glanz und Glätte erteilt.

Man unterscheidet Rollkalandere und Friktionskalandere. Bei den ersteren werden alle Zylinder mit gleicher Umfangsgeschwindigkeit angetrieben. Bei letzteren ist die Geschwindigkeit der einzelnen Zylinder verschieden, wodurch außer dem Druck auch eine Reibung erzielt wird. Fig. 43 zeigt einen Kalandere, der sowohl als Roll- wie als Friktionskalandere arbeiten kann. Je nach dem Druck, der Temperatur und der Dauer des Kalanderns sowie dem Arbeiten mit oder ohne Friktion, je nach der Art der Walzenbekleidung, ferner je nach der Art des Gewebes, des Appretes, der Feuchtigkeitsmenge usw. lassen sich beim Kalandern die verschiedensten Effekte erzielen. Mit Kalandern, deren Walzen tief oder erhaben graviert sind, können in das Gewebe Reliefmuster eingepreßt werden. Man bezeichnet diese Arbeit als „Gaufrieren“. Mit Hilfe der Moirékalandere erzeugt man Muster mit wellenförmig verlaufenden Konturen, „Wasser“ genannt. Das Moiré wird dadurch hervorgerufen, daß man zwei aufeinanderliegende Stücke zwischen die Kalanderewalzen gehen läßt, wodurch ein Quetschen und Verschieben der Schußfäden entsteht. Nach einem neueren Verfahren<sup>1)</sup> läßt sich auf Geweben vegetabilischer Natur sowie auch auf gemischten Geweben ein Seidenglanz oder Silberglanz dadurch herstellen, daß man durch Pressen zahlreiche kleine, in verschiedenen Ebenen winkelig zueinander liegende Flächen erzeugt. Dazu dient ein Kalandere, bei dem eine Metallwalze mit Rillen von 5 bis 20 Streifen auf 1 Millimeter graviert ist (Seidenfinishkalandere)<sup>2)</sup>. Manche Gewebe werden auf der Lustriermaschine mit Wachs glänzend gemacht. Das Beetlen, das weniger bei Baumwollwaren, sondern hauptsächlich bei der Leinwand zur Anwendung kommt, hat den Zweck, das Gewebe durch Bearbeiten mit massiven hölzernen oder eisernen Stampfen glänzend zu machen. Dazu dienen die Beetle-Kalandere.

---

<sup>1)</sup> J. Kleinewefers Söhne, Krefeld.

<sup>2)</sup> Auf eine ganz andere Weise wird der Seidenglanz bei Baumwollgeweben durch die sogen. Mercerisation hervorgerufen; S. 200.

Das Rauhen dient bei manchen Baumwollgeweben, wie beim Barchent, Biber, Baumwollflanell usw., zur Erzielung eines die Gewebefaser bedeckenden Flaumes. Man bedient sich dazu der Kratzen-Rauhmaschine und verwendet alte abgenutzte Karden. Die aufgerauhten Fasern erhalten mitunter auf Schermaschinen gleiche Höhe.

Zum Schluß wird die fertige Ware durchgesehen, doubliert, gemessen, aufgewickelt und gepreßt.

Bei der Appretur gefärbter Baumwollgewebe ist in der Wahl der Appreturmasse auf die Art der Farbstoffe Rücksicht zu nehmen. Durch eine unrichtig zusammengesetzte Appreturmasse können die Farben nachteilig beeinflußt werden. Bei bedruckter Ware kann überdies noch der Übelstand eintreten, daß die Farben in das Weiß übergehen (bluten).

Auf manche Farbstoffe wirkt eine sauer reagierende Appreturmasse ungünstig, auf andere wieder eine alkalisch reagierende. Doch kann auch eine neutral reagierende Appreturmasse schaden, wenn bei höherer Temperatur, wie z. B. beim heißen Kalandern, eine Zersetzung mancher Appretbestandteile und dabei die Bildung von schädlich wirkenden Stoffen eintritt, wie dies z. B. bei Magnesiumchlorid der Fall sein kann<sup>1)</sup>. Es ist auch zu beachten, daß manche Farbstoffe bei höherer Temperatur ohne Einfluß der Appreturmasse sich verändern. So z. B. werden manche blaue Farbstoffe (Azoblau, Benzoazurin, Diaminblau u. a.) in der Hitze rötlich; bei einigen kehrt nach dem Abkühlen die ursprüngliche Farbe wieder zurück, bei anderen nicht. Ebenso ist das Bluten der Farben nicht immer durch die Appreturmasse bedingt, sondern in manchen Fällen durch einen unrichtigen Färbvorgang (schlechte Fixation)<sup>2)</sup>.

## Leinengewebe.

Die meisten Appreturarbeiten bei leinenen und halbleinenen (Baumwolle und Leinen) Geweben entsprechen jenen der baumwollenen Waren. Während man jedoch dem Baumwollgewebe insbesondere durch den Appret die gewünschten Eigenschaften und ein gefälliges, zumeist leinenartiges Aussehen verleiht, ist bei Leinengeweben ein Auftragen der Appreturmasse in den allermeisten Fällen nicht nötig<sup>3)</sup>. Die Leinenfaser besitzt nämlich gegenüber der Baumwollfaser viele Vorzüge: sie ist länger, härter, glatter, glänzender und wider-

<sup>1)</sup> S. 254.

<sup>2)</sup> Über die Prüfung der gefärbten Ware auf die „Appreturechtheit“ siehe S. 314.

<sup>3)</sup> Einen starken Appret verlangen nur gewisse Leinenartikel, wie z. B. das Buchbinderleinen.

standsfähiger. Die glatte und glänzende Oberfläche erhalten die Leinewebe nur durch Kalandern, das den natürlichen Glanz der Leinenfaser zur vollen Geltung bringt, indem die Leinenfäden breit gedrückt werden. Dem Kalandern geht das Mangeln voraus, wozu der Beetle-Kalander sowie auch die Kastenmangel dienen. Bei der Herstellung von Buchbinderleinen kommen Gaufrierkalander zur Anwendung.

### **Jutegewebe.**

Die Appretur der Jutegewebe ist, ihrem Zweck und ihrer Minderwertigkeit entsprechend, wesentlich einfacher als die der Baumwoll- und Leinenwaren. Als Imprägnierungsmittel dienen nur Stärke und Leim. Diese werden zumeist bereits in Form der Schlichte dem zum Verweben dienenden Jutegarn, und zwar der Kette, einverleibt. Die Hauptarbeiten der Juteappretur beschränken sich auf das Scheren und das Kalandern; hingegen unterbleibt das Waschen sowie das Imprägnieren mit Appreturmassen.

### **Baumwoll- und Leinengarne.**

Die Garnappretur wird hauptsächlich bei der Herstellung von Zwirn, Eisengarn, Nähmaschinengarn, Strumpfgarn, Häkelgarn u. dgl. durchgeführt.

Baumwollenen Gospinsten verleiht man zuweilen durch Dämpfen in geschlossenen Kasten eine größere Weichheit und benimmt ihnen die Neigung, sich aufzudrehen. Zur Erzielung einer größeren Glätte und Festigkeit werden sowohl Baumwoll- als auch Leinengarne vielfach imprägniert; die Appreturmasse besteht aus Stärke, Leim, Pflanzenschleim, Gummi, Wachs usw. Dadurch wird der Flaum festgeklebt. Zum Imprägnieren bedient man sich der verschiedensten Garnstärkmaschinen (Fig. 45). Auch durch Absengen der hervorstehenden Härchen erzielt man Glätte. Manche einfachen und gezwirnten Fäden, welche zum Gebrauche für die Bandweberei, für Eisengarne, Nähzwirne usw. glatt, glänzend und weich sein sollen, werden unter Verwendung von Stärke-, Leinsamen-, Gummiabkochung, Wachs usw. lustriert und poliert<sup>1)</sup>. Zum Glänzendmachen der Garne dienen auch die Garnmangeln.

---

<sup>1)</sup> In derselben Weise werden die aus Hanf bestehenden Bindfäden behandelt.

## Die Appretur von Geweben und Garnen animalischer Natur.

### Wollgewebe<sup>1)</sup>.

Die große Mannigfaltigkeit, in welcher die Wollgewebe hergestellt werden, hat ihre Ursache in der Natur der Wollfaser, insbesondere in ihrem Verfilzungsvermögen<sup>2)</sup>. Die Vielseitigkeit der Artikel, welche einerseits aus Streichgarnen und andererseits aus Kammgarnen hergestellt werden, bedingt zu ihrer Herstellung auch eine Reihe von Arbeiten, welche fast ausschließlich mechanischer Natur sind und durch Maschinen bewerkstelligt werden. Dazu gehören das Noppen und Ausnähen (Stopfen), das Waschen (Vorwaschen oder Entgerben und Fertigwaschen), das Trocknen, das Walken, das Rauhen, das Scheren, das Bürsten, das Pressen.

Die angeführte Reihenfolge der Arbeiten wird mehr oder weniger dann befolgt, wenn es sich um die Herstellung von Tuch handelt; dabei können manche Operationen auch wiederholt durchgeführt werden. In anderen Fällen werden manche Operationen ganz ausgeschaltet; so unterbleibt bei der Herstellung von Kammgarnstoffen das Walken und vielfach auch das Rauhen (gerauht werden manche Cheviots und „englische“ Stoffe). Hingegen ist bei Kammgarnstoffen das Entschlichten und Krabben von großer Wichtigkeit. Die Kammgarnstoffe erfordern demnach eine andere Appretur als die Streichgarngewebe, ebenso verlangen die Halbwoollstoffe (Wolle und Baumwolle) eine andere Behandlung. Manche Operationen werden je nach dem Artikel mehr oder weniger intensiv durchgeführt. Dies bezieht sich namentlich auf das Walken, Rauhen und Scheren.

Eine nähere Beschreibung der in der Appretur wollener Gewebe durchzuführenden Arbeiten entzieht sich dem Rahmen dieses Buches. Das Waschen und Walken wurde bereits besprochen<sup>3)</sup>; die übrigen

---

<sup>1)</sup> Bei der Herstellung wollener Gewebe bedient man sich des Kammgarnes und des Streichgarnes. Zu ersterem wird eine langstapelige, wenig gekräuselte Wolle versponnen, während das letztere aus kürzeren, stark gekräuselten und dadurch walkfähigen Wollen hergestellt wird. Die Kammgarne dienen zur Anfertigung nicht walkfähiger Gewebe, welche die Struktur (Fadenkreuzung der Bindung) deutlich erkennen lassen, während sich die Streichgarne zufolge ihrer guten Walkfähigkeit zur Tuch- und Flanellfabrikation eignen.

<sup>2)</sup> S. 185.

<sup>3)</sup> S. 183 u. 185.

Operationen sollen hier nur im Wesentlichsten Erwähnung finden<sup>1)</sup>.

Unter Noppen versteht man die Entfernung von Fremdkörpern, Knoten, hervorstehenden Fadenenden, Pflanzenresten u. dgl. aus dem vom Webstuhle kommenden Gewebe. Die vollständige Entfernung der Pflanzenreste geschieht häufig durch die Karbonisation<sup>2)</sup> und der nicht genügend beseitigten Noppen durch Abtuschen mit Farbstofflösungen (Nopptinkturen).

Nach der Vorwäsche (Entgerben) und dem Trocknen<sup>3)</sup> werden bei besseren Stücken die fehlerhaften Stellen ausgenäht (gestopft).

Wenn die Stoffe ungewalkt bleiben sollen, so wäscht man sie fertig. Bei der Verarbeitung der Loden zu Tuch erhalten die Stapel eine Verfilzung durch die Walke.

Die so erhaltene Filzdecke muß zur Erzielung einer schönen weichen Oberfläche aufgerauht werden. Dies geschieht auf Rauhmashinen, indem die Rauhkarden die im Gewebe steckenden Haarenden herausziehen und nach dem „Strich“ legen. Um eine Beschädigung der Haardecke zu vermeiden, muß die zu rauhende Ware eine gewisse Feuchtigkeit besitzen. Die Art des Rauhens richtet sich nach dem Erzeugnis (Tuch, Satin, Plüsch, Velour, Glanz- oder Mattware usw.); man netzt die Ware wenig oder stark und verwendet abgenutzte oder neue, schwächere oder stärkere Karden, gibt ihr wenig oder viel „Trachten“ (Passagen), legt behufs Erzielung von Mustern Schablonen auf usw.

Nach dem Trocknen auf Spannrahmen erhält das gerauhte Gewebe (Tuch) auf Schermaschinen eine kurzhaarige glatte Oberfläche<sup>4)</sup>.

Dem Scheren folgt das Bürsten auf Bürstmaschinen.

Etwa entstandene Scherlöcher werden ausgenäht. Ein Fertigscheren der Ware findet oft erst nach dem Ausnähen statt.

---

1) Ausführliches über die Appretur von Wollwaren sowie die Einrichtung der dazu nötigen Maschinen enthalten die Werke:

H. Grothe, Die Appretur der Gewebe;

M. Kraft, Die Tuchfabrikation;

A. Ganswindt, Technologie der Appretur;

Käppelin, Die Appretur und Bleicherei der Wollen- und Baumwollstoffe;

N. Reiser, Die Appretur der wollenen und halbwollenen Waren;

E. Müller, Handbuch der Weberei. U. a.

2) S. 66 u. 199.

3) S. 183.

4) Die Scherhaare werden manchmal dem Tuch angewalkt, wodurch ein dichteres Gefüge erzielt wird.

Rohweiße Ware gelangt nun in die Färberei (Stückfärberei). Manche Effekte (Schlingen, Zöpfchen, Wellen, Knötchen usw.) erzielt man bei langhaariger Flordecke (Velour, Plüsch) auf Ratiniermaschinen. Diese bestehen aus zwei mit kurzhaarigem Mohairplüsch bekleideten Platten, von welchen die untere die Ware festhält, die obere aber durch eine drehende, schüttelnde, wirbelnde Bewegung den Effekt hervorrufft. Auf ähnliche Weise werden Krimmer, Pelzimitationen usw. hergestellt.

In hydraulischen Pressen erhält das Tuch unter Zuhilfenahme von glatter Pappe (Preßspähnen) Glätte und Glanz. Als Vorarbeit zum „Spanpressen“ bedient man sich der mit einer geheizten Mulde versehenen Zylinder- oder Walzenpresse (Muldenpresse). Die Wirkung des Pressens beruht darauf, daß bei Vorhandensein von Wärme und Feuchtigkeit die Wollfasern vermöge ihrer Elastizität durch mechanische Einwirkung gerade gestreckt werden können und die gestreckte Lage beibehalten, wenn in diesem Zustande der Stoff der Auskühlung überlassen wird.

Um der Ware statt des leicht vergänglichen Preßglanzes einen dauerhaften, und zwar den charakteristischen Wollglanz zu erteilen, sie gegen Wassertropfen (Regen) unempfindlich zu machen und gleichzeitig das spätere Einlaufen durch Nässe zu verhindern, wendet man das Dekatieren an. Bei der Trockendekatur wird das Stück in gespanntem Zustande auf eine hohle, fein durchlöchernde (perforierte) Kupferwalze aufgerollt und durch die Ware Dampf durchgeblasen. Zur Erzielung eines mildernden Glanzes dient die Naßdekatur, bei welcher man das aufgewickelte Tuch mit kochendem Wasser behandelt.

Schließlich wird die Ware mittels Doubliermaschinen auf halbe Breite gelegt, gemessen und gewickelt.

Einfacher gestaltet sich, wie bereits erwähnt, die Herstellung von Kammgarnstoffen. Hier ist von besonderer Bedeutung eine gründliche Entfernung der Schlichte sowie das Krabben. Ist die Kette des Gewebes mit Leim geschlichtet, so läßt sich dieser schon mit warmem Wasser entfernen; Stärke hingegen bedarf gewisser Aufschließungsmittel (Diastase, Selbstgärung, Schwefelsäure usw.).

Das Krabben besteht in einem Durchführen der Ware durch heißes Wasser, wodurch dem ungleichmäßigen Einschrumpfen der Ware bei den nachfolgenden Operationen vorgebeugt und die Erzielung einer dauernden, glänzenden, glatten und gleichmäßigen Oberfläche ermöglicht wird.

Das Noppen und Ausnähen erfolgt bei den Kammgarnstoffen gewöhnlich nach dem Waschen, nur bei feiner Ware auch vorher. Bei der zweiten Wäsche (Fertigwaschen) nimmt man weniger Seife und zumeist keine Soda.

Die übrigen bei der Herstellung von Kammgarnstoffen nötigen Arbeiten entsprechen denen beim Streichgarn; hierbei sei nochmals bemerkt, daß das Walken und Rauhen entweder ganz entfällt oder nur sehr schwach gewalkt und einseitig geraut wird.

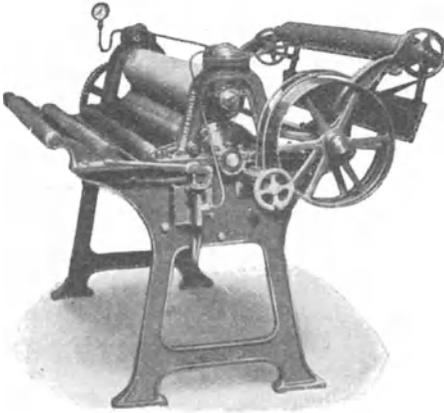


Fig. 44. Appretur- und Gummiermaschine mit hydraulischem Druck.  
(Rudolf & Kühne (Inh. Fr. Gebauer),  
Maschinenfabrik, Berlin.)

Ein Appretieren der Wollgewebe in dem Sinne, daß man sie mit Appreturmitteln imprägniert, wird bei reiner und guter Ware selten vorgenommen. Viel häufiger findet dies bei leichteren, insbesondere bei Halbwoollwaren statt, um ihnen ein gutes Aussehen, einen angenehmen Griff und eine große Fülle zu geben. Als Appreturmittel dienen Stärke, Dextrin, Leim, Gelatine, Gummi, Pflanzenschleime usw., entweder für sich allein oder in verschiedenster Zusammensetzung,

oft unter Zusatz von Fett, Appreturölen u. dgl. Ein Zusatz von eigentlichen Beschwerungsmitteln (Schwerspat, China-Clay, Alaun usw.) kommt selten vor. Zum Auftragen der Appreturmasse, das vor dem Pressen stattfindet, bedient man sich der Gummiermaschine (Fig. 44). Manchmal wird die Appreturmasse auf der linken Seite des gespannten Stoffes mittels eines Schwammes aufgetragen<sup>1)</sup>. Die Temperatur der Appreturmasse soll 40 bis 50° betragen.

Die imprägnierte oder nur einseitig gummierte Ware wird nach dem Trocknen gepreßt<sup>2)</sup>.

### Seidengarne<sup>3)</sup>.

Von allen Garnsorten unterliegt das Seidengarn am meisten der Appretur; sie spielt auch eine größere Rolle als die der Seidengewebe. Zur Appretur gelangen sowohl Seidengarne, die als Stickseide, Nähseide,

<sup>1)</sup> In dieser Weise werden zuweilen auch Seidengewebe behandelt (Samte und Plüsch).

<sup>2)</sup> Über das Verhalten der Appreturmasse gegen gefärbte Waren siehe S. 313.

<sup>3)</sup> Näheres enthält H. Silbermanns Werk „Die Seide“.

Posamentiergarn u. dgl. in den Handel kommen, als auch jene, die zum Verweben bestimmt sind. Von einem „Schlichten“ des Garnes kann man in letzterem Falle nicht sprechen, da das Einverleiben der Appreturmittel hier nicht etwa aus dem Grunde geschieht, um den Webprozeß zu erleichtern, sondern um bereits auf diesem Wege dem Gewebe einen Appret zu erteilen.

Den Verlust an Glanz, den die Garnseide bei verschiedenen Operationen in der Färberei erleidet, ersetzt man durch Avivieren. Dazu bedient man sich verschiedener Mittel, mit welchen man der Seide gleichzeitig einen krachenden (rauschenden, knisternden) oder einen weichen und geschmeidigen Griff erteilen kann. Zur Erzielung eines krachenden Griffes wird die Seide mit stark verdünnten Lösungen von Zitronensäure, Essigsäure, Ameisensäure, Salzsäure oder Schwefelsäure behandelt. Einen weichen Griff erzielt man durch Imprägnieren des Seidengarnes mit Ölemulsionen. Vielfach bedient man sich zum Imprägnieren der krachend- und weichmachenden Mittel zusammen. Ein Zusatz von etwas Leim zur Imprägnierungsflüssigkeit macht das Seidengarn auch „griffig“<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Die Beschwerung der Seide wird vor dem Färben oder gleichzeitig mit dem Färben durchgeführt und gehört demnach nicht zu den Arbeiten des Appreteurs. Von der Eigenschaft der Seidenfaser, große Mengen fremder Stoffe aufnehmen zu können, ohne ihre wertvollen Eigenschaften einzubüßen, machen die Färber oft aus unreellen Beweggründen in übertriebenem Maße Gebrauch. Eine Beschwerung, welche den durch das Entbasten der Seide (Seite 181) verursachten Gewichtsverlust (etwa 30 %) deckt, bezeichnet man als eine Beschwerung *al pari*. Im Handel kommt nur eine über diese hinausgehende Beschwerung in Prozenten zum Ausdruck. Die Beschwerung der Seide betrug früher 100 bis 500 %, in manchen, allerdings selteneren Fällen bis 800 %. Gegenwärtig ist eine Beschwerung von 60 bis 80 % noch erlaubt. Als Beschwerungsmittel für Seide dienen Gerbstoffe, Zucker, Metallsalze, Phosphorsäure usw. Bei der Phosphatbeschwerung wird die abgekochte Seide der Reihe nach mit Lösungen von Stannichlorid (Chlorzinn)  $\text{SnCl}_4$ , Natriumphosphat und Wasserglas behandelt. Je öfter man die Operation wiederholt, desto mehr steigert sich die Beschwerung. Während eine mäßige Behandlung gleichzeitig den Glanz und den Griff der Seide erhöht, wirkt eine zu hohe Beschwerung sehr ungünstig, da allzu stark beschwerte Seide mit der Zeit zerfällt.

Die einfache Zinnbeschwerung mit Zinnhydroxyd  $\text{Sn}(\text{OH})_4$  besteht in einer Behandlung der Seide mit einer Zinnchloridlösung ( $\text{SnCl}_4$ ) von 30° Bé und hierauf folgendem Trocknen, Waschen, Spülen und Avivieren. Eine einmalige Operation beschwert die Seide um 10 bis 12 %.

Die meisten zinnbeschwerten Seiden sind wenig lichtbeständig und der Bildung der gefürchteten „rötlichen Flecke“ unterworfen. Durch die im Inneren des Fadens sich abspielenden chemischen Vorgänge gerät bei Anwendung von Zinn- sowie Eisensalzen die Seide mitunter sogar zum Glimmen. Eine neue Methode der Seidenbeschwerung besteht darin, daß man die Seide zuerst mit einer Leim-, Albumin- oder Kaseinlösung imprägniert und dann mit Formaldehyd härtet (vgl. Seite 272). Dadurch erhält die Seide einen hohen Glanz, einen krachenden Griff und eine größere Haltbarkeit.

Die übrigen in der Appretur von Seidengarnen üblichen Arbeiten beziehen sich auf das Strecken, Schlagen, Lustrieren und Chevillieren der Seidensträhne.

Durch das Strecken sollen jene Mängel behoben werden, welche die Seide in kochenden Bädern erleidet (Einbuße an Länge, Glätte und Glanz). Bei der Handarbeit wird der feuchte Strang am Wringpfahl zuerst mit der Hand und dann mit einem polierten Stab gestreckt. Bei Anwendung von Maschinen kann die Seide über ihre normale Länge gestreckt werden. Eine dem Strecken ähnliche Operation ist das Schlagen des Seidenstranges, wozu der sogenannte Chevillierstab oder Schlagmaschinen dienen.

Das Lustrieren, das als eine Fortsetzung des Streckens vor dem Trocknen anzusehen ist, erhöht den Glanz (Luster) der Seide und geschieht mittels Maschinen. Durch ein kurzes Dämpfen mit trockenem Dampf werden die durch die Walzen der Lustriermaschine plattgedrückten Seidenfäden wieder gerundet. Das Trocknen der Seidensträhne nimmt man bei einer Temperatur, die 35° nicht übersteigen soll, in Trockenstuben auf Stäben vor.

Das nun folgende Chevillieren (Glossieren) besteht in einem Strecken der Strangseide in getrocknetem Zustande, und zwar unter einer abwechselnden Rechts- und Linksdrehung des Stranges mit Hilfe des Chevillierstabes. Dadurch entsteht eine Reibung der einzelnen Fäden, welche der Seide einen hohen Glanz verleiht. Das Chevillieren kann sowohl mit der Hand als auch mit Maschinen durchgeführt werden.

### Seiden- und Halbseidengewebe<sup>1)</sup>.

Reinseidene Gewebe guter Qualität bedürfen keiner Appreturmittel; sie werden zumeist nur leicht gepreßt oder kalandert.

Zum Appretieren geringerer Seidensorten sowie der halbseidene Stoffe<sup>2)</sup> verwendet man klare Lösungen von arabischem Gummi, Tragant, Gelatine, hellem Leim, manchmal auch alkoholische Kolophonium- und Kopallösungen, sowie Seife, Stearin, Wachs, Rizinusöl usw.

Die Wahl der Appreturmittel richtet sich nach dem gewünschten Griff (voll oder leicht, hart oder weich, rauh oder mild) und Aussehen des Gewebes. Das Auftragen der Appreturmasse geschieht bei reinseidene Stoffen entweder einseitig (*apprêt à la règle*) oder beiderseitig (*Foulardappretur*); letzteres bei schütterten und billigen Waren. Halbseidene Gewebe erhalten meist einen linksseitigen Appret. Zum Impräg-

<sup>1)</sup> Näheres in H. Silbermann: „Die Seide“.

<sup>2)</sup> Seidenkette mit Baumwoll-, Schafwoll-, seltener Leinenschuß.

nieren bedient man sich verschiedener Gummiermaschinen. Die einseitige Imprägnierung von Seidensamt und Plüsch wird in der Weise durchgeführt, daß man die Appreturmasse auf die linke Seite des Gewebes, das sich in gespanntem Zustande befindet, mittels eines Schwammes aufstreicht. Bei einseitiger Appretur ist zur Verhinderung des Durchschlagens auf die rechte Wareseite eine sehr konsistente Appreturmasse zu verwenden. Zum Trocknen des imprägnierten Gewebes dienen Trockenzylinder oder Spannrahmen, zum Weichmachen des durch den Appret steif gewordenen Gewebes die Appretbrechmaschinen und zum Entfernen der beim Brechen entstandenen Unebenheiten die Scheuermaschinen. Sengmaschinen bewirken das Entfernen des Flaums, und die Kalanders, welche je nach dem gewünschten Effekt Roll-, Matt-, Gaufrir- oder Moirékalanders sind, erteilen dem Gewebe die entsprechende Oberflächenbeschaffenheit.

Bei Halbseidenstoffen erweist sich nach dem Trocknen oft ein Reinigen mit Benzin notwendig. Um dem Gewebe ein glänzendes Aussehen zu geben, setzt man dem Benzin etwas Öl zu. Manche Halbseidenstoffe werden auch gekrabbt<sup>1)</sup>. Bei Halbseidenstoffen, welche Grège<sup>2)</sup> als Kette enthalten, findet auch ein Entbasten statt.

Um reinseidene und halbseidene Stoffe wasserdicht zu machen<sup>3)</sup>, verwendet man unlösliche Seifen (besonders Aluminiumseife) oder Lösungen von Talg, Wachs, Paraffin, Lanolin u. dgl. in Benzin.

## Das Schlichten<sup>4)</sup>.

Dem „Schlichten“ kommt in erster Linie die Aufgabe zu, den zum Verweben bestimmten Garnen eine gewisse Geschmeidigkeit und Glätte zu verleihen, um sie gegen die beim Passieren der Streichwalzen, Helfenaugen und Blattzähne auftretende Reibung widerstandsfähig zu machen, ein Aufräumen der Garne oder Abscheuern der vorstehenden Faserenden zu verhindern und auf diese Weise die Erzielung eines reinen Gewebes zu ermöglichen. Diesen Zweck erreicht man durch Imprägnieren des Garnes mit der „Schlichte“, welche die Fasern teils oberflächlich an den Faden anklebt, teils auch im Inneren des Fadens zusammenklebt. Das oberflächliche Schlichten wird bei festen Garnen angewendet, um ihnen bloß eine glatte Oberfläche zu verleihen; in diesem Falle benötigt man eine dickflüssige Schlichte von hoher

<sup>1)</sup> S. 305.

<sup>2)</sup> S. 181.

<sup>3)</sup> Dies betrifft besonders die Regenschirmstoffe.

<sup>4)</sup> Näheres über Schlichten ist u. a. in C. Kretschmer: „Die Schlichterei in ihrem ganzen Umfange“ enthalten.

**Klebkraft.** Das Schlichten im Inneren dient zur Erhöhung der Festigkeit von lose gedrehten Garnen, wozu behufs besseren Eindringens die Schlichte dünnflüssig sein muß und leicht lösliche Stoffe enthalten soll.

Geschlichtet werden bei der Verarbeitung von Wolle-, Jute- und Flachsgarnen fast immer nur die Kettengarne, bei der Baumwolle manchmal auch die Schußgarne.

Wenn die Schlichte bloß als Vorbereitung für den Webprozeß dient, so muß sie sich aus dem Gewebe leicht entfernen lassen. Dies ist z. B. bei den Wollwaren sowie bei den zum Bleichen, Färben und Bedrucken bestimmten Baumwoll- und Leinenwaren der Fall<sup>1)</sup>. Soll jedoch die Schlichte aus dem Gewebe nicht oder nur teilweise entfernt werden, so kommt ihr auch die Aufgabe einer Appreturmasse zu, da sie in diesem Falle zur Verbesserung des fertigen Gewebes beitragen soll. Dies trifft namentlich bei der Jute und vielfach auch bei Baumwollwaren (in der sogenannten Schwerschlichterei) zu.

Den wesentlichsten Bestandteil der Schlichtmassen bilden klebend wirkende Substanzen, insbesondere die Stärke und die Mehle. Die Stärke kommt als gewöhnlicher dünner Kleister oder unter Druck verkocht sowie auch mit Diastase, Perborat usw. aufgeschlossen zur Anwendung. Mehle läßt man manchmal vor dem Verkochen in angefeuchtetem Zustande einige Tage gären. Den Gärungsprozeß kann man jedoch dadurch umgehen, daß man die Mehle in derselben Weise wie die Stärke mit Aufschließungsmitteln behandelt. Das aus Reis hergestellte Protamol ist zu Schlichtzwecken besonders gut geeignet. Häufig kommen auch die aus der Stärke und aus den Mehlen hergestellten Stärkeleime zur Anwendung. Als klebend und steifend wirkende Mittel kommen in der Schlichterei ferner Leim, Dextrin und die Gummiarten in Betracht, wogegen die Pflanzenschleime, besonders das isländische Moos und das Carrageenmoos, dem Garne einen weichen Griff erteilen. Als geschmeidigmachende Zusätze dienen Fette, Seife, Softenings, Stearin, Olein, Glycerin, sulfurierte Öle, Wachsarten usw. Der Beschwerungsmittel (China-Clay, Natriumsulfat, Alaun usw.) bedient man sich in der Schlichterei bei der Herstellung stark beschwerter Baumwollwaren; hierzu dient auch das Kolophonium, das gemeinsam mit Talg bei Gegenwart eines Alkalis zur Schlichte verkocht wird, vorausgesetzt, daß die Ware keinen Bleich- oder Färbeprozeß durchzumachen hat. Hygroskopisch wirkende Stoffe, wie Glycerin, Magnesiumchlorid usw., bewahren das Garn vor dem Austrocknen und verhindern das Abstauben der Schlichte beim Weben und dadurch auch Faden-

---

<sup>1)</sup> Entschlichten (Entgerben) S. 183.

brüche. Die Wirkung der hygroskopischen Substanzen besteht darin, daß die Feuchtigkeit aus der umgebenden Luft vom Garn angezogen wird. Für das Vorhandensein der nötigen Feuchtigkeit muß in trockenen Jahreszeiten durch künstliche Luftbefeuchtung gesorgt werden. Manchmal erhält die Schlichtmasse auch einen Zusatz von Blaumitteln. Zur Verhütung des Sauerwerdens und der Schimmelbildung dienen antiseptisch wirkende Mittel, wie Formaldehyd, Salizylsäure, Karbolsäure u. dgl. Schließlich sei noch der verschiedenen Schlichtpräparate („Schlichtpulver“, „Textilpulver“ usw.) gedacht, welche zur Schlichtzwecken in den Handel gebracht werden und aus den erwähnten Substanzen zusammengesetzt sind.

Die Zusammensetzung der Schlichte muß der Natur des Garnes, seinem Verwendungszwecke und bei bunter Ware der Farbenechtheit entsprechen. Bei dunkelgefärbten Garnen, aus welchen die Schlichte nicht entfernt werden soll, müssen zur Vermeidung des „Schleierns“ gut lösliche Schlichtmittel zur Anwendung kommen.

Bezüglich der Temperatur der zur Verwendung kommenden Schlichte ist zu bemerken, daß das Eindringen der Schlichte in das Garn um so leichter stattfindet, je höher ihre Temperatur ist. Dabei hat man jedoch bei vegetabilischen Fasern auf die Art des etwa vorhandenen Farbstoffes und bei der Wollfaser auch auf ihre Natur Rücksicht zu nehmen. Wenn es die Farbstoffe zulassen, kann man Garne vegetabilischer Natur bei 70 bis 80 ° und die Wollgarne bei etwa 50 ° schlichten.

Die mannigfaltigsten Schlichtmittel finden in der Schlichterei von Baumwollgarnen Anwendung. Die Ursache liegt darin, daß die Baumwollgarne nicht bloß zur Vorbereitung für das Weben, sondern in manchen Fällen auch zur Erzielung einer besseren Warenqualität geschlichtet werden. Durch die Wahl der Schlichtmittel kann man den verschiedensten Ansprüchen, die man an Baumwollgarne stellt, Rechnung tragen. Feinere Baumwollgarne von Nr. 40 aufwärts werden bloß oberflächlich geschlichtet, da dieselben aus langstapeligem Fasermaterial bestehen und eine höhere Festigkeit besitzen; gröbere Baumwollgarne müssen auch im Inneren geschlichtet werden, um ihnen eine höhere Festigkeit zu verleihen. Den Hauptbestandteil der Schlichte für Baumwollgarne bilden jedoch stets die Stärke und das Mehl.

Leinengarne schlichtet man lediglich behufs Vorbereitung für das Verweben. Da sie von Natur aus eine hohe Festigkeit besitzen, genügt ein oberflächliches Schlichten, welches den Faden rund und glatt macht und ihm auch die dem Leinengarn eigentümliche Steifheit benimmt.

Juteketten werden entweder nur mit Stärke oder mit Leim und Stärke geschlichtet; da bei Jutegeweben das Waschen entfällt,

bleibt die Schlichte darinnen und übernimmt die Aufgabe eines Appretes.

Das Schafwollgarn bedarf des Schlichtens nur zum Zwecke des leichteren Verwebens. Beim nachfolgenden Waschprozeß soll die Schlichte vollständig entfernt werden und das Wollgarn wieder seine natürliche „wollige“ Beschaffenheit erhalten. Zum Schlichten von Schafwollketten bediente man sich früher ausschließlich des Leimes, oft in Verbindung mit Stärke. Aus diesem Grunde wird das Schlichten von Schafwollketten noch vielfach als „Leimen“ bezeichnet, obwohl man sich gegenwärtig auch zum Schlichten von Wollketten mit Aus-

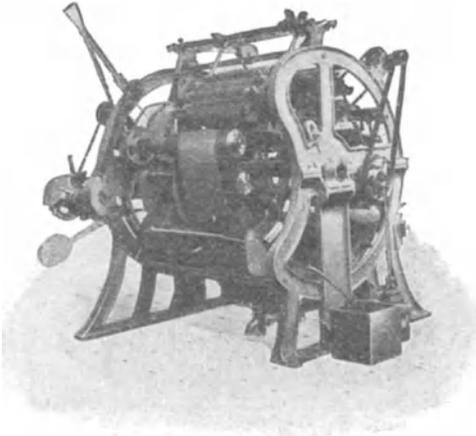


Fig. 45. „Revolver“-Stranggarn-Schlichtmaschine.  
(B. Cohnen, Maschinenfabrik, Grevenbroich.)

nahme der Beschwerungsmittel aller jener Stoffe wie in der Baumwollschlichterei bedient. Bei der Wahl der Schlichte ist darauf zu sehen, daß letztere keine nicht flüchtigen Alkalien enthält.

Bezüglich der Zu-  
richtung der Seiden-  
garne siehe Seite 306.

Das Schlichten wird  
in Handwebereien oft  
in der Weise durch-  
geführt, daß man die  
Kette in der Schlicht-  
masse einweicht und

dann durch die Hand zieht, dadurch die überschüssige Schlichte ausquetscht und die zurückbleibende in den Faden hineinpreßt. Die geschlichtete Kette wird in gespanntem Zustande getrocknet. Ein gleichmäßiges Schlichten gestatten die für die verschiedensten Anforderungen gebauten Schlichtmaschinen. Fig. 45 stellt eine Maschine zum Schlichten von Stranggarnen, Fig. 46 eine solche zum Schlichten von ausgebreiteten Ketten vor. Das Schlichten findet in Leinenwebereien häufig auch auf dem Webstuhle selbst statt, indem der Weber die Schlichte auf die gespannte Kette mittels eines Schwammes aufträgt und mit Bürsten verstreicht, wogegen dies bei den mechanischen Webstühlen maschinell erfolgt.

In neuerer Zeit verbindet man mit dem Schlichten von Baumwollgarnen, ähnlich wie beim Appretieren von Geweben, vielfach auch das Färben. Zu diesem Zwecke bedient man sich einer möglichst neutralen (eher schwach alkalischen als sauren), aus Stärke, Fett u. dgl.

bestehenden Schlichtmasse, welcher der entsprechende, die Baumwolle direkt färbende Farbstoff zugesetzt wird. Man kann auf diese Weise das Garn in jeder beliebigen Farbe gleichzeitig schlichten und färben. Die auf diese Weise bewirkte Färbung ist allerdings nicht so echt wie beim Färben ohne Schlichte; insbesondere die Waschechtheit läßt oft zu wünschen übrig. Solche Ketten werden oft für Teppiche (als Unterketten), Dekorations- und Möbelstoffe u. dgl. verwendet.

### Echtheitsprüfungen der Farbstoffe auf der Faser.

Es ist wohl in erster Linie die Aufgabe des Färbers, eine der weiteren Behandlung der

Ware entsprechende Wahl des Farbstoffes und der Färbemethode zu treffen sowie die

Widerstandsfähigkeit der Färbungen gegen die Einwirkung von Wasser, Alkalien, Säuren, des Sonnenlichtes

usw. zu prüfen. Doch kann auch der Appreteur und manchmal auch der Bleicher in die Lage kommen, das Verhalten der von ihm gewählten

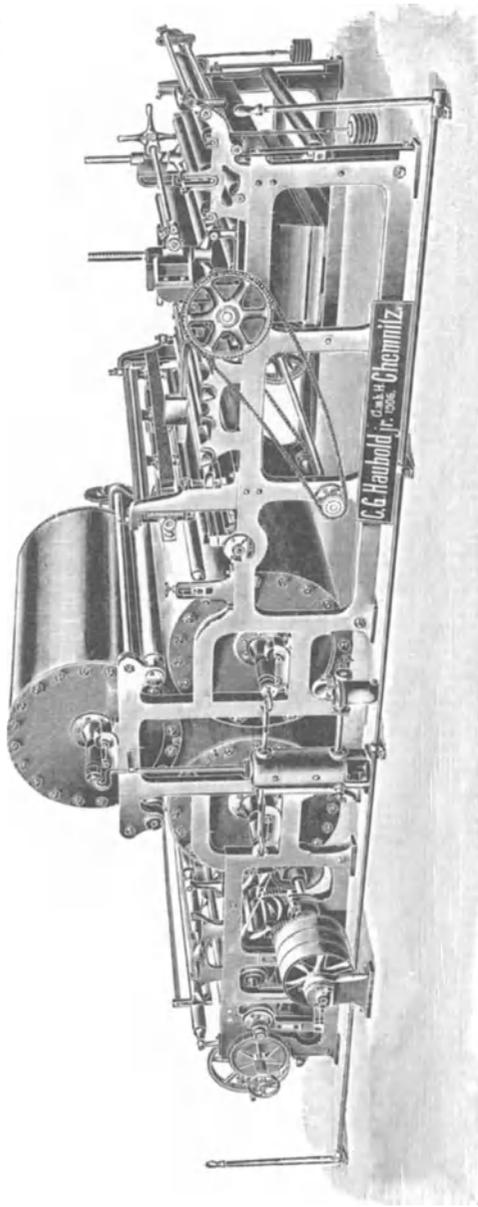


Fig. 46. Schlichtmaschine mit Präzisionsaufwicklung für Jute- und Baumwollketten.  
(C. G. Haubold jr., Maschinenfabrik, Chemnitz.)

Wasch-, Walk-, Appreturmittel usw. zu der gefärbten Ware zu prüfen. Von den für die Färberei so wichtigen sogenannten Echtheitsproben kommen für den Appreteur und Bleicher nur folgende in Betracht.

### 1. Seifen- und Waschechtheit.

Eine Probe der gefärbten Ware wird mit ungefärbter verflochten und eine Viertelstunde in 1<sup>0</sup>/<sub>6</sub>iger Lösung von Marseillerseife bei 50 bis 60 ° umgezogen. Bleibt die eingezogene ungefärbte Ware weiß, so ist die Farbe seifen- und waschecht. Nötigenfalls wird die Prüfung auch in kochendem Seifenbade vorgenommen<sup>1)</sup>.

### 2. Walkechtheit.

Diese nur für die Tuchfabrikation in Betracht kommende Echtheitsprüfung wird am besten mit dem losen Fasermaterial durchgeführt, indem man die mit weißer Wolle verflochtene Probe in 1 %iger Schmierseifenlösung einige Zeit ohne und dann mit Zusatz von Soda, Walkerde usw. knetet. Nach dem Abwaschen und langsamen Trocknen darf die weiße Wolle nicht oder nur sehr wenig gefärbt erscheinen.

Da die Fabrikwalke zumeist kräftiger als die beschriebene wirkt, wird nötigenfalls ein Probestück mit einer Partie Ware in der Walke behandelt.

### 3. Appreturechtheit.

Eine Veränderung der Farben kann in der Appretur infolge der Zusammensetzung der Appreturmasse entweder während des Imprägnierens oder während der Nachbehandlung eintreten. Während des Imprägnierens sind es in erster Linie alkalisch oder sauer reagierende Stoffe, welche farbenverändernd wirken können. In dieser Hinsicht kann die Farbenechtheit in folgender Weise geprüft werden.

Die mit weißem Garn verflochtene Probe wird einige Zeit in der auf die Imprägnierungstemperatur erwärmten Appreturmasse geknetet und dann auf eine etwaige Farbenänderung bzw. Farbstoffabgabe an das ungefärbte Garn (Bluten des Farbstoffes) geprüft.

Diese Methode gibt jedoch für die weitere Behandlung der Ware beim Trocknen, Dämpfen, Dekatieren, Pressen usw. keine Gewähr, da die Appreturmasse Stoffe enthalten kann, welche sich bei höherer Temperatur zersetzen, und die Zersetzungsprodukte eine Farbenveränderung bewirken können. Für das Verhalten der Farbstoffe in den genannten Stadien kann nur ein fabrikmäßig durchgeführter Appreturversuch Aufschluß geben.

<sup>1)</sup> Zu dieser und den folgenden Prüfungen wird die gefärbte Ware mit der ungefärbten entweder als Garn oder in Form von schmalen Gewebestreifen zu einem Zopf verflochten. Die eingeflochtene weiße Ware muß aus demselben Fasermaterial bestehen wie die zu prüfende.

#### 4. Dampf- und Dekaturechtheit.

Eine Probe der Ware wird mit gespanntem Dampf bei  $110^{\circ}$  behandelt und dann geprüft. Da ein dazu dienender Apparat selten zur Verfügung steht, empfiehlt es sich auch hier, den Versuch dem Fabrikbetrieb anzupassen. Man dämpft eine Probe zwischen den Lagen eines zu dämpfenden Stückes, wobei eine Farbenänderung bei dekatur echter Ware nicht eintreten darf. H. Lange empfiehlt zur Prüfung eine Naß- und eine Trockendekatur. Das eine mit weißem Garn verflochtene Muster wird in heißem Wasser, wie beim Walken, mit den Händen behandelt und im Wasser erkalten gelassen, ein zweites Muster in nassem und ein drittes in trockenem Zustande, womöglich auf dem Dekatierzylinder, eine halbe Stunde gedämpft. Ungeeignet für die Dekatur ist gefärbte Baumwollware, welche Mineralsäuren oder starke organische Säuren enthält, da in diesem Falle leicht eine Schwächung der Faser durch Karbonisation eintreten kann.

#### 5. Karbonisiererechtheit.

Die mit Schwefelsäure von  $3^{\circ}$  Bé getränkte und stark ausgewundene Probe wird im Trockenkasten 2 Stunden bei  $80^{\circ}$  getrocknet, dann behufs Neutralisation mit einer Sodalösung von  $3^{\circ}$  Bé behandelt, gespült und nach dem Trocknen geprüft. Der Grad der Karbonisation ist an der Zerstörung, welche eingeflochtene Baumwollfäden erleiden, zu erkennen.

H. Lange empfiehlt zur Prüfung der Karbonisiererechtheit das Tränken der Wolle mit Schwefelsäure von 4 bis  $6^{\circ}$  Bé und das Trocknen bei  $80$  bis  $90^{\circ}$ . Kommt Aluminiumchlorid oder Magnesiumchlorid als Karbonisationsmittel zur Verwendung (bei weniger säureechten Farben), so empfiehlt H. Lange die Prüfung mit einer  $5$  bis  $7^{\circ}$  Bé starken Lösung dieser Salze. In diesem Falle soll das Trocknen bei etwa  $110^{\circ}$  stattfinden und das Waschen mit Walkerde vorgenommen werden.

#### 6. Wasserstoffsperoxydechtheit.

Diese kommt besonders bei Halbseidenstoffen, welche gefärbte mercerisierte Baumwolle eingewebt enthalten, in Betracht, da der Farbstoff der nachfolgenden Wirkung des Bleichmittels widerstehen muß. Da das Bleichen halbseidener Waren fast ausschließlich mit Wasserstoffsperoxyd oder mit Natriumsperoxyd unter Zusatz von Wasserglas, Magnesiumsulfat, Ammoniak usw. vorgenommen wird, ist die Echtheitsprobe der einzuschlagenden Bleichmethode anzupassen.

---

## Sachregister.

	Seite		Seite
Absorption . . . . .	16	Ammonium-Magnesiumphosphat . . . . .	275
Addition, chemische . . . . .	25	Ammoniumpersulfat . . . . .	135
Äther . . . . .	107	Ammoniumphosphat . . . . .	275
—, zusammengesetzte . . . . .	105	Ammoniumsulfat . . . . .	265, 275
Ätherische Öle . . . . .	114	Ammoniumverbindungen, Nach-	
Äthylalkohol . . . . .	104	weis von . . . . .	86
Äthyläther . . . . .	107	Amorphe Stoffe . . . . .	12
Ätzammoniak . . . . .	84	Amylalkohol . . . . .	106
Ätzkali . . . . .	82	Amyloid . . . . .	66, 199
Ätzkalk . . . . .	87	Amylose . . . . .	221
Ätznatron . . . . .	79	Analyse, chemische . . . . .	19
Affinität, chemische . . . . .	19	Anionen . . . . .	34
Agar-Agar . . . . .	247	Anode . . . . .	35
Aggregatzustand . . . . .	5	Anorganische Verbindungen . . . . .	27
Agostinis-Verfahren . . . . .	270	Antibenzinpyrin . . . . .	111, 166
Akrolein . . . . .	141	Antichlor . . . . .	123
Alabaster . . . . .	256	Antikesselsteinmittel . . . . .	56
Alaun . . . . .	258, 277	Antiseptisch wirkende Stoffe . . . . .	4, 284
Albumin . . . . .	189	Apparatine . . . . .	217
Albuminoide . . . . .	194	Appret . . . . .	2
Algin . . . . .	248	Apprêt à la règle . . . . .	308
Aliphatische Verbindungen . . . . .	113	Appretbrech- und Ausbreit-	
Alkalische Reaktion . . . . .	28, 37	maschine . . . . .	298
Alkohol, absoluter . . . . .	105	Appretur . . . . .	1
Alkohole . . . . .	104	— von Baumwollgarnen . . . . .	302
Aluminiumazetat . . . . .	266, 278	— von Baumwollgeweben . . . . .	293
Aluminiumchlorid . . . . .	260	— von gefärbten Baumwoll-	
Aluminiumformiat . . . . .	278	geweben . . . . .	301
Aluminiumhydroxyd . . . . .	268	— von Jutegeweben . . . . .	302
Aluminiumhypochlorit . . . . .	125	— von Leinengarnen . . . . .	302
Aluminiumseife . . . . .	160, 269	— von Leinengeweben . . . . .	301
Aluminiumsulfazetat . . . . .	266	— von Seidengarnen . . . . .	306
Aluminiumsulfat . . . . .	260, 278	— von Seiden- und Halbseiden-	
Aluminiumverbindungen, Nachweis		geweben . . . . .	308
von . . . . .	261	— von Wollgeweben . . . . .	303
Ameisensäure . . . . .	76, 287	Appreturrechtheit, Prüfung auf . . . . .	314
—, Nachweis der . . . . .	77	Appreturfärbemittel . . . . .	4, 283
—, spez. Gewichte der . . . . .	78	Appreturleim . . . . .	195
Ammoniak . . . . .	84	Appreturmaschine . . . . .	295, 306
Ammoniaklösungen, spez. Ge-		Appreturmasse, Auftragen der . . . . .	294
wichte der . . . . .	87	—, Herstellung der . . . . .	288
Ammoniak soda . . . . .	90	Appreturmittel, Einteilung der . . . . .	3
Ammoniumalaun . . . . .	275	Appreturöle . . . . .	169
Ammoniumchlorid . . . . .	265, 274	Apyrinstärke . . . . .	279
Ammoniumhydroxyd . . . . .	84	Arabisches Gummi . . . . .	241
Ammoniumkarbonat . . . . .	95, 275	Aräometer . . . . .	58

	Seite		Seite
Aräometer, Prozent- . . . . .	61	Besondere Appreturmittel . . . . .	4
Arrowrootstärke, brasilianische . . . . .	209	Beuchen . . . . .	81, 121, 294
—, ostindische . . . . .	209	Beuchkessel . . . . .	121
—, Queensland- . . . . .	209	Bienenwachs . . . . .	149
—, westindische . . . . .	209	Bindfadenappretur . . . . .	302
Asbest . . . . .	256	Bisulfitlauge . . . . .	129
Atome . . . . .	20	Bittersalz . . . . .	252
Atomgewichte . . . . .	20	Biuretreaktion . . . . .	188
Atomtheorie . . . . .	19	Blanc fix . . . . .	250
Aufschließen des Klebers . . . . .	91, 231	Blauholzabkochung . . . . .	283
— der Mehle . . . . .	231	Blaumittel . . . . .	3, 279
— der Stärke . . . . .	212, 213, 215, 219	Bleiazetat . . . . .	263, 266
Ausbreitmaschine . . . . .	298	Bleikarbonat . . . . .	263
Ausflockung . . . . .	41	Bleiseife . . . . .	160
Ausnähen . . . . .	303	Bleisulfat . . . . .	263, 278
Ausquetschmaschine . . . . .	293	Bleiweiß . . . . .	263
Autoklav . . . . .	46	Bleizucker . . . . .	263, 266
Avivieren . . . . .	67, 307	Bleiverbindungen, Nachweis von . . . . .	263
Azetate . . . . .	75	Bleichen von Baumwoll- und Leinengeweben 116, 117, 121, 138	
Azetatseide . . . . .	200	— der Seide . . . . .	128, 134, 135, 138
Azeton . . . . .	106	— der Wäsche . . . . .	116, 135, 179
Azetylzellulose . . . . .	200	— von Wollwaren 128, 129, 132, 138	
Bakterien . . . . .	284	Bleicherei . . . . .	1
Bariumchlorid . . . . .	251	Bleichflüssigkeit von Growelle . . . . .	125
Bariumkarbonat . . . . .	250	— von Ramsey . . . . .	125
Bariumsulfat . . . . .	250	— von Wilson . . . . .	125
Bariumsuperoxyd . . . . .	131	— von Varrentrapp . . . . .	125
Bariumverbindungen, Nachweis von . . . . .	251	Bleichmittel . . . . .	1, 116
Basen . . . . .	27, 79	Bleichpulver . . . . .	180
Bassiaöl . . . . .	147	Bleichsoda . . . . .	179
Bassoragummi . . . . .	246	Blutalbumin . . . . .	189
Bastseife . . . . .	181	Bohnenmehl . . . . .	231
Batatenstärke . . . . .	209	Bohnenstärke . . . . .	209
Baumégrade, Umrechnung der . . . . .	60	Borax . . . . .	96, 264, 276, 286
Baumspindel . . . . .	59	— gebrannter . . . . .	96
Baumöl . . . . .	144	— usta . . . . .	96
Baumwollblau . . . . .	282	Borsäure . . . . .	96, 276, 286
Baumwolle . . . . .	198	— Nachweis der . . . . .	97
Baumwollgarne, Appretur der . . . . .	302	Breitwaschmaschine . . . . .	184, 293
Baumwollgarnen, Schlichten von . . . . .	311	British Gum . . . . .	235
Baumwollgewebe, Appretur der . . . . .	293	Buchweizenstärke . . . . .	209
—, Appretur der gefärbten . . . . .	301	Buntware . . . . .	1
Baumwollsatöl . . . . .	145, 167	Bürette . . . . .	52
Baumwollsamensöl . . . . .	145, 167	Bürstmaschine . . . . .	304
Beetle-Kalander . . . . .	300, 302	Burmol . . . . .	130
Benzin . . . . .	109	Cannastärke . . . . .	209
—, Selbstentzündung von . . . . .	111	Carnaubawachs . . . . .	149
Benzinoform . . . . .	108	Carrageenmoos . . . . .	246
Benzinseife . . . . .	111	Cassawamehl . . . . .	232
Benzinwäsche . . . . .	103, 111	Cassawastärke . . . . .	209
Benzol . . . . .	113	Castoröl . . . . .	145
Berlinerblau . . . . .	281, 283	Cearawachs . . . . .	149
—, wasserlösliches . . . . .	281	Chardonnatseide . . . . .	72, 199
Bernstein . . . . .	115	Chemische Formeln . . . . .	21
Beschwerungsmittel . . . . .	3, 249	— Gleichungen . . . . .	25
—, farbige . . . . .	283	— Lösung . . . . .	10

	Seite		Seite
Chemische Reinigung . . . . .	4, 103	Disperse Systeme . . . . .	41
— Verbindung . . . . .	17	Dispersionsmittel . . . . .	41
— Vorgänge (Prozesse) . . . . .	5, 17	Dissoziation, elektrolytische . . . . .	34
— Zeichen (Symbole) . . . . .	20	Doublieren . . . . .	305
Chevillieren . . . . .	308	Druckerei . . . . .	1
China-Clay . . . . .	260	Druckgefäße . . . . .	46
Chinesisches Wachs . . . . .	149	Druckkessel . . . . .	46, 121
Chlor . . . . .	118	Eau de crystal . . . . .	255
—, Bestimmung des bleichenden . . . . .	125	Echtheitsprüfungen der Farbstoffe . . . . .	313
Chloren der Wolle . . . . .	119	Eichelstärke . . . . .	209
Chloride . . . . .	69, 119	Einölen . . . . .	2
Chlorkalk . . . . .	120	Einsprengen . . . . .	298
Chlorkalkbleiche . . . . .	121	Eisenverbindungen, Nachweis von . . . . .	259
Chloroform . . . . .	107	Eialbumin . . . . .	189
Chlorsoda . . . . .	123	Eisessig . . . . .	74
Chlorwasser . . . . .	118	Eiweißleim . . . . .	191
Chlorwasserstoff . . . . .	69	Eiweißstoffe . . . . .	187
Cholesterin . . . . .	149	—, Reaktionen auf . . . . .	188
Chromgelb . . . . .	265, 283	Elain . . . . .	152
Chromgrün . . . . .	283	Elainseife . . . . .	157
Chromleim . . . . .	196	Elektrolyse . . . . .	35
Chromoxyd . . . . .	265	Elektrolyseur . . . . .	125
Clapot . . . . .	293	Elektrolyte . . . . .	35
Clarcksche Seifenlösung . . . . .	52	Elektrolytische Bleichflüssigkeit . . . . .	125
Cottonöl . . . . .	145	Elektrolytische Dissoziation . . . . .	34
Cristal carbonate . . . . .	90	Elektronen . . . . .	34
Cristalsize . . . . .	255	Elemente, chemische . . . . .	18
Dämpfen . . . . .	299, 308	Emulsion . . . . .	13, 141, 170, 272
Dammarharz . . . . .	115	Emulsionskolloide . . . . .	42
Dampfdichte . . . . .	44	Engelrot . . . . .	283
Dampftechtheit, Prüfung auf . . . . .	315	Entbasten der Rohseide . . . . .	181
Dampfspannungen . . . . .	46	Entgerben . . . . .	183, 304
Degras . . . . .	146	Entschälen der Rohseide . . . . .	181
Degummieren der Rohseide . . . . .	181	Entschlichten . . . . .	303
Dekatieren . . . . .	6, 305	Enzyme . . . . .	104
Dekaturechtheit, Prüfung auf . . . . .	315	Erbsenmehl . . . . .	231
Desinfektion der Wäsche . . . . .	180	Erbsenstärke . . . . .	209
Destillat . . . . .	9	Erdöl . . . . .	109
Destillation . . . . .	8	Erdnußöl . . . . .	145
—, fraktionierte . . . . .	14	Erdwachs . . . . .	151
—, mit Wasserdampf . . . . .	15	Ersatzgummi . . . . .	242
—, trockene . . . . .	74	Eschweger Seife . . . . .	158
Destillat-Olein . . . . .	152	Essigäther . . . . .	75, 105
Detachieren . . . . .	104	Essigessenz . . . . .	75
Dextrin . . . . .	234	Essigsäure . . . . .	74
Dextrinsirup . . . . .	238	—, Nachweis der . . . . .	75
Dextron . . . . .	204	—, spez. Gewichte der . . . . .	76
Dextrose . . . . .	237	Ester . . . . .	105
Dialyse . . . . .	41	Exsikkator . . . . .	12
Diaminblau . . . . .	283	Extraktion der Fette . . . . .	139
Diaminschwarz . . . . .	283	Färben der Appreturmasse . . . . .	283
Diastaphor . . . . .	215	Färberei . . . . .	1
Diastase . . . . .	104, 214	Farbstoffe, Echtheitsprüfungen der . . . . .	313
Dichte . . . . .	43	Fehlingsche Lösung . . . . .	239
Diffusion . . . . .	41	Fekulose . . . . .	221
Dimorphe Stoffe . . . . .	12	Fermente, geformte . . . . .	104
Disperse Phase . . . . .	41		

	Seite		Seite
Fermente, ungeformte . . . . .	104	Gesetz der konstanten Gewichts-	
Feroniagummi . . . . .	242	verhältnisse . . . . .	18
Fettansätze . . . . .	144, 289	Gesirch-Gummi . . . . .	241
Fette . . . . .	138	Getreidekörner, Aufbau der . . . . .	227
Fetten (Ölen, Spicken) . . . . .	1, 167	Getreidemehle . . . . .	227
Fettlösungen zum Wasserdicht-		Gewebe . . . . .	1
machen . . . . .	272	Gewichtsprozente . . . . .	61
Fettsäuren . . . . .	151	Ghattigummi . . . . .	242
—, Gewinnung der, aus Ab-		Gips . . . . .	256
wässern . . . . .	153	Glanzstärke . . . . .	222
Feuchtigkeitsgehalt der Luft . . . . .	49	Glanzstoff . . . . .	198
— der Seide . . . . .	181	Glas . . . . .	99
— der Wolle . . . . .	182	Glaswolle . . . . .	100
Feuerschutzappreturmassen . . . . .	273	Glaubersalz . . . . .	264
Filter . . . . .	6	Gleichungen, chemische . . . . .	25
Filterpresse . . . . .	7	Glossieren . . . . .	308
Filtration . . . . .	6	Glukose . . . . .	237, 265
Firnisse . . . . .	142	Glutin . . . . .	194
Fischleim . . . . .	194, 196	Glykoside . . . . .	171
Flachs . . . . .	198	Glyzeride . . . . .	138
Flammenreaktion . . . . .	81	Glyzerin . . . . .	138, 153
Flammenschutzmittel . . . . .	3, 273	—, spez. Gewichte von . . . . .	155
Flammpunkt . . . . .	169	Gomme blanche . . . . .	241
Flammenschutzstärke . . . . .	279	Gomme blonde . . . . .	241
Fleckenputzerei . . . . .	104	Gommelin . . . . .	235
Flohsamenschleim . . . . .	249	Graukalk . . . . .	74
Formaldehyd . . . . .	219, 272, 286	Großwäscherei . . . . .	177
Formalin . . . . .	287	Grundstoffe, chemische . . . . .	18
Formalinstärke . . . . .	273	Gummi, künstliches . . . . .	235
Formiate . . . . .	77	Gummiarten . . . . .	240
Foulardappretur . . . . .	308	—, Unterscheidung der . . . . .	243
Friktions-Appreturmaschine . . . . .	297	Gummieren . . . . .	196
Friktionskalander . . . . .	300	Gummiermaschine . . . . .	306, 309
Füllmittel . . . . .	3, 249	Gummisirup . . . . .	238
Funori . . . . .	248	Guttapercha . . . . .	116
Fuselöle . . . . .	106		
		<b>Hai Thao</b> . . . . .	247
<b>Gärung, essigsäure</b> . . . . .	74	Härte des Wassers . . . . .	50
—, geistige . . . . .	104	Härtebestimmung des Wassers . . . . .	52
Galalith . . . . .	193	Härtegrade des Wassers . . . . .	52
Gallerte . . . . .	41, 217	Härten der Fette . . . . .	146
Garn . . . . .	1	— des Leimes u. a. . . . .	196, 272
Garnstärkmaschine . . . . .	302	Hafermehl . . . . .	231
Gasolin . . . . .	109	Haferstärke . . . . .	207
Gassenge . . . . .	121	Halbkernseife . . . . .	158
Gasvolumgewicht . . . . .	44	Halbleinen . . . . .	301
Gaswasser . . . . .	84	Halbseide . . . . .	308
Gaufrierkalander . . . . .	300, 302	Halbwollstoffe . . . . .	303
Geddah-Gummi . . . . .	241	Hammerwalke . . . . .	185
Gehaltbestimmung an wirksamer		Hanf . . . . .	198
Substanz in Flüssigkeiten . . . . .	61	Hanföl . . . . .	146
Gel . . . . .	41	Harze . . . . .	114
Gelatine . . . . .	196	Harznachweis . . . . .	163
Gelatinieren . . . . .	42	Harzöle . . . . .	115, 169
Gelose . . . . .	247	Harzseifen . . . . .	160
Gemenge . . . . .	17	Haschab-Gummi . . . . .	241
Gerbleim . . . . .	204	Hauswäsche . . . . .	176
		Hautleim . . . . .	194

	Seite		Seite
Heber . . . . .	6	Kaliseife . . . . .	156
Hefe . . . . .	104	Kaliumchlorid . . . . .	286
Heizwert . . . . .	45	Kaliumhydroxyd . . . . .	82
Hirschhornsalz . . . . .	95	Kaliumhypochlorit . . . . .	124
Holzgeist . . . . .	106	Kaliumkarbonat . . . . .	93
Holzteer . . . . .	74	Kaliumkarbonatlösungen, spez. Ge- wichte von . . . . .	94
Hydrogel . . . . .	41	Kaliumpermanganat . . . . .	137
Hydrogenisieren der Fette. . . . .	146	Kaliumverbindungen, Nachweis von . . . . .	83
Hydrolyse . . . . .	34, 37	Kaliwasserglas . . . . .	99
Hydrosol . . . . .	41	Kalk, gebrannter . . . . .	87
Hydrosulfite . . . . .	130	—, gelöschter . . . . .	87
Hydrozellulose . . . . .	203	Kalkbrei . . . . .	87
Hygrometer . . . . .	50	Kalkmilch . . . . .	87
Hygroskopische Stoffe. . . . .	12	Kalkwasser . . . . .	88
Hypochlorite . . . . .	118	Kalorie . . . . .	45
Illipetalg . . . . .	147	Kalzinierte Substanzen . . . . .	12
Imprägniermaschine . . . . .	295, 306	Kalziumchlorid . . . . .	258, 278, 286
Indifferente Lösungsmittel . . . . .	10	Kalziumhydroxyd . . . . .	87
Indigblau . . . . .	281	Kalziumkarbonat . . . . .	257
Indigkarmin . . . . .	281, 283	Kalziumoxyd . . . . .	87
Indigo. . . . .	281	Kalziumphosphate . . . . .	258
Indigoblauschwefelsäure . . . . .	282	Kalziumseife . . . . .	160
Indigorein . . . . .	282	Kalziumsulfat . . . . .	256
Indigotin . . . . .	281	Kalziumverbindungen, Nachweis von . . . . .	88
Indikatoren . . . . .	33	Kammgarn . . . . .	303
Industriegummi . . . . .	243	Kammgarnstoffe, Appretur der. . . . .	305
Inversion . . . . .	240	Kanariensamenschleim . . . . .	249
Invertzucker . . . . .	240	Kaolin . . . . .	260
Ionen . . . . .	34	Kapgummi . . . . .	242
Ionentheorie . . . . .	34	Karbonsäure . . . . .	287
Irländisches Moos . . . . .	246	Karbonate, Nachweis der . . . . .	92
Isländisches Moos . . . . .	248	Karbonisation . . . . .	66, 199
Isocholesterin . . . . .	149	Karbonsäuren . . . . .	74
Isomere Verbindungen . . . . .	114	Karbonisiererechtigkeit, Prüfung auf . . . . .	315
Isomorphe Stoffe . . . . .	12	Kartoffelmehl . . . . .	232
Japantalg . . . . .	147	Kartoffelstärke . . . . .	205
Japanwachs . . . . .	147	Kasein . . . . .	192
Javellesche Lauge . . . . .	124	Kaseogummi . . . . .	193
Jod . . . . .	130	Kastanienstärke . . . . .	209
Jodlösung als Reagens . . . . .	211	Kastenmangel . . . . .	266
Jute . . . . .	198	Kathode . . . . .	35
Jutegewebe, Appretur der . . . . .	302	Kationen . . . . .	34
Kältemischung . . . . .	10	Kaustische Soda . . . . .	79
Käsestoff . . . . .	192	Kautschuk . . . . .	115
Kalender . . . . .	298	Kautschukleinwand . . . . .	266
—, Beetle- . . . . .	300	Kautschuköl . . . . .	115
—, Friktions- . . . . .	300	Keratin . . . . .	181
—, Gaufrier- . . . . .	300, 302	Kernöl . . . . .	147
—, Moiré- . . . . .	300	Kernseife . . . . .	157
—, Netz- . . . . .	299	Kesselspeisewasser . . . . .	51
—, Roll- . . . . .	300	Kesselstein . . . . .	51
—, Roll- und Friktions- . . . . .	300	Kieselsäure . . . . .	98
—, Seidenfinish- . . . . .	300	Kirschgummi . . . . .	243
Kalialaun . . . . .	258, 277	Klauenöl . . . . .	147
Kalilauge . . . . .	82	Klebstoffe . . . . .	3

	Seite		Seite
Kleber . . . . .	191	Kutergummi . . . . .	246
Kleesalz . . . . .	78	Labarraquesche Lauge . . . . .	123
Kleie . . . . .	228	Lacke, fette . . . . .	115
Kleister . . . . .	210	Lackfirnisse . . . . .	115
Knochenöl . . . . .	147	Lackmusfarbstoff . . . . .	33
Knochenleim . . . . .	194	Laktarin . . . . .	192
Knorpelleim . . . . .	195	Laktarinleim . . . . .	193
Koagulation . . . . .	187	Lanolin . . . . .	150
Kochapparate . . . . .	290	Laugenessenz . . . . .	82
Kochsalz . . . . .	286	Laugenstein . . . . .	79
Kölnerleim . . . . .	195	Leblancsoda . . . . .	89
Königsgummi . . . . .	217	Lederleim . . . . .	194
Königswasser . . . . .	72	Leim . . . . .	194
Kohlendioxyd . . . . .	48	Leimen . . . . .	2
Kohlenhydrate . . . . .	197	Leimseifen . . . . .	158
Kohlenoxyd . . . . .	48	Leinengarne, Appretur der . . . . .	302
Kohlensäure . . . . .	48	Leinengewebe, Appretur der . . . . .	301
Kohlensäureassimilation . . . . .	204	Leinöl . . . . .	146
Kohlenstoffverbindungen . . . . .	27	Leinsamenschleim . . . . .	248
Kohlsaätöl . . . . .	145	Leiogomme . . . . .	235
Kokosbutter . . . . .	147	Leiokom . . . . .	235
Kokosnußöl . . . . .	147	Lichenin . . . . .	248
Kokosöl . . . . .	147	Ligroin . . . . .	109
Koliertuch . . . . .	7	Linksappretur . . . . .	295
Kollagene . . . . .	194	Linolensäure . . . . .	139
Kollodium . . . . .	72	Linoleum . . . . .	142, 266
Kollodiumseide . . . . .	193	Linolsäure . . . . .	139
Kollodiumwolle . . . . .	72, 199	Lipase . . . . .	159
Kolloide . . . . .	40	Lösung . . . . .	8
— Lösungen . . . . .	40	Lösungsmittel . . . . .	8
Kolophonium . . . . .	114	—, physikalische . . . . .	103
Kolophoniumansätze . . . . .	289	Lucin . . . . .	191
Kondensation . . . . .	47	Luft . . . . .	28
Konditionieranstalt . . . . .	12	Luftfeuchtigkeit . . . . .	49
Konditionieren der Seide . . . . .	181	Lustrieren der Seide . . . . .	308
— der Wolle . . . . .	182	Lustriermaschine . . . . .	300
Kopal . . . . .	115	Magador-Gummi . . . . .	241
Kordofan-Gummi . . . . .	241	Magnesia, gebrannte . . . . .	255
Krabben . . . . .	305	—, weiße . . . . .	255
Krachendmachen . . . . .	307	Magnesiaweiß . . . . .	255
Kreide . . . . .	257	Magnesium-Ammoniumphosphat . . . . .	275
Kreosot . . . . .	287	Magnesiumchlorid . . . . .	253, 286
Kristallappretur . . . . .	217	Magnesiumhypochlorit . . . . .	125
Kristallgummi . . . . .	236	Magnesiumkarbonat . . . . .	255
Kristallinische Körper . . . . .	12	Magnesiummoleat . . . . .	111
Kristallisation . . . . .	11	Magnesiumoxyd . . . . .	255
—, fraktionierte . . . . .	13	Magnesiumseife . . . . .	160
Kristalloide Lösungen . . . . .	40	Magnesiumsilikate . . . . .	256
Kristallsoda . . . . .	89	Magnesiumsulfat . . . . .	252
Kristallwasser . . . . .	12	Magnesiumverbindungen, Nachweis von . . . . .	256
Kunstseide . . . . .	72	Mahuabutter . . . . .	147
Kunstwachs . . . . .	151	Maisöl . . . . .	145
Kunstwolle . . . . .	167	Maisstärke . . . . .	208
Kupferseife . . . . .	269	Maizena . . . . .	209
Kupfersulfat . . . . .	285	Malabartalg . . . . .	147
Kupfervitriol . . . . .	285		
Kurkumastärke . . . . .	209		
Kurkumawurzel . . . . .	283		

	Seite		Seite
Maltose . . . . .	215	Natriumsuperoxyd . . . . .	132
Malz . . . . .	214	Natriumsuperoxydbleiche . . . . .	132
Malzzucker . . . . .	215	Natriumtetraborat 96, 264, 276, 286	
Mandiokamehl . . . . .	232	Natriumthiosulfat . . . . .	123, 277
Mandiokastärke . . . . .	209	Natriumverbindungen, Nachweis	
Mangeln . . . . .	298	von . . . . .	81
Manihotstärke . . . . .	202	Natriumwolframat . . . . .	269, 276
Marantastärke . . . . .	209	Natronlauge . . . . .	79
Marseillerseife . . . . .	157	—, spez. Gewichte der . . . . .	82
Maßanalyse . . . . .	53	Natronseife . . . . .	156
Mastix . . . . .	115	Natronwasserglas . . . . .	98
Mehle . . . . .	227	Natronzellulose . . . . .	201
—, Prüfung der . . . . .	233	Naturkornseife . . . . .	159
Mehllein . . . . .	231	Neßlers Reagens . . . . .	86
Melasse . . . . .	239	Netzkalander . . . . .	299
Mennige . . . . .	265, 283	Neutralfette . . . . .	141
Mercerisation . . . . .	80, 200	Neutralisation . . . . .	30, 40
Mercerisiermaschine . . . . .	202	Neutralisationsberechnungen . . . . .	100
Metakieselsäure . . . . .	98	Neutronen . . . . .	34
Metalle . . . . .	26	Nichtmetalle . . . . .	26
Methylalkohol . . . . .	106	Niederschlag . . . . .	15
Methylorange . . . . .	33	Nitrate . . . . .	72
Methylviolett . . . . .	282	Nitrierung . . . . .	71
Mineralöle . . . . .	110, 169	Nitroglyzerin . . . . .	154
Mineralweiß . . . . .	52	Nitrozellulose . . . . .	72
Mischung . . . . .	14	Noppen . . . . .	304
Mischungsberechnungen . . . . .	62	Nopptinkturen . . . . .	304
Moirékalander . . . . .	300	Norgine . . . . .	248
Mol . . . . .	70	Nogine Tragant . . . . .	248
Moleküle . . . . .	20	Normallösungen . . . . .	57
Molekulargewicht . . . . .	21	Nuanciermittel . . . . .	3, 279
Mondamin . . . . .	209	Nukleoalbumine . . . . .	192
Monopoleife . . . . .	165	Nutschen . . . . .	8
Monopoleifenöl . . . . .	165		
Montanwachs . . . . .	150	Oborstärke . . . . .	221
Muldenpresse . . . . .	305	Ocker . . . . .	265, 283
Musa paradisiaca . . . . .	173	Öle, ätherische . . . . .	114
Mutterlauge . . . . .		—, fette . . . . .	140, 167
		—, geblasene . . . . .	141
		—, langsam oder schwach trock-	
		nende . . . . .	145
		—, nicht trocknende . . . . .	142
		—, sulfurierte . . . . .	168
		—, trocknende . . . . .	142, 169
Naphtalin . . . . .	287	Ölsaure . . . . .	138
Naphtenseifen . . . . .	110	—, technische . . . . .	153
Naphtol, $\alpha$ und $\beta$ . . . . .	287	Olein . . . . .	151, 167
Naßdekatur . . . . .	305	Oleinseife . . . . .	157
Naßkalander . . . . .	294	Oleum . . . . .	65
Naßwäscherei . . . . .	103	Olivenkernseife . . . . .	157
Natriumbisulfit . . . . .	129	Ovenöl . . . . .	144, 167
Natriumchlorid . . . . .	286	Organische Verbindungen . . . . .	27
Natriumhydrosulfit, prim. und sek. . . . .	130	Osscin . . . . .	194
Natriumhydroxyd . . . . .	79	Oxalsäure . . . . .	78
Natriumhypochlorit . . . . .	123	Oxydation . . . . .	28
Natriumkarbonat . . . . .	89, 264	Oxyde . . . . .	27
Natriumperborat . . . . .	134	—, basenbildende . . . . .	28
Natriumperkarbonat . . . . .	136	—, indifferente . . . . .	30
Natriumphosphat . . . . .	91, 264		
Natriumsilikat . . . . .	98, 264, 276		
Natriumstannat . . . . .	277		
Natriumsulfat . . . . .	264		
Natriumsulfit . . . . .	130		

	Seite		Seite
Oxyde, säurebildende . . . . .	29	Preßtalg . . . . .	148
Oxyzellulose . . . . .	119, 200	Preußischblau . . . . .	281
Ozokerit . . . . .	151	Protamol . . . . .	232
Ozon . . . . .	116	Proteinstoffe . . . . .	187
Ozonbleiche . . . . .	117	Putzöle . . . . .	110
Ozonstärke . . . . .	221	Pyroschwefelsäure . . . . .	65
Paechners Lösung . . . . .	219	Quellung . . . . .	42
Palmbutter . . . . .	147	Quillajarinde . . . . .	172
Palmenwachs . . . . .	149	 	
Palmitinsäure . . . . .	138	Radikale, zusammengesetzte . . . . .	24
Palmkernöl . . . . .	147	Rakelappreturmaschine . . . . .	296
Palmöl . . . . .	147	Ramie . . . . .	198
Panamaseifenrinde . . . . .	172	Ranzigwerden der Fette . . . . .	142
Panamin . . . . .	172	Rapsöl . . . . .	145
Paraffin . . . . .	110, 150	Rasenbleiche . . . . .	116
Pariserblau . . . . .	281	Ratinieren . . . . .	305
Patentkristallgummi . . . . .	243	Rauhen . . . . .	301, 304
Pegamoid . . . . .	200	Reagenspapiere . . . . .	33
Pelzwäsche . . . . .	149	Reduktion . . . . .	77
Perboratbleiche . . . . .	135	Reinigung, chemische . . . . .	103
Perborax . . . . .	135	—, trockene . . . . .	104
Perchloräthylen . . . . .	108	Reismehl . . . . .	232
Pergament, vegetabilisches . . . . .	66	Reisstärke . . . . .	208
Perhydrol . . . . .	133	Richteröl . . . . .	111, 166
Perlmoos . . . . .	246	Rizinolsäure . . . . .	133
Permanentweiß . . . . .	250	Rizinusöl . . . . .	145
Pernanganatbleiche . . . . .	138	Röstdextrine . . . . .	235
Permutitreinigung . . . . .	56	Röstgummi . . . . .	235
Persalze . . . . .	134	Roggenmehl . . . . .	231
Petroleum . . . . .	109	Roggenstärke . . . . .	208
Petroleumäther . . . . .	109	Rollkalander . . . . .	299
Petroleumbenzin . . . . .	109	Roll- und Friktionskalander . . . . .	299
Petrolseifen . . . . .	166	Roßkastanien . . . . .	173
Pfeilwurzelstärke . . . . .	209	Roßkastanienstärke . . . . .	209
Pferdefett . . . . .	148	Rotöle . . . . .	143, 168
Pflanzenalbumin . . . . .	190	Rüböl . . . . .	145
Pflanzengummi . . . . .	217	Rübsenöl . . . . .	145
Pflanzenleim . . . . .	80, 217	Rückenwäsche . . . . .	149
Pflanzenschleime . . . . .	244	 	
Pflanzentalg . . . . .	147	Sagostärke . . . . .	209
—, chinesischer . . . . .	147	Salepschleim . . . . .	249
Pflaumengummi . . . . .	243	Salizylsäure . . . . .	287
Phenol . . . . .	287	Salmiak . . . . .	265
Phenolphthalein . . . . .	33	Salmiakgeist . . . . .	84
Phosphate, Nachweis der . . . . .	97	Salpetersäure . . . . .	70
Physikalische Lösung . . . . .	10	—, Nachweis der . . . . .	73
— Vorgänge . . . . .	5	—, rote rauchende . . . . .	70
Phytoalbumin . . . . .	190	—, spez. Gewichte der . . . . .	73
Phytoglobulin . . . . .	190	Salzappreturen . . . . .	252
Pineytagl . . . . .	147	Salze . . . . .	27, 30
Pipette . . . . .	126	—, alkalisch reagierende . . . . .	89
Plattensengmaschine . . . . .	121	—, basische . . . . .	32
Poliokolle . . . . .	217	—, normale . . . . .	32
Porzellanerde . . . . .	260	—, saure . . . . .	32
Pottasche . . . . .	93	Salzsäure . . . . .	69
Präzipitat . . . . .	15	—, Nachweis der . . . . .	69
Pressen . . . . .	15		

	Seite		Seite
Salzsäure, spez. Gewichte der . . .	70	Seife, grüne . . . . .	160
Sandarak . . . . .	115	—, Marseiller . . . . .	157
Saponifikat-Olein . . . . .	152	—, reinigende Wirkung der . . . . .	161
Saponin . . . . .	171	—, schwarze . . . . .	159, 160
Saponinextrakt . . . . .	173	—, spanische . . . . .	157
Säureanhydrid . . . . .	30	—, Untersuchung der . . . . .	162
Säuredextrin . . . . .	235	—, venezianische . . . . .	157
Säuregummi . . . . .	235	—, Verwendung der . . . . .	175
Säuren . . . . .	27, 64	—, weiße . . . . .	159
Säureradikal . . . . .	30	Seifenbeeren . . . . .	173
Säurerest . . . . .	30	Seifenechtheit, Prüfung auf . . . . .	314
Sauerstoff . . . . .	27	Seifenfrüchte . . . . .	173
—, Bestimmung des wirksamen . . . . .	136	Seifenöle . . . . .	170
Saure Reaktion . . . . .	29, 37	Seifenpräparate . . . . .	165
Schafwolle (siehe auch Wolle) . . . . .	181	Seifenpulver . . . . .	173
Schaum . . . . .	42	Seifenwurzel . . . . .	172
Scheidetrichter . . . . .	13	Senegalgummi . . . . .	242
Scheidewasser . . . . .	72	Senegalin . . . . .	242
Schellack . . . . .	115	Sengen . . . . .	121
Scheren . . . . .	304	Senkwagen . . . . .	58
Scheuermaschine . . . . .	309	„Seps“ -Appreturmittel . . . . .	270
Schießbaumwolle . . . . .	72	Sesamol . . . . .	145
Schimmelpilze . . . . .	284	Speckstein . . . . .	256
Schlagen der Seide . . . . .	308	Sieden . . . . .	45
Schlichten . . . . .	2, 309	Siedeverzug . . . . .	45
—, Herstellung von . . . . .	288	Sikkative . . . . .	142
Schlichtmaschinen . . . . .	312, 313	Silberseife . . . . .	159
Schmelzen . . . . .	2	Silikate, Nachweis der . . . . .	100
Schmieröle . . . . .	110, 144	Siliziumdioxid . . . . .	98
Schmierseife . . . . .	159	Sirup . . . . .	238
Schreiben des Aprettes . . . . .	230	Smalte . . . . .	281
Schwefel . . . . .	127	Soda . . . . .	89
Schwefeläther . . . . .	107	—, kalzinierte . . . . .	90
Schwefelbleiche . . . . .	128	—, kaustische . . . . .	79
Schwefeldioxyd . . . . .	127	Sodalösungen, spez. Gew. von . . . . .	93
—, Bestimmung von . . . . .	130	Softenings . . . . .	167
Schwefelkohlenstoff . . . . .	109	Sojabohnenöl . . . . .	145
Schwefelleber . . . . .	269	Sol . . . . .	41
Schwefelsäure . . . . .	64	Solin . . . . .	109
Schwefelsäureanhydrid . . . . .	65	Solvaysoda . . . . .	90
Schwefelsäure, Nachweis der . . . . .	67	Sonnenblumenöl . . . . .	145
—, rauchende . . . . .	65	Soxhletscher Extraktionsapparat . . . . .	140
—, spez. Gewichte der . . . . .	68	Spannrahmtrockenmaschine . . . . .	298
Schwefeltrioxyd . . . . .	65	Spanpressen . . . . .	305
Schweflige Säure . . . . .	128	Sesam-seed . . . . .	245
Schweitzers Reagens . . . . .	198	Spermazet . . . . .	149
Schwerspat . . . . .	250	Spezialseifen . . . . .	165
Seide . . . . .	181	Spezifisches Gewicht . . . . .	43
—, Beschwerung der . . . . .	307	—, Bestimmung in Flüssigkeiten . . . . .	58
—, künstliche . . . . .	199	Spicken . . . . .	2
—, wilde . . . . .	181	Spicköle . . . . .	167
Seidenfinishkalander . . . . .	300	Spindeln . . . . .	58
Seidengarne, Appretur der . . . . .	306	Spinnerei . . . . .	1
Seiden- und Halbseidengewebe, Appretur der . . . . .	308	Spiritus . . . . .	104
Seife . . . . .	155	—, denaturierter . . . . .	105
—, gefüllte . . . . .	159	—, rektifizierter . . . . .	105
—, geschliffene . . . . .	157	Squeezer . . . . .	293
		Stärke . . . . .	204

	Seite		Seite
Stärke, Aufschließen mit Diastase	214	Tartrate . . . . .	78
—, Aufschließen mit Oxydations-		Teerfarbstoffe . . . . .	282
mitteln . . . . .	219	Tenakel . . . . .	7
—, Aufschließen mit Säuren . . . . .	213	Tension des Wasserdampfes . . . . .	45
—, gebrannte . . . . .	235	Terpentin . . . . .	114
—, feuersichere . . . . .	279	Terpentinöl . . . . .	114
—, lösliche . . . . .	212	Tetra . . . . .	108
—, salzfreie . . . . .	221	Tetrachlorkohlenstoff . . . . .	108
—, Untersuchung der . . . . .	222	Tetrakohlenstoff . . . . .	108
—, Verhalten beim Erhitzen . . . . .	210	Tetrapol . . . . .	166
—, Verhalten gegen Alkalien . . . . .	216	Textilindustrie, Einteilung der . . . . .	1
—, Verhalten gegen Wasser . . . . .	210	Textilstaub . . . . .	50
Stärkegummi . . . . .	235	Tikmehl . . . . .	209
Stärkekocher . . . . .	290	Tischlerleim . . . . .	194
Stärkekleister . . . . .	210	Titansäure . . . . .	277
Stärkekörnchen, Abbildungen		Titration . . . . .	57
von . . . . .	206, 207	Ton . . . . .	260
Stärkeleim . . . . .	80, 217	Toluol . . . . .	113
Stärkepräparate, lösliche . . . . .	220	Tournantöle . . . . .	143, 169
Stärkesirup . . . . .	237	Tous-les-mois-Stärke . . . . .	209
Stärkezucker . . . . .	237	Tragant . . . . .	245
Stärkmaschine . . . . .	294	Tragasol . . . . .	246
Stearin . . . . .	151	Trane . . . . .	146
Stearinsäure . . . . .	138	Traubenzucker . . . . .	237
Steifungsmittel . . . . .	3	Tri . . . . .	108
Steinkohlenteer . . . . .	84, 113	Trichloräthylen . . . . .	108
Stickstoff . . . . .	28	Trinkwasser . . . . .	57
Stockflecke . . . . .	182, 284	Triolein . . . . .	139
Stöchiometrische Berechnungen . . . . .	23	Tripalmitin . . . . .	139
Strangwaschmaschine . . . . .	183, 293	Tristearin . . . . .	139
Strecken der Seide . . . . .	308	Trockendekatur . . . . .	305
Streichgarn . . . . .	303	Trockenkasten . . . . .	163
Suakim-Gummi . . . . .	241	Trübung . . . . .	6
Sublimation . . . . .	65	Tuchappretur . . . . .	303
Substitution, chemische . . . . .	25	Türkischrotöle . . . . .	143, 168
Sulfazetate . . . . .	266	Tussahseide . . . . .	181
Sulfate . . . . .	67	Twaddle-Aräometer . . . . .	59
Sulfite . . . . .	127		
Sulfitzellulose, Ablaugen der . . . . .	204	Ultramarin . . . . .	279
Sulfurierte Öle . . . . .	168	Ultramikroskop . . . . .	40
Sulfurierung von Fetten . . . . .	142	Unionseife . . . . .	166
Sumachwachs . . . . .	147	Universalleim . . . . .	217
Superoxyde . . . . .	131	Unorganische Verbindungen . . . . .	27
Superphosphat . . . . .	276	Unschlitt . . . . .	148
Suspension . . . . .	6	Unterchlorige Säure . . . . .	119
Suspensionskolloide . . . . .	42	Urin . . . . .	95
Symbole, chemische . . . . .	20		
Syndetikon . . . . .	195	Vakuumapparate . . . . .	47
Synthese, chemische . . . . .	19	Valenz . . . . .	23
		Vanduraseide . . . . .	197
Talg . . . . .	148	Vaselin . . . . .	110
—, vegetabilischer . . . . .	147	Vateriätfett . . . . .	147
Talgkernseife . . . . .	157	Vegtaseife . . . . .	166
Talgöl . . . . .	146	Verbindung, chemische . . . . .	17
Talh-Gummi . . . . .	241	Verdampfungswärme . . . . .	47
Talk . . . . .	256	Verdunsten . . . . .	45
Tannin . . . . .	271	Verkleisterung der Stärke . . . . .	210
Tapiokc . . . . .	209	Vermicelli . . . . .	245

	Seite		Seite
Verschleierung der Farben . . . . .	230	Weingeist . . . . .	104
Verseifung der Fette . . . . .	143	Weinsäure . . . . .	78
Verwandtschaftskraft, chemische . . . . .	19	Weinstein . . . . .	78
Verwitterung . . . . .	12, 44	„Weißfärberei“ des Tuches . . . . .	250
Viskoid . . . . .	203	Weizenmehl . . . . .	231
Viskose . . . . .	202, 272	Weizenstärke . . . . .	208
Viskoseseide . . . . .	203	Wertigkeit der Elemente . . . . .	23
Vollappretur . . . . .	295	Wolle . . . . .	181
Volumprozent . . . . .	61	Wollfett . . . . .	149
Volumgewicht . . . . .	43	Wollfettleine . . . . .	168
Vulkanisierung . . . . .	116, 269	Wollgarnwäsche . . . . .	182
Wachsarten . . . . .	148	Wollgewebe, Appretur der . . . . .	303
Wachseleinwand . . . . .	266	—, Waschen der . . . . .	183
Wäscherei . . . . .	4	Wollöle . . . . .	167
Wäschereinigung . . . . .	175	Wollschmelzöle . . . . .	167
Walken . . . . .	185, 304	Wollschweiß . . . . .	149
Walkerde . . . . .	260	Wollwäsche . . . . .	182
Walrat . . . . .	149	Xanthoproteinreaktion . . . . .	188
Walzenpresse . . . . .	305	Xylol . . . . .	113
Waschanstalten, Arbeiten in . . . . .	103	Zelluloid . . . . .	72, 199
Waschtheit, Prüfung auf . . . . .	314	Zellulose . . . . .	198
Waschen der Wolle . . . . .	182	Zellulosenitrate . . . . .	72, 199
— des Wollgarnes . . . . .	182	Zellulosepräparate . . . . .	198
— wollener Gewebe . . . . .	183	Zellulosetriazetat . . . . .	200
Waschmaschinen . . . . .	177, 183, 184, 293	Zellulose-Xanthogensäure . . . . .	202
Waschmittel . . . . .	3	Zentralwalke . . . . .	186
— pflanzlicher Natur . . . . .	171	Zentrifugen . . . . .	293
Waschpräparate . . . . .	173	Zeresin . . . . .	150
Waschpulver . . . . .	173	Zeugdruck . . . . .	1
Wasch- und Bleichpulver . . . . .	173	Zinkchlorid . . . . .	262, 285
Wasser . . . . .	43	Zinkhypochlorit . . . . .	125
Wasserbad . . . . .	8	Zinkoxyd . . . . .	262
Wasserdampfdruck . . . . .	45	Zinksulfat . . . . .	261, 282
Wasserdichtmachende Mittel . . . . .	3, 266	Zinkvitriol . . . . .	261, 282
Wasserglas . . . . .	98, 264, 276	Zinkverbindungen, Nachweis von . . . . .	262
Wasserkalender . . . . .	294	Zinkweiß . . . . .	262
Wasserkorrektur . . . . .	57	Zinnober . . . . .	283
Wasserreinigung . . . . .	55	Zinnwolframat . . . . .	270
Wasserstoff . . . . .	31	Zitronensäure . . . . .	79
Wasserstoffsperoxyd . . . . .	133, 286	Zyklische Verbindungen . . . . .	113
Wasserstoffsperoxydechtheit, Prüfung auf . . . . .	315	Zylinderpresse . . . . .	305
Weberei . . . . .	1	Zylinderwalke . . . . .	185
Wechselersetzung, chemische . . . . .	26	Zymase . . . . .	104

#### Druckfehler-Berichtigung.

Seite	30,	Zeile	16	≡ PO	statt = PO
„	94,	„	1	leichtlöslich	„ lösleicht lich
„	109,	„	36	150 und 300 <sup>9</sup>	„ 130 und 150 <sup>0</sup>
„	135,	„	10	Natriumperborat	„ Natriumsperoxyd
„	276,	Anm.	2	CaH <sub>4</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	„ CaH <sub>2</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>
„	277,	Zeile	14	Na <sub>2</sub> SnO <sub>3</sub>	„ Na <sub>2</sub> Sn <sub>3</sub> O
„	277,	„	17	Na <sub>2</sub> SnO <sub>3</sub>	„ Na <sub>2</sub> SnO <sup>3</sup>

Verlag von Julius Springer in Berlin.

---

**Anleitung zur qualitativen Appretur- und Schlichte-Analyse.**

Von Dr. **Wilhelm Massot**, Professor an der Färberei- und Appreturschule Krefeld. Zweite, erweiterte und verbesserte Auflage. Mit 42 Textfiguren und 1 Tabelle. Preis M. 6,—; in Leinwand gebunden M. 7,—.

---

**Mechanisch- und Physikalisch-technische Textil-Untersuchungen.**

Mit besonderer Berücksichtigung amtlicher Prüfverfahren und Lieferungsbedingungen sowie des Deutschen Zolltarifs. Von Dr. **Paul Heermann**, Professor, ständigem Mitarbeiter und Leiter der textil-technischen Prüfungen am Königlichen Materialprüfungsamt der Technischen Hochschule Berlin. Mit 160 Textfiguren.

In Leinwand gebunden Preis M. 10,—.

---

**Koloristische und textilchemische Untersuchungen.**

Von Dr. **Paul Heermann**. Mit 9 Textfiguren und 3 spektroskopischen Tafeln.

In Leinwand gebunden Preis M. 10,—.

---

**Färbereichemische Untersuchungen.**

Anleitung zur Untersuchung und Bewertung der wichtigsten Färberei-, Bleicherei-, Druckerei- und Appretur-Materialien. Von Dr. **Paul Heermann**. Zweite, erweiterte und umgearbeitete Auflage, Mit 5 Textfiguren und mikroskopischen Abbildungen auf 3 Tafeln.

In Leinwand gebunden Preis M. 9,—.

---

**Über Waschechtheit, waschechte Färbungen und die Prüfung derselben.**

Ergebnisse aus den Untersuchungen der Abteilung 3 des Königl. Materialprüfungsamtes für papier- und textiltechnische Prüfungen. Von Dr. **Paul Heermann**.

Preis M. 1,—.

---

**Anlage, Ausbau und Einrichtungen von Färberei-, Bleicherei- und Appretur-Betrieben.**

Von Dr. **Paul Heermann**. Mit 90 Textfiguren.

Preis M. 6,—; in Leinwand gebunden M. 7,—.

---

**Die Echtheitsbewegung und der Stand der heutigen Färberei.**

Von **Fr. Eppendahl**, Chemiker.

Preis M. 1,—.

---

**Technologie der Gewebeappretur.**

Leitfaden zum Studium der einzelnen Appreturprozesse und der Mitwirkungsweise der Maschinen. Von **Bernhard Kozlik**, k. k. Professor in Wien. Mit 161 Textfiguren.

In Leinwand gebunden Preis M. 8,—.

---

**Die Mercerisation der Baumwolle und die Appretur der mercerisierten Gewebe.**

Von **Paul Gardner**, Technischer Chemiker. Zweite, völlig umgearbeitete Auflage. Mit 28 Textfiguren.

In Leinwand gebunden Preis M. 9,—.

---

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

**Die künstliche Seide.** Ihre Herstellung, Eigenschaften und Verwendung. Mit besonderer Berücksichtigung der Patent-Literatur bearbeitet von Dr. **Karl Süvern**, Regierungsrat. Dritte, stark vermehrte Auflage. Mit 214 Textfiguren. In Leinwand gebunden Preis M. 18,—.

---

**Lederfärberei und Lederzurichtung.** Von **M. C. Lamb**. Autorisierte Übersetzung der zweiten englischen Auflage von Dr. **Ludwig Jablonski**, im Bezirk der Handelskammer zu Berlin öffentlich angestellter und beidigter Sachverständiger für die physikalische und chemische Untersuchung und Begutachtung von Gerbereifabrikaten und Rohstoffen. Mit 222 Textfiguren und 29 Tafeln mit 180 Lederproben. In Leinwand gebunden Preis M. 22,—.

---

**Die Spinnerei in technischer Darstellung.** Ein Hand- und Hilfsbuch für den Unterricht in der Spinnerei, an Spinn- und Textilschulen, technischen Lehranstalten und zur Selbstausbildung, sowie ein Fachbuch für Spinner jeder Faserart. Von **G. Rohn**, Direktor der Spinnereimaschinenfabrik von Oscar Schimmel & Co. A.-G. in Chemnitz. Mit 143 Textfiguren. In Leinwand gebunden Preis M. 3,60.

---

**Taschenbuch für die Färberei und Farbenfabrikation.** Unter Mitwirkung von H. Surbeck herausgegeben von Professor Dr. **R. Gnehm** (Zürich). Mit Textfiguren. In Leinwand gebunden Preis M. 4,—.

---

**Die neueren Farbstoffe der Pigmentfarben-Industrie.** Mit besonderer Berücksichtigung der einschlägigen Patente. Von Dr. **Rupert Staebli**. Preis M. 6,—; in Leinwand gebunden M. 7,—.

---

**Anilinschwarz** und seine Anwendung in Färberei und Zeugdruck. Von Dr. **E. Noetling**, Direktor der städtischen Chemieschule in Mülhausen i. E., und Dr. **A. Lehne**, Geh. Regierungsrat, Abteilungsvorsitzendem im Kaiserlichen Patentamt. Zweite, völlig umgearbeitete Auflage. Mit 13 Textfiguren und 23 Zeugdruckmustern und Ausfärbungen auf 4 Tafeln. In Leinwand gebunden Preis M. 8,—.

---

**Die Kalkulation und Organisation in Färbereien und verwandten Betrieben.** Ein kurzer Ratgeber für Chemiker, Koloristen, Techniker, Meister und Kaufleute in Färbereien, Druckereien, Bleichereien, Chemisch-Wäschereien, Appreturanstalten, Textilfabriken usw. Von Dr. **W. Zänker**, Leiter der Färberei-Schule in Barmen. In Leinwand gebunden Preis M. 2,40.

---

**Die Apparatefärberei.** Von Dr. **Gustav Ullmann**. Mit 128 Textfiguren. In Leinwand gebunden Preis M. 6,—.

---

**Apparatefärberei.** Von **E. J. Heuser**. Mit ca. 160 Textfiguren. Erscheint im Frühjahr 1913.

---

**Die Farbmischungslehre und ihre praktische Anwendung.** Von **Karl Mayer**, Chemiker-Kolorist. Mit 17 Textfiguren und 6 Tafeln. Preis M. 4,—; in Leinwand gebunden M. 4,80.

---

	Seite		Seite
Verschleierung der Farben . . . . .	230	Weingeist . . . . .	104
Verseifung der Fette . . . . .	143	Weinsäure . . . . .	78
Verwandtschaftskraft, chemische . . . . .	19	Weinstein . . . . .	78
Verwitterung . . . . .	12, 44	„Weißfärberei“ des Tuches . . . . .	250
Viskoid . . . . .	203	Weizenmehl . . . . .	231
Viskose . . . . .	202, 272	Weizenstärke . . . . .	208
Viskoseseide . . . . .	203	Wertigkeit der Elemente . . . . .	23
Vollappretur . . . . .	295	Wolle . . . . .	181
Volumprozent . . . . .	61	Wollfett . . . . .	149
Volumgewicht . . . . .	43	Wollfettleine . . . . .	168
Vulkanisierung . . . . .	116, 269	Wollgarnwäsche . . . . .	182
Wachsarten . . . . .	148	Wollgewebe, Appretur der . . . . .	303
Wachseleinwand . . . . .	266	—, Waschen der . . . . .	183
Wäscherei . . . . .	4	Wollöle . . . . .	167
Wäschereinigung . . . . .	175	Wollschmelzöle . . . . .	167
Walken . . . . .	185, 304	Wollschweiß . . . . .	149
Walkerde . . . . .	260	Wollwäsche . . . . .	182
Walrat . . . . .	149	Xanthoproteinreaktion . . . . .	188
Walzenpresse . . . . .	305	Xylol . . . . .	113
Waschanstalten, Arbeiten in . . . . .	103	Zelluloid . . . . .	72, 199
Waschtheit, Prüfung auf . . . . .	314	Zellulose . . . . .	198
Waschen der Wolle . . . . .	182	Zellulosenitrate . . . . .	72, 199
— des Wollgarnes . . . . .	182	Zellulosepräparate . . . . .	198
— wollener Gewebe . . . . .	183	Zellulosetriazetat . . . . .	200
Waschmaschinen . . . . .	177, 183, 184, 293	Zellulose-Xanthogensäure . . . . .	202
Waschmittel . . . . .	3	Zentralwalke . . . . .	186
— pflanzlicher Natur . . . . .	171	Zentrifugen . . . . .	293
Waschpräparate . . . . .	173	Zeresin . . . . .	150
Waschpulver . . . . .	173	Zeugdruck . . . . .	1
Wasch- und Bleichpulver . . . . .	173	Zinkchlorid . . . . .	262, 285
Wasser . . . . .	43	Zinkhydrochlorit . . . . .	125
Wasserbad . . . . .	8	Zinkoxyd . . . . .	262
Wasserdampfdruck . . . . .	45	Zinksulfat . . . . .	261, 282
Wasserdichtmachende Mittel . . . . .	3, 266	Zinkvitriol . . . . .	261, 282
Wasserglas . . . . .	98, 264, 276	Zinkverbindungen, Nachweis von . . . . .	262
Wasserkalender . . . . .	294	Zinkweiß . . . . .	262
Wasserkorrektur . . . . .	57	Zinnober . . . . .	283
Wasserreinigung . . . . .	55	Zinnwolframat . . . . .	270
Wasserstoff . . . . .	31	Zitronensäure . . . . .	79
Wasserstoffsperoxyd . . . . .	133, 286	Zyklische Verbindungen . . . . .	113
Wasserstoffsperoxydechtheit, Prüfung auf . . . . .	315	Zylinderpresse . . . . .	305
Weberei . . . . .	1	Zylinderwalke . . . . .	185
Wechselersetzung, chemische . . . . .	26	Zymase . . . . .	104

### Druckfehler-Berichtigung.

Seite	30,	Zeile	16	≡ PO	statt = PO
„	94,	„	1	leichtlöslich	„ lösleicht lich
„	109,	„	36	150 und 300 <sup>o</sup>	„ 130 und 150 <sup>o</sup>
„	135,	„	10	Natriumperborat	„ Natriumsperoxyd
„	276,	Anm.	2	CaH <sub>4</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	„ CaH <sub>2</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>
„	277,	Zeile	14	Na <sub>2</sub> SnO <sub>3</sub>	„ Na <sub>2</sub> Sn <sub>3</sub> O
„	277,	„	17	Na <sub>2</sub> SnO <sub>3</sub>	„ Na <sub>2</sub> SnO <sup>3</sup>