

LEHRBUCH DER LEBENSMITTEL- CHEMIE

VON

DR. J. TILLMANS

O. Ö. PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT
DIREKTOR DES UNIVERSITÄTSINSTITUTS FÜR NAHRUNGSMITTEL-CHEMIE UND
DES STÄDT. NAHRUNGSMITTEL-UNTERSUCHUNGSAMTES IN FRANKFURT A. M.

MIT 67 ABBILDUNGEN IM TEXT



SPRINGER-VERLAG
BERLIN HEIDELBERG GMBH
1927

VERLAG VON J. F. BERGMANN IN MÜNCHEN 27

Lehrbuch der Mikrochemie

Von

Friedrich Emich

Ordentlicher Professor an der Technischen Hochschule Graz
Korresp. Mitglied der Akademie der Wissenschaften Wien

Zweite, gänzlich umgearbeitete Auflage

Mit 83 Textabbildungen. XII, 274 Seiten

1926. RM 16.50, gebunden RM 18 60

Aus den Besprechungen: Es ist sehr erfreulich, daß dieses Buch, welches mehrere Jahre hindurch vergriffen war, in einer stark erweiterten und vermehrten Auflage wieder erschienen ist. Das Werk ist im großen und ganzen orientiert nach den Bedürfnissen des reinen Chemikers und wenn die physiologisch und toxikologisch wichtigen Stoffe nicht besonders behandelt werden, so finden sich doch überall Hinweise auf die Literatur. Gerade durch diese umfangreichen Angaben, die auf das Schrifttum verweisen, ist das Buch für jeden Forscher, der sich wissenschaftlich mit der Mikrochemie beschäftigt, unentbehrlich. Es ist aber gleichzeitig ein vortreffliches Lehrbuch, aus dem nicht nur die historische Entwicklung vielfach zu ersehen ist, sondern in dem z. B. durch ein besonderes Zeichen auf Themen hingewiesen wird, die eine weitere Durcharbeitung verdienen. Nachdem in den letzten Jahren die mikrochemischen Methoden so rasch und so umfassend Eingang in die Physiologie gefunden haben, ist für uns ein Werk von ganz besonderem Wert, bei dem einmal die Mikrochemie von allgemeineren Gesichtspunkten aus behandelt wird.

„Berichte über d. ges. Biologie, Abt. B.“

Mikrochemisches Praktikum

Eine Anleitung zur Ausführung der wichtigsten mikrochemischen Handgriffe, Reaktionen und Bestimmungen mit Ausnahme der quantitativen organischen Mikroanalyse

Von

Friedrich Emich

Ordentlicher Professor an der Technischen Hochschule Graz
Korresp. Mitglied der Akademie der Wissenschaften Wien

Mit 77 Abbildungen. XIV, 174 Seiten. 1924. RM 6.60

... „Mit der Abfassung dieses Buches ist es Emich gelungen, zugleich ein Lehrbuch und einen Leitfaden zu schaffen, der einerseits berufen ist, im Unterrichte als Richtschnur zu dienen, andererseits den Anfänger befähigt, bei genauer Befolgung der Vorschriften sich in kurzer Zeit in dieses neue Arbeitsgebiet einzuarbeiten.“

„Pharmazeutische Monatshefte“.

**LEHRBUCH DER
LEBENSMITTELCHEMIE**

LEHRBUCH DER LEBENSMITTEL- CHEMIE

VON

DR. J. TILLMANS

O. Ö. PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT
DIREKTOR DES UNIVERSITÄTSINSTITUTS FÜR NAHRUNGSMITTEL-CHEMIE UND
DES STÄDT. NAHRUNGSMITTEL-UNTERSUCHUNGSAMTES IN FRANKFURT A. M.

MIT 67 ABBILDUNGEN IM TEXT



SPRINGER-VERLAG BERLIN HEIDELBERG GMBH

1927

ISBN 978-3-662-29817-6 ISBN 978-3-662-29961-6 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-29961-6

Alle Rechte,
insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten.
Copyright 1927 by Springer-Verlag Berlin Heidelberg
Ursprünglich erschienen bei J.F. Bergmann in München 1927

Vorwort.

Die Lebensmittelchemie ist eine angewandte Wissenschaft, welche sich für ihre Erkenntnisse der verschiedensten Wissenschaften bedienen muß. Die Hauptrolle spielen dabei natürlich die einzelnen Zweige der Chemie, die anorganische, organische, analytische, allgemeine und physikalische, sowie Kolloid-Chemie. Bei den pflanzlichen Lebensmitteln ist neben der Chemie die Botanik von wesentlicher Bedeutung. Für die Erläuterung der Wirkung normaler Lebensmittel auf den Organismus spielen auch Teilgebiete der Physiologie in die Lebensmittelchemie hinüber, so vor allem die Ernährungslehre. Die Nahrungsmittelchemie hat sich aber nicht nur mit der Wirkung der normalen Lebensmittel auf den Organismus zu befassen, sondern auch, unbeschadet der Zuständigkeit des Arztes für alle Fragen der Gesundheit, zu zeigen, ob, wodurch und in welcher Weise Krankheiten durch den Genuß von Lebensmitteln entstehen können. Daher ist auch die Hygiene und Bakteriologie für lebensmittelchemische Betrachtungen vielfach wichtig. Ich weise hierfür nur auf die Kapitel Fleischvergiftung, Milchhygiene und Wasser hin. Die Kenntnis über Lebensmittelschädlinge bringt sogar einen gewissen Zusammenhang mit der Zoologie und schließlich muß ein Lehrbuch der Lebensmittelchemie zweckmäßig auch diejenigen Gesetze angeben, welche für die Beurteilung von Nahrungs- und Genußmitteln und den Verkehr mit ihnen die Voraussetzung sind.

Auf vielen Teilgebieten der Nahrungsmittelchemie haben sich in den letzten Jahren wesentliche Wandlungen in den Anschauungen vollzogen. Man hat bei der Ernährungslehre die Bedeutung der Vitamine kennen gelernt, und in allerletzter Zeit beginnt das Dunkel, welches noch über der chemischen Beschaffenheit dieser Stoffe ausgebreitet lag, sich allmählich zu lichten. Auch in der Erkenntnis der Enzyme beginnt es, dank der neuen emsigen Forschungen, zu tagen. Es ist hiernach in keiner Weise mehr berechtigt, die Enzyme, wie es bisher meist geschehen ist, den proteinähnlichen Körpern zuzuzählen; ich habe sie deshalb auch als besondere Körperklasse behandelt. Bei den Proteinen mehren sich in der jüngsten Zeit die Stimmen derjenigen Forscher, welche die klassische Theorie von Emil Fischer über den Aufbau der Proteine ablehnen. Die neuen Anschauungen und Forschungen nehmen an, daß im Proteinmolekül ringförmige Gebilde vorhanden sind, und daß diese verhältnismäßig einfachen Gebilde durch Nebenvalenzen zu hochmolekularen Komplexen verknüpft werden. Diese Auffassung vermag zwanglos die große Labilität und Reaktionsfähigkeit dieser vielgestaltigen Körper zu deuten, was nach den bisherigen Anschauungen auf größte Schwierigkeiten stieß. Auch bei den Polysacchariden kommt die moderne Forschung zu ähnlichen Ansichten. Auch hier scheinen Assoziationen von verhältnismäßig einfachen Elementarmolekülen vorzuliegen. Durch Neuberg und seine Schüler ist ferner die Chemie der Gärungsvorgänge erforscht worden. Noch auf manchen anderen Gebieten der Lebensmittelchemie haben sich wichtige neue Befunde ergeben.

In dem vorliegenden Lehrbuche habe ich versucht, diese wichtigen neuen Auffassungen unter Benutzung der neuesten Erkenntnisse zur Darstellung zu bringen.

Bei der Milch hielt ich es für wichtig, neben den Angaben über deren Zusammensetzung und Eigenschaften in einem Kapitel „Milchhygiene“ die Gefahren der Milch und ihre Bekämpfung, sowie die Entwicklung der Milchversorgung der Großstädte unter Darlegung aller der Gesichtspunkte zu schildern, die in den letzten Jahren so emsig diskutiert worden sind. Für den Nahrungsmittelchemiker und Verwaltungsbeamten sind sie zur Beantwortung der Frage nach der besten Art der Milchversorgung der Großstädte von größter Bedeutung.

Beim Wasser bin ich mit meinen Mitarbeitern an den modernen Forschungen wesentlich beteiligt. Ich habe mich deshalb besonders bemüht, im Kapitel „Wasser“ die Vorgänge der Enteisung, der Entmanganung, der Vereisung des Wassers, des Verrostens und der Zerstörung der eisernen Leitungsrohre entsprechend den neuesten Forschungen und entsprechend meinen heutigen Auffassungen ausführlich zur Darstellung zu bringen.

Besonderen Wert habe ich auch auf die Beschreibung der Herstellung von Lebensmitteln gelegt und die Methoden der Herstellung durch zahlreiche Abbildungen zu erläutern versucht. Die Kenntnis des Werdeganges der Lebensmittel ist die notwendige Voraussetzung für ihre richtige Beurteilung.

Da das Nahrungsmittelgesetz die Grundlage des ganzen Verkehrs mit Nahrungs- und Genußmitteln ist, habe ich es an die Spitze gestellt. Die Schaffung des Buches fiel nach dieser Richtung in eine ungünstige Zeit, in dem nämlich gerade das neue Lebensmittelgesetz beraten und diskutiert wurde. Mittlerweile ist das Gesetz verabschiedet worden und am 1. Oktober 1927 in Kraft getreten. In den Nachträgen dieses Buches hat es noch im Wortlaut Berücksichtigung gefunden. Im übrigen ist es kein Nachteil, daß die Ausführungen über das alte Nahrungsmittelgesetz, welches am 1. Oktober außer Kraft getreten ist, an der Spitze des Buches stehen blieben, denn viele der dort gemachten Ausführungen gelten auch noch für das neue Lebensmittelgesetz. Außerdem ist die Kenntnis des alten Gesetzes für das Verständnis des neuen Gesetzes durchaus zweckmäßig. Da das neue Lebensmittelgesetz die Reichsregierung ermächtigt, mit Zustimmung des Reichsrats im Verordnungswege Vorschriften für die normale Zusammensetzung der Lebensmittel zu erlassen, habe ich alles diesbezügliche bis jetzt vorliegende Material, welches voraussichtlich die Grundlage für diese Beschlüsse bilden wird, nämlich die Entwürfe des Reichsgesundheitsamtes über Lebensmittel und die Vereinbarungen des Vereins Deutscher Nahrungsmittelchemiker mit der Industrie, jedesmal hinter dem betreffenden Kapitel zum Abdruck gebracht.

Das Buch wendet sich naturgemäß in erster Linie an Nahrungsmittelchemiker und angehende Nahrungsmittelchemiker. Es wird aber auch vielen anderen Berufen mancherlei Nützliches bieten, so den auf anderen Gebieten der Chemie arbeitenden praktischen Chemikern, den inneren Medizinern, den Kinderärzten, Hygienikern, Tierärzten, Apothekern und Verwaltungsbeamten. Ebenso werden auch die Nahrungsmittelfabrikanten und -Händler wie die Ingenieure des Nahrungsmittelfaches einiges Brauchbare in dem Buche für ihre Zwecke finden können.

So hoffe ich denn, daß das Buch eine freundliche Aufnahme und eine weite Verbreitung finden wird. Dem Verlage von J. F. Bergmann-München gebührt mein Dank für die schöne Ausstattung des Buches und das verständnisvolle Eingehen auf alle meine Wünsche.

Frankfurt a. M., im Oktober 1927.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	1
Erster Abschnitt.	
Gesetz, betreffend den Verkehr mit Nahrungsmitteln, Genußmitteln und Gebrauchsgegenständen vom 14. Mai 1879 (RGBl. S. 145).	
Die Ergänzungsgesetze und die Petroleumverordnung zu § 5	2
Das Blei- und Zinkgesetz	2
Das Farbensgesetz	2
Die Ergänzungsgesetze und die Petroleumverordnung zu § 5	2
Das Farbensgesetz	2
§ 10	3
Begriffe. Verfälschen. Nachmachen. Verdorbenheit	3
Beanstandung eines Lebensmittels auf Grund des § 10	4
Gesundheitsschädliche Lebensmittel	4
Bekanntmachung gegen irreführende Bezeichnung von Nahrungs- und Genuß- mitteln vom 16. Juni 1926 (RGBl. S. 588)	4
Das geplante neue Lebensmittelgesetz	5
Verordnung über die äußere Kennzeichnung von Waren	5
Zweiter Abschnitt.	
Die Nährstoffe.	
Die Proteinstoffe (Eiweißkörper)	7
Zusammensetzung und Konstitution der Proteine	7
Aminosäuren	8
Eigenschaften der Aminosäuren	9
Bau der Proteinstoffe	10
Eigenschaften der Proteinstoffe	15
Färbungsreaktionen	15
Fällungsreaktionen	17
Einteilung der Proteinstoffe	17
Einfache, genuine, native Proteinstoffe. 1. Protamine. 2. Albumine S. 17. 3. Globuline S. 18. 4. Alkohollösliche Proteinstoffe	18
Zusammengesetzte Proteinstoffe. 1. Nucleoverbindungen. 2. Glukoproteide. 3. Chromoproteide	18
Denaturierte Proteinstoffe. 1. Koagulierte Proteinstoffe. 2. Acid- und Alkali- albuminate. 3. Albumosen und Peptone. 4. Toxische Proteinstoffe	19
Proteinähnliche Körper oder Albuminoide	20
Gehalt der Proteinstoffe an Aminosäuren auf Grund der bisher vor- liegenden Forschungsergebnisse	20
Die Fette	22
Das Glycerin	23
Die Fettsäuren	23
Die in den natürlichen Fetten vorkommenden Säuren der Essigsäurereihe $C_nH_{2n}O_2$ Ungesättigte Fettsäuren	23 24
Die Lipoide	24
Die Sterine	24
Lecithine oder Phosphatide	25

	Seite
Sonstige Bestandteile und Eigenschaften der Fette und Öle	26
Das Ranzigwerden der Fette	26
Trocknen der Öle	28
Die Kohlenhydrate	29
Hexosen	31
Konstitution der Hexosen	31
Eigenschaften und Verhalten der Hexosen	31
Die wichtigsten natürlichen Hexosen	32
1. Aldosen	32
a) Glucose	32
b) d-Mannose	33
c) d-Galaktose	33
2. Ketosen	33
a) d-Fructose	33
b) Sorbose oder Sorbinose	33
Die zu den Hexosen gehörigen wichtigsten Alkohole	33
a) Der Mannit	34
b) Der Sorbit	34
c) Dulcit	34
Monosaccharide (Konfigurationsformeln)	35
Pentosen	35
1. l-Arabinose	35
2. Die Xylose	35
Biosen oder Disaccharide	36
1. Der Rohr- oder Rübenzucker	36
2. Der Milchzucker oder die Lactose	36
3. Malzzucker oder Maltose	37
4. Die Melibiose	37
5. Cellose oder Cellobiose	37
6. Trehalose	37
Triosen, Trisaccharide, Tetrasaccharide	37
Bisaccharide (Konfigurationsformeln)	38
Polyosen oder Polysaccharide	38
Die Stärke	39
Die Cellulose	41
Nitrocellulosen S. 41. Celluloid	42
Das Glykogen oder die Leberstärke	42
Inulin	42
Lichenin	43
Dextrine	43
Den Polysacchariden nahestehende Stoffe	44
Hemicellulosen	44
Pflanzengummi	44
Die Pflanzenschleime	44
Die Pektinstoffe	45
Lignin und Cutin	46
Übersicht über die Kohlenhydrate	47
Die Mineralstoffe	47
Andere in den Nahrungs- und Genußmitteln vorkommende Stoffe	48
Enzyme (Fermente)	48
Organische Säuren	51
Glucoside	53
Gerbstoffe	54

Dritter Abschnitt.

Ernährungslehre.

Bestimmung des Nährwertes	54
Kalorischer Nährwert der wichtigsten Nahrungsmittel	56
Sonderstellung der Stickstoffsubstanz	59

	Seite
Der Kalorienbedarf	59
Geldnährwerteinheiten	60
Biologische Wertigkeit der Proteine	60
Bedeutung der Mineralstoffe	62
Sättigungsvermögen der Nahrungsmittel	62
Vegetarische Ernährung	62
Die Vitamine	63
Der Vitaminfaktor A	65
Der Vitaminfaktor B	67
Der Vitaminfaktor C	67
Der Gehalt der wichtigsten Lebensmittel an den Vitaminfaktoren A, B und C	68

Vierter Abschnitt.

Animalische Nahrungsmittel.

Das Fleisch	71
Anatomische Beschaffenheit des Muskelfleisches der Säugetiere	71
Chemische Zusammensetzung des Fleisches	72
Das Protein	72
Das Fett	73
Die Salze	73
Die stickstoffhaltigen Extraktivstoffe	73
Stickstofffreie Extraktstoffe	75
Das Hämoglobin	75
Die Vitamine	75
Abhängigkeit der Zusammensetzung des Fleisches von verschiedenen Faktoren	75
Die Schlachtabfälle	76
Das Blut	76
Die inneren Organe	78
Därme	78
Die Knochen	78
Die Fische	79
Fischgift	80
Einige Proben zur Unterscheidung von frischen und alten Fischen	81
Würste	81
Einfluß des Kochens und Bratens	82
Fleischfehler und -parasiten	82
(Schmeißfliege. Fäulnisbakterien. Leuchtbakterien. Bacterium cyanogenes. Schimmelpilze. Finnen. Trichinen.)	
Fleischvergiftung	84
Die Fleischkonservierung	85
Das Pökelfverfahren	85
Das Räucherverfahren	86
Das Kälteverfahren	86
Gefrierfleisch	86
Die Trocknung des Fleisches	88
Die Büchsenkonserven	88
Zusatz von Konservierungsmitteln	89
Fleischpräparate	90
Fleischextrakt	90
Fleischextraktersatz	91
Fleischpeptone	92
Fleischbrühwürfel und Fleischbrüherersatzwürfel	92
Bundesratsverordnung	93
Würzen	93
Fleischersatz	93
Fleischbeschaugesetz	94
Eier	95
Hühnereier	95
Zusammensetzung der Hühnereier	95
Verderben und Konservierung der Eier	97

	Seite
Das Kälteverfahren	97
Umhüllung oder Imprägnierung	97
Das Einlegen in sterile Substanzen	97
Das Kalkverfahren	98
Das Wasserglasverfahren	98
Eierprüfung	98
Trockenei	99
Ei-Ersatz	100
Kaviar	101
Die Milch	102
Äußere Beschaffenheit und Verhalten der Milch	102
Zusammensetzung der Milch	104
Die Säure. Das Casein S. 104. Das Albumin. Das Globulin. Die Enzyme S. 105. Das Fett. Der Milchzucker. Die Asche. Gase. Vitamine	107
Die Zerteilung der Milchbestandteile	108
Bakterien und Krankheitserreger in der Milch	108
Einflüsse auf die Zusammensetzung der Milch	109
Colostralmilch. Milch von frischmelken Tieren. Milch von altemelken Tieren. Individualität. Rasse. Fütterung S. 110. Alter. Art des Melkens. Sonstiges. Einfluß von Krankheiten	111
Milchkonservierung	112
Pasteurisierung. Konservierungsmittel. Wasserstoffsperoxyd S. 112. Form- aldehyd. Neutralisierung der Milch durch Natron oder Soda	113
Milchfehler	114
Rote Milch. Salzige Milch. Grießige oder sandige Milch. Schleimige oder fadenziehende Milch. Sonstige Fehler	114
Andere Milcharten	115
Die Frauenmilch. Frauenmilchersatz. Die Ziegenmilch. Schaf- und Stutenmilch	116
Milchhygiene	116
Die Gefahren der Milch	116
Rindertuberkulose S. 116. Maul- und Klauenseuche und Mastitis. Menschen- tuberkulose. Typhus, Typhusträger. Gefahren der Zersetzung. Gefahren der Verfälschung	117
Milchproduktion	118
Stallhygiene	118
Hygienische Milchgewinnung	118
Der Transport	119
Molkereimäßige Behandlung der Milch	119
Schmutzzentrifugen. Hoherhitzung. Dauerpasteurisierung	120
Vorteile der Dauererhitzung	121
Rohe oder erhitzte Milch?	122
Die Milchversorgung der Großstädte von den Vorkriegszeiten bis heute	124
Die Verhältnisse vor dem Kriege	124
Die Milchversorgung im Kriege	124
Die Entwicklung nach dem Kriege	124
Die in jedem Falle anzustrebenden Ziele	126
Erstrebtes Reichsmilchgesetz und Polizeiverordnungen über den Verkehr mit Milch	126
Milchkontrolle	127
Die aus Milch hergestellten Erzeugnisse	127
Rahm, Sahne	128
Magermilch und Buttermilch	129
Kondensmilch	129
Trockenmilch oder Milchpulver	130
Kumys und Kefir	133
Molken	134
Milchzucker	134
Milcheiweiß und Molkeneiweiß	134
Yoghurt	134
Käse	135
Die Herstellung des Käses	135
Biologische und chemische Vorgänge bei der Reifung	135
Zusammensetzung der Käse	137

Käsefehler	Seite 138
Blähen. Glasiger Käse. Bitterer Käse S. 138. Verschiedene farbige Flecken.	
Überreife Käse. Vergiftungserscheinungen. Krankheitserreger S. 139. Tierische Parasiten	140
Margarinekäse	140
Unterscheidung der verschiedenen Käsesorten	140
Grundsätze des Reichsgesundheitsamtes	141

Fünfter Abschnitt.

Die Fette und Öle.

Einteilung	143
Die tierischen Fette	143
Die Butter	143
Gewinnung	144
Zusammensetzung	145
Bakterien	146
Butterfehler	146
Ranzigwerden. Vertalgen. Sonstige Fehler	146
Nährwert	147
Butterfälschung	147
Das Fett der landwirtschaftlichen Haustiere	147
Das Schweineschmalz	148
Herstellung	148
Handelsmarken	148
Zusammensetzung	149
Verfälschung	150
Talg	150
Zusammensetzung	150
Gänsefett	151
Zusammensetzung	151
Das Fett der Fische	151
Zusammensetzung	152
Die Pflanzenfette	152
Pflanzenöle	152
Herstellung	152
Zusammensetzung	153
Trocknende Öle	153
Die wichtigsten Pflanzenöle	154
Olivenöl. Erdnußöl. Sesamöl S. 154. Baumwollsaatöl. Leinöl. Mohnöl. Rüböl	155
Die gehärteten Pflanzenöle	155
Die festen Pflanzenfette	157
Cocosfett	157
Palmfett	158
Ölersatz	158
Mischungen verschiedener Fettarten	159
Margarine	159
Herstellung	159
Zusammensetzung, Nährwert	161
Gesundheitsschädliche Margarine	161
Kunstspeisefett	161
Grundsätze des Reichsgesundheitsamtes	162
I. Begriffsbestimmungen	162
II. Verbote zum Schutze der Gesundheit	163
III. Grundsätze für die Beurteilung	164
Gesetz, betr. den Verkehr mit Butter, Käse, Schmalz und deren Ersatzmittel vom 15. Juni 1897 (RGBl. S. 475) (Margarinegesetz)	165

Sechster Abschnitt.

Pflanzliche Nahrungsmittel.

	Seite
Die Getreidefrüchte	166
Herstellung	166
Zusammensetzung	167
Der Wassergehalt. Stärke. Sonstige Kohlenhydrate. Protein S. 167. Leukosin.	
Die Enzyme. Mineralstoffe S. 168. Vitamine	169
Die Haltbarkeit	169
Bewertungsnormen	169
Getreidefehler und -krankheiten	169
Fremde Getreidekörner. Unkrautsamen. Brand. Mutterkornpilz S. 170. Aus-	
wachsen. Trunkenes Getreide. Kornwurm	171
Die einzelnen Getreidearten	171
Weizen S. 171. Roggen S. 172. Gerste. Hafer S. 173. Mais. Reis S. 174.	
Hirse. Buchweizen	175
Zusammensetzung der wichtigsten Getreidearten und Hülsenfrüchte	175
Die Hülsenfrüchte	176
Zusammensetzung	176
Die wichtigsten Hülsenfrüchte	176
Bohnen S. 176. Erbsen. Linsen. Sojabohnen S. 178. Lupinen	179
Die Müllerei	179
Bau des Getreidekornes	179
Ausmahlung	179
Vorreinigung	180
Hauptreinigung	180
Vermahlung	180
Mühlenerzeugnisse	181
Die Mehle	182
Backfähigkeit	182
Mehlfehler und -krankheiten	183
Geschliffenes Mehl. Mehl von ausgewachsenem Korn. Warmwerden S. 183.	
Verschimmeln. Mehlwurm. Mehlmotte	184
Die einzelnen Mehlarnten	186
Weizenmehl S. 186. Roggenmehl. Gerstenmehl und Gerstengraupen. Hafer-	
mehl S. 187. Maismehl und -grieß. Reismehl. Buchweizenmehl. Leguminosen-	
mehle	188
Stärkemehle	188
Weizenstärke. Reisstärke. Maisstärke. Kartoffelstärke S. 188. Palmstärke.	
Mannihot- oder Tapiokastärke. Kartoffelwalmehl	189
Die mittlere Zusammensetzung in Prozenten der Mehl- und Stärkearten	189
Suppenmehle	189
Puddingpulver	190
Allgemeine Anhaltspunkte für die Beurteilung von Mehlen	190
Das Brot	190
Die Teigbereitung	190
Die Teiglockerung	192
Die Hefe	192
Herstellung. Anforderungen und Art der Anwendung	192
Der Sauer Teig	192
Backpulver	193
Backpulverarten S. 194. Triebkraft und Zersetzung. Gute und schlechte	
Backpulver	195
Der Backprozeß	196
Die chemischen Umsetzungen beim Backen	196
Veränderungen des Brotes beim Aufbewahren	198
Brotkrankheiten und -fehler	198
Schimmeln. Fadenziehendwerden S. 198. Rotes Brot. Backfehler	200
Die verschiedenen Brotsorten	200
Zusammensetzung der wichtigsten Brotsorten	201
Weißes oder schwarzes Brot	201

	Seite
Teigwaren	203
Kuchen, Torten und ähnliche Backerzeugnisse	204
Zucker	204
Eigenschaften	205
Die Zuckerfabrikation	205
Die Fabrikation des Kolonialzuckers	205
Die Zuckerfabrikation aus Rüben	206
Raffinierung und Bläuung	207
Melasseverwertung und -entzuckerung	208
Der Stärkezucker und -sirup	208
Invertzucker	209
Honig und Kunsthonig	210
Herstellung, Arten und Eigenschaften	210
Zusammensetzung	210
Kunsthonig	211
Begriffsbestimmungen	212
Grundsätze für die Beurteilung	212
Zuckerwaren	212
Bonbons S. 212. Pralinen. Fondant. Marzipan und Ersatz	213
Leitsätze des Vereins deutscher Nahrungsmittelchemiker	213
Speiseeis	214
Künstliche Süßstoffe	214
Das Benzoessäuresulfimid (Saccharin)	215
Das Dulcin	216
Der Süßungsgrad	216
Das Glucin	217
Süßstoffgesetz	217
Obst	218
Frisches Obst	218
Zusammensetzung	218
Nährwert	221
Die chemischen Vorgänge bei der Reife und bei der Nachreife	221
Obstkrankheiten	221
Obsterzeugnisse	222
Haltbarmachung von Obst im Haushalt (Weckverfahren)	222
Trockenobst	223
Kandieren	224
Früchte in Zuckerlösung	224
Chemische Konservierungsmittel	224
Dunstobst	224
Essig- und Branntweinfrüchte	225
Fruchtsäfte	225
Marmeladen, Muse, Jams, Konfitüren	226
Gelees	227
Leitsätze für die Beurteilung des Vereins deutscher Nahrungsmittelchemiker	229
Obstkrout, Rübenkrout	231
Beschlüsse des Vereins deutscher Nahrungsmittelchemiker	231
Gemüse	232
Zusammensetzung	232
Wassergehalt. Stickstoffsubstanz S. 232. Kohlenhydrate S. 233. Schwefelhaltige Körper. Fett. Säuren. Farbstoffe S. 234. Die Mineralstoffe. Die Vitamine	235
Fehlerhafte Zubereitung	236
Gemüsekonserven	236
Trockengemüse	236
Gärungsgemüse	237
Das Sauerkraut	237
Die grünen Schnittbohnen (Vitsbohnen)	238
Saure Gurken	239
Gemüsekonserven in Büchsen	240

	Seite
Kartoffeln	241
Zusammensetzung	241
Gesichtspunkte für die Kartoffellagerung	243
Kartoffelkrankheiten	244
Pilze	244
Wachstum. Fortpflanzung und Arten der Pilze	245
Zusammensetzung	245
Giftige Pilze	248

Siebenter Abschnitt.

Die alkaloidhaltigen Genußmittel.

Kaffee	249
Der Kaffeebaum	249
Krankheiten des Kaffeebaumes	250
Gewinnung der Bohnen	250
Das Rösten	251
Glasierter und kandierter Kaffee	251
Zusammensetzung	252
Die chemischen Umsetzungen beim Rösten	253
Die Ursache des Kaffeearomas	253
Coffeinfreier Kaffee	253
Grundsätze des Reichsgesundheitsamtes	254
Kaffee-Ersatz	255
Zichorienkaffee	256
Rübenkaffee	256
Feigenkaffee	256
Getreidekaffee	256
Sonstige Kaffee-Ersätze	256
Die Zusammensetzung	257
Grundsätze des Reichsgesundheitsamtes	257
Der Tee	258
Gewinnung des Tees	259
Zusammensetzung	260
Tee-Ersatz	261
Kakao und Schokolade	262
Verarbeitung der Kakaobohnen	262
Herstellung der Kakaomasse	263
Herstellung von Kakaopulver	264
Herstellung von Schokolade	266
Zusammensetzung	267
Kakaoschalen	269
Chemische Veränderungen bei Herstellung der Kakaoerzeugnisse	269
Beschlüsse des Vereins deutscher Nahrungsmittelchemiker	270
Tabak	272
Herstellung	272
Zusammensetzung	273
Veränderungen der Bestandteile bei der Fermentation	274
Zusammensetzung des Tabakrauches	274

Achter Abschnitt.

Die alkoholischen Genußmittel.

Das Wesen der alkoholischen Gärung	275
Hefen	275
Die Ursache der Gärung	276
Die chemischen Vorgänge	276
Andere Gärungen	277
Nebenprodukte der alkoholischen Gärung	278
Wein	278
Weinbereitung	278

	Seite
Zuckerung	280
Entsäuerung durch kohlen-sauren Kalk	281
Krankheiten des Weinstockes	281
Krankheiten des Weines	282
Süd-, Süß- oder Dessertweine	284
Schaumweine	285
Obstweine und sonstige weinähnliche Getränke	285
Die chemische Zusammensetzung des Weines	286
Die chemischen Umsetzungen beim Entstehen des Weines	288
Weingesetz vom 7. April 1909 in der Fassung vom 1. Februar 1923	291
Bestimmungen zur Ausführung des Weingesetzes	293
Bier	288
Die Rohstoffe	298
Die Malzbereitung	299
Der Brauvorgang	300
Biersorten	302
Bierkrankheiten und -fehler	303
Zusammensetzung	303
Die Bedeutung des Wassers für die Bierbereitung	305
Biersteuergesetz vom 9. Juli 1923	306
Branntweine und Liköre	306
Weinbrand, Kognak	306
Rum	307
Arrak	308
Obstbranntwein	309
Kornbranntweine	309
Die gewöhnlichen Trinkbranntweine	310
Liköre	311
Andere alkoholische Flüssigkeiten	311
Branntweinmonopolgesetz vom 8. April 1922	312
Beschlüsse des Vereins deutscher Nahrungsmittelchemiker	313
Alkoholfreie Getränke	316
Die Mineralwässer	316
Die Frucht- und Brauselimonaden	318
Die künstlichen Limonaden	318
Alkoholfreie Weine, Biere und sonstige Getränke	319

Neunter Abschnitt.

Die Würzmittel.

Essig	320
Gärungsessig	321
Herstellung S. 321. Weinessig. Der Verlauf der Essiggärung. Andere Stoffe im Gärungsessig	322
Holzessig	323
Carbidessig	323
Unterscheidung der verschiedenen Essigarten	324
Verfälschung, Verunreinigung, Verdorbenheit	324
Grundsätze des Reichsgesundheitsamtes	325
Kochsalz	326
Gewürze	328
Die ätherischen Öle	328
Verfälschungen	329
Die wichtigsten Gewürze	330
Blätter- und Blütenteile	330
Lorbeerblätter. Majoran. Kapern S. 330. Safran. Gewürznelken	331
Früchte und Samen	322
Umbelliferenfrüchte	332
Andere Früchte und Samen	332
(Kardamomen. Muskatnuß S. 332. Muskatblüte. Paprika. Pfeffer S. 333. Piment. Vanille S. 334. Senf. Mostrich	335

	Seite
Unterirdische Pflanzenteile	335
Ingwer	335
Rinden	335
Zimt	335
Zehnter Abschnitt.	
Das Wasser.	
Wasserversorgung mit Grund- oder Quellwasser	337
Wasserversorgung mit Oberflächenwasser	339
Die Entfernung der Bakterien	340
Die Verfahren der Filtration	340
Die langsame Sandfiltration	340
Die Schnellfiltration	343
Die Verfahren der Sterilisation	343
Das Ozonverfahren	344
Das Chlorverfahren	345
Ultraviolette Strahlen	347
Reinigung des Wassers in anderer als hygienischer Richtung	348
Eisenhaltiges Wasser	348
Nachteile eisenhaltigen Wassers	348
Enteisenung	350
Manganhaltiges Wasser	352
Die Breslauer Katastrophe	352
Nachteile manganhaltigen Wassers	353
Entmanganung	353
Die physikalisch-chemischen Vorgänge in einem Entmanganungsfilter	355
Kohlensäurehaltiges Wasser	355
Entsäuerungsmethoden	356
Das Verhalten sauerstofffreier Wasser gegen Eisen	357
Das Verhalten sauerstoffhaltiger Wasser gegen Eisen	358
Die kalkaggressive Kohlensäure	358
Die rostschutzverhindernde Kohlensäure	360
Die Zusammensetzung der natürlichen Wasser	364
Die Härte	364
Andere gelöste Salze	365
Organische Substanz	365
Gelöste Gase	366
Geschmack des Wassers	366
Nachträge	367
Literaturverzeichnis	372
Sachverzeichnis	374

Einleitung.

Die Lebensmittelchemie ist diejenige Wissenschaft, welche sich mit der Herstellung und Zusammensetzung der Lebensmittel, mit den Veränderungen, welche bei der Zubereitung und Aufbewahrung vor sich gehen und mit den Verfälschungen und Nachmachungen befaßt. Es ist eine merkwürdige Tatsache, daß diese Wissenschaft erst wenige Jahrzehnte alt ist, trotzdem jeder Mensch täglich, um sein körperliches und geistiges Leben zu erhalten, Lebensmittel zu sich nehmen muß. Die Nahrungsmittelchemie teilt dieses Schicksal mit anderen Zweigen der Chemie, z. B. mit der Kolloidchemie. Auch die Kolloidchemie ist verhältnismäßig jung, trotzdem bei der Zubereitung der Speisen, bei der Verdauung und anderen wichtigen Vorgängen im Körper, sowie in vielen Gewerben tagtäglich kolloidchemische Vorgänge sich vor den Augen der Menschen abspielen. Es ist eben eine Eigentümlichkeit des Menschen, daß er sich um dasjenige, was er tagtäglich vor Augen hat, am spätesten bemüht. Das ist vielleicht einer der Gründe für diese merkwürdige Tatsache. Ein weiterer Grund liegt aber wohl auch darin, daß die allgemeine, die anorganische und organische Chemie die Grundlage für diese Spezialwissenschaften bilden, und daß die Grundwissenschaften erst richtig ausgebaut sein mußten, ehe mit Aussicht auf Erfolg an nahrungsmittelchemische sowie an kolloidchemische Probleme herangetreten werden konnte.

Die Lebensmittelchemie ist zu einem wichtigen Faktor im Wirtschaftsleben der heutigen Kulturvölker geworden.

Aus Gründen der Volksgesundheit ist in allen Kulturstaaten der Welt eine scharfe Beaufsichtigung des Verkehrs mit Lebensmitteln gesetzlich verfügt. Die Nahrungsmittelindustrie und der Handel haben, wenn sie nicht mit den Gesetzen in Konflikt geraten wollen, hierauf Rücksicht zu nehmen. Daher müssen diese Wirtschaftsgruppen sich eingehend mit Nahrungsmittelchemie befassen. In ihrem Nahrungsmittelbuch¹ haben die reellen Nahrungsmittelerzeuger und -Händler sich selbst Normen für die normale Beschaffenheit der Lebensmittel gesetzt.

Ansätze zu einer Überwachung des Verkehrs mit Lebensmitteln waren schon im Altertum und besonders in den Hansastädten des Mittelalters vorhanden. Sie gingen aber später wieder ganz verloren und erst der neuesten Zeit gelang es, die Überwachung des Verkehrs mit Lebensmitteln zur allgemeinen Durchführung und Anerkennung zu bringen.

¹ V. Gerlach, Deutsches Nahrungsmittelbuch. Heidelberg 1922.

Erster Abschnitt.

**Gesetz, betreffend den Verkehr mit Nahrungsmitteln,
Genußmitteln und Gebrauchsgegenständen**

vom 14. Mai 1879 (RGBl. S. 145).

Die Grundlage des Verkehrs mit Lebensmitteln in Deutschland ist das Nahrungsmittelgesetz. Es ist von vielen Stellen schon seit langem erkannt worden, daß dieses Gesetz nach den gemachten Erfahrungen und veränderten wirtschaftlichen Verhältnissen einer Verbesserung bedarf. Seit Jahren wird von den verschiedenen amtlichen und privaten interessierten Stellen und Berufsgruppen das neue Lebensmittelgesetz diskutiert. Es liegt ein amtlicher Entwurf vor, der vor kurzem im Reichsrat angenommen worden ist und demnächst dem Reichstag zugehen soll. Es ist also mit dem Inkrafttreten des neuen Gesetzes in nicht zu ferner Zeit zu rechnen. Vorläufig existiert aber immer noch das alte Gesetz, deshalb muß ich in nachstehendem die wichtigsten Bestimmungen des alten Gesetzes besprechen. Daran anschließend soll dann erläutert werden, welche Veränderungen und Verbesserungen das neue Gesetz bringen will.

Zweierlei Gesichtspunkte waren es vornehmlich, welche die Gesetzgeber von 1879 bei Erlaß des Nahrungsmittelgesetzes im Auge hatten, nämlich einmal die Bevölkerung vor Übervorteilung im Verkehr mit Lebensmitteln zu schützen und zweitens Gesundheitsschädigungen durch Lebensmittel zu verhindern.

Die Beamten der Polizei sind befugt, in die Räumlichkeiten, in denen Nahrungs-, Genußmittel oder bestimmte Gebrauchsgegenstände (Spielwaren, Tapeten, Farben, Eß-, Trink- und Kochgeschirr und Petroleum) feilgehalten werden, zu den üblichen Geschäftsstunden einzutreten und Proben zur Untersuchung zu entnehmen. Das Gesetz gestattet den Beamten der Polizei nicht, in die Herstellungsräume einzutreten, das neue Lebensmittelgesetz will den Beamten der Polizei auch diese Berechtigung einräumen.

§ 5 des Gesetzes gestattet der Regierung, mit Zustimmung des Bundesrates zum Schutze der Gesundheit besondere Vorschriften zu erlassen.

Die Ergänzungsgesetze und die Petroleumverordnung zu § 5. Die Bestimmungen des § 5 über die Gebrauchsgegenstände sind in zwei besonderen Reichsgesetzen, nämlich dem Gesetz betreffend den Verkehr mit blei- und zinkhaltigen Gegenständen vom 25. Juni 1887 (RGBl. S. 273) und dem Reichsfarben gesetz vom 5. Juli 1887 (RGBl. S. 277) erweitert worden.

Das Blei- und Zinkgesetz bestimmt in den wichtigsten Bestimmungen folgendes:

Eß-, Trink- und Kochgeschirre sowie Flüssigkeitsmaße dürfen nicht ganz oder teilweise aus Blei und nicht aus einer Metallegierung, die mehr als 10% Blei enthält, hergestellt sein. Im Innern dürfen sie keine Verzinnung, die mehr als 1% und kein Lot enthalten, das mehr als 10% Blei enthält. Eine an solchen Gefäßen vorhandene Emaille und Glasur darf bei halbstündigem Kochen an 4%ige Essigsäure kein Blei abgeben. Druckvorrichtungen von Bier, Siphons für kohlenensäurehaltige Getränke und Metallteile für Kindersaugflaschen dürfen ebenfalls nur 1% Blei enthalten. Für die Herstellung von Mundstücken für Saugflaschen, von Saugringen und von Warzenhütchen dürfen blei- und zinkhaltiger Kautschuk nicht verwendet werden; für Trinkbecher und Spielwaren, für Leitungen von Bier, Wein und Essig darf bleihaltiger Kautschuk nicht verwendet werden. Geschirre und Gefäße zur Verfertigung von Fruchtsäften und Getränken müssen ebenso beschaffen sein wie Eß-, Trink- und Kochgeschirre. Für Konservendbüchsen gilt das gleiche bezüglich der Innenseite. Schnupf-, Kautabak, sowie Käse dürfen nur in Metallfolien verpackt sein, die nicht mehr als 1% Blei enthalten.

Das Farbensgesetz bestimmt in seinen wichtigsten Bestimmungen folgendes:

Farbstoffe und Farzubereitungen, welche Antimon, Arsen, Barium, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Quecksilber, Uran, Zinn, Zink, Gummigutti, Korallin und Pikrinsäure enthalten, dürfen zur Herstellung von Lebensmitteln, die zum Verkauf bestimmt sind, nicht verwendet werden. Gefäße, Umhüllungen und Schutzbedeckungen für die gewerbsmäßige Aufbewahrung und Verpackung von Lebensmitteln, sowie zum Verkauf bestimmter kosmetischer Mittel, dürfen ebenfalls die genannten Farben nicht enthalten. Hierzu sind aber eine Reihe von Ausnahmegesetzungen getroffen worden.

Dasselbe gilt für zum Verkauf bestimmte Spielwaren, Blumentopfmitter und künstliche Christbäume. Auch hier sind wiederum Ausnahmegesetzungen getroffen worden.

Zur Herstellung von Buch- und Steindruck auf Umhüllungen von Nahrungs- und Genußmitteln, auf kosmetischen Mitteln, Spielwaren usw. sind nur solche Farben verboten, die arsenhaltig sind.

Tuschfarben jeder Art dürfen als giftfrei nicht verkauft oder feilgehalten werden, wenn sie nicht den an Spielwaren durch das Gesetz gestellten Anforderungen entsprechen.

Zum Verkauf bestimmte Tapeten, Möbelstoffe, Teppiche, Vorhangstoffe, Bekleidungsgegenstände, Masken, Kerzen, künstliche Blätter, Blumen und Früchte dürfen keine arsenhaltigen Farben enthalten. Arsenhaltige Beizen und Fixierungsmittel für das Färben oder Bedrucken sind zwar zulässig, doch mit der einschränkenden Bestimmung, daß das Arsen nicht wasserlöslich sein darf, und daß sich ferner in 100 qcm des fertigen Gegenstandes nicht mehr als 2 mg Arsen vorfinden darf. Dieselben Bestimmungen finden auch Anwendung auf zum Verkauf bestimmte Schreibmaterialien, Lampenschirme, Lichtschirme und Lichtmanschetten.

Die genannten Farben und Farzubereitungen dürfen auch nicht zur Herstellung von Oblaten verwendet werden, jedoch mit gewissen Einschränkungen, wenn sie nicht zum Genuße bestimmt sind.

Zur Herstellung des Anstriches von Fußböden, Decken, Wänden, Türen, Fenstern, Rolläden, Klappläden oder Vorhängen von Möbeln oder sonstigen häuslichen Gebrauchsgegenständen dürfen arsenhaltige Wasser- und Leimfarben nicht benutzt werden. Alle Bestimmungen des Gesetzes gelten nicht für die Färbung von Pelzwaren.

Auf Grund von § 5 des Nahrungsmittelgesetzes ist ferner am 24. Februar 1882 (RGBl. S. 40) eine **Verordnung über das gewerbmäßige Verkaufen und Feilhalten von Petroleum** erschienen, welche bestimmt, daß das gewerbmäßige Verkaufen und Feilhalten von Petroleum, das bei einem Barometerstand von 760 mm unter 21° C entflammbare Dämpfe entweichen läßt, nur in solchen Gefäßen gestattet ist, welche auf rotem Grund die deutliche, nicht verwischbare Inschrift „feuergefährlich“ tragen. Bei Verkauf von derartigem Petroleum in Mengen von weniger als 50 kg muß die Inschrift noch die Worte tragen: „Nur mit besonderen Vorsichtsmaßregeln zu Brennzwecken verwendbar.“

§ 10. Der wichtigste Paragraph des Gesetzes ist der § 10. Er lautet:

„Mit Gefängnis bis zu 6 Monaten und mit Geldstrafe bis zu 1500 Mark oder mit einer dieser Strafen wird bestraft:

1. Wer zum Zwecke der Täuschung im Handel und Verkehr Nahrungs- oder Genußmittel nachmacht oder verfälscht.

2. Wer wissentlich Nahrungs- oder Genußmittel, welche verdorben oder nachgemacht oder verfälscht sind, unter Verschweigung dieses Umstandes verkauft oder unter einer zur Täuschung geeigneten Bezeichnung feilhält.

Begriffe. Die Begriffe, verfälschen, nachmachen und Verdorbenheit hat das Gesetz nicht erklärt, es hat die Festlegung dieser Begriffe der Rechtsprechung überlassen. Mittlerweile sind sovieler höchste Gerichtsentscheidungen ergangen, daß diese Begriffe heute vollkommen festliegen, und zwar folgendermaßen:

Verfälschen. Das Verfälschen setzt voraus, daß ein ursprünglich echtes Lebensmittel vorliegt, mit dem eine Änderung vorgenommen ist. Diese Änderung kann dreierlei Art sein. Entweder kann ein wertloser Stoff zugesetzt worden sein (gewässerte Milch) oder ein wertvoller Stoff entzogen sein (entrahmte Milch) oder durch bestimmte Zusätze, wenn auch in winziger Menge, dem Lebensmittel der Schein einer besseren Beschaffenheit verliehen worden sein, als ihm nach Lage der Dinge zukommt (gefärbte Wurst).

Nachmachen. Das Reichsgericht hat entschieden, daß Nachmachen darin besteht, daß ein Lebensmittel zu dem Zwecke und mit dem Ziele hergestellt wird, daß es ein anderes zu sein scheint als es in Wirklichkeit ist, daß es also wohl das äußere Aussehen, den Geruch und den Geschmack des echten Lebensmittels besitzt, in seinem Wesen aber etwas völlig anderes ist (z. B. künstlicher Citronensaft, der aus Citronensäure, Zucker, Farbe, Citronenöl zusammengemischt ist).

Verdorbenheit. Die Verdorbenheit ist meistens nicht durch eine menschliche Handlung herbeigeführt, sondern sie beruht gewöhnlich in den Einwirkungen von Luft, Licht, Wasser, Bakterien, Schimmelpilzen usw.; indessen kann auch eine menschliche Handlung das Verderben des Lebensmittels herbeigeführt haben.

Nach Meyer und Finklenburg, den Kommentatoren des Nahrungsmittelgesetzes, ist ein Nahrungsmittel dann als verdorben anzusehen, wenn es sich in einem Zustande befindet, daß es nach Ansicht der meisten Menschen sich nicht mehr zum menschlichen Genuße eignet (faules Fleisch, verschimmeltes Brot, muffiges Mehl, ranziges Fett, mit Petroleum übergossene Kartoffeln usw.).

Der § 10 verbietet nun nicht schlechthin das Feilhalten von verfälschten, nachgemachten oder verdorbenen Lebensmitteln, sondern nur dann, wenn damit eine Täuschung verbunden ist. Jeder Hersteller und Verkäufer von Lebensmitteln kann sich deshalb ohne weiteres

davor schützen, mit dem § 10 des Nahrungsmittelgesetzes in Konflikt zu geraten, wenn er das, was er verkauft, richtig bezeichnet.

Sind die in § 10 unter Strafe gestellten Handlungen nicht absichtlich, sondern aus Fahrlässigkeit begangen worden, so tritt geringere Strafe ein, bis zu 150 Mark Geldstrafe oder Haft (§ 11).

Beanstandung eines Lebensmittels auf Grund des § 10. Bei der Beanstandung eines Lebensmittels auf Grund des § 10 des Nahrungsmittelgesetzes hat sich der Gutachter zunächst folgende drei Fragen zu beantworten: Erstens handelt es sich hier überhaupt um ein Lebensmittel. Nur das Verfälschen, Nachmachen und der Verkauf von nachgemachten, verfälschten und verdorbenen Lebensmitteln wird im § 10 des Nahrungsmittelgesetzes behandelt, nicht dagegen das Verfälschen und Nachmachen von Gebrauchsgegenständen.

Alles das, was der Mensch isst und trinkt, sind Lebensmittel. In den meisten Fällen ist also diese Frage schnell zu beantworten; doch können gelegentlich auch Zweifel entstehen. Strittig ist z. B. eine Zeitlang gewesen, ob Backpulver ein Lebensmittel ist. Es wurde dagegen geltend gemacht, daß es manche Backpulver gibt (Hirschornsalz), welche beim Backprozeß sich vollkommen aus dem Gebäck verflüchtigen. Das ist aber bei den meisten Backpulvern nicht der Fall; deshalb sind Backpulver ohne Zweifel Lebensmittel. Während der Kriegszeit ist auch bei bestimmten Spezialgesetzen der Tabak nicht als ein Lebensmittel angesehen worden. Tabak ist indessen fraglos ein Genußmittel. Dagegen kann es nicht zweifelhaft sein, daß z. B. eine Blume, an der man riecht, kein Genußmittel ist.

Zweitens hat der Gutachter, wenn die erste Frage bejaht wird, sich auf Grund der Zusammensetzung klar darüber zu werden, ob ein verfälschtes, nachgemachtes oder verdorbenes Lebensmittel vorliegt. Das geschieht in der Weise, daß man sich fragt, welches ist die normale Beschaffenheit des zweifellos echten Lebensmittels. Eine Abweichung von dieser normalen Beschaffenheit, die eine Verschlechterung im Nährwert, im Geldwert oder in anderen Dingen mit sich bringt, zeigt dann die Verfälschung oder Nachmachung oder die Verdorbenheit an. Eine nähere Überlegung auf Grund der oben gegebenen Begriffe muß dann zeigen, ob es sich um ein verfälschtes oder ein nachgemachtes oder ein verdorbenes Lebensmittel handelt.

Drittens ist festzustellen, ob die Herstellung des nachgemachten oder verfälschten Lebensmittels zum Zwecke der Täuschung geschehen ist oder ob der Verkauf unter Verschweigung des Umstandes der Verfälschung oder das Feilhalten unter einer zur Täuschung geeigneten Bezeichnung erfolgt ist. Erst wenn alle diese drei Momente zusammenkommen, ist der § 10 des Gesetzes anwendbar.

Gesundheitsschädliche Lebensmittel. Während der Verkauf von nachgemachten, verfälschten und verdorbenen Lebensmitteln nach § 10 statthaft ist, wenn die Waren richtig bezeichnet sind, ist dieses nicht der Fall bei gesundheitsschädlichen Nahrungs- und Genußmitteln. Gesundheitsschädliche Nahrungs- und Genußmittel herzustellen, zu verkaufen oder feilzuhalten, ist in jedem Falle verboten.

Bei einem verdorbenen Lebensmittel kann ohne weiteres Gesundheitsschädlichkeit gegeben sein. So ist dieses z. B. fast immer bei verdorbenem Fleisch der Fall. Angefaulte Äpfel dagegen sind wohl nicht gesundheitsschädlich, ebenso saure Milch. Ist das verdorbene Lebensmittel nicht gesundheitsschädlich, so kann es unter deutlicher Deklaration der Verdorbenheit entsprechend § 10 verkauft werden. Ist es aber gesundheitsschädlich, wie verdorbene Wurst oder verdorbenes Fleisch, so ist es in jedem Falle, gleichgültig ob die Verdorbenheit deklariert ist oder nicht, nach § 12, 13, 14 unstatthaft, ein derartiges Lebensmittel herzustellen oder zu verkaufen und in den Verkehr zu bringen.

In manchen Fällen ist die Gesundheitsschädlichkeit ohne weiteres festzustellen. So ist es sofort klar, daß ein Lebensmittel, welches mit Cyankali, Arsenik, Schwefelsäure, Natronlauge versetzt ist, gesundheitsschädlich wirkt. In anderen Fällen braucht die Gesundheitsschädlichkeit nicht sofort gegeben zu sein. Wenn z. B. ein Fruchtsaft Saponin, eine Marmelade geringe Mengen von Zink enthält, irgendein Lebensmittel mit einem Konservierungsmittel versetzt ist usw. Es ist nicht die Aufgabe des Chemikers, die Gesundheitsschädlichkeit festzustellen, sondern dies ist die Aufgabe des Arztes. Wohl soll der Chemiker in seinem Gutachten darauf hinweisen, daß das Nahrungsmittel auf Grund der festgestellten Zusammensetzung möglicherweise gesundheitsschädlich ist; er empfiehlt dann aber, hierüber das Gutachten eines ärztlichen Sachverständigen einzuholen.

Die Bestimmung des § 17 ist wichtig für die Entwicklung der öffentlichen Untersuchungsanstalten geworden. Durch die Bestimmung, daß die auf Grund dieses Gesetzes verhängten Strafen derjenigen Kasse zufließen, welche die Unterhaltungskosten für die Anstalt trägt, wollte man die Entstehung und die Entwicklung von Lebensmitteluntersuchungsanstalten fördern.

Bekanntmachung gegen irreführende Bezeichnung von Nahrungs- und Genußmitteln vom 16. Juni 1926 (RGBl. S. 588). Während des Krieges ist der § 10 des Nahrungsmittelgesetzes ergänzt worden durch die Verordnung gegen irreführende Bezeichnung von

Nahrungs- und Genußmitteln. Diese Ergänzung war schon lange Jahre hindurch von den Nahrungsmittelchemikern gefordert worden. Der § 10 verbietet nämlich nur verfälschte, nachgemachte und verdorbene Nahrungsmittel mit irreführenden Bezeichnungen zu belegen, nicht aber normale. Das hatte folgende unangenehme Folgen: Wenn jemand ein reines Maismehl als Weizenmehl bezeichnete oder ein reines Baumwollsaatöl als Olivenöl, so war er nach dem Nahrungsmittelgesetz nicht strafbar, weil es sich hier nicht um nachgemachte oder verfälschte Lebensmittel, sondern um normale handelte. Unter Umständen konnte er zwar auf Grund des Betrugsparagraphen des Strafgesetzbuches zur Verantwortung gezogen werden. Die Anwendung dieser Bestimmung versagt aber häufig, insbesondere dann, wenn kein widerrechtlicher Vermögensvorteil oder Nachteil nachgewiesen werden kann. So konnte oft trotz offenkundiger und beabsichtigter irreführender Bezeichnung eines Lebensmittels eine Bestrafung nicht eintreten.

Ganz besonders unangenehm machte sich das Fehlen einer derartigen Bestimmung in der Kriegszeit bemerkbar, als die vielen Ersatzlebensmittel den Markt überschwemmten. Sie wurden sehr häufig unter den falschesten Anpreisungen an den Mann gebracht. Wenn z. B. ein aus gelbgefärbtem Mehl mit Zusatz von etwas Backpulver bestehender Ei-Ersatz unter der Bezeichnung angepriesen wurde: Der Inhalt dieses Päckchens ersetzt drei Eier, so war das gewiß eine grob irreführende Bezeichnung. Trotzdem versagte das Nahrungsmittelgesetz bei der Verfolgung, weil die Verfälschung oder Nachmachung nicht festzustellen war. Ei-Ersatzmittel hatte man nämlich vor dem Kriege gar nicht gekannt. Man wußte also auch nicht, wie ein normaler Ei Ersatz zusammengesetzt sein muß. Wenn aber die Beschaffenheit der normalen Ware nicht bekannt ist, so kann man auch nicht feststellen, ob eine Verfälschung oder Nachmachung vorliegt; damit entfiel die Anwendung des Nahrungsmittelgesetzes. Die Übervorteilung des Publikums nahm allmählich so großen Umfang an, daß die Reichsregierung sich zum Erlaß der genannten Verordnung veranlaßt sah. Sie bestimmt, daß wer Nahrungs- oder Genußmittel unter einer zur Täuschung geeigneten Bezeichnung oder Angabe anbietet, feilhält, verkauft oder sonst in den Verkehr bringt, mit Gefängnis bis zu sechs Monaten und mit Geldstrafe bis 1500 Mark oder mit einer dieser Strafen bestraft wird.

Das geplante neue Lebensmittelgesetz¹.

Die in dem vorliegenden Entwurf des neuen Lebensmittelgesetzes vorgesehenen Änderungen gegenüber dem alten Gesetz sind vornehmlich folgende:

1. § 1 definiert genau, was Lebensmittel im Sinne des Gesetzes sind. (Alle Stoffe, die vom Menschen genossen werden, ausgenommen die Arzneimittel, ferner Rauch-, Kau- und Schnupftabak.)

Im § 2 werden diejenigen Bedarfsgegenstände genannt, welche den Bestimmungen dieses Gesetzes unterliegen. (EB-, Trink-, Kochgeschirre, soweit sie mit Lebensmitteln nach ihrem Zweck in unmittelbare Berührung kommen; kosmetische Mittel, Bekleidungsgegenstände, Spielwaren, Tapeten, Masken, Kerzen, künstliche Pflanzen; Petroleum; Farben, soweit sie nicht Lebensmittel sind; andere Bedarfsgegenstände, welche die Reichsregierung mit Zustimmung des Bundesrates als solche bezeichnet.)

Der § 3 behandelt die Frage der Gesundheitsschädlichkeit bei Lebensmitteln und Bedarfsgegenständen.

Der § 4 entspricht dem § 10 des alten Gesetzes. Die Verordnung über irreführende Bezeichnung von Nahrungs- und Genußmitteln ist jetzt in das Gesetz mit hineinverarbeitet.

2. § 7 gestattet den Beamten der Polizei auch den Eintritt in die Herstellungsräume.

3. Das Gesetz ist als Mantelgesetz gedacht in dem Sinne, daß im Verordnungswege durch die Reichsregierung mit Zustimmung des Reichsrates bestimmte Vorschriften über die Zusammensetzung der Lebensmittel erlassen werden sollen (§ 5, 4). Abweichungen von dieser normalen Beschaffenheit gelten als Verfälschung, Nachmachung oder Verderbenheit.

4. Ebenfalls im Verordnungswege können Verordnungen zum Schutze der Gesundheit, über Herstellung, Verkauf und Feilhalten von Lebensmitteln oder Bedarfsgegenständen im Sinne des Gesetzes, sowie die Verwendung gesundheitsschädlicher Farben erlassen werden. Bis zum Erlaß derartigen Verordnungen bleiben diejenigen Gesetze, welche bisher einen Teil dieses Gegenstandes (die Gebrauchsgegenstände) geregelt haben, in Kraft.

5. Im Verordnungswege sollen endlich Vorschriften über die äußere Kennzeichnung der Waren erlassen werden. Über diesen Gegenstand gibt es heute ebenfalls eine besondere Verordnung. Diese **Verordnung über die äußere Kennzeichnung von Waren** vom 13. Juli 1923 (RGBl. S. 706) bestimmt folgendes:

Gekennzeichnet werden müssen Konserven von Fleisch in verschlossenen Behältnissen, Fischkonserven, Milch und Sahnekonserven, Gemüse und Obstkonserven, Marmeladen,

¹ Anmerkung bei der Korrektur: Das Lebensmittelgesetz ist mittlerweile verabschiedet worden. Es tritt am 1. Oktober 1927 in Kraft. Unter Nachträge S. 367 findet sich der Wortlaut des Gesetzes.

Obstmus und Kunsthonig, diätetische Nahrungsmittel, Fleischextrakte und deren Ersatzmittel, Fleischbrühwürfel, Fleischbrüh-Ersatzwürfel, Suppenwürfel, Suppenpulver, Eipulver, Ei-Ersatzpulver, Puddingpulver, Backpulver, Schokolade, Schokoladen- und Kakaopulver aller Art, Kaffee-, Tee- und Kakao-Ersatzmittel, Zwieback und Cakes.

Der § 2 trifft nähere Bestimmungen über die Angabe des Gewichtes.

Bei Fisch-, Milch- und Sahnekonserven muß auch die Zeit der Herstellung nach Monat und Jahr angegeben werden. Bei Milch- und Sahnekonserven genügt die Angabe zweier aufeinanderfolgender Monate. Ferner müssen die Behältnisse den Namen und die Firma, sowie Wohnort des Herstellers, den Inhalt nach handelsüblicher Bezeichnung, sowie nach Maß, Gewicht oder Anzahl enthalten.

Zweiter Abschnitt.

Die Nährstoffe.

Alle diejenigen Stoffe, welche der Mensch ißt oder trinkt, sind Lebensmittel. Ein Lebensmittel kann sowohl ein Nahrungs- wie ein Genußmittel sein. Ein Nahrungsmittel ist eine Substanz, welche Nährstoffe enthält.

Nährstoffe sind chemische Körper einheitlicher Zusammensetzung, welche bei ihrer Aufnahme in den Organismus in Körper- oder Blutsubstanz überzugehen vermögen und bei der im Organismus vor sich gehenden Zersetzung Wärme frei werden lassen, welche dem Körper entweder in Form von Blut oder Körperwärme oder nach Umsetzung in mechanische Energie als Muskelkraft zugute kommt.

Wir genießen bekanntlich, abgesehen von unseren ersten Jahren des Lebens, nicht nur ein Nahrungsmittel, sondern wir essen Milch, Fleisch, Brot, Kartoffeln, Gemüse und anderes, verzehren also immer die verschiedensten Nahrungsmittel. Die Gesamtheit dieser verschiedenen, täglich aufgenommenen Lebensmittel ist die Nahrung

Der wesentliche Unterschied zwischen einem Nahrungs- und einem Genußmittel liegt darin begründet, daß die Genußmittel keine Nährstoffe enthalten oder der Gehalt an Nährstoffen nur so unbedeutend ist, daß er unwesentlich ist. Die Genußmittel werden also nicht genossen, damit der Organismus Körper- und Blutsubstanz ansetzen kann oder Wärme erhält; sie werden vielmehr deswegen aufgenommen, weil sie entweder angenehm riechende oder schmeckende Stoffe enthalten, mit denen wir uns die Speisen schmackhaft gestalten oder Stoffe aufweisen, welche einen anregenden Einfluß auf das Nervensystem auszuüben vermögen. Man teilt die Genußmittel in drei Gruppen ein, nämlich die Gewürze, welche durch ihren Gehalt an ätherischen Ölen und sonstigen Substanzen die Speisen angenehmer schmeckend machen, die alkaloidhaltigen Genußmittel, Kaffee, Tee, Kakao, welche anregend wirkende Körper enthalten und endlich die alkoholischen Genußmittel, Bier, Wein, Branntwein, welche den anregend wirkenden Alkohol enthalten.

Die in unseren Nahrungsmitteln vorhandenen Nährstoffe sind vor allem die vier großen Gruppen Protein (Eiweiß), Fett, Kohlenhydrate und Mineralstoffe. Ein sehr wichtiger Nährstoff ist ferner fünftens das Wasser. Der ganze menschliche Körper besteht zu etwa dreiviertel aus Wasser; fast alle unsere Lebensmittel bestehen zum größten Teil aus Wasser. So enthält die Milch etwa 88%, das Brot etwa 40—45%, das Fleisch etwa 70%, der Käse etwa 40% Wasser. Ohne Wasser würde alles organische Leben in kürzester Frist zugrunde gehen. Wegen dieser vollständigen Selbstverständlichkeit des Vorhandenseins von Wasser rechnet man das Wasser im allgemeinen nicht zu den Nährstoffen. Es steht uns auch, wenigstens in allen Kulturländern der Welt, in genügender Menge, in einwandfreier Beschaffenheit und zu einem sehr geringen Preise im Verhältnis zu dem Preis der übrigen Nährstoffe jederzeit zur Verfügung.

Eigentlich besitzen wir, unter diesen Gesichtspunkten betrachtet, noch einen weiteren Nährstoff, den wir zwar nicht mit unseren Nahrungsmitteln aufnehmen, sondern den wir auf andere Weise, durch die Atmung zu uns nehmen, nämlich die Luft oder genauer gesagt, den Sauerstoff der Luft. Was schon für das Wasser gesagt wurde, gilt in noch viel höherem Grade für die Luft. Wenn ein organisches Leben ohne Wasser immerhin eine kurze Zeit gedacht werden kann, so kann es ohne Luft auch nicht einige Minuten lang bestehen. In dem unerschöpflichen Vorrat unserer Atmosphäre steht jedem Menschen der Sauerstoff der Luft vollkommen kostenfrei zur Verfügung.

Neuerdings hat man in den Lebensmitteln endlich noch Stoffe aufgefunden, die Vitamine, welche vorhanden sein müssen, wenn die Ausnutzung von Eiweiß, Fett und Kohlenhydraten durch den Körper überhaupt möglich sein soll.

Im nachstehenden sollen nun zunächst die wichtigsten Tatsachen über die Beschaffenheit der verschiedenen Gruppen der Nährstoffe dargelegt werden.

Die Proteinstoffe (Eiweißkörper).

Mit dem Namen Proteinstoffe oder auch Eiweißkörper faßt man eine ganze Gruppe unter sich verschiedener Körper zusammen, die aber alle nahe miteinander verwandt sind. In unseren Nahrungsmitteln spielen die Eiweißkörper eine große Rolle. Vornehmlich die tierischen Nahrungsmittel enthalten erhebliche Eiweißmengen. Aber auch in den meisten pflanzlichen Nahrungsmitteln ist Eiweiß in beträchtlichen Mengen vorhanden. So besitzt das Fleisch einen Proteingehalt von 15–25%, Brot enthält 6–10%, Mehl 10–15%, Milch 3–4%, Kartoffel und Gemüse 1–4%.

Die Pflanzen bauen sich das Eiweiß synthetisch selbst auf durch ihre Assimilation. Das Chlorophyll, der grüne Blattfarbstoff, bewirkt bekanntlich unter dem Einfluß des Lichtes, daß die Pflanzen mit Hilfe der Kohlensäure der Luft und der aus dem Boden aufgenommenen Mineralstoffe Eiweiß selbst aufzubauen vermögen. Die Pflanze stellt sich mit Hilfe des Blattgrüns nicht nur die Proteinstoffe, sondern auch die Kohlenhydrate und die Fette selber her. Die tierischen Lebewesen und der Mensch vermögen den Aufbau der Proteinstoffe, welche sie zum Ersatz für die verbrauchte Körper- und Blutsubstanz nötig haben, nicht wie die Pflanzen durch Synthese aus einfachen chemischen Körpern vorzunehmen. Sie bedürfen vielmehr der Eiweißzufuhr, sei es in Form pflanzlichen, sei es in Form anderen tierischen Eiweißes.

Zusammensetzung und Konstitution der Proteine.

Das Molekül baut sich bei allen Proteinstoffen aus den Elementen Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff auf; dieses sind die wichtigsten Elemente, daneben kommen in geringeren Mengen auch Phosphor, Schwefel, Calcium, Magnesium, Kalium und Natrium vor. In Spuren sind in vielen Proteinstoffen noch manche andere Elemente, z. B. Kupfer, Mangan und Zink vorhanden.

Über die nähere Gestaltung des Eiweißmoleküls war bis zu Anfang dieses Jahrhunderts wenig bekannt. Man wußte nur damals schon, daß das Eiweißmolekül sehr groß und kompliziert gebaut sein mußte. Erst die klassischen Arbeiten von Emil Fischer und seinen Schülern, sowie zahlreichen anderen Forschern haben uns über die Zusammensetzung und den Aufbau des Eiweißmoleküls wichtige Aufschlüsse gebracht.

Die Aminosäuren.

Hiernach hätten wir uns das Eiweißmolekül als ein großes Gebäude vorzustellen. Die Bausteine dieses Gebäudes sind nach Emil Fischer die Aminosäuren. Einen Einblick in das Gebäude erhält man, wenn man es zerschlägt. Dann fallen die Bausteine auseinander und lassen sich nachweisen. Kocht man einen Eiweißkörper mit verdünnter Salzsäure längere Zeit am Rückflußkühler, so wird die Bindung der Aminosäuren gelöst und wir können nun nachweisen, welche Aminosäuren vorhanden sind. Auch durch Enzyme (siehe diese) kann eine Spaltung der Eiweißkörper in die Aminosäuren erreicht werden. Auch durch Kochen mit Laugen tritt eine Aufspaltung des Proteinmoleküls ein, wenngleich sie weniger vollkommen ist als bei saurem Abbau. Die Spaltung sowohl durch saure und alkalische Hydrolyse, als auch durch Enzyme verläuft im allgemeinen so, daß das ganze Eiweißmolekül zunächst in kleinere Bruchstücke zerschlagen wird. Diese Bruchstücke haben selbst noch Eiweißcharakter. Sie heißen: Albumosen, Peptone, Peptide. Die weitere Spaltung dieser Bruchstücke ergibt dann schließlich die sog. primären Spaltungsprodukte, die Aminosäuren.

Die Aminosäuren leiten sich ab von den Fettsäuren. Ersetzt man z. B. in der Essigsäure CH_3COOH , ein Wasserstoffatom der CH_3 -Gruppe, durch die Aminogruppe NH_2 , so entsteht die einfachste Aminosäure $\text{CH}_2-(\text{NH}_2)-\text{COOH}$, das Glykokoll oder die Aminoessigsäure. Ist die Kohlenstoffkette länger, wie z. B. bei der Propionsäure, so können natürlich α - oder β -Aminosäuren entstehen. Bei längeren Kohlenstoffketten natürlich noch mehr. In den Proteinstoffen kommen fast ausschließlich die α -Aminosäuren vor.

Die Aminosäuren sind alle feste, gut krystallisierende Verbindungen. Wir können die in den Proteinstoffen vorkommenden Aminosäuren in folgende sechs Gruppen gliedern, nämlich:

Monoaminomonocarbonsäuren.

Monoaminomonocarbonsäuren mit Oxy- und Schwefelgruppen.

Monoaminodicarbonsäuren.

Aliphatische Diaminomonocarbonsäuren.

Aliphatische Monoaminomonocarbonsäuren mit aromatischem Radikal.

Heterocyclische Verbindungen.

Die Konstitutionsformeln dieser verschiedenen Verbindungen sind die folgenden:

Monoaminomonocarbonsäuren.

1. $\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ | \\ \text{CH}_2 - \text{COOH} \end{array}$ Aminoessigsäure, **Glykokoll**.
2. $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{COOH} \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array}$ α -Aminopropionsäure, **Alanin**.
3. $\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ | \\ \text{CH}_3 \text{ } \rangle \text{CH} - \text{CH} - \text{COOH} \\ \text{CH}_3 \end{array}$ α -Aminoisovaleriansäure, **Valin**.
4. $\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ | \\ \text{CH}_3 \text{ } \rangle \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH} \\ \text{CH}_3 \end{array}$ α -Aminoisocaproensäure, **Leucin**.
5. $\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ | \\ \text{CH}_3 \text{ } \rangle \text{CH} - \text{CH} - \text{COOH} \\ \text{C}_2\text{H}_5 \end{array}$ α -Amino- β -methyl- β -äthylpropionsäure, **Isoleucin**.

Monoaminomonocarbonsäuren mit Oxy- und Schwefelgruppen.

6. $\text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH}$ α -Amino- β -oxypropionsäure, **Serin**.
 $\begin{array}{c} | \\ \text{OH} \end{array} \quad \begin{array}{c} | \\ \text{NH}_2 \end{array}$
7. $\text{COOH} - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{S} - \text{S} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH}$ Di- β -thio α -Aminopropion-
 $\begin{array}{c} | \\ \text{NH}_2 \end{array} \quad \begin{array}{c} | \\ \text{NH}_2 \end{array}$ säure, Di- β -thioalanin, Dicystein, **Cystin**.

Monoaminodicarbonsäuren.

8. $\text{COOH} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH}$ Aminobernsteinsäure, **Asparaginsäure**.
 $\begin{array}{c} | \\ \text{NH}_2 \end{array}$
9. $\text{COOH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH}$ Aminoglutarsäure, **Glutaminsäure**.
 $\begin{array}{c} | \\ \text{NH}_2 \end{array}$

Aliphatische Diaminomonocarbonsäuren.

10. $\text{NH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH}$ α - ϵ -Diaminonormalcapronsäure,
 $\begin{array}{c} | \\ \text{NH}_2 \end{array}$ **Lysin**.
11. $(\text{NH}) = \text{C} \begin{cases} \text{NH}_2 \\ \text{NH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH} \end{cases}$ α -Amino- δ -guanidin-
 $\begin{array}{c} | \\ \text{NH}_2 \end{array}$ Valeriansäure, **Arginin**.

Aliphatische Monoaminomonocarbonsäuren mit aromatischem Radikal.

12. $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH}$ β -Phenyl- α -Aminopropionsäure, **Phenylalanin**.
 $\begin{array}{c} | \\ \text{NH}_2 \end{array}$
13. $\text{OH} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH}$ β -Paraoxyphenyl- α -Aminopropionsäure,
 $\begin{array}{c} | \\ \text{NH}_2 \end{array}$ Phenolalanin, **Tyrosin**.

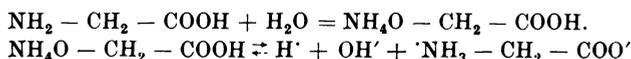
Heterocyclische Verbindungen.

14. $\begin{array}{c} \text{CH} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{N} \quad \text{NH} \\ | \quad | \\ \text{CH} = \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH} \end{array}$ Imidazolalanin, **Histidin**.
 $\begin{array}{c} | \\ \text{NH}_2 \end{array}$
15. $\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \\ | \quad | \\ \text{CH}_2 \quad \text{CH} - \text{COOH} \\ | \\ \text{NH} \end{array}$ α -Pyrrolidincarbonsäure, **Prolin**.
16. Oxyprolin, **Oxyprolin**.
17. $\begin{array}{c} \text{CH} \quad \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH} \\ | \quad | \\ \text{CH} \quad \text{C} \quad \text{CH} \\ | \quad | \\ \text{CH} \quad \text{C} \\ | \quad | \\ \text{CH} \quad \text{NH} \end{array}$ β -Indol- α -Aminopropionsäure, **Tryptophan**.

Eigenschaften der Aminosäuren. Die wichtigsten Eigenschaften der Aminosäuren spiegeln sich in dem Verhalten der Proteinstoffe wieder. Sie seien deshalb kurz aufgezählt: Die Aminosäuren sind sog. Ampholyte; d. h. sie bilden

sowohl mit Säuren als mit Basen Salze. Die COOH-Gruppe spaltet H-Ionen, die NH₂-Gruppe durch Hydrolyse OH'-Ionen ab. Infolgedessen reagieren die einfachen Monoaminosäuren neutral, die Diaminosäuren alkalisch, die Dicarbonsäuren sauer.

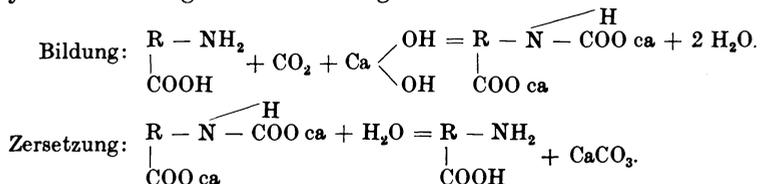
Niels Bjerrum¹ nimmt in den Aminosäuren ein Zwitter-Ion an, gemäß folgender Formeln:



Das entstehende Zwitter-Ion trägt also am Kohlenstoff der Carboxylgruppe (nach Abspaltung von H') eine negative Ladung, am Stickstoff (nach Abspaltung von OH') eine positive Ladung.

Durch Behandeln mit Formalin entstehen Methylenverbindungen, die stark sauer reagieren und deshalb zur Bestimmung der Aminosäuren verwendet werden können (Formoltitration nach Sörensen), $\text{CH}_2 - \text{NH}_2 - \text{COOH} + \text{CH}_2\text{O} = \text{CH}_2 - \text{N} = (\text{CH}_2) - \text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$.

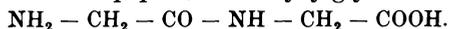
Leitet man in alkalische Lösungen von Aminosäuren Kohlensäure ein, so tritt eine Anlagerung von Kohlensäure an die Aminogruppen unter Bildung von Carbaminosäuren ein (Siegfried²). Diese bei niedriger Temperatur in wässriger Lösung beständigen Salze werden beim Erwärmen ihrer Lösungen zersetzt. Da nur die freien NH₂-Gruppen, nicht die gebundenen, sowie die N-Gruppen reagieren, so kann die Reaktion zu Konstitutionsermittlungen benutzt werden, indem der Carbinosäurequotient CO₂:N festgestellt wird. Die Bildung und Zersetzung der Carbaminosäuren verläuft in Lösung von Kalkhydrat nach folgenden Gleichungen:



Die meisten Aminosäuren, die bei der Säurespaltung sich bilden, sind optisch aktiv. Bei Alkalisplaltung erhält man dagegen die inaktiven Verbindungen, weil die optisch aktiven durch Alkalibehandlung racemisiert werden.

Bau der Proteinstoffe.

Emil Fischer nimmt an, daß in den Proteinstoffen die Aminosäuren in sog. Peptidbindung vorhanden sind. Die COOH-Gruppe der einen Aminosäure tritt mit der NH₂-Gruppe einer anderen Aminosäure unter Wasseraustritt zusammen. Wenn z. B. zwei Mole Glykokoll in dieser Weise zusammentreten, so entsteht das einfachste Dipeptid, das Glycylglycin



Es kann nun natürlich auch Glykokoll mit Alanin oder mit irgendeiner anderen Aminosäure, ganz allgemein gesprochen, irgendeine Aminosäure mit irgendeiner anderen in dieser Weise zusammentreten. So sind schon eine Unzahl verschiedenster Dipeptide denkbar. Die endständige COOH-Gruppe oder NH₂-Gruppe, bzw. die endständige COOH- und NH₂-Gruppe können nun

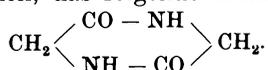
¹ Zeitschr. f. physikal. Chem. Bd. 104, S. 147. 1923.

² Partielle Eiweißhydrolyse. Berlin 1916.

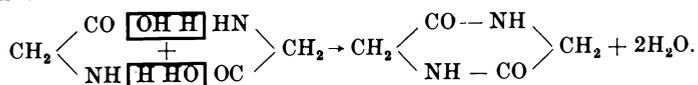
wiederum mit anderen Aminosäuren in Peptidbindung treten. So entstehen Tri- und Tetra-, und wenn diese sich wieder weiter mit anderen Aminosäuren vereinigen, schließlich Polypeptide. Es ist klar, daß es unendlich viele Kombinationen dieser Art geben muß. Das soll die unendliche Vielseitigkeit der natürlichen Proteinstoffe erklären. Die natürlichen Peptone sollen nach Emil Fischer wahrscheinlich unentwirrbare Gemische solcher Polypeptide sein.

In neuester Zeit (seit 1924) werden aber von verschiedenen Seiten Gründe beigebracht, die für einen andersartigen Aufbau der Eiweißkörper sprechen.

Von Th. Curtius als erstem war ein Anhydrid des Glykokolls dargestellt (1883) und untersucht worden, das folgende Konstitution aufweist:



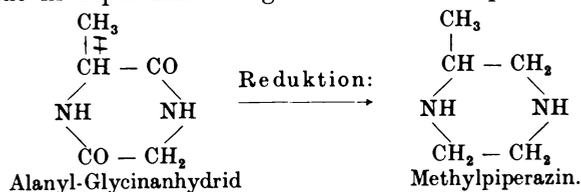
Man hat sich diese Verbindung, das Glycinanhydrid, aus zwei Molekülen Glykokoll unter Wasseraustritt entstanden zu denken.



Es existiert nun eine Reihe vollständig analoger Verbindungen, die aus je zwei gleichen oder verschiedenen Aminosäuren aufgebaut sind. Man nennt diese ringförmigen Anhydridverbindungen, die zwei Peptidbindungen enthalten, Diketopiperazine oder auch Dioxopiperazine.

Man hat in der letzten Zeit verschiedentlich unter den Hydrolysenprodukten von Proteinen solche Diketopiperazine aufgefunden. Es war jedoch noch ungewiß, ob diese Verbindungen im Eiweißmolekül vorgebildet oder erst durch die Hydrolyse entstanden sind. Es wurde nämlich festgestellt (Abderhalden und Komm¹), daß tatsächlich unter den bei der Hydrolyse herrschenden Bedingungen aus Dipeptiden Dioxopiperazine entstehen können.

E. Abderhalden und seine Mitarbeiter² haben verschiedene Methoden angewandt, um die Frage nach dem Vorkommen von Dioxopiperazinen im Eiweißmolekül zu entscheiden. Sie fanden bei vergleichenden Reduktions- und Oxydationsversuchen prinzipielle Unterschiede in dem Verhalten der Dioxopiperazine und der Peptide. Durch reduzierende Agenzien wurden Dioxopiperazine, nicht dagegen Peptide in Piperazine übergeführt. Zum Beispiel:

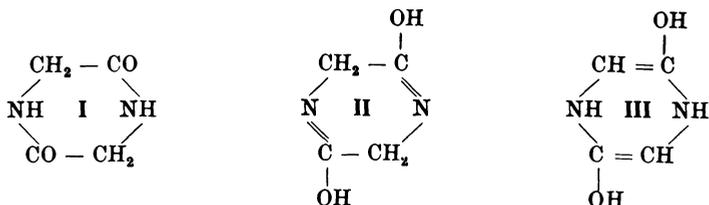


Durch Oxydation konnte nicht aus Dipeptiden, mit Ausnahme des Glycylglycins, wohl aber aus Dioxopiperazinen Oxamid erhalten werden $\text{NH}_2 \cdot \text{CO} \cdot \text{CO} \cdot \text{NH}_2$. Die Genannten fanden außerdem, daß die Dioxopiperazine, im Gegensatz zu den Peptiden, Farbreaktionen mit Pikrinsäure und Sodalösung, sowie mit anderen Nitrokörpern in alkalischer Lösung geben. Aus der Beobachtung, daß Eiweiß und Peptone bei der Reduktion Piperazine, bei der Oxydation Oxamid liefern und auch die Reaktion mit Pikrinsäure und anderen Nitrokörpern geben, wird nun geschlossen, daß der Eiweißverband Diketopiperazinringe enthält.

Es besteht die Möglichkeit, daß die Aminosäureanhydride in verschiedenen Formen vorkommen, wie in folgenden Formeln angedeutet ist:

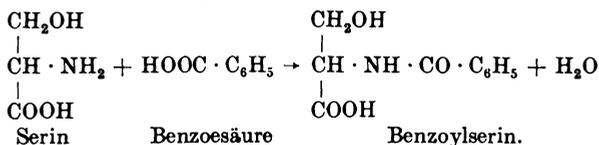
¹ Abderhalden, Die Naturw. Bd. 12, S. 718. 1924 und Bd. 13, S. 999. 1925.

² a. a. O.

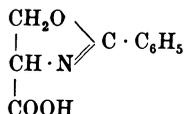


Die Formeln II und III stellen zwei verschiedenartige Enolisierungen der beiden CO-Gruppen des normalen Glycinanhydrids I dar, die man sich auch jeweils auf nur eine der CO-Gruppen erstreckt denken kann.

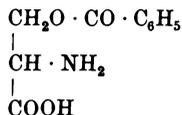
Für die Verkettung der Aminosäuren sind neben den Peptidbindungen und den Dioxopiperazinringen noch weitere Möglichkeiten zu berücksichtigen. Max Bergmann¹ geht von der Tatsache aus, daß die Mehrzahl der Aminosäuren gegenüber dem Glykokolltypus einen Überschuß an Hydroxyl-, Carboxyl- oder Aminogruppen haben und stellt die Frage, welche Bindungsmöglichkeiten das Vorhandensein dieser überzähligen Gruppen schafft. An Hand eines geeigneten Modells, des Benzoylserins, beobachtet er interessante neue Verkettungsmöglichkeiten der Aminosäuren. Die Peptide Emil Fischers entstehen dadurch, daß sich die Carboxylgruppe einer Aminosäure mit der Aminogruppe einer zweiten Aminosäure amidartig verbindet. Im Benzoylserin ist statt dessen die Carboxylgruppe der Benzoesäure mit der Aminogruppe der Aminosäure Serin amidartig zusammengefügt. Es liegt also hier die typische Peptidbindung vor, eine Amidpeptidbindung:



Durch Behandlung mit kaltem Thionylchlorid entsteht nun nach M. Bergmann aus dem Benzoylserin ein Körper folgender Konstitution:



den er ein „Oxazolinpeptid“ nennt. In dieser Verbindung ist also die frühere Carboxylgruppe der Benzoesäure gleichzeitig mit der Amino- und der Hydroxylgruppe des Serins unter Ringbildung zusammengetrieben. An dieser Substanz beobachtete Bergmann nun in saurer Lösung eine Umwandlung in ein „Esterpeptid“, bei dem die Carboxylgruppe der Benzoesäure nunmehr mit der Hydroxylgruppe des Serins verknüpft erscheint:



Das Esterpeptid geht in alkalischem Medium wieder in das gewöhnliche Amidpeptid über, so daß ein Kreis von Umwandlungsstufen mit verschiedener Verkettung der beiden Komponenten durchlaufen ist.

¹ Naturw. Bd. 12, S. 1155. 1924.

Bei den bis jetzt besprochenen Strukturmöglichkeiten, in den verschiedenen Peptiden und im Dioxopiperazinring, sind die Aminosäuren, die bei der Säurehydrolyse entstehen, offensichtlich bereits fertig vorgebildet. Es ist weiterhin noch mit der Möglichkeit zu rechnen (P. Karrer¹, N. Troensegaard²), daß im Eiweiß Ringsysteme enthalten sind, bei denen das nicht der Fall ist, die demnach bei der Aufspaltung nicht genau vorbestimmte Aminosäuren liefern müssen.

Nach Emil Fischer sollten die sämtlichen das Eiweißmolekül bildenden Aminosäuren mittels Peptidbindungen, also vollwertigen Valenzbindungen, miteinander verknüpft sein. Wie hat man sich nun bei Annahme ringförmiger Elementarkomplexe nach Art der Dioxopiperazine den Aufbau des Proteinmoleküls vorzustellen? Peptidbindungen kann ein derartiger Dioxopiperazinring aus einfachen Aminosäuren nicht mehr eingehen. Für das Zustandekommen regulärer chemischer Bindungen mit einem solchen Ring wäre in erster Linie an eine Enolisierung des Anhydrides und eine Substitution in der Enolgruppe zu denken.

Eng verknüpft mit der Frage nach dem Zusammenhalt des Eiweißmoleküls ist die nach der Größe desselben. In wässriger Lösung weisen die Proteine durchaus das Verhalten hochmolekulärer Stoffe auf und zeigen kolloidalen Charakter. Die Angaben über das Molekulargewicht der Proteine sind unbestimmt und schwankend und sollen nach älteren Angaben mehrere bis viele Tausend betragen. Neuerdings hat jedoch die Annahme großer, durch valenzchemische Bindungen zusammengehaltener Eiweißmoleküle sehr an Wahrscheinlichkeit eingebüßt. R. O. Herzog³ und seine Mitarbeiter haben gefunden, daß das Seidenfibroin, eine eiweißartige Substanz, krystallinische Eigenschaften besitzt, die es der röntgenographischen Untersuchung zugänglich machen. Die daraufhin von seinem Schüler R. Brill⁴ ausgeführten Untersuchungen haben zu dem Schlusse geführt, daß das Seidenfibroin wahrscheinlich zum großen Teil aus Glycin-d-Alanin-Anhydrid oder einem Polymeren davon besteht.

Weiterhin haben N. Troensegaard⁵ und andere das Molekulargewicht von Proteinen (aus der Gefrierpunktniedrigung) in Phenollösung bestimmt und kommen dabei zu auffallend niedrigen Werten, die zwischen 200 und 400 liegen. Hiernach ist anzunehmen, daß das Eiweiß, im Gegensatz zu seinen wässrigen Lösungen, in der Phenollösung in Molekularteile gespalten ist, die aus nur 2 bis 4 Aminosäuren zusammengesetzt sind.

Diese verschiedenen neuen Befunde mußten eine Revision der Vorstellungen über den Aufbau des Eiweißmoleküls im Gefolge haben. Man hat sich darüber eine Anschauung gebildet, die sich an die neueren Ansichten über den Aufbau der Polysaccharide (s. S. 40) anlehnt: Das Eiweißmolekül soll aus ziemlich selbständigen Elementarkomplexen von der Art der Dioxopiperazinringe aufgebaut sein. Diese sollen vermittels Nebervalenzen zu größeren Aggregaten polymerisiert oder „assoziert“ sein. Die intimere Natur dieser Zusammenlagerung ist dabei noch unbestimmt.

Neuere Versuche von M. Bergmann⁶ und seinen Mitarbeitern (Miekeley und Kann) haben hierüber bestimmtere Vorstellungen vermittelt. Bei diesen Versuchen gingen die genannten Autoren von den Dipeptiden Glycylserin und Alanylserin aus. Durch doppelte Wasserabspaltung erhielten sie daraus

¹ Nach Abderhalden a. a. O. (Naturw. Bd. 12, S. 716. 1924.)

² Zeitschr. f. angew. Chem. Bd. 38, S. 623. 1925.

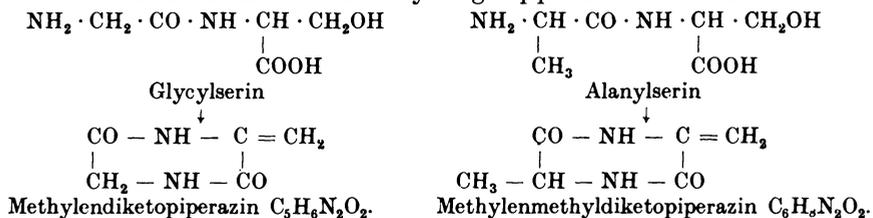
³ Naturw. Bd. 11, S. 172. 1923.

⁴ Lieb. Ann. Bd. 434, S. 204. 1923.

⁵ a. a. O.

⁶ Naturw. Bd. 13, S. 1045. 1925.

krystallisierte Verbindungen, die sich von den einfachen Dioxopiperazinen durch das Vorhandensein einer Methylengruppe unterscheiden:



Diese Verbindungen zeigen nun ein sehr interessantes Verhalten. In schmelzendem und siedendem Phenol ergeben sie die den Formeln entsprechenden Molekulargewichte. Durch Auflösen in Alkali und Wiederausfällen mit Säure werden sie ohne Veränderung ihrer Zusammensetzung in ihrem strukturellen Aufbau so umgewandelt, daß sie jetzt in vielen wesentlichen Punkten große Ähnlichkeit mit den natürlichen Proteinen haben. Die entstandenen Produkte werden mit den Formeln $(\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_2\text{N}_2)_x$ und $(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_2\text{N}_2)_x$ bezeichnet. Sie sind krystallisiert und zeigen zugleich das Verhalten hochmolekularer Stoffe. Sie lösen sich kaum mehr molekulardispers in Wasser, Alkohol und ähnlichen Mitteln, werden aber genau wie Protein von heißem Phenol aufgenommen und die Phenollösung gibt Siedepunktserhöhungen, die für $(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_2\text{N}_2)_x$, das weiterhin als Beispiel betrachtet werden soll, auf Molekularteile vom Gewicht 280 hindeuten, die also aus zwei Molekülen $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_2\text{N}_2$ bestehen und von der gleichen Größenordnung sind wie bei den Proteinen. Wie bei diesen liefern die synthetischen Produkte bei der Hydrolyse mit Salzsäure Polypeptide, unter bestimmten Bedingungen ein Tetrapeptid mit 12 Kohlenstoff- und 4 Stickstoffatomen. Durch andere chemische Einwirkungen wurden Spaltstücke mit 6 Atomen C und 2 Atomen N erhalten, nämlich beim Acetylieren ein Diacetat $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_2\text{N}_2\text{Ac}_2$, das bei der Abspaltung der Acetylyle wieder das polymerisierte Piperazin $(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_2\text{N}_2)_x$ zurückliefert. Durch katalytische Hydrierung entsteht Alaninanhidrid, $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_2\text{N}_2$. Die üblichen Mittel physikalischer und chemischer Struktur- und Molekulargewichtsbestimmung geben also einmal Verbindungen mit 6, das andere Mal mit 12 Atomen Kohlenstoff.

Bergmann entwirft nach diesen Befunden folgendes Bild vom Aufbau des Proteinmoleküls: Die Eiweißkörper sind „hochmolekular“ nur in dem Sinne, daß sie von einfachen Lösungsmitteln nicht molekulardispers aufgenommen werden. Der hochmolekulare Zustand der Proteine ist nicht — wie bei den von E. Fischer und E. Abderhalden synthetisierten Polypeptidketten — eine integrierende Strukturkonstante, welche den Proteinen und ihren Derivaten unter allen Umständen eigentümlich bleibt. Der hochmolekulare Zustand der Proteine ist vielmehr eine Zustandsform, welche von den physikalischen und chemischen Versuchsbedingungen abhängt. Aber dennoch kann man nicht von einem eindeutig umrissenen Elementarkörper sprechen, der bei allen molekulardispersen Aufteilungen und allen Abbaureaktionen zuerst zutage treten müßte. Die mit einer Zerteilung in Bruchstücke verbundene chemische Einwirkung beginnt mit einer Neuverteilung der Gitteraffinitäten; je nach den angewandten Chemikalien werden dabei verschiedene Spaltstücke herausgeholt.

Durch die neuen Anschauungen über die Struktur der Eiweißkörper erhalten auch die Fragen nach ihrem physikalischen, ihrem chemischen, ihrem biologischen Verhalten eine neue Beleuchtung. Die große Labilität der Proteine im Reagensglas, ihre große Verwandelbarkeit im Organismus werden verständlicher. Die verschiedenen „Elementarkomplexe“ können tautomere Umlagerungen erfahren, es kann ein Übergang von einer Enol- in eine Ketoform

stattfinden oder ein Übergang vom Oxazolinpeptid ins Amidpeptid; sie können weiterhin gegenseitige Verschiebungen erfahren, ohne daß tiefere Eingriffe, energische chemische Einwirkungen stattzufinden brauchen, ohne daß etwa eine Aufspaltung zu Aminosäuren vor sich gehen muß.

Die Forschungen sind noch in vollem Fluß, so daß Abschließendes nicht gesagt werden kann.

Eigenschaften der Proteinstoffe.

Die Proteinstoffe müssen nach dem Gesagten bei aller Verschiedenheit doch nahe miteinander verwandt sein. Deshalb zeigen sie auch eine Reihe von ähnlichen Eigenschaften und Reaktionen.

Bis auf einzelne Ausnahmen sind die Proteinstoffe alle amorphe, nicht krystallisierende Körper. Sie diffundieren nicht durch tierische Membranen. Alle Eiweißkörper drehen die Ebene des polarisierten Lichtes schwach nach links. Sie sind meistens löslich in verdünntem Alkali und in konzentrierter Säure, dagegen unlöslich in verdünnten Säuren. In Benzol, Chloroform, Äther und Schwefelkohlenstoff sind sie alle unlöslich, der größte Teil ist auch in Alkohol unlöslich. Hier gibt es aber einige wichtige Ausnahmen.

Der Stickstoffgehalt ist bei allen Eiweißkörpern eine ziemlich konstante Zahl. Er schwankt bei den verschiedenen Eiweißkörpern etwa von 15–18% und beträgt im Mittel etwa 16%. Auf dieser Tatsache beruht die einfachste Proteinbestimmung in den Nahrungs- und Genußmitteln. Der Stickstoffgehalt wird bestimmt und hieraus der ungefähre Proteingehalt berechnet. Nach der Proportion Eiweiß: N = 100 : 16 berechnet sich Eiweiß = $N \cdot \frac{100}{16} = N \cdot 6,25$.

Man hat also den gefundenen Stickstoffgehalt mit dem Faktor 6,25 zu multiplizieren, um den ungefähren Proteingehalt zu erhalten. Um anzudeuten, daß die Bestimmung durch Berechnung mit Hilfe des Stickstoffgehaltes gewonnen ist, gibt man dann den gefundenen Wert an als Stickstoffsubstanz (Eiweiß).

Färbungsreaktionen. 1. Die Biuretreaktion. Die auf Protein zu prüfende Lösung wird mit Natronlauge oder Kalilauge alkalisch gemacht und vorsichtig mit geringen Mengen einer stark verdünnten Kupfersulfatlösung versetzt. Sind gelöste Eiweißkörper vorhanden, so tritt eine Rotviolett-färbung auf. Diese Reaktion wird von allen Proteinstoffen gegeben, welche 2 CONH₂-Gruppen an Stickstoff, Kohlenstoff oder direkt miteinander vereinigt enthalten. Sie ist dadurch von besonderer Bedeutung, daß sie von keinem Spaltungserzeugnis der Proteinstoffe gegeben wird, das nicht mehr selbst Eiweißkörper ist. Man verfolgt deshalb durch die Biuretreaktion das Fortschreiten einer Hydrolyse. Tritt die Biuretreaktion noch auf, so ist noch eigentliches Eiweiß vorhanden. Die Empfindlichkeit der Reaktion ist bei den einzelnen Eiweißarten sehr verschieden, auch sind die Farbtöne sehr verschieden. Um einen Anhalt zu geben, sei bemerkt, daß Peptone sich noch nachweisen lassen, wenn der Peptongehalt wenigstens 1:100 000 ist.

2. Die Reaktion nach Millon. Das Millonsche Reagens ist eine Lösung von Quecksilbernitrat in Salpetersäure, die noch etwas salpetrige Säure enthält. Es wird in folgender Weise hergestellt: Ein Teil Quecksilber wird in einem Teil Salpetersäure vom spezifischen Gewicht 1,4 gelöst und mit zwei Teilen Wasser verdünnt. Beim Gebrauch wird die klare Flüssigkeit von etwa abgeschiedenen Krystallen abgegossen.

Versetzt man die Lösung eines Proteinstoffes mit diesem Reagens, so tritt bei hohen Konzentrationen schon in der Kälte ein Niederschlag auf, der sich allmählich rot färbt. Bei geringen Konzentrationen tritt die Rotfärbung erst

beim Kochen auf. Ist Kochsalz in hohen Konzentrationen vorhanden, so wird die Reaktion gestört.

Diese Reaktion ist bedingt durch die Phenolgruppe. Sie tritt in ganz ähnlicher Weise mit reinem Phenol auf. Nur eine Aminosäure, die allerdings fast in allen Eiweißkörpern vorhanden ist, enthält die Phenolgruppe, das Tyrosin. Die Millonsche Reaktion ist also eine Reaktion auf Tyrosin.

Da Gelatine kein Tyrosin enthält, so tritt die Millonsche Reaktion mit Gelatine auch nicht ein.

3. Die Reaktion von Adamkiewicz. Behandelt man die Proteinstoffe mit einer Lösung, welche hergestellt ist aus zwei Raumteilen Eisessig und einem Raumteil konzentrierter Schwefelsäure, so tritt beim Erhitzen Rotfärbung ein.

Hopkins und Cole¹ haben später gezeigt, daß die Reaktion gar nicht vom Eisessig, sondern von Glyoxylsäure, CHO—COOH, herrührt, welche meistens als Verunreinigung dem Eisessig beigemischt ist. Die genannten Forscher geben nach Conheim folgende Vorschrift: Man fügt zu einer wässrigen Eiweißlösung etwas Glyoxylsäure, welche man sich selbst leicht bereiten kann, indem man in starke Oxalsäure etwas Natriumamalgam wirft und nach beendeter Gasentwicklung filtriert; sodann wird konzentrierte Schwefelsäure zugesetzt. Es entsteht eine schöne Blauviolett färbung. Sehr empfindlich ist die Reaktion, wenn man unterschichtet und die Bildung eines Ringes beobachtet.

Die Reaktion wird, wie dieselben Forscher gezeigt haben, hervorgerufen durch Tryptophan.

4. Die Xanthoproteinreaktion. Auf Zusatz von konzentrierter Salpetersäure zu einer Proteinlösung tritt bei stärkeren Konzentrationen schon in der Kälte eine geringe, in der Wärme eine kräftige Gelbfärbung auf. Hat man beim Arbeiten im Laboratorium Salpetersäure an die Hände bekommen, die nicht sofort abgewaschen worden ist, so bilden sich in kurzer Zeit gelbe Flecken an den Händen aus, was auf dem Eintritt derselben Reaktion beruht.

Die Reaktion tritt in ähnlicher Weise auch auf Zusatz von Natriumnitrit in saurer Lösung ein.

Die Träger dieser Reaktion sind Tryptophan und Tyrosin. Es bilden sich gelbgefärbte aromatische Nitrokörper aus.

Auf Zusatz von alkalischen Substanzen wird die Gelbfärbung verstärkt. Bei überschüssiger Natronlauge wird sie rotbraun, bei überschüssigem Ammoniak schön orangefarben.

5. Die Diazoreaktion von Pauly. Wenn eine mit Soda alkalisch gemachte Eiweißlösung mit 3—5 ccm einer Sodalösung versetzt wird, die einige Hundertstel Gramm Diazobenzolsulfosäure enthält, so tritt eine kirschrote Färbung ein, die beim Verdünnen mit Wasser beständig ist. Man stellt sich die Diazobenzolsulfosäure am besten stets frisch aus Sulfanilsäure her.

Die Reaktion wird von den Aminosäuren Tyrosin und Histidin gegeben. Da diese fast in allen Proteinstoffen vorhanden sind, so tritt die Reaktion bei fast allen Proteinstoffen auf.

6. Die Schwefelbleireaktion. Wenn man Eiweiß mit Alkalilauge in Gegenwart von einem Bleisalz kocht, so bildet sich ein schwarzer Niederschlag oder eine schwarze bzw. braune Färbung der Flüssigkeit aus. Die Reaktion beruht auf der Abspaltung von Schwefelwasserstoff, ist also durch den Schwefelgehalt bedingt. Da Schwefel in fast allen Eiweißkörpern vorhanden ist, so geben sie auch fast alle diese Reaktion.

¹ Proc. of the roy. soc. of med. Vol. 68, p. 21. 1901.

Die Fällungsreaktionen. Die Fällung mit Schwermetallen. Fast alle Schwermetalle fällen die Proteinstoffe aus ihren Lösungen aus. Oft sind die Fällungen im Überschuß der Metallsalze oder auch im Überschuß des Eiweißes löslich. Es werden zur Fällung angewendet: Kupfersulfat und Kupferacetat. Sie geben einen blauen Niederschlag, welcher sich in Alkali mit lasurblauer Farbe löst; ferner Quecksilberchlorid, Bleiacetat und andere.

Essigsäure und Ferrocyankalium. Gibt man zu einer Proteinlösung etwas Essigsäure und frisch bereitetes Ferrocyankalium hinzu, so entsteht ein weißer Niederschlag.

Fällung mit anorganischen Komplexsäuren. Eine Reihe von anorganischen Komplexsäuren, insbesondere Phosphorwolframsäure und Phosphormolybdänsäure fällen das Eiweiß in saurer Lösung, indem sie mit den basischen Gruppen Salze bilden. Sie fällen auch die Peptone, wenn auch nicht vollständig. Sie werden ferner benutzt zur Trennung der Monoaminosäuren und Diaminosäuren in hydrolysierten Eiweißlösungen. Die letzteren werden nach Plim mer gefällt, die ersteren nicht.

Fällung mit Gerbsäure. Man löst 70 g Gerbsäure und 100 g Kochsalz mit 50 cem Eisessig zu einem Liter auf. Diese Lösung fällt Proteinstoffe in Form von weißgelblichen Niederschlägen. Auch ein Teil der Peptone wird gefällt, aber nicht vollständig.

Ferner sind noch als Eiweißfällungsmittel erwähnenswert: Pikrinsäure und Essigsäure (Eßbachs Reagens), Kaliumquecksilberjodid. Hiermit ist aber die Liste der Fällungsmittel durchaus nicht erschöpft, da noch zahlreiche andere Körper Eiweiß zu fällen vermögen.

Einteilung der Proteinstoffe.

Man teilt die Proteinstoffe einstweilen noch nach ihrem allgemeinen Verhalten gegen Reagenzien, ihrer Löslichkeit, ihrem Vorkommen und den allgemeinen bisher bekannten Eigenschaften ein.

I. Einfache, genuine, native Proteinstoffe.

Sie kommen als solche im Tier- oder Pflanzenreich vor und können durch Fällen mit Ammonsulfat oder Zinksulfat rein dargestellt werden.

Sie werden deshalb einfache Proteinstoffe genannt, weil sie bei der Spaltung, ohne daß andere Körper gebildet werden, sofort in Albumosen, Peptone, Peptide und Aminosäuren zerfallen.

1. Protamine. Sie sind die einfachsten Eiweißkörper, von manchen als Eiweißabbauprodukte aufgefaßt. Sie sind wasserlöslich, die Lösung reagiert stark alkalisch. Der Stickstoffgehalt beträgt 30% und mehr.

Vorkommen: Im Sperma der Fische in Form verschiedener, aber nahe verwandter Körper vorhanden, gebunden an Nucleinsäure (S. 18).

2. Albumine. Sie sind löslich in kaltem Wasser. Durch Erwärmen auf 70–80° werden sie unlöslich. Die Fällung ist eine vollständigere in schwach saurer Lösung.

Vorkommen.

Tierreich:

Im Eiweiß der Vogeleier, Blutserum, in der Milch, im Muskelfleisch.

Pflanzenreich:

In allen Pflanzen und Pflanzenteilen als Pflanzenalbumine weit verbreitet.

3. Globuline. Sie unterscheiden sich von den Albuminen dadurch, daß sie in reinem Wasser und in verdünnten Säuren unlöslich, dagegen leicht löslich in 10–15%igen Salzlösungen sind. Durch Verdünnung dieser Lösungen oder durch weiteren Salzzusatz werden sie wieder ausgefällt. Sie koagulieren ebenfalls beim Erwärmen auf 70–80°. Auch anhaltendes Durchleiten von Kohlensäure bewirkt Ausfällung.

Vorkommen.

Tierreich:

Im Eigelb, im Muskel (Myosin), im Blutserum (Fibrin und Fibrinogen), in der Milch.

Pflanzenreich:

Besonders weit verbreitet. Phaseolin, Legumin, Vicilin, in den Hülsenfrüchten (S. 177).

4. Die alkohollöslichen Proteinstoffe. Sie unterscheiden sich von allen anderen Proteinstoffen dadurch, daß sie in Alkohol von etwa 70 Volumprozent löslich sind.

Vorkommen.

Tierreich:

Im Käse vorhanden.

Pflanzenreich:

Weit verbreitet. Vor allem vorhanden in den Getreidefrüchten.

Gliadin des Weizens, Hordein der Gerste, Zein des Maises u. a. (S. 171, 173, 174).

II. Zusammengesetzte Proteinstoffe.

Sie heißen deshalb zusammengesetzt, weil sie, im Gegensatz zu den einfachen, bei der Hydrolyse zerfallen in Protein und einen oder mehrere Nichtproteinstoffe.

1. Nucleoverbindungen. Viel Phosphorsäure enthaltende Proteinstoffe, welche unlöslich zurückbleiben, wenn man viele Stoffe des Tier- und Pflanzenreiches mit Säuren, Laugen oder Enzymen behandelt.

a) Phosphorproteide oder Nucleoalbumine. Sie spalten bei der Hydrolyse Phosphorsäure und Paranuclein, einen phosphorhaltigen Komplex ab, nie aber Xanthinkörper.

Vorkommen.

Tierreich:

Milchcaseine, Vitellin des Eidotters.

Pflanzenreich:

Im Protoplasma aller Zellen vorhanden.

b) Nucleoproteide. Sie bestehen aus Eiweiß und Nucleinsäure. Die Nucleinsäure ist ein phosphorhaltiger Körper, welcher Kohlenhydratgruppen, sowie Guanin, Adenin, Thymin und Cytosin enthält. Bei der Hydrolyse entstehen Purinderivate, auch Nucleinbasen genannt, vor allem Adenin, Guanin, Hypoxanthin oder Sarkin und Xanthin.

Vorkommen: Sie sind wichtige Bestandteile der Zellkerne von Tieren und Pflanzen.

2. Glucoproteide. Sie spalten bei der Hydrolyse neben Protein Zucker ab. In diesen Proteinen ist Glucosamin $\text{CH}_2\text{OH} - [\text{CH}(\text{OH})]_3 - \text{CH}(\text{NH}_2) - \text{CHO}$ vorhanden.

Vorkommen: Im Tierreich als Muzine in vielen schleimigen Stoffen, deren Schleimnatur dadurch bedingt ist (Sputum, Schnecken, Froschlaich). Nahe verwandte Körper sind die Mukoide (im Glaskörper des Auges, in den Sehnen, im Nabelstrang).

3. Chromoproteide. Bei der Hydrolyse neben Eiweiß Farbstoffe abspaltend.

Vorkommen.

Tierreich:

Hämoglobin des Blutes, aus Globin (Eiweiß) und Hämatin (Farbstoff, eisenhaltiges Pyrrolderivat) bestehend, Lutein des Eidotters.

Pflanzenreich:

Chlorophyll der grünen Pflanzen.
Carotin der Möhren.

III. Denaturierte Proteinstoffe.

Mit diesem Namen faßt man alle diejenigen Eiweißkörper zusammen, welche auf irgend eine Weise, sei es durch Einwirkung von Wärme, von Enzymen, von Chemikalien, verändert sind. Die Veränderung ist irreversibel; auf keine Weise lassen sich die veränderten Körper in die ursprünglichen zurückverwandeln.

1. Koagulierte Proteinstoffe. Es sind solche, die auf irgend eine Weise geronnen sind.

Vorkommen: Hierher gehören das durch Hitze geronnene Albumin (am bekanntesten in Form des gekochten Eies). Es gehört hierher ferner das Fibrinogen des Blutes. Beim Zusammentreffen des Fibrinogens mit der Luft wird das gelöste Fibrinogen in unlösliches Fibrin überführt (S. 76). Auch im Pflanzenreich ist Pflanzenfibrin in verschiedenen Samen vorhanden.

2. Die Acid- und Alkalialbuminate. Sie entstehen durch Einwirkung von Säuren oder Alkalien auf Eiweißkörper. Der Vorgang ist der Koagulation der Eiweißkörper nahe verwandt. Indessen treten im weiteren Verlauf neben der Bildung des Acidalbumins oder des Alkalialbuminates meist Albumosen und Peptone auf.

3. Albumosen und Peptone. Sie entstehen durch längere Einwirkung von Säuren auf die Eiweißkörper. Sie sind Abbauprodukte der Eiweißkörper in dem Sinne, daß das Eiweißmolekül in mehrere kleinere Bruchstücke zerschlagen ist. Diese Bruchstücke sind die Albumosen und Peptone. Sie haben selbst noch Eiweißcharakter.

Die Albumosen sind diejenigen Körper, die dem Eiweißmolekül noch näher stehen. Sie diffundieren nicht oder nur unvollkommen durch tierische Membranen. Sie sind durch Ammonsulfat oder Zinksulfat oder andere Salze aus ihren Lösungen aussalzbar. Kühne und seine Schüler¹ unterscheiden die Albumosen nach ihrem Verhalten gegen Salzlösungen in primäre und Deuteroalbumosen. Diese sind noch weiter unterschieden worden. Die Albumosen geben alle die Biuret- und die Xanthoproteinreaktion. Sie werden gefällt durch Alkohol, durch Schwermetallsalze, durch Ferrocyanwasserstoffsäure und die Alkaloidreagenzien (Phosphorwolframsäure, Gerbsäure usw.).

Die Peptone werden meistens als dem Eiweißmolekül schon erheblich ferner stehend angesehen. Sie haben aber auch noch Eiweißcharakter. Nach Emil Fischer sind sie unentwirrbare Gemische von Polypeptiden.

In Alkohol sind sie löslich, ebenso in allen Salzlösungen. Sie diffundieren durch tierische Membranen, werden durch Schwermetalle nicht gefällt, ebenso nicht durch Ferrocyanwasserstoffsäure. Dagegen werden die Peptone gefällt von Gerbsäure und Phosphorwolframsäure.

Ebenso wie die Albumosen geben sie die Biuret- und Xanthoproteinreaktion. Sie sind schwefelfrei.

¹ Vgl. Siegfried, Partielle Eiweißhydrolyse. Berlin: Gebr. Borntraeger. 1916.

4. Toxische Proteinstoffe. Sie sind Erzeugnisse des Lebensvorganges von pathogenen Bakterien, leicht löslich in Wasser. Sie heißen Toxine, Antitoxine, Toxalbumine, Alexine usw. Ihre nähere Zusammensetzung bzw. gar ihre Konstitution ist uns noch völlig unbekannt.

IV. Proteinähnliche Körper oder Albuminoide.

Gerüstsubstanzen oder Skleroproteine. Sie kommen nur im Tierreich vor. Ihre Aufgabe besteht darin, dem Körper als Stütze zu dienen und den verschiedenen Teilen des Körpers Form und Zusammenhalt zu geben.

Sie haben vollkommenen Eiweißcharakter, so daß die Bezeichnung eiweißähnliche Körper, wie man diese Stoffe auch wohl genannt hat, nicht paßt.

a) **Kollagen und Leim.** Das gewöhnliche Bindegewebe, sowie die organische Substanz der Knochen enthält ein unlösliches Skleroprotein, das Kollagen. Kocht man dieses Kollagen längere Zeit mit Wasser, so geht es in Lösung. Es entsteht ein wasserlöslicher Stoff, der den Namen Glutin, Leim oder Gelatine führt. Über das Kollagen selbst ist verhältnismäßig wenig bekannt.

Man nahm früher an, daß das Skleroprotein der Knorpeln ein anderes sei als das der Knochen und des Bindegewebes. Man nannte es Chondrigen. Nähere Untersuchungen zeigten aber, daß das Chondrigen ein Gemenge von Kollagen, der leimgebenden Substanz, und Muzin ist.

b) **Keratin.** Das Keratin bildet die harten und hornigen Substanzen des tierischen und menschlichen Körpers (Nägel, Haare, Hornhaut, Hufe, Hörner, Federn). Es ist von allen Skleroproteinen am unlöslichsten.

c) **Elastin.** Das Elastin ist die Stützsubstanz der Sehnen. Es ist ähnlich unlöslich wie Keratin.

Gehalt der Proteinstoffe an Aminosäuren auf Grund der bisher vorliegenden Forschungsergebnisse.

Auf Grund einer Methode, welche der Begründer der modernen Eiweißchemie, Emil Fischer, ausgearbeitet hat, haben zahlreiche Forscher, besonders Physiologen, die natürlichen Eiweißkörper auf ihren Gehalt an Aminosäuren analysiert. Die Methode von Emil Fischer besteht darin, daß das Eiweiß zunächst möglichst rein dargestellt wird und dann der völligen Hydrolyse mit Säuren unterworfen wird. Nun werden zunächst die Mono- und Diaminosäuren chemisch voneinander getrennt und die Monoaminosäuren durch fraktionierte Destillation der Salzsäureester im Vakuum voneinander getrennt. Das Verfahren ist, wie es bei der Schwierigkeit dieser Materie nicht anders sein kann, sehr umständlich. Es ist auch naturgemäß ein wenig quantitatives. Besonders manche Bausteine, bei denen die Trennung und Reindarstellung größere Schwierigkeiten bereitet, werden sehr verschieden gefunden. Die Folge ist, daß die Analysen in Summa oft nur 40–50% ergeben¹. Die wichtigsten Aufklärungen über die Zusammensetzung der Eiweißkörper in bezug auf ihren Gehalt an Aminosäuren verdanken wir Abderhalden und seinen Schülern und dem amerikanischen Physiologen Osborne und seinen Schülern. Mit colorimetrischen Methoden für die Ermittlung bestimmter Aminosäuren konnte Verf. mit seinen Mitarbeitern (Alt, Stoppel) ebenfalls einige Beiträge zu diesem Kapitel liefern.

¹ Diese Tatsache wird auch von manchen Forschern als Beweis gegen die Theorie Emil Fischers über den Aufbau der Proteine aus Aminosäuren betrachtet.

Faßt man alles Bekannte kurz zusammen, so lassen sich auf Grund der bisher vorliegenden Forschungsergebnisse die Eiweißkörper ungefähr wie folgt charakterisieren¹:

Die Protamine sind charakterisiert durch einen besonders hohen Gehalt an Diaminosäuren, besonders Arginin; sie enthalten wenig Monoaminosäuren.

Tierische Albumine sind dadurch besonders bemerkenswert, daß sie kein Glykokoll enthalten.

Pflanzliche Albumine sind in ihrer Zusammensetzung den tierischen ähnlich. Indessen ist Glykokoll vorhanden, wenn auch in geringen Mengen; durchweg ist ferner der Gehalt an Glutaminsäure erheblich höher als bei den tierischen Albuminen.

Tierische Globuline unterscheiden sich nicht charakteristisch in der Zusammensetzung von tierischen Albuminen.

Pflanzliche Globuline unterscheiden sich in ihrer Zusammensetzung ebenfalls nicht wesentlich von pflanzlichen Albuminen. Von den tierischen Globulinen sind sie durch einen höheren Gehalt an Arginin und Glutaminsäure unterschieden.

In allen pflanzlichen und tierischen Albuminen und Globulinen fanden wir geringen Tyrosingehalt (0,7–2%) mit Ausnahme von Blut- und Eialbumin, wo der Gehalt 4–5% betrug.

Die in Alkohol löslichen Proteinstoffe (Gliadine) zeichnen sich durch einen hohen Gehalt an Ammoniak und Prolin aus. Aus diesem Grunde schlägt Osborne für diese Körper den Namen Prolamine vor. Auch der Glutaminsäuregehalt ist meist sehr hoch (30–40%). Der Tyrosingehalt ist nach unseren Befunden bemerkenswert hoch (5–7%).

Das Casein der verschiedenen Milcharten scheint kein Glykokoll zu enthalten, sonst sind alle Aminosäuren vorhanden. Bei der Analyse der verschiedenen Milcharten sind besonders auffallende Unterschiede nicht festgestellt worden; das Casein der Frauenmilch ist nach unseren Befunden aber wesentlich tryptophanreicher als das der Kuhmilch.

Die Chromoproteine scheinen sich durch einen besonders hohen Gehalt an Leucin und Histidin auszuzeichnen.

Albumosen und Peptone bieten in ihrer Zusammensetzung nichts Bemerkenswertes gegenüber den ursprünglichen Eiweißkörpern. Alle Aminosäuren sind vertreten. Dieser Umstand erschwert die Konstitutionsforschung. Wenn nämlich der Abbau des Proteins so vor sich ginge, daß das große Molekül schrittweise in Produkte zerfiele, in denen immer bestimmte Bausteine fehlen, so würde man viel leichter ermitteln können, in welcher Weise die Aminosäuren im Eiweiß aneinander gebunden sind. Auch dieser Umstand spricht wieder für die neueren Auffassungen über den Bau der Proteine durch Zusammenhalt verhältnismäßig kleiner gleichartiger Moleküle durch Nebervalenzen (S. 13).

Gelatine und Leim zeichnen sich durch einen besonders hohen Gehalt an Glykokoll aus. Es fehlen ferner eine Reihe von Bausteinen des normalen Eiweißmoleküls, nämlich Cystin, Tyrosin und Tryptophan. Ferner ist sehr wenig Glutaminsäure vorhanden. Das Fehlen dieser Bausteine bedeutet natürlich, daß der Nährwert der Gelatine ein geringerer sein muß als der normaler Eiweißkörper; denn der Körper braucht die fehlenden Bausteine. Es müssen also Krankheiten auftreten, wenn ein Tier oder Mensch seinen Eiweißbedarf nur durch Gelatine decken wollte.

¹ Zahlenangaben über die Zusammensetzung der einzelnen Eiweißkörper folgen bei den betreffenden Nahrungsmitteln.

Das Keratin zeichnet sich durch einen besonders hohen Gehalt an Cystin aus. Menschenhaare enthalten ungefähr 14% Cystin.

Das Elastin der Sehnen scheint fast völlig aus Glykokoll und Leucin zu bestehen.

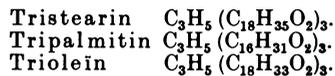
Die Fette.

Die natürlichen Fette und Öle schmelzen sämtlich unter 100°. Bis 150° können sie meist unzersetzt destilliert werden. Ein Erhitzen auf höhere Wärme-grade ruft Zersetzungen hervor unter Bildung verschiedener flüchtiger Stoffe, die sowohl dem Glycerin als auch den hochmolekularen Fettsäuren entstammen.

Die reinen, synthetisch hergestellten Glyceride sind stets geruchlose und geschmacklose Körper. Der verschiedene Geschmack der natürlichen Fette rührt deshalb von geringen Beimengungen anderer Stoffe her.

Im Wasser sind alle Fette und Öle unlöslich. In kaltem Alkohol sind die meisten nur wenig löslich. Dagegen sind alle Fette und Öle leicht löslich in Äther, Benzin, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Tetrachlorkohlenstoff, Benzol und ähnlichen Lösungsmitteln.

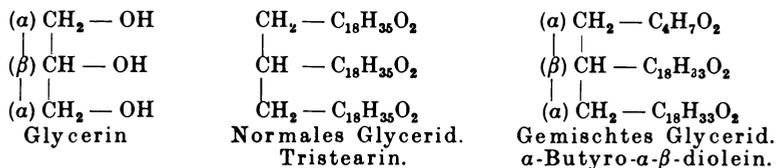
Die Fette und Öle bestehen in der Hauptsache aus Estern des Glycerins mit Fettsäuren. Man hat früher geglaubt, daß die natürlichen Fette fast ausschließlich ein Gemisch der nachstehenden drei Glyceride seien:



Das Triolein ist bei gewöhnlicher Temperatur flüssig. Tristearin und Tripalmitin sind bei gewöhnlicher Temperatur fest. Je nachdem nun ein Fett mehr oder weniger Triolein enthält, wäre es, so nahm man an, mehr oder weniger flüssig oder fest.

Die neuere Forschung hat gezeigt, daß die Anschauung, wonach nur oder hauptsächlich diese Glyceride in den natürlichen Fetten seien, unrichtig ist. Meistens enthalten die natürlichen Speisefette sog. gemischte Glyceride, die in der Weise zustande kommen, daß die drei OH-Gruppen des Glycerins mit verschiedenen Fettsäuren verestert werden.

Je nach der Stellung der Fettsäurereste können verschiedene Isomere entstehen, die man durch Vorsetzung der Buchstaben α , β , α charakterisiert. Die Konstitution des Glycerins, der Triglyceride und der gemischten Glyceride ergibt sich aus den nachstehenden Formeln:



Synthetisch können auch Mono- und Diglyceride hergestellt werden, bei denen in das Glycerin nur ein bzw. zwei Fettsäurereste eingetreten sind. Diese Körper kommen aber in den natürlichen Ölen und Fetten nicht vor. Neben den gemischten Glyceriden kommen bisweilen auch die einheitlichen Triglyceride in den natürlichen Fetten vor. Über die in den pflanzlichen und tierischen Fetten vorkommenden gemischten und Triglyceride wird bei der Besprechung der einzelnen Fette Näheres mitgeteilt werden.

Auch diese gemischten Glyceride sind ebenso wie die obengenannten normalen Triglyceride bei gewöhnlicher Temperatur entweder fest oder flüssig. Die oben ausgesprochene Ansicht über die Konsistenz der Fette bleibt also durchaus richtig, nur spielt an Stelle des Gehaltes von Triolein ganz allgemein der Gehalt an ölsäurehaltigen Glyceriden die ausschlaggebende Rolle. Die flüssige Beschaffenheit der Glyceride hängt eben auch in den gemischten Glyceriden vornehmlich von dem Gehalt an Ölsäure ab.

Die Elementarzusammensetzung der natürlichen Fette ist sehr wenig verschieden. Der Kohlenstoff-, Sauerstoff- und Wasserstoffgehalt der Fette schwanken etwa zwischen folgenden Grenzen: Kohlenstoff 72–78%, Wasserstoff 10–13%, Sauerstoff 9,5–15,5%.

Das Glycerin.

Das Glycerin ($C_3H_5(OH)_3$), dessen Konstitutionsformel schon oben angegeben wurde, ist ein dreiwertiger Alkohol. Es entsteht auch in geringen Mengen bei der alkoholischen Gärung und findet sich daher in kleinen Mengen im Wein und im Bier (s. S. 288f.). Technisch wird es in der Weise dargestellt, daß man das bei der Seifenfabrikation abfallende glycerinhaltige Seifenwasser in Vakuumverdampfapparaten konzentriert. Das so erhaltene Rohglycerin wird dann durch Destillation gereinigt.

Das Glycerin ist eine farblose, dicke, süßschmeckende Flüssigkeit von neutraler Reaktion. Bei Atmosphärendruck siedet es bei 290° . Mit überhitzten Wasserdämpfen kann es bei 200 – 250° übertrieben werden. Es zieht begierig Wasser an der Luft an, ist mit Wasser und Alkohol in jedem Verhältnis mischbar, aber unlöslich in Äther und Chloroform. Es besitzt ein bedeutendes Lösungsvermögen für viele Salze, so für Soda, Borax, Zinkchlorid, Kupfersulfat und andere. Es verbindet sich mit Basen, löst deshalb Kaliumhydroxyd, Bleioxyd, Calciumoxyd, Strontiumoxyd, Magnesiumoxyd und andere Metall-oxyde auf. Ferner verhindert das Glycerin die Ausfällung gewisser Oxyde, wie Eisenoxyd und Kupferoxyd durch Kalilauge.

Erhitzt man Glycerin rasch, so entsteht der zur ungesättigten Acrylsäure gehörige Aldehyd, das Acrolein, $CH_2=CH-CHO$. Dieser Körper ist eine Flüssigkeit von äußerst unangenehmem stechendem Geruche. Auf die Bildung dieses Körpers ist auch der unangenehme Geruch angebrannten Fettes zurückzuführen.

Die Fettsäuren.

In den natürlichen Ölen und Fetten kommen nur Fettsäuren mit gerader Kohlenstoffatomzahl vor. Im übrigen gehören die in den natürlichen Fetten gefundenen Fettsäuren hauptsächlich drei verschiedenen Reihen an, nämlich:

Der Essigsäurereihe von der allgemeinen Formel $C_nH_{2n}O_2$.

Der Acrylsäurereihe von der allgemeinen Formel $C_nH_{2n-2}O_2$.

Den Leinölsäurereihen von der allgemeinen Formel $C_nH_{2n-4}O_2$ und $C_nH_{2n-6}O_2$.

Die in den natürlichen Fetten vorkommenden Säuren der Essigsäurereihe $C_nH_{2n}O_2$. Die erste Säure mit gerader Kohlenstoffatomzahl wäre die Essigsäure selbst $C_2H_4O_2$, die aber in den Fetten nicht vorkommt. Die niederen Glieder der Reihe sind flüssige und wasserlösliche Säuren. Mit zunehmendem Molekulargewicht werden die Säuren immer fester, ihr Schmelzpunkt und Siedepunkt steigt immer mehr an und sie werden immer wasserunlöslicher. Die höchsten Glieder der Reihe sind nicht unzersetzt bei gewöhnlichem Druck destillierbar.

Säure	Formel	Vorkommen
1. Buttersäure	$C_4H_8O_2$	Kuhbutter.
2. Capronsäure	$C_6H_{12}O_2$	Kuhbutter.
3. Caprylsäure	$C_8H_{16}O_2$	Cocosfett, Palmfett.
4. Caprinsäure	$C_{10}H_{20}O_2$	—
5. Laurinsäure	$C_{12}H_{24}O_2$	Lorbeer-Cocosfett, Palmfett.
6. Myristinsäure	$C_{14}H_{28}O_2$	Muskatbutter, Cocosfett, Palmfett.
7. Palmitinsäure	$C_{16}H_{32}O_2$	In den meisten Fetten.
8. Stearinsäure	$C_{18}H_{36}O_2$	In den meisten Fetten.
9. Arachinsäure	$C_{20}H_{40}O_2$	Im Erdnußöl, gehärtetem Waltran.
10. Behensäure	$C_{22}H_{44}O_2$	Im gehärteten Waltran.

Ungesättigte Fettsäuren. Die ungesättigten Fettsäuren der Fette sind sämtlich Flüssigkeiten, die infolge der ungesättigten Beschaffenheit großes Oxydationsbestreben besitzen. Sie sind nur unter vermindertem Druck unzersetzt destillierbar.

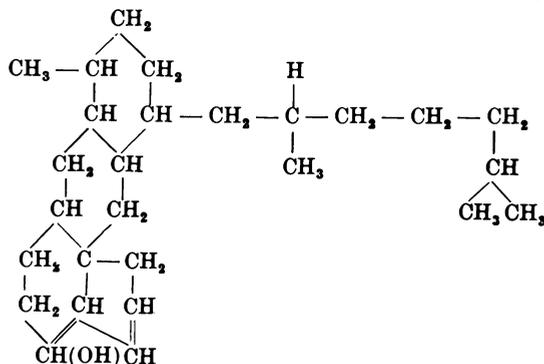
Säure	Formel	Vorkommen
Reihe: $C_nH_{2n-2}O_2$		
Hypogäasäure	$C_{16}H_{30}O_2$	Im Erdnußöl.
Ölsäure	$C_{18}H_{34}O_2$	In allen Fetten.
Erucasäure	$C_{22}H_{42}O_2$	Im Rüßöl.
Reihe: $C_nH_{2n-4}O_2$ und $C_nH_{2n-6}O_2$		
Linolsäure	$C_{18}H_{32}O_2$	Im Mohnöl.
Linolensäure	$C_{18}H_{30}O_2$	Leinöl, Nußöl.

Andere, seltener vorkommende Fettsäuren werden bei den einzelnen Fetten noch erwähnt werden.

Die Lipoide.

Unter diesem Namen fassen die Mediziner und Physiologen eine Reihe von verschiedenartigen, in Alkohol und Äther löslichen Körpern zusammen, die in den Fetten neben den Glyceriden in geringen Mengen stets vorhanden sind und den Fetten nahestehen. Hauptsächlich handelt es sich um die Sterine und die Lecithine oder Phosphatide.

Die Sterine. Diese Körper sind kompliziert gebaute Alkohole, welche im ganzen Tier- und Pflanzenreich weit verbreitet sind. Die Sterine des Tierreiches führen den zusammenfassenden Namen „Zoosterine“, diejenigen des Pflanzenreiches heißen Phytosterine. Die letzteren sind viel weniger genau untersucht worden als die Sterine des Tierreiches. Das am weitesten verbreitete Sterin des Tierreiches, welches von Windaus sehr gründlich untersucht worden ist, ist das Cholesterin $C_{27}H_{46}O$. Es steht in naher Beziehung zu den Gallensäuren. Die mutmaßliche Konstitutionsformel ist nach Windaus¹



¹) Nachrichten der Ges. d. Wiss. zu Göttingen, math.-phys. Kl. 1919.

Nahe verwandt mit dem Cholesterin ist das Koprosterin, welches sich in den Fäkalien findet.

Von den pflanzlichen Sterinen, den Phytosterinen, ist eine ganze Anzahl verschiedener, aber nahe verwandter Körper beschrieben. Mit dem Cholesterin isomer ist das Sitosterin $C_{27}H_{46}O$. Ein Körper der allgemeinen Formel $C_{27}H_{42}O$, das Ergosterin, kommt in der Hefe vor.

Cholesterin kommt in größeren Mengen im Eieröl vor (etwa 5%), ferner im Lebertran (0,9%), sowie in anderen Fischfetten. Es fehlt in keinem tierischen Fette ganz. Butter, Schmalz, Talg enthalten etwa 0,1–0,4%.

Phytosterine sind vor allem reichlich in verschiedenen Ölsamen vorhanden. Kein pflanzliches Fett ist völlig frei von Phytosterin. Der Gehalt liegt meist zwischen 0,1–0,25%.

Man gewinnt das Phytosterin und das Cholesterin, indem man die Fette verseift und die Seifen mit Äther, in welchem die genannten Alkohole leicht löslich sind, ausschüttelt. Sie sind feste Körper, die schön krystallisieren.

Für die praktische Nahrungsmittelchemie sind diese Körper dadurch sehr wichtig geworden, daß sie eine Unterscheidung von tierischen und pflanzlichen Fetten bzw. den Nachweis einer Verfälschung der meist viel wertvolleren tierischen Fette mit pflanzlichen Fetten ermöglichen. Tierische Fette enthalten nur Cholesterin, pflanzliche Fette enthalten nur Physosterine. Zur Unterscheidung des Cholesterins und des Phytosterins haben zunächst E. Salkowsky¹ und später A. Bömer² Verfahren ausgearbeitet, die auf der verschiedenen Krystallisation und Krystallform des Cholesterins und des Phytosterins gegründet waren. Später hat aber Bömer³ ein viel schöneres Verfahren, die sog. Phytosterin-Acetatprobe, ausgearbeitet. Die Methode beruht darauf, daß die Essigsäurerester der Alkohole einen verschiedenen Schmelzpunkt zeigen, und zwar das Phytosterinacetat einen erheblich höheren als das Cholesterinacetat.

Lecithine oder Phosphatide. Diese Körper sind in allen Zellen von Pflanzen und Tieren weit verbreitet. Sie haben eine große Bedeutung für Leben und Gedeihen der Zellen; daher kommt ihnen auch eine beträchtliche Bedeutung für die Ernährung zu.

Sie sind löslich in Alkohol und Äther, unlöslich, aber quellbar in Wasser. Gewöhnlich werden die Phosphatide in Form von knetbaren, wachsähnlichen Körpern erhalten, die schwer zum Krystallisieren zu bringen sind.

Der Typ dieser Körper ist das Lecithin, welches man früher für den Ester der Palmitin- und Ölsäure mit der Glycerinphosphorsäure und Cholin hielt. Neue Untersuchungen haben aber gezeigt, daß, wie nachstehende Konstitutionsformel lehrt, nicht Palmitinsäure, sondern Stearinsäure und als ungesättigte Säure nicht Ölsäure, sondern eine ungesättigte Säure der Reihe $C_nH_{2n-4}O_2$, die wahrscheinlich mit Linolsäure identisch ist, vorhanden sind.

$CH_2 - C_{18}H_{33}O_2$ (Stearinsäurerest)

|
 $CH - C_{18}H_{31}O_2$ (Linolsäurerest)

$CH_2 - O - P - O - C_2H_4 - N - OH$
 | || | | | |
 OH O CH₃ CH₃ CH₃ Cholinrest = Äthyloltrimethylammoniumhydroxyd.

Das Lecithin wird meist von dem Kephalin begleitet; dieses unterscheidet sich in seiner Konstitution dadurch von dem Lecithin, daß es an Stelle von

¹ Zeitschr. f. analyt. Chem. Bd. 26, S. 557. 1887.

² Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 1, S. 21 u. 81. 1898.

³ Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 4. S. 1070. 1901.

Cholin Aminoäthylalkohol $\text{OH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$ in derselben Art der Veresterung an die Phosphorsäure enthält.

Nach Thudichum¹ sollen im Tierkörper noch viele ähnlich gebaute Phosphatide vorkommen, die zum Teil auch zwei Phosphatreste im Molekül enthalten. Die Monophosphatide und Diphosphatide können einen, zwei oder drei Stickstoffatome enthalten, so daß man die Phosphatide wie folgt unterscheiden kann:

Monoaminophosphatide	P : N = 1 : 1,
Diaaminophosphatide	P : N = 1 : 2,
Triaminophosphatide	P : N = 1 : 3,
Monoaminodiphosphatide	P : N = 2 : 1,
Diaminodiphosphatide	P : N = 2 : 2,
Triaminodiphosphatide	P : N = 2 : 3.

Auch Phosphatide, welche keinen Stickstoff und kein Glycerin enthalten, sollen im Gehirn vorkommen. Auch soll es Lecithine geben, welche keine ungesättigten, sondern nur gesättigte Fettsäuren enthalten.

Die Lecithine sind in Form der sog. Lecithalbumine oft mit Eiweiß verbunden. Das Vitellin des Eidotters ist eine derartige Verbindung.

Sonstige Bestandteile und Eigenschaften der Fette und Öle.

In geringen Mengen sind in allen Fetten freie Fettsäuren vorhanden, in den pflanzlichen durchweg mehr als in den tierischen. Bei den tierischen Fetten beträgt der Gehalt an freien Fettsäuren meist nicht über 1% (berechnet als Ölsäure), bei den Pflanzenölen kann er vielfach höher liegen. Unverseifbare Bestandteile sind ferner in geringen Mengen in allen Ölen und Fetten vorhanden. Hierzu zählen auch die schon behandelten Phytosterine und Cholesterin. In tierischen Fetten schwankt der Gehalt an Unverseifbarem von etwa 0,1–0,5%, bei Pflanzenfetten ist er höher. Unter den unverseifbaren Bestandteilen mancher Pflanzenöle finden sich die Träger charakteristischer Reaktionen, so das Sesamin des Sesamöles, welches der Träger der Baudouinschen Reaktion ist².

Das Ranzigwerden der Fette. Alle Fette besitzen die Eigenschaft, bei längerem oder kürzerem Aufbewahren ranzig zu werden. Diejenigen Fette, welche, wie Butter und Margarine, gleichzeitig wasserhaltig sind, werden besonders schnell ranzig. Bei diesem Ranzigwerden nehmen die Fette einen unangenehmen, strengen und üblen Geruch und Geschmack an, der bei gewissen Fetten mit Brechreiz verbunden ist. Wenn man der Ursache des Ranzigwerdens nachgeht, so ist zunächst zu trennen zwischen den wasserhaltigen Fetten, wie Butter und Margarine, und den wasserfreien Fetten, wie Schmalz, Talg usw. Im ersten Falle spielen sicherlich Bakterien, Enzyme und Mikroorganismen eine große Rolle. Daher rührt es wohl auch, daß das Ranzigwerden solcher Fette viel schneller auftritt als in wasserfreien Fetten. Man hat auch lange Zeit geglaubt, daß in den wasserfreien Fetten, wie in den Pflanzenölen, dem Schmalz usw. das Ranzigwerden durch Mikroorganismen veranlaßt würde.

Nach Ritsert³ kann diese Auffassung aber als widerlegt angesehen werden. Ritsert impfte Fettersetzer direkt in sterile Fette hinein. Sie starben aber ab und die geimpften Fette wurden ebenso schnell ranzig als die nichtgeimpften

¹ Die chemische Konstitution des Gehirns der Menschen und der Tiere. Tübingen 1901.

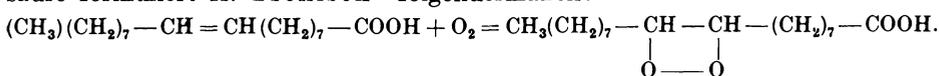
² Einer beim Schütteln mit Salzsäure und etwas Furfurol auftretenden Rotfärbung.

³ Inaug.-Diss. Berlin 1900 nach E. Salkowski: Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs-u. Genußmittel. Bd. 34, S. 305. 1917.

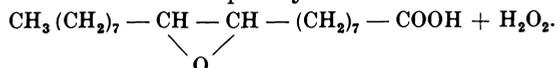
Kontrollen. Hiernach ist das Ranzigwerden der wasserfreien Fette als ein rein chemischer Vorgang anzusehen, welcher durch den Sauerstoff der Luft bewirkt wird und in Oxydationsprozessen beruht.

Man weiß schon lange, daß häufig, aber nicht immer, freie Fettsäuren auftreten. Die freien Fettsäuren werden aber in manchen Fällen sofort weiter oxydiert, so daß sie sich in dem ranzigen Fett oft nicht nachweisen lassen. Diese Verhältnisse sind zu beachten für den Nachweis der Verdorbenheit eines Fettes. Findet man einen abnorm hohen Säuregrad, so ist das Fett immer verdorben. Umgekehrt beweist aber das Fehlen eines hohen Säuregrades noch nicht, daß das Fett nicht verdorben ist.

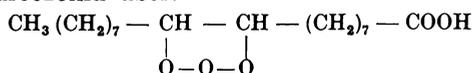
Über den Chemismus der Vorgänge herrschen noch viele sich widersprechende Anschauungen. Neuerdings sind aber doch gewisse Teilvorgänge aus den äußerst verwickelten Reaktionen aufgeklärt worden. Man hat zu unterscheiden zwischen der Ölsäureranzigkeit, bei der eine Oxydation der Ölsäure vor sich geht, und der Keton- oder Parfümranzigkeit, bei der gesättigte Fettsäuren oxydiert werden. Die Zersetzungsvorgänge bei der Ölsäure formuliert A. Tschisch¹ folgendermaßen:



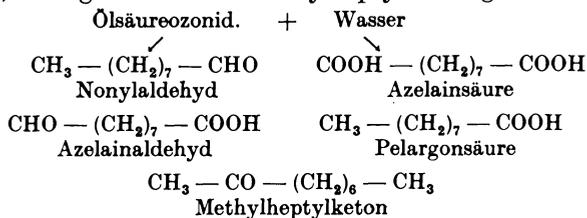
Es bildet sich also zunächst Ölsäureperoxyd. Dieses zerfällt mit Wasser in Ölsäureoxyd und Wasserstoffsperoxyd



Neben Wasserstoffsperoxyd bildet sich auch Ozon. Dieses führt das Ölsäureoxyd in Ölsäureozonid über.



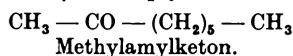
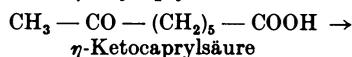
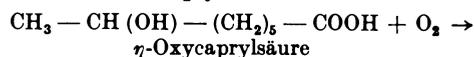
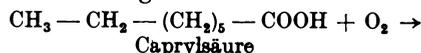
Ölsäureozonid zerfällt dann mit Wasser in Nonylaldehyd, Azelainsäure, Azelinaldehyd, Pelargonsäure und Methylheptylketon gemäß dem Schema:



Es treten also als Spaltungserzeugnisse verschiedene niedriger molekulare Fettsäuren und Aldehyde und Ketone auf. Der Geruch dieser Körper, die mit Wasserdampf flüchtig sind, erinnert an den Geruch ranzigen Fettes. Auch kann man Aldehyde und Ketone im Wasserdampfdestillat von ranzigen Fetten nachweisen. Auch die Steigerung des Säuregrades, die oft bei ranzigen Fetten beobachtet wird, ist nach dem oben skizzierten Verlauf der Zersetzung ohne weiteres verständlich. Die beim Ranzigwerden häufig beobachtete Bleichung der Fette ist offenbar der Wirkung des Wasserstoffsperoxydes zuzuschreiben. Diese Theorie ist durch Versuche an der Ölsäure gestützt. Die Zersetzung anderer ungesättigter Fettsäuren dürfte in entsprechender Weise verlaufen.

¹ Schweiz. Apoth.-Zeit. Bd. 62, Nr. 20, 21. 1924.

Die Parfüm- oder Ketonranzigkeit wird vor allem bei Cocos- und Palmkernfett beobachtet. Es treten dabei äußerst stark und charakteristisch riechende Stoffe auf. Die Vorgänge verlaufen nur in wasserhaltigem Fett, das gereinigtes wasserfreies Fett wird nicht ranzig (vgl. S. 157). Es wirken hierbei vor allem höhere Pilze (*Aspergillus* und *Penicillium*) mit. Fierz David¹ zeigte, daß durch Schimmelpilze die Fette in freie Fettsäuren und Glycerin hydrolytisch gespalten werden. Aus den Fettsäuren werden dann gemäß der Dakinschen Reaktion Aldehyde gebildet. Diese Reaktion besteht in dem Abbau von Fettsäuren mit Wasserstoffsuperoxyd, wobei sich stets bestimmte Ketone gemäß der zu spaltenden Fettsäure bilden müssen. Für Caprylsäure verlaufen die Umsetzungen beispielsweise in folgender Weise:



Das Cocosfett besteht nun vorwiegend aus Caprylsäure, Laurinsäure und Myristinsäure. Hiernach müssen sich bei dem Dakinschen Abbau Methylamylketon, Methylnonylketon und Methylundecylketon bilden. Haller und Lassieux¹ konnten beweisen, daß die aus ranzigem Cocosfett mit überhitztem Wasserdampf gewonnenen Destillate die genannten Ketone enthalten.

Die Fette, insbesondere die Butter, haben die Eigenschaft, bei Bestrahlung mit direktem Sonnenlicht (ultraviolette Strahlen) zu vertalgeln. Die Butter wird gebleicht und nimmt einen unangenehmen talgigen Geschmack und Geruch an. Die Frage nach den dabei vor sich gehenden chemischen Umsetzungen bzw. ob die Vorgänge mit den eben geschilderten verwandt sind, ist noch nicht geklärt. Mit der üblichen chemischen Untersuchungsmethodik lassen sich Unterschiede in den Konstanten nicht nachweisen.

Trocknen der Öle. Von dem Ranzigwerden hat man das Trocknen der Öle (s. S. 153) zu unterscheiden: Es ist ein ganz anderer Vorgang. Er beruht auf der energischen Sauerstoffaufnahme durch die stark ungesättigte Linolsäure und verwandte Säuren.

Nach H. Wolff bildet die Oxydation bei der Trocknung der Öle nur einen Teil der Vorgänge. Der eigentliche Trocknungsprozeß darf nicht mit der Sauerstoffaufnahme identifiziert werden. Vielmehr läßt sich zeigen, daß das Festwerden ein kolloider Vorgang ist, eine Gelbildung, die unter besonderen Umständen höchst charakteristische Alterserscheinungen aufweist. Das Trocknen weist mindestens drei Phasen auf, erstens Sauerstoffaufnahme unter Bildung einer kolloidalen Lösung, zweitens Gelbildung und drittens weitere Oxydation des festgewordenen Öles sowie Alterung des kolloidalen Systemes. Hiernach hätte man den Trocknungsprozeß der trocknenden Öle nicht nur chemisch, sondern auch kolloidchemisch zu betrachten.

Die Entstehung der Fette im pflanzlichen und tierischen Organismus erfolgt aus Kohlenhydraten. Man hat früher geglaubt, daß auch aus Protein Fett gebildet werde. Diese Ansicht ist aber durch neuere Versuche erschüttert worden, zum mindesten ist der Beweis bisher nicht einwandfrei geliefert worden.

¹ Zeitschr. f. angew. Chemie. Bd. 38, S. 6. 1925.

Die Kohlenhydrate.

Mit diesem Namen faßt man alle diejenigen Stoffe des Pflanzen- und Tierreiches zusammen, welche Zucker sind oder welche aus Zucker entstanden sind.

Von den Proteinstoffen unterscheiden sie sich in ihrer Zusammensetzung grundlegend dadurch, daß sie keinen Stickstoff enthalten. Sie bestehen ebenso wie die Fette nur aus den Elementen Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff.

Sie enthalten sechs Kohlenstoffatome oder ein Vielfaches von sechs Kohlenstoffatomen (Ausnahme Pentosen, siehe diese). Wasserstoff und Sauerstoff liegen stets im Wasserverhältnis vor, auf je zwei Wasserstoffatome kommt also stets ein Sauerstoffatom.

Die Zuckerarten werden nach der Zahl der Kohlenstoffatome als Hexosen, Pentosen (Heptosen, Oktosen, Nonosen) bezeichnet.

Durch Zusammenlagerung von zwei, drei, vier, vielen einfachen Zuckermolekülen entstehen die Di-, Tri-, Tetra- oder Polyosen, auch Di-, Tri-, Tetra-Polysaccharide genannt.

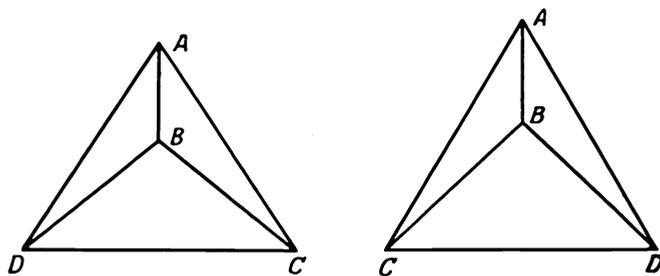


Abb. 1. Asymmetrisches Kohlenstoffatom.

Bei den Zuckerarten treten eigentümliche Isomerien auf, die aus der räumlichen Anordnung der Atome oder Atomgruppen zu erklären sind. Derartige Isomerien treten immer dann auf, wenn ein sogenanntes asymmetrisches Kohlenstoffatom vorhanden ist, das ist ein Kohlenstoffatom, dessen sämtliche Wertigkeiten gegen vier untereinander verschiedene Atome oder Atomgruppen abgesättigt sind. Denkt man sich das asymmetrische Kohlenstoffatom in die Mitte eines Tetraeders gelegt, die vier Wertigkeiten nach den vier Tetraederecken gerichtet, an denen die vier verschiedenen Atome oder Atomgruppen A, B, C und D sitzen sollen, so ergeben die beiden obenstehenden Figuren deutlich, daß verschiedene Körper entstehen müssen, wenn die Atomgruppen A, B, C, D in verschiedener Richtung des Raumes gelagert sind. Obenstehende Tetraeder kann man auf keine Weise zur Deckung bringen; das eine ist vielmehr das Spiegelbild des anderen.

Die verschiedenen Eigenschaften solcher stereoisomerer oder raumisomerer Verbindungen drücken sich vor allem aus in dem Verhalten der Zuckerlösungen gegen das polarisierte Licht. Bekanntlich stellen wir uns das Licht als eine Wellenbewegung des den ganzen Weltenraum durchdringenden, hypothetischen Äthers vor. Bei dem gewöhnlichen Licht sind nun die Ebenen, in denen diese Ätherwellen verlaufen, nicht gleichmäßig, sondern die Schwingungen verlaufen in allen Richtungen des Raumes gleichzeitig. Polarisiertes Licht ist mit Hilfe besonderer Apparate hergestelltes Licht, bei dem nur noch eine einzige Schwingungsebene des Lichtes, die sog. Polarisationsebene oder die Ebene des polarisierten Lichtes vorhanden ist. Läßt man derartiges

polarisiertes Licht durch eine Zuckerlösung hindurchgehen, so wird diese Ebene von den meisten Zuckerarten um einen bestimmten Winkelbetrag gedreht, und zwar entweder nach rechts oder nach links. Diejenigen Zucker, welche die Ebene des polarisierten Lichtes nach rechts ablenken, nennt man rechtsdrehende, die, welche die Ebene nach links drehen, linksdrehende Zucker. Bisweilen kommt es vor, daß gleiche Teile einer rechts- oder linksdrehenden Zuckerart vorliegen. Dieses Gemenge dreht dann nicht und heißt deshalb inaktiv. Man bezeichnet die rechts- oder linksdrehenden Zucker auch als *d* oder *l*, die Abkürzungen von *dextrogyr* und *lävogyr*. Leider ist aber bei dieser Bezeichnungsweise insofern ein Durcheinander entstanden, als diese Bezeichnungen der Zucker mit *d* und *l* nur bei bestimmten Zuckern ursprünglich vom Drehungsvermögen hergenommen wurden. Mit diesen Zuckern genetisch zusammenhängende Zucker hat man dann ebenfalls mit *d* oder *l* bezeichnet, unbekümmert darum, ob das mit dem Drehungsvermögen übereinstimmt. Die Vorzeichen *d* und *l* bedeuten also heute nur noch den genetischen Zusammenhang verschiedener Zuckerarten; für die Drehung sagen sie aber nichts aus. Wohl und Freudenberg schlagen, um diese Unstimmigkeiten zu beheben, vor, sowohl das Zeichen *d* bzw. *l*, als auch das $+$ - oder $-$ -Zeichen zu gebrauchen, um einen Zucker eindeutig zu charakterisieren. Man schreibt also beispielsweise *d* (+) Glucose und *d* (-) Fructose, wobei das Vorzeichen *d* (bzw. *l*) den genetischen Zusammenhang, das $+$ - oder $-$ -Zeichen dagegen das wirkliche Drehungsvermögen angibt. Das Vorzeichen *d* soll dabei dann angewendet werden, wenn die Stellung der H- und OH-Gruppen derjenigen CH(OH)-Gruppe, welche der CH₂OH-Gruppe benachbart ist, diejenige der *d*-Glucose ist. Das Ablenkungsvermögen ist für eine bestimmte Zuckerart eine konstante und charakteristische Größe. Es ist außer von der Zuckerart abhängig von der Dicke der Zuckerschicht, welche das polarisierte Licht zu durchlaufen hat und ferner von der Konzentration der Zuckerlösung. Sowohl die Dicke der Schicht, als auch die Konzentration ist der Größe des Drehungswinkels direkt proportional. Kennt man also für eine bestimmte Zuckerart das charakteristische Drehungsvermögen, so ergibt sich die Möglichkeit mit seiner Hilfe die etwa unbekannte Zuckerkonzentration zu ermitteln. Hiervon macht man in der Nahrungsmittelchemie mit Hilfe der Polarisationsapparate, welche eine schnelle Bestimmung des Ablenkungswinkels gestatten, für die Bestimmung eines bestimmten Zuckers vielfach Gebrauch. Es ist die polarimetrische Zuckerbestimmung. Die charakteristische Drehung einer bestimmten Zuckerart legt man fest in Form der sogenannten spezifischen Drehung. Unter spezifischer Drehung versteht man die Drehung einer 100%igen oder 100%ig gedachten Zuckerlösung im Rohr von 100 mm Länge.

So wie die Zuckerarten charakterisiert sind durch das Drehungsvermögen für das polarisierte Licht, so haben sie auch noch eine Reihe weiterer charakteristischer Eigenschaften. Diese sind folgende:

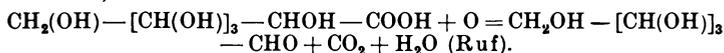
Durch die sog. Fehlingsche Lösung, eine Mischung von alkalischer Kupfersulfat-Seignettesalzlösung, werden viele Zuckerarten oxydiert zu Oxydationserzeugnissen der verschiedensten Art, wobei die Kupferlösung selbst unter Abscheidung von rotem Kupferoxydul reduziert wird. Auf dieser Eigenschaft beruhen die gewichtsanalytischen Zuckerbestimmungen.

Viele Zuckerarten werden durch Hefe bzw. durch das von ihr gebildete Enzym, die Zymase, vergoren zu Alkohol und Kohlensäure. Hierauf beruht die Herstellung der alkoholischen Genußmittel Wein, Bier und Branntwein.

Die Aldosen sind echte Aldehyde und geben deshalb auch Aldehydreaktionen, z. B. die Reaktion mit fuchsin-schwefliger Säure. Eine durch schweflige Säure entfärbte Fuchsinlösung wird bei Gegenwart genügender Mengen eines Aldosenzuckers wieder gefärbt.

Blausäure wird, wie bei den anderen Aldehyden, unter Bildung von Cyanhydrinen addiert. Durch Verseifung der Cyanhydrine entstehen die entsprechenden Carbonsäuren und durch ihre Reduktion hat Emil Fischer auf diesem synthetischen Wege Zucker gewonnen, welche um ein Kohlenstoffatom reicher sind als die Hexosenzucker. Auf diesem Weg können also Heptosen und natürlich auch Oktosen, Nonosen usw. hergestellt werden.

Andererseits sind auch Methoden beschrieben, um einen Zucker in den um ein Kohlenstoffatom ärmeren abzubauen. Durch Behandlung mit Wasserstoffsperoxyd und Ferrisalzen kann man einen Hexosenzucker auf dem Wege über die zugehörige Hexonsäure in eine Pentose, eine Pentose in eine Tetrose verwandeln usw., indem die Hexonsäure Kohlensäure und Wasser abspaltet.



Ein ganz entsprechender Abbau kann auf dem Wege über die Aldoxime und deren Behandlung mit wasserentziehenden Mitteln geschehen gemäß nachstehender Gleichungen.

1. $\text{R}-\text{CHOH}-\text{CHO} + \text{NH}_2\text{OH} = \text{R}-\text{CHOH}-\text{CH}=\text{N}(\text{OH}) + \text{H}_2\text{O}$
2. $\text{R}-\text{CHOH}-\text{CH}=\text{N}(\text{OH}) = \text{R}-\text{CHOH}-\text{C}\equiv\text{N} + \text{H}_2\text{O}$
3. $\text{R}-\text{CHOH}-\text{C}\equiv\text{N} = \text{R}-\text{CHO} + \text{HCN}$.

Die Oxime bilden also zunächst Nitrile, welche durch Blausäureabgabe in die um ein Kohlenstoffatom ärmeren Zucker übergehen.

Die wichtigsten natürlichen Hexosenzucker.

1. **Aldosen.** Die wichtigsten Vertreter der Aldosen sind folgende:

a) Die Glucose, auch d-Glucose, auch Glykose genannt. Von seiner Rechtsdrehung heißt der Zucker auch Dextrose, von seinem Vorkommen in den Trauben auch Traubenzucker.

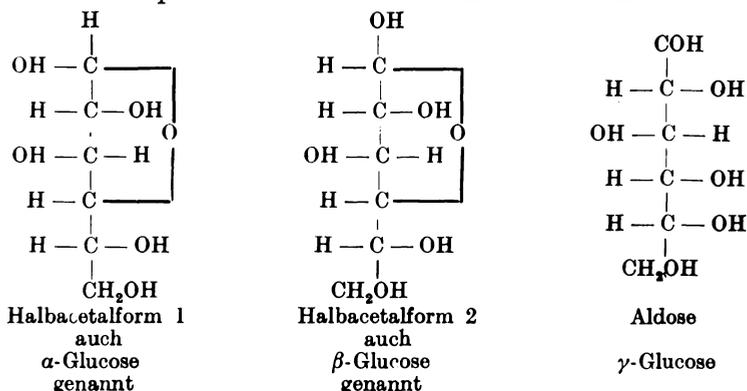
Er kommt in fast allen süßen Früchten vor, so in den Trauben, in den Äpfeln, Birnen, Pflaumen, Kirschen usw. Er findet sich ferner im Harn derjenigen Personen, welche an Zuckerkrankheit leiden. Er ist ferner vorhanden im Honig und Kunsthonig.

Er entsteht durch langes Erhitzen von Stärke mit verdünnter Säure. In dieser Weise wird er im Großbetriebe gewonnen (s. Stärkezucker S. 206).

Glucose dreht die Ebene des polarisierten Lichtes stark nach rechts. Seine spezifische Drehung beträgt $\alpha_D = +52,5^\circ$. Glucoselösungen zeigen sogenannte Bi- oder Multirotation, d. h. frische Lösungen drehen etwa doppelt so stark als ältere. Diese Erscheinung der Multirotation muß für die Ausführung von Zuckerbestimmungen wohl beachtet werden, weil sie große Irrtümer veranlassen kann. Beseitigen kann man die Multirotation durch Kochen der Lösung, durch 24stündiges Stehenlassen und durch Zusatz von 0,1% Ammoniak.

Die Multirotation, welche vielen Zuckerarten eigentümlich ist, erklärt sich nach neueren Untersuchungen dadurch, daß das Aldosemolekül leicht in eine Halbacetalform übergeht. Dabei entsteht neben den 4 schon vorhandenen, noch ein neues asymmetrisches Kohlenstoffatom, nämlich das der Aldehydgruppe. Deshalb sind von der Halbacetalform wieder zwei Raumisomere möglich, welche ein Gleichgewicht mit der eigentlichen Aldose ergeben. Die Einstellung dieses Gleichgewichtes erfolgt langsam. Die endgültige Drehung

bedeutet dann die Drehung des endgültig eingestellten Gleichgewichtes zwischen den drei Körpern. Nachstehende Formeln veranschaulichen das Gesagte:



b) d-Mannose, stereoisomer mit der Glucose. Die aus Mannose und Glucose hergestellten Osazone sind identisch. Deshalb kann die räumliche Verschiedenheit beider Körper nur auf einer entgegengesetzten räumlichen Lagerung der H- und OH-Gruppen der der Aldehydgruppe benachbarten CH(OH)-Gruppe beruhen.

Hergestellt wird sie durch Kochen von Steinnuß mit verdünnter Schwefelsäure. Das Gewebe der Steinnuß wird durch dieses Kochen mit Säuren abgebaut bis zur Mannose. Man kann ferner durch Oxydation des leicht zugänglichen, zugehörigen Alkoholes, des Mannites, die Mannose gewinnen. Sie ist ebenfalls rechtsdrehend, ihr α_D beträgt $+12,9^\circ$.

c) d-Galaktose, stereoisomer mit den vorigen. Sie entsteht neben Glucose bei der Hydrolyse von Milchzucker. Ihr α_D ist $+83,8^\circ$.

2. Ketosen. Die wichtigsten Ketosenzucker sind folgende:

a) d-Fructose, wegen der Linksdrehung auch Lävulose und wegen des Vorkommens in allen Früchten, insbesondere in den schon oben genannten Lebensmitteln, in denen auch Glucose vorhanden ist, auch Fruchtzucker genannt. Diese beiden Zuckerarten, der Traubenzucker und der Fruchtzucker, kommen in der Natur oft gemeinschaftlich vor. Sie bilden den sog. Invertzucker, der zu etwa gleichen Teilen aus Traubenzucker und Fruchtzucker besteht. Bei der Vergärung wird die Fructose langsamer zerstört als die Glucose. Infolgedessen enthalten die süßen Weine meist einen Überschuß an diesem Zucker.

Trotzdem sie das Vorzeichen d trägt, ist sie stark linksdrehend. Ihr α_D liegt bei $-90,2-93,0^\circ$. Sie zeigt ebenfalls Biotation.

Ihr genetischer Zusammenhang mit der d-Glucose erhellt daraus, daß die aus Glucose und Fructose hergestellten Osazone identisch sind. Die Verschiedenheit von Glucose und Fructose kann sich also nur auf die CHO- bzw. CH₂OH-CO-Gruppen, an denen die Osazonbildung erfolgt, erstrecken. Der gesamte Rest beider Moleküle muß in bezug auf die räumliche Lagerung identisch sein. Die Formel der Fructose muß also die auf S. 34 angegebene sein.

b) Die Sorbose oder Sorbinose, stereoisomer mit der vorigen. Sie findet sich im Safte der Vogelbeere. Ihr α_D ist $-43,4^\circ$.

Die zu den Hexosen gehörigen wichtigsten Alkohole.

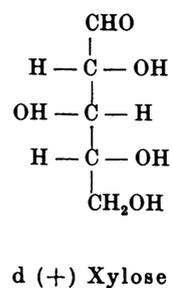
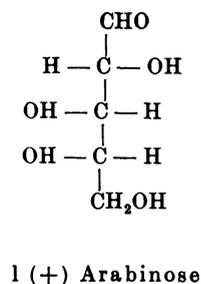
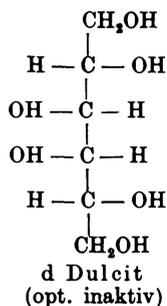
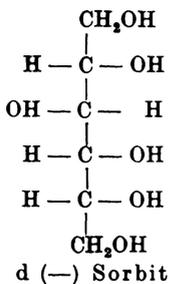
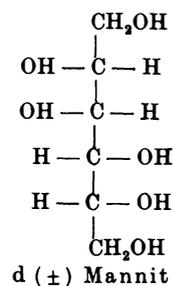
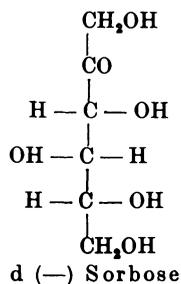
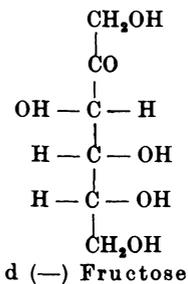
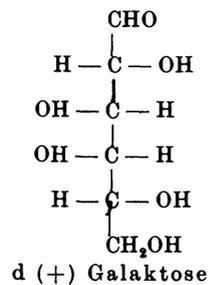
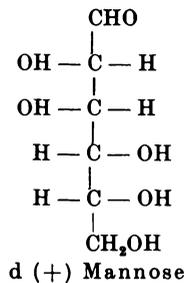
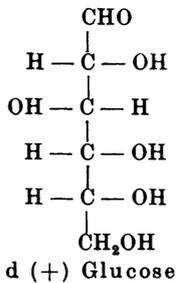
Wie schon erwähnt, erhält man durch vorsichtige Reduktion der Aldehydzucker die zugehörigen Alkohole. Diese sind feste, krystallisierende Verbindungen.

a) Der Mannit kommt vor in dem Saft der Mannaesche, der sog. Manna, ferner in vielen anderen Pflanzen, so in der Sellerie, in der Zichorie, im Roggenbrot und anderen. $\alpha_D = -0,03^\circ$. Man stellt ihn her durch Reduktion von Mannose und Lävulose mit Natriumamalgan. Der zugehörige Zucker ist die Mannose.

b) Der Sorbit ist mit dem Mannit stereoisomer. Er wird hergestellt durch Reduktion von Glucose. Der zugehörige Zucker ist also die Glucose. Sorbit kommt vor in dem Saft der Vogelbeere. Bei der Reduktion von Fructose entsteht er neben Mannit. Ein Blick auf die Konfigurationsformeln von Fructose, Glucose und Mannose zeigt klar, daß bei der Reduktion von Fructose beide raumisomeren Alkohole, die zu Mannose und Glucose gehören, entstehen müssen. Er ist schwach linksdrehend; $\alpha_D = -1,73^\circ$.

c) Dulcit. Der Dulcit ist mit den vorigen stereoisomer. Er kommt in zahlreichen Pflanzensäften vor, so in Melampyrum, Evonismus u. a. Man stellt ihn her, indem man Milchzucker durch Natriumamalgam reduziert. Der zugehörige Zucker ist die Galaktose. Er ist infolge der symmetrischen Konfiguration optisch inaktiv.

Monosaccharide (Konfigurationsformeln).



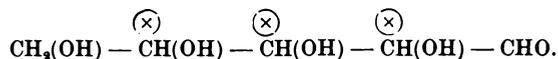
Pentosen.

Wie der Name sagt, bilden diese Zuckerarten eine Ausnahme von der Regel, daß alle Zucker sechs oder ein Vielfaches von sechs Kohlenstoffatomen enthalten. Sie enthalten nur fünf Kohlenstoffatome und haben die allgemeine Formel $C_5H_{10}O_5$.

Sie kommen in der Natur weit verbreitet vor, und zwar meistens in Form der sog. Pentosane, die in ähnlicher Weise ein Polysaccharid der Pentosen sind wie die Cellulose eine derartige Verbindung der Glucose ist. Durch anhaltendes Kochen von Pentosanen oder pentosanhaltigen Pflanzenteilen mit Säure tritt Hydrolyse zu Pentosen ein. Hierauf beruhen die Darstellungsmethoden der verschiedenen Pentosenzucker.

In der Natur kommen nur Aldopentosen vor, Aldoketosen sind synthetisch dargestellt worden.

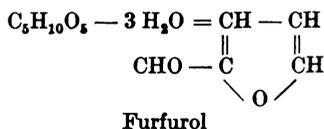
Die Konstitutionsformel der Pentosen ist die ganz entsprechende der Hexosen.



Diese Formel zeigt 3 asymmetrische Kohlenstoffatome ($\textcircled{\times}$). Theoretisch sind deshalb $2^3 = 8$ Isomere und 4 inaktive Verbindungen denkbar.

Von dem allgemeinen Verhalten der Pentosenzucker ist bemerkenswert, daß sie die Ebene des polarisierten Lichtes drehen und daß sie die Fehlingsche Lösung, ebenso wie die Hexosenzucker, direkt reduzieren, daß sie aber nicht durch Hefe vergoren werden können in Alkohol und Kohlensäure. Nach Emil Fischer sind nur diejenigen Zuckerarten mit Hefe vergärbar, welche drei oder ein Vielfaches von drei Kohlenstoffatomen enthalten.

Beim Erhitzen mit Salzsäure liefern alle Pentosen oder Pentosane Furfurol.



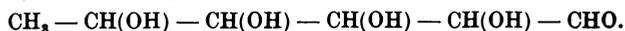
Das Furfurol liefert mit Phloroglucin eine kirschrote Färbung. Erhitzt man deshalb eine auf Pentosen zu untersuchende Substanz mit Salzsäure und Phloroglucin, so tritt eine kirschrote Färbung auf. Auch für die quantitative Bestimmung der Pentosen läßt sich diese Reaktion verwerten.

Die wichtigsten natürlichen Pentosenzucker sind die folgenden:

1. **l-Arabinose.** Man gewinnt sie durch Kochen des pentosanhaltigen arabischen Gummis, Kirschgummis oder der Rübenschnitzel mit verdünnter Schwefelsäure. Die Arabinose ist ein weißer, leicht süßschmeckender Zucker. Sie dreht stark rechts. Ihr α_D beträgt $+104 - 105^\circ$.

2. **Die Xylose** oder der Holzzucker. Er wird gewonnen durch Kochen von Holzgummi, Stroh oder Jute, Materialien, die alle stark pentosanhaltig sind, mit verdünnter Schwefelsäure. Ihr α_D beträgt $+18^\circ$.

Es kommen auch Methylpentosen in der Natur vor. Die allgemeine Zusammensetzung ist $C_6H_{12}O_5$. Die Konstitutionsformel ist:



Eine derartige Verbindung ist z. B. die l-Rhamnose. Sie entsteht bei der Hydrolyse vieler Glucoside.

Biosen oder Disaccharide.

Durch Zusammenlagerung von zwei Molekülen-Hexosen unter Austritt von einem Wassermolekül entstehen neue Zuckerarten, nämlich die Biosen oder die Disaccharide.



Dies ist also die allgemeine Formel der Biosen.

Diese Zuckerarten haben für die praktische Nahrungsmittelchemie große Bedeutung, da sie die bekanntesten und wichtigsten Zuckerarten sind. Zu ihnen gehören nämlich:

1. Der Rohr- oder Rübenzucker. Es ist der gewöhnliche Zucker des Haushaltes. Er ist gebildet aus je einem Molekül Dextrose und Lävulose, die unter Wasseraustritt zu einem neuen Molekül zusammentreten.

Der Rohrzucker reduziert die Fehlingsche Lösung nicht direkt, sondern erst nach vorangegangener Hydrolyse, wobei der Rohrzucker in seine Komponenten zerfällt. Hiernach ist es wahrscheinlich, daß der Wasseraustritt bei der Bildung des Rohrzuckers aus seinen beiden Komponenten die Aldehydgruppe und die Ketogruppe anfaßt und festlegt. Dafür spricht auch, daß aus dem Rohrzucker mit Phenylhydrazin keine Hydrazone und Osazone gebildet werden (Konfigurationsformel S. 38).

Durch Hefe vergoren kann der Rohrzucker erst dann werden, wenn das durch die Hefe produzierte Enzym, die Invertase, den Rohrzucker vorher in seine beiden Bestandteile gespalten hat.

Die Spaltung des Rohrzuckers geht unter Wasseraufnahme vor sich und heißt deshalb auch Hydrolyse. Die Hydrolyse kann auch durch kurzes Erhitzen mit Säuren auf 65–70° erreicht werden.

Der durch Hydrolyse von Rohrzucker entstehende Zucker, der, wie mehrfach erwähnt, aus gleichen Teilen Glucose und Fructose besteht, führt den Namen Invertzucker. Diese Bezeichnung rührt her von invertere, umdrehen, und ist von dem Drehungsvermögen hergenommen. Die spezifische Drehung des Rohrzuckers ist 66° nach rechts. Die spezifische Drehung des Invertzuckers ist 21° nach links, weil die spezifische Drehung des einen Bestandteiles des Invertzuckers, der Lävulose, links ist und ihrem Betrage nach die Rechtsdrehung des anderen Bestandteiles, der Glucose, erheblich übersteigt. Durch das Hydrolysieren oder, wie man auch sagt, das Invertieren des Rohrzuckers wird also die Drehung, die vorher rechts war, umgedreht und in links verwandelt; daher der Name Invertzucker. Der Rohrzucker bildet ebenso wie die Hexosen mit Kalk Saccharate, eine Eigenschaft, von der man bei der Zuckerfabrikation für die Reinigung des Zuckers Gebrauch macht (S. 206). Beim Erhitzen auf höhere Temperaturen entstehen braunschwarz gefärbte Produkte, das Caramel oder der gebrannte Zucker. Behandeln mit Laugen und Säuren bildet ebenso wie bei den Hexosen die sog. Huminstoffe.

Der Rohrzucker kommt in sehr vielen Früchten und Pflanzenteilen vor. Gewonnen wird er aus dem Zuckerrohr und der Zuckerrübe. Die Rüben enthalten bis zu 16% Zucker.

Die spezifische Drehung beträgt + 66,5°.

2. Der Milchzucker oder die Lactose. Es ist der Zucker, welcher in der Milch vorhanden ist. Diese Zuckerart kommt in der ganzen Natur außer in der Milch nirgendwo mehr vor.

Der Milchzucker besteht aus je einem Mol Dextrose und Galaktose. Hydrolyse führt also den Milchzucker wiederum in diese Zuckerarten über.

Er reduziert die Fehlingsche Lösung direkt und bildet auch mit Phenylhydrazin Hydrazone und Osazone. Die Reduktion der Fehlingschen Lösung ist aber, trotzdem im Molekül zwei Aldosenmoleküle vorliegen, nur etwa so groß wie die eines Aldosenmoleküles. Deshalb ist es wahrscheinlich, daß eine Aldehydgruppe besetzt, die andere aber frei ist. Konstitutionsformel s. S. 38.

Durch die sog. Milchsäurebakterien wird der Milchzucker in Milchsäure übergeführt.

Seine spezifische Drehung beträgt $+ 52,5^{\circ}$. Erhitzen und Behandlung mit Säuren und Laugen bewirkt ebensolche Veränderungen des Zuckers wie beim Rohrzucker.

3. Malzzucker oder Maltose. Dieser Zucker ist der Zucker des Bieres; er entsteht durch Einwirkung von Diastase auf Stärke neben Dextrin. Das Molekül ist gebildet aus zwei Molekülen Dextrose. Durch den Wasseraustritt kann auch hier nur eine Aldehydgruppe angefaßt sein, da die Maltose Fehlingsche Lösung, ebenso wie der Milchzucker, direkt reduziert und Hydrazone und Osazone bildet. Die Konstitutionsformel ist deshalb die dem Milchzucker entsprechende¹, nur daß statt des Galaktose- ein zweiter Glucoserest auftritt (S. 38).

Beim Erhitzen auf höhere Temperaturen und beim Behandeln mit Laugen und Säuren verhält sich die Maltose nicht anders wie die vorgenannten beiden Zuckerarten. Das Caramel des Malzzuckers hat praktische Bedeutung, da es zur Färbung der dunklen Biere benutzt wird.

Die spezifische Drehung ist $\alpha_D = + 183,3^{\circ}$.

Die Isomaltose, welche manche Forscher von der Maltose unterscheiden, ist wahrscheinlich eine verunreinigte Maltose.

Diese drei Zuckerarten sind die praktisch weitaus wichtigsten Biosen. Von sonstigen Biosen seien noch folgende kurz genannt:

4. Die Melibiose, welche dem Milchzucker stereoisomer ist und wie dieser die Fehlingsche Lösung direkt reduziert. Sie entsteht bei der Hydrolyse der Raffinose (s. Triosen), $\alpha_D = + 129,4^{\circ}$.

5. Cellose oder Cellobiose. Sie entsteht bei der Hydrolyse von Cellulose, schmeckt kaum süß, reduziert die Fehlingsche Lösung direkt. Sie besteht aus zwei Dextrosemolekülen. $\alpha_D = + 33,7^{\circ}$.

6. Trehalose, ebenfalls aus zwei Dextrosemolekülen bestehend, kommt im Steinpilz, im Mutterkorn und anderen Pilzen vor. Sie reduziert die Fehlingsche Lösung nicht direkt, $\alpha_D = + 173,8^{\circ}$.

Triosen, Trisaccharide, Tetrasaccharide.

Triosen entstehen aus drei einfachen Hexosenmolekülen, indem zwei Moleküle Wasser austreten. $3 C_6H_{12}O_6 - 2 H_2O = C_{18}H_{32}O_{16}$. Dies ist also die allgemeine Formel der Triosen. Hydrolyse durch Kochen mit Säuren oder durch Enzyme muß also in drei Mole Hexosen zurückverwandeln.

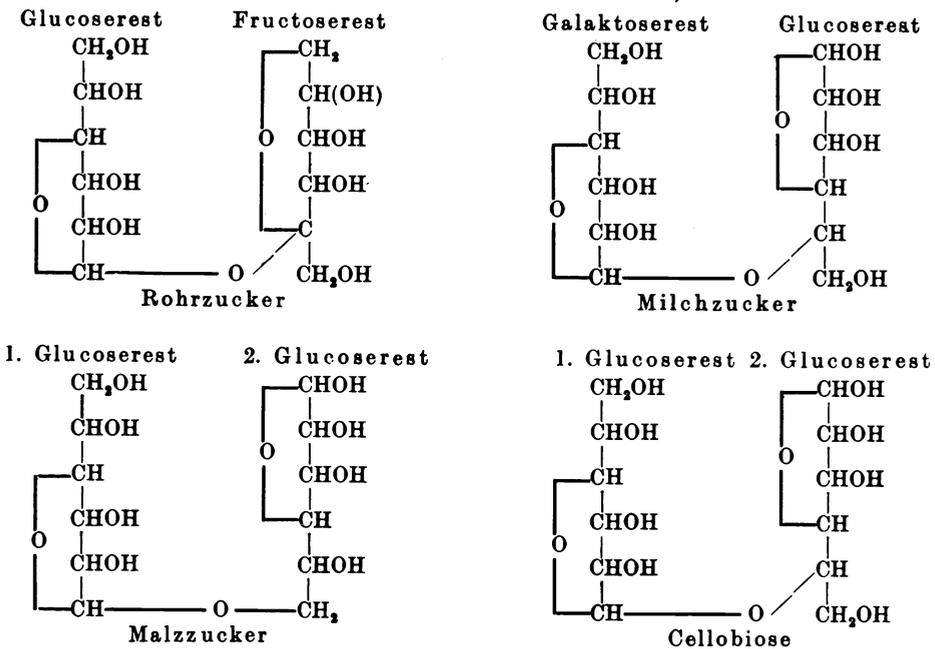
Der wichtigste Vertreter dieser Gruppe ist die Raffinose, auch Melitose oder Melitriose genannt.

Sie kommt vor in vielen Pflanzenteilen, so in den Rüben, in der Gerste, im Baumwollensamen und anderen. Bei der Zuckerfabrikation reichert sie sich immer mehr in der Melasse an, da sie löslicher ist als der Rohrzucker. Ihre spezifische Drehung beträgt $+ 104,5^{\circ}$. Sie dreht also erheblich stärker als der Rohrzucker und hat deshalb auch den Namen Pluszucker erhalten.

Die Fehlingsche Lösung reduziert sie nicht direkt, wird aber leicht durch Hefe vergoren.

¹ Abgesehen von der unteren Sauerstoffbrücke.

Bisaccharide (Konfigurationsformeln).



Bei vorsichtiger Hydrolyse zerfällt sie in Fructose und Melibiose oder Rohrzucker und Galaktose. Da Melibiose aus Dextrose und Galaktose besteht, Rohrzucker aus Dextrose und Lävulose, so müssen die drei Hexosenmoleküle, aus denen die Raffinose gebaut ist, aus Glucose, Fructose und Galaktose bestehen.

Tetrasaccharide. $4 C_6H_{12}O_6 - 3 H_2O = C_{24}H_{42}O_{21}$. Auch derartige Tetrasaccharide kommen in der Natur vor. Die am besten untersuchte Tetrose ist wohl die Stachyose, gewonnen aus Stachysknollen. Bei der Hydrolyse zerfällt sie in zwei Mole Galaktose und je 1 Mol Fructose und Glucose. Aus diesen vier Zuckern ist die Stachyose also gebaut.

Polyosen oder Polysaccharide.

Die Ansichten über Polysaccharide müssen auf Grund der Forschungen der letzten Jahre einer Modifikation unterzogen werden. Früher nahm man an, daß in derselben Weise, in welcher Di- und Trisaccharide entstehen, durch Zusammenlagerung vieler einfacher Hexosenmoleküle unter Austritt von Wasser die Polysaccharide entstehen. Aus je einem Hexosenmolekül tritt jedesmal 1 Molekül Wasser aus: $n (C_6H_{12}O_6) - n H_2O = n (C_6H_{10}O_5)$. Die allgemeine Formel der Polysaccharide ist also $C_6H_{10}O_5$.

Wie erwähnt, haben die neuesten Forschungen, insbesondere die von Karrer und Pringsheim, einen Wandel in diesen Anschauungen hervorgerufen, auf welche bei Besprechung der einzelnen Polysaccharide näher eingegangen werden wird.

Die Polysaccharide schmecken nicht mehr süß. Sie sind in Wasser nicht löslich, höchstens quellbar. Sie reduzieren auch die Fehlingsche Lösung nicht und sind auch nicht direkt vergärbar. Ebenso wie die Zuckerarten

zeigen sie aber ein starkes Drehungsvermögen für die Ebene des polarisierten Lichtes. Durch Ammonsulfat oder andere Salze werden sie aus wässriger Aufschwemmung ausgesalzen. Sie bilden keine Saccharate und keine Verbindungen mit Phenylhydrazin. Durch tierische Membranen sind sie nicht diffundierbar. Hydrolyse spaltet letzten Endes in die einfachen Hexosen unter Durchlaufen oder gleichzeitiger Bildung einer Reihe von Zwischenprodukten (Dextrine, Biosen).

Die wichtigsten Polyosen sind die Stärke und die Cellulose. Weniger wichtig sind einige stärkeähnliche Stoffe, wie Glykogen, Inulin und Lichenin.

Die Stärke.

Stärke wird von vielen Pflanzen in den verschiedenen Organen als Reservestoff gespeichert. Sie ist in den pflanzlichen Organen abgelagert in Form eigentümlicher Bildungen, der sog. Stärkekörner, die mikroskopisch sichtbar sind und ihre Entstehung dem Assimilationsprozeß der grünen Pflanzen verdanken. Man nimmt an, daß dabei vorübergehend Formaldehyd entsteht, der dann zu Stärke umgebildet wird. $6 \text{CH}_2\text{O} - \text{H}_2\text{O} = \text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$.

Die Stärkekörner des Reises, des Maises, des Weizens, der Kartoffel und anderer Pflanzenteile sind sehr verschieden gebaut (S. 167). Unter dem Mikroskop sind sie leicht voneinander zu unterscheiden. Man unterscheidet deshalb die einzelnen Mehle mit Hilfe der mikroskopischen Untersuchung an den einzelnen Stärkekörnern. Schon dadurch kann man in vielen Fällen, ohne daß die mikroskopische Untersuchung der übrigen Gewebeteile mit herangezogen wird, die Frage entscheiden, aus welcher Fruchtart ein Mehl gewonnen ist.

Stärke gibt mit Jod eine Blaufärbung, welche in der Hitze verschwindet und in der Kälte wiederkehrt.

Überschüttet man Stärke mit Wasser, welches auf 70–80° erhitzt ist, so entsteht der Stärkekleister. Dies ist eine Aufquellung der Stärke in Wasser. Löslich im eigentlichen Sinne des Wortes ist die Stärke nicht. Erhitzt man die Stärke längere Zeit mit Wasser unter Druck, so wird sie löslich. Es entsteht dann die lösliche Stärke, welche mit Jod unverändert Blaufärbung gibt.

Durch Einwirkung von Diastase wird die Stärke hydrolysiert zu Maltose und Dextrin. Die völlig durchgeführte Hydrolyse führt zu Dextrose. Das Stärkemolekül besteht also letzten Endes nur aus Dextrose.

Die Stärke ist für die menschliche Ernährung wohl das wichtigste Kohlenhydrat. In vielen Lebensmitteln ist sie in großen Mengen vorhanden, so im Mehl, im Brot, in den Kartoffeln.

Schon frühzeitig hat man bemerkt, daß die pflanzliche Stärke mindestens aus zwei verschiedenen Körpern bestehen muß.

Es ist das Verdienst von Maquenne und Roux¹, eine schärfere Charakteristik dieser beiden Stoffe gegeben zu haben. Nach diesen Forschern besteht das Stärkekorn aus zwei chemisch und physikalisch unterscheidbaren Stoffen, nämlich 1. dem eigentlichen Stärkestoff, der Amylose und 2. dem Amylopektin. Der erstere ist wasserlöslich, der zweite nur kolloidal löslich, das kleisterbildende Prinzip der Stärke. Samec² konnte auf langwierigen Wegen die Stärke in einen phosphorsäurereichen und phosphorsäurereicheren Stoff zerlegen (0,185% und 0,007% P_2O_5). Die mehr oder weniger große Veresterung mit Phosphorsäure soll deshalb die Ursache des verschiedenen physikalischen und chemischen Verhaltens von Amylose und Amylopektin sein.

¹ Ann. de chim. et de physique. Tome 9, p. 179. 1906.

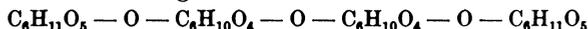
² Kolloidchem. Beihefte. Bd. 3, S. 123. 1912.

Samet machte dieses dadurch noch wahrscheinlicher, daß er Amylose mit Phosphorsäure veresterte und dann Körper erhielt, die die Eigenschaften des Amylopektins zeigten.

Die Forschungen über die Größe des Molekulargewichtes der Stärke haben übereinstimmend ergeben, daß das Elementarmolekül der Stärke ein Molekulargewicht unter 2000 hat. Es ist recht wahrscheinlich, daß die Stärke sich in Wasser im allgemeinen nicht zu den einzelnen Molekülen zerteilt, sondern daß Anhäufungen der einzelnen Moleküle, sog. Micellen (Kolloidteilchen), vorliegen.

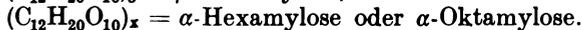
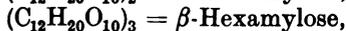
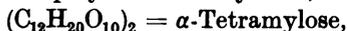
Viel ist auch gearbeitet worden über die Natur der mit Jod entstehenden blaugefärbten Jodstärke. Man hat früher geglaubt, daß es sich bei diesem Körper um eine nach stöchiometrischen Gesetzen entstehende, chemische Verbindung handle. Küster¹ bewies aber, daß die Jodaufnahme sich nach den Gesetzen der Adsorption vollzieht.

Bestände das Stärkemolekül aus einer offenen Kette vieler Glucosemoleküle, wie man lange geglaubt hat, so müßte die Aufspaltung der Stärke durch die Diastase ganz anders verlaufen als sie tatsächlich verläuft. Eine aus gleichen Gliedern zusammengesetzte Kette

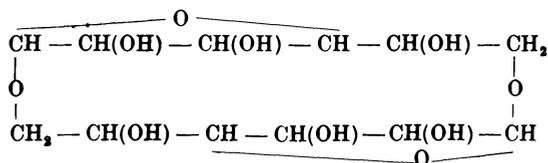


dürfte, wie überzeugend Karrer darlegt, nicht 100% eines Disaccharids liefern, da zur Bevorzugung einzelner der glucosidartigen Bindungen bei der Spaltung kein Anlaß vorliegt, sondern maximal 66,67%. Gleichzeitig müßten 33,3% Glucose erscheinen. Das ist aber bekanntlich keineswegs der Fall. Ferner müßte eine offene Kettenformel an ihrem Ende eine freie Acetalhydroxydgruppe enthalten, was der Stärke reduzierende Eigenschaften gegen Fehlingsche Lösung verleihen müßte, wenn diese nicht infolge des Vorhandenseins außerordentlich vieler Hexosegruppen praktisch verschwinden würden. Dagegen sprechen aber die Molekulargewichtsbefunde; Stärke reduziert ferner bekanntlich die Fehlingsche Lösung nicht.

Die von Schardinger² durch Zersetzung der Stärke mit *Bacillus macerans* aufgefundenen krystallisierten Amylosen sind nach Karrer höchstwahrscheinlich polymere Diamylosen, nämlich



Alle diese Gründe sprechen für die Auffassung, daß der Grundkörper der Stärkeelementarmolekel ein Maltoseanhydrid ist. Folgende Formel hält Karrer für wahrscheinlich:



Das Stärkemolekül selbst wäre danach eine polymere Form eines derartigen Maltoseanhydrides, ebenso wie die oben erwähnten krystallisierten Amylosen. Der Unterschied zwischen beiden liegt möglicherweise in der verschiedenen Konstitutionsformel des zugrunde liegenden Maltoseanhydrides.

¹ Liebigs Annalen. Bd. 283, S. 360. 1894 und Berichte. Bd. 28, S. 783. 1895.

² Zentralbl. f. Bakteriol., Parasitenk. u. Infektionskrankh., Ab. 2. Bd. 14, S. 772. 1905; Bd. 19, S. 161. 1907; Bd. 22, S. 98. 1909; Bd. 29, S. 188. 1911.

Welcher Art die Bindung der einzelnen zu einem normalen Stärkemolekül sich vereinigenen Maltoseanhydridmoleküle ist, ist nicht zu entscheiden. Man hat die Wahl zwischen sog. Nebenvalenzen oder sehr lockeren glucosidischen Bindungen.

Neuerdings haben auch röntgenspektographische Untersuchungen von Scherrer und Ott, sowie Bragg¹ die Annahme, daß das Elementarteilchen der Stärke die Formel $C_{12}H_{20}O_{10}$ hat, sehr wahrscheinlich gemacht. Auch Pringsheim hält die Stärke für einen Assoziationskomplex aus polymeren Komplexen eines Elementar- oder Grundkörpers. Er stimmt aber mit manchen Auffassungen Karrers nicht überein und ist der Ansicht, daß „die Dinge viel komplizierter liegen müssen als Karrer annimmt“. Er hält für wahrscheinlich, daß das Stärkemolekül aus 4–6 Traubenzuckerresten gebaut ist bzw. aus einem Gemisch von dimerer Di- und dimerer Triamylose besteht.

Die Cellulose.

Die Cellulose ist der Hauptbestandteil der Zellwände der Pflanzen. In jungen Pflanzen bestehen die Zellwände fast ausschließlich aus Cellulose. Auch die Baumwolle, das Holundermark, die Watte, das Papier sind fast reine Cellulose.

Die Cellulose ist unlöslich in Wasser, Alkohol, Äther, in kalter verdünnter Säure und in Lauge. Sie löst sich dagegen in dem sog. Schweitzerschen Reagens. Dieses besteht aus Kupferoxydammoniak. Kupferoxydammoniak löst die Cellulose auf, durch Säuren wird aus dieser Lösung die Cellulose wieder ausgefällt. Mit Jod gibt Cellulose eine Gelbfärbung. Mit Chlorzinkjodlösung und Jod entsteht in schwefelsaurer oder phosphorsaurer Lösung eine Blaufärbung.

Zieht man Cellulose, z. B. Papier, durch kalte, konzentrierte Schwefelsäure, so quillt die äußere Schicht der Cellulose auf. Wenn nun mit Wasser ausgewaschen wird, so verwandeln sich die äußeren Schichten in eine schleimige, nach dem Trocknen hornartige Masse, das Amyloid, welches mit Jod eine Blaufärbung gibt. Hierauf beruht die Herstellung des Pergamentpapiers. Gewöhnliches Papier wird kurz durch konzentrierte Schwefelsäure gezogen und dann mit Wasser ausgewaschen und getrocknet.

Mancherlei Mikroorganismen, welche in Abwässern, im Klärschlamm, im Flußschlamm und im Darm vorkommen, vergären die Cellulose bei Gegenwart von stickstoffhaltigen Körpern in gasige Produkte, hauptsächlich Kohlensäure und Methan. Hierauf beruht die Sumpfgasbildung am Boden verschlammter Flüsse, Bäche, Teiche usw.

Die vollkommen durchgeführte Hydrolyse führt schließlich zu reiner Dextrose. Das Cellulosemolekül ist also nur aus Dextrosenmolekülen aufgebaut. Bei vorsichtig durchgeführter Hydrolyse entsteht die Cellobiose; diese dürfte also im Cellulosemolekül vorgebildet sein. Vielleicht ist auch die Cellulose ein polymeres Disaccharid anhydrid in ähnlicher Weise wie die Stärke. Trotz der eifrigen Forschungen der letzten Jahre sind wir noch weit davon entfernt, die Konstitution der Cellulose zu kennen.

Nitrocellulosen. Durch ein Gemisch von konzentrierter Schwefelsäure und Salpetersäure wird die Cellulose nitriert, d. h. es bilden sich mit den OH-Gruppen Ester der Salpetersäure aus. Die Zahl der eingeführten Nitrogruppen ist verschieden. Die Stickstoffgehalte schwanken bei den technischen Produkten zwischen etwa 13,5–6,5%. Von der Zusammensetzung der Nitriersäure und den anderen Nitrierungsverhältnissen ist der N-Gehalt

¹ Zit. nach Karrer.

der Nitrocellulose in hohem Maße abhängig. Bestimmte Nitrocellulosen sind stark explosive Körper. Sie werden in großem Maßstabe hergestellt und führen auch den Namen Schießbaumwolle. Hauptsächlich werden sie verwendet zur Herstellung des rauchlosen Pulvers. Andere Nitrocellulosen, welche leicht löslich in Äther sind, finden in der Heilkunde und zu technischen Zwecken als sog. Kollodium, z. B. zum Verschluß von Wunden, Verwendung. Die Masse läßt sich ferner zu äußerst feinen Fäden ausspinnen und ist deshalb die Grundsubstanz der Kunstseidefabrikation. Zwei weitere technisch sehr bedeutsame Verfahren der Herstellung von Kunstseide sind die Kupferoxydammoniak- und die Viscosekunstseide. Bei dem ersten Verfahren wird eine etwa 10%ige Lösung von Cellulose in Schweitzers Reagens aus feinen Düsen ausgepreßt und nach weiterer Behandlung die Fäden versponnen, während die Viscoseseide aus einer Lösung von Cellulose in Natronlauge und Schwefelkohlenstoff in entsprechender Weise gewonnen wird. Kunstseide ist ein wichtiges und viel verwandtes Textilprodukt geworden. Sie zeichnet sich durch noch höheren Glanz und schönere Färbbarkeit aus als die echte Seide.

Das Celluloid, aus welchem billige Käämme und ähnliche Artikel gemacht werden, ist eine Mischung von Campher und nitrierter Cellulose.

Weniger wichtig sind einige weitere Polyosen.

Das Glykogen oder die Leberstärke. Sie heißt deshalb Leberstärke, weil sie hauptsächlich in der Leber vorkommt. In kleinen Mengen ist sie aber in allen Teilen des tierischen Körpers vorhanden. Besonders reich an Glykogen ist das Pferdefleisch. Das Glykogen steht der pflanzlichen Stärke sehr nahe, wurde aber bisher weit weniger ausgiebig untersucht. Glykogen besteht ähnlich wie die Stärke aus einer löslichen bzw. Solfraktion und einer unlöslichen Fraktion. Letztere ist phosphorsäureärmer als die lösliche, Verhältnisse, die wiederum an die ähnliche Beschaffenheit der Stärke erinnern. Embden und Mitarbeiter¹ haben gezeigt, daß der Abbau des Glykogens im Muskel zu Milchsäure über eine phosphorhaltige Hexose, das „Lactacidogen“ verläuft. In dieser Richtung ist der Phosphatgehalt des Glykogens interessant. Glykogen gibt mit Jod keine Blaufärbung, sondern eine Rotfärbung.

Der Abbau führt zu denselben Abbauprodukten wie bei der Stärke, nämlich Maltose und d-Glucose. Hieraus und aus den übrigen bisher vorliegenden Resultaten der Forschung schließt Karrer, daß das Glykogenmolekül ebenfalls aus polymeren Maltoseanhydriden aufgebaut ist. Pringsheim hält diese Annahme Karrers für unbewiesen; er ist aber auch der Meinung, daß Glykogen ein Assoziationsprodukt eines polymeren Grundkörpers ist, das möglicherweise identisch oder doch nahe verwandt mit dem elektrolyt-freien Amylopektin sei.

Inulin. Es findet sich an Stelle von Stärke in den Wurzeln einer Reihe von Pflanzen, so vor allem in den Erdartischocken, der Zichorienwurzel und in den Wurzeln zahlreicher anderer Kompositen. Es ist in den Pflanzenteilen in kolloider Form gelöst, kann aber auch in krystallisiertem Zustande erhalten werden. Es ist in kaltem Wasser schwer, in heißem leicht löslich, in absolutem Alkohol kaum löslich. $\alpha_D = -39-40^0$; Fehlingsche Lösung wird ohne vorherige Hydrolyse nicht reduziert. Mit Jod gibt es Gelbfärbung. In den Pflanzen ist es oft von einem abbauenden Enzym, der Inulase, begleitet. Der Abbau des Inulins führt nur trotz vieler angestellter Forschungen zu wenig charakteristischen Zwischenprodukten. Das Endprodukt der Hydrolyse ist Fructose, so daß es sicher ist, daß das Polysaccharid aus diesem Zucker

¹ Biochem. Zeitschr. Bd. 45, S. 19.

gebaut ist. Pringsheim hält das Inulin in fester Form sowohl wie in kolloidaler Lösung für das Assoziationsprodukt einer dreifach polymerisierten Anhydrotrifruktose.

Lichenin (Flechtenstärke, Moosstärke). Das Lichenin ist ein Reservestoff, der von Flechten, Moosen und manchen anderen Pflanzen gespeichert wird. Da es in seinem chemischen Verhalten der Gerüstcellulose nahesteht, wurde von Karrer vorgeschlagen, diesem Polysaccharid den Namen „Reservecellulose“ vorzubehalten. Es gibt mit Jod eine blaue Färbung und läßt sich in zwei Fraktionen teilen, von denen eine in Wasser schwer löslich ist und sich mit Jod blau färbt und eine leichter löslich ist, die mit Jod keine Färbung gibt.

Es wird meist begleitet von einem Enzym, der Lichenase, deren Wirkung auf das Lichenin von einer ganzen Reihe von Forschern studiert worden ist. Man fand auch Lichenase in vielen anderen Teilen des Tier- und Pflanzenreiches. Durch enzymatischen Abbau des Lichenins erhielt man Cellobiose, denselben Körper, den auch die Cellulose bei vorsichtigem Abbau liefert. Völlig durchgeführte Hydrolyse führt zu Dextrose. Nach Karrer zeigt das Bild der chemischen Umwandlung des Lichenins soviel Ähnlichkeit mit dem der Gerüstcellulose, daß es berechtigt ist, von einer besonderen Celluloseart zu sprechen. Die beiden Körper sind aber nicht identisch, sondern nahe verwandt. Dafür scheinen auch die röntgenspektographischen Untersuchungen zu sprechen. Wenn auch das Röntgendiagramm von dem der Cellulose verschieden ist, so kann trotzdem die Verwandtschaft eine nahe sein. Schon verschiedener Polymerisationsgrad genügt, den Krystallbau wesentlich zu ändern.

Dextrine. Unterwirft man die Stärke der Hydrolyse, so entstehen Körper, welche noch eigentlich Polyosen sind, aber eine Mittelstellung zwischen der Stärke und den einfachen Hexosenzuckern einnehmen.

Diese Mittelstellung der Dextrine zu Stärke und Zucker drückt sich auch in einer Reihe von Eigenschaften der Dextrine aus. Während die Stärke in Wasser und Alkohol unlöslich ist, sind die Dextrine zwar alkoholunlöslich, aber sie stehen insofern den Zuckern näher, als sie ebenso wie diese wasserlöslich sind. Die Dextrine schmecken ferner noch nicht süß und reduzieren auch die Fehlingsche Lösung nicht ohne vorhergegangene Hydrolyse. Ebenso wenig sind sie durch Hefe direkt vergärbar. Um für Hefe angreifbar zu werden, müssen sie erst zu Dextrose abgebaut werden. Die vollkommen durchgeführte Hydrolyse liefert ebenso wie bei der Stärke Dextrose.

Bei der Hydrolyse der Stärke bildet sich zunächst die lösliche Stärke. Sie heißt auch Amylodextrin oder Amidulin. Sie gibt noch eine Blaufärbung mit Jod. Bei weiterer Hydrolyse entstehen dann Körper, welche man Erythrodextrin genannt hat. Diese geben keine Blaufärbung mit Jod mehr, sondern eine Rotfärbung. Hieraus bilden sich bei weiterer Hydrolyse Körper, die man Achroodextrin nennt. Sie geben keine Färbung mehr mit Jod. Die weiter durchgeführte Hydrolyse führt zu Maltose und schließlich zu Dextrose. Die Konstitution der genannten Zwischenprodukte ist noch nicht bekannt. Pringsheim faßt auf Grund seiner Versuche den Verlauf der Hydrolyse der Stärke folgendermaßen auf: Zuerst erfolgt eine Löslichmachung, welche in einer Depolymerisation besteht (Blaufärbung durch Jod, lösliche Stärke). In der zweiten Phase findet bei fortschreitender Depolymerisation eine Freilegung von Aldehydgruppen statt, welche die Ursache für die zunehmende Reduktionskraft sind (reduzierende Dextrine). Weiterhin gelangt man, ohne daß schon Maltose gebildet zu sein braucht, zu den Maltodextrinen (keine Färbung mit Jod). Die verschiedenen Prozesse laufen mehr oder weniger nebeneinander her, so daß man nie zu einheitlichen Körpern kommt.

Das käufliche Dextrin des Handels, welches als Klebemittel und zu anderen technischen Zwecken benutzt wird, besteht aus Achroodextrinen mit wechselnden Mengen von Erythroextrinen und Dextrose. Es wird gewonnen durch Erhitzen von trockener Stärke auf etwa 230–260° im Ölbad.

Das Dextrin ist stark rechtsdrehend. Da die Zusammensetzung des Dextrins schwankend ist, so kann natürlich eine bestimmte spezifische Drehung nicht angegeben werden.

Den Polysacchariden nahestehende Stoffe.

Es gibt im Pflanzenreich noch eine große Zahl von Stoffen, welche den Polysacchariden nahestehen, da sie bei der Totalhydrolyse Hexosen oder Pentosen geben. Bei vielen dieser Substanzen treten aber als Hydrolysenprodukte neben den Zuckern noch andere Körper auf, die nicht Kohlenhydrate sind. Wenn auch auf diesem Gebiet fleißig geforscht worden ist, so sind wir doch noch weit davon entfernt, ihre Zusammensetzung, geschweige Konstitution zu kennen.

Hemicellulosen. Unter diesem Namen faßt man eine Reihe heterogener polymerer Kohlenhydrate zusammen, welche in der Natur weit verbreitet sind und teils als Gerüstsubstanzen, teils als Reservestoff dienen. Bei der Hydrolyse liefern sie entweder Hexosen oder Pentosen. Man nennt deshalb die ersteren auch Hexosane, die letzteren Pentosane. Sie sind meist in Wasser unlöslich oder sehr schwer löslich. Zu den Hexosanen gehören die im Holz von Gymnospermen weit verbreiteten Mannane, die auch in den Samenschalen vieler Pflanzen vorkommen. Sie heißen Mannane, weil bei der Hydrolyse Mannose entsteht. Die Mannane werden in den Pflanzen oft von mannanspaltenden Enzymen begleitet. In manchen Pflanzen und Pflanzenschleimen finden sich ähnliche Körper, welche bei der Hydrolyse Galaktose liefern; sie heißen deshalb Galaktane. Von den Pentosanen, welche in sehr vielen Pflanzen vorkommen, ist zur Zeit am besten das Xylan untersucht. Es ist in vielen Hölzern, Stroharten und Pflanzenschalen, sowie manchen anderen Pflanzenteilen vorhanden. Es ist auf verschiedenen Wegen gewonnen worden. Seine Zusammensetzung entspricht der allgemeinen Formel $C_5H_8O_4 = C_5H_{10}O_5 - H_2O$. Über die Konstitution ist nichts Sicheres bekannt. Von sonstigen Pentosanen seien noch die Arabane erwähnt, die bei der Hydrolyse Arabinose liefern.

Pflanzengummi. In vielen Pflanzen finden sich Ausschwitzungen, welche gummiähnlich erstarren. Bekannt ist z. B. der Gummi, welcher von den Kirschen- und Pflaumenbäumen ausgeschwitzt wird. Das Gummi arabicum, welches viel als Klebemittel Verwendung findet, ist eine Ausschwitzung in den Tropen wachsender Akazien und Mimosen. Das Tragant ist eine Ausschwitzung verschiedener Astragalusarten, die hauptsächlich in Kleinasien vorkommen.

Die Gummiarten sind alle leicht löslich in Wasser. Die Hydrolyse führt hauptsächlich zu Pentosen; doch bilden sich auch andere Kohlenhydrate, insbesondere Galaktose bei der Hydrolyse; auch Kali, Kalk und Magnesia müssen in dem Molekül vorhanden sein. Aus den Stoffen sind durch Hydrolyse ferner Körper isoliert worden, welche den Namen Arabinsäure und Araban erhalten haben und polyosenähnliche Verbindungen sind, die vornehmlich aus Pentosen bestehen. Sie kommen auch in beträchtlichen Mengen im Rübenmark vor. Die Pflanzengummi drehen die Ebene des polarisierten Lichtes nach links.

Die Pflanzenschleime. Viele Pflanzen bilden bei Berührung mit Wasser einen Schleim aus, der eine stark fadenziehende Beschaffenheit besitzt, aber

nicht, wie die Gummi, hart wird. Die wichtigsten Schleime dieser Art sind der Leinsamenschleim, welcher in den jungen Samen des Leins (*Linum usitatissimum*) vorhanden ist; der Salepschleim, in den Samen verschiedener Orchisarten; der Quitteschleim in den Samen der Quitte (*Cidonia vulgaris*), der Althaea- oder Eibischschleim in der Wurzel und den Blättern von *Althaea officinalis*, der Eibischpflanze.

Die Hydrolyse liefert Hexosenzucker, daneben auch Pentosenzucker. Oft scheiden sich auch bei der Hydrolyse celluloseähnliche Stoffe in unlöslichen Flocken ab.

Die Pektinstoffe sind Körper von polyosenähnlicher Zusammensetzung, welche im Pflanzenreiche weit verbreitet vorkommen. Sie finden sich vielfach in Früchten, insbesondere im Obst. Die Pektinstoffe sind gallertartig lösliche Körper, welche das Gelieren der Fruchtsäfte beim Einkochen mit Zucker bedingen. So ist im Himbeer- und vor allem im Johannisbeersirup viel Pektin vorhanden. Auch Rüben enthalten erhebliche Mengen von Pektinstoffen. Besonders wegen des Vorkommens im Obst besitzen sie eine große praktische Bedeutung.

Es ist jetzt gerade 100 Jahre her, daß man sich bemüht, die Zusammensetzung dieser interessanten und wichtigen Stoffe zu erforschen. Die ersten bedeutsamen Aufschlüsse verdanken wir Frey¹, der die verschiedensten Pektinstoffe und ihre verschiedenen Umwandlungsformen zuerst darstellte und genauer untersuchte. Spätere wichtige Aufklärungen rühren von Scheibler¹ und von Fellenberg² her. Die Zellwände in den Obstarten bilden das Pektin in den äußeren Schichten, der dem Protoplasma abgewandten Seite aus. Das eigentliche Pektin entsteht aus dem Protopektin, auch Pektose oder Pektan genannt. Dieses soll nach v. Fellenberg eine Verbindung des eigentlichen Pektins mit Cellulose oder ein Anhydrid sein. Durch Säuren oder ein in den Früchten vorhandenes Enzym, die Pektase, wird diese Umwandlung des Protopektins in Pektin beim Reifen des Obstes allmählich vollzogen. Während das Protopektin wasserunlöslich ist, ist das eigentliche Pektin wasserlöslich, erteilt dem Wasser eine gallertige Beschaffenheit und kann aus seinen Lösungen durch Alkohol gefällt werden. Versetzt man eine Pektinlösung mit Säure, so entsteht ein unlöslicher Niederschlag, die Pektinsäure. Die Pektinsäure hat keine gallertigen Eigenschaften. Zwischenstufen zwischen eigentlichem Pektin und Pektinsäure hat man durch längeres Kochen von Pektin erhalten; sie heißen Para- und Metapektin. Mit Säuren behandelt, liefern sie ebenfalls Säuren, die Para- und Metapektinsäure. Weitere Untersuchungen Scheiblers ergaben, daß beim hydrolytischen Abbau von Metapektin Arabinose entsteht; er hält die Metapektinsäure für identisch mit Arabinsäure, dem wichtigsten Bestandteil des Pflanzengummis. Wohl und v. Niessen³ wiesen später nach, daß auch Galaktose ein Bestandteil der Pektine sein muß, da bei der Oxydation erhebliche Mengen von Schleimsäure entstehen. In neuerer Zeit hat nun v. Fellenberg⁴ wichtige Beiträge zur Frage der Zusammensetzung der Pektine geliefert. Er fand vor allem die wichtige Tatsache, daß das Pektin der Methyl-ester der Pektinsäure ist, und daß die Methoxygruppe außerordentlich leicht abgespalten wird; Gärung, Pektase, Säurebehandlung entfernen das Methoxyl in Form von Methylalkohol, der als solcher in den Säften oder Gärungs-erzeugnissen verbleibt. Nach v. Fellenberg ist der Gehalt der Pektine an

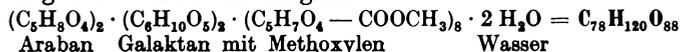
¹ Zit. nach Sucharipa.

² Biochem. Zeitschr. Bd. 85, S. 45. 1918.

³ Dtsch. Rübenzuckerindustrie. Bd. 26, S. 924. 1889.

⁴ a. a. O.

Methylalkohol aus verschiedenen Früchten außerordentlich verschieden; ja, aus denselben Früchten konnten Pektine mit sehr verschiedenem Gehalt an Methoxyl abgeschieden und isoliert werden. Danach scheint es, als wenn die obengenannten Zwischenformen von Meta- und Parapektin, sowie die zugehörigen Säuren, Pektine sind, bei denen der Methylalkohol mehr oder weniger stark abgespalten ist. Die Pektinsäure ist frei von Methylalkohol. Alle Einflüsse, welche die Methoxylgruppe aus dem Pektin abscheiden, vernichten die Gelierfähigkeit, also Säure, Pektasebehandlung, Laugebehandlung. Bei der Behandlung mit Lauge entsteht kein Niederschlag, weil sich lösliches, pektinsaures Natrium bildet. Aber sowohl die Pektinsäure als auch die pektinsäuren Salze haben die Gelierfähigkeit verloren, sind also in diesem Sinne wertlos. v. Fellenberg nimmt auf Grund seiner Forschungen folgende Zusammensetzung des Pektins als möglich an:



Ehrlich¹ stellte aus Rübenschnitzeln ein Pektin her, welches er von der Arabankomponente befreite. Das Restpektin enthielt noch 9% Methylalkohol. Ehrlich nimmt auf Grund seiner Untersuchungen an, daß es sich bei diesem Körper um eine Verbindung von Galaktose mit Galakturonsäure gehandelt hat. Die Galakturonsäure soll zu 4 Molekülen unter Austritt von 3 Molekülen Wasser als Tetragalakturonsäure vorhanden sein. Dazu käme dann noch die Araban- und Methylalkoholkomponente, um den Bau des Pektinmoleküls zu vervollständigen.

F. Ehrlich und R. von Sommerfeld² haben in jüngster Zeit das Rübenpektin noch weitergehend und genauer untersucht. Es stellte sich dabei heraus, daß die Galakturonsäure keine Tetra- sondern eine Digalakturonsäure ist (2 Mole d-Galakturonsäure — 2 H₂O). Die Aldehydgruppen treten dabei mit alkoholischen OH-Gruppen in Bindung, beide Carboxylgruppen bleiben aber frei [C₁₀H₁₄O₈ — (COOH)₂]. Die Digalakturonsäure tritt in einer a- und b-Form (stereoisomer) auf. Unter den Spaltungserzeugnissen der Pektinsäure wurde auch Essigsäure gefunden; auch im Tragantgummi wurde Essigsäure gefunden. Die Autoren definieren die Pektinstoffe als hochmolekulare Kohlenhydrate, welche den Pentosanen und Hemicellulosen nahe stehen, sich aber von diesen durch den eigenartigen Gehalt bestimmter Säurekomplexe scharf unterscheiden.

Folgendes Schema gibt einen allgemeinen Überblick über die Zusammensetzung dieser Körper gemäß dem heutigen Stande der Forschungen:

Protopektine spalten sich in	
eigentliche Pektine (gelierend) und Cellulose	
durch Säuren, Laugen, Enzyme	
spaltbar in	
Pektinsäure (nicht gelierend) und Methylalkohol	
erstere aufspaltbar in ³	
11,7 % Arabinose	6,7 % Methylalkohol
13,1 % Galaktose	12,8 % Essigsäure.
64,8 % Galakturonsäure	

Lignin und Cutin. In der pflanzlichen Zellmembran kommen neben Cellulose und Hemicellulose (Hexosane und Petosane) noch Stoffe vor, die man Lignin und Cutin genannt hat, und die durch verschiedene Lösungsmittel von den übrigen Bestandteilen getrennt werden können. Lignin läßt sich

¹ Chemiker-Zeit. 1911, S. 661 und 1917, S. 197 und Dtsch. Zuckerindustrie 1924. 36.

² Biochem. Zeitschr. Bd. 168, S. 263. 1926.

³ Nach den Untersuchungen von F. Ehrlich und R. von Sommerfeld (a. a. O.)

im Gegensatz zu den übrigen Bestandteilen leicht oxydieren. Über die Konstitution des Lignins ist wenig Sicheres bekannt. Der Hauptunterschied gegenüber den sonstigen Zellmembranbestandteilen in chemischer Richtung besteht darin, daß Lignin Methoxygruppen eingelagert enthält. Als Grundkörper kommen auch hier wohl wieder Polyosen der Hexosen in Betracht, wahrscheinlich sind aber im Molekül auch cyclische Gruppen, Pentosen, Formylgruppen, Acetylgruppen und noch andere vorhanden.

Nach J. König hat das Cutin eine von den anderen Bestandteilen der Membran völlig abweichende Beschaffenheit. Es ist eine Wachstert. Er hält es für ein Gemisch von Nonylsäurecetylestern und Caprinsäureoktadecylestern.

Man muß im übrigen annehmen, daß der Unterschied in den Löslichkeitsverhältnissen von Lignin und den übrigen Membranbestandteilen nur allmählichen Übergängen zwischen den einzelnen Körpern zuzuschreiben ist, welche je nach Art und Alter der Pflanzen verschieden sind. Wahrscheinlich besteht die zuerst gebildete Zellhaut aus reiner Cellulose. Hierin werden Anhydride anderer Kohlenhydrate (Mannane, Galaktane, Pentosane), sowie Methoxyl und andere Gruppen eingelagert, wodurch unter Ringschluß Lignine entstehen. Das Cutin findet sich vorwiegend in den äußeren Membranteilen. Seine biologische Bedeutung beruht wohl im Schutz gegen Welken und äußere Angriffe. Versuche haben bewiesen, daß die Zellmembran von den Tieren um so besser verdaut wird, je weniger die Membranen verholzt, d. h. mit Lignin durchsetzt sind.

Übersicht über die Kohlenhydrate.

In der nachstehenden Übersicht seien noch einmal die wichtigsten Kohlenhydrate zusammengestellt:

I. Pentosen $C_5H_{10}O_5$ (Arabinose, Xylose).

II. Hexosen $C_6H_{12}O_6$.

1. Monosen $C_6H_{12}O_6$.

a) Aldosen (Glucose, Mannose, Galaktose).

b) Ketosen (Fructose, Sorbose).

2. Biosen $C_{12}H_{22}O_{11}$ (Rohrzucker = Glucose + Fructose),
(Milchzucker = Glucose + Galaktose),
(Malzzucker = Glucose + Glucose).

3. Triosen $C_{18}H_{32}O_{16}$, Tetrosen $C_{24}H_{42}O_{21}$ (Raffinose, Stachyose).

4. Polysaccharide $C_6H_{10}O_5$ (Stärke, Cellulose, Dextrin, Glykogen, Inulin, Lichenin).

5. Den Polysacchariden nahestehende Stoffe.

Hemicellulosen [Hexosane (Mannane, Galaktane), Pentosane],
Pflanzengummi, Pflanzenschleime, Pektinstoffe, Lignin
und Cutin.

Die Mineralstoffe.

In den Nahrungs- und Genußmitteln kommen ferner eine Reihe von Mineralstoffen vor, welche für die Ernährung ebenfalls von großer Bedeutung sind, da sie für den Aufbau der Körpersubstanz und des Blutes unbedingt erforderlich sind.

Es handelt sich vorwiegend um folgende Stoffe:

Kationen: Natrium, Kalium, Eisen, Calcium, Magnesium.

Anionen: Chlor, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kohlensäure, Kieselsäure.

In geringen Mengen ist Mangan in vielen Pflanzenaschen, z. B. in der Asche des Tees vorhanden. In Spuren kommen selbst Kupfer, Zink und Arsen, Jod, Brom und wohl auch noch manche andere Elemente in vielen Nahrungsmitteln vor. Das Ammonium ist in den meisten Nahrungsmitteln nicht in fertigem Zustande vorhanden, sondern es wird erst bei der Zersetzung gebildet. So enthält die ganz frische Milch und das ganz frische Fleisch nur winzige Spuren dieses Stoffes. Durch die Tätigkeit der Zersetzer von Lebensmitteln, der Bakterien und Enzyme, wird aber allmählich Ammoniak ausgebildet. In einem Lebensmittel muß also mit der Gegenwart von geringen Ammoniakmengen gerechnet werden.

Kieselsäure kommt in vielen tierischen Lebensmitteln nicht vor; dagegen ist sie weit verbreitet in der Asche aller pflanzlichen Nahrungsmittel.

Salpetersäure kommt in vielen tierischen Lebensmitteln nicht vor. Sie kommt erst durch fremde Zusätze hinein und bietet deshalb, wie bei der Milch, oft ein Mittel, Verfälschungen nachzuweisen. Man hat früher auch angenommen, daß der Wein und die Fruchtsäfte salpeterfrei seien und daß man deshalb in ähnlicher Weise wie bei der Milch durch einen Salpetergehalt dieser Lebensmittel eine Verfälschung mit natürlichem Wasser beweisen könne. Meine Untersuchungen¹ haben gezeigt, daß diese Annahme irrig ist. Fruchtsäfte und Wein, die zweifellos naturrein sind, enthalten häufig salpetersaure Salze, wenn auch nicht in großer Menge.

Die Phosphorsäure und die Schwefelsäure, welche in der Asche der Lebensmittel gefunden werden, sind gewöhnlich nur zum Teil in präformierter Form in den Lebensmitteln vorhanden. Sie entstehen zum Teil erst bei der Veraschung, indem der organisch gebundene Schwefel und Phosphor verbrennen und die entsprechenden Säuren bilden. In den meisten Lebensmitteln kommt aber sowohl Schwefelsäure als auch Phosphorsäure in präformierter Form vor. Es war lange Zeit strittig, ob in der Milch präformierte Schwefelsäure überhaupt vorhanden sei. Wäre dies nicht der Fall gewesen, so hätte man, da die natürlichen Wässer häufig sulfatreich sind, in der Bestimmung der präformierten Schwefelsäure ein Mittel gehabt, in ähnlicher Weise wie mit der Salpetersäure einen Wasserzusatz mit natürlichem Wasser zu beweisen. Durch unsere Untersuchungen² ist die Frage endgültig dahin geklärt worden, daß in der Milch stets Schwefelsäure, auch in präformiertem Zustande vorhanden ist.

Andere in den Nahrungs- und Genußmitteln vorkommende Stoffe.

Außer den wichtigsten Nährstoffgruppen sind noch in geringeren Mengen in manchen Lebensmitteln Substanzen anderer Stoffklassen vorhanden. Vor allem sind die Enzyme, die organischen Säuren, die Glucoside und Gerbstoffe hier zu nennen. Eine große Rolle spielen ferner die Purinderivate, doch sollen diese bei den betreffenden Lebensmitteln erst näher behandelt werden.

Die Enzyme (Fermente).

Enzyme oder Fermente spielen bei allen biologischen Vorgängen in der Natur eine große Rolle. Sie sind daher auch von der größten Bedeutung für die Bildung und Zersetzung der Lebensmittel. Es sind katalytisch

¹ Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 22, H. 4, S. 201. 1911 und Bd. 25, H. 7, S. 417. 1913.

² Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 20, H. 2, S. 50. 1910.

wirksame Substanzen, die in der lebenden Zelle erzeugt werden und die Zersetzungen auslösen, ohne scheinbar dabei selbst umgesetzt zu werden. Sie beschleunigen alle Reaktionsvorgänge, die nach der dem System innewohnenden freien Energie zwar auch an sich möglich sind, aber infolge irgendwelcher Reaktionshemmungen in endlichen Zeiten ohne die Enzyme nicht verlaufen.

Es ist zeitweise überhaupt bestritten worden, daß die Enzyme besondere Stoffe seien. Es wurde behauptet, daß es bekannte Stoffe seien, welche nur unter besonderen Bedingungen als Fermente wirken. Diese Ansicht ist heute, insbesondere durch die Arbeiten von Willstätter und seiner Schule, als widerlegt anzusehen. Enzyme sind besondere eigene Stoffe, da manche von ihnen in nahezu reinem Zustande von Willstätter gewonnen werden konnten. Welcher Stoffklasse sie angehören, ist aber noch unklar. Sie sind weder Proteine noch Kohlenhydrate, zeigen aber die Eigenschaften hochmolekularer amphoterer Elektrolyte, besitzen kolloidalen Charakter und neigen ausgesprochen zur Ausbildung von Nebervalenzverbindungen. Da diese Eigenschaften auch die der Proteine sind, so ist es kein Wunder, daß man sie lange zu den Proteinen gerechnet hat.

Die verschiedenen Enzyme sind stets spezifisch. Jedes Enzym vermag nur ganz streng spezifisch denjenigen Stoff zu zersetzen, auf den es paßt. Eine Saccharase zersetzt nur Rohrzucker, eine Peptidase nur Protein usw. Diese streng spezifische Eigenschaft der Enzyme hat Emil Fischer zu dem Bild von Schloß und Schlüssel veranlaßt. Mit einem einzigen Schlüssel kann man sehr viele Türen aufschließen, ohne daß der Schlüssel sich verbraucht. Voraussetzung ist aber, daß der Schlüssel zum Schlosse paßt. Die spezifische Wirkung ist wahrscheinlich in der Weise zu erklären, daß sich zunächst durch Betätigung von Nebervalenzen und Oberflächenkräften eine Adsorptionsverbindung bildet, wenn diese nach dem sterischen Bau der zu vereinigenden Bestandteile möglich ist. Es ist festgestellt worden, daß schon ganz geringe Veränderungen in der sterischen Beschaffenheit des zu zersetzenden Stoffes es dem Enzym unmöglich machen, anzugreifen.

Die Enzymwirkung ist nicht an die lebende Zelle gebunden. Wie Buchner (S. 276) bei der Zymase zuerst gezeigt hat, bewirkt der von den lebenden Hefezellen völlig getrennte Preßsaft, welcher die Zymase enthält, dieselben Gärungen.

Bei vielen Fermenten läßt sich feststellen, daß sie in einer unwirksamen Form vorkommen und auch oft in dieser Form abgeschieden werden. Durch ein begleitendes zweites Ferment, den sog. Aktivator, werden sie erst in das wirksame Enzym übergeführt. Man nennt diese Hilfskörper auch die Ko-Fermente.

Die Reindarstellung der Fermente ist bisher noch nicht völlig gelungen, trotzdem Willstätter ihr bei manchen Enzymen sehr nahe gekommen ist. Man geht auf verschiedenen Wegen vor. Entweder benutzt man die Dialyse oder die Alkoholfällung oder vor allem die immer wiederholte Adsorption.

Über die Frage, wie die Fermente in den Zellen entstehen, ist noch sehr wenig bekannt. Man weiß, daß die Fermente bei normaler Ernährung der Zelle stets in reichlichen Mengen sich bilden. Über den chemischen Aufbau ist aber bisher wenig festgestellt worden.

Um die Fermentwirkungen nachzuweisen, muß man vor allem die Bakterien fernhalten. Das geschieht meistens durch Zusatz gewisser Bakteriengifte, wie Thymol, Aceton, Toluol, die die Enzyme wenig, die Bakterien aber stark schädigen. Dann wird untersucht, ob und welche Mengen von Zersetzungsstoffen in bestimmten Zeiten auftreten.

Die meisten Fermente sind gegen höhere Temperaturen stark empfindlich. Gewöhnlich werden sie schon bei kurzem Erhitzen auf 70° unwirksam. Temperaturen über 45° schaden im allgemeinen bei längerer Einwirkung, obwohl es auch Enzyme gibt, die wesentlich höhere Temperaturen gut vertragen. Ultraviolette Strahlen schädigen alle Fermente. Durch chemische Zusätze werden mannigfaltige Wirkungen hervorgerufen. Die Wirkung der Fermente kann sowohl gefördert als auch gehemmt und zerstört werden. Besonders wichtig sind Schutzstoffe, die für die Erhaltung der kolloidalen Natur der Fermente Sorge tragen. Von großem Einfluß ist die Wasserstoffionenkonzentration. Die Fermente entfalten bei bestimmten Wasserstoffionenkonzentrationen das Optimum ihrer Wirksamkeit. In der nachstehenden Tabelle ist die optimale pH bei einigen bekannten Fermenten angegeben.

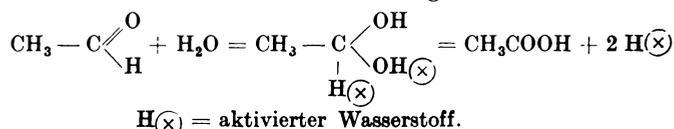
Name des Ferments	pH
Lipase (Pankreas)	8
Saccharase (Kartoffel)	4
Amylase (Malz)	4,9
Tabakdiastase	4,8
Pektase	4,3
Peptidase (Pankreas)	8
Lab (fallende Wirkung)	6,0—6,4
Lab (Caseinlösung)	5
Peroxydase	etwa 6
Carboxylase	5,3—6,2
Katalase	7

Auch gewisse Neutralsalze vermögen oft starke Wirkungen auszuüben, teils hemmend, teils fördernd. Schwermetallsalze sind meist starke Hemmungsmittel. Sauerstoff scheint zu schwächen, besonders bei gleichzeitiger Belichtung. Ozon wirkt stark zerstörend, ähnlich Wasserstoffsperoxyd. Alkoholzusatz schwächt ebenfalls, indessen nicht sehr stark. Von besonderer Bedeutung ist die Blausäure, welche im Zellstoffwechsel als Hemmungsmittel der Oxydation durch Eisen eine interessante Bedeutung hat. Katalase besonders wird durch die geringsten Mengen Blausäure inaktiviert. Die Entfernung der Blausäure stellt sofort die Wirksamkeit wieder her. Hemmend wirken auch oft die Abbauprodukte. Oft handelt es sich dabei nur um einfache Adsorptionen des Enzyms durch die Abbaustoffe. Man hat auch angenommen, daß es Antifermente gibt, die gegen die Wirkungen der Fermente gerichtet sind. Ob es derartige Antifermente wirklich gibt, ist noch nicht sicher klargestellt.

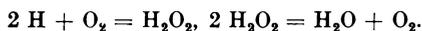
Man unterscheidet die in der Natur vorkommenden Fermente in zwei große Gruppen. Die erste Gruppe ist von den **Hydrolasen** gebildet, welche hydrolytische Spaltungen bewirken, wobei das H an den einen Bestandteil, das OH an den anderen Bestandteil sich anlagert. Die entstehenden Gleichgewichte sind von der Temperatur nahezu unabhängig. Zu diesen Hydrolasen gehören z. B. die Esterasen (Lipasen), welche die Glyceride in Glycerin und Fettsäuren aufspalten. Die zweite Gruppe der Hydrolasen sind die Carbohydrasen, welche ätherartige Bindungen R_1-O-R_2 aufzuspalten vermögen. Hierher gehören die Enzyme der Kohlenhydratspaltungen Maltase, Lactase, Cellulase, Pektinase usw., ferner die der Glucosidspaltung, die sog. Glucosidasen, wie Emulsin, Myrosin und andere. Die Amidasen vermögen die Peptidbindung $CO-NH$ zu lösen (Peptidasen). Die Proteasen lösen die Bindung der Bausteine im Eiweiß. Welcher Art diese Bindung ist, ist uns noch unbekannt. Infolgedessen wissen wir auch nichts über den Angriffspunkt,

an dem die Enzymwirkung einsetzt. Hierher gehören die Trypsasen, die Pepsinasen, das Labferment u. a.

Die Desmolasen bilden die zweite Hauptgruppe. Sie haben die Eigenschaft, in einer Reihe von Reaktionen die Kohlenstoffketten voneinander zu lösen. Hierher gehören die Oxydoreduktasen, auch Dehydrasen genannt. Sie lockern nach Wieland katalytisch bestimmte Wasserstoffe und bewirken damit die Dehydrierung organischer Substanzen, wobei die Dehydrierung oft an vorher gebildeten Hydraten stattfindet. So verläuft z. B. die Dehydrierung von Acetaldehyd zu Essigsäure in der Weise, daß zuerst Acetaldehydhydrat gebildet wird, dem dann zwei Wasserstoffe entzogen werden.



Ob Sauerstoff oder irgendein anderer reduzierbarer Körper der Wasserstoffacceptor ist, ist dabei gleichgültig. Ist Sauerstoff der Wasserstoffacceptor, so bildet sich Wasserstoffsuperoxyd, welches sofort durch die fast in allen Geweben vorhandene Katalase in Wasser und Sauerstoff aufgespalten wird.



Bei der Essigsäuregärung ist ein zweites Molekül Acetaldehyd der Wasserstoffacceptor, indem dieses gleichzeitig in Alkohol verwandelt wird. Die Reaktionen dieser Art werden in den wichtigsten Gärungsvorgängen angetroffen (S. 277).

Von diesen Dehydrasen sind nach Oppenheimer die wahren Oxydasen zu unterscheiden. Es sind Fermente, welche den Sauerstoff zu aktivieren vermögen, so daß er bei der Dehydrierung aktivierten Wasserstoff zu Wasser zu oxydieren vermag. Warburg nimmt an, daß dies unter Vermittlung des Eisens vor sich geht, indem das Eisen den Sauerstoff in Peroxydform anlagert und wieder abgibt. Es handelt sich dabei um Komplexe organischer Eisenverbindungen. Von diesen Oxydasen sind wiederum die Peroxydasen zu unterscheiden, die nur bei Gegenwart von Wasserstoffsuperoxyd Oxydationswirkungen entfalten [z. B. das Storchenzym der Milch (S. 105)]. Endlich ist noch zu den Desmolasen zu rechnen die Katalase, welche in allen Zellen weit verbreitet ist. Ihre biologische Rolle ist auch heute noch nicht ganz klar. Sie hat offenbar die Funktion, Wasserstoffsuperoxyd in Wasser und Sauerstoff zu zersetzen. Es ist sehr wahrscheinlich, daß bei allen biologischen Oxydationen als Zwischenprodukt Wasserstoffsuperoxyd auftritt, das nun von den Katalasen, da es giftige Eigenschaften entfaltet, sofort zersetzt wird (s. oben). Hierher gehört auch die Carboxylase Neubergs (S. 276). Die Zymasen der Hefen sind das Gemisch aller jener Enzyme, welche die Gärungen der Zucker bewirken. Dieses Gemisch besteht vor allem aus Oxydoreduktasen.

Außerordentlich zahlreich sind die Arbeiten, welche sich mit physikalisch-chemischen Methoden mit der Erforschung der Kinetik der Fermente beschäftigt haben. Man hat bei den verschiedenen Fermenten die elektrischen Ladungen, die Oberflächenkräfte und die Geschwindigkeit der Reaktion in ihrer Abhängigkeit von den verschiedensten Umständen studiert. Dabei ist festgestellt worden, daß im allgemeinen die Kinetik der Wirkung der Enzyme den bekannten physikalisch-chemischen Gesetzen folgt.

Organische Säuren.

Organische Säuren kommen in vielen Lebensmitteln vor. In größeren Mengen sind manche organische Säuren in vielen pflanzlichen Nahrungsmitteln,

besonders den Obstarten, vorhanden; aber auch tierische Lebensmittel enthalten oft organische Säuren. In Betracht kommen vor allem folgende Säuren:

Ameisensäure HCOOH . Sie kommt im Bienenhonig in geringen Mengen vor.

Essigsäure CH_3COOH . Sie kommt in vielen Pflanzenteilen und Früchten in geringer Menge vor. In den alkoholischen Genußmitteln Wein, Bier, Branntwein ist sie stets, herrührend von der Oxydation des Alkohols, in geringen Mengen vorhanden. Bei gewissen Krankheiten dieser Erzeugnisse (Essigstich S. 283) kann sie auch in größeren Mengen auftreten. Das Genußmittel Essig besteht zum größten Teile aus dünner Essigsäure (S. 320).

Die organischen Fettsäuren kommen in Form von Glyceriden in den Fetten vor. Sie sind schon im Kapitel Fett (S. 241) besprochen worden.

Milchsäure. Die in den Lebensmitteln vorkommende Milchsäure ist nur die Äthylidenmilchsäure



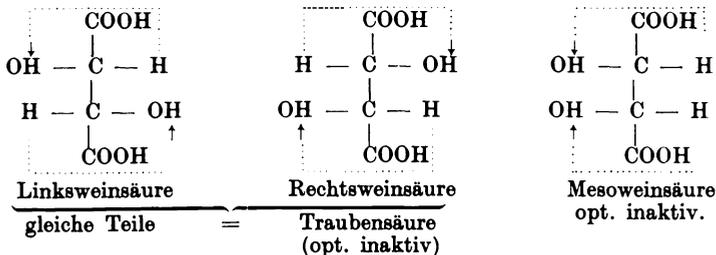
Die Säure hat ein asymmetrisches Kohlenstoffatom, also sind zwei optisch isomere, die d- und l-, sowie die inaktive d-l-Milchsäure möglich.

Die Rechtsmilchsäure kommt im Fleisch und Fleischextrakt vor. Durch Gärung entsteht infolge der Tätigkeit der sog. Milchsäurebakterien aus verschiedenen zuckerhaltigen Lebensmitteln, wie Milch, Sauerkraut, saure Gurken, Bohnen, Milchsäure. Diese durch Gärung entstehende Säure ist die inaktive Form.

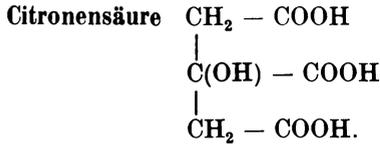
Oxalsäure $\text{COOH} - \text{COOH}$. Sie ist als Kalium- oder Calciumsalz in vielen Pflanzen vorhanden.

Äpfelsäure $\text{COOH} - \overset{\textcircled{\times}}{\text{C}}\text{H}_2 - \overset{\textcircled{\times}}{\text{C}}(\text{OH}) - \text{COOH}$. Sie besitzt ebenso wie die Milchsäure ein asymmetrisches Kohlenstoffatom, kann also in drei Modifikationen, der rechtsdrehenden, linksdrehenden und inaktiven Form vorkommen. Die Linksäpfelsäure ist in Wein, in Äpfeln und in vielen anderen sauren Früchten und Pflanzenteilen, insbesondere den Obstarten, vorhanden.

Weinsäure $\text{COOH} - \overset{\textcircled{\times}}{\text{C}}\text{H}(\text{OH}) - \overset{\textcircled{\times}}{\text{C}}(\text{OH}) - \text{COOH}$. Die Weinsäure besitzt zwei asymmetrische Kohlenstoffatome. Theoretisch müßten deshalb vier optisch Isomere möglich sein (2²). Da die beiden asymmetrischen Kohlenstoffatome aber mit völlig gleichen Gruppen verbunden sind, so reduziert sich diese Zahl auf drei, die Rechtsweinsäure, die Linksweinsäure und die nicht drehende Mesoweinsäure. Eine Mischung von gleichen Teilen links und rechts drehender Säure heißt inaktive oder Traubensäure. Folgende Formeln veranschaulichen das Gesagte:



In der Natur kommen die Linksweinsäure und die Mesoweinsäure nicht vor. Die Rechtsweinsäure kommt im Wein, in vielen Früchten und Obstarten vor. Im Wein liegt sie meistens größtenteils als saures Kaliumsalz in Form des sog. Weinsteines vor. Nach dem Weinstein wird sie auch Weinsteinensäure genannt. In geringen Mengen kommt im Wein auch inaktive Traubensäure vor. Die Salze dieser Säure führen auch den Namen Racemate.



Die Citronensäure weist kein asymmetrisches Kohlenstoffatom auf, sie existiert deshalb im Gegensatz zu Äpfelsäure und Weinsäure nur in einer Form. Sie kommt vor allem vor im Citronen- und Apfelsinensaft; ferner in den meisten Beerenfrüchten neben Äpfelsäure. Die Salate enthalten citronensaures Kalium und Calcium. In geringen Mengen ist Citronensäure in der Milch und im Wein vorhanden.

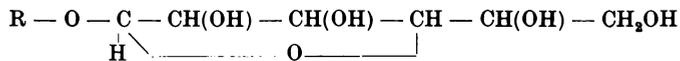
Bernsteinsäure $\text{COOH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$. Sie entsteht in geringen Mengen als Nebenprodukt bei der alkoholischen Gärung; sie kommt daher in kleinen Mengen auch im Wein vor.

Benzoessäure $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{COOH}$. Sie ist in geringen Mengen in den Heidelbeeren gefunden worden.

Lävulinsäure $\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$. Sie entsteht bei der Behandlung von Kohlenhydraten mit schwachen Säuren und ist deshalb nach Grünhut auch in Suppenwürzen vorhanden, die durch Behandlung von stärkehaltigem Material unter Säurehydrolyse hergestellt werden.

Glucoside.

Mit dem Namen Glucoside bezeichnet man gewisse in der Natur vorkommende Stoffe, welche bei der Hydrolyse durch Enzyme, Säuren oder Alkalien in mehrere Bestandteile zerfallen, von denen einer stets ein Zucker (meist Glucose) ist. Daneben treten Alkohol, Phenol, Aldehyd, Purinderivate und andere Körper auf. Die Glucoside sind ätherartige Verbindungen des betreffenden Zuckers mit den anderen abgespaltenen Körpern. Ihre allgemeine Formel ist, wenn man eine Aldohehexose zugrunde legt, folgende:



Der Aldosenzucker geht also in die Acetalform über. Mit einer alkoholischen OH-Gruppe findet Wasserabspaltung statt. Die andere OH-Gruppe bindet ätherartig den mit dem Zucker verbundenen anderen Körper (R). Viele Glucoside sind kompliziert gebaut und ihre Struktur harrt noch der Aufklärung. Einige Glucoside seien hier genannt.

Amygdalin. In den bitteren Mandeln und Kernen der Prunusarten. Unter dem Einfluß des neben Amygdalin stets vorhandenen Enzymes, des Emulsins, zerfällt es in Glucose, Benzaldehyd und Blausäure.

Sinigrin (Myronsäure). Es kommt im schwarzen Senfsamen vor und wird durch das gleichzeitig vorhandene Enzym Myrosin in Traubenzucker, saures Kaliumsulfat und Allylsenföl ($\text{C}_3\text{H}_5\text{CNS}$) gespalten.

Phaseolunatin. In der Blausäurebohne, Phaseolus lunatus. Durch gleichzeitig vorhandenes Emulsin wird es in Glucose, Aceton und Blausäure zersetzt.

Saponine. Sie sind in der Seifenwurzel, in den Panamaspänen und manchen Rinden vorhanden. Sie werden bisweilen für die Schaumerzeugung in Kunstlimonaden verwendet, was nur dann zulässig ist, wenn die betreffenden Saponine sicher gesundheitsunschädlich sind.

Gerbstoffe.

In manchen Lebensmitteln, so im Obst, Kaffee, Tee kommen kleine Mengen von Stoffen vor, die man Gerbstoffe nennt. Sie haben gerbende Eigenschaften auf die tierische Haut. Ihre Konstitution ist noch wenig aufgeklärt. Man unterscheidet die im Pflanzenreich vorkommenden Gerbstoffe vornehmlich in drei Gruppen, die Depside, welche sich von Phenolcarbonsäuren ableiten, die Tannine, die esterartige Verbindungen von Zuckern mit aromatischen Oxycarbonsäuren, z. B. Gallussäure ($C_6H_2(OH)_3COOH$) enthalten, und den sog. kondensierten Gerbstoffen, deren Konstitution noch unbekannt ist.

Dritter Abschnitt.

Ernährungslehre.

Wie schon oben auseinandergesetzt, bewirken die Nährstoffe der Nahrungsmittel, wenn sie in unseren Körper aufgenommen werden, zweierlei, einmal werden sie durch den Sauerstoff verbrannt, wobei Wärme entsteht, die dem Körper entweder als solche oder nach Umsetzung in mechanische Energie als Muskelkraft zugute kommt. Ein Teil der Nährstoffe bildet aber ferner auch Körper- und Bluts substanz.

Betrachtet man diese beiden Vorgänge näher, so ist bezüglich des ersteren Vorganges folgendes zu sagen: Die Fette und die Kohlenhydrate, welche ja nur aus Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff bestehen, werden im Körper restlos zu Wasser und Kohlensäure oxydiert. Man kann deshalb in der kalorischen Bombe durch Verbrennung dieser Substanzen zu Kohlensäure und Wasser bestimmen, welcher Wärme- bzw. Energiewert den Fetten und den Kohlenhydraten zukommt. Die Verbrennung verläuft in der Bombe nicht anders wie im Körper.

Anders verhalten sich die Proteinstoffe. Da diese stickstoffhaltig sind, so entstehen bei der Verbrennung der Proteinstoffe in der Bombe neben Wasser und Kohlensäure Oxydationserzeugnisse des Stickstoffes, wie Stickoxyd, salpetrige Säure, Salpetersäure. Immerhin kann durch die Bombe ebenfalls der Energiewert der Proteinstoffe ermittelt werden. Bei der Oxydation im Körper bildet sich zwar auch aus den Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Sauerstoffatomen Wasser und Kohlensäure. Die Stickstoffverbindungen werden aber in andere Körper umgesetzt, die sich im Harn und Kot befinden und selbst noch bei der Verbrennung eine bestimmte Wärmemenge zu liefern vermögen. Um den Wärmewert der Proteinstoffe für den Körper zu ermitteln, muß man deshalb von dem in der Bombe ermittelten Wert den Verbrennungswert der noch im Kot und Harn vorhandenen Stoffe abziehen. Diese Differenz ergibt dann den Nährwert der Proteinstoffe für den Körper. Auf diese Weise sind in vielen Versuchen von Rubner, König und anderen Forschern die Energiewerte für Eiweiß, Fett und Kohlenhydrate ermittelt worden.

Bestimmung des Nährwertes. Die Einheit der Wärmemessung ist in der Ernährungslehre die große Kalorie, das ist diejenige Wärmemenge, welche dazu notwendig ist, ein Liter Wasser von 0° auf 1° zu erwärmen.

Man drückt den Nährwert der Nahrungsmittel entsprechend diesen obigen Ausführungen vielfach in seinem Kalorienwert aus. Dazu ist es natürlich notwendig, zu wissen, welche Wärmemenge bei der Verbrennung im Körper 1 g Protein, 1 g Fett und 1 g Kohlenhydrat bewirkt. Die Rubnerschen Zahlen sind folgende: Je 1 g der genannten Nährstoffe entsprechen

bei Eiweiß	4,1 Kalorien,
„ Fett	9,3 „
„ Kohlenhydraten	4,1 „

König gibt für die Proteinstoffe einen höheren Kalorienwert, nämlich 4,8 an. Indessen haben sich heute meistens die Rubnerschen Zahlen eingebürgert. Um nun den Nährwert eines bestimmten Nahrungsmittels zu finden, hat man dieses zunächst auf seinen Gehalt an Eiweiß, Fett und Kohlenhydraten zu analysieren. Die Prozentzahlen mit den Rubnerschen Zahlen multipliziert, ergeben dann die Anzahl der Kalorien, welche 100 g des betreffenden Lebensmittels dem Körper zu liefern vermögen. Einige Beispiele mögen die Berechnungen erläutern.

100 g Milch enthalten z. B. in runden Zahlen

3 g Eiweiß,
5 g Milchzucker,
3 g Fett.

Der Nährwert von 100 g Milch ist also:

$$3 \cdot 4,1 + 5 \cdot 4,1 + 3 \cdot 9,3 = 60,7 \text{ Kalorien.}$$

100 g Brot enthalten in runden Zahlen im Mittel etwa

8 g Eiweiß,
40 g Kohlenhydrat und
unbedeutende Spuren Fett.

Der Nährwert von 100 g Brot beträgt also:

$$48 \cdot 4,1 = 196,8 \text{ Kalorien.}$$

Diese hier genannten Kalorien sind die sog. Rohkalorien, d. h. sie beziehen sich auf die gesamte Menge der analytisch gefundenen Nährstoffe. Nun werden aber die aufgenommenen Nährstoffe durchaus nicht restlos vom Körper ausgenutzt. In Wirklichkeit kommen also diese Rohkalorien dem Körper nicht vollständig zugute, sondern nur so weit, als sie wirklich ausgenutzt werden. Um deshalb denjenigen Wertausdruck für den Nährwert zu erhalten, der dem Körper wirklich zugute kommt, müssen diese Rohkalorien mit dem Ausnutzungsfaktor, der für die einzelnen Nahrungsmittel sehr verschieden sein kann, multipliziert werden. Die so erhaltenen Zahlen nennt man dann die Reinkalorien. Nach König¹ ist z. B. der Ausnutzungsfaktor bei Milch, wenn sie von Kindern genossen wird, für das Protein 0,955, für das Fett 0,97, für die Kohlenhydrate 0,99. Für grobes Roggenbrot sind die Ausnutzungsfaktoren für das Eiweiß 0,60 und für die Kohlenhydrate 0,90.

Bleiben wir wieder bei den obigen Beispielen, so berechnen sich also die Reinkalorien für 100 g Milch (Kinder) zu

$$3 \cdot 4,1 \cdot 0,955 + 5 \cdot 4,1 \cdot 0,99 + 3 \cdot 9,3 \cdot 0,97 = 59,1.$$

Für das Brot ergeben sich folgende Reinkalorien

$$8 \cdot 4,1 \cdot 0,6 + 40 \cdot 4,1 \cdot 0,9 = 167,3.$$

Man sieht also, daß die Reinkalorien bei der Milch nahezu dieselben sind wie die Rohkalorien, daß aber die Reinkalorien beim groben Roggenbrot um etwa 15% erniedrigt werden gegenüber den Rohkalorien.

In der nachstehenden Tabelle sind die Rohkalorien der wichtigsten Nahrungsmittel, sowie auch einiger Genußmittel nach Juckenack² angegeben.

¹ Nährwerttafeln. Berlin: Julius Springer 1915.

² Was haben wir bei unserer Ernährung im Haushalt zu beachten. Berlin: Julius Springer 1923.

Kalorischer Nährwert der wichtigsten Nahrungsmittel.
Tierische Nahrungsmittel.

Nahrungsmittel	100 g enthalten Rohkalorien	Vor Errechnung der Kalorien wurden für je 100 g Marktware als Abfall abgezogen
Rindfleisch, fett	306,9	26
„ mittelfett	141,4	20
„ mager	100,5	16,5
„ geräuchert	244,0	20
Schweinefleisch, fett	384,0	20
„ mager	137,6	16,5
„ geräuchert	220,0	16,5
Schweinepökelfleisch	167,0	16,5
Kalbfleisch, fett	140,5	26
„ mager	87,4	16,5
Hammelfleisch, fett	377,1	26
„ mittelfett	123,3	20
„ mager	100,9	16,5
Hirschfleisch	136,5	16,5
Rehfleisch	95,9	16,5
Hasenfleisch	103,7	15
Herz	153,4	5
Hirn (Kalb)	112,0	—
Knochenmark	788,0	—
Leber	119,0	5
Lunge	76,7	11
Milz	109,0	5
Nieren	105,4	5
Zunge	216,6	5
Entenfleisch	125,3	16
Gänsefleisch im Durchschnitt	397,8	12
Hühnerfleisch im Durchschnitt	122,5	15
Blutwurst, Braunschweiger	449,8	3
Leberwurst	386,8	2
Mettwurst	437,0	1
Schlackwurst	319,3	1
Schinken, roh ¹	220,0	42
„ gekocht ¹	249,0	42
Cervelatwurst (Plockwurst), Dauerwurst	499,1	1
Kabeljau (Dorsch)	67,6	53,5
Schellfisch	70,4	60
„ geräuchert	94,0	57
Stockfisch	330,0	74
Klippfisch	309,0	74
Hering, grün	125,7	51
„ gesalzen	220,0	51
Matjeshering	160,4	33
Bückling (Räucherhering)	155,7	33
Frische Flußfische im Durchschnitt	86,6	49
Fischkonserven in Marinade	107,7	5
Eier (1 Hühnerei wiegt rund 51 g)	156,7	11,5
Vollmilch	64,4	—
Magermilch	38,1	—
Kondensierte Milch ohne Zucker	199,3	—
„ „ mit Zucker	377,0	—

¹ Einschließlich Knochen.

² Bei ausgenommenen Fischen ohne Kopf sind für Abfall auf je 100 g Rohware nur 16 g, bei ausgenommenen Fischen mit Kopf sind für Abfall auf je 100 g Rohware 30 g abzurechnen.

Nahrungsmittel	100 g enthalten Rohkalorien	Vor Errechnung der Kalorien wurden für je 100 g Marktware als Abfall abgezogen
Käse, fett	393,8	—
„ halbfett	288,2	—
„ mager	183,7	—
Quark	207,0	—
Butter	761,1	—
Schweineschmalz	884,7	—
Speck, geräuchert	667,6	7,4
Rindertalg (Nierenfett)	874,0	—
Margarine	761,1	—

Pflanzliche Nahrungsmittel.

Weizenbrot, feines	258,3	—
Roggenbrot	210,6	—
Pumpernickel	194,2	—
Zwieback aus Weizen	348,0	—
Bohnen	257,3	—
Erbsen	259,8	—
Linsen	264,3	—
Weizenmehl, mittelfein	322,4	—
Roggenmehl	316,1	—
Gerstenmehl	328,9	—
Hafermehl	341,5	—
Haferflocken	340,0	—
Buchweizenmehl	318,0	—
Maismehl	336,0	—
Maisstärke (Maizena)	338,6	—
Kartoffelmehl	325,9	—
Kartoffelflocken, Kartoffelgrieß, Dörrkartoffeln	327,4	—
Kartoffelstärke	325,5	—
Kartoffeln	95,6	Bei Salzkartoffeln 20 g, bei Pellkartoffeln 13 g
Graupen (Grütze)	352,2	—
Grieß	325,7	—
Reis	343,2	—
Nudeln (Makkaroni)	337,1	—
Blumenkohl	24,8	33
Bohnen, grün	32,2	9
„ eingemachte	12,3	—
Erbsen, grün (Schoten)	64,3	44
Nährhefe	300,0	—
Grünkohl	55,5	26
Rotkohl	26,9	25
Weißkohl	24,4	23
Sauerkraut (Kohl)	19,6	—
Rosenkohl	38,1	20
Wirsing	35,4	31
Kohlrabi	38,8	18
Kohlrüben (weiß)	29,6	33
Mohrrüben (groß)	37,5	20
Karotten	32,5	20
Rote Rüben	34,0	27
Teltower Rüben	53,7	20
Speiserüben im Durchschnitt	38,3	23
Sellerie	46,9	20
Zwiebeln	41,0	16,5
Meerrettich	64,5	8,5
Spargel	17,0	20
Spinat	24,9	25

Nahrungsmittel	100 g enthalten Rohkalorien	Vor Errechnung der Kalorien wurden für je 100 g Marktware als Abfall abgezogen
Kopfsalat	13,8	20
Gurken, frisch	12,0	23
„ sauer, eingemacht	5,4	—
Dörrgemüse ¹ im Durchschnitt	296,0	—
Steinpilze	34,3	20
„ getrocknet	233,4	—
Pfifferlinge	22,9	20
Obst.		
Äpfel	56,3	17
„ getrocknet	242,8	—
Birnen	57,4	2,8
„ getrocknet	242,3	4,7
Pflaumen, frisch	72,2	3,7
„ (Zwetschen) getrocknet	189,0	14,5
Backobst im Durchschnitt	224,7	—
Kirschen, frisch	69,0	4,4
Weintrauben, frisch	75,4	2,0
Rosinen	264,0	7,4
Korinthen	282,1	3,8
Johannisbeeren, frisch	36,2	2,0
Erdbeeren, frisch	36,9	—
Stachelbeeren, frisch	38,7	—
Apfelsinen (Orangen)	55,2	27,8 ²
Bananen	99,1	33
Apfelmarmelade	233,3	—
Birnenmarmelade	190,7	—
Erdbeermarmelade	268,6	—
Himbeermarmelade	271,0	—
Johannisbeermarmelade	250,1	—
Pflaumenmarmelade	229,2	—
Gemischte Marmelade	279,0	—
Walnuß mit Schalen	232,6	60
Honig, Zucker, Kakao, Keks, Fruchtsäfte u. dgl.		
Honig	323,5	—
Kunsthonig	324,3	—
Rohrzucker	389,1	—
Rübenzucker	401,4	—
Kakao	417,6	—
Schokolade	413,7	—
Keks	353,4	—
Himbeersirup	239,4	—
Citronensaft (ungezuckert)	39,7	—
Getränke. (Extrakt: 1 g = 4 Kal. Alkohol: 1 g = 7 Kal.)		
	mit Alkohol	ohne Alkohol
Exportbier	76,6	46,5
Deutscher Weißwein im Mittel	61,0	8,5
Deutscher Rotwein im Mittel	66,0	10,0
Tiroler Rotwein	72,0	9,0
Portwein	172,0	56,0
Apfelwein	39,9	14,0
Schaumwein, trocken	84,4	11,6

¹ Bei gesalzten Gemüsekonserven ist kein Gemüseabfall zu berechnen, jedoch sind 10—15% Nährwert für das zu entfernende Salzgewicht und die beim Wässern verloren gehenden Stoffe abzuziehen.

² Mit Schalen.

In bezug auf ihren Wärmewert können, wie schon aus der ganzen Art dieser Nährwertberechnung hervorgeht, die einzelnen Nährstoffe, Eiweiß, Fett und Kohlenhydrate sich gegenseitig vertreten. Es kann also mit anderen Worten der Körper seinen Wärme- und Energiebedarf sowohl aus der Eiweißspaltung, als auch aus der Fettspaltung, als auch aus der Kohlenhydrat-spaltung decken.

Sonderstellung der Stickstoffsubstanz. Wenn so auch die Nährstoffe bis zu einem gewissen Grade in bezug auf ihren kalorischen Wert sich gegenseitig ersetzen können, so kann das Eiweiß durch Fett- und Kohlenhydrate nie ganz ersetzt werden, und zwar deswegen, weil der Nährwert ja nicht nur in dem Wärmewert besteht, sondern weil noch, wie oben erwähnt, ein zweiter Punkt hinzukommt, nämlich die Bildung von Körper- und Blutsubstanz an Stelle des durch den Lebensvorgang verbrauchten und bei der Oxydation zersetzten Körper- und Bluteiweißes. Daß dieser Ersatz in erster Linie nur von den Protein-stoffen geleistet werden muß, leuchtet ohne weiteres ein, da ja die Körper- und Blutsubstanz vornehmlich aus Eiweiß besteht. Unter ein bestimmtes Minimum darf also die Eiweißzufuhr niemals heruntersinken, ohne daß der Körper geschädigt wird. Bei normaler Ernährung soll das sog. Stickstoff-gleichgewicht vorhanden sein, d. h. der Körper soll ebensoviel Stickstoff-substanz aufnehmen, als er täglich abgibt. Das bedeutet mit anderen Worten ausgedrückt, daß der Stickstoffvorrat des Körpers stets der gleiche bleibt. Früher hat man angenommen, daß der erwachsene Mensch täglich mindestens 100 g Eiweiß zu sich nehmen soll (Voit). Die Erfahrungen des Krieges haben nun gezeigt, daß diese Zahl im großen und ganzen richtig, aber vielleicht doch etwas zu hoch gegriffen war. Nach von Noorden und Salomon¹ genügt es, um das Stickstoffgleichgewicht aufrecht zu erhalten und eine genügende Ernährung zu gewährleisten, wenn der erwachsene Mensch etwa 70–80 g Eiweiß täglich nur zu sich nimmt. Der Krieg hat reichlich Gelegenheit gegeben zu beobachten, ob diese Menge nicht noch weiter unterschritten werden kann und ob nicht schließlich bei dauernder Zufuhr geringerer Eiweißmengen eine Anpassung des Körpers an die geringe Stickstoffzufuhr durch geringeren Stickstoffverbrauch stattfindet. Alle Beobachter erklären übereinstimmend, daß dieses nicht der Fall ist. Wenn das oben genannte Minimum unterschritten wird, so müssen die Organe auf die Dauer Schaden leiden, da dieser tägliche Mindestverbrauch dann nicht ausreichend ersetzt werden kann.

Ähnliche Einschränkungen gelten, wenn auch in weit geringerem Maße, bezüglich der gegenseitigen Vertretbarkeit von Fett und Kohlenhydraten. Experimentell ist der Beweis erbracht, daß das Nahrungsfett nicht restlos durch Kohlenhydrate in der Nahrung ersetzt werden kann. Das Nahrungsfett enthält gewisse Stoffe, z. B. die Lipoide, welche lebensnotwendig sind. Es muß deshalb auch ein gewisses Fettminimum gefordert werden. Die Kohlenhydrate andererseits haben besondere Bedeutung für den Körperansatz und können durch andere Nährstoffgruppen in dieser Richtung nicht ersetzt werden. Das Verhältnis von Fett zu Eiweiß soll in der Nahrung etwa 1 zu 1 betragen.

Der Kalorienbedarf. Im Hungerzustande lebt der Körper von seinem eigenen Bestande, d. h. er spaltet zunächst die aufgespeicherten Fettreserven auf und verbrennt sie, um die notwendigen Kalorien zu erhalten; sodann wird auch der Eiweißbestand angegriffen. Der Mensch braucht nach König etwa täglich folgende Mengen an Roh- und Reinkalorien:

¹ Handbuch der Ernährungslehre. Berlin: Julius Springer 1920.

	Rohkalorien	Reinkalorien
Kinder bis zu 1 $\frac{1}{2}$ Jahren	661—952	598—920
Kinder von 2—4 Jahren	1250	1210
„ „ 6—8 „	1542	1493
„ „ 16—18 „	2027	1951
Erwachsene Männer bei mittlerer Arbeit . . .	3138	2904
Erwachsene Frauen bei mittlerer Arbeit . . .	2565	2292
Alte Männer	2516	2358
Alte Frauen	1892	1773

Wie man sieht, sind die Zahlen abhängig von Alter, Geschlecht, Arbeit und Ruhe. Erwachsene Personen wachsen nicht mehr. Sie haben deshalb naturgemäß auf das Kilogramm Körpergewicht berechnet, einen geringeren Bedarf an Nährstoffen als Kinder. Das zeigt sehr anschaulich auch die nachstehende, aus König entnommene Tabelle, welche die Kalorien auf ein Kilogramm Körpergewicht berechnet.

	Rohkalorien	Reinkalorien
Kinder im Alter von 1—2 Jahren	103	100
„ „ „ „ 2—4 „	84	81
„ „ „ „ 6—8 „	70	67
„ „ „ „ 16—18 „	46	43
Erwachsene bei mittlerer Arbeit	45	42
Alte Personen	36	33

Geldnährwerteinheiten. König hat ferner den Nährwert der Nahrungsmittel mit dem Kaufpreis der Nahrungsmittel in Verbindung gebracht, indem er den Begriff des Nährgeldwertes geprägt hat. Er hat dabei eine neue Nährwerteinheit geschaffen, indem er nach den üblichen Marktpreisen untersucht hat, in welchem Verhältnisse die Kaufpreise von Stickstoffsubstanz, Fett und Kohlenhydrate ungefähr zueinander stehen. Er fand dabei ein Wertverhältnis von 5 zu 3 zu 1. Die Einheit bei dieser Berechnung ist also ein Teil Kohlenhydrate; ein Teil Fett wird dreifach so hoch bewertet, ein Teil Protein fünfmal so hoch. Nun rechnet König aus, wieviel an solchen (ausnutzbaren) Nährwerteinheiten der Mensch für eine Mark kauft. Er erhält dabei natürlich sehr erhebliche Unterschiede und stellt im allgemeinen folgendes fest: Die fettreicheren Fleischsorten sind im allgemeinen preiswürdiger als die mageren. Unter den rein tierischen Nahrungsmitteln stehen bezüglich der Preiswürdigkeit außer einigen Fischen, Talg und Speck die Molkereierzeugnisse obenan. Sie übertreffen in dieser Hinsicht sogar einige pflanzliche Nahrungsmittel, besonders Gemüsearten. Unter den letzteren sind Kartoffeln und Hülsenfrüchte die preiswertesten. Die meisten Gemüsearten besitzen im Verhältnis zu ihrem geringen Nährstoffgehalt einen Preis, welcher sogar den des Fleisches überragt.

Diese Berechnung gibt zwar ein ungefähres Bild über die Preiswürdigkeit, indessen entstehen in der Richtung Bedenken, daß in vielen Nahrungsmitteln noch ganz andere Dinge als die Kalorien eine wesentliche Rolle spielen (Vitamine S. 63); ferner besitzt der Nährstoff Eiweiß der verschiedenen Nahrungsmittel nach neueren Forschungen für den Körper einen sehr verschiedenen Wert.

Biologische Wertigkeit der Proteine. Die Eiweißforschung hat, wie oben erläutert, gezeigt, daß die Proteinstoffe aus einer großen Zahl von verschiedenen Aminosäuren gebaut sind, wobei hier die Art der Bindung belanglos ist. Es

wurde auch schon dargelegt, daß der Gehalt an Aminosäuren in den einzelnen Eiweißarten stark verschieden ist. Nun kann man sich vorstellen, daß bei der Verdauung das Eiweiß in die einzelnen Bestandteile gespalten wird und der Körper sie der Menge nach und in der Art so wieder zusammensetzt, wie es für den Aufbau des Menscheneiweißes und Blutes erforderlich ist. Dafür ist aber die natürliche Voraussetzung, daß die genügenden Mengen von Aminosäuren, wie sie der Körper zur Herstellung seines Körpereiwweißes braucht, in den aufgenommenen Proteinstoffen vorhanden sind. Beispielsweise braucht der Körper für den Aufbau seines Eiweißes ziemlich viel Lysin und Tryptophan. Viele Eiweißkörper sind nun arm an Lysin und Tryptophan. Wenn sie auch noch so viele andere Aminosäuren enthalten, so vermag natürlich der Körper nur soviel menschliches Eiweiß aus den aufgespalteten Teilen zu bilden, als Lysin und Tryptophan vorhanden sind; der Rest der Aminosäuren muß als unbrauchbar ausgeschieden werden. Es gilt in dieser Richtung das sog. Minimumgesetz, welches nicht nur hierfür, sondern ganz allgemein auch in bezug z. B. auf die Mineralstoffe und andere für die Ernährung notwendige Substanzen gültig ist. Es wurde schon von Liebig erkannt und besagt, daß, wenn auch nur ein Bestandteil in der Nahrung in zu geringen Mengen vorhanden ist, keine normale Entwicklung der Lebewesen bei Pflanzen und Tieren erfolgen kann. Die Entwicklung richtet sich immer nach dem in der Nahrung in geringsten Mengen vorhandenen Stoff.

In dieser Richtung sind nun zahlreiche Versuche vorgenommen worden, um die biologische Wertigkeit der Eiweißarten der verschiedenen Nahrungsmittel für den Menschen zu studieren. Dabei hat sich nach den Untersuchungen vieler Physiologen, unter denen besonders der amerikanische Physiologe Osborne und seine Schüler und der deutsche Physiologe Abderhalden¹ und seine Schüler zu nennen sind, etwa folgendes ergeben:

Das Fleischeiweiß ist für den Menschen vollkommen suffizient. Ähnlich verhält es sich mit dem Milcheiweiß. Im Milcheiweiß ist aber das Albumin und Globulin hochwertiger als das Casein. Eier sind ein sehr hochwertiges Protein. Dagegen sind die Eiweißkörper der Getreidearten alle ungenügend, um allein das Wachstum aufrecht zu erhalten, und nur wenige, wie Roggen und Gerste, scheinen das Stickstoffgleichgewicht beim Menschen erhalten zu können. Die Ursache liegt in dem gemeinsamen Fehler der Getreideproteine, welche zu wenig Lysin und Cystin, gewöhnlich auch zu wenig Tryptophan besitzen. Auch das Eiweiß der Hülsenfrüchte ist durchweg minderwertig, so insbesondere das der Bohnen und Erbsen. Hochwertig ist dagegen das Eiweiß der Sojabohnen. Die Kartoffelproteine verhalten sich so wie die Proteine der Getreidearten. Dasselbe ist der Fall mit dem Eiweiß von Spinat und Karotten. Hefeeiweiß ist für den Menschen sehr minderwertig. Auch Gelatine ist sehr minderwertig, weil ihr eine Reihe von Aminosäuren, insbesondere das Tyrosin und das Tryptophan fehlen.

Man drückt die biologische Wertigkeit der Eiweißkörper zahlenmäßig in der Weise aus, daß man angibt, wieviele Teile Körperstickstoff durch 100 Teile Nahrungsstickstoff ersetzt werden können.

v. Noorden (a. a. O.) gibt folgende Tabelle:

Durch 100 Teile Nahrungsstickstoff können ersetzt werden Teile Körperstickstoff bei

Rindfleisch	100	Spinat	64
Milch	100	Erbsen	56
Fische	94,5	Weizen	40
Reis	88	Mais	29,5

¹ Zitiert nach R. Berg, Vitamine.

Nun genießt man ja aber bekanntlich niemals eine bestimmte Proteinart allein, sondern man genießt eine gemischte Kost, die verschiedene Proteine enthält. Das gibt nun die Möglichkeit, durch geeignete Zuwahl von besonders geeigneten Proteinkörpern das minderwertige Eiweiß doch wirksam zu ergänzen. Wenn z. B. die Minderwertigkeit eines Eiweißes nur dadurch bedingt ist, daß es zu arm an Lysin ist, wie das beim Weizen und Hafer der Fall ist, so kann entsprechend dem Minimumgesetz durch Zugabe eines sehr lysinreichen Eiweißes, z. B. der Gelatine, das Eiweiß hochwertig werden, denn dann können auch, wenn das fehlende Lysin ausgeglichen ist, alle anderen sonst auszuscheidenden Aminosäuren für den Aufbau des Körpereiweißes Verwendung finden. So kann man ganz allgemein durch hochwertige Eiweißkörper die anderen, minderwertigeren, erheblich verbessern. Schon ganz geringe Mengen von Eiereiweiß sind z. B. imstande, das Cerealieneiweiß zu komplettieren. Wenn schon 10% Gesamteiweiß in der Nahrung aus Milcheiweiß bestehen, dürfen die übrigen 90% aus dem sonst sehr minderwertigen Maisprotein bestehen, um befriedigendes Wachstum zu gewährleisten. Auch alle anderen insuffizienten Proteine werden durch kleine Milchezugaben ausreichend.

Bedeutung der Mineralstoffe. Von großer Bedeutung für die Ernährung, insbesondere auch für den Aufbau der Körper- und Bluts substanz, sind die Mineralstoffe, eine Tatsache, welche früher nicht in genügendem Maße gewürdigt worden ist. Sie müssen nicht nur in genügender Menge vorhanden sein, sondern es ist auch von großer Bedeutung, daß das Verhältnis der Kationen zu den Anionen das rechte ist. Nach den Physiologen, die sich in den letzten Jahren mit diesen Fragen befaßt haben, hat man bei den pflanzlichen Nahrungsmitteln grundsätzlich solche zu unterscheiden, die Samen, und solche, die Blätter sind. Die Blätter enthalten einen Kationenüberschuß, während die Samen einen Anionenüberschuß aufweisen. Die Aschen der Blätter, Gemüse usw. sind basisch, die der Samen sauer. Wenn die genügenden Basen zur Abbindung der Säuren und der beim Stoffwechsel entstehenden Säuren fehlen, so können nach Ragnar Berg Krankheitserscheinungen auftreten, welche den Namen Acidosis führen. Der Basenüberschuß der Nahrung ist also von recht erheblicher Bedeutung. Es liegt auf der Hand, daß man auch bei Ernährung mit reichlichen Mengen von Gemüse Basenmangel erhalten kann, wenn die Gemüse bei der Zubereitung falsch behandelt werden, wenn sie nämlich längere Zeit abgekocht und das Brühwasser, welches den größten Teil der Basen enthält, weggegossen wird. Eine Zugabe von anorganischen Salzen nützt nicht viel, da sie zu schnell aus dem Körper entfernt werden. Die Basen müssen eben, um die entstandenen Säuren abzustumpfen zu können, längere Zeit im Körper verweilen, was nur bei den organisch gebundenen Basen der Fall sein soll.

Sättigungsvermögen der Nahrungsmittel. Von dem Nährwert der Lebensmittel haben wir klar den Begriff des „Sättigungsvermögens“ zu unterscheiden. Dieses hat mit dem Nährwerte nichts zu tun. Es besagt nur, wie lange ein Lebensmittel den Magen beschäftigt und damit das Hungergefühl verhindert. Ein schweres Schwarzbrot verweilt viel länger im Magen als ein feines Weißbrot. Es besitzt also ein viel größeres Sättigungsvermögen als feines weißes Brot. Trotzdem ist der Nährwert derselbe, ja er kann unter Umständen bei dem Lebensmittel mit größerem Sättigungsvermögen sogar geringer sein.

Vegetarische Ernährung. Es gibt bekanntlich eine Reihe von Menschen, die Vegetarier, welche tierische Nahrungsmittel ablehnen. Die Vegetarier kann man in zwei Gruppen scheiden, in solche, welche nur die von einem getöteten Tier erhaltenen Nahrungsmittel nicht genießen, indessen die ohne Tötung

eines Tieres gewonnenen Produkte, wie Eier, Milch, Butter, Käse usw. zu sich nehmen. Die Vegetarier der strengsten Richtung lehnen aber auch diese Nahrungsmittel ab, da sie die pflanzlichen Nahrungsmittel für die einzig richtigen halten. Vom Standpunkte der wissenschaftlichen Ernährungslehre ist gegen diese letztere Richtung zu sagen, daß sie zweifellos sehr unzweckmäßig ist. Um die notwendigen Mengen Proteinstoffe in Form von Brot, Gemüse, Früchten usw. zu sich nehmen zu können, müssen große Mengen der pflanzlichen Nahrungsmittel verzehrt werden, und zwar um so mehr, als, wie oben auseinandergesetzt, die biologische Wertigkeit der pflanzlichen Proteinstoffe allein meist gering ist. Dazu kommt, daß es einwandfrei feststeht, daß die pflanzlichen Nahrungsmittel im allgemeinen erheblich schlechter verdaut werden als die tierischen. Die Nährstoffe sind bei den pflanzlichen Nahrungsmitteln in Zellen eingeschlossen, welche aus für den Menschen unverdaulichen Stoffen bestehen, die den Eintritt der Verdauungssäfte verwehren oder erschweren. Bei den großen Mengen der Nahrungsmittel, die deshalb zur genügenden Aufnahme von Proteinen verzehrt werden müssen, werden gleichzeitig viel zu viel Kohlenhydrate aufgenommen, viel mehr als der Körper braucht. Die Vegetarier der ersten Richtung können dagegen, wenn sie Milch, Butter, Käse usw. verzehren, sich durchaus rationell mit vornehmlich Pflanzenkost ernähren. Es kommt vor allem bei der Pflanzenkost darauf an, ein hoch stickstoffhaltiges tierisches Nahrungsmittel zuzunehmen, welches den notwendigen Eiweißgehalt zu garantieren vermag, ohne daß zu große Mengen von Nahrungsmitteln aufgenommen werden müssen, und es kommt ferner darauf an, daß die meist biologisch sehr geringwertigen Eiweißarten der pflanzlichen Nahrung durch ein geeignetes hochwertiges Eiweiß tierischer Herkunft, wie es z. B. die Milch ist, ergänzt werden.

Ebenso unrichtig ist die einseitige Ernährung mit nur tierischen Nahrungsmitteln insbesondere mit Rücksicht auf die noch zu besprechenden Vitamine, welche gerade in den pflanzlichen Nahrungsmitteln, wie Gemüse, in großen Mengen vorkommen. Nach Ragnar Berg hat sich als nützliche Regel folgende Berechnung der Ausgaben für die Nahrung erwiesen:

„Gib ebensoviel Geld für Gemüse und Frucht und ebensoviel für Milch als für Fleisch, Fische, Cerealien und Süßigkeiten aus.“

Die Vitamine.

Seit 1 $\frac{1}{2}$ Jahrzehnten ist durch die Entdeckung der Vitamine eine neue Epoche in der Ernährungslehre angebrochen. Bis dahin herrschte die Ansicht, daß die Ernährung nur auf den schon behandelten Stoffen Eiweiß, Fett, Kohlenhydraten und Mineralstoffen beruhe. In den Jahren 1908 bis 1912 wurden wohl zuerst von den deutschen Forschern Schaumann sowie Stepp Beobachtungen gemacht, welche zu dem Schlusse zwangen, daß außer den bekannten Nährstoffen noch andere unbekanntes lebenswichtige Stoffe in normaler Nahrung vorhanden sein müssen. Die Forschungen über diese interessanten Stoffe haben dann von allen Seiten eingesetzt. Die grundlegenden Kenntnisse über die Vitamine verdanken wir vornehmlich englischen und amerikanischen Physiologen, welche ihre Forschungen hauptsächlich in der Zeit des Weltkrieges und der Nachkriegszeit ausgeführt haben. Die Vitaminforschung knüpft sich außer an die schon genannten Namen vor allem an die Namen Funk, Abderhalden, Hopkins, Sherman, Röhm, Osborne, McCollum, Drummond, Hart, Heß, Steenbock und sehr viele andere.

Die Bezeichnung Vitamine ist eine Kombination aus dem Worte Vita, das Leben, und dem Worte Amin. Sie soll also andeuten, daß es sich um aminähnliche Körper handelt, welche lebenswichtig sind. Die zuerst gewonnenen und untersuchten Körper, die Funkschen Vitamine, sind zweifellos stickstoffhaltige Körper. Man hat daher angenommen, daß sie aminähnliche Substanzen seien. Trotzdem dies für andere Vitamine zweifellos nicht zutrifft, ist doch der Name Vitamin für die ganze Stoffklasse beibehalten worden. Man bezeichnet sie auch als Nutramine, um anzudeuten, daß diese stickstoffhaltigen Körper für die Ernährung wichtig sind. Man hat sie ferner auch als akzessorische Nährstoffe, Ergänzungsnährstoffe oder Kompletttine bezeichnet.

Funk machte die interessante Beobachtung, daß eine Nahrung, die aus geschältem Reis bestand und vollkommen genügende Mengen von Eiweiß, Fett, Kohlenhydraten und Mineralstoffen enthielt, Tauben und andere Tiere, die damit gefüttert wurden, an starken Lähmungen und Nervenentzündungen erkrankten ließ. Wurden die erkrankten Tiere nun mit dem von dem Reiskorn abgeschälten Reisabfall gefüttert, so verschwanden die Lähmungen in wenigen Stunden wieder und in kurzer Zeit waren die Tiere wieder gesund. Hieraus war zu folgern, daß der Reisabfall, der sich in bezug auf seinen Gehalt an den üblichen Nährstoffen nicht grundsätzlich von der Zusammensetzung des geschälten Reiskornes unterschied, Stoffe enthalten mußte, welche diese Wirkungen hervorbringen und bei deren Fehlen Krankheitserscheinungen hervorgerufen werden. Stepp beobachtete, daß eine mit Alkohol extrahierte Nahrung andere Krankheitserscheinungen bei den damit gefütterten Tieren hervorrief, trotzdem genügende Mengen der übrigen Nährstoffe vorlagen. Weitere Forschungen zeigten, daß die Vitamine ihre Wirkungen schon in äußerst geringen Dosen zu entfalten vermögen. Fehlen sie ganz, so treten eine Reihe von verschiedenen Krankheiten, hauptsächlich die Rachitis, die Beriberi und der Skorbut auf. Anwesenheit von geringen Mengen von Vitaminen vermag das Auftreten der Erkrankungen zu verhindern. Ist die Erkrankung einmal da, so vermag ein vitaminreiches Nahrungsmittel die Krankheit wieder zu heilen.

Übereinstimmend wurde beobachtet, daß die Vitamine hitzeempfindlich sind. Längeres Erhitzen auf höhere Temperaturgrade schwächt oder vernichtet die Vitamine. Längeres Erhitzen auf niedrigere Temperaturen schadet mehr als kürzeres Erhitzen auf hohe Temperaturen, z. B. kurzes Aufkochen. Sie sind ferner alle mehr oder weniger empfindlich gegen Oxydationsmittel und gegen dünne Alkalilauge, wohingegen sie gegen Säure ziemlich beständig sind.

Wenn man ein Bild gebrauchen will, um sich die Wirksamkeit der Vitamine klar zu machen, so kann man den menschlichen Organismus mit einem Automobil vergleichen. Die Nährstoffe Eiweiß, Fett und Kohlenhydrate entsprechen dem Benzin, die Vitamine entsprechen der Zündung. Ebenso wie bei fehlender Zündung trotz großer Mengen von Benzin das Automobil nicht in Gang zu bringen ist, so können auch dem Körper Eiweiß, Fett und Kohlenhydrate nichts nützen, wenn die Zündung durch die Vitamine für die Verarbeitung der Nährstoffe im Körper fehlt.

Die Untersuchung der einzelnen Nahrungsmittel auf Vitamine ist eine sehr schwierige und verwickelte physiologische Forschung. Man füttert Versuchstiere mit vitaminfreier Nahrung und macht sie dadurch künstlich krank. Nun füttert man die kranken Tiere mit bestimmten Nahrungsmitteln und beobachtet, ob und wann die Krankheit verschwindet. Verschwindet sie sehr schnell, so ist das verfütterte Nahrungsmittel sehr vitaminreich. Verschwindet sie langsamer, so ist noch Vitamin vorhanden, aber wenig, und verschwindet sie gar nicht, so ist das betreffende Nahrungsmittel frei von Vitamin.

Wir unterscheiden hauptsächlich drei verschiedene Gruppen von Vitaminen, nämlich den Vitaminfaktor A, den Vitaminfaktor B und den Vitaminfaktor C. Es sprechen viele Beobachtungen dafür, daß es sich bei diesen drei Faktoren nicht um einheitliche Körper handelt, sondern daß diese drei Faktoren jedesmal einer Gruppe verschiedener, unter sich gleichartiger Körper entsprechen. Im einzelnen ist über die drei verschiedenen Faktoren folgendes zu sagen.

Der Vitaminfaktor A.

Das Fehlen dieses Vitamins in der Nahrung bewirkt eine Reihe von Erkrankungen des Knochensystems und der hornigen Bestandteile des menschlichen Körpers. Am bekanntesten ist die Rachitis. Sie ist eine Knochenkrankung, die in einer Erweichung der Knochen besteht und Verkrümmungen der Beine, der Wirbelsäule usw. zur Folge hat. Die Osteomalacie ist eine ähnliche Erkrankung. Die Keratomalacie (Xerophthalmie) ist eine Erkrankung der Hornhaut des Auges, welche zur Erblindung führen kann. Das Vorhandensein von A bewirkt ferner eine starke Widerstandsfähigkeit des Körpers gegen Infektionskrankheiten und fördert das Wachstum.

Das A-Vitamin ist fettlöslich. Es ist ferner löslich in Alkohol, wenig löslich in Wasser. In Fettlösungsmitteln, wie Benzin, Chloroform, Äther, ist es schwer löslich. Es gehört also der sog. Lipoidfraktion an, ist aber mit den gewöhnlichen Lipoiden Chosterin und Lecithin nicht identisch. Durch Ausziehen von hoch A-haltigen Nahrungsmitteln mit Alkohol sind sehr hochwertige Extrakte erhalten worden. Gegen Alkali ist es ziemlich unempfindlich. Es ist auch verhältnismäßig hitzebeständig. Erst längeres Erhitzen auf Temperaturen über 100° schwächt das Vitamin stark oder vernichtet es. Dagegen ist das A-Vitamin gegen Oxydationsmittel sehr empfindlich, besonders bei höheren Temperaturen. Es kommt vor allem vor in der Butter, im Lebertran, in den Eiern und in grünen Gemüsen, sowie in frischer Milch. Die Speisefette sind im allgemeinen um so reicher an A-Vitamin, je gelber das Fett ist. Die bekannte gute Wirkung des Lebertrans auf den wachsenden Organismus ist erst durch die Vitaminforschung aufgeklärt worden. Man hat früher die verschiedensten Theorien aufgestellt, um die Wirkung des Lebertrans zu erklären. So sollte die Wirkung des Lebertrans auf die geringen Mengen von Jod und Brom, welche in ihm gefunden wurden und welche aus dem Meerwasser stammen, zurückgeführt werden. In Wirklichkeit ist die gute Wirkung des Lebertrans auf den hohen Gehalt an A-Vitamin zurückzuführen. Unter dem Einfluß des A-Vitamins ist dem Körper eine erheblich höhere Kalkaufnahme möglich, die sonst unterbleibt, selbst wenn ihm große Mengen Kalk zugeführt werden. Für die richtige Entwicklung des Knochensystems ist aber die Kalkaufnahme von der größten Bedeutung, da die Knochen größtenteils aus phosphorsaurem Kalk bestehen.

Lebertran enthält bei weitem den meisten A-Gehalt (etwa 300 mal mehr als die Butter). Die Lebertranpräparate des Handels sind aber oft in ihrem A-Gehalte infolge unzureichender Herstellung des Produktes minderwertig, wodurch sich mangelnde Wirkungen oft erklären dürften.

Speck, Schmalz, Rinderfett und Talg enthalten das A-Vitamin, aber nur in geringen Mengen. Frei davon oder sehr arm an A sind dagegen die pflanzlichen Fette, wie Cocosfett und die Pflanzenöle. Die geringen Mengen, welche Öle unter Umständen enthalten, scheinen durch das Härten der Öle zerstört zu werden. Daß die Pflanzenfette keine Vitamine enthalten, erklärt sich daraus, daß diese in den Rückständen verbleiben und nicht in das Fett übergehen.

Die Margarine wird heute meist aus Pflanzenfetten gewonnen, deshalb ist sie gewöhnlich frei von Vitaminen. Wenn sie auch tierische Fette enthält, so kann sie geringe Mengen von Vitaminen aufweisen. Durch das Trocknen von Gemüse wird das A-Vitamin nicht zerstört. Bei ungeeigneter Aufbewahrung der Konserven kann es aber leicht zugrunde gehen.

Neuere Forschungen zwingen nun zu der Annahme, daß neben dem Faktor A noch ein zweites fettlösliches Vitamin in vielen fetthaltigen Lebensmitteln vorhanden sein muß¹. Es fiel auf, daß man mit Butter ebensogut wie mit Lebertran die Xerophthalmie bei Ratten beseitigen konnte, nicht dagegen die experimentelle Rachitis. Ferner wurde beobachtet, daß Lebertran bei der Verseifung zwar seine antixerophthalmische, nicht aber seine antirachitische Wirkung einbüßt. Der Faktor A ist also, so nimmt man heute an, nur gegen die Xerophthalmie, nicht aber gegen die Rachitis gerichtet; dies ist vielmehr der zweite fettlösliche Faktor. Der Ursprung des Vitaminfaktors A ist die grüne Pflanze. Tiere vermögen Vitamin A nicht selbst aufzubauen.

Die Forschungen über die chemische Natur des A-Vitamins sind neuerdings auch ein Stück gefördert worden. Ein japanischer Forscher Takahashi¹ hat aus Lebertran ein Präparat, „Biosterin“ genannt, hergestellt, dem er die Formel $C_{22}H_{34}O_2$ zuschreibt und das in außerordentlich geringen Quantitäten wirksam sein soll. Ferner wurde festgestellt, daß in tierischen und pflanzlichen Geweben unter dem Einfluß von ultraviolettem Licht (Wellenlänge 290 bis 300 $\mu\mu$) antirachitisches Vitamin entsteht, und zwar aus Cholesterin oder dem Cholesterin nahestehenden pflanzlichen Sterinen. So konnte Olivenöl oder Baumwollensaatöl durch halbstündiges Bestrahlen mit der Quarzlampe die antirachitische Eigenschaft des Lebertranks verliehen werden. Die Öle nehmen dabei einen tranigen Geruch an. Dieser tranige Geruch und Geschmack ist aber, wie sich gezeigt hat, auf eine Sauerstoffwirkung zurückzuführen. Man hat ihn durch Ausschluß des Sauerstoffes vermeiden können. Dieselben Erfolge erzielte man auch durch Bestrahlung von Milch und Trockenmilch. Daß diesen Befunden eine gewaltige praktische Bedeutung zukommt, liegt auf der Hand.

In neuester Zeit ist es nun A. Windaus² gelungen, noch sehr viel weitergehende Einblicke in die Natur des antirachitischen Vitamins zu erhalten.

Durch Bestrahlung von rachitiskranken Ratten mit ultraviolettem Licht oder auch nur durch Bestrahlung der an die Ratten verfütterten Lebensmittel mit ultraviolettem Licht läßt sich die Krankheit, wie amerikanische Forscher schon vor einiger Zeit gefunden hatten, heilen. Windaus schloß daraus, daß die tierische Haut und die meisten vitaminfreien Lebensmittel eine Vorstufe des Vitamins, ein Provitamin, enthalten, welches durch die Bestrahlung in eine wirksame Form übergeführt wird. Die krystallisierten Sterine des Tier- und Pflanzenreiches sind, wie die Versuche von Windaus mit aller Exaktheit ergaben, nicht die gesuchte Vorstufe. Mit einer neuen Methode der Messung der Ultraviolettaborption konnte dann bewiesen werden, daß das Ergosterin (S. 25), welches in kleinen Mengen die meisten Cholesterine begleitet, das Provitamin ist. Bestrahltes Ergosterin hat noch in Mengen von $\frac{1}{1000}$ mg heilende Wirkung bei rachitischen Ratten. Durch die Wirkung der ultravioletten Strahlen lagert es sich wahrscheinlich in ein energiereicheres Isomeres um. Bei der Aktivierung ist der Sauerstoff ohne Einfluß.

¹ Stepp: Die Naturw. Bd. 14, S. 1124. 1926.

² Chemiker-Zeit. Bd. 51, S. 113. 1927.

Der Vitaminfaktor B.

Dieses Vitamin fördert ebenfalls das Wachstum. Sein Fehlen wirkt daher besonders übel bei jungen Organismen. Es ist hauptsächlich gerichtet gegen die Beriberikrankheit, welche in einer Erkrankung des Nervensystems beruht. Zunächst zeigt sich Müdigkeit, Schwäche und Unsicherheit, dann Lähmungen in den Beinen und Armen, von den Fingerspitzen ausgehend; schließlich allgemeine polyneuritische Erscheinungen schwerster Art, die oft zum Tode führen. Es heißt deshalb auch das antineuritische Prinzip.

Es ist wasserlöslich, und zwar am besten löslich in etwas angesäuertem Wasser; es ist ferner löslich in Alkohol. Aus verschiedenen Produkten, z. B. aus Hefe und Reisschalen, sind durch Extraktion mit Alkohol eine Reihe von hochwertigen Extrakten erhalten worden.

Manche Forscher nehmen an, daß die Gruppe B in drei verschiedene Klassen, nämlich die sog. Funkschen Vitamine, welche zuerst von Funk aus Hefe und anderen Erzeugnissen in Form von hochwertigen Extrakten gewonnen worden sind, dann in wasserlösliche B und schließlich wasserlösliche D geschieden werden müssen. Während die Funkschen Vitamine vor allem Antineuritica sind, sind zur völligen Heilung der polyneuritischen Erkrankungen auch B und D erforderlich, welchen vor allem wachstumsfördernde Eigenschaften zukommen sollen, die den Funkschen Extrakten nicht zukommen.

Das B-Vitamin ist vor allem in grünen Gemüsen, Salaten und Hefe vorhanden, sowie in frischer Milch. Es kommt auch in vielen anderen pflanzlichen Lebensmitteln und sonstigen Nahrungsmitteln vor, wenn auch in geringerer Menge. Insbesondere ist es im Keimling von Samen vorhanden. Im Getreidekorn sitzt es nur in den Außenschichten. Im weißen Mehl und Brot ist es daher nicht oder nur in geringen Mengen vorhanden.

Das B-Vitamin ist dialysabel. Es ist sehr empfindlich gegen Alkali und aber beständig gegen verdünnte Säure. Durch Erhitzen auf höhere Temperaturen, insbesondere auf Temperaturen über 100° wird es stark geschädigt oder zerstört. Das übliche Abkochen der Speisen scheint das Vitamin nicht nennenswert zu schädigen. Dieses Vitamin ist stickstoffhaltig. Wahrscheinlich handelt es sich nicht um einen Körper, sondern um eine Reihe verschiedener Körper, die allerdings in ihrer Zusammensetzung sehr ähnlich sein werden. Die bekannten Stickstoffverbindungen, welche in Tieren und Pflanzen vorkommen, sind mit dem Vitamin nicht identisch, weil sie unwirksam sind. Tiere vermögen B-Vitamine nicht selbst aufzubauen. Die B-Quelle ist ebenfalls die grüne Pflanze.

Über die chemische Natur dieses Stoffes herrscht noch völliges Dunkel.

Der Vitaminfaktor C.

Dieses Vitamin ist gegen die Skorbutkrankheit gerichtet. Der Skorbut ist eine äußerst verheerende Krankheit, welche früher häufig die Mannschaften von Segelschiffen befiel, die längere Zeit auf dem Meere unterwegs waren und daher nur von konservierter, offenbar C-freier Nahrung leben mußten. Auch im Weltkriege sind in Mesopotamien unter den englischen Truppen, die mit Konserven ernährt wurden, Skorbutepidemien verheerend aufgetreten. Das Anfangsstadium der Krankheit zeigt sich in Müdigkeit, Schlafsucht, leichtem Weinen und Abmagerung. Die Haut wird welk und auffallend trocken. Es stellen sich Schmerzen in den Gelenken, besonders den Beinen ein. Dann bilden sich Erkrankungen des Zahnfleisches und der Mundschleimhäute aus. An den Rändern wird das Zahnfleisch blau, es blutet

leicht, eitert, es tritt unangenehmer Mundgeruch auf und oft bilden sich große Geschwüre im Mund aus. Schließlich können auch andere Körperteile in Mitleidenschaft gezogen werden.

Das C-Vitamin ist vor allem in Früchten, besonders in Citronen und Apfelsinen und grünen Gemüsen, sowie frischer Milch vorhanden. Auch viele andere Nahrungsmittel enthalten es, wenn auch in geringen Mengen. Bei der Milch sind starke Schwankungen im C-Gehalt beobachtet worden. Besonders reich an C soll die Milch sein, welche zur Zeit der Grünfütterung gewonnen wird. Sehr interessant ist ferner, daß der C-Gehalt der Samen sich sehr stark vermehrt beim Keimen. Daher enthalten Nahrungsmittel, wie Malzextrakt, welche aus gekeimten Samen gewonnen sind, besonders viel C-Vitamin.

Das C-Vitamin ist ebenfalls wasserlöslich. Es ist auch löslich in nicht zu starkem Alkohol. Gegen Säuren ist es unempfindlich, gegen Alkalien dagegen ziemlich empfindlich. Mit dem Faktor A teilt der C-Faktor die Empfindlichkeit gegen Oxydationsmittel. Er ist erheblich empfindlicher wie das A- und B-Vitamin gegen Erhitzung. Doch scheint auch hier das übliche Kochen der Speisen das Vitamin nicht sehr zu schädigen. Die Sterilisation der Nahrungsmittel schadet ganz allgemein, und zwar um so mehr, je höhere Temperaturen angewendet werden. Getrocknete Konserven können frisch C-Vitamin enthalten. Der Gehalt geht meist aber schnell zurück.

Tiere können auch dieses Vitamin nicht selbst aufbauen, sondern entnehmen es dem Pflanzenreich. Über die chemische Natur ist ebensowenig bekannt wie über die Natur des B-Vitamins.

Neuerdings unterscheidet man von den genannten Vitaminen noch ein fettlösliches Vitamin E, welches große Bedeutung für die Zeugungsfähigkeit haben soll.

Der Gehalt der wichtigsten Lebensmittel an den Vitaminfaktoren A, B und C ist nach der Zusammenstellung von Ragnar Berg folgender. Zu diesen Tabellen sei aber bemerkt, daß nach zahlreichen, oft sich widersprechenden Arbeiten der letzten Jahre der Vitamingehalt der Lebensmittel starken Schwankungen unterliegen kann und von vielen Faktoren, wie Wachstumsbedingungen, Alter, Düngung u. a. m. abhängig ist. Die Tabelle soll also nur einen gewissen Anhalt geben.

Fleisch, Fisch, Eier.

	A	B	C
Muskelfleisch	wenig	wenig	wenig
Fleischkonserven	Spur	Spur	Spur
Fleisch, Gefrier-, frisch	wenig	wenig	wenig?
„ „ alt	Spur	Spur	Spur
„ gesalzen, frisch	wenig	wenig	wenig
„ „ alt	Spur	Spur	Spur
Gehirn	genügend	wenig	wenig?
Herz	wenig	viel	wenig?
Niere	genügend	genügend	genügend
Leber	viel	genügend	genügend
Hühnerei	genügend	genügend	0
„ Eierklar	Spur	Spur	Spur
„ Eigelb	viel	wenig	Spur?

Milchprodukte.

	A	B	C
Frauenmilch	viel	genügend	schwankt
Kuhmilch, roh	viel	genügend	schwankt
„ gekocht (nur aufgekocht)	viel	genügend	schwankt
„ pasteurisiert	viel	wenig	Spur
„ kondensiert	viel	?	?
„ Trocken-Walzen-	viel?	Spur	0
„ Trocken-Mager (Krause)	Spur	genügend	schwankt
„ Mager-	Spur	genügend	schwankt
Sahne	viel	genügend	schwankt
Käse, Mager-	wenig	?	0?
„ Fett-	genügend	?	?
Baumwollsaamenöl	wenig	?	?
Butter	viel	Spur	Spur?
Eieröl	viel	0	0
Erdnußöl	Spur	0	0
Fischöl	viel	0	0
Cocosfett	Spur	0	0
Lebertran	viel	0?	0
Leinöl	Spur	0	0
Maisöl (gelb)	viel	0	0
Margarine, Pflanzen	Spur	0	0
„ tierische	wenig	0	0
Oleomargarine	genügend	0	0
Olivenöl	Spur	0	0
Palmöl (gereinigt)	0	0	0
Rindsfett	wenig	0	0
Hammelfett, Schaffett	wenig	0	0
Schweinefett, Nieren-	genügend	0	0
„ Speck	Spur	0	0
Preßtalg	Spur	0	0

Getreidearten, Samen, Mehle, Brot.

Roggen, ganzes Korn	wenig	genügend	wenig?
„ Feinmehl	Spur	Spur	Spur?
„ Brot, Vollkorn	wenig	wenig	?
Weizen, ganzes Korn	wenig	genügend	Spur
„ Inneres (Endosperm)	Spur	genügend	Spur?
„ Keimling	wenig	wenig	Spur
„ Kleie	wenig	genügend	Spur
„ Kaiserauszugsmehl	Spur	Spur	?
„ Vollkornmehl	Spur	genügend	Spur
„ Brot, weißes, mit Wasser	?	wenig	Spur
„ „ „ mit Milch	wenig	wenig	?
„ „ „ Vollkorn mit Wasser	wenig	wenig	?
„ „ „ mit Milch	genügend?	genügend	?
Gerste, ganzes Korn	wenig?	genügend	Spur?
Graupen	wenig	wenig	Spur
Haferflocken	wenig	wenig	Spur
Malz, grünes	0?	genügend	viel
Reis, roher	wenig	genügend	Spur
„ polierter	Spur	Spur	Spur
Mais, gelber, ganzes Korn	wenig	genügend	Spur
„ weißer, ganzes Korn	Spur	genügend?	Spur
„ Feinmehl (Maizena)	Spur	Spur	Spur
Baumwollsaamen	wenig	genügend?	genügend
Leinsaamen	genügend?	?	?
Hanfsaamen	wenig	?	?

Hülsenfrüchte.

	A	B	C
Bohnen, weiße, frisch getrocknet . . .	wenig	genügend	Spur?
„ „ getrocknet, alte . . .	Spur?	Spur	Spur?
„ „ gekeimte	genügend	genügend	genügend
„ Brech-, frische	genügend	genügend	genügend
„ Soya- (gekocht)	wenig	viel	Spur
Erbsen, reife	genügend	genügend	wenig?
„ junge, grüne	genügend	genügend	genügend
„ grüne, gekeimte	?	viel?	genügend

Hefeprodukte.

Hefe, frisch	Spur	viel	Spur
„ Trocken-	Spur	genügend	Spur
„ Extrakt	Spur	viel	Spur

Zucker und Stärke.

Zucker, raffiniert	0	0	0
Honig	0	0?	0
Kunsthonig	0	0	0
Stärke (Handels-)	0	0?	0

Knollen und Wurzeln.

Kartoffel, roh	wenig	viel	genügend
„ geschält, gekocht	wenig	wenig	wenig
Möhren, roh	genügend	genügend	genügend
„ gekocht	genügend	genügend	wenig
Radisheschen	Spur?	wenig	Spur?
Rüben, rote, roh	?	wenig	?
„ weiße	wenig	viel	viel
„ gelbe, Kohlrüben	genügend	genügend	viel
„ Runkeln	viel?	viel	viel

Gemüse, Blätter.

Blumenkohl, roh	wenig	genügend	wenig
Grünkohl	viel	viel	viel
Kopfsalat	genügend	genügend	viel
Spinat, roh	viel	viel	viel
„ gekocht	viel	genügend	viel
„ getrocknet	genügend	genügend	Spur
Weißkraut, roh	genügend	viel	viel
„ gekocht	genügend	genügend	genügend
„ getrocknet	wenig	genügend	wenig
Zwiebeln	Spur	genügend	genügend

Obst und Früchte.

Apfel	wenig	wenig	wenig
Apfelsine (Orange)	wenig	viel	viel
Banane	wenig	genügend	viel-genügend
Birne	Spur?	wenig	Spur?
Pflaume	?	wenig	?
Himbeere	?	?	viel
Johannisbeere	?	?	genügend
Tomate	viel	viel	viel
Trauben	?	genügend	genügend
„ Saft	wenig?	wenig	genügend
Citronen, reif	wenig	genügend	viel
„ unreif	viel	viel	viel
Citronensaft, Handelsware	?	?	genügend bis 0

Nüsse.

	A	B	C
Erdnuß	wenig	genügend	?
Haselnuß	Spur?	genügend	Spur?
Kastanie (Marone)	Spur?	genügend	?
Cocosnuß	wenig	genügend	?
Mandel, süße	wenig	wenig	Spur?
Bier.			
Helles	0	0	0
Dunkles	0	Spur	0
Pilsener	0	0	0

Vierter Abschnitt.

Animalische Nahrungsmittel.

Das Fleisch.

Für die menschliche Ernährung dient vor allem das Fleisch der landwirtschaftlichen Haustiere, das des Rindviehs, der Kälber, der Schweine, Schafe, Ziegen und Pferde. Wenn man schlechthin von Fleisch spricht, so meint man gewöhnlich dieses Fleisch. Der Mensch genießt außer diesem Fleisch aber vor allem noch das Fleisch des Geflügels und der Fische. Bedeutung hat auch das Fleisch des Wildes, der Rehe, Hasen, Hirsche. Vereinzelt wird auch noch Fleisch von anderen Tieren genossen.

Anatomische Beschaffenheit des Muskelfleisches der Säugetiere.

Das Muskelfleisch der Säugetiere besteht aus langen quergestreiften Fasern. Diese Fasern stellen Röhren dar. Die Röhrenwand wird das Sarkolemma oder Stroma genannt. Die Röhre ist gefüllt mit einer wässrigen Flüssigkeit, dem sog. Fleischsaft. Die nebeneinander liegenden Röhren, auch Sarkolemma-schläuche genannt, sind durch Bindegewebe miteinander verbunden.

Kurz nach dem Tode eines Tieres tritt die sog. Totenstarre ein. Diese Starre äußert sich darin, daß das Muskelfleisch steif und hart wird. Der Vorgang beruht auf der Bildung der sog. Para- oder Fleischmilchsäure (Rechtsmilchsäure vgl. S. 52). Man nahm früher an, daß das Eiweiß der Sarkolemma-substanz zum Gerinnen kommt und hierdurch die Steifheit erzeugt wird. Fürth und Lenk¹ haben gezeigt, daß die Totenstarre auf einem starken Quellungs-zustand beruht, welcher durch die Milchsäure hervorgerufen wird. Wird das im Zustande der Starre befindliche Fleisch einige Tage lang aufgehoben, so hört der Zustand der Starre wieder auf. Das Fleisch wird wieder weich. Nach Fürth und Lenk erklärt sich dieser Vorgang dadurch, daß mit weiter gebildeter Milchsäure wieder eine Entquellung des Fleisches auftritt.

Diese Vorgänge sind für die Praxis von erheblicher Bedeutung. Ein im Zustand der Starre befindliches Fleisch läßt sich auf keine Weise weich kochen. Trotz stundenlangen Kochens bleibt es hart und zäh. Man nennt solches Fleisch frisch geschlachtet. Dasjenige Fleisch, welches die Starre überwunden hat,

¹ Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 24, S. 189. 1912.

ist jetzt erst in einem für den Genuß richtigen Zustand und heißt altgeschlachtet. Ob ein Fleisch frisch- oder altgeschlachtet ist, kann durch die Fingerdruckprobe leicht festgestellt werden. Drückt man nämlich in frisch geschlachtetes Fleisch mit dem Finger hinein, so verschwindet die Druckstelle sofort wieder. Bei altgeschlachtetem Fleisch hingegen bleibt die Druckstelle längere Zeit bestehen.

Chemische Zusammensetzung des Fleisches.

Die Zusammensetzung des Muskelfleisches, welches von äußerlich anhaftendem Fettgewebe befreit ist, ist in runden Zahlen etwa die folgende:

Wasser	70—75 %
Proteine (unlöslich)	} 13—18 %
Muskelwand (Sarkolemma, Stroma)	
Bindegewebe (leimgebend)	2—5 %
Fett (zwischen den Muskelfasern abgelagert)	0,5—3,5 %
Asche	0,8—1,8 %

Im Fleischsaft.

Protein (löslich)	} 0,6—4,0 %
Albumin	

Fleischextraktivstoffe bzw. Fleischbasen.

Kreatin und Kreatinin	0,05—0,4 %
Carnosin	0,2 —0,3 %
Inosinsäure	Spuren
Carnitin oder Novain	„
Phosphorfleischsäure	0,06—0,2 %
Aminosäuren	0,8—1,20 %

Purinbasen.

Gesamt	0,1—0,25 %
Hypoxanthin oder Sarkin	0,01—0,03 %
Xanthin	Spuren
Harnsäure	„
Carnin	„
Guanin	„
Harnstoff	„

Stickstofffreie Extraktstoffe.

Glykogen oder Leberstärke	0,3—0,5 %
Inosit	Spuren
Traubenzucker und Maltose	„

Organische Säuren.

Para- oder Fleischmilchsäure	0,03—0,06 %
Andere Säuren (Ameisensäure, Essigsäure, Buttersäure)	Spuren

Zu den hiernach im Fleisch vorhandenen Bestandteilen sei folgendes näher bemerkt:

Das Protein. Im Fleisch haben wir es mit dreierlei verschiedenen Eiweißarten zu tun.

Die Substanz der Röhren besteht aus verschiedenen nahe verwandten Eiweißkörpern, von denen der wichtigste das Myosin ist. Dieses gehört zu den Globulinen. Es ist also wie diese unlöslich in Wasser, aber löslich in Salzlösungen. Beim Kochen gerinnt es und ist dann nicht mehr salzlöslich. Der Haupteiweißkörper, welcher im Fleischsaft gelöst ist, ist das Fleischalbumin. Es ist der Röhrensubstanz verwandt, aber nicht in Salzlösungen löslich. Endlich wird die Röhrensubstanz durch leimgebendes Gewebe zusammengehalten.

Der proteinähnliche Stoff dieser leimgebenden Substanz ist das Kollagen, welches durch längeres Kochen eine Hydrolyse zu Leim erfährt.

Die Zusammensetzung des Ochsenmuskels in bezug auf den Gehalt an Aminosäuren ist nach Osborne und Jones¹ folgende:

Glykokoll: 2,1%, Alanin: 3,7%, Valin: 0,8%, Leucin: 11,7%, Phenylalanin: 3,2%, Tyrosin: 2,2%, Serin: ?, Prolin: 5,8%, Asparaginsäure: 4,5%, Glutaminsäure: 15,5%, Tryptophan: +, Arginin: 7,5%, Lysin: 7,6%, Histidin: 1,8%, Ammoniak: 1,1%, Gesamtmenge: 67,5%.

Sehr bemerkenswert ist der hohe Lysingehalt. Die Globuline enthalten weniger Lysin, aber mehr Arginin.

Der Leim des Kollagens zeigt folgende Zusammensetzung (nach Plimmer):

Glykokoll: 16,5%, Alanin: 0,8%, Valin: 1,0%, Leucin: 2,1%, Phenylalanin: 0,4%, Tyrosin: 0, Serin: 0,4%, Prolin: 7,7%, Oxyprolin: 3,0%, Asparaginsäure: 0,6%, Glutaminsäure: 0,9%, Tryptophan: 0, Arginin: 7,6%, Lysin: 2,8%, Histidin: 0,4%, Ammoniak: 0,4%, Gesamtmenge: 44,6%.

Der Gehalt an Glykokoll ist also auffallend hoch; dagegen fehlen völlig Tyrosin und Tryptophan.

Das Fett. Manchen Fleischstücken haften größere Mengen Fett an. Der Fettgehalt des Fleisches ist deshalb naturgemäß sehr verschieden. In der Tabelle auf S. 72 ist das Fleisch fettfrei gedacht, d. h. soweit vom Fett befreit, als es äußerlich möglich ist. Auch das äußerlich fettfrei gemachte Fleisch enthält noch gewisse Fettmengen, die sich deswegen nicht entfernen lassen, weil sie in kleinen Mengen überall zwischen den Sarkolemmaschläuchen im Bindegewebe abgelagert sind. Das Fett wird auch stets von geringen Mengen von Lecithin bzw. verschiedenen Phosphatiden begleitet. Über die Zusammensetzung des Fettes der verschiedenen Haustiere wird im Kapitel Fette und Öle Näheres mitgeteilt werden.

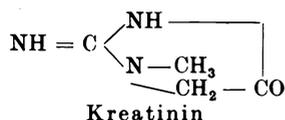
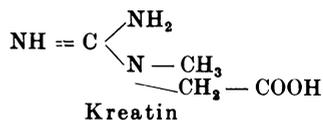
Die Salze. Die Salze des Fleisches bestehen hauptsächlich aus Kaliumphosphat. Daneben sind geringe Mengen von Calcium- und Magnesiumphosphaten sowie Kochsalz vorhanden. In sehr geringen Mengen kommen auch noch verschiedene andere Bestandteile, insbesondere Eisen, aus dem roten Blutfarbstoff stammend, vor.

Auch Sulfate sind in der Fleischasche vorhanden, sie sind aber im Fleisch nur spurenweise präformiert vorhanden, bilden sich vielmehr erst beim Verbrennen des Fleisches aus dem Schwefelgehalt der Proteinstoffe aus.

Die mittlere Zusammensetzung der Asche des Fleisches der landwirtschaftlichen Haustiere ist nach König die folgende: In %: K₂O 37,04, Na₂O 10,14, CaO 2,42, MgO 3,23, Fe₂O₃ 0,71, P₂O₅ 41,20, SO₃ 0,98, Cl 4,66, SiO₂ 0,08.

Die stickstoffhaltigen Extraktivstoffe. Im Fleischsaft sind in kleinen Mengen eine Reihe von stickstoffhaltigen Bestandteilen gelöst. Sie haben vielfach basischen Charakter und werden, soweit dieses der Fall ist, auch Fleischbasen genannt. Die wichtigsten dieser Körper sind folgende:

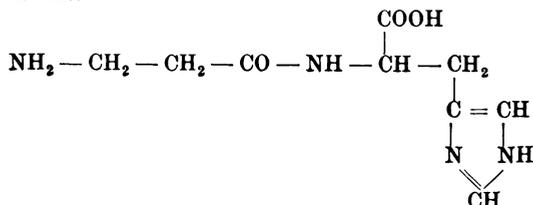
Kreatin und Kreatinin. Das Kreatin ist Methylelessigsäureguanidin, das Kreatinin ein Anhydrid dieser Verbindung, wie nachstehende Formeln zeigen.



¹ Diese und die folgenden Analysen sind zitiert nach Plimmer-Matulla: Die chemische Konstitution der Eiweißkörper. Dresden und Leipzig: Theodor Steinkopf 1914.

Diese Stoffe sind für die praktische Nahrungsmittelchemie dadurch bedeutungsvoll geworden, daß man durch ihre Ermittlung feststellt, ob Fleischextrakt, Würzen, Fleischbrühwürfel aus Fleisch oder anderen eiweißhaltigen Rohprodukten gewonnen sind. Sie kommen nämlich nur im Fleisch und nicht in den Ersatzstoffen vor.

Carnosin (β -Alanylhistidin), eine in Wasser leicht lösliche Base von nachstehender Konstitution:



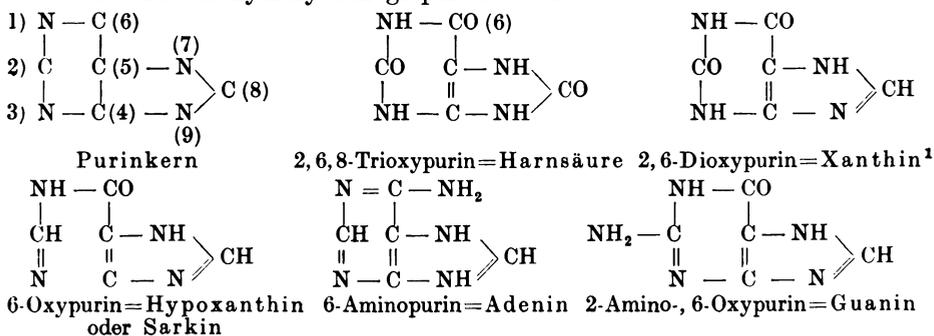
Inosinsäure ($\text{C}_{10}\text{H}_{13}\text{N}_4\text{PO}_8$) gehört zu den einfachen Nucleinsäuren. Bei der Hydrolyse zerfällt sie in Phosphorsäure, Hypoxanthin und Pentose.

Phosphorfleischsäure ist eine von Siegfried im Fleisch gefundene Substanz, welche zu den Nucleinen in naher Beziehung steht. Bei der Hydrolyse liefert sie folgende Spaltungsprodukte: Fleischsäure (peptonartiger Körper), Bernsteinsäure, Milchsäure, Kohlensäure, Phosphorsäure und ein Kohlenhydrat.

Carnitin oder Novain ($\text{C}_{17}\text{H}_{15}\text{NO}_3$) steht dem Betain bzw. Cholin nahe.

Purinbasen. Die sonst noch beobachteten stickstoffhaltigen Körper gehören meist der Puringruppe an. Die Purinbasen sind Körper, welche weit verbreitet in tierischem und pflanzlichem Gewebe sind und in naher Beziehung zu den Zellkernen stehen. Sie stellen Zerfallsprodukte der Zellkerne bzw. der darin enthaltenen Nucleine dar. Sie leiten sich alle vom Purinkern ab, dessen Kohlenstoff-Stickstoffskelet die unten stehende Formel darstellt. Bei Bindung der freien Valenzen durch Wasserstoff, Sauerstoff, Methyl oder sonstige Gruppen entstehen die verschiedenen Purin- oder Xanthinstoffe. Die Konstitutionsformeln der wichtigsten Purinstoffe zeigen die nachstehenden Formeln.

Die Purinbasen sind wasserunlöslich oder schwer löslich, bilden mit Mineralsäuren Salze, die aber mit Wasser entsprechend dem schwach basischen Charakter der Purine hydrolytisch gespalten werden.



Carnin = 1,3-Methylharnsäure.

Mehreren dieser Körper kommt eine eigentümlich anregende Wirkung auf das Nervensystem zu. In der Bouillon sind sie größtenteils vorhanden. Ihre anregende Wirkung verdankt die Bouillon diesen Stoffen.

¹ 3,7-Methylxanthin = Coffein; 3,7-Methylxanthin = Theobromin; nahe verwandt die Alkaloide des Kaffees, Tees und Kakao; nicht im Fleisch (s. S. 252, 267).

Stickstofffreie Extraktstoffe. Das Glykogen, auch die tierische oder Leberstärke genannt, ist das Kohlenhydrat des Fleisches. Wie S. 42 schon erläutert, ist es eine Polyose, welche aus Dextrosemolekülen aufgebaut ist. Der Gehalt an Glykogen ist nach der Tierart und nach den einzelnen Fleischteilen sehr verschieden. Am größten ist er in der Leber. Von den verschiedenen Haustieren hat das Pferdefleisch den größten Glykogenehalt, so daß hierauf eine Methode für die Unterscheidung von Pferdefleisch und anderem Fleisch aufgebaut worden ist.

Die im Fleisch vorkommenden Spuren von Traubenzucker und Maltose sind wahrscheinlich aus Glykogen durch Abbau gebildet.

Das **Inosit** ($C_6H_{12}O_6H_2O$) ist kein Kohlenhydrat, sondern Hexaoxybenzol $C_6H_6(OH_6)$.

Das Hämoglobin. Seine rote Farbe verdankt das Fleisch nicht etwa einem Gehalt an Blut, eine Meinung, welche vielfach verbreitet, aber unrichtig ist. Die rote Farbe des Fleisches beruht vielmehr darin, daß ein roter Körper, das Hämoglobin, im Fleisch überall abgelagert ist. Derselbe rote Körper liegt auch im Blute vor; die rote Farbe des Fleisches und des Blutes beruhen also auf derselben Ursache. Das Fleisch der Fische und des Geflügels ist frei von Hämoglobin. Infolgedessen ist es nicht rot, sondern weiß.

Das Hämoglobin gehört zu den Chromoproteiden. Es spaltet sich bei der Hydrolyse in einen Proteinstoff, das Globin und den eigentlichen Blutfarbstoff, das Hämochromogen. Nach Willstätters klassischen Untersuchungen ist der Blutfarbstoff nahe verwandt mit dem Chlorophyll, dem grünen Farbstoff der Pflanzen (s. S. 235).

Das Hämoglobin verbindet sich leicht mit dem Sauerstoff zu Oxyhämoglobin. Im Fleisch sind gewöhnlich sowohl Hämoglobin als auch Oxyhämoglobin vorhanden.

Beim Erhitzen auf $70-80^\circ$ wird der Blutfarbstoff zerstört. Infolgedessen sieht gekochtes und gebratenes Fleisch nicht mehr rot, sondern grau aus.

Die Vitamine. Das Fleisch ist verhältnismäßig arm an Vitaminen. In magerem Fleisch ist das A-Vitamin nur in sehr geringen Mengen vorhanden, das B- und C-Vitamin dagegen vorhanden. Fetttes Fleisch ist reicher an A-Vitamin.

Abhängigkeit der Zusammensetzung des Fleisches von verschiedenen Faktoren.

Die Zusammensetzung des Fleisches ist von den verschiedensten Faktoren beeinflußt. Bei alten Tieren werden die Röhrenwände der Fasern immer fester und derber. Das Fleisch alter Tiere ist deshalb meistens zähe. Dahingegen ist das Fleisch junger Tiere von einer zarten Beschaffenheit. Auch weibliche Tiere liefern gewöhnlich ein zarteres Fleisch als männliche. Von großem Einfluß auf die Beschaffenheit des Fleisches ist die Art der Fütterung. Riechende und schmeckende Stoffe der Futtermittel können in das Fleisch übergehen und es schlecht schmeckend machen. So werden Gänse, welche mit Fischen gefüttert sind, infolge eines widerwärtigen tranigen Geschmacks, herrührend von den Begleitstoffen des Fischfettes, vollkommen ungenießbar. Der Gehalt der wichtigsten Fleischsorten an den hauptsächlichsten Nährstoffen ist im Mittel und in runden Zahlen etwa die folgende, wobei bemerkt sei, daß diese Zahlen nur einen ungefähren Anhalt geben sollen, da sie großen Schwankungen unterworfen sind.

	Wasser	Stickstoff- substanz	Fett	Stickstoff- freie Extrakt- stoffe	Salze
	%	%	%	%	%
Ochsenfleisch (mittelfett) . . .	72	21	5,5	0,5	1
Kalbfleisch (fett)	72	19	7,5	0,1	1,4
Hammelfleisch (fett)	54	17	23	—	1
Schweinefleisch (fett)	47,5	14,5	37,25	—	0,75
Pferdefleisch	74	22	2,5	0,5	1
Hühnerfleisch (mager)	76,5	20	1,5	0,5	1,5
Hasenfleisch	74	23,5	1	0,2	1,3

Die Schlachtabfälle.

Beim Schlachten der Tiere entstehen neben dem eigentlichen Fleisch eine Reihe von Nebenprodukten, die man gewöhnlich unter dem Namen Schlachtabgänge oder Schlachtabfälle zusammenfaßt. Es handelt sich in erster Linie um das Blut, die inneren Organe, die Därme und die Knochen. Alle diese Bestandteile werden ebenfalls in irgendeiner Form für die menschliche Ernährung verwendet.

Das Blut. Das Blut hat in runden Zahlen etwa folgende Zusammensetzung:

Wasser	80%	Albumin und Globulin	6—10%
Blutkörperchen	11—12%	Fibrinogen	0,5—1%
Fett	0,2%	Salze	0,85%
Kohlenhydrate	0,03%		

Das Blut ist also eine wässrige Flüssigkeit, in welcher beträchtliche Mengen von Albumin und Globulin und 0,5—1% eines anderen Eiweißkörpers, Fibrinogen, sowie geringe Mengen Salze gelöst sind. Aufgeschwemmt sind in dieser Flüssigkeit etwa 11—12% kleiner scheibenförmiger Körperchen, die sog. Blutkörperchen. Diese bestehen wiederum aus einem Stroma, welches in der Hauptsache aus Eiweiß mit Spuren von Fett und Lipoiden besteht und überall durchsetzt ist mit Hämoglobin, dem roten Chromoprotein, von dem schon oben die Rede war. 80—90% der Trockensubstanz der roten Blutkörperchen besteht aus Hämoglobin. In weit geringerer Menge sind auch ungefärbte, die weißen Blutkörperchen, neben den roten vorhanden. Der rote Blutfarbstoff ist nicht in der Flüssigkeit, sondern nur auf den roten Blutkörperchen vorhanden. Diese sind aber in so großer Menge im Blut vorhanden, daß das Blut gleichmäßig rot erscheint.

In bezug auf den Gehalt an Aminosäuren ist das Globin des Hämoglobins, das Blutalbumin und Fibrin nach Abderhalden etwa wie in der Tabelle auf S. 77 zusammengesetzt (Plimmer).

Im Blutalbumin fehlt also Glykokoll, ferner ist ein bemerkenswert hoher Leucingehalt vorhanden. Die Fibrinanalyse zeigt wenig Charakteristisches. Das Charakteristische in der Zusammensetzung des Globins ist der sehr hohe Histidingehalt, der beträchtlich höher liegt als in den meisten anderen Proteinstoffen.

Läßt man Blut an der Luft stehen, so gerinnt es. Es bildet sich ein Blutkuchen, der sich allmählich zu Boden setzt und der auch die roten Blutkörperchen enthält, sowie ein darüber stehendes, trübes wässriges Serum. Dieses Gerinnen des Blutes beruht auf dem Fibrinogengehalt des Blutes. Das Fibrinogen gerinnt nämlich unter Mitwirkung eines im Blut vorhandenen Enzymes, des Thrombins oder Fibrinfermentes. Das unlöslich werdende Fibrinogen, welches in

diesem Zustande den Namen Fibrin führt, reißt die roten Blutkörperchen mit zu Boden. Diese Eigenschaft des Blutes ist biologisch von der größten Bedeutung. Bei Verwundungen gerinnt nämlich das an die Luft gelangende Blut, bildet infolgedessen eine Kruste und verschließt so die Wunde. Dadurch wird nicht nur die weitere Blutung unterbunden, sondern es wird auch das Eindringen von Krankheitserregern in die Blutbahn erschwert. Für die praktische Verwendung des Blutes zu Nahrungszwecken ist dieser Vorgang der Blutgerinnung unerwünscht. Das Blut wird deshalb gewöhnlich von den Metzgern mit Metallbesen geschlagen. Hierbei gerinnt das Fibrinogen schnell und das gebildete Fibrin bleibt an den Metallstäben in Form voluminöser langer Fäden und koagulierter Massen hängen. Dieses defibrierte Blut setzt sich nun nicht mehr ab. Es kann, ohne daß es sich entmischt, kühl aufgehoben werden.

	Globin %	Albumin %	Fibrin %
Glykokoll	—	—	3,0
Alanin	4,2	2,7	3,6
Valin	—	—	1,0
Leucin	29,0	20,0	15,0
Isoleucin	—	—	—
Phenylalanin	4,2	3,1	2,5
Tyrosin	1,3	2,1	3,5
Serin	0,6	0,6	0,8
Cystin	0,3	2,5	1,1
Prolin	2,3	1,0	3,6
Oxyprolin	1,0	—	—
Asparaginsäure	4,4	3,1	2,0
Glutaminsäure	1,7	7,7	10,4
Tryptophan	+	+	+
Arginin	5,4	—	—
Lysin	4,3	—	—
Histidin	11,0	—	—
Ammoniak	—	—	—
Gesamtmenge:	69,7	42,8	46,5

Wie nach der oben angegebenen Zusammensetzung ohne weiteres klar ist, besitzt das Blut einen sehr hohen Nährwert. Es wird deshalb in ausgedehntem Maße für die menschliche Ernährung verwendet. Der Hauptverwendungszweck ist die Bereitung von Blutwurst und ähnlichen Erzeugnissen. Während des Krieges ist auch versucht worden, ein Blutbrot herzustellen, um auf diese Weise das schlechte Kriegsbrot zu verbessern. Dieses Blutbrot hat aber nur geringen Anklang beim Publikum gefunden. Die größte Schwierigkeit bei der Verwendung des Blutes zur menschlichen Ernährung ist seine hohe Zersetzlichkeit. Diese steht wiederum mit dem hohen Wassergehalt des Blutes in Zusammenhang. Die Zersetzungen der Lebensmittel gehen fast immer aus von den Bakterien. Die Bakterien vermögen aber stets um so besser zu gedeihen, je höher der Wassergehalt eines Substrates ist. Bei niedrigen Temperaturen gedeihen die Bakterien nicht mehr. Deshalb sucht man das Blut dadurch zu konservieren, daß man es möglichst kühl aufhebt. Auch Zusätze von Kochsalz und Salpeter werden zu Konservierungszwecken gemacht. Neuerdings ist auch ein anderer Weg zur Konservierung des Blutes beschritten worden, welcher darin besteht, den Bakterien die Wachstumsmöglichkeit durch Entzug des Wassers zu nehmen. Durch Zerstäubung nach dem Krauseverfahren wird das Blut in eine trockene, pulverige, rote Masse übergeführt, welche im Wasser vollkommen löslich ist und bei geeigneter Aufbewahrung jahrelang unverändert

haltbar ist. Das Verfahren der Herstellung des Trockenblutes lehnt sich an das Verfahren zur Gewinnung von trockener Milch (s. S. 130) an.

Verdorbenes Blut darf natürlich zur menschlichen Ernährung nicht verwendet werden. Es kann nur noch zu technischen Zwecken Verwendung finden.

Die inneren Organe. Von den inneren Organen der Schlachttiere werden das Herz, die Lunge, Leber, Zunge, das Gehirn und die Nieren ebenfalls genossen. Die meisten dieser Organe sind in bezug auf ihren Gehalt an Eiweiß und ihren kalorischen Nährwert ebenso nahrhaft wie das Fleisch. Nur die Lunge ist ein sehr wasserhaltiges Gewebe, welches deshalb nur geringeren Nährwert besitzt. Bemerkenswert ist es, daß die inneren Organe im allgemeinen erheblich größere Mengen von Vitaminen enthalten als das Muskelfleisch.

Das ist auch bei der Bewertung des Hirns in bezug auf seinen Nährwert zu beachten, da dieser, in Kalorien ausgedrückt, infolge des ebenfalls höheren Wassergehaltes hinter dem des übrigen Fleisches zurückbleibt. Die Zusammensetzung einiger innerer Organe ist in runden Zahlen etwa die folgende:

	Wasser	Stickstoff- substanz	Fett	Stickstoff- freie Extraktstoffe	Salze
Zunge	66	15	18	0,1	1
Nieren	75,5	18,5	4,5	0,4	1,1
Leber.	71,5	20	3,5	3,5	1,5
Lunge	80	15	2,5	0,5	2
Kalbshirn	81	9	8,5	—	1,5

Die Extraktivstoffe der Leber unterscheiden sich nach Smorodinzew¹ dadurch von den Extraktivstoffen des Muskelfleisches, daß unter ihnen kein Carnosin und Carnitin gefunden wurde. Dagegen wurde in der Leber gefunden: Adenin, Guanin, Methylguanidin und Cholin.

Därme. Die Därme werden meistens für die Wurstfüllung verwendet. Sie sind hierzu deshalb besonders geeignet, weil sie ein äußerst elastisches Gewebe sind, das hohe Drucke auszuhalten vermag, ohne zu reißen. Die Darmwand besteht aus Kollagen und einem anderen, von Siegfried² aus Därmen dargestellten Albumonoid, dem Reticulin.

Als Ersatz für echte Därme hat man für die Wurstfüllung auch Därme hergestellt aus Pergamentpapier, acetylierter Cellulose, dem sog. Cellon, welches auch sonst in der Technik für viele andere Zwecke Verwendung findet. Diese sind aber eben nur ein Ersatz, weil ihre Widerstandsfähigkeit gegen Druck bei weitem nicht so groß ist wie die echter Därme.

In manchen Gegenden werden die Därme auch direkt genossen. Ein ostpreußisches Gericht, der Kuttelfleck, besteht aus zerkleinerten Därmen.

Die Knochen. Die Knochen bestehen in der Hauptsache aus drei verschiedenen Substanzen, nämlich mineralischen Substanzen, Kollagen, dem mehrfach erwähnten proteinähnlichen Körper, welcher bei der Hydrolyse durch anhaltendes Kochen mit Wasser in Leim übergeht, und endlich Fett. Das Kollagen hält die verschiedenen Bestandteile zusammen und gibt dem ganzen Gebilde den Halt. In geringer Menge kommen neben dem Kollagen noch ein Mucoid und ein anderes Albuminoid vor. Je nach der Art der Knochen und nach dem Alter der Tiere ist die Zusammensetzung sehr verschieden. Die

¹ Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 80, S. 218—231. 1912 und Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrung- u. Genußmittel. Bd. 27, S. 589. 1914.

² Habil.-Schrift. Leipzig 1892.

größeren Knochen und die der älteren Tiere bestehen größtenteils aus mineralischen Substanzen. Die zarten Knochen und die der jüngeren Tiere enthalten erheblich größere Mengen an Kollagen und Fett als die großen Organknochen und die Knochen älterer Tiere. Die Zusammensetzung kann etwa zwischen folgenden Grenzen schwanken: Wasser 14–45%, Mineralstoffe 20–60%, Fett 5–30%, sonstige organische Stoffe (vornehmlich Kollagen) 15–30%.

Die mineralischen Stoffe bestehen größtenteils aus tertiärem phosphorsaurem Kalk. Daneben kommen noch eine Reihe anderer Mineralstoffe in geringen Mengen vor, vor allem die Kohlensäure, Magnesium, Chlor und Fluor.

Das Knochenmark der großen Röhrenknochen, welches besonders geschätzt wird, enthält viel Fett neben Lecithin und Cholesterin. Die Eiweißsubstanz besteht vorwiegend aus einem Globulin neben geringer Mengen anderer Proteinstoffe (Nucleoprotein, Albumin, Fibrinogen).

Werden die Knochen längere Zeit mit Wasser gekocht, so geht das Kollagen zum Teil in Leim über, welcher in die Brühe übertritt. Die Knochen werden weicher und sie verlieren auch einen Teil des Fettes.

Bei lange durchgeführtem Kochen kann man die Knochen vollkommen erweichen und unter Umständen zum Zerfall bringen. Die Knochenbrühe ist wegen des beträchtlichen Gehaltes an Leim und Fett ein wertvolles Nahrungsmittel.

Durch das Kochen der Knochen ist auch, insbesondere während der Kriegszeit, Fett gewonnen worden. Durch Kochen gelingt es aber stets nur unvollkommen, das in den Knochen vorhandene Fett zu gewinnen. Werden sie indessen im Autoklaven unter Druck erhitzt, so kann ein erheblich größerer Teil des Fettes gewonnen werden. Die letzten Reste von Fett lassen sich aus den Knochen aber nur durch Anwendung von Fettlösungsmitteln ausziehen.

Die Fische.

Grundsätzlich ist das Fischfleisch in seinem Nährwert von dem Fleisch der Säugetiere nicht verschieden. Nur besitzt das Fischfleisch gewöhnlich einen höheren Wassergehalt. Infolgedessen ist der Gehalt an eigentlichen Nährstoffen meist ein geringerer. Um denselben Nährwert zu erhalten, muß man also im allgemeinen von Fischen mehr genießen als vom Fleisch der Säugetiere. Das Fischfleisch unterscheidet sich ferner dadurch vom Fleisch der Säugetiere, daß es kein Hämoglobin enthält, also nicht rot, sondern weiß ist.

Die Zusammensetzung einiger Fischarten in bezug auf die wichtigsten Nährstoffe ist in runden Zahlen etwa die folgende:

	Wasser	Stickstoff- substanz	Fett	Stickstoff- freie Extraktstoffe	Salze
Schellfisch	81,5	17	0,25	—	1,25
Gepökelter Hering . .	46	19	17	1,50	16,5 ¹
Lachs	64	21,5	13	—	1,5 ¹

Die Zusammensetzung des Muskelfleisches entspricht im übrigen im großen und ganzen der des Säugetierfleisches. Die Hauptmenge des Proteins besteht auch hier aus Eiweiß von Globulincharakter.

Nach Osborne und Heyl enthält der Fischmuskel folgende Mengen der verschiedenen Aminosäuren in Prozenten:

¹ Hiervon der größte Teil zugesetztes Kochsalz.

Glykokoll	—	Prolin	3,2
Alanin	?	Asparaginsäure	2,8
Valin	0,8	Glutaminsäure	10,1
Leucin	10,4	Tryptophan	+
Isoleucin	—	Arginin	6,4
Phenylalanin	3,1	Lysin	7,5
Tyrosin	2,4	Histidin	2,6
Serin	?	Ammoniak	1,4
Cystin	—	zusammen:	50,7

Gegenüber dem Säugetiermuskel fällt die Abwesenheit von Glykokoll und der niedrige Gehalt an Glutaminsäure auf.

Verschiedene japanische Forscher, insbesondere Suzuki¹, Yoshimura² und Okuda³ haben die Extraktivstoffe des Fleisches verschiedener Fische näher untersucht. Nachstehende Tabelle gibt über die wichtigsten Befunde bei einigen wichtigeren Fischen näheren Aufschluß.

	Frisher Lachs	Frisher Hummer	Frisher Aal	Sardinen	Krabben
	%	%	%	%	%
Kreatin	0,32	—	0,067	—	+
Kreatinin	—	—	0,065	0,081	—
Carnosin	0,055	—	—	0,092	—
Hypoxanthin	0,028	—	—	—	—
Alanin	0,01	0,06	—	—	0,07
Leucin	—	0,23	—	0,011	0,01
Tyrosin	—	0,136	—	0,085	0,0055
Tryptophan	—	—	—	—	—
Prolin	—	Spur	—	—	—
Arginin	—	0,33	—	—	0,061
Histidin	Spur	Spur	—	0,188	+
Lysin	—	0,066 ⁴	—	—	— ⁵

Okuda fand, daß das Fleisch aller untersuchten Fische stets reichliche Mengen von Kreatin und Kreatinin enthielt, wobei das erstere erheblich überwiegt. Das Fleisch der Weichtiere enthält indessen nur Spuren beider Körper; bei den Krustern war die Bestimmung zweifelhaft. Der Forscher gibt ferner an, daß bei allen Seefischen der organische Basenstickstoff den Monoaminosäurenstickstoff bei weitem übertrifft. Das gibt wohl die Erklärung für die vom Verfasser und R. Otto⁶ gefundene Tatsache, daß bei der beginnenden Fäulnis des Fischfleisches sofort erhebliche Ammoniakmengen sich entwickeln, was bei der beginnenden Fäulnis des Säugetierfleisches nicht der Fall ist. Wir haben hierauf eine analytische Methode zum Nachweis der beginnenden Fischfäulnis aufzubauen vermocht.

Fischgift. Das Fischfleisch zersetzt sich noch schneller als das Fleisch der Säugetiere, wie das bei dem höheren Wassergehalt der Fische auch zu erwarten ist. Häufig bilden sich bei der Zersetzung von Fischen außerordentlich stark

¹ Journ. Coll. agric. Tokyo. Vol. 5, [1], p. 1—24. 1912 und Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 26, S. 155. 1913.

² Suzuki und Yoshimura: Journ. Coll. agric. Tokyo. Vol. 1, p. 21—58. 1909. Chem. Zentralbl. Bd. 2, S. 639—640. 1909. Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 22, S. 255. 1911.

³ Journ. Coll. agric. Tokyo. Vol. 5, [1], p. 25—31. 1912 und Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 26, S. 155. 1913.

⁴ Ferner 0,285% eines Gemenges von Arginin und Lysin.

⁵ Ferner 0,044% Carnitin.

⁶ Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 47, H. 1/2. 1924.

wirkende Gifte, das sog. Fischgift, aus, so daß es ganz besonders gefährlich ist, nicht einwandfreies Fischfleisch zu genießen.

Die Fische werden schnell von Fäulnisbakterien infiziert. Bei dieser Zersetzung entsteht das Fischgift, welches die Natur der Eiweißkörper besitzt, also wohl ein Erzeugnis der beginnenden Eiweißhydrolyse ist. Es ist bemerkenswert, daß das Fischgift sich gleich in den Anfangsstadien der fauligen Zersetzung ausbildet, wenn der Fisch vorher gleichmäßig von Bakterien durchsetzt war. Dieser Umstand macht das Fischgift so besonders gefährlich, weil der Zersetzungszustand in diesen frühen Stadien oft durch die Sinne noch nicht erkennbar ist.

Aus diesem Grunde wird auch die größte Sorgfalt darauf verwandt, die Fische in möglichst frischem Zustande zum Verzehr zu bringen. Die Fischhändler heben die Süßwasserfische meistens in lebendem Zustande auf. Sie werden erst kurz vor dem Genuß getötet. Die Seefische werden gewöhnlich auf Eis verpackt von der See ins Inland transportiert.

Einige Proben zur Unterscheidung von frischen und alten Fischen. Für die Prüfung, ob ein Fisch noch frisch ist, oder ob er schon älter oder als verdächtig anzusehen ist, gibt es nach Lebbin eine Reihe von einfachen Vorproben. Schon durch den Geruch vermag man einen älteren Fisch infolge seines intensiv fischigen Geruches von einem frischen Fisch zu unterscheiden. Die Kiemen eines frischen Fisches sollen rot und nicht grau verfärbt sein, die Augen sollen klar, dagegen nicht eingefallen oder durch Bakterienwucherung getrübt sein. Um die Prüfung der Kiemen und Augen unmöglich zu machen, werden häufig die Köpfe der Fische abgetrennt. Kopflose Fische sind deshalb meistens mit einer gewissen Vorsicht zu betrachten. Drückt man auf einen frischen Fisch, so verschwindet die Druckstelle sehr schnell wieder. Beim älteren Fisch dagegen bleibt die Druckstelle länger bestehen. Legt man einen Fisch quer über die Hand, so daß die mittleren Partien des Fischkörpers auf der Handfläche ruhen und die Schwanz- und Kopfpartien rechts und links über die Hand hinausragen, so biegen sich beim älteren Fisch Schwanz und Kopf nach unten, während beim frischen Fisch, trotzdem die Schwanz- und Kopfpartien nicht unterstützt sind, der ganze Fischkörper in der Handebene liegen bleibt. Die beiden letztgenannten Proben beruhen natürlich darauf, daß ein frischer Fisch noch im Zustand der Totenstarre sich befindet, welche bei einem älteren Fisch schon wieder aufgehoben ist. Ein frischer Fisch schuppt sich schwer, ein älterer leichter. Ein älterer Fisch schwimmt, ins Wasser geworfen, weil sich durch die im Innern des Fisches tätigen Bakterien schon gasige Produkte ausgebildet haben, die im Innern des Darmes und der Gewebe verbleiben und daher das spezifische Gewicht verringern. Oft kann man einen älteren Fisch auch daran erkennen, daß er mit einer schmierigen Schicht, welche aus Bakterienrasen besteht, bedeckt ist.

Würste.

Würste sind Gemenge aus zerkleinertem Fleisch unter Zugabe von Kochsalz und Gewürzen. Das Zerkleinern geschieht in maschinellen Apparaten, die Blitz und Wolf genannt werden. Die zerkleinerte und gewürzte Masse wird dann in die sorgfältig gereinigten Därme gebracht, was in größeren Betrieben ebenfalls maschinell durch Einspritzen geschieht. Die Würste werden entweder gekocht oder geräuchert oder gekocht und geräuchert. Wasserzusatz ist nur bei sog. Brühwürsten, wie den Frankfurter Würsten, welche heiß genossen werden, bis zur Höhe von etwa 15%¹ in der fertigen Wurstmasse gestattet.

¹ Die Wassergehalte sind bei solchen Würsten örtlich verschieden festgesetzt. In manchen Landesteilen sind Vorschriften über die Höhe des Wassergehaltes noch nicht erlassen.

Mehlzusatz ist nicht statthaft. Beim Räuchern verlieren die frischen Würste etwa 10%, die Trockenwürste bis zu 40% Wasser. Die gekochten und kurz angeräucherten Würste sind bei nicht zu hoher Temperatur etwa 10—14 Tage haltbar. Die Trockenwürste sind monate- und bei geeigneter Aufbewahrung auch jahrelang haltbar. Über die Wurstvergiftung, den Botulismus, siehe S. 84.

Einfluß des Kochens und Bratens auf die Fleischbeschaffenheit.

Kocht man ein Stück Fleisch mit Wasser, so tritt ein ganz erheblicher Gewichtsverlust auf, der bis zu 40% betragen kann. Der Fleischsaft geht in die Fleischbrühe über, ein Teil des Kollagens des Bindegewebes löst sich in Form von Leim im Wasser auf. Die Fleischbasen, welche im Fleischsaft gelöst sind, treten größtenteils in das Wasser über und auch sonstige, sog. Extraktivstoffe und schmelzendes Fett, gehen in die Brühe über. Das Albumin des Fleischsaftes wird durch das heiße Wasser koaguliert. Es steigt in Form schaumiger Flocken an die Oberfläche und wird gewöhnlich mit dem Schaumlöffel abgeschöpft. Das Hämoglobin gerinnt; infolgedessen verliert das Fleisch seine rote Farbe und wird grau. Die Bouillon hat bekanntlich eine stark anregende Wirkung und einen sehr angenehmen Geschmack. Die anregende Wirkung rührt, wie schon gesagt, von den sog. Fleischbasen des Fleischsaftes her. Über die Frage, worin der angenehme Geschmack der Fleischbrühe beruht, sind verschiedene Untersuchungen angestellt worden. Sehr gründlich ist die Frage von Waser¹ untersucht worden. Waser kommt zu dem Resultat, daß es nicht ein oder einzelne Stoffe, sondern eine ganze Reihe von Stoffen sind, die in ihrer Gesamtheit den eigentümlichen Geschmack der Fleischbrühe hervorrufen.

Beim Braten des Fleisches tritt auch ein Gewichtsverlust ein, der aber meistens nicht so groß ist wie der Gewichtsverlust beim Kochen. Er beträgt etwa 20—25%. Durch das Erhitzen beim Braten bildet sich auf der Oberfläche des Fleisches eine mehr oder weniger durchlässige Kruste aus, die die Extraktivstoffe aus dem Innern des Fleisches nicht durchtreten läßt. Beim Braten des Fleisches bilden sich ferner die charakteristischen Bratenstoffe aus; die den angenehmen Geruch und Geschmack des Bratens bewirken. In ihrer chemischen Natur sind diese Stoffe noch nicht erforscht. Es dürfte sich hier ebenfalls, wie bei den Geschmacksstoffen der Bouillon, nicht um einen Körper, sondern um zahlreiche verschiedene Substanzen handeln, die in ihrer Gesamtheit den angenehmen Geruch und Geschmack bewirken.

Fleischfehler und -parasiten.

Das Fleisch kann mit vielen Fehlern und Parasiten behaftet sein. Die wichtigsten sind folgende:

Die Schmeißfliege liebt es, an Fleisch ihre Eier zu legen. Besonders bei warmer Temperatur entwickeln sich diese in kurzer Zeit, oft schon nach wenigen Stunden, zu Fliegenlarven. Man nennt diese Larven Maden. Sie sehen aus wie kleine Würmer, sind zwar nicht gesundheitsschädlich, machen aber ein Fleisch ekelerregend und zum Genusse für Menschen unbrauchbar.

Das Fleisch ist ferner ein vorzüglicher Nährboden für Bakterien aller Art. Ganz besonders sind es die Fäulnisbakterien, welche das Fleisch in großen Mengen befallen. Sie sind überall vorhanden und schon bei der Schlachtung wird das Fleisch mit diesen Bakterien infiziert. Durch kühles Aufbewahren kann man das Wachstum der Fäulniserreger verhindern. Je höher aber die

¹ Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 40, S. 289. 1920.

Temperatur ist, um so lebhafter entwickeln sich diese Fäulnispilze. Ihr Lebensvorgang beruht in der Zersetzung des Eiweißes unter Bildung stinkender Eiweißabbauprodukte. An den Zersetzungen sind auch die von den Fäulnispilzen ausgeschiedenen Enzyme beteiligt.

Noch von vielen anderen Bakterienarten kann das Fleisch befallen werden. So gibt es eine gewisse Bakteriengruppe, die Leuchtbakterien, welche dem Fleisch einen im Dunkeln leuchtenden Glanz verleihen. Über die Ursache dieser Erscheinung ist noch wenig bekannt.

Das *Bacterium cyanogenes* bildet bei der Zersetzung aus den Fleischbestandteilen unter anderem einen blauen Farbstoff aus. Fleisch, welches von diesem Pilz befallen ist, kann daher blaue Flecken aufweisen.

Auch Schimmelpilze vermögen das Fleisch zu befallen. Es gibt sowohl grüne wie gelbe und blaue Schimmelpilze. Die Schimmelsporen befinden sich überall in der Luft und es kommt nur darauf an, daß sie in bezug auf

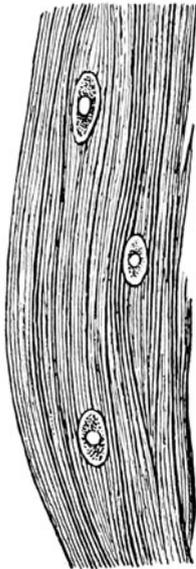


Abb. 2. Finnen im Muskelfleisch.
(Nach v. Ostertag.)

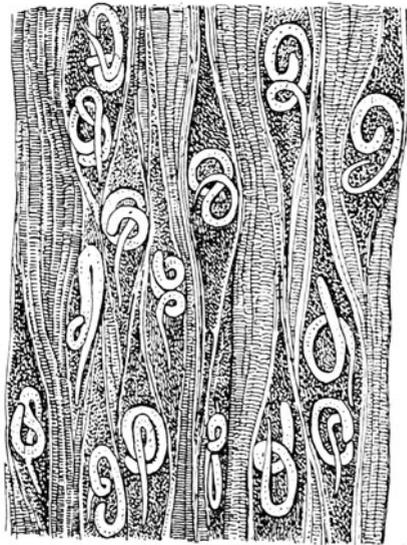


Abb. 3. Trichinen im Muskelfleisch.
(Nach v. Ostertag.)

Temperatur und sonstige Umstände die geeigneten Bedingungen für ihr Wachstum in dem Fleischstück vorfinden. Dann entwickeln sie sich schnell und zersetzen das Fleisch unter Bildung typisch unangenehm nach Schimmel riechender Produkte.

Von großer gesundheitlicher Bedeutung sind gewisse tierische Parasiten, die dem Fleisch anzuhaften vermögen. Die wichtigsten sind die Finnen und die Trichinen.

Die Finnen sind die Larven des menschlichen Bandwurmes. Sie werden von Rindern und Schweinen, gelegentlich auch von Rehen, beherbergt. Die Eier des Bandwurmes gelangen mit dem Menschenkot auf die Pflanzen. Diese werden von den Tieren gefressen und so gelangen die Eier in den tierischen Verdauungskanal. Hier entwickeln sich aus den Eiern schnell Embryonen, welche die Darmwände durchbrechen und in das Muskelfleisch der Tiere einwandern. Im Muskelfleisch entwickeln sie sich dann zu sog. Finnen. Es ist dieses ein Bläschen von Stecknadelkopf- bis Erbsengröße. Verspeist der Mensch

finnisches Fleisch, so entwickelt sich aus dieser Larve im Menschendarm wiederum der Bandwurm. Durch die Fleischschau wird alles Fleisch auf das Vorhandensein dieser Finnen untersucht und bei positivem Befund für die menschliche Ernährung verworfen bzw. erst nach Abkochung des Fleisches zugelassen.

Viel gefährlicher als die Finnen sind die Trichinen. Sie werden hauptsächlich von Schweinen beherbergt. Im Muskelfleisch von Schweinen finden sie sich in Form von kleinen, wurmartigen Tierchen, welche in einer Kapsel eingeschlossen sind. Die Kapsel besteht größtenteils aus kohlensaurem Kalk. Verspeist man trichinenhaltiges Fleisch, so wird im sauren Magensaft die Kapsel gelöst und die Tierchen gelangen in den menschlichen Darm, wo sie sich schon in $1\frac{1}{2}$ –2 Tagen zur geschlechtsreifen Darmtrichine entwickeln. Gewöhnlich begatten sich Männchen und Weibchen im Dünndarm nach Ablauf des zweiten Tages. 6–7 Tage später gebären die Weibchen eine große Zahl von lebenden Jungen, die eine Länge von $\frac{5}{100}$ – $\frac{1}{10}$ mm besitzen. Diese kleinen Embryonen durchbohren die Darmwand und gelangen in das Muskelfleisch, wo sie eine schwere Krankheit, die sog. Trichinose hervorrufen. Sie werden hier allmählich 0,8–1 mm lang und nehmen eine gewundene Gestalt an. Die Trichinose führt sehr häufig zum Tode. Die Krankheit ist mit außerordentlichen Schmerzen in den Gliedern und Muskeln verbunden. Wird die Krankheit vom Körper überwunden, so besteht die Unschädlichmachung der in die Muskeln eingedrungenen Trichinen darin, daß sie wieder in Kapseln eingeschlossen werden. Gewöhnlich ist die Kapselbildung nach drei Monaten erledigt, wenn nicht vorher der Tod des Menschen eingetreten ist. Die Schweine erhalten die Trichinen wahrscheinlich durch das Verzehren trichinenhaltiger Ratten, welche diesen Schädling oft enthalten.

Durch Erhitzen des Fleisches auf 60–70° werden die Trichinen sicher getötet. Nicht ganz sicher ist das Pökeln des Fleisches, noch unsicherer das Räuchern. Man tut deshalb gut, Schweinefleisch und Schinken verdächtiger Herkunft nur in abgekochtem Zustande zu genießen. Die in Deutschland geschlachteten Schweine unterliegen bei der Fleischschau ebenfalls der schärfsten Untersuchung auf das Vorhandensein von Trichinen.

Fleischvergiftung.

Außer nach Verzehren von Finnen und Trichinen treten nach Genuß von Fleisch, Hackfleisch und Wurst gelegentlich starke Krankheitserscheinungen auf, die auf verschiedene Ursachen zurückzuführen sind. Sie werden alle unter der Bezeichnung Fleischvergiftung zusammengefaßt. Man kann die verschiedenen Ursachen wie folgt unterscheiden:

Erstens kann eine richtige Bakterieninfektion vorliegen. Die Erreger derartiger Krankheiten sind die Paratyphus-B. Bacillen und das Bacterium enteritidis (Gärtner), welche beide der Coligruppe angehören. Meistens sind die Schlachttiere, von denen das Fleisch stammt, schon mit diesen Krankheitserregern behaftet. Gelegentlich findet aber auch erst postmortal die Infektion des Fleisches statt. Die Krankheitserscheinungen sind die der sog. Gastroenteritis, die in heftigen Durchfällen, verbunden mit starken Leibschmerzen und Erbrechen bestehen. Die Krankheitserscheinungen treten nur nach Genuß von rohem oder nicht genügend durchgekochtem Fleisch oder ebensolcher Wurst auf.

Eine ganz andere Art der Fleischvergiftung ist der Botulismus. Die Ursache dieser Krankheit sind saprophytisch lebende Bakterien, welche bei ihrem Lebensvorgang im Organismus Bakterientoxine ausbilden, die die Krankheit verursachen. Der wichtigste Spaltpilz dieser Art ist der Bacillus

botulinus van Ermengen. Die Symptome sind hier völlig andere. Bisweilen tritt zwar Erbrechen auf, aber keine Durchfälle. Es treten Lähmungen der Muskeln, der Augen, der Zunge, des Mundes, Schlundes und Kehlkopfes auf. Schluck-, Sprech-, Stuhl- und Urinbeschwerden stellen sich ein. Die Krankheit wird hauptsächlich nach dem Genuß von frischen Würsten, weniger nach Genuß von trockenen Würsten beobachtet und wird deshalb auch Wurstvergiftung genannt. Die Krankheit endet nicht selten mit dem Tode. Ein genügend langes Erhitzen auf 60° tötet das Toxin.

Drittens bilden sich in stärker zersetztem Fleisch ebenfalls meistens Toxine aus, die stark giftig zu wirken vermögen.

Durch das Fleisch können gelegentlich auch andere Krankheitserreger übertragen werden, so Typhus, Tuberkulose (Fleisch perlsüchtiger, d. h. tuberkulöser Rinder, Milzbrand). Der Milzbrand wird weniger dem Verzehr als dem Hersteller derartigen Fleisches (Metzger) gefährlich.

Die Fleischkonservierung.

Da das Fleisch infolge des hohen Wassergehaltes leicht zersetzlich ist, wie schon oben näher auseinandergesetzt wurde, hat man eine ganze Reihe von Verfahren geschaffen, um das Fleisch länger haltbar zu machen. Es handelt sich hauptsächlich um folgende Verfahren: Pökeln, Räuchern, Anwendung von Kälte, Trocknung, Sterilisation in Dosen und Zusatz chemischer Konservierungsmittel.

Das Pökelf Verfahren. Das Pökeln des Fleisches besteht darin, daß es in eine 10–25%ige Kochsalzlösung eingelegt wird. Das Pökeln wird auch in der Weise ausgeführt, daß man das Fleisch mit Kochsalz einreibt, mit Salz bestreut und es dann in Fässern aufeinanderschichtet. Im Fleischsaft löst sich das Kochsalz, und die Lake bildet sich also aus dem Wassergehalt des Fleisches selber aus. Oft wird auch etwas Zucker und Salpeter dem Fleisch zugesetzt. Der Salpeterzusatz bewirkt, daß der rote Blutfarbstoff so verändert wird, daß er beim Kochen nicht mehr in grau übergeht, sondern rot bleibt. Nach Haldane¹ ist die rote Farbe derartigen Fleisches durch Stickoxydhämoglobin bedingt. Es entsteht aus Hämoglobin durch Einwirkung von Nitriten. Diese entstehen beim Pökelprozess aus dem Salpeter durch Reduktion. Der Zweck des Zuckerzusatzes ist folgender: In einer zuckerhaltigen Pökellake gedeihen die Milchsäurebakterien. Diese verwandeln den Zucker nach und nach in Milchsäure. Die Pökellake erhält dadurch eine leicht saure Reaktion, was der beste Schutz gegen das Auftreten von Fäulnisbakterien ist. Die Fäulnisbakterien sind gegen Säure empfindlich. Sie können nur gut gedeihen bei leicht alkalischer oder neutraler Reaktion. Gewöhnlich ist das Fleisch nach 6–8 wöchiger Lagerung in der Salzlake durchgepökelt.

Der Pökelvorgang beruht darin, daß infolge der Einwirkung des Kochsalzes Wasser und andere lösliche Bestandteile aus dem Fleisch austreten; dafür diffundiert das Kochsalz in das Innere des Fleisches ein. Etwa 50% lösliche Bestandteile treten auf diese Weise in die Lake über, wofür die entsprechende Menge Kochsalz in das Innere des Fleisches gelangt. Bei dem Pökeln sollen auch gewisse Umsetzungen des Fleisches vor sich gehen unter Mitwirkung von Enzymen. Dagegen sollen Bakterien bei diesen Umsetzungen nicht beteiligt sein. Indessen sind diese Vorgänge mit den Methoden der modernen Eiweißchemie noch nicht studiert worden. Das Kochsalz ist kein bakterientötendes Mittel, sondern es hemmt nur das Wachstum, insbesondere

¹ Journ. of hyg. Vol. 1, p. 115–122. Hyg. Rundschau. Bd. 12, S. 348–349. 1902. Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 6, S. 326. 1903.

bei den üblichen Fleischzersetzer, den Fäulnispilzen. Bei ungeeigneter Aufbewahrung des Pökels können indessen doch Bakterienwucherungen auftreten. Sie geben sich zu erkennen durch ein Trüb- und Schleimigwerden der Pökellake, welches die Praktiker das Umschlagen nennen. Bei Aufbewahrung über 10° ist die Gefahr des Umschlagens vorhanden. Unter 6° soll man aber mit der Temperatur nicht heruntergehen, weil dann die Pökellung zu lange dauert.

Durch das Pökeln des Fleisches wird das Fleisch erheblich wasserärmer; es ist auch infolgedessen nicht mehr so gut verdaulich. Die Vitamine werden durch den Pökelprozess zerstört, insbesondere wird das empfindlichste C-Vitamin vernichtet. Darum ist, wie schon erwähnt, auf Segelschiffen nach einseitigem Genuß von Pökelfleisch und anderen Konserven oft die Skorbutkrankheit aufgetreten.

Das Räucherverfahren. Das Räucherverfahren ist ebenso alt wie das Pökelfahren. Beide Verfahren sind in historischen Zeiten stets bekannt gewesen. Das Räuchern wird in der Weise ausgeführt, daß man die zu konservierenden Fleischstücke in die sog. Räucherammer bringt. Hier wird Holz bei mangelnder Luftzufuhr verbrannt, wobei ein dicker Rauch entsteht. Diesem warmem Rauch werden die Fleischstücke längere oder kürzere Zeit ausgesetzt.

Die Wirkung des Räucherns beruht auf zwei Momenten. Durch den warmen Rauch werden zunächst die oberflächlichen Schichten des Fleischstückes ausgetrocknet. Sie verlieren erhebliche Wassermengen. Kurzes Räuchern bedingt einen Wasserverlust von etwa 10%, bei längerem Räuchern kann der Wasserverlust bis auf 40% ansteigen. Diese Wasserverluste beziehen sich in erster Linie auf die Oberfläche des Fleisches. Das Innere der Fleischstücke ist, vorausgesetzt, daß es sich um das Fleisch gesunder Tiere handelt, frei von Bakterien. Die Infektion mit Bakterien erfolgt stets durch die Luft an der Oberfläche. Nun ist das Wachstum der Bakterien stets an einen bestimmten Wassergehalt gebunden. Wird der Wassergehalt stark herabgesetzt, so werden die Existenzbedingungen für alle Bakterienarten sehr ungünstig. Der Rauch enthält ferner eine Reihe von bakterientötend wirkenden Stoffen. So ist in dem Holzrauch Essigsäure, Formaldehyd, Guajacol, Ameisensäure, Phenol, sowie eine Reihe von ähnlich wirkenden anderen Substanzen vorhanden. Diese dringen in die etwas ausgetrocknete Oberfläche des Fleisches ein Stück weit ein und töten die hier vorgefundenen Bakterien ab. Auch Bakterien, welche nun auf das fertig geräucherte Fleischstück nachträglich auffallen, werden entweder abgetötet oder vermögen sich jedenfalls nicht zu entwickeln. Das Räuchern bewirkt ferner, daß das Fleisch den beliebten Räuchergeschmack annimmt.

Da das Räuchern eine Räucherammer voraussetzt und eine gewisse Zeit erfordert, so hat man nach Verfahren gesucht, das Räuchern abzukürzen. Diesem Zwecke dienen die sog. Schnellräucherverfahren. Ein schnelles Räucherverfahren besteht darin, daß man das Fleisch in rohen Holzessig eintaucht, es dann an der Luft trocknen läßt und dieses Verfahren noch einige Male wiederholt. Man verwendet statt Holzessig auch eine Abkochung von Ruß. In beiden Fällen sind ähnliche, antiseptisch wirkende Stoffe vorhanden, die ihre Wirkung entfalten. Es fehlt aber diesen Schnellräucherverfahren naturgemäß das Moment der Austrocknung der Oberfläche, weshalb sie nicht so wirksam sein können.

Das Kälteverfahren. Wie das Wachstum der Bakterien an einen bestimmten Wassergehalt gebunden ist, so ist es auch an bestimmte Temperaturen gebunden. Es ist ja allgemein bekannt, daß bei warmer Temperatur ein Fleisch sehr schnell verdirbt, daß man es dagegen im kalten Winter tagelang aufheben kann, ohne daß es verdirbt. Diese Erscheinung beruht darauf, daß die Fäulnisbakterien

zu ihrem Wachstum eine gewisse Temperatur notwendig haben. Am besten gedeihen sie bei Bluttemperatur; bei 15° wachsen sie schon sehr langsam und bringt man die Temperatur auf unter 0°, so werden sie zwar nicht abgetötet, aber sie vermögen sich nicht zu entwickeln. Die Entwicklung und Vermehrung der Bakterien ist es aber, welche die Zersetzung hervorrufen. Man geht deshalb so vor, daß man in bestimmten Kühlhäusern die geschlachteten Tiere nach Vorkühlung auf Temperaturen unter 0° herunterbringt. Dadurch gefriert das im Fleisch vorhandene Wasser. Derartiges Fleisch nennt man Gefrierfleisch. Es kann jahrelang aufgehoben werden. Allerdings haftet fettem Gefrierfleisch, welches lange Zeit im Kühlhaus aufgehoben ist, insbesondere also Schweinefleisch, welches meist sehr stark fetthaltig ist, leicht ein ranziger Geruch und Geschmack an. Das rührt daher, daß die Fettzersetzung auf chemischen Oxydationsprozessen beruht. Diese verlaufen, wenn auch sehr langsam, so doch in langen Zeiten immerhin in merklicher Weise. Im übrigen ist aber gutes Gefrierfleisch ein ausgezeichnetes und vollwertiges Nahrungsmittel.

Dem Gefrierfleisch haften nur folgende Nachteile an: Durch das Einfrieren platzen vielfach die Sarkolemmaschläuche. Das Wasser dehnt sich ja beim Gefrieren um $\frac{1}{10}$ seines Volumens aus. Die Folge davon ist, daß der Fleischsaft aus Gefrierfleisch schon beim Auftauen leicht austritt. Ein aus Gefrierfleisch hergestelltes gebratenes Fleisch gibt deshalb auch gewöhnlich seinen Fleischsaft leichter ab, der in die Brühe übergeht. Der Braten ist also meistens nicht so saftig. Ein weiterer Nachteil ist folgender: Wenn das Gefrierfleisch einmal aufgetaut wird, so muß es sehr schnell verzehrt werden, weil es sich dann schneller zersetzt als frisches Fleisch. Beim Herausbringen eines eiskalten Stückes Fleisch in normale Lufttemperatur muß sich ja entsprechend der Löslichkeit des Wasserdampfes in der Luft, in ähnlicher Weise wie sich Brillengläser beim Übergang aus kalter Luft in warme mit Wasser beschlagen, viel Wasser auf dem Fleischstück niederschlagen. Das bedeutet aber nicht nur einen vermehrten Wassergehalt der Oberfläche, was an sich schon eine größere Zersetzlichkeit bedingen würde; mit dem Wasserdampf werden auch aus der Luft viele Bakterien auf das Fleischstück mit niedergeschlagen. Deshalb muß die Zersetzlichkeit eines normal aufgetauten Fleischstückes eine erheblich größere sein.

Das Auftauen von Gefrierfleisch soll im übrigen recht langsam vorgenommen werden. Am besten wird es erst in einem mäßig warmen Raum eine Zeitlang eingehängt, um erst dann völlig aufgetaut zu werden. In dieser Weise behandelt, zeigen sich die oben erwähnten Umstände am wenigsten.

In fleischreichen Gegenden, z. B. in Argentinien und Uruguay, wo große Rinderherden vorhanden sind, sind große Anlagen zur Herstellung von Gefrierfleisch vorhanden, welches in die ganze Welt in besonderen Kühlschiffen und gekühlten Eisenbahnwagen transportiert wird. Die fabrikatorische Herstellung des Gefrierfleisches geschieht in den Fabriken etwa in folgender Weise:

Die täglich der Fabrik zugetriebenen Tiere läßt man vor dem Schlachten zunächst ausruhen. Sie werden gebadet und geduscht, dann geschlachtet. Das gesammelte Blut wird meist auf Dünger verarbeitet. Auch die sonstigen Abfälle werden, so gut es angeht, wirtschaftlich verwertet. Vor und nach der Schlachtung findet durch Tierärzte eine strenge Fleischschau statt. Das ausgeschlachtete Fleisch gelangt dann in Vorkühlräume, die etwa eine Temperatur von 0° besitzen. Die Dauer der Vorkühlung ist nach Größe des Viehes und Beschaffenheit des Fleisches verschieden. Bis das Fleisch die Temperatur des Vorkühlraumes angenommen hat, dauert es demnach 3—53 Stunden. Das so vorgekühlte Fleisch kommt dann in die Gefrierräume, deren

Temperatur dauernd mindestens 8 bis -10° betragen muß. Es muß für gute Luftzirkulation gesorgt werden. Die Dauer des Einfrierens ist natürlich ebenso verschieden wie die Dauer des Vorkühlens und von denselben Umständen abhängig. Im allgemeinen dauert es 5–10 Tage. Das Fleisch wird gewöhnlich in eine Schutzhülle aus Mull und Jute eingepackt. Es gelangt dann in völlig gefrorenem Zustande auf die Gefrierdampfer. Im Ankunftshafen wird dann umgeladen in Eisenbahnwärmeschutzwagen, die mit Eis gekühlt werden. Das Fleisch wird auch transportiert in maschinell gekühlten Waggons. Die Lagerung nicht sofort verbrauchten Fleisches muß dann wieder in Gefrierräumen geschehen, welche auf -10° gekühlt sind. In den Lagerräumen soll ständige Luftzirkulation herrschen. Damit kein Austrocknen erfolgt, soll die relative Feuchtigkeit 30–32% betragen.

Durch die Bestimmung des Fleischbeschaugesetzes, daß die Organe mit dem Tierkörper noch bei der Einfuhr frischen Fleisches in organischer Verbindung sein müssen, war vor dem Kriege eine Einfuhr von Gefrierfleisch unmöglich. Während des Krieges wurde diese Bestimmung aufgehoben und durch eine Verordnung vom 2. November 1923 wurde die Erleichterung der Gefrierfleißeinfuhr bis auf weiteres verlängert. Das Reichsministerium des Innern wurde ermächtigt, weitere Erleichterung für Gefrierfleißeinfuhr zu treffen.

Die Trocknung des Fleisches. Die Konservierung des Fleisches durch Trocknung beruht ebenfalls auf der Erkenntnis, daß bei Entzug des Wassers die Bakterien nicht mehr zu wachsen vermögen. Von wilden Völkern tropischer Länder wird dieses Verfahren vielfach angewendet. Das Fleisch wird in der tropischen Sonne schnell getrocknet. Naturgemäß können, da die Fäulnisbakterien in diesen Temperaturen sehr schnell wachsen, alle Zersetzungen nicht vermieden werden, infolgedessen nimmt das trockene Fleisch leicht einen unangenehmen Geruch und Geschmack an.

In unseren Breiten hat das Trocknen des Fleisches keine große Bedeutung. Eine Konserve, die aber eine gewisse Bedeutung gewonnen hat, ist der Stockfisch, welcher ein an der Luft oder in besonderen Trocknungsanlagen getrockneter Kabeljau ist. Auch der Stockfisch weist bisweilen einen wenig angenehmen Geruch und Geschmack auf, weshalb er bei vielen Menschen nicht sehr beliebt ist.

Die Büchsenkonserven. Die Herstellung von Büchsenkonserven wird in ausgedehnten Fabrikbetrieben durchgeführt. Man bringt das Fleisch in Büchsen, welche aus verzinnem Eisenblech bestehen. Durch besondere, sog. Falzmaschinen, werden dann die Büchsen mit einem Deckel luftdicht verschlossen. Nun werden die Büchsen sterilisiert. Alle Bakterien, welche bei der Schlachtung, Zubereitung und bei der Füllung der Büchsen auf das Fleisch gekommen sind, werden hierdurch sicher abgetötet. Da die Büchsen vollkommen verschlossen sind, so kann auch ein nachträgliches Zutreten von Bakterien nach erfolgter Sterilisation nicht stattfinden. Eine richtig hergestellte Fleischkonserve muß deshalb jahrelang unverändert haltbar sein, indessen wird sie meistens so lange nicht aufgehoben, da der Geschmack bei so lange aufgehobener Konserve eine Einbuße erleidet, die auf chemischen Umsetzungen beruht.

Es empfiehlt sich, Büchsenkonserven stets in einem gleichmäßig kühlen Raume aufzuheben und die Büchsen keinen Temperaturschwankungen auszusetzen. Bei der Erwärmung eines Metalles dehnt sich dieses bekanntlich infolge seines hohen Ausdehnungskoeffizienten stark aus. Bei der Abkühlung zieht sich das Metall wieder zusammen. Hierdurch können in der Falzung der Deckel kleine Undichtigkeiten entstehen, welche äußerlich gar nicht bemerkbar zu sein brauchen. Durch die kleinste Undichtigkeit dringen aber bald die Verderber des Fleisches ein und vermögen sich nun im Innern zu entwickeln.

In diesem Falle, oder wenn die Sterilisation nicht genügend, oder der Verschuß von vornherein nicht ausreichend war, tritt das auf, was man das Bombieren der Büchsen nennt. Da die Zersetzungen im Innern der Büchsen mit der Bildung gasiger Umsetzungserzeugnisse einhergehen, so werden die Deckel der Büchsen allmählich infolge des im Innern vorhandenen Gasdruckes stark aufgetrieben. Daß das Gas durch die vorhandenen Undichtigkeiten der Büchsen nicht entweicht, erklärt sich leicht daraus, daß geringe Mengen der Fleischsubstanz vor die Öffnung gedrückt werden und diese wieder verstopfen. Bohrt man eine derartige Büchse mit dem Büchsenöffner an, so spritzt infolge des im Innern vorhandenen Druckes der flüssige Anteil in hohem Bogen heraus und das Entweichen des Gasdruckes macht sich durch ein pfeifendes Geräusch bemerkbar. Alles Fleisch in Büchsen, die auf diese Weise bombiert sind, ist für den menschlichen Genuß ungeeignet, da bei der Zersetzung des Fleisches sich stark wirkende Gifte ausbilden können. Von der Bombierung ist aber zu unterscheiden die zu pralle Füllung. Es kommt vor, daß in eine Büchse zuviel Material getan wird. Dann werden die Deckel oben und unten auch herausgedrückt. Ob eine Büchse bombiert ist oder zu prall gefüllt ist, kann man aber leicht in folgender Weise unterscheiden. Man faßt die Büchse zwischen Daumen und den übrigen Fingern beider Hände und drückt auf den Deckel. Eine Wölbung des Deckels, die durch Bombierung hervorgerufen ist, läßt sich auf diese Weise nicht eindrücken. Dazu ist der Gasdruck im Innern zu stark. Rührt die Wölbung des Deckels nur von zu praller Füllung her, so läßt sich der Deckel eindrücken, springt aber von selbst beim Nachlassen des Druckes in die ursprüngliche Lage zurück. Man nennt daher derartige Deckel die tanzen- den Böden oder Flutterböden.

Zusatz von Konservierungsmitteln. Es gibt eine Reihe von Konservierungsmitteln, welche, dem Fleisch zugesetzt, es länger frisch zu erhalten vermögen. Durch die Ausführungsbestimmungen zum Fleischbeschaugesetz sind eine Reihe von Stoffen und Salzen, von denen die praktisch wichtigsten die Borsäure und ihre Salze und die schweflige Säure und ihre Salze sind, verboten worden (Näheres s. S. 94). Dieses Verbot hat zwei Gründe:

Erstens sind diese Stoffe meistens gesundheitsschädlich. Das ist nicht so gemeint, daß nun jeder, der eine Wurst oder ein Fleisch, welches mit diesen Substanzen versetzt ist, genießt, erkrankt. Kinder und Menschen mit schwachen Verdauungsorganen und andere empfindliche Personen können aber erkranken. Wenn man aber die Stoffe nicht verbieten würde, so würde es in kurzer Zeit kaum noch Würste und Hackfleisch geben, denen die Substanzen nicht zugesetzt würden und deshalb würden sie auch an diesen Personenkreis gelangen.

Zweitens bewirken diese Stoffe aber vor allem die Erhaltung des roten Blutfarbstoffes. Ein Hackfleisch, welches frisch bereitet ist, verfärbt sich schon nach 1–2 Stunden, indem der rote Blutfarbstoff zersetzt wird, wobei das Fleisch ein graues mißfarbened Aussehen annimmt. Bei Zusatz solcher Hacksalze bleibt aber die leuchtend rote Farbe lange Zeit bestehen. Die Fäulnis wird aber lange nicht in dem Maße verhindert, in dem der Blutfarbstoff erhalten bleibt. Die Folge davon ist, daß der Käufer über die Beschaffenheit des Fleisches getäuscht wird. Er schließt aus der leuchtend roten Farbe auf eine besonders frische und schöne Beschaffenheit des Fleisches, wird dann aber zu seinem Leidwesen oft erst zu Hause gewahr, daß das Fleisch schon riecht. Damit charakterisiert sich der Zusatz dieser Stoffe als eine Nahrungsmittel-fälschung im Sinne des § 10 des Nahrungsmittelgesetzes.

Fleischpräparate.

Aus dem Fleisch werden eine Reihe von Präparaten hergestellt. Die wichtigsten sind der Fleischextrakt, der Fleischextraktersatz, die Fleischbrühwürfel, die Fleischbrüheratzwürfel und die Würzen.

Fleischextrakt. Der Fleischextrakt ist ein wertvolles Hilfsmittel zur Herstellung schmackhafter Speisen, insbesondere Suppen und Saucen. Er ist mehr ein Genußmittel als ein Nahrungsmittel, da sein kalorischer Nährwert bei den für die Verwendung in Betracht kommenden Mengen nur gering ist, dagegen ist der Genußwert infolge des vorhandenen angenehmen Geschmackes und der anregenden Wirkung auch schon bei Verwendung kleiner Mengen ein beträchtlicher.

Die Herstellung des Fleischextraktes ist von dem berühmten deutschen Chemiker Justus von Liebig angeregt worden. Die erste Fleischextraktfabrik wurde in Fray-Bentos in Uruguay im Jahre 1864 gegründet und der wissenschaftlichen Leitung Liebigs und Max von Pettenkofers unterstellt. Auf diese Weise wurden zuerst die großen Viehherden Südamerikas für die Fabrikation von Fleischextrakt nutzbar gemacht. Aus dieser Fabrik ist die heutige Liebig-Gesellschaft hervorgegangen, die nach ihrer Angabe noch in derselben Weise wie ursprünglich aus großen Mengen von täglich geschlachtetem Rindvieh den Fleischextrakt herstellt. Heute sind aber auch an verschiedenen anderen Stellen Südamerikas derartige Fabriken in Betrieb.

Die Herstellung des Fleischextraktes geschieht in folgender Weise: Das feingeschnittene Fleisch wird in Batterien, die den in den Zuckerfabriken benutzten Apparaten (vgl. S. 206) ähnlich sind, nach dem Gegenstromprinzip durch Diffusion mit etwa 90° warmem Wasser ausgelaugt. Kochen muß vermieden werden, weil sonst aus dem Bindegewebe zuviel Leim ausgelaugt wird, was eine Verschlechterung der Qualität mit sich bringt. Die Suppe wird hierauf durch Siebe von den ausgelaugten Fleischstücken getrennt. Das Fleisch wird getrocknet und als Fleischpulver für Schweinemast verkauft. Die Suppe wird nun zunächst sorgfältig entfettet, gesalzen und durch Filterpressen filtriert, um die letzten Reste ungelöster Bestandteile zu entfernen. Das Filtrat wird dann in Vakuumapparaten voreingedampft. Um dem Fleischextrakt die gewünschte, färbende braune Farbe zu verleihen, erfolgt das weitere Eindampfen in runden Pfannen, in denen der Extrakt etwas anbrennt. Der dickflüssige Extrakt wird in den bekannten kleinen Steinzeugtöpfen in den Handel gebracht.

Lebbin glaubte aus dem Ergebnis seiner Untersuchungen schließen zu können, daß die Liebiggesellschaft nicht so arbeitet, wie vorstehend angegeben, sondern das ganze Fleisch durch Salzsäure hydrolysiere und dann nach Neutralisation eindampfe. Verschiedene, früher bei der Liebiggesellschaft beschäftigte Chemiker erklären aber die Schlußfolgerungen Lebbins für irrig. So gibt Geret¹ an, daß die hohen Kochsalzgehalte, auf welche Lebbin seine Schlußfolgerungen vornehmlich stützt, wahrscheinlich aus dem Blute herrühren, da Blut erheblich mehr Chloride enthalte als Fleisch. Lebbin habe aber das Fleisch geschächteter, also völlig ausgebluteter Tiere zum Vergleich untersucht. Vor kurzem konnte Kiesgen² in meinem Institute durch Stufentitration den Beweis erbringen, daß die heute im Handel befindlichen Liebigextrakte jedenfalls keine Hydrolyse erfahren haben.

¹ Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 35, S. 412. 1918.

² Inaug.-Diss. Frankfurt a. M. 1925.

Über die Zusammensetzung des Liebigschen Fleischextraktes liegen zahlreiche Arbeiten vor. Vor allem sind es Micko¹ sowie Kutscher², welche durch sorgfältige Untersuchungen diese Frage geklärt haben.

Die allgemeine Zusammensetzung gibt Micko wie folgt an:

Wasser	Asche	Kochsalz	Organische Stoffe	Phosphorsäure (P ₂ O ₅)	Gesamt-Stickstoff
17,44%	22,19%	2,98%	60,37%	7,93%	9,27%

Die Stickstoffbilanz stellt sich wie folgt:

Ges.-N.	NH ₃ -N.	Albumosen-N.	Kreatin-N.	Purinkörper-N.
9,27%	0,39%	1,63%	1,80%	0,70%

Die Albumosen zeigen die bekannten Eigenschaften und die Zusammensetzung der Albumosen. Im nicht aussalzbaren Teil fand Micko noch Proteine, welche bei der Hydrolyse Aminosäuren lieferten, unter denen die Glutaminsäure vorwiegt. An sonstigen Aminosäuren fand Micko bei der Hydrolyse des Extraktes hauptsächlich Alanin, in geringer Menge Glykokoll und Leucin.

Die Untersuchung auf Fleischbasen lieferte in verschiedenen Proben keine konstante Zusammensetzung. Gefunden sind folgende Körper: Carnosin oder Ignotin (β -Alanylhistidin, S. 74), Carnomuscarin, Neosin, Novain und Oblitin (den Cholinbasen nahestehend), Cholin (Trimethyloxäthylammoniumhydroxyd), Neurin (Trimethylvinylammoniumhydroxyd), Methylguanidin, Phosphorfleischsäure (Nucleinsäure, S. 74). Die Purinbasen bestehen hauptsächlich aus Hypoxanthin (6-Oxypurin). In kleinen Mengen wurde auch Xanthin (2,6-Dioxy-purin) und Adenin (6-Aminopurin) gefunden.

An organischen Säuren waren vorhanden: Milchsäure und Bernsteinsäure. Letztere Säure soll sich nur bei der Fäulnis im Fleische ausbilden. Die Frage scheint aber nicht völlig geklärt zu sein. Der gute Geschmack des Fleischextraktes und die anregende Wirkung sind sicher nicht einem, sondern verschiedenen Stoffen, insbesondere den Fleischbasen und Purinderivaten zu danken, die in ihrem Zusammenwirken die genannten Eigenschaften bedingen. Man pflegt die Würzkraft des Fleischextraktes und ähnlicher Erzeugnisse am Aminosäuregehalt zu messen. Erfahrungsgemäß gehen Würzkraft und Aminosäuregehalt etwa parallel. Da die Aminosäuren in reinem Zustande derartigen Würzwert nicht besitzen, so muß man annehmen, daß die den Würzwert ausmachenden Bestandteile und die anregend wirkenden Körper parallel mit den Aminosäuren entstehen bzw. vorhanden sind.

Fleischextraktersatz. Ersatzpräparate für Fleischextrakt werden vielfach aus Rohstoffen, die billiger sind als Fleisch, in entsprechender Weise gewonnen. Hierbei findet vielfach auch die von Lebbin für den echten Fleischextrakt behauptete Hydrolyse mit Salzsäure statt. Als Rohstoffe für Fleischextraktersatz finden Fische, Muscheln, Krabben, Hefen und andere Materialien mehr Verwendung. Auch Knochenauszüge sind ohne und mit Hydrolyse (Ossosan) auf Fleischextraktersatz verarbeitet worden. In diesen Präparaten spielt natürlich der Leim oder abgebauter Leim die Hauptrolle.

Mit Ausnahme der aus Fischfleisch hergestellten Präparate lassen sich diese Ersatzerzeugnisse chemisch von echtem Fleischextrakt durch das Fehlen von Kreatin und Kreatinin unterscheiden.

¹ Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 5, S. 193. 1902; Bd. 6, S. 781. 1903; Bd. 10, S. 395. 1905; Bd. 14, H. 4, S. 253, 298. 1907; Bd. 15, H. 8, S. 449. 1908.

² Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 10, S. 528. 1905; Bd. 11, S. 582. 1906.

Wiederum sind es die Arbeiten von Micko, Kutscher, ferner Suwa¹, welche Aufklärung über die in Fisch-, Krabben- und Hefenextrakten vorhandenen Körper gebracht haben.

In Fischextrakt wurde von Suwa gefunden: Kreatin, Methylguanidin; Histidin und Ignotin nur in Spuren.

Ackermann und Kutscher² fanden in Krabbenextrakt: Betain (Trimethylglykokoll), Crangitin ($C_{13}H_{20}N_2O_4$), Neosin (dem Cholin verwandt), Methylpyridilammoniumhydroxyd (bisher nur in pflanzlichen Extrakten gefunden). Ferner viel Glykokoll, in reichlicher Menge Tyrosin, Leucin, Arginin und Lysin. Von Purinbasen war vor allem Hypoxanthin (6-Oxypurin) vorhanden. Von Säuren wurde nur Milchsäure, keine Bernsteinsäure gefunden. Ganz fehlten ferner Kreatin und Kreatinin.

In Hefenextrakten fand Micko³ eine Gummiart, ferner von Purinderivaten vor allem Adenin (6-Aminopurin). Der Menge nach folgen dann: Guanin (2-Amino-, 6-Oxypurin) und Hypoxanthin. Kreatin und Kreatinin fehlen ganz.

Fleischpeptone. Dem Fleischextrakt nahe verwandt sind die Fleischpeptone, Erzeugnisse, welche meist in flüssiger Form als Krankennährmittel in den Handel kommen. Diese Erzeugnisse werden durch Hydrolyse von Fleisch mit Salzsäure hergestellt. Sie sind von Bedeutung für Magen- und Darmkranke, indem hier die Verdauungsarbeit des Magens und des Darmes gewissermaßen vorweggenommen ist. Diese Verdauungsarbeit geht nämlich ebenfalls dahin, daß durch Enzyme und Bakterien das Eiweißmolekül des Fleisches zu Abbauprodukten aufgespalten wird.

Die Präparate kommen auch in fester Form in den Handel. So ist z. B. die Somatose der Bayerschen Farbenfabriken ein hydrolysiertes Fleisch, welches dann bis zu einem trockenen Pulver eingedampft ist.

Fleischbrühwürfel und Fleischbrüherersatzwürfel. Die Fleischbrühwürfel sind die bekannten kleinen Würfel, welche nach dem Überbrühen mit Wasser sofort eine trinkfertige, bouillonähnlich schmeckende Suppe ergeben. Sie werden hergestellt aus Kochsalz, Fleischextrakt, Fett, Gewürzen und Küchenkräutern oder Küchenkräuterausügen. Die Mischung wird mit besonderen Maschinen in Würfel geformt und dann in Papier eingeschlagen und mit einer äußeren Umwicklung versehen. Für die Herstellung von Fleischbrühwürfeln darf nur echter Fleischextrakt Verwendung finden.

Die Fleischbrüherersatzwürfel werden in ganz entsprechender Weise bereitet mit dem Unterschied, daß an Stelle von Fleischextrakt Fleischextraktersatz Verwendung findet.

Während der Kriegezeit sind die echten Fleischbrühwürfel und die Ersatzwürfel wie wenig andere Lebensmittel verfälscht worden. Die hauptsächlichste Verfälschung bestand darin, daß der Kochsalzgehalt weit über das notwendige Maß hinaus gesteigert wurde. An Stelle von Fleischextrakt und Fleischextraktersatz fand oft gebrannter Zucker Verwendung, der zwar dieselbe braune Farbe wie die Extrakte besitzt, dem aber jeder Würzwert abgeht. Damit charakterisiert sich der gebrannte Zucker als eine typische Verfälschung. Auch Mehlzusätze sind zu derartigen Würfeln gelegentlich gemacht worden, was ebenfalls eine Verfälschung bedeutet.

¹ Mitt. d. Zentralbl. f. Physiol. Bd. 22, S. 307—310. 1908 und Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 19, S. 602. 1910.

² Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 14, S. 687. 1907 und Bd. 13, S. 180. 1907.

³ Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 7, S. 257. 1904.

Während des Krieges, am 25. Oktober 1917 (RGBl. S. 969), hat der Bundesrat sich veranlaßt gesehen, eine besondere Bundesratsverordnung über den Verkehr mit Fleischbrühwürfeln und deren Ersatz zu erlassen, welche noch unverändert Geltung besitzt.

Die wichtigsten Bestimmungen dieser Verordnung sind folgende:

Echte Fleischbrühwürfel und ähnliche Erzeugnisse müssen aus Fleischextrakt, eingedickter Fleischbrühe und aus Kochsalz mit Zusätzen von Fett oder Würzen oder Gemüseauszügen oder Gewürzen bestehen. Der Gehalt an Gesamtkreatinin muß mindestens 0,45 %, an Stickstoff mindestens 3 %, an Kochsalz höchstens 65 % betragen. Zucker und Sirup dürfen nicht verwendet werden.

Fleischbrühersatzwürfel und ähnliche Erzeugnisse müssen mindestens 2 % Stickstoff und dürfen nur 70 % Kochsalz enthalten. Zucker und Sirup dürfen auch hier nicht verwendet werden. Stets muß zu ihrer Bezeichnung das Wort „Ersatz“ angewendet werden. Hierzu ist am 11. November 1924 (RGBl. S. 743) eine Ausnahme zugelassen für diejenigen Erzeugnisse, welche ihren Genußwert dem Hefeextrakt verdanken. Wenn dies aus der Bezeichnung hervorgeht, brauchen sie das Wort „Ersatz“ nicht zu tragen.

Die kleinen Packungen von Fleischbrühwürfeln und Fleischbrühersatzwürfeln müssen ohne die Packung wenigstens 4 g wiegen.

Würzen. Für die Verbesserung von Suppen und Saucen und verschiedenen anderen Speisen werden auch sog. Würzen oder Suppenwürzen verwendet. Diese Erzeugnisse stehen den Fleischpräparaten in ihrer Zusammensetzung sehr nahe. Ich behandle sie deshalb hier mit, obwohl sie meistens nicht aus Fleisch hergestellt werden. Das bekannteste Produkt dieser Art ist die Maggische Suppenwürze. Die Würzen dieser Art werden ungefähr in folgender Weise bereitet:

Casein wird mit Salzsäure hydrolysiert. Dann wird die überschüssige Salzsäure mit Soda neutralisiert, wobei natürlich erhebliche Mengen von Kochsalz entstehen. Das in der Maggiwürze vorgefundene Kochsalz ist also nicht als solches zugesetzt, sondern es entsteht bei der Fabrikation. Die Würze wird nun blank filtriert und heißt in diesem Zustande die Rohwürze. Dieser Rohwürze werden dann Suppenkräuterauszüge oder Pilzextrakte zugesetzt. Die Bereitung der Suppenkräuter- und Gemüseauszüge geschieht etwa in folgender Weise: Produkte wie Sellerie, gelbe Rüben, Zwiebeln, Petersilie usw. werden fein zerkleinert und dann mit Hilfe großer Drucke ausgepreßt. Der klar ablaufende Saft wird der Rohwürze zugesetzt. Pilzextrakt bereitet man in der Weise, daß man die zerkleinerten Pilze kocht, wobei sich große Mengen eines wässerigen Saftes ergeben. Dieser wird für sich, soweit als erwünscht, eingedampft und dann ebenfalls der Würze zugegeben.

In ähnlicher Weise werden die meisten Würzen bereitet. Nur werden dazu die verschiedensten Rohstoffe verwendet. In Frankfurt ist während der Kriegszeit sogar eine Zeitlang eine Würze aus Kuhhaaren durch Hydrolyse mit Salzsäure hergestellt worden.

Die unter Fleischextraktersatz besprochenen Fisch-, Krabben- und Hefenextrakte werden auch vielfach, anstatt sie durch Eindampfen auf Fleischextraktersatz zu verarbeiten, in uneingedicktem Zustande direkt als Würze in den Verkehr gebracht.

Während der Kriegszeit sind auch die Würzen in sehr starkem Umfange verfälscht worden. Sie wurden mit Wasser oder Kochsalzlösung gestreckt. Ferner wurde beobachtet, daß an Stelle von Würze nicht selten gebrannter Zucker verwendet oder zugesetzt wurde.

Fleischersatz. Als Fleischersatz sind in der Kriegszeit die verschiedensten Produkte in den Handel gekommen, welche heute fast völlig wieder verschwunden sind. Es wurden Würste aus Fischfleisch, aus Kaninchenfleisch und Krähenfleisch hergestellt, die hierher gehören. Auch die Hefe ist vielfach mit Rücksicht auf ihren hohen Eiweißgehalt als Fleischersatz angepriesen worden. Daß das Hefe-eiweiß aber erheblich minderwertiger als

Fleischeiweiß ist, ist schon oben erwähnt worden (S. 61). Ganz ungeeignete Fleischersatzstoffe bzw. verfälschte Produkte waren Mischungen verschiedener Mehle, insbesondere Hülsenfruchtmehle mit Kochsalz, Fleischextraktersatz und Gewürzen.

Das Reichsgesetz betr. die Schlachtvieh- und Fleischschau vom 3. Juni 1900
(RGBl. S. 547).

Die meisten Bestimmungen dieses Gesetzes interessieren mehr den Tierarzt als den Nahrungsmittelchemiker. Indessen gibt es auch eine ganze Anzahl von Bestimmungen des Gesetzes, die den Nahrungsmittelchemiker nahe angehen. Die wichtigsten Bestimmungen sind folgende:

Vor und nach der Schlachtung unterliegen die Schlachttiere, deren Fleisch zum Genusse für Menschen dienen soll, einer amtlichen Untersuchung. Fleisch im Sinne des Gesetzes sind Teile von warmblütigen Tieren, frisch oder zubereitet, sofern sie sich zum Genusse für Menschen eignen. Als Fleisch gelten auch die aus warmblütigen Tieren hergestellten Fette und Würste. Ergibt die Untersuchung des lebenden Tieres keinen Grund zur Beanstandung, so hat der Beschauer die Schlachtung zu gestatten. Ergibt sich nach der Schlachtung auch kein Grund zur Beanstandung, so muß das Fleisch als genußtauglich für Menschen erklärt werden (Abstempelung).

Ergibt die Untersuchung dagegen eine Beanstandung des Fleisches, so hat der Beschauer es vorläufig zu beschlagnahmen und hiervon dem Besitzer und der Polizeibehörde Mitteilung zu machen. Derartiges Fleisch darf als Nahrungsmittel für Menschen nicht in den Verkehr gebracht werden. Die Polizeibehörde kann unter gewissen Sicherungsmaßnahmen die Verwendung des Fleisches zu anderen Zwecken gestatten. Ist dieses nicht möglich, so ist das Fleisch von der Polizeibehörde in unschädlicher Weise zu beseitigen. Fleisch, welches bei der Untersuchung nur als bedingt tauglich für den menschlichen Genuß erkannt wird, ist ebenfalls vorläufig zu beschlagnahmen und der Polizeibehörde zu melden. Diese bestimmt, unter welchen Voraussetzungen das Fleisch zum Genusse für den Menschen dienen kann (z. B. Abkochung und Verkauf auf der Freibank). Fleischhändlern, Gast-, Schank- und Speisewirten ist der Vertrieb und die Verwendung derartigen Fleisches nur mit Genehmigung der Polizeibehörde gestattet. In den Geschäftsräumen dieser Personen muß eine deutlich erkennbare Inschrift vorhanden sein, welche auf die Verwendung derartigen Fleisches aufmerksam macht.

Die Einfuhr von Fleisch in luftdicht verschlossenen Büchsen oder ähnlichen Gefäßen, von Würsten oder sonstigen Gemengen von zerkleinertem Fleisch in das Zollinland ist verboten.

Frisches Fleisch darf nur in ganzen Tierkörpern, die bei Rindvieh, ausschließlich der Kälber, und bei Schweinen in Hälften zerlegt sein können, eingeführt werden. Mit dem Tierkörper müssen die inneren Organe noch in natürlichem Zusammenhang stehen.

Von dieser Bestimmung sind erstmalig am 4. August 1914 Erleichterungen und Ausnahmebestimmungen getroffen worden. Diese Einfuhrerleichterungen, die sich in der Hauptsache auf Gefrierfleisch beziehen, wurden durch eine Verordnung der Reichsregierung vom 2. November 1923 vorläufig bis zum 31. Dezember 1933 und weitere Erleichterungen für die Einfuhr von inneren Organen und anderen Terteilen bis zum 31. Dezember 1928 verlängert (S. 88).

Alles in das Zollinland eingeführte Fleisch unterliegt bei der Einfuhr einer amtlichen Untersuchung (Fleischbeschaustellen). Die Einfuhr darf nur über bestimmte Zollämter erfolgen.

Der Vertrieb von Pferdefleisch ist Fleischhändlern, Gast-, Schank- und Speisewirten nur mit Genehmigung der Polizeibehörde gestattet. In den Geschäftsräumen dieser Personen muß wiederum ein Anschlag vorhanden sein, der auf die Verwendung von Pferdefleisch hinweist.

Bei der gewerbmäßigen Zubereitung von Fleisch dürfen Stoffe, die der Ware eine gesundheitsschädliche Beschaffenheit zu verleihen vermögen, nicht angewendet werden. Der Bundesrat bestimmt die Stoffe, welche verboten sind. Auf Grund dieser Bestimmung hat der Bundesrat am 18. Februar 1902 (RGBl. S. 48) und am 4. Juli 1908 (RGBl. S. 470) folgende Stoffe verboten:

Borsäure und deren Salze, Formaldehyd und solche Stoffe, die bei ihrer Verwendung Formaldehyd abgeben, Alkali- und Erdalkalihydroxyde und -Carbonate, schweflige Säure und deren Salze sowie unterschweflige Säure Salze, Fluorwasserstoff und dessen Salze, Salicylsäure und deren Verbindungen, chloresäure Salze, Farbstoffe jeder Art, unbeschadet ihrer Verwendung bei der Margarine und der Hüllen derjenigen Wursthwaren, bei denen die Färbung herkömmlich und als künstlich ohne weiteres erkennbar ist (süddeutsche Gelbwurst).

Der Bundesrat hat in den Ausführungsbestimmungen genaue Anweisungen für die Untersuchung und weitere Behandlung des Fleisches und Fettes gegeben.

Eier.

Als menschliche Nahrungsmittel finden verschiedene Arten von Eiern Verwendung. Die weitaus größte Rolle spielen die Hühnereier, daneben kommen aber auch die Eier von Gänsen, Enten, Tauben und Kiebitzen in Betracht und ferner die Eier gewisser Fischarten, welche unter dem Namen Kaviar in den Handel kommen.

Die Hühnereier.

Die Hühnereier können sehr verschieden groß sein. Im allgemeinen schwankt das Gewicht eines Eies zwischen 30—70 g und beträgt im Mittel etwa 50 g.

Zusammensetzung der Hühnereier. Die Eier bestehen aus drei verschiedenen Teilen: aus der Schale, dem Eiweiß und dem Eidotter. In runden Zahlen machen die Schalen etwa 12, das Eiweiß etwa 58 und der Dotter etwa 30% des Gewichtes der Hühnereier aus.

Die Eierschalen bestehen größtenteils aus mineralischer Substanz, welche mit geringen Mengen von organischen Bestandteilen durchsetzt ist. Die Hauptmasse der mineralischen Substanz ist kohlenaurer Kalk. Nach König schwankt die Zusammensetzung der Eierschalen etwa zwischen folgenden Zahlen: 89 bis 97% kohlenaurer Kalk, 0—2% Magnesiumcarbonat, 0,5—5% Calcium- und Magnesiumphosphat und 2—5% organische Substanz.

Die Eierschalen sind von dem Eiinhalt getrennt durch ein zartes, feines Häutchen, welches aus Keratin besteht. Dieses ist ein zur Gruppe der proteinähnlichen Stoffe gehöriger Körper (S. 20).

Das Eiweiß ist eine weißgelbliche, dickflüssige Masse von leicht alkalischer Reaktion, die von ebensolchen Keratinhäutchen durchsetzt ist, wodurch sie zusammengehalten wird. Beim Erhitzen auf 75—80° gerinnt das Eiweiß. Die Zusammensetzung von Eiweiß ist im Mittel nach König etwa die folgende:

Wasser	85,61%
Stickstoffsubstanz	12,77%
Fett	0,25%
Reduzierende Substanz (berechnet als Milchzucker)	0,70%
Asche	0,67%

Die 12—13% Stickstoffsubstanz bestehen aus drei verschiedenen Eiweißkörpern, unter denen das Ovoalbumin das vorherrschende ist. Außer dem Ovoalbumin ist auch in geringen Mengen ein Ovoglobulin vorhanden, endlich ein Ovomuroid. Dieses macht etwa 1,5% der Lösung und etwa den 8. Teil der organischen Stoffe aus. Es ist auch in anderen Eiern gefunden worden. Die Mucoide enthalten, wie oben erwähnt, Glucosamin (S. 18). Auch Ovoalbumin soll beträchtliche Glucosaminmengen enthalten (15%).

Nach O. Cohnheim¹ sind in 100 g Eieralbumin folgende Aminosäuren gefunden worden:

Alanin	2,1 g	Phenylanilin	4,4 g
Leucin	6,1 g	Tyrosin	1,1 g
Asparaginsäure	1,5 g	Tryptophan	viel
Glutaminsäure	9,1 g	Cystin	0,29 g
Prolin	2,25 g	Ammoniak	1,5 g.

Auffallend ist an diesen Zahlen vor allen Dingen die Tatsache, daß das Eieralbumin kein Glykokoll zu enthalten scheint. Den Tryptophangehalt des Eieralbumins fanden Verf. und Alt² zu 1,24%.

¹ Chemie der Eiweißkörper. 3. Aufl. Braunschweig 1911.

² Biochem. Zeitschr. Bd. 164, S. 135. 1925.

Die Mineralstoffe des Eierklars bestehen vorwiegend aus Kalium- und Natriumchlorid. Daneben sind geringe Mengen von Calcium- und Magnesiumphosphaten, sowie Spuren von Eisenoxyd, Schwefelsäure und Kieselsäure vorhanden.

Außerdem kommen im Eierklar noch geringe Mengen anderer Körper, wie Spuren von Lutein, Lecithin, Cholesterin und zuckerähnliche Verbindungen vor. Das Eiklar enthält alle drei Vitaminarten, aber nur in Spuren. Kojo¹ fand im Eiweiß 0,55% Traubenzucker = etwa 4,5% berechnet auf Trockensubstanz. Enzyme fehlen im Eierklar.

Der Eidotter ist von dem Eiweiß wiederum durch ein zartes Keratinhäutchen getrennt. Er ist die bekannte dickflüssige, gelbe Masse, welche leicht alkalisch reagiert und beim Erhitzen auf 75–80° gerinnt. Die Zusammensetzung des Eidotters ist nach König im Mittel etwa folgende:

Wasser	50,93%	Reduzierende Substanz	0,29%
Stickstoffsubstanz	16,50%	Asche	1,02%
Fett	31,71%		

Die Zusammensetzung des Eidotters unterscheidet sich also recht wesentlich von der Zusammensetzung des Eierklars. Vor allen Dingen enthält der Eidotter einen sehr erheblichen Fettgehalt, während demgemäß der Wassergehalt entsprechend geringer ist. Die Stickstoffsubstanz des Eidotters besteht vorwiegend aus Ovovitellin. Dieses Ovovitellin ist vielfach für ein Globulin gehalten worden, was daher rührt, daß es ebenso wie das Globulin die Eigenschaft hat, im Wasser unlöslich, in Salzlösungen aber löslich zu sein. Es ist aber in Wirklichkeit ein Nucleoalbumin, weil bei der Pepsinverdauung ein Pseudonuclein entsteht. Es ist ferner kein reines Protein, sondern mit Lecithin verbunden.

Im Eidotter sind verschiedene Enzyme, und zwar eiweiß-, fett- und lecithinspaltende aufgefunden worden. Unter der Stickstoffsubstanz sind endlich Phosphatide, insbesondere Lecithin, aber auch eine Reihe von Phosphatiden, die nicht Lecithin sind, und Purinbasen in geringer Menge vorhanden. An Kohlenhydraten finden sich wahrscheinlich Spuren von Glucose. Kojo gibt den Gehalt des Dotters an diesem Körper zu 0,27 = etwa 0,55% der Trockensubstanz an. In beträchtlichen Mengen enthält der Eidotter Cholesterin. Der gelbe Farbstoff des Eidotters ist das Lutein. Nach den Forschungen von Willstätter² steht das Lutein in naher Beziehung zum Xanthophyll, einem gelben Farbstoff der Pflanzen. Es ist in weiterem Sinne verwandt mit dem Chlorophyll der grünen Pflanzen und dem Hämoglobinfarbstoff des Blutes (S. 235).

Die Zusammensetzung der Asche des Eidotters unterscheidet sich wiederum sehr erheblich von der Zusammensetzung der Asche des Eierklars. Während letztere hauptsächlich aus Chloriden der Alkalien besteht, ist die Dotterasche vornehmlich aus Phosphaten des Kalks, des Kaliums, des Natriums und des Magnesiums gebildet. Auch Eisenverbindungen sind in der Dotterasche in nicht unbedeutenden Mengen vorhanden, während der Gehalt an Chloriden sehr gering ist. Daneben finden sich noch Spuren von Kieselsäure.

Der Eidotter enthält ferner viel A-Vitamin, reichliche Mengen B-Vitamin und Spuren von C-Vitamin. Im allgemeinen ist der Eidotter um so reicher an A-Vitamin, je gelber er ist. Das würde die alte Volksansicht bestätigen, daß die tief gelb gefärbten Eier wertvoller sind als heller gelbe.

¹ Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 75, S. 1–12. 1911 und Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 26, S. 357. 1913.

² Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 76, S. 214–225. 1911/12 und Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 26, S. 357. 1913.

Jedes Ei enthält am stumpfen Ende eine Luftkammer. Die physiologische Bedeutung dieser Kammer liegt darin, daß nach der Bebrütung dem jungen Hühnchen für die Atmung die notwendige Luftmenge geboten wird.

Verderben und Konservierung der Eier. Die Eierschalen enthalten feine Poren, die sehr klein sind, aber doch eine genügende Größe besitzen, um den Zersetzern der Nahrungsmittel, den Bakterien und Schimmelsporen den Durchtritt zu gestatten. Das Verderben der Eier, welches bei längerer Aufbewahrung immer erfolgt, geht also auch hier wieder von diesen Lebewesen aus. Sie dringen durch die Poren der Schale hindurch, treten zum Eiinhalt zu und zersetzen ihn, wobei alle möglichen Abbauprodukte des Eiweißes entstehen. Da die Eier ziemlich reich an Schwefelverbindungen sind, so tritt bei dieser Zersetzung stets Schwefelwasserstoffgas auf, dessen widerwärtigen Geruch man mit der Bezeichnung „Geruch nach faulen Eiern“ zuerst charakterisiert hat.

Die Konservierungsmethoden, welche angewendet werden, müssen also wiederum darauf Bedacht nehmen, die Bakterien fernzuhalten oder ihr Wachstum zu verhindern. Man kann danach die für die Eiekonservierung angewendeten Verfahren in vier verschiedene Gruppen gliedern, nämlich trockene Aufbewahrung in gekühlten Räumen, Umhüllung oder Imprägnierung der Eierschale, Einlegung in trockene, sterile Substanzen und Einlegung in konservierend wirkende Flüssigkeiten mit oder ohne Verstopfung der Poren der Schale.

Das Kälteverfahren

beruht darin, daß man die Eier in gekühlte Räume bringt, bei denen die Verderber des Eiinhaltes zwar nicht absterben, aber sich nicht zu entwickeln vermögen. Das Prinzip dieses Verfahrens ist ganz dasselbe wie bei der Fleischkonservierung. Von Bedeutung ist es, daß die gekühlten Räume nicht zu trocken sind, und daß sie mit frischer Luft durchspült werden. Das Verfahren wird im großen durchgeführt in modernen Kühlhäusern, in denen die Temperatur auf 0° heruntersetzt ist und die eingelagerten Eier mit frischer Luft von 80% relativer Feuchtigkeit umspült werden.

Die Verfahren der

Umhüllung oder Imprägnierung

der Eier bezwecken, die Luft möglichst von dem Eiinhalt durch die Umhüllung fernzuhalten. So umwickelt man die Eier mit Papier, bestreicht sie mit Gummi, mit Vaseline, Paraffin, Dextrin, Schellack, Leinöl, Firnis, Wachs, reibt sie mit einer Speckschwarte ein und vieles andere mehr. Diese Verfahren sind alle mehr oder weniger unsicher.

Das Einlegen in sterile Substanzen

wird hauptsächlich mit Kochsalz und Holzäsche geübt. In ein großes Gefäß bringt man immer abwechselnd eine Lage Kochsalz bzw. Asche und Eier, so daß die einzelnen Eier sich nicht berühren. Oben wird eine starke Materialschicht ohne Eier aufgefüllt. Da Kochsalz und Asche nach der Art ihrer Herstellung frei von Bakterien sind, so werden Bakterien vom Eiinnern abgehalten. Die Ergebnisse sollen mit diesem Verfahren gute sein.

Die am meisten angewandte Eiekonservierung ist aber das Einlegen der Eier in **desinfizierend wirkende Flüssigkeiten**. Alle möglichen Stoffe sind schon für diese Zwecke angewendet worden, so Borax, Salicylsäure, Glycerin, Kochsalz u. a. m. Alle diese Stoffe wirken unsicher. Die am meisten verwendeten Körper, die auch am sichersten wirken, sind der Kalk und das Wasserglas.

Das Kalkverfahren.

Man bereitet eine klare Kalkwasserlösung oder eine Kalkmilch mit geringem Überschuß an ungelöstem Kalk und bringt die Eier in diese Flüssigkeit. Die Wirkung beruht einmal auf der bakterientötenden Kraft einer derartigen Kalklösung, dann auch darauf, daß sich eine Verstopfung der Poren durch kohlen sauren Kalk ergibt. Aus dem Eiinnern entwickelt sich nämlich immer etwas Kohlensäure, die mit Kalk zusammen in den Poren in Form von kohlen saurem Kalk niedergeschlagen wird.

In Kalk eingelegte Eier bleiben lange Zeit frisch und wohlschmeckend. Auf die Dauer tritt aber der Kalk auch zum Eiinhalt zu, womit sich ein unangenehmer Geschmack ergibt. Äußerlich sind Kalkeier an einer stumpfen Schale und Kalkflecken auf der Schale kenntlich.

Das Wasserglasverfahren.

Man bringt die Eier in eine Wasserglaslösung, die etwa 1% Natriumsilicat enthält. (Die käufliche Wasserglaslösung [10⁰/₀] etwa zehnfach verdünnt.) Die konservierende Wirkung beruht wiederum in der alkalischen Reaktion und in der Verstopfung der Poren durch Bildung von schwer löslichen Silicaten in der Schale. Die Wasserglaseier bleiben reiner im Geschmack als die Kalk-eier. Das Verfahren ist nach zahlreichen Beobachtungen das beste Eierkonservierungsverfahren.

Allen Verfahren, bei denen die Poren der Schalen verstopft werden, ist der Nachteil gemeinsam, daß die Eierschalen beim Kochen der Eier platzen. Das ist nicht verwunderlich, da die im Innern der Schale in der Luftkammer vorhandene Luft sich beim Erwärmen natürlich ausdehnt und, da sie nicht wie beim frischen Ei durch Poren entweichen kann, durch den entstehenden Druck die Schale zum Platzen bringt. Man kann aber das Platzen der Schale oft vermeiden, wenn man vor dem Kochen an einem oder beiden Enden des Eies in die Eierschale mit einer Nadel einen feinen Stich macht. Die dadurch entstandenen Öffnungen genügen, um der Luft Gelegenheit zum Austritt zu geben.

Eierprüfung.

Die Feststellung, ob ein Ei frisch oder alt bzw. verdorben ist, kann auf zwei Wegen geschehen, nämlich

1. durch das Eintauchen des Eies in Kochsalzlösung und
2. mit Hilfe der Durchleuchtung mit einer elektrischen Lampe.

Das erste Verfahren beruht in folgendem: Wie oben erwähnt, enthalten alle Eier eine Luftkammer. Durch Wasserverdunstung durch die Poren der Schalen hindurch wird nun diese Luftkammer beim Aufbewahren an der Luft immer größer. Die Eier verlieren fortgesetzt an Gewicht. Da das Volumen der Eier durch die Schale sich nicht verändern kann, so besagt dieser Umstand, daß das spezifische Gewicht der Eier beim Aufbewahren immer geringer wird. Das spezifische Gewicht eines frischen Eies schwankt etwas, es liegt im Mittel bei 1,0845. Stellt man an die Qualität der Eier ganz hohe Anforderungen, so muß man verlangen, daß das Ei noch untersinkt in einer zehnpromzentigen Kochsalzlösung, mindestens soll es aber untersinken in einer sechspromzentigen Kochsalzlösung. Es sei aber hinzugefügt, daß diese Probe nicht in allen Fällen sicher ist. Es kommen, wenn auch selten, frische Eier vor, welche von vornherein eine abnorm große Luftkammer enthalten und sich also anormal verhalten können. Mit voller Sicherheit kann durch die Durchleuchtung aber erkannt werden, ob es sich um ein frisches oder altes Ei handelt. Man kann die Durchleuchtungsprobe auch in einfacher Weise in der Hand vornehmen.

Nimmt man das zu untersuchende Ei so in die Hand, daß das Eiende an das Auge, das andere gegen eine Lichtquelle gehalten wird, wobei man sich am besten in einem dunklen Zimmer befindet, so erscheinen frische Eier hell, alte trübe und dunkel. Besser verwendet man hierfür einen Durchleuchtungsapparat, welcher einfach aus einer elektrischen Lampe bestehen kann, die vollkommen in eine Blechhülse eingeschlossen ist. In diese Hülse ist ein runder Ausschnitt gemacht, in die ein Ei mit der flachen Seite hineingelegt werden kann, so daß es die Öffnung vollkommen abschließt. Man dreht nun das Ei über der Öffnung und beobachtet dabei, daß frische Eier vollkommen gleichmäßig durchscheinend und ohne alle Flecken sind. Bei Eiern, die von Bakterien befallen sind, zeigen sich kleine, runde, schwarze Stellen, die sehr deutlich zu sehen sind. Auch sind verdorbene Eier oder alte Eier viel weniger durchscheinend als frische. Auch angebrütete Eier zeigen bei der Durchleuchtungsprobe große schwarze Stellen.

Trockenei. Trockenei-Erzeugnisse sind schon seit längerer Zeit im Handel. Zunächst wurden in eierproduzierenden Ländern, die bei der Verfrachtung der Frischeier entstehenden Brucheier in ziemlich primitiver Weise getrocknet. Diese getrockneten Produkte wurden, da es sich um eine meist minderwertige Ware handelte, nur zu technischen Zwecken und nicht für Nahrungsmittelzwecke verwendet. Anfang dieses Jahrhunderts begann man in dem reichen China die Herstellung von Trockenei auf einer rationellen Grundlage. Auch in anderen Ländern begann man etwa um diese Zeit Trockenei für Nahrungsmittelzwecke herzustellen. Für die Herstellung des getrockneten Produktes wurden aber zunächst hohe Temperaturen angewendet, die das Eiweiß völlig koagulierten. Die Produkte glichen deshalb mehr dem gekochten Ei, sie hatten daher das geschätzte Lockerungsvermögen des frischen Eies vollkommen eingebüßt. Erst als man lernte, durch die Zerstäubungsverfahren hohe Hitzegrade zu vermeiden, kamen wirklich gute Produkte auf den Markt. Diese Erzeugnisse führen den Namen Spritz- (Spray-) ware. Heute werden solche Produkte sowohl nach dem Truefoodverfahren, als nach dem Krauseverfahren, als auch wohl nach noch anderen ähnlichen Verfahren gewonnen. Für die Art der Ausführung der Zerstäubung sei auf das Kapitel Trockenmilch (S. 130) verwiesen. Das Krauseverfahren ist hier ausführlich beschrieben. Die Eintrocknung geschieht grundsätzlich in derselben Weise. Diese Erzeugnisse sind vollkommen löslich und stehen auch in ihrem Lockerungsvermögen dem frischen Ei nahe.

Trockenei wird heute zur Herstellung von Eiernudeln, Eierlikören, zur Herstellung von Rühreiern, Pfannkuchen, Mayonnaisen und Gebäcken im Haushalt, sowie in der Margarineindustrie und im Bäcker- und Konditoreigewerbe in umfangreichem Maße verwendet.

Neben dem Trockenei finden sich auch flüssige Eikonserven im Handel, die mit Konservierungsmitteln, meist Borsäure, versetzt werden und hauptsächlich zur Verwendung bei der Nudelfabrikation und im Bäckereigewerbe Verwendung finden. Die Borsäure ist in den Ausführungsbestimmungen zum Fleischbeschaugesetz als gesundheitsschädlich bezeichnet. Demgemäß müßte sie eigentlich auch zur Herstellung von Eikonserven nach § 12 des Nahrungsmittelgesetzes unzulässig sein. Es ist aber zu bedenken, daß diese Konserven Nudeln und Bäckereierzeugnissen nur in geringer Menge zugesetzt werden, so daß die mitgenossene Borsäure wohl kaum Gesundheitsschädigungen zu bewirken vermag. Deshalb hat auch der preußische Minister des Innern in seinem Erlaß vom 9. März 1922 die nachgeordneten Behörden darauf hingewiesen, daß vom Standpunkt der öffentlichen Gesundheitspflege gegen die Zulassung von borsäurehaltigen Eikonserven keine ernsthaften Bedenken geltend zu machen

seien, sofern sie für Nudelfabrikation und im Bäckereigewerbe Verwendung finden¹. Für den allgemeinen Gebrauch, beispielsweise im Haushalt, bestehen die gesundheitlichen Bedenken aber durchaus zu Recht. Auch in Trockenei wird bisweilen Borsäure angetroffen. Für die Haltbarmachung von Trockenei ist dieser Stoff aber durchaus unnötig. Borsäurehaltiges Trockenei ist also immer verdächtig, aus solchen flüssigen konservierten Produkten, die vielleicht deshalb getrocknet wurden, weil sie nicht mehr einwandfrei waren, hergestellt zu sein.

An Stelle von Borsäure wird den Eikonserven auch oft die als ungiftig anzusehende Benzoessäure zur Konservierung zugesetzt.

Auch das einwandfrei hergestellte Eipulver unterliegt aber gewissen Zersetzungen. Durch den hohen Fettgehalt stellen sich bei längerer Lagerung Zersetzungen ein, welche mit dem Ranzigwerden des Fettes zusammenhängen. Auch Eiweißzersetzungen scheinen sich allmählich einzustellen, die mit dem Auftreten eines bitteren Geschmackes einhergehen. Die Frage ist noch nicht geklärt.

Die mittlere Zusammensetzung guter Eipulver ist nach Sudendorf und Penndorf² im Mittel folgende:

Wasser	Asche	N-Substanz	Ätherextrakt (Fett)
6,33%	4,02%	40,90%	41,61%

Gutes Eipulver soll, mit Wasser übergossen, soweit löslich oder quellbar sein, daß eine vollkommen homogene, eiähnliche, flüssige Masse entsteht. Der Geschmack muß rein eiartig sein. Jeder fremde bittere oder kratzende Nachgeschmack deutet auf Zersetzung hin.

Eine Unlauterkeit, welche bisweilen im Handel mit diesen Trockeneiprodukten angetroffen wird, besteht darin, daß sie insofern irreführende Bezeichnung tragen, als beim Publikum über die Menge der Packung im Vergleich mit frischen Eiern falsche Vorstellungen erweckt werden. Wenn z. B. die Angabe gemacht wird, daß eine Packung 4 frischen Eiern entspricht und diese Packung in Wirklichkeit nur 10 g wiegt, so ist dieses grob irreführend, weil die Trockenmasse von einem Ei etwa 10 g ausmacht. Auch die häufig zur Entschuldigung nachträglich angebrachte Angabe, daß es sich hier nicht um deutsche, sondern chinesische Eier handle, die viel kleiner seien, ist nicht stichhaltig. Denn wenn keine Irreführung damit verbunden sein soll, so muß dem Verbraucher eben gesagt werden, daß es sich um 4 kleine Eier von einem Viertel der Größe der deutschen Eier handle.

Ei-Ersatz. Die Ei-Ersätze haben während der Kriegszeit eine nicht unerhebliche Rolle gespielt. Während die meisten sonstigen Kriegsersatzlebensmittel heute aus dem Handel vollständig wieder verschwunden sind, haben sich einige Ei-Ersatzprodukte auch heute noch im Verkehr erhalten.

Das Ei bewirkt in der Küche bei der Zubereitung der Speisen folgendes:

1. Erteilt es den Speisen einen angenehmen Geschmack und einen hohen Nährwert infolge des hohen Eiweiß- und Fettgehaltes.

2. Vergrößert das Eiweiß beim Erhitzen sein Volumen stark. Die mit Ei bereiteten Speisen werden deshalb lockerer.

3. Besitzt das Eiweiß ein Bindevermögen, so daß mit Eizusatz zubereitete Speisen leichter gebunden werden.

4. Erteilt es den damit bereiteten Speisen die beliebte gelbe Färbung.

¹ Diese Erlaubnis soll aber nur bis zum 31. März 1928 gelten. (Erl. des preuß. Min. f. Volkswohlfahrt vom 9. Mai 1927.)

² Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 47, S. 43. 1924.

Diese vier Wirkungen bemühen sich die brauchbaren Ei-Ersatzmittel nachzuahmen. Den Nährwert sucht man durch Verwendung von Eiweiß anderer Art, z. B. Trockenmilch, Casein, Kleber zu ersetzen. Zur Erzeugung der Bindefähigkeit werden auch Mehl- oder Stärkezusätze gemacht. Das Auflockerungsvermögen wird in allen Fällen durch einen Zusatz von Backpulver zu erreichen versucht. Die Gelbfärbung wird stets durch einen gelben Farbstoff erreicht. Die brauchbaren Ei-Ersatzmittel bestehen deshalb aus Mischungen von Eiweiß, unter Umständen mit kleinen Mehl- oder Stärkezusätzen, einem Backpulver und gelber Farbe. Nach der Ersatzmittelgesetzgebung, die im Kriege Gültigkeit hatte, mittlerweile aber wieder aufgehoben worden ist, durften nur solche Produkte als Ei-Ersatz bezeichnet werden, welche wirklich den Nährwert des Eies einigermaßen zu ersetzen vermochten, also mindestens einen hohen Eiweißgehalt besaßen. Bei allen anderen Produkten, die nur die küchentechnische Eigenschaft des Eies ersetzten, durfte das Wort Ei in der Bezeichnung nicht vorkommen. Es mußte ferner ausdrücklich darauf hingewiesen werden, daß das Erzeugnis nur die küchentechnischen Eigenschaften der Eier zu ersetzen vermöchte, wenn in Beschreibungen oder Gebrauchsanweisungen auf Eier Bezug genommen wurde. Die Ersatzmittelgesetzgebung ist zwar wieder aufgehoben, indessen können diese Normen auch heute noch als die normale Beschaffenheit der Ei-Ersätze gelten. Abweichungen von dieser Beschaffenheit sind als Verfälschung im Sinne des Nahrungsmittelgesetzes anzusehen.

Derartige verfälschte Ei-Ersätze waren während der Kriegszeit viel im Handel. Sie bestanden in der Hauptsache aus gefärbtem und mit einem Backpulver versetzten Mehl oder gar aus gefärbter und mit einem Backpulver versetzter Kreide.

Kaviar.

Mit dem Namen Kaviar bezeichnet man gewisse Eier weiblicher Fische aus der Familie der Störe. Der wichtigste Kaviarfisch ist der Beluga oder Hausen, der in großen Mengen besonders die russischen Ströme und Seen bevölkert. Das Haupterzeugungsland für Kaviar ist daher Rußland.

Der Rogen wird dem Fisch entnommen und dann geschlagen oder durch Siebe gepreßt. Zweck dieser Behandlungsart ist die Entfernung der Häutchen des Eierstockes und die Bloßlegung der Eier. Die Eier werden dann stark oder weniger stark gesalzen, von der überschüssigen Salzlake abgepreßt und nun verpackt. Der beste Kaviar ist Malosolkaviar, d. h. wenig gesalzener Kaviar (bis 5% NaCl). Die übliche Handelsware ist der Preß- oder Serviettenkaviar, der seinen Namen von der Verpackung in mit Serviettenstoff ausgelegten Kisten führt. Der Stör aus der Nord- und Ostsee wandert zur Laichzeit die großen deutschen Ströme hinauf. Auch hier wird er gefangen und auf Kaviar verarbeitet. Es ist dies der sog. Elb-Kaviar, welcher aber erheblich minderwertiger ist als der russische Kaviar. Auch in Amerika wird Kaviar hergestellt, der aber ebenfalls nicht so gut ist wie der russische Kaviar, sondern etwa denselben Wert hat wie der Elb-Kaviar. Daß diese Sorten geringwertiger sind, hängt damit zusammen, daß der Rogen zur Zeit der Fanges zu reif oder zu wenig reif ist.

Die Zusammensetzung von russischem Kaviar ist nach J. König im Mittel folgende:

Wasser	46,06%
Eischalen (Stickstoff \times 6,25)	3,09%
Albumin (Stickstoff \times 6,25)	3,37%
Ichthulin (Stickstoff \times 6,25)	15,55%
Basen und Aminosäuren	7,50%
Fett	16,12%
Asche	8,31%

Das Fett hat im Mittel eine Jodzahl von 133,9, eine Verseifungszahl von 87,1. Es besitzt einen Cholesteringehalt von 3,9 und einen Lecithingehalt von 6,7%.

Die Proteinstoffe des Kaviars bestehen also zum größten Teil aus Ichthulin, einem Phosphoglykoprotein, welches in kristallinen Gebilden auch in anderen Fischeiern vorkommt. König fand ferner Xanthin und an sonstigen Basen Kreatinin, Thymin und Taurin, an Aminosäuren l-Tyrosin und Glykokoll. Die Mineralstoffe des ungesalzenen Rogens bestehen nach demselben Autor ziemlich gleichmäßig aus Kali und Natronsalzen, und zwar Phosphaten und Chloriden.

Guter Kaviar soll aus gleichmäßig großen Eiern bestehen, die nicht schmierig, sondern unverletzt sind und nicht dunkel, sondern hell gefärbt sind. Guter Kaviar soll auf Lackmuspapier eine amphotere Reaktion zeigen. Der Gehalt an freien Fettsäuren ist in schlechteren Sorten ziemlich beträchtlich. Auch nimmt der Gehalt an freien Fettsäuren beim Aufbewahren schnell zu. Ein Kaviar, der 1,5–2% freie Fettsäuren enthält, ist nach Lebbin schon sehr geringwertig. 3–4% freie Fettsäuren charakterisieren den Kaviar schon sicher als verdorben. Ein in den Inflationszeiten in Frankfurt im Handel häufiger angetroffenes Erzeugnis, welches als Kaviar verkauft wurde, bestand aus mit Ruß geschwärzten Heringseiern.

Die Milch.

Von den verschiedenen Milcharten spielt für die menschliche Ernährung die Kuhmilch die größte Rolle. Wenn man schlechthin von Milch spricht, so meint man immer die Kuhmilch. Wenn andere Milcharten gemeint sind, so wird dies besonders zum Ausdruck gebracht.

Die Entstehung der Milch ist auch heute noch nicht völlig geklärt. Indessen scheint so viel festzustehen, daß die Milch kein einfaches Filtrationsprodukt des Blutes ist, wie man früher angenommen hat, sondern daneben spielen die Zerfallsprodukte der Zellen der Milchdrüse eine große Rolle. Hierfür sprechen eine Reihe von Umständen. In der Milch herrschen ebenso wie in den Geweben die Kalisalze vor, während im Blut die Natronsalze vorherrschend sind. In der Colostralmilch lassen sich zerfallene Zellen der Drüsensubstanz direkt mikroskopisch nachweisen. Endlich ist der Haupteiweißkörper der Milch, das Casein, ein Nucleoalbumin; ähnliche Nucleoverbindungen spielen in den Zellkernen eine große Rolle.

Äußere Beschaffenheit und Verhalten der Milch.

Die weiße Farbe der Milch rührt vornehmlich von fein verteiltem Fett her. Verteilt man einen Tropfen Öl durch Schütteln in einer alkalischen Flüssigkeit in feinste Tröpfchen, so nimmt diese Emulsion eine vollkommen weiße Milchfarbe an. Milch, welcher das Fett mehr oder weniger entzogen ist, verliert deshalb auch die stark weiße Farbe und nimmt eine mehr bläuliche Farbe an.

Frische Milch läßt sich kochen, ohne daß sie gerinnt. Nur da, wo die Milch mit der Luft in Berührung ist, entsteht ein Gemenge von geronnenem Eiweiß mit anderen Milchbestandteilen, welches sich in Form einer zusammenhängenden Haut, der sog. Kochhaut, abscheidet. Diese Kochhaut wird vielfach mit Rahm verwechselt. Sie ist kein Rahm bzw. braucht kein Rahm zu sein. Sie kann auch viel Rahm enthalten, wenn die Milch vorher aufgerahmt hatte. Im übrigen ist nach W. Friese¹ die Zusammensetzung der Kochhäute sehr schwankend und von vielen Faktoren abhängig.

¹ Milchwirtschaftliche Forschungen. Bd. 1, S. 316. 1924.

Eine gekochte Milch nimmt einen eigenartigen Geschmack an, der es ermöglicht, schon durch den Geschmack frische und gekochte Milch voneinander zu unterscheiden. Dieser Kochgeschmack der Milch rührt her von einer leichten Zersetzung des Milchzuckers. Es bilden sich dabei caramelartige Umsetzungserzeugnisse, die den Kochgeschmack bedingen. Auch andere Umstände, wie Austreibung gewisser Riechstoffe der Milch dürften bei der Entstehung des Kochgeschmackes mitwirken.

Läßt man eine Milch einige Zeit ruhig stehen, so rahmt sie auf, d. h. es bildet sich an der Oberfläche der Milch eine gelbe Rahmschicht aus. Die Erscheinung findet ihre Erklärung darin, daß die feinen Fetttröpfchen der Milch, welche ja leichter als Wasser sind, sich nach oben bewegen und in der oberen Schicht der Milch sich ansammeln. Für viele praktische Zwecke ist dieses Aufrahmen der Milch unerwünscht. Man hat deshalb auch ein Verfahren erfunden, welches es gestattet, die Milch so zu behandeln, daß ein Aufrahmen nicht mehr stattfindet. Man nennt es das Homogenisieren. Bei diesem Homogenisieren werden die Milchtröpfchen durch einen besonderen Apparat, die Homogenisierungsmaschine, in außerordentlich kleine Teilchen zerrissen. Diese kleinen Teilchen haben nun ein so geringes Gewicht, daß der Reibungswiderstand an den übrigen Milchbestandteilen größer wird als das Bestreben des Tröpfchens, nach oben zu steigen. Infolgedessen kann eine so homogenisierte Milch in praktisch in Frage kommenden Zeiten überhaupt nicht mehr aufrahmen. Die Fetttröpfchen bleiben in der Schwebe.

Wenn eine Milch eine Zeitlang an der Luft steht, insbesondere bei wärmerer Temperatur, so fängt sie allmählich an sauer zu riechen und zu schmecken. Nach einiger Zeit koaguliert dann das Casein, und die Milch trennt sich in einen unlöslichen Bestandteil, das Koagulum, und ein darüberstehendes oder ein dazwischen stehendes trübes Serum. Die Ursache dieser Erscheinung sind die Milchsäurebakterien. Milchsäurebakterien sind überall da, wo mit Milch gearbeitet wird. Sie sind deshalb auch stets in der Stallluft vorhanden, und es ist praktisch unmöglich, eine Milch zu gewinnen, ohne daß sie sofort mit Milchsäurebakterien infiziert wird. Diese Milchsäurebakterien greifen den Milchzucker an und verwandeln ihn durch ihren Lebensvorgang in inaktive Äthylidenmilchsäure. Der Käsestoff ist in der Milch in kolloider Lösung vorhanden; er ist eine Verbindung des unlöslichen Caseins mit Calcium. In Form von Casein-Calcium ist die Verbindung in Wasser löslich bzw. kolloidal löslich. Die entstehende Milchsäure entzieht nun dem Casein-Calcium den Kalk. Sobald dieser Prozeß eine gewisse Grenze erreicht hat, muß das freie Casein unlöslich ausfallen. Hierdurch erklärt sich also der Koagulationsvorgang. Es ist eine bekannte Tatsache, daß das Sauerwerden der Milch um so schneller verläuft, je wärmer es ist. Die Milchsäurebakterien wachsen eben am besten bei Bluttemperatur (37°). Sie wachsen noch mäßig und langsam bei mittleren Temperaturen von etwa 15°. Wird die Milch aber auf einige Grade über 0° abgekühlt, so ist ihr Wachstum praktisch zum Stillstand gekommen. Hiermit hängt es zusammen, daß die Milch im Winter so gut wie nicht oder nur sehr langsam, im Sommer innerhalb weniger Stunden koaguliert. Gewisse Typen von Bakterien produzieren bei der von ihnen hervorgerufenen Gärung andere organische Säuren, Kohlensäure und Alkohol. So werden in saurer Milch auch meist kleine Mengen von Ameisensäure, Essigsäure und Bernsteinsäure, gelegentlich in älterer Milch auch Buttersäure und Valeriansäure angetroffen.

Man kann noch auf eine andere Art die Milch zum Gerinnen bringen, und zwar innerhalb weniger Minuten, wenn man der Milch Lab oder Labessenz zusetzt. Das Lab ist ein Enzym, welches in großen Mengen im Kälbermagen vorkommt. Die Kälbermägen werden fein zerschnitten und ausgelaut. Diese

Lösung wird der meist auf 30–40° gebrachten Milch zugesetzt, wobei dann innerhalb weniger Minuten der Ausflockungsvorgang vor sich geht. Über die Erklärung dieses Vorganges siehe S. 105. Von der Labgerinnung wird in umfangreichem Maße bei der Herstellung der meisten Käsesorten Gebrauch gemacht (S. 135).

Zusammensetzung der Milch.

Die Milch hat in runden Zahlen im Mittel etwa folgende Zusammensetzung:

Wasser	88%	Reststickstoffsubstanz	0,3%
Gesamtstickstoffsubstanz	3–3,5%	Fett	2,8–3,5%
Casein	2–2,5%	Milchzucker	4–5%
Albumin und Globulin	0,5%	Asche	0,75%

Wie alle Naturprodukte, kann die Milch in der Zusammensetzung großen Schwankungen unterliegen.

Die Säure. Die Reaktion frischer Milch ist amphoter, d. h. sie rötet sowohl blaues Lackmuspapier als auch bläut sie rotes Lackmuspapier. Mit anderen Worten ausgedrückt heißt das, daß die Wasserstoffionenkonzentration frischer Milch eine solche ist, bei der gerade der Lackmusindicator sein Umschlaggebiet hat. Verschiedene Forscher haben sich schon mit der Messung der Wasserstoffionenkonzentration der Milch befaßt. Ausführliche Untersuchungen vom nahrungsmittelchemischen Standpunkte aus hat der Verfasser in Gemeinschaft mit W. Obermeyer¹ vorgenommen. Wir fanden, daß der Wasserstoffexponent nach Sørensen in frischer Milch bei etwa 6,3 bis 6,5 liegt. Eine Milch, welche die Alkoholprobe nicht mehr aushält, hat einen Wasserstoffexponenten von etwa 6.

Durch alkalimetrische Titration kann man in der frischen Milch stets eine bestimmte Säuremenge titrieren, die etwa 6–7 ccm $\frac{n}{4}$ Natronlauge bis zum Umschlage des Phenolphthaleins für 100 ccm Milch entspricht. Man nennt diesen Laugeverbrauch in ccm $\frac{n}{4}$ für 100 ccm Milch den Säuregrad nach Soxhlet und Henkel.

Verfasser hat in Gemeinschaft mit W. Luckenbach² festgestellt, daß von diesem Titerverbrauch etwa zwei Drittel auf die sauer wirkenden Gruppen der Proteine entfällt. Der Rest ist zu etwa ein Drittel durch Kohlensäure bedingt. Die Anwesenheit von Kohlensäure gibt die Erklärung für die den Praktikern wohl bekannte Tatsache, daß der Säuregrad der Milch beim Erhitzen etwas zurückgeht. Die übrig bleibenden zwei Neuntel der Gesamtsäure sind durch sauer reagierende, im Serum gelöste Bestandteile bedingt (Phosphate, Citronensäure u. a.). Milchsäure enthält frische Milch nicht, wohl aber ältere durch die Tätigkeit der Milchsäurebakterien.

Ein regelmäßiger Bestandteil der Kuhmilch sowie auch anderer Milcharten ist die Citronensäure. Die Angaben über den Citronensäuregehalt schwanken zwischen 0,10–0,25%.

Das Casein. Der wichtigste Eiweißkörper der Milch, der auch der Menge nach bei weitem überwiegt, ist das Casein. Es gehört zu den Nucleoalbuminen und nicht, wie man früher nach seiner Löslichkeit in Alkalien angenommen hat, zu den Albuminaten. Von den letzteren Verbindungen ist es charakteristisch durch seinen beträchtlichen Phosphorgehalt unterschieden. Nach Cohnheim³ sind im Casein der Kuhmilch folgende Aminosäuren gefunden worden:

¹ Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 40, S. 23. 1920.

² Milchwirtschaftliche Forschungen. Bd. 3, S. 225. 1926.

³ a. a. O. S. 95.

Glykokoll	0 g	Phenylalanin	3,5 g
Alanin	0,9 g	Tyrosin	4,5 g
Valin	6,69 g	Tryptophan	2,0 g
Leucin	7,92 g	Histidin	2,6 g
Isoleucin	1,43 g	Arginin	4,8 g
Serin	0,43 g	Lysin	5,8 g
Asparaginsäure	1,2 g	Ammoniak	1,8 g
Glutaminsäure	10,77 g	Cystin	+
Prolin	6,7 g	Oxyprolin	0,23 g

Charakteristisch ist also für das Casein vor allem das Fehlen des Glykokolls. Verfasser fand mit Alt¹ im Casein 1,6% Tryptophan. Das Casein bildet mit Alkalien und Erdalkalien lösliche Salze. In der Milch ist, wie schon erwähnt, das Casein als Caseincalcium vorhanden. Entzieht man dieser Verbindung den Kalk, so fällt das freie Casein unlöslich aus. Künstlich hergestellte Calcium-Caseinate zeigen die weißlichblaue Farbe der Magermilch, so daß die weiße Farbe der Milch nicht nur von dem fein verteilten Fett herrührt, sondern zu einem gewissen Teile auch den Caseinverbindungen zu danken ist.

Casein und die Salze des Caseins können durch Salze aus der Milch ausgesalzen werden. Das Wesen der Labgerinnung des Caseins ist zuerst von Hammarsten als ein fermentativer Vorgang erklärt worden. Er fand, und spätere Forscher haben dies bestätigt, daß bei der Labgerinnung eine Spaltung des Caseins in das sog. Paracasein und eine Albumosesubstanz stattfindet. Später hat Pawloff² behauptet und diese Ansicht durch ein größeres Versuchsmaterial zu stützen versucht, daß die Labgerinnung nichts weiter ist, als der erste Schritt zu einer Caseinspaltung. Das Kalksalz des neben der Albumose entstehenden Paracaseins ist im Gegensatz zum Kalksalz des normalen Caseins in Wasser unlöslich, weshalb die Koagulation erfolgt.

Das Albumin. Das Lactoalbumin ist von Sebelin³ zuerst rein dargestellt worden. Es läßt sich auch in krystallisierte Form überführen. Man kann es gewinnen, wenn man vorher durch Magnesiumsulfat Casein und Globulin ausgesalzen hat. Nach den vorliegenden Analysen scheint auch das Lactoalbumin kein Glykokoll zu enthalten.

Das Globulin. Auch das Lactoglobulin ist zuerst von Sebelin³ in der Weise gewonnen worden, daß er das Casein durch Kochsalz aussalzte und aus dem Filtrat das Globulin durch Magnesiumsulfat ausschied. Es ist aber nur in sehr geringen Mengen in der Milch vorhanden, nämlich nur wenige Milligramm im Liter. Das Globulin scheint Glykokoll zu enthalten.

Osborne⁴ entdeckte ferner in der Milch noch eine Proteinsubstanz, welche in bezug auf ihre Alkohollöslichkeit dem Gliadin der Getreidearten ähnlich ist.

Die Milch enthält ferner noch in geringen Mengen eine Reihe anderer stickstoffhaltiger Körper. So ein der Phosphorleischsäure nahestehendes Nucleon, ferner zwei Phosphatide vom Lecithintypus, endlich Harnstoff und noch einige andere stickstoffhaltige Körper.

Die Enzyme. Die Milch enthält eine Reihe von Enzymen. Die wichtigsten Milchenzyme sind die Peroxydasen, welche, wie schon der Name sagt, oxydierende Wirkungen hervorzurufen vermögen. Nachgewiesen werden diese Enzyme durch die Reaktion nach Storch, Arnold oder Rothenfuser. Die Katalasen bewirken eine Spaltung von Wasserstoffsperoxyd in Wasser und molekularen Sauerstoff. Die Reduktasen, auch Aldehydkatalasen genannt,

¹ a. a. O. S. 95.

² Zit. nach Cohnheim, S. 95.

³ Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 9.

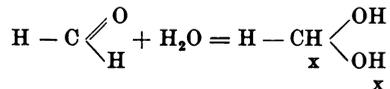
⁴ Journ. of biol. chem. Vol. 33.

bringen reduzierende Wirkungen hervor, indem sie eine nach Schardinger mit Formaldehyd versetzte Methylenblaulösung zu reduzieren vermögen. Über diese drei Gruppen von Milchenzymen ist noch folgendes zu sagen:

Die Oxydasen sterben bei ganz kurzem Erhitzen auf 80° sicher ab. Dasselbe ist mit der Katalase der Fall, wohingegen die Reduktasen gegen Erhitzung noch empfindlicher sind. Das Reduktasenzym wird schon bei kurzem Erhitzen auf 65–70° abgetötet oder stark geschwächt. Oxydasen und Reduktasenzym sind sicher originär in der Milch vorhanden, wie sie das Euter der Kuh verläßt. In geringen Mengen ist auch Katalase in normaler Milch vorhanden, hingegen wird dies Enzym andererseits auch durch Bakterien und andere Mikroorganismen nachträglich produziert. Abnorme Milch, wie Colostralmilch und Milch kranker Tiere enthält sofort nach dem Verlassen des Euters große Mengen von Katalase.

Das Schardinger-Enzym steht in einer bestimmten Beziehung zum Fettgehalt der Milch. Rahm gibt nämlich die Reaktion sehr stark, Magermilch nicht. Die fettarme Anfangsmilch gibt die Reaktion viel schwächer als die fettreiche Endmilch.

Über den Mechanismus der Schardinger-Reaktion hat Wieland¹ sehr interessante Untersuchungen angestellt. Bekanntlich beobachtet man häufig in der lebenden Zelle und biologischen Flüssigkeiten sehr leicht verlaufende Reduktionen oder Oxydationen, welche im Reagensglase nicht verlaufen. Wieland hat nun die Ansicht ausgesprochen und sie durch eine große Zahl von Versuchen gestützt, daß derartige biologische Oxydationen immer auf einer Aktivierung von Wasserstoffatomen beruhen, die in diesem aktivierten Zustande mit Sauerstoff oder auch einem sonst vorhandenen leicht reduzierbaren anderen Wasserstoffacceptor zu reagieren vermögen. Die Schardinger-Reaktion ist zur Erläuterung dieser Oxydationstheorie Wielands ein besonders gutes Beispiel. Das Schardinger-Reagens besteht, wie schon gesagt, aus einer Mischung von Methylenblau und Formaldehyd. Zunächst findet eine Adsorption des in die Acetalform übergeführten Formaldehyds an das Enzym statt.



Die mit x bezeichneten Wasserstoffatome werden durch irgendwelche infolge der Adsorption in der Grenzfläche wirksam gewordenen Kräfte aktiviert und können in diesem Zustande auf das Methylenblau übertragen werden. Durch Aufnahme von zwei Atomen Wasserstoff auf je 1 Mol geht aber das Methylenblau in die ungefärbte Form, das Leukomethylenblau über, während der Formaldehyd dadurch zu Ameisensäure oxydiert wird. Man könnte also bei dem Schardinger-Enzym gerade so gut von einem Oxydasenzym sprechen, wenn man die Umwandlung, welche der Formaldehyd erleidet, ins Auge faßt. Das Augenfällige ist aber die Reduktion des Methylenblaus; daher rührt es, daß man das Schardinger-Enzym eine Reduktase genannt hat. Aus den Ergebnissen Wielands ergibt sich aber klar, daß zwischen einer Oxydase und Reduktase ein grundsätzlicher Unterschied nicht zu bestehen braucht (Oxydoreduktase, S. 51).

Auf ganz entsprechende Weise sind nach Wieland auch viele andere in der natürlichen Zelle mit größter Leichtigkeit verlaufende, im Laboratorium aber nicht reproduzierbare Oxydationen durch die Aktivierung von Wasserstoffatomen bei oxydablen Körpern zu erklären.

¹ *Ergebn. d. Physiol.* Bd. 20, S. 481. 1922.

Außer den der Milch originären Enzymen sind in Handelsmilch noch viele andere Enzyme enthalten, welche durch die in die Milch gelangten Bakterien erzeugt wurden. Es sind sowohl proteolytische, als auch diastatische, als auch fettspaltende Fermente gefunden worden.

Durch die Bakterien werden auch Reduktasen, welche Methylenblau reduzieren, gebildet. Nach Neißer und Wechsberg¹ kann man deshalb aus der Schnelligkeit der Reduktion von Methylenblau einen Schluß auf den Bakterienreichtum einer Milch ziehen. Diese sog. Reduktaseprobe ist später von vielen Forschern, insbesondere Barthel², vervollkommenet worden und wird heute für die schnelle Erkennung von stark mit Bakterien durchsetzter Milch viel angewendet.

Das Fett. Das Fett ist, wie schon erwähnt wurde, in der Milch in Form sehr kleiner Fettkügelchen vorhanden. Diese messen in frischer Milch etwa 1–4 μ . Versucht man die Milchflüssigkeit auszuäthern, so stellt man regelmäßig fest, daß dabei nur ein Bruchteil des in der Milch wirklich vorhandenen Fettes ausgezogen werden kann. Es rührt das daher, daß die Fettkügelchen von einer dünnen Eiweißschicht umhüllt sind, welche das Zutreten von Äther zu Fett in wässriger Lösung verhindern. Man hat früher geglaubt, diese Eiweißhülle als eine direkte Membran auffassen zu müssen und hat sie auch die „Haptogenmembran“ genannt. Wir wissen heute, daß diese Eiweißhaut an den Fettkügelchen nur den vorhandenen Oberflächenspannungen zu danken ist. Ein Kolloid, wie das Eiweiß der Milch, muß sich nämlich an den gemeinschaftlichen Grenzflächen zweier Flüssigkeiten, wie Wasser und Fett, verdichten, wenn die Oberflächenspannung von Wasser zu Fett größer ist als die Oberflächenspannung von Fett zu Kolloid + der Oberflächenspannung von Wasser zu Kolloid. Die Zusammensetzung des Fettes wird im Kapitel „Butter“ erörtert werden. Es sei hier nur noch bemerkt, daß das Fett auch noch Phosphatide (Lecithin), Cholesterin und einen gelben natürlichen Farbstoff enthält.

Der Milchzucker. Der Milchzucker ist eine Zuckerart, die in der ganzen Natur sich nur in der Milch findet. Sie ist eine Biose, gebildet aus je einem Mol Glucose und Galaktose (S. 36). Man gewinnt ihn im großen durch Eindampfen der süßen Molken, wie sie bei der Käsefabrikation gewonnen werden. Der Milchzucker krystallisiert mit einem Mol Wasser in großen rhombischen Krystallen.

Die Asche. Die Milch enthält etwa 0,75% Asche, welche nach König folgende mittlere Zusammensetzung besitzt.

Kali	24,65%	Eisenoxyd	0,29%
Natron	8,18%	Phosphorsäure	26,28%
Kalk	22,42%	Schwefelsäure	2,52%
Magnesia	2,5 %	Chlor	13,95%

Gase. Auch gelöste Gase sind stets in der Milch vorhanden, vor allem Sauerstoff, Stickstoff und Kohlensäure.

Vitamine. Da die Milch für den jungen Menschen das einzige Nahrungsmittel ist, so muß sie alle drei Vitaminarten enthalten. Durch Abkochen werden das Vitamin A und B wenig, das C-Vitamin stärker geschwächt. Beim längeren Erhitzen, auch auf niedrigere Temperatur als Kochtemperatur, kann C ganz unwirksam werden. Längere Zeit mit derartiger Milch ernährte Kinder erkrankten an Skorbut, der sog. Barlowschen Krankheit. Sie ist meist durch Zugabe hoch C-haltiger Nahrung, z. B. Einträufeln von Citronen- oder Apfelsinensaft in die Milch, bald zum Verschwinden zu bringen.

¹ Münch. med. Wochenschr. 1900. Nr. 47, S. 1261.

² Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 15, S. 385. 1908; Bd. 21, S. 514. 1911; Bd. 22, S. 304. 1911.

Milch von Kühen mit Grünfütterung bzw. Weidegang ist wesentlich reicher an Vitaminen, besonders C, als Milch, die von Tieren stammt, welche mit künstlichen Futtermitteln gefüttert werden.

Die Zerteilung der Milchbestandteile.

Die Zerteilung der Stoffe in einem Lösungsmittel unterscheidet man mit Wo. Ostwald als grobdispers oder Emulsion bzw. Suspension, als dispers und als molekular- oder iondispers.

Grobdispers ist die Materie verteilt, wenn die einzelnen Teilchen unter dem Mikroskop noch zu sehen sind. Dies ist im allgemeinen bis zu einer Verteilung zu $0,1 \mu$ der Fall ($1 \mu =$ ein Tausendstel Millimeter). Bei so verteilten Flüssigkeiten spricht man von Emulsionen, bei festen Körpern von Suspensionen. Disperse Verteilung ist dann vorhanden, wenn die Teilchen als sog. Kolloide oder Ultramikronen vorliegen. Sie heißen Submikronen, wenn ihre Verteilung von $0,1 \mu$ bis zu etwa $15 \mu\mu$ geht ($1 \mu\mu =$ ein Millionstel Millimeter). Die Submikronen sind noch unter dem Ultramikroskop zu sehen. Ist dieses nicht mehr der Fall, aber die optische Heterogenität noch im Tyndallschen Lichtkegel zu erkennen, so nennt man die Teilchen Amikronen. Bei noch feinerer Verteilung gelangt man schließlich zu der Verteilung des Stoffes bis zu den Molekülen oder Ionen.

Die Milch ist nun eine Flüssigkeit, bei der die verschiedenen Nährstoffe in der verschiedensten Form im Wasser verteilt sind. Genaue Untersuchungen über die Verteilung der verschiedenen Nährstoffe in Milch verdanken wir Georg Wiegner¹.

Das Butterfett liegt in Emulsionsform vor. Die Teilchengröße ist sehr verschieden. Sie schwankt im allgemeinen von $1,6-10 \mu$. Durch Homogenisieren werden die Teilchen zerrissen in kleinere, die meist etwa $0,2-0,3 \mu$ messen. Daß dann die Milch ihr Aufrahmungsvermögen eingebüßt hat, wurde schon oben gesagt (S. 103).

Das Casein liegt größtenteils in Form von Amikronen vor. Nur wenige Teilchen sind Submikronen. Die Teilchen messen von $100-5 \mu\mu$. Die Größe der Teilchen ist stark abhängig von Elektrolyten. Ein geringes Ansteigen des Säuregrades vermag schon erhebliche Änderungen in der Zerteilung innerhalb der angegebenen Grenzen hervorzubringen.

Das Albumin ist wahrscheinlich nur in Form von Amikronen vorhanden. Die Verteilung ist auch hier von Elektrolyten abhängig.

Der Milchzucker ist bis zu den einzelnen Molekülen zerteilt.

Die Mineralbestandteile liegen in Form von Molekülen und Ionen, wahrscheinlich zum Teil aber auch in Form von Amikronen vor.

Bakterien und Krankheitserreger in der Milch.

Die Milch ist ein guter Nährboden für Bakterien aller Art. Gesunde Milch sollte im Euter der Kuh steril sein, indessen haben verschiedene Forscher auch schon im Euter an den verschiedensten Stellen Bakterien festgestellt, wahrscheinlich von einer Infektion von außen herrührend. Beim Passieren der Milchkanäle wird sie aber stets mit Bakterien infiziert. Weitere Bakterien fallen dadurch bei der Gewinnung in die Milch, daß sie mit der Stallluft und dem Stallschmutz in Berührung kommt. Die wichtigsten Bakterienarten, welche die Milch bevölkern, sind:

¹ Kolloid-Zeitschr. Bd. 15, S. 105—123. 1914. Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 27, S. 425. 1914; Bd. 34, S. 342. 1917.

1. Die Milchsäurebakterien. Sie existieren in einer ganzen Anzahl verschiedener Typen. Die wichtigsten Typen sind *Bacillus acidi lactici* und *Streptococcus lacticus*. Sie verwandeln den Milchzucker in Milchsäure. Die Milchsäurebakterien wachsen schnell an. Sobald eine gewisse Menge Milchsäure gebildet ist, gerinnt die Milch.

2. Gaserzeugende Arten oder solche, welche organische Säuren anderer Art (Buttersäure, Bernsteinsäure, Valeriansäure, Ameisensäure, Essigsäure) bilden. Die wichtigsten sind: Colibacillen, *Bacillus aerogenes*, Buttersäurebacillen.

3. Alkoholproduzierende Mikroorganismen. Hier kommen vor allem Hefearten in Frage.

4. Die Lab- oder peptonisierenden Bakterien. Sie bringen das Casein durch von ihnen produziertes Labenzym zur Gerinnung und vermögen das gefällte Eiweiß durch proteolytische Enzyme abzubauen und zu lösen.

Handelsmilch enthält gewöhnlich alle diese Bakterienarten. Die Keimzahl von Handelsmilch ist gewöhnlich sehr beträchtlich. Es sind gewöhnlich einige Hunderttausende bis einige Millionen Keime in einem Kubikzentimeter enthalten.

Erhebliche Verschiedenheiten weist die Bakterienflora auf, welche sich in unerhitzter bzw. erhitzter Milch entwickelt. In der rohen Milch wiegen gewöhnlich weitaus die Milchsäurebakterien vor. Sie wachsen bei mittleren Temperaturen verhältnismäßig schnell, während die Bakterien der anderen Gruppen, insbesondere die peptonisierenden Bakterien deshalb im Wachstum zurückbleiben, weil sie zur Entwicklung höherer Temperaturen bedürfen. In erhitzter Milch dagegen sterben die Milchsäurebakterien völlig ab, so daß, wenn keine neue Infektion mit Milchsäurebakterien stattfindet, eine Säuerung der Milch nicht mehr eintreten kann. In der Praxis allerdings geschieht diese erneute Infektion in den meisten Fällen. Die peptonisierenden Bakterien werden aber beim Erhitzen nicht völlig abgetötet, da sie kochfeste Sporen bilden, die nun nach erfolgtem Abkühlen auskeimen. Sie laben nun das Eiweiß allmählich und bringen es dann in Lösung. Dabei können giftige Eiweißabbauprodukte entstehen, welche Durchfälle und Erbrechen hervorzurufen vermögen. Bei längerem Aufbewahren kann derartige Milch faul stinken.

Neben diesen, hauptsächlich die Milch bevölkernden Bakterien können auch Krankheitserreger in der Milch vorkommen.

In Frage kommen vor allem die Erreger des Unterleibstypus, der Tuberkulose, sei es Rinder- oder Menschentuberkulose, der Ruhr, der Diphtherie, des Scharlachs, der Masern, der Maul- und Klauenseuche oder Eitererreger, letztere meist von der Euterentzündung, Mastitis, herührend. Näheres siehe unter Milchhygiene, S. 116.

Einflüsse auf die Zusammensetzung der Milch.

Für die Zusammensetzung der Milch sind eine Reihe von verschiedenen Umständen von großer Bedeutung.

Man nennt die Zeit, während welcher eine Kuh, von der Geburt des Kalbes an gerechnet, fortlaufend Milch gibt, die Lactationsperiode. Sie dauert im allgemeinen etwa 10 Monate.

Kurze Zeit vor dem Kalben geben die Kühe meistens keine Milch mehr, sie stehen trocken, wie der Fachausdruck lautet. Die erste Zeit nach dem Kalben hat die Milch eine ganz abnorme Zusammensetzung. Sie besitzt einen hohen Gehalt an Fett, an Eiweiß und an Säure, ist vielfach schleimig, klebrig, stark salzig und riecht eigentümlich. Vielfach verträgt diese Milch das Kochen

nicht, ohne zu gerinnen. Diese Milch ist die sog. Colostral- oder Biestmilch. Ihre Zusammensetzung ändert sich fortgesetzt. Nach etwa 8 Tagen, häufig auch früher oder später, geht die Colostralmilch allmählich in normal zusammengesetzte Milch über. Colostralmilch darf als menschliches Nahrungsmittel nicht in den Verkehr gebracht werden.

Die Kuh ist jetzt frischmelk, d. h. sie gibt in den nun folgenden Wochen besonders viel Milch. Meistens ist aber die Milch frischmelker Tiere nicht sehr gehaltreich, insbesondere in bezug auf den Fettgehalt. Dieser kann erheblich unter 2,8% sinken, gelegentlich sinkt er sogar unter 2%. Es hängt von der Individualität des betreffenden Milchtieres ab, wann der frischmelke Zustand aufhört. Meistens dauert er etwa einen Monat. Frischmelke Tiere liefern im Tag nicht selten 20—25 Liter Milch. Gelegentlich sind sogar Milchmengen bis zu 35 Liter pro Tag bei einer Kuh beobachtet worden. Vor dem Kriege gab es viele Milchwirtschaften, welche nach Möglichkeit nur frischmelke Tiere einstellten, diese mit künstlichen Futtermitteln sehr erheblich fütterten und sie an den Metzger verkauften, sobald der Milchertrag merklich nachließ. Es ist dies das System der Abmelkewirtschaften, welches heute in Deutschland nicht mehr in diesem Umfange angewendet werden kann, weil die dazu erforderlichen hochwertigen Futtermittel zu sehr hohen Preisen aus dem Auslande beschafft werden müssen. In dieser Form angewendet, ist das System der Abmelkewirtschaften vom nahrungsmittelchemischen Standpunkte aus auch kein erfreuliches. Es handelt sich hier gewissermaßen um Milchfabriken. Die Bedenklichkeit dieses Systems liegt darin begründet, daß, wie ich schon oben erwähnte, die Milch häufig insbesondere in bezug auf den Fettgehalt schlecht zusammengesetzt ist.

Mit der fortschreitenden Lactationsperiode wird der Milchertrag immer geringer. Er sinkt über 15, 12, 10, 8, 6, schließlich bis auf 4 und 2 Liter pro Tag ab, bis dann die Tiere nahe vor dem neuen Kalben „trocken“ stehen und nun gar keine Milch mehr liefern. Bei den altemelken Tieren ist das Umgekehrte wie bei den frischmelken der Fall. Die Tiere liefern zwar sehr wenig Milch, aber die Milch ist sehr gehaltreich, insbesondere fettreich.

Die Beschaffenheit der Milch ist ferner abhängig von der Individualität der Tiere. Manche Kühe sind ausgesprochene Milchtiere, andere ganz gesunde Tiere liefern trotz bester Fütterung nur mäßige Milchmengen. Viele landwirtschaftliche Betriebe tragen diesem Umstande in der Weise Rechnung, daß sie durch laufende Untersuchung und Messung der Milchmengen die besten Tiere herauszufinden suchen und diese dann zur Aufzucht verwenden. Die sog. Milchkontrollvereine, denen sich jeder Milchviehbesitzer anschließen kann, übernehmen die Beobachtung der Tiere und Untersuchung der Milch und erteilen danach die notwendigen Ratschläge.

Eine wesentliche Rolle spielt auch die Rasse. Ganz allgemein geben die Höhenrassen, also das Schweizer, das Algäuer und das Simmentaler Vieh die beste Milch, die besonders gewöhnlich hoch fetthaltig ist. Milch mit 4% Fett ist bei diesen Rassen gar keine Seltenheit. Auch die fettfreie Trockensubstanz liegt gewöhnlich bei 9 oder über 9%. Indessen liefern dieses Tiere nicht soviel Milch wie die Tiere der Niederungsrassen. Bei letzteren, also vor allem dem Holländer Vieh, der Lahnrasse, dem Friesischen und Oldenburgischen Vieh ist die Zusammensetzung nicht so gut. Der Fettgehalt bewegt sich hier bei normaler Milch im allgemeinen bei 3%, die fettfreie Trockensubstanz bei etwa 8,5%.

Naturgemäß beeinflußt auch die Fütterung in sehr erheblichem Maße die Milchbeschaffenheit. Auf schlechte und unzureichende Fütterung reagieren die Kühe, wie die Kriegserfahrungen gezeigt haben, zunächst in der Weise, daß

die Milchmenge zurückgeht, während die Zusammensetzung vorerst dieselbe bleibt. Erst wenn längere Zeit hindurch und dauernd schlecht gefüttert wird, macht sich die Fütterung auch in der Milchbeschaffenheit durch geringen Gehalt an Nährstoffen bemerkbar. Den meisten Schwankungen ist auch hier der Fettgehalt unterworfen. Manche Futtermittel, wie Rüben und Rübenblätter, verleihen der Milch einen unangenehmen Geschmack. Rübenblätter bewirken auch Durchfall und bisweilen Darmerkrankungen bei den Kühen. Ungünstig sollen auch alle Kohlarten, Runkelrüben, Rübenschnitzel, Biertreber, Branntweinschlempe, Kartoffelpülpe, angesäuertes Mais, grüner Senf, Senfkuchen, Raps- und Ricinuskuchen wirken. Natürlich sind ebenfalls alle verfaulten und verschimmelten Futtermittel von Nachteil. Plötzlich einsetzender Futterwechsel kann die Zusammensetzung der Milch ebenso plötzlich verändern.

Auf die Milchmenge und Milchbeschaffenheit ist ferner das Alter der milchgebenden Tiere von Einfluß. Mit 3 Jahren gibt eine Kuh gewöhnlich zum ersten Male Milch, von 3—6 Jahren liefert sie verhältnismäßig wenig Milch. Der Milchertrag steigert sich allmählich bis zum 10. Lebensjahre. Hier erreicht er im allgemeinen sein Maximum. Von da an geht er dann gewöhnlich wieder zurück.

Auch die Art des Melkens ist von großem Einfluß. Die zuerst ermolkenen Milch ist stets fettarm. Die fettreichste Milch hält die Kuh zähe zurück und gibt sie erst am Schluß des Melkens ab. Wenn deshalb eine Kuh nicht ordentlich ausgemolken wird, so kann das Gemelk eine abnorm fettarme Beschaffenheit besitzen und so zusammengesetzt sein als wäre es entrahmt. Eine Milch, die auf diese Weise gemolken ist, nennt man ein gebrochenes Gemelk. Von Einfluß auf den Fettgehalt der Milch ist ferner diejenige Zeit, welche seit dem letzten Melken verflossen ist. Milch mit großen Zwischenräumen zwischen den Melkzeiten ist fettärmer. Werden die Tiere zweimal, morgens und abends gemolken, so ist der Fettgehalt bei der Morgen- und Abendmilch ungefähr gleich hoch. Wenn aber dreimal, nämlich morgens, mittags und abends gemolken wird, so ist der Fettgehalt der Abend- und Mittagmilch gewöhnlich höher als derjenige der Morgenmilch.

Mäßige Arbeit ist ohne Einfluß auf die Beschaffenheit der Milch. Eine Überanstrengung des Tieres kann aber wieder eine Verschlechterung der Milch mit sich bringen. Gute Körperpflege wirkt vorteilhaft. Ein plötzlicher Temperaturwechsel kann indessen die Milch wieder verschlechtern.

Von größtem Einfluß auf die Zusammensetzung der Milch sind fast alle Krankheiten der milchgebenden Tiere. Milch von kranken Tieren kann ganz abnorm zusammengesetzt sein.

Bei beginnender Tuberkulose kann die Milch zunächst noch völlig normal sein. Bei starker Eutertuberkulose nimmt aber die Milch ein abnormes Aussehen an, Fett- und Caseingehalt nehmen ab, während der Albumingehalt ansteigt. Der Salzgehalt erhöht sich ebenfalls. Der Milchzuckergehalt kann stark absinken. Ganz ähnliche Veränderungen zeigt die Milch von Tieren, welche von starker Mastitis befallen sind. Bei an Maul- und Klauenseuche erkrankten Tieren zeigen sich ähnliche Veränderungen, oft wird die Milch auch wesentlich alkalisch. Ein gutes Mittel zur Unterscheidung kranker Milch von der gewässerten, bei der die Nährstoffgehalte durch Wässerung herabgesetzt sind, ist nach R. Strohecker die Bestimmung der Leitfähigkeit. Diese ist in gewässertem Milch in entsprechender Weise wie die übrigen Milchbestandteile herabgesetzt, bei kranker Milch aber infolge des gesteigerten Salzgehaltes abnorm hoch. Alle diese Umstände sind für den Nachweis von Milchfälschungen von der größten Bedeutung.

¹ Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 49, H. 6. 1925.

Milchkonservierung.

Da die Milch leicht zersetzlich ist, so muß man danach trachten, diejenigen Umstände, welcher zur Zersetzung führen, soviel wie möglich auszuschalten. Aus diesem Grunde ist vor allem besonderer Wert auf die saubere Gewinnung und das Kühlen der Milch sofort nach dem Melken zu legen. Aber auch eine einwandfrei gewonnene Milch verfällt auf die Dauer, wie bekannt, der Zersetzung. Sobald man deshalb die Milch im Haushalte hat, soll man sie sofort abkochen. Hierdurch werden die Milchsäurebakterien und der größte Teil der sonstigen Milchzersetzer abgetötet.

Da das Kochen der Milch den Kochgeschmack mit sich bringt, andererseits die Abtötung der Krankheitserreger und Verderber schon bei wesentlich niedrigerer Temperatur gewährleistet ist, die den Kochgeschmack nicht mit sich bringt, so erhitzt man die Milch zum Zwecke der Haltbarmachung und zum Abtöten der Krankheitserreger in den Molkereien vielfach in Pasteurisierapparaten, so genannt nach dem Erfinder, Prof. Pasteur in Paris. Die verschiedenen Methoden der Pasteurisierung und ihre Bewertung werden im Kapitel Milchhygiene näher dargelegt werden.

Konservierungsmittel, wie borsaure Salze, schweflige Salze, salicylsaure Salze werden zur Konservierung der Milch kaum angewendet. Alle diese Salze sind nach dem Fleischbeschauengesetz gesundheitlich nicht einwandfrei und deshalb für die Konservierung der Milch nach § 12 des Nahrungsmittelgesetzes unstatthaft. Zum mindesten bedeutet der Zusatz eine Verfälschung im Sinne des Nahrungsmittelgesetzes, die durch deutliche Deklaration zur Kenntnis des Käufers gebracht werden müßte, wenn der Nachweis der Gesundheitsschädlichkeit nicht als genügend sicher bewiesen angesehen werden kann.

Eine erheblich größere Rolle als diese Salze spielen für die Konservierung der Milch das **Wasserstoffsperoxyd** und der **Formaldehyd**. Das Wasserstoffsperoxyd ist für die Konservierung der Milch ausnahmsweise im Kriege zugelassen worden, zunächst für die Konservierung der Magermilch, dann auch für die Vollmilch. Man verwendet ungefähr 5% der 3%igen Perhydrollösung. Zweifellos ist das Wasserstoffsperoxyd das gesundheitlich am wenigsten bedenkliche Milchkonservierungsmittel. Es verschwindet nämlich, nachdem es einen großen Teil der Bakterien abgetötet hat, von selbst wieder aus der Milch, indem es von den Enzymen in Wasser und Sauerstoff zersetzt wird. In dessen verschwindet das Wasserstoffsperoxyd gewöhnlich nicht restlos aus der Milch; ein kleiner Teil bleibt zurück und verleiht der Milch leicht einen leise bitteren und eigenartigen Geschmack. Trotzdem das Wasserstoffsperoxyd während des Krieges als Milchkonservierungsmittel gestattet war, ist es nicht viel in Anwendung gekommen. Die Gründe hierfür liegen auf der Hand. Einmal bereitet die Konservierung nicht unerhebliche Kosten, dann ist das genaue Abmessen der Milch und der Wasserstoffsperoxydlösungen lästig, wenigstens lästig für Landwirte, Milchhändler und derartige Personen, die sonst nicht gewohnt sind mit derartigen Meßgefäßen zu arbeiten. Endlich sind auch gelegentlich Explosionen bei aufbewahrten großen Vorräten von Wasserstoffsperoxyd beobachtet worden. Ein Nachteil, welcher der Wasserstoffsperoxydlösung anhaftet, besteht darin, daß die Dauerzustände der peptonisierenden Bakterien weniger sicher zerstört werden als die Milchsäurebakterien. So können sich denn bei länger aufgehobenen, mit Wasserstoffsperoxyd konservierten Milchmengen durch das Wachstum peptonisierender Bakterien Eiweißzersetzen ausbilden, ohne daß die Milch durch Koagulation den zersetzten Zustand zu erkennen gibt. Derartige Milch kann Gesundheitsschädigungen bewirken. Ein weiterer Nachteil beruht in der Vernichtung der Vitamine,

besonders C, die gegen Oxydationsmittel, wie Wasserstoffsperoxyd, sehr empfindlich sind (S. 68). Heute ist die Verwendung von Wasserstoffsperoxyd zur Konservierung der Milch natürlich wieder verboten.

v. Behring hat vor einer Reihe von Jahren die Konservierung der Milch mit Formaldehyd empfohlen. In der Tat ist der Formaldehyd, der bekanntlich in 40%iger Lösung als Formalin in den Handel gebracht wird, ein ausgezeichnetes Milchkonservierungsmittel. Setzt man 1 ccm Formalin zu 10 Litern Milch zu, so wirkt dieser Zusatz schon mehrere Tage lang verzögernd auf das Gerinnen. Der Zusatz von Formalin ist aber zum mindesten als eine Nahrungsmittelfälschung zu betrachten, die deklariert werden muß. Formalin selbst ist ein stark giftig wirkender Körper. Wenn nun auch das Formalin eine Verbindung mit den Eiweißkörpern der Milch eingeht, die zweifellos weniger giftig ist als der freie Formaldehyd, so ist doch gar nicht zu übersehen, welche Wirkungen derartige Verbindungen, insbesondere im Körper von Kindern oder gar Säuglingen ausüben. Es ist also nicht ausgeschlossen, daß derartig konservierte Milch gesundheitsschädlich wirkt. In diesem Falle verstößt der Zusatz von Formalin auch gegen den § 12 des Nahrungsmittelgesetzes.

Schon vor dem Kriege wurde beobachtet, daß manche Milchhändler schon angesäuerte Milch, die noch nicht koaguliert war, dadurch zu retten versuchten, daß sie einen Löffel voll Natron in die Milch hineingaben, um die Milchsäure abzustumpfen.

Die Neutralisation der Milch durch Natron oder Soda charakterisiert sich als eine typische Nahrungsmittelfälschung, da angesäuertes Milch der Schein einer besseren Beschaffenheit durch das Natron verliehen wird. Ist der Milch zuviel Natron zugesetzt, so wird sie nach dem Kochen sodahaltig, was nicht nur einen unangenehmen laugigen Geschmack bedingt, sondern auch noch dadurch besonders schädlich wirkt, daß die Vitamine gegen dünnes Alkali außerordentlich empfindlich sind. Eine derartige Milch wird also nach dem Kochen wahrscheinlich vitaminfrei sein.

Wohl oder übel hat man aber während des Krieges und in der Nachkriegszeit in manchen deutschen Großstädten zu diesem Verfahren gegriffen, um die viele Milch, welche in angesäuertem Zustande in den Großstädten ankam und das Aufkochen nicht mehr aushielt, ohne zu gerinnen, noch in ein brauchbares Nahrungsmittel zu verwandeln. Nach Prüfung durch das Reichsgesundheitsamt haben die Polizeibehörden einiger großen Städte den Kommunalverwaltungen das Verfahren gestattet unter der ausdrücklichen Voraussetzung, daß die Neutralisierung unter strengster chemischer Aufsicht vor sich geht, so daß Überneutralisierung unter allen Umständen vermieden wird. Auch in Frankfurt ist dieses Verfahren in Gebrauch gewesen. Es wurde folgendermaßen ausgeführt: Die ankommende Milch wurde mit der Alkoholprobe geprüft. Milch, welche die Alkoholprobe nicht aushielt, ohne zu gerinnen, wurde in einem Sammelgefäß vereinigt. In dieses Sammelbassin durfte auf keinen Fall Milch eingeschüttet werden, welche schon geronnen war. Aus der Mischung wurde nun eine Probe auf ihren Säuregehalt nach Soxhlet und Henkel titriert und nun so viel einer doppelt normalen Natriumcarbonatlösung zugefügt, wie es die vorliegende Menge nach dem vorhandenen Säuregrad verlangte, wenn dieser auf etwa 6°, den Säuregrad frischer Milch, reduziert werden sollte. Die Mischung wurde nun über Pasteur und Kühler geschickt und dann wurde durch nochmalige Titration festgestellt, ob die Entsäuerung richtig ausgeführt war. Wir machten bei dieser Neutralisierung die Beobachtung, daß die Soda mit den sauren Bestandteilen der Milch in der Kälte nur unvollkommen reagiert. Die Milch-Sodamischung hatte stets einen erheblich höheren Säuregrad als die Theorie verlangte. Erst nach der Pasteurisierung oder dem Erhitzen war

die Umsetzung eine vollkommene. Es ist stets streng darauf geachtet worden, daß neutralisierte Milch nicht an Säuglinge ausgegeben wurde. Sie fand nur Verwendung für ältere Kinder, Kranke, Greise, schwangere Frauen usw. Es ist uns nie etwas bekannt geworden, daß die neutralisierte Milch irgendwie unangenehm gewirkt hat. Trotzdem bleibt das Verfahren natürlich eine Notmaßnahme, deren Anwendung nur aus der Not geboren ist. Seit Anfang 1924 ist das Verfahren in Frankfurt nicht mehr angewendet worden.

Milchfehler.

Die Milch zeigt bisweilen eine anormale äußere Beschaffenheit. Dies ist entweder durch Krankheit der milchgebenden Tiere oder durch die Entwicklung von Mikroorganismen bedingt.

Es kommt vor, daß eine Milch rot wird oder von roten Streifen durchzogen ist. Ist die rote Farbe sofort nach dem Melken vorhanden, so handelt es sich um Blut, das leicht durch die mikroskopische Untersuchung festgestellt werden kann. In diesem Falle leidet die Kuh an einer Euterkrankheit. Tritt aber die rote Farbe erst nach längerem Stehen der Milch auf, so ist die Milch von Mikroorganismen befallen, welche die Milchbestandteile unter Entwicklung eines roten Farbstoffes zersetzen. Es sind verschiedene Bakterienarten beschrieben, denen diese Eigenschaft zukommt. Der bekannteste Spaltpilz dieser Art ist der *Bacillus prodigiosus*, der Wunderpilz der blutenden Hostien. Dieser Pilz hat gelegentlich auch Hostien befallen. Die blutroten Flecken sind für das Blut Christi gehalten worden, was dem Pilz seinen Namen eingetragen hat.

Manchmal besitzt die Milch einen abnorm salzigen Geschmack. Der Milchzuckergehalt ist dann gewöhnlich reduziert. In der Asche herrscht das Kochsalz vor. Diese Beschaffenheit der Milch ist durch eine Euterkrankheit der Kühe bedingt. Es gibt verschiedene Erreger, welche diese Euterkrankheiten bewirken können. Eine der verbreitetsten ist der Kokkus der gelben Galt.

Auch auf eine Euterkrankheit ist der Zustand der grießigen oder sandigen Milch zurückzuführen. Derartige Milch enthält ungelöste grießige und sandige Teilchen. Im Euter schon und in den Milchkanälen scheidet sich nämlich unlöslicher phosphorsaurer Kalk ab, wodurch diese Erscheinung zustande kommt.

Eine weitere interessante Milcherkrankung ist die schleimige oder fadenziehende Milch. Die ganze Milch wird in eine zusammenhängende Schleimmasse verwandelt. Faßt man mit einem Löffel oder anderen Gegenstand in die Milch hinein und zieht den Löffel heraus, so reißt der Milchfaden nicht ab, sondern es spinnt sich zwischen der Milchoberfläche und dem Löffel ein langer schleimiger Faden aus. Mit dem Studium dieser Milcherkrankung haben sich schon viele Forscher, u. a. auch ich ¹ beschäftigt. Es gibt eine ganze Anzahl von Bakterienarten, welche diese Milcherkrankheit hervorzurufen vermögen. Die Ursache beruht in einer Verquellung der äußeren Membranen der Bakterien, welche sich in eine galaktanartige Schleimmasse verwandeln. Durch diese Schleimmasse kleben die Milchbestandteile zusammen. Die Bakterien bewirken tiefgreifende Zersetzungen der Milchbestandteile; die Eiweißkörper können bis zu Ammoniak abgebaut werden, der Milchzucker wird vergoren.

Bisweilen zeigt Milch, sowie die aus ihr hergestellte Butter Geschmack nach Rügen. Es sind aus derartiger Milch eine ganze Reihe verschiedener Bakterienarten gezüchtet worden, welche beim Einimpfen in sterile Milch den Rübengeruch und -geschmack wieder erzeugten.

Es gibt ferner noch blaue Milch, bittere Milch, Milch, welche verbrannt riecht und schmeckt, nicht gerinnende Milch, nicht säuernden, nicht zu

¹ Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 5, S. 898, 945. 1902.

verbutternden oder nicht schlagbaren Rahm, käsige Milch usw. Die blaue, bittere, verbrannt schmeckende Milch verdankt diese Eigenschaften wieder der Entwicklung von bestimmten Mikroorganismen. Die übrigen genannten Milchfehler rühren von dem Fehlen von Milchsäurebakterien bzw. dem Überwiegen von peptonisierenden Bakterien her.

Andere Milcharten.

Die Untersuchungen vieler Forscher haben dargetan, daß die Caseine verschiedener Milcharten in bezug auf ihren Gehalt an Aminosäuren sehr wenig verschieden gebaut sind. Charakteristische Unterschiede lassen sich nicht erkennen. Nach den in meinem Institute vorgenommenen Forschungen enthält aber sowohl das Casein, als auch das Albumin der Frauenmilch einen erheblich höheren Gehalt an Tryptophan und Schwefel als die Eiweißkörper von Kuh- und Ziegenmilch¹. Zwischen den Eiweißstoffen von Kuh- und Ziegenmilch fanden wir indessen keine nennenswerten Unterschiede.

Die Frauenmilch. Frauenmilch ist in ihrer Zusammensetzung sehr verschieden von der Kuhmilch. Der Fettgehalt unterliegt großen Schwankungen. Der Emulsionszustand des Fettes ist meistens gröber. Der gesamte Eiweißgehalt ist geringer. Ferner enthält die Frauenmilch viel weniger Casein und viel mehr eigentliches Eiweiß als die Kuhmilch. Der Milchzuckergehalt liegt meist viel höher, der Aschengehalt aber erheblich niedriger als bei der Kuhmilch. Die Frauenmilch besitzt nach König im Mittel vieler Analysen etwa folgende Zusammensetzung:

Wasser	88%	Casein	0,68%
Trockensubstanz	12%	Fett	3,56%
Gesamte Stickstoffsubstanz	1,71%	Milchzucker	6,47%
Albumin und Globulin	1,03%	Asche	0,19%

Infolge dieser anderen Zusammensetzung gerinnt die Frauenmilch auf Zusatz von Säure ganz anders als die Kuhmilch. Während die Kuhmilch unter Abscheidung eines dicken Klumpens von Casein gerinnt, gerinnt die Muttermilch ganz feinflockig. Nach Ansicht der Kinderärzte ist dies einer der Gründe für die erheblich bessere Verdaulichkeit der Frauenmilch gegenüber der Kuhmilch. Sehr wesentliche Unterschiede weist auch die Zusammensetzung der Frauenmilchasche gegenüber der Kuhmilchasche auf. Die Asche der Frauenmilch ist reicher an Kalium, Natrium und Magnesium, aber ärmer an Calcium. Sie enthält wesentlich größere Chlormengen, aber wesentlich geringere Phosphatmengen als die Kuhmilchasche.

Frauenmilchersatz. Es sind viele Versuche unternommen worden, die Kuhmilch in ihrer Zusammensetzung der Frauenmilch besser anzugleichen, insbesondere das Verhältnis von Casein zu Albumin und Globulin zu verändern. Man hat zu diesem Zwecke der Kuhmilch rohes Hühnerei zugegeben (Kindermilch von Pfund). Der Muttermilchersatz von Voltmer ist eine Mischung von Milch mit Zusatz von Rahm und Milchzucker, bei der ein Teil des Caseins durch das Enzym der Bauchspeicheldrüsen zu löslichem Eiweiß abgebaut ist. Das bekannteste Produkt dieser Art ist die Backhausmilch. Die Milch wird zuerst mit Lab und Trypsin behandelt, wodurch ein Teil des Caseins unlöslich ausfällt und abfiltriert, ein anderer Teil löslich wird. Ferner sind noch Mischungen von Molken mit Milch, Rahm und Milchzucker hergestellt worden.

Allen Frauenmilchersatzpräparaten stehen die Kinderärzte schon deswegen nicht wohlwollend gegenüber, weil das Beste und Natürlichste, was es für die

¹ Tillmans und Alt: a. a. O., S. 95.

Ernährung des Säuglings geben kann, das Stillen der Kinder, durch solche Präparate beschränkt werden kann.

Die Ziegenmilch. Die Ziegenmilch ist in ihrer Zusammensetzung der Kuhmilch sehr ähnlich, enthält aber meistens mehr Albumin. Gewöhnlich ist sie etwas gelblich gefärbt und hat einen würzigen und salzigen Geschmack. Stehen die Ziegen im Stall, so haftet der Milch vielfach der eigentümliche unangenehme Bocksgeschmack und -geruch an. Indessen ist dieses nicht bei Ziegenmilch der Fall, welche von Tieren stammt, die im Freien leben. Der Fettgehalt der Ziegenmilch ist oft höher als der der Kuhmilch. Ziegen werden seltener von der Tuberkulose befallen als Kühe, so daß die Wahrscheinlichkeit, daß in der Ziegenmilch Tuberkelbacillen vorhanden sind, geringer ist.

Die **Schafmilch** ist meist erheblich konzentrierter als Kuh- und Ziegenmilch. Sie hat einen erheblich höheren Eiweiß- und Fettgehalt. Als solche kommt sie gewöhnlich nicht in den Verkehr, sondern dient vornehmlich als Ausgangsprodukt für die Fabrikation von Schafkäse, z. B. Liptauerkäse.

Auch die **Stutenmilch** kommt bei uns nicht in den Verkehr und wird auch nicht als solche genossen. Sie ist auffallend bläulich gefärbt und zeichnet sich durch einen besonders süßlichen Geschmack, der auf einen hohen Milchezuckergehalt zurückzuführen ist, aus. Gleichzeitig zeigt sie einen etwas herben Geschmack. Die Pferdemicl gerinnt ähnlich feinflockig wie die Frauenmilch. Ihr bläuliches Aussehen rührt von einem abnorm niedrigen Fettgehalt her. Auch der Eiweißgehalt ist geringer als der der Kuhmilch. Ebenso ist der Mineralstoffgehalt erheblich niedriger als bei den übrigen Milcharten. Der Wassergehalt ist entsprechend höher.

Folgende Tabelle zeigt die mittlere Zusammensetzung von Ziegen-, Schaf- und Stutenmilch nach König:

	Wasser	Stickstoff- substanz	Fett	Milchzucker	Asche
	%	%	%	%	%
Ziegenmilch	87,05	3,56	3,93	4,65	0,81
Schafmilch	82,82	5,44	6,12	4,73	0,89
Stutenmilch	89,96	2,11	0,88	6,67	0,38

Milchhygiene.

Der Verkehr mit Milch ist von der größten hygienischen Bedeutung. Will man die Frage nach der besten Art der Versorgung der Bevölkerung mit Milch beantworten, so steht man vor einem großen Komplex der verschiedenartigsten Fragen. Im nachstehenden will ich alle wesentlichen Punkte der Reihe nach behandeln.

Die Gefahren der Milch.

Nach den bisherigen Ausführungen ist es ohne weiteres klar, daß der Bevölkerung von der Milch eine ganze Reihe von Gefahren drohen. Zunächst gesundheitliche Gefahren. Wie erwähnt, leiden die milchgebenden Tiere selbst oft an ansteckenden Krankheiten, von denen wohl die bedeutungsvollste die Rindertuberkulose ist. Diese kann nicht nur bei Vorliegen der Eutertuberkulose in der Milch vorhanden sein, sondern sie gelangt auch mit dem Kuhkot und den von der Kuh ausgehusteten Schleimteilen in die Milch. So sind denn auch bei vielen bakteriologischen Untersuchungen der Handelsmilch in sehr zahlreichen Fällen lebende Tuberkelbacillen in der Milch

gefunden worden. In verschiedenen Städten ausgeführte bakteriologische Untersuchungen zeigten, daß 16–60% aller wahllos entnommenen Handelsmilchproben lebende Tuberkelbacillen enthielten. Die bovine Tuberkulose geht aber auch auf den Menschen über.

Von großem Interesse sind nun die übereinstimmenden Feststellungen in verschiedenen Großstädten Deutschlands und des Auslandes, daß im allgemeinen nur ein kleiner Prozentsatz aller tuberkelkranken Menschen durch den Typus *bovinus* infiziert ist. Die weitaus größte Zahl der Infektionen erfolgt durch den Typus *humanus*. Die Verhältnisse ändern sich aber wesentlich, wenn man die Prozentzahlen für die einzelnen Lebensjahre berechnet. Bei Darmtuberkulose hat man den Typus *bovinus* in etwa 50% der Fälle bei Kindern bis zu 2 Jahren gefunden, bei Kindern bis zu 6 Jahren schon erheblich weniger, bei Kindern bis 16 Jahren einen noch geringeren Prozentsatz, der aber immer noch den der Erwachsenen wesentlich übersteigt. Das zeigt deutlich die Gefahr der bovinen Tuberkulose bei Milchgenuß. Je mehr Milch der Mensch trinkt (Kinder), desto eher erfolgt eine Darminfektion durch die bovine Tuberkulose.

Auch die Maul- und Klauenseuche, deren Erreger noch unbekannt ist, kann auf den Menschen übergehen. In ähnlicher Weise können eitrige Erkrankungen durch unabgekochte Mastitismilch hervorgerufen werden.

Die Hauptgefahren drohen aber der Bevölkerung von kranken Menschen selbst, die mit der Milch in Berührung kommen und sie daher infizieren können. Der Frankfurter Milchbedarf beträgt beispielsweise in einem Tage etwa 100–120 000 Liter. Die Menschenhände, welche bei der Herstellung, dem Transport und der Zubringung zu den Konsumenten dauernd tätig sein müssen, werden gewiß nicht zu hoch mit 20 000 veranschlagt. Da von den Menschenhänden die meisten Infektionen ausgehen, so erläutert dieses Beispiel anschaulich die großen gesundheitlichen Gefahren. In Frage kommen vor allem die Erreger der Tuberkulose und des Typhus, dann auch die der Ruhr, der Diphtherie, des Scharlachs und der Masern. Viele der Erreger dieser Krankheiten sterben in der Milch nicht nur nicht ab, sondern sie können sich sogar in erheblichem Maße vermehren. Sehr häufig wird bekanntlich der Typhus durch die Milch übertragen. Es treten fast alljährlich umfangreiche Epidemien von Typhus auf, bei denen die behördlichen Feststellungen nachweisen, daß die Quelle der Infektion ungekochte Milch war. Meistens erklären sich diese Epidemien durch sog. Typhusträger, die unter dem Personal einer Milchwirtschaft vorhanden sind. Das sind Menschen, die den Typhus überstanden haben, aber noch Typhusbacillen abscheiden, oft noch monate- und jahrelang. Da jeder, der den Typhus überstanden hat, Schutzstoffe in seinem Blute gegen die Typhusbacillen besitzt, so sind diesen Trägern selbst die Typhusbacillen ungefährlich. Sobald sie aber auf einen Organismus gelangen, der die Krankheit noch nicht gehabt hat, kann die Krankheit entstehen. Ähnliche Bacillenträger gibt es auch noch für andere Krankheiten, z. B. Ruhr und Diphtherie.

Neben den Gefahren für die Gesundheit bringt die Milch Gefahren für den Menschen mit sich, die in der leichten Zersetzbarkeit beruhen. Die Zersetzung ist zunächst eine wirtschaftliche Frage, sie kann aber auch erhebliche gesundheitliche Bedeutung annehmen, wenn Eiweißzersetzer in lange aufgehobener erhitzter Milch giftige Eiweißspaltungsprodukte gebildet haben.

Drittens besteht die Gefahr der Verfälschung der Milch durch Wässern und Entrahmung. Jeder noch so unintelligente Mensch kann diese unsaubere Manipulation ausführen, da es dazu keines Apparates und keines Verstandes, sondern nur eines Wasserhahnes und eines Schöpflöffels bedarf. Die Verfälschung der Milch ist deshalb so besonders verwerflich, weil dem jungen Menschen das

unentbehrlichste Nahrungsmittel so verschlechtert wird, daß die Ernährung Not leiden kann.

Die Milchproduktion.

Wie soll nun die Milcherzeugung gestaltet werden, um diese Gefahren auf ein Minimum zu reduzieren? Es ist völlig selbstverständlich, daß die Gewinnung einer hygienisch einwandfreien Milch am Orte der Produktion beginnen muß. Aus einer schlecht gewonnenen Milch kann keine nachträgliche Behandlung mehr ein gutes Erzeugnis machen. Das Ideal, dem bei der Milchgewinnung zuzustreben ist, ist folgendes:

Stallhygiene. Das Vieh muß ganz gesund sein und stets der laufenden, tierärztlichen Beobachtung und Untersuchung unterliegen. Kranke Kühe müssen sofort ausgemerzt werden. Ihre Milch darf keine Verwendung finden. Sorgfältige Körperpflege des Viehes muß täglich vorgenommen werden. Viele Stallbesitzer haben sich dem sog. Tuberkulosevertilgungsverfahren angeschlossen, das die Ausscheidung tuberkulösen Viehes mit möglichst geringen wirtschaftlichen Nachteilen für den Stallbesitzer durchführt. Das Vieh darf nur mit guten und hochwertigen Futtermitteln gefüttert werden. Abfälle irgendwelcher Art dürfen nicht verfüttert werden.

Als Aufstallung wird am besten das holländische Aufstellungsverfahren gewählt. Es ist dies ein kurzer Stand mit einer tiefen Jaucherinne zur Aufnahme des Kotes und Urines. Die Tiere können sich bei dieser Aufstallung am wenigsten beschmutzen. Der Fußboden des Stalles soll wasserundurchlässig sein, die Wände abwaschbar. Wasserleitung muß sich im Stall befinden. Muß das Wasser in Eimern herbeigetragen werden, so leidet naturgemäß die Reinlichkeit. Der Stall soll zweimal täglich ausgemistet werden, und zwar nach dem Melken. Die erfahrungsgemäß in Ställen in beträchtlichen Mengen sich ausbildenden Fliegen sind durch grüne oder blaue Stallfenster und Fliegenfänger zu bekämpfen. Die Wasserversorgung muß in jeder Hinsicht hygienisch einwandfreies Trinkwasser liefern. Das Personal ist in bestimmten Abständen ärztlich zu untersuchen. Auch bakteriologische und serologische Stuhl-, Urin- sowie Blutuntersuchungen des Personals sind in bestimmten Zwischenräumen vorzunehmen. Vor dem Melken muß das Personal die Hände gründlich waschen und nur für das Melkgeschäft zu tragende saubere Kleider anziehen.

Hygienische Milchgewinnung. Die Milchgewinnung selbst ist mit allen Vorichtsmaßregeln gegen das Verschmutzen der Milch vorzunehmen. Die ersten und letzten Striche sind in ein besonderes Gefäß zu melken und nicht zu verwenden, sie sind aber nicht in die Streu zu melken, da sie hier Zersetzungs- und Bakterienherde ausbilden. Am besten wird mit Melkmaschinen gemolken. Diese Apparate werden heute in sehr guter Beschaffenheit von verschiedenen Firmen geliefert. Zum Beispiel werden die Apparate der Alfa Laval, Berlin, der Firma Budach u. Söhne, Flensburg, der Firma Alo, Berlin, sehr gelobt. Mit der Stallluft und mit Menschenhänden kommt die Milch dabei gar nicht in Berührung. Derartig ermolkene Milch besitzt daher eine große Haltbarkeit. Die weitere Milchbehandlung darf nicht im Stalle vorgenommen werden, sondern in einem Milchhäuschen. Hier soll die Milch erst geseiht werden, um sie von dem etwa doch hineingefallenen Schmutz zu befreien, dann mit Wasser auf 15°, danach mit gekühlter Sole auf + 4° heruntergekühlt werden. Hiernach erfolgt am besten eine Mischung, um stets eine gleichmäßige Zusammensetzung zu erhalten. Die Milch ist dann sofort in einen Kühlraum zu befördern, der auf + 4° gekühlt sein muß. Am besten wird die

Milch nicht in Kannen, sondern sofort an Ort und Stelle mechanisch in Flaschen abgefüllt, ohne daß Menschenhände mit der Milch in Berührung kommen. Auf die sorgfältige Spülung von Kannen und Flaschen mit heißer Sodalösung, heißem Wasser, kaltem Wasser und Dampf ist der größte Wert zu legen, denn die sorgfältigste Behandlung der Milch nützt ja nichts, wenn sie in unsaubere Gefäße abgefüllt wird. Auch der Verschluß der Flaschen hat mechanisch zu geschehen.

Eine mit solchen Vorsichtsmaßregeln gewonnene Milch ist eine in jeder Richtung ausgezeichnete Milch, bei der wohl die oben genannten Gefahren ausgeschaltet sind.

Der Transport. Die Stallhygiene allein genügt natürlich nicht, die Milch muß auch auf dem Transport vor den Gefahren geschützt werden. Allgemein gilt hier der Grundsatz, daß die Milch so schnell wie möglich auf dem kürzesten Wege den Konsumenten zugeleitet werden muß. Das ist aber bei schlecht gewonnener Milch vielfach nicht durchführbar. Schmutzige und nicht gekühlte Milch verdirbt im heißen Sommer oft schon auf dem Transport. Vorbildliches hat in der Transportfrage die städtische Milchversorgung in Mannheim geleistet. In ihrem Lieferungsgebiete hat die Stadt Mannheim, stets an der Bahn liegend, 27 Kühlstationen errichtet. Die in der Nähe gewonnene Milch wird hier nach Prüfung sofort tiefgekühlt und läuft dann in Kühlwagen nach Mannheim. Das Eis für die Kühlwagen wird hier erzeugt. Der Transport von Milch sollte ganz allgemein nur in Kühlwagen geschehen. Dabei ist aber auf die Eisversorgung zu achten, denn Kühlwagen ohne Eis wirken als Brütwagen und sind schlimmer als keine. Das Melken muß ferner nach den Zügen eingerichtet

werden, damit die Milch nur die unbedingt notwendige Zeit stehen bleibt.

Molkereimäßige Behandlung der Milch. Das soeben geschilderte Ideal der Milchgewinnung läßt erkennen, wie weit wir heute in dem größten Teil der Gutswirtschaften und bäuerlichen Betriebe von diesem Ideal entfernt sind.

Wo die Milch einigermaßen in der geschilderten Weise gewonnen und dann mit den genügenden Vorsichtsmaßregeln beim Transport sofort den Händlern bzw. Konsumenten zugefahren wird, kann auf eine weitere Behandlung der Milch in der Stadt verzichtet werden. Notwendig ist es allerdings, daß diese Milch in den Haushalten stets abgekocht wird, damit sie ohne Gefahr für die Gesundheit genossen werden kann.

So lange wir aber in der Mehrzahl der Betriebe noch so weit von der idealen Milchgewinnung entfernt sind, wie das heute meist der Fall ist, kann auf eine besondere Behandlung der Milch nicht verzichtet werden. Diese molkereimäßige Behandlung der Milch besteht in folgendem:

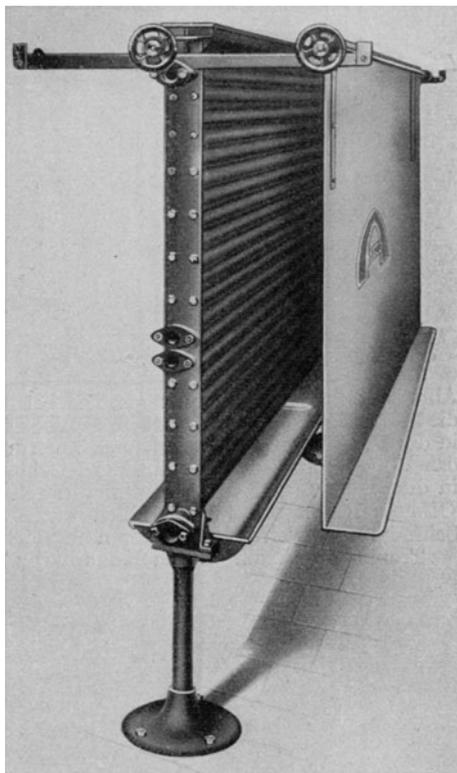


Abb. 4. Milchkühler. (Astra-Berieselungskühler der Bergedorfer Eisenwerke A.-G.)

Schmutzen trifugen. Zunächst wird die Milch durch Zentrifugen geführt, welche den Milchschlamm ausschleudern. Dabei schleudert sich der sog. Zentrifugenschlamm aus, der aus Kuhkot, Haaren und anderem Schmutz, vermischt mit Milchbestandteilen, besteht. Eine derartige Zentrifuge ist in der Abb. 5 dargestellt.

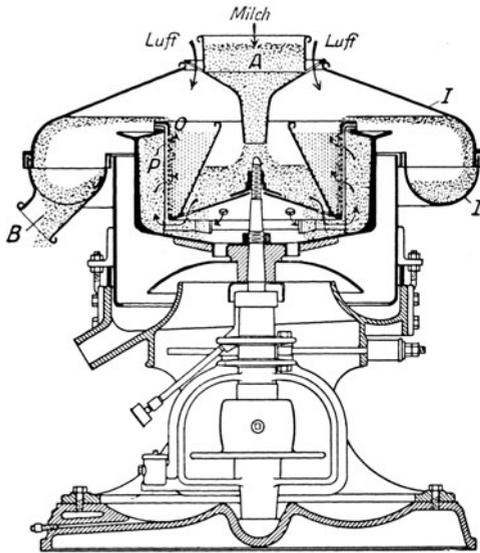


Abb. 5. Milchschnutzentrifuge. Die bei A in die kreisende Trommel eingeführte Milch gelangt in der Pfeilrichtung von außen nach innen durch das Filter P über den Trommelrand O hinweg in die Rinne I und fließt gereinigt durch die Öffnung B ab. Der in der Milch enthaltene Schmutz lagert sich auf der äußeren ungelochten Trommelwand an. (Nach Kossowicz.)

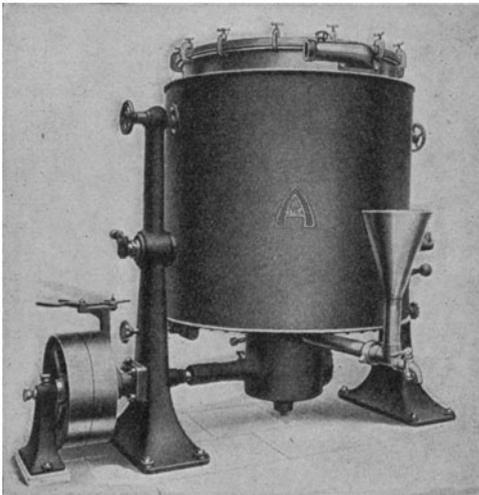


Abb. 6. Dampferhitzer. (Astra-Werke.)

der nun, um die Milch länger auf der erreichten Temperatur zu halten, die Milch die gewünschte Zeit verbleibt. Dann wird gekühlt. Diese Dauerpasteurisierung

Die geschleuderte Milch wird nun der Erhitzung unterworfen. Hierbei hat man grundsätzlich die Hoherhitzung von der Dauerpasteurisierung zu unterscheiden. Hoherhitzung. Bei der Hoherhitzung wird in den Pasteurierungsapparaten (Abb. 6) die Milch auf 80° erhitzt. Gewöhnlich benützt man die vorher erhitzte Milch, die jetzt gekühlt werden muß, zur Vorwärmung neuer Milch. Der Durchlauf durch den Apparat muß so gestaltet werden, daß die Milch, bevor sie gekühlt wird, mindestens 1 Minute lang diese Temperatur beibehält. Dauererhitzung. Bei der Dauerpasteurisierung wird zunächst durch dieselben Apparate auf niedrige Temperatur erhitzt. Darauf wird die erhitzte Milch in eine isolierte Wanne geleitet, in

Die geschleuderte Milch wird nun der Erhitzung unterworfen. Hierbei hat man grundsätzlich die Hoherhitzung von der Dauerpasteurisierung zu unterscheiden.

Hoherhitzung. Bei der Hoherhitzung wird in den Pasteurierungsapparaten (Abb. 6) die Milch auf 80° erhitzt. Gewöhnlich benützt man die vorher erhitzte Milch, die jetzt gekühlt werden muß, zur Vorwärmung neuer Milch. Der Durchlauf durch den Apparat muß so gestaltet werden, daß die Milch, bevor sie gekühlt wird, mindestens 1 Minute lang diese Temperatur beibehält.

Dauererhitzung. Bei der Dauerpasteurisierung wird zunächst durch dieselben Apparate auf niedrige Temperatur erhitzt. Darauf wird die erhitzte Milch in eine isolierte Wanne geleitet, in

¹ Milchwirtschaftliche Forschungen. Bd. 2, S. 163. 1925.

führt sich mehr und mehr ein. Man hat durch Versuche, insbesondere in Amerika, mit einer ganz groß und sorgfältig durchgeführten Versuchsreihe im praktischen Großbetriebe zeigen können, daß das Erhitzen der Milch auf 63° eine halbe Stunde lang genügt, die Krankheitserreger und den größten Teil der Milchverderber sicher abzutöten¹.

Vorteile der Dauererhitzung. Diese niedrige Dauererhitzung hat gegenüber der Hoherhitzung eine Reihe von Vorteilen. Die so dauererhitzte Milch bewahrt mehr ihren Rohmilchcharakter. So läßt sich aus ihr Dickmilch bereiten, die homogen ist, während bei hoherhitzter Milch das Gerinnen der Milch meist unter Trennung des Koagulums und eines wässerigen Serums erfolgt. Die Milch bewahrt bei Dauererhitzung auf 63° auch ihr Aufrahmungsvermögen in ähnlicher Weise wie die Rohmilch, während höher erhitzte Milch

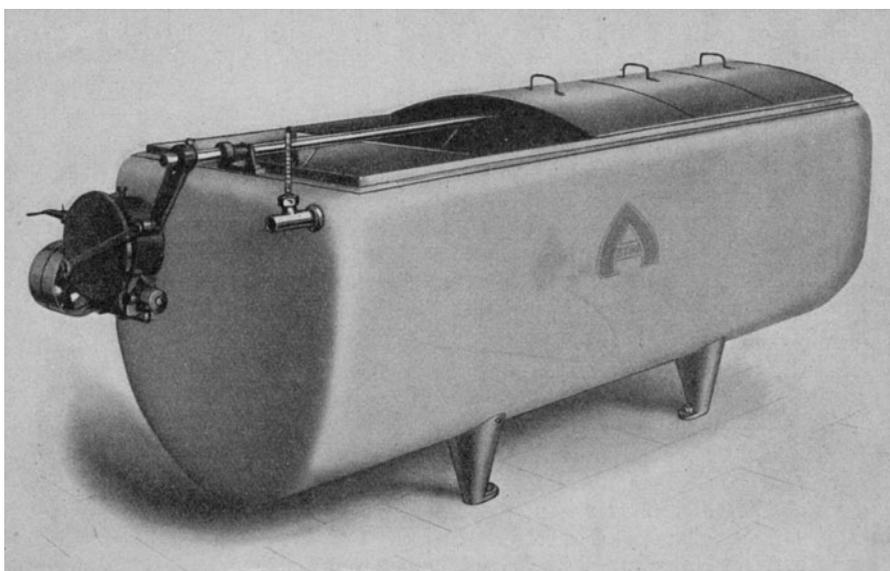


Abb. 7. Dauererhitzungswanne. Äußere Ansicht. (Astra-Werke.)

das Aufrahmungsvermögen verliert. Das ist von einer gewissen praktischen Bedeutung, weil viele Konsumenten aus dem fehlenden Aufrahmungsvermögen auf Verfälschung schließen, jedenfalls die gut aufrahmende Milch für wesentlich fetthaltiger ansehen. Andererseits wird dem Dauererhitzungsverfahren vorgeworfen, daß es insbesondere das empfindliche Vitamin C bei der langen Erhitzung vernichte. Trotz dieses Umstandes haben sich die amerikanischen Fachleute durchweg für dieses Erhitzungsverfahren entschlossen. In vielen amerikanischen Städten und Staaten ist es durch Gesetz vorgeschrieben. Man ging dabei von dem Standpunkte aus, „safety first“, zunächst einmal Sicherheit vor Krankheitserregern, Vitamine kann man z. B. durch Fruchtsäfte wieder zufügen. Die so schonend erhitzte Milch kommt ferner in ihrem Geschmack der unbehandelten Rohmilch am nächsten.

¹ Neuerdings wird die Dauerpasteurisierung von verschiedenen Seiten als nicht ganz sicher in der Abtötung von Krankheitserregern bezeichnet. Man darf aber wohl annehmen, daß, selbst wenn einzelne Krankheitserreger das Erhitzungsverfahren überleben, sie doch so geschwächt sind, daß eine Infektion durch dauerpasteurisierte Milch höchst unwahrscheinlich ist.

Kühlung. Die erhitzte Milch wird nun gekühlt, indem sie über Kühler, wie sie in Abb. 4 dargestellt sind, geleitet wird. Durch die Kühler strömt teilweise Leitungswasser, um die Milch zunächst auf die Temperatur des Leitungswassers zu bringen, ferner stark abgekühlte, durch Eismaschinen gekühlte Salzlösung, die eine weitere Abkühlung der Milch auf 4° bewirkt. Weiter soll die Milch nicht abgekühlt werden, in keinem Falle bis zum Gefrieren, da dabei eine vollständige Entmischung der Milch eintritt. Die gekühlte Milch wird dann in große Sammelbassins, die isoliert und in gekühlten Räumen aufgestellt sind, gebracht. Von hier aus erfolgt dann die Ausgabe der Milch an die Händler. Um Entmischung beim Abfüllen der Milch zu verhindern (Fettgehalt) müssen die Sammelgefäße mit Rührvorrichtung versehen sein. Die bekanntesten deutschen Firmen, welche alle Apparate für die molkereimäßige Behandlung von Milch herstellen und liefern sind die Firmen Bergedorfer Eisenwerk in Bergedorf und Ahlborn in Hildesheim.

Rohe oder erhitzte Milch. Es wird viel darüber gestritten, welche Art der Milchversorgung die richtige ist. Soll man der Bevölkerung so schnell wie möglich die rohe Milch zuleiten oder soll erst noch die molkereimäßige Behandlung in der Stadt erfolgen vor Abgabe an die Händler.

Solange die Milchgewinnung und der Transport noch soweit von dem oben geschilderten Ideal entfernt ist, ist es meines Erachtens wegen der Gefahr der Rohmilch erforderlich, die Erhitzung vorzunehmen und sich nicht auf das richtige Erhitzen in den einzelnen Haushaltungen zu verlassen. Einmal muß man sich allen Ernstes die Frage vorlegen, ob es wirklich zweckmäßig ist, den Hausfrauen lebendige Tuberkel- und Typhusbacillen oder andere Krankheitserreger ins Haus zu liefern und sich darauf zu verlassen, daß die Hausfrauen sie durch richtiges Abkochen schon vernichten. Viel zweckmäßiger scheint es zu sein, durch eine schonende Erhitzung der Milch die Garantie zu haben, daß die in die Häuser gelieferte Milch diese Krankheitserreger nicht mehr enthält. Dazu kommt folgendes: Es gibt immer wieder eine ganze Anzahl Menschen, die trotz aller Belehrung und Aufklärung die Rohmilch nicht kochen, weil sie in rohem Zustande besser schmeckt. Bei der Lage der Dinge kann man sich nicht damit begnügen, zu sagen, wer das tun will, tut das auf eigene Gefahr. Ein Mensch, der sich mit derartigen Krankheiten ansteckt, bildet eine schwere Gefahr für seine Umgebung. Dann wird aber auch in den Haushalten die Milch wegen des leichten Überschäumens nicht selten nicht richtig erhitzt. Schließlich kommt es vor, daß Hausfrauen zuerst den Rahm abnehmen, der ja nur von ungekochter Milch abgenommen werden kann, weil die gekochte nicht aufrahmt. Mit dem Rahm wird der Kaffee geweißt oder Salat angemacht. Die Ansteckung kann selbstverständlich ebensogut durch den Rahm erfolgen, und die ordnungsmäßige Erhitzung der Magermilch nutzt natürlich nichts.

Das soll natürlich nicht heißen, daß, wenn jemand richtig erhitzt, die Rohmilch nicht völlig ungefährlich ist. Es handelt sich hier nur um die Frage, welches System, ganz allgemein gesprochen, für die Gesamtversorgung der Großstadtbevölkerung vorzuziehen ist.

Andererseits kann indessen auch nicht verschwiegen werden, daß dem Bearbeiten der Milch in Molkereien Nachteile anhaften können. Bei richtiger Ausführung der molkereimäßigen Bearbeitung, bei guter Organisation der An-, Ablieferung und des Transportes überwiegen für die Versorgung einer Großstadtbevölkerung mit Milch bei der Molkereibehandlung die Vorteile aber bei weitem die Nachteile.

Der Erhitzung der Milch in Molkereien haftet zunächst der Nachteil an, daß die Milch in die Molkerei geleitet werden muß und deshalb älter wird. Am wenigsten widerstandsfähig sind gegen die Erhitzung die Milchsäurebakterien.

Die peptonisierenden Bakterien überstehen in ihren Dauerformen die Erhitzung und vermögen sich nun zu entwickeln. Sie greifen die Eiweißstoffe an und können bei längerer Einwirkung giftige Zersetzungsprodukte erzeugen, ohne daß die Milch gerinnt. Man vermag also die Zersetzung einer solchen Milch nicht an dem äußerlich sichtbaren Gerinnen zu erkennen. Gegen Säure sind zudem die peptonisierenden Bakterien empfindlich. Sie sind in ihrem

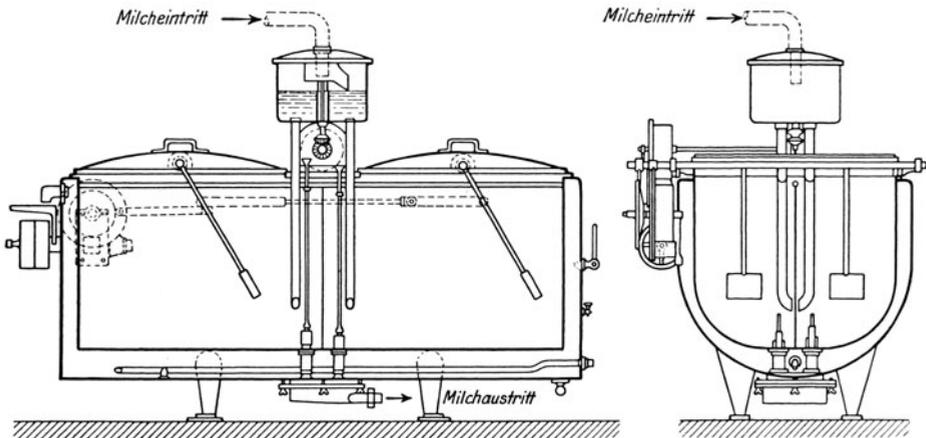


Abb. 8. Dauererhitzungswanne im Längs- und Querschnitt. (Nach Strohecker.)

Wachstum durch eine gewisse Säuerung stark behindert. Wachsen also die Milchsäurebakterien an, so verhindern sie eine erhebliche Zersetzung der Milch durch die peptonisierenden Bakterien. In diesem Sinne bilden also die Milchsäurebakterien einen natürlichen Schutz der Milch. In solchen Fällen (lange und ungeeignet aufgehobene erhitzte Milch) ist das Abtöten der Milchsäurebakterien ein Nachteil. Hält man sich aber vor Augen, daß die peptoni-

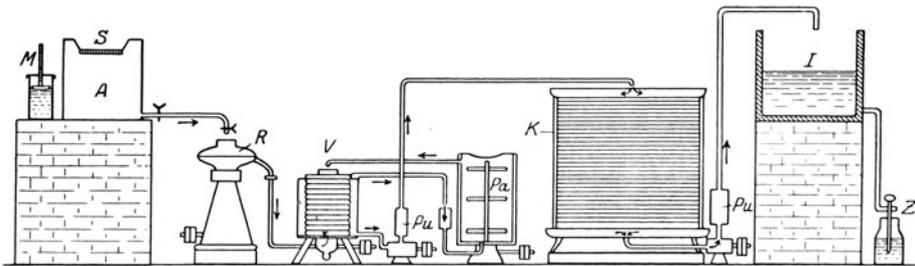


Abb. 9. Schematische Darstellung der Milchbehandlung in Molkereien (Hoherhitzung). M = Meßeimer, A = Annahmehassin, R = Reinigungszentrifuge, Pu = Pumpen, K = Kühler, Z = Zapfstelle, S = Sieb, V = Vorwärmer, Pa = Pasteur, I = Isoliertes Aufbewahrungsgefäß. (Nach Strohecker.)

sierenden Bakterien nur bei hoher Temperatur in nennenswertem Maße wachsen, so kann man sagen, daß erhitzte Milch, die 48 Stunden bei Temperaturen unter 10° aufgehoben ist, noch keine schädigenden Eigenschaften besitzen kann. Eine bei Temperaturen über 15° aufgehobene erhitzte Milch soll aber nach der Erhitzung nicht älter als 24 Stunden werden bis sie genossen wird. Bei erhitzter, in Flaschen abgegebener Milch sollte man immer verlangen, daß

die Flasche das Datum der Pasteurisierung trägt. Hinzu kommt der Nachteil der Vitaminabtötung, der aber nicht hoch anzuschlagen ist.

Die Milchversorgung der Großstädte von den Vorkriegszeiten bis heute.

Vor dem Kriege konnte entsprechend der in der Reichsverfassung gewährleisteten Gewerbefreiheit jeder Mensch mit Milch handeln, mochte er auch in noch so traurigen wirtschaftlichen Verhältnissen leben und über ganz ungeeignete Vorrichtungen zur Aufbewahrung und zum Transporte der Milch verfügen.

Die Verhältnisse vor dem Kriege. Ein interessantes Bild über die damaligen Verhältnisse im Verkehr mit Milch geben die Ausführungen¹ des bekannten Düsseldorfer Kinderarztes Prof. Schloßmann. Schloßmann tritt energisch für die Zentralisierung des Verkehrs mit Milch ein. Er schildert die Nachteile, die damit verbunden sind, wenn die in den Großstädten zu verteilende Milch direkt vom Produzenten an viele Milchhändler fließt. Die Kannen stehen in der Sonne, sind dem Straßenstaub und Schmutz ausgesetzt, werden in ungesunden Räumen, unter Umständen Schlafräumen usw., in denen sich kranke Personen befinden, über Nacht aufbewahrt usw. Schloßmann sagt, man kann direkt den Satz aussprechen, daß die Milchversorgung einer Stadt um so schlechter ist, je mehr Milchhändler an ihr beteiligt sind. Er tritt ferner für die Kommunalisierung der Milchwirtschaft ein, indem er ausführt, daß die Städte damals schon städtische Wasserwerke, städtische Kläranlagen, städtische Schlachthäuser und andere hygienische Einrichtungen besaßen. Zweifellos birgt nun der Verkehr mit Milch mindestens dieselben gesundheitlichen Gefahren für die Bevölkerung in sich wie die Wasserversorgung, die Abwasserbeseitigung und die Fleischherstellung. Schloßmann sagt deshalb, daß er davon überzeugt sei, daß in nicht zu ferner Zukunft die Milchversorgung der Städte ein kommunales Unternehmen sein werde. Er glaubt dieses um so eher, als den Städten hieraus neue Einnahmequellen erwachsen würden.

Die Milchversorgung im Kriege. Nun kam der Krieg, der uns ziemlich bald bei der Milchversorgung die Zwangswirtschaft brachte. Aus dem Zwang der Verhältnisse geboren, wurde also der Gedanke Schloßmanns, die Milchversorgung zu kommunalisieren, in die Tat umgesetzt. Man ist heute wohl allenthalben darüber einig, daß die Zwangswirtschaft, wenn sie auch während des Krieges unbedingt notwendig war, kein Segen war und sich nicht bewährt hat. Hieraus wird nun auch vielfach geschlossen, daß die oben gekennzeichneten Gedankengänge, die nicht nur von Schloßmann, sondern auch von anderen Fachleuten ausgesprochen wurden, irrig gewesen seien. Dieser Schluß ist aber entschieden ein Trugschluß. Das Versagen der Zwangswirtschaft ist keineswegs geeignet, die Gedankengänge Schloßmanns zu erschüttern. Daß die Zwangswirtschaft sich nicht bewährt hat, liegt an rein volkswirtschaftlichen Dingen, insbesondere an dem Mangel von Milch, der infolge der Abschneidung Deutschlands von allen Zufuhren sehr bald in die Erscheinung trat.

Die Entwicklung nach dem Kriege. Die Milchversorgung hat sich nun seit Beendigung des Krieges in folgender Weise weiter entwickelt: Die Reichsregierung hat erstmalig am 30. April 1921 die reine Zwangswirtschaft durch die Verordnung über den Verkehr mit Milch (RGBl. S. 498) aufgehoben. Dieses Gesetz ist mehrfach umgeändert worden. Es lockerte den Ablieferungszwang für die Erzeuger. Die Kommunalverbände behielten aber das Recht:

¹ Sommerfeld: Handbuch der Milchkunde. München: J. F. Bergmann 1909.

1. den Handel mit Milch einer Konzessionspflicht zu unterwerfen, wodurch ungeeignete Personen vom Milchhandel ferngehalten werden sollen.

2. Nach wie vor zu bestimmen, daß die Milch hauptsächlich den Versorgungsberechtigten, also Kindern, Greisen, werdenden Müttern usw. zugeführt werde.

3. Anzuordnen, daß die Milch einer zentralen Stelle zugeführt und einer geeigneten Verarbeitung unterzogen werde.

In den meisten Städten Deutschlands ging nun die kommunale Milchwirtschaft in eine mehr kaufmännische Form über, indem Milchversorgungs-Aktiengesellschaften oder G. m. b. H. gegründet wurden. Diesen Gesellschaften wurde der ganze Verkehr mit Milch übertragen. Viele Städte machten in Magistratsverordnungen von allen drei Berechtigungen, welche ihnen das Gesetz anheimstellte, Gebrauch, andere nur von einzelnen. Die Verteilung auf Karten wurde aber vorläufig fast überall beibehalten. Manche dieser Gesellschaften waren vorwiegend städtisch, in anderen hatte die Stadt die Mehrheit der Aktien oder Anteilscheine, bei wieder anderen war der städtische Einfluß nicht überwiegend oder überhaupt nicht vorhanden. In die Gesellschaften wurden fast überall die interessierten Landwirte-Organisationen, die Molkereien und Milchhändlerverbände aufgenommen. In dieser Form wurde eine zentrale Milchversorgung in vielen Städten Deutschlands während der Jahre 1921, 1922, 1923 durchgeführt. Eine starke Unruhe wurde in dieses System hineingetragen durch die rapide fortschreitende Geldentwertung. Das immer wertloser werdende Geld und Notgeld wurde von den Landwirten vielfach abgelehnt. Infolgedessen sank das in die Städte an die Zentralen gelieferte Milchquantum immer mehr ab. Vom Publikum wurden aber die Gründe für diese Schwierigkeit vielfach nicht dort gesucht, wo sie in erster Linie lagen, in der Geldentwertung, sondern es wurde der zentralen Milchbeschaffung die Schuld gegeben und immer lauter erscholl der Ruf nach der völlig freien Wirtschaft und der Wiederherstellung des Milchverkehrs wie er vor dem Kriege bestand.

Viele Städte haben diesem Drängen ihrer Bevölkerung nachgegeben, andere, wie Nürnberg, Essen, Krefeld, Bochum, Mannheim, Stuttgart haben bis heute ihre Zentralen behalten.

Durch die Verordnung des Reichsministers für Ernährung und Landwirtschaft vom 6. Juni 1924 (RGBl. S. 643) wurde dann der größte Teil des Zwanges in der Milchwirtschaft beseitigt. Betriebe, welche selbst Milch produzieren, sind in ihrem Absatz an keine einschränkende Bestimmung gebunden. In den meisten deutschen Städten besteht deshalb heute wohl wieder die freie Milchwirtschaft. Gewisse Bindungen läßt aber diese Verordnung auch jetzt noch zu. Einmal wird den Gemeinden das Recht zuerkannt, Verteilungsregelungen zu treffen. Auf Grund einer ergänzenden Verordnung können diejenigen Städte, für welche ein Bedürfnis in dieser Richtung anerkannt wird, den Zentralisierungszwang vorläufig bis zum 1. Juli 1925 beibehalten. Ferner ist den Städten über 50 000 Einwohnern das Recht eingeräumt, den Handel mit Milch von einer Konzession abhängig zu machen. Die Genehmigung zum Milchhandel darf nur versagt werden:

Wenn der Antragsteller die für den Handel mit Milch erforderliche Sachkenntnis oder Zuverlässigkeit nicht besitzt.

Wenn die zum Milchhandel bestimmten Räumlichkeiten und Einrichtungen polizeilichen Vorschriften nicht entsprechen.

Wenn der Antragsteller nicht eine nach den örtlichen Verhältnissen zu bestimmende Mindestmenge von Milch in den Handel bringt.

Am 1. Juli 1925 ist nun ferner die Bestimmung gefallen, daß die Städte die Ablieferung der in die Stadt gebrachten Milch an eine bestimmte Stelle vorschreiben können. Mit der Aufhebung dieser Bestimmung erschien die Existenz der zentralen Milchhöfe sehr gefährdet. Trotzdem haben die Milchhöfe durchweg den Milchverkehr in der Hand behalten. Das erklärt sich einmal daraus, daß sie den Zentralisierungszwang, auf andere gesetzliche Bestimmungen gestützt, weiter aufrecht erhalten konnten, ferner sind aber auch diese Unternehmungen wirtschaftlich so erstarkt, daß sie jeder Konkurrenz begeben können.

Ein Urteil des preußischen Obergerichtes vom 23. Sept. 1926 hat die Reichsmilchverordnung vom 6. Juni 1924 mit der Begründung für rechtsungültig erklärt, weil sie sich auf das Ermächtigungsgesetz vom 4. August 1914 stützt, was nach der Ratifikation des Friedensvertrages (10. Januar 1920) nicht mehr rechtlich zulässig sei.

Um die hierdurch entstandene Rechtsunsicherheit zu beseitigen, hat der Reichsernährungsminister die Bestimmungen der Verordnung dem Reichstag als Gesetzentwurf eingebracht. Der Reichstag hat am 10. Dezember das Gesetz angenommen. Damit ist die angefochtene Verordnung Reichsgesetz geworden. Das Gesetz soll bis zum 31. März 1928 Geltung haben; bis zu diesem Zeitpunkt soll ein neues Reichsmilchgesetz ausgearbeitet werden.

Ein Musterbeispiel für eine zentrale Milchversorgung ist der städtische Milchhof in Mannheim. Wenn zentrale Milchhöfe, wie es in Mannheim geschieht, betrieben werden, so stellen sie wohl ohne Frage eine sehr gute Art der Milchversorgung einer Großstadt dar. Immerhin kann auch bei der freien Wirtschaft Gutes geleistet werden. In der Stadt Frankfurt, in der am 1. Februar 1924 die freie Wirtschaft im Verkehr mit Milch wieder hergestellt wurde, hat die Stadtverwaltung dadurch versucht, auf Qualität und Preis der Milch Einfluß zu gewinnen, daß die Stadt eine große Molkerei erworben hat und nun versucht, das Niveau der Milchbeschaffenheit in freier Konkurrenz mit den übrigen Milchhändlern durch Lieferung einer besonders guten Milch zu heben.

Die in jedem Falle anzustrebenden Ziele. Auch bei völlig freier Wirtschaft sollte man in der Milchversorgung stets den Großbetrieb anstreben. Der Großbetrieb ist viel leistungsfähiger als der Kleinbetrieb, kann viel eher die Gewähr für eine einwandfreie Milch bieten und ist auch viel leichter zu überwachen.

Die Konzessionierung des Standes der Milchhändler ist möglichst überall durchzuführen. Wünschenswert wäre die Erweiterung der gesetzlichen Bestimmung dahin, daß auch Städte unter 50 000 Einwohnern den Konzessionierungszwang durchführen können.

Diese Konzessionierung bietet nicht nur die Möglichkeit, ungeeignete Personen vom Milchhandel fernzuhalten, sie bietet auch die Möglichkeit, die Milchhändler der Anzahl nach zu beschränken. Das ermöglicht, den vorhandenen Milchhändlern eine auskömmliche Existenz zu sichern. An einem wirtschaftlich gesunden Milchhändlerstand hat aber die Allgemeinheit das größte Interesse. Nicht nur kann man den Milchhändlern im Interesse der Hygiene erforderliche kostspielige Vorschriften über die Verkaufsräume, Kühlung der Milch usw. vorschreiben, ein in guten auskömmlichen Verhältnissen lebender Milchhändler hat auch naturgemäß kein Interesse daran, seine Stellung durch Milchfälschung zu gefährden.

Erstrebtes Reichsmilchgesetz und Polizeiverordnungen über den Verkehr mit Milch. Vielfach ist in der letzten Zeit von der Reichsregierung der Erlaß eines Reichsmilchgesetzes gefordert worden. Es steht noch dahin, wann ein derartiges Gesetz erlassen werden wird.

Schon vor dem Kriege haben viele Städte auf Veranlassung der Landesministerien besondere Polizeiverordnungen über den Verkehr mit Milch erlassen, welche für Produktion und Milchhandel bestimmte Mindestvorschriften in bezug auf Hygiene erlassen. Vielfach sind auch Bestimmungen über den Mindestgehalt der Milch, insbesondere an Fett, Vorschriften über die Herstellung und den Vertrieb von Vorzugs-, Kinder- und Kurmilch u. a. m. in diesen Verordnungen enthalten. Diese Polizeiverordnungen sind aber vielfach veraltet und oft sehr revisionsbedürftig. Als Muster einer ganz modernen Polizeiverordnung über den Verkehr mit Milch kann die der Stadt Mannheim angesehen werden.

Milchkontrolle. Für eine gut organisierte Milchkontrolle müssen der Chemiker, der Tierarzt und der Menschenarzt verständnisvoll und innig Hand in Hand arbeiten. Dem Arzte fällt die Untersuchung der Menschen (Stuhl, Blut, Harn) zu, ferner unter Umständen die Prüfung der Milch auf pathogene Bakterien. Der Schwerpunkt der Tätigkeit des Tierarztes liegt auf dem so überaus wichtigen Gebiete der Stallhygiene und Untersuchung des Viehes, wobei unter Umständen auch die Untersuchung auf pathogene Bakterien von hierzu genügend geschulten Tierärzten ausgeführt werden kann. Das Schwergewicht der Tätigkeit des Chemikers liegt naturgemäß in der Untersuchung der Milch. Bei der Untersuchung der Milch muß der Chemiker die hygienische Seite der Milchkontrolle voll und ganz berücksichtigen. Es ist gewiß eine große Aufgabe, Verfälschungen zu verhüten, indessen bei weitem nicht die einzige Aufgabe in der Milchüberwachung und ferner vielfach auch nicht einmal die wichtigste. Neben der Untersuchung der Milch auf ihre Zusammensetzung sind laufend Untersuchungen auszuführen, welche Klarheit darüber schaffen, ob die Milch sauber gewonnen, ob sie von gesunden Tieren stammt und ob sie noch frisch ist oder schon in beginnender Zersetzung sich befindet. Für die Beantwortung fast aller dieser Fragen gibt es chemische Methoden. Über die saubere Gewinnung unterrichtet die Schmutzprobe, über den Frischzustand die Alkoholprobe, der Säuregrad und die Methylenblauprobe. Führt man noch laufend Keimzählungen aus, so ist über den Frischzustand und die Art der Gewinnung der Milch ein sicheres Urteil zu gewinnen. Milch von kranken Kühen kann man oft durch die Leukocytenprobe erkennen. Für die Erkennung von Milch kranker Tiere leistet ferner nach Strohecker¹ die Messung der spezifischen Leitfähigkeit sowie nach Köster² u. a. die Ermittlung der Chlor-Zucker-Zahl ausgezeichnete Dienste. Auch die Bestimmung der Katalase, besonders ausgedehnt auf Proben aus den einzelnen Euterstrichen, gibt sehr wertvolle Anhaltspunkte für die Erkennung von Krankheiten. Wenn hiernach oder infolge beobachteter abnormer sonstiger Zusammensetzung ein Verdacht auf Krankheit der milchgebenden Tiere vorliegt, so sollte stets tierärztliche Untersuchung veranlaßt werden.

Die aus der Milch hergestellten Erzeugnisse.

Aus Milch werden eine Reihe von Produkten hergestellt, die ihrerseits besondere Nahrungsmittel sind. Die größte Rolle spielen unter diesen Erzeugnissen die Butter und der Käse. Diese beiden Nahrungsmittel sollen hier aber nicht behandelt werden, sondern wegen ihrer großen Bedeutung erst später (S. 143, 135). Von sonstigen Erzeugnissen, die aus Milch bereitet werden, sind noch zu nennen der Rahm, die Magermilch, die Buttermilch, die kondensierte Milch,

¹ Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 49, S. 342. 1925.

² Mitt. a. d. Geb. d. Lebensmitteluntersuch. u. Hyg. Bd. 11, S. 154. 1920; siehe auch Nottbohm: Milchwirtschaftliche Forschungen. Bd. 1, S. 345. 1924.

die Trockenmilch, der Kumys oder Kefir, die Molken, der Milchzucker, Milch- oder Molkeneiweiß und Yoghurt.

Rahm, Sahne. Der Rahm oder die Sahne wird durch Aufrahmung oder Ausschleudern der Milch gewonnen. Das Aufrahmenlassen der Milch durch ruhiges Stehen dauert längere Zeit; infolgedessen wird die Milch dabei gewöhnlich sauer. Auf diese Weise gewinnt man also einen sauren Rahm. Beim Ausschleudern durch Zentrifugen geht die Rahmabsonderung schneller vor sich. Milch und Rahm bleiben süß, daher der Name Süßrahm. Durch Stehenlassen kann man das Fett aus der Milch nur sehr unvollkommen beseitigen. Gewöhnlich enthält die Magermilch noch einen Fettgehalt von 1–2%. Die Zentrifuge entrahmt viel vollkommener. Gute Zentrifugen schleudern den Fettgehalt bis auf 0,05–0,1% aus.

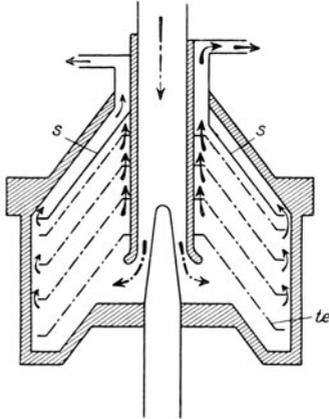


Abb. 10.

Schematische Darstellung einer Milchenträhmungsmaschine.

Die fettgedruckten Pfeile zeigen den Weg des Rahms, die dünn gedruckt Pfeile den Weg der Magermilch. te = Trommelein-sätze, von denen zahlreiche, in Abständen von höchstens 3 mm übereinander geschichtet sind. s = Scheidewand zwischen Rahm und Magermilch. (Nach Strohecker.)

Die Zusammensetzung des Rahmes unterscheidet sich in erster Linie dadurch von der Zusammensetzung der Milch, daß der Fettgehalt angereichert ist. König gibt für 20%igen Rahm folgende mittlere Zusammensetzung an:

Wasser	73,00 %
Stickstoffsubstanz	3,00 %
Fett	20,00 %
Milchzucker	3,50 %
Asche	0,50 %

Neben Fett sind also auch die anderen Milchbestandteile im Rahm vorhanden; nur sind sie natürlich dem höheren Fettgehalt entsprechend verringert.

Man unterscheidet gewöhnlichen Kaffeerahm und eigentlichen Rahm oder Sahne, bisweilen auch Doppelrahm genannt. Der Kaffeerahm oder die Kaffeesahne muß wenigstens 10% Fett enthalten. Eine Sahne, welche weniger als 10% Fett enthält, ist als verfälscht und irreführend bezeichnet anzusehen. Der normale oder Doppelrahm enthält wenigstens 25% Fett.

Der Rahm wird häufig verfälscht. Beliebte Fälschungsmittel sind geschlagenes Eiweiß oder Zuckerkalk, eine Verbindung von Calcium mit Saccharose. Dieser Körper bewirkt in

geringeren Mengen in Milch oder Rahm aufgelöst, daß die Flüssigkeit eine dickliche Beschaffenheit annimmt, die einen höheren Fettgehalt vortäuscht.

Ein Schlagrahm oder eine Schlagsahne ist ein Produkt, dem durch kräftiges Schlagen große Luftmengen einverleibt werden. Hierdurch nimmt das Erzeugnis eine stark schaumige Beschaffenheit an.

Die Sahne muß im allgemeinen aus Rohmilch gewonnen werden, da erhitzte Milch sich nur unvollkommen entrahmen läßt. Der Genuß solcher roher Sahne ist nach den obigen Ausführungen über die Gefahren der Rohmilch (S. 116) nicht unbedenklich. Deswegen bringen viele Molkereien den Rahm in pasteurisierter Form in geschlossenen Flaschen in den Handel. Bei Kaffeesahne bringt das Pasteurisieren keinerlei Nachteile, dagegen soll die eigentliche Sahne sich in pasteurisiertem Zustande schwerer schlagen lassen.

Während des Krieges sind häufig Schlagrahmersätze vertrieben worden, die nach unseren Untersuchungen aus einer Mischung von Gelatine, Eiweiß und Milchzucker bestanden.

Magermilch und Buttermilch. Magermilch heißt alle Milch, welcher der Fettgehalt ganz oder teilweise entzogen ist. Gewöhnlich strebt man natürlich dahin, der Milch den Fettgehalt soweit wie möglich zu entziehen, so daß die Magermilch praktisch meistens fettfrei ist. Da die Behandlung der Milch, auch wenn sie mit Zentrifugen geschieht, eine gewisse Zeit in Anspruch nimmt, wodurch der Verkauf der Milch weiter verzögert wird, so kommt die Magermilch gewöhnlich später an den Konsumenten als die zu gleicher Zeit gewonnene Vollmilch. Dadurch ist sie, besonders in der warmen Jahreszeit, meistens schon kräftig angesäuert. Vor dem Kriege wurde die Magermilch zur menschlichen Ernährung wenig verwendet, sondern meistens der Tierfütterung, insonderheit der Schweinefütterung zugeführt. Sie dient auch zur Herstellung von Magermilchkäse und zur Bereitung von Eiweißpräparaten. Die Magermilch ist aber durch ihren hohen Eiweißgehalt, durch ihren hohen Gehalt an Milchzucker, Salzen und Vitaminen auch für den Menschen noch ein sehr wertvolles Nahrungsmittel, wenn ihr auch der Fettgehalt größtenteils entzogen ist.

Die Buttermilch ist diejenige Flüssigkeit, welche übrig bleibt, wenn aus dem Rahm durch Schlagen in besonderen Apparaten, den Butterungsvorrichtungen, Butter erzeugt wird. Da der Rahm vor der Herstellung der Butter gewöhnlich eine Zeitlang reift, so ist auch die Buttermilch fast immer in erheblichem Maße angesäuert. Gewöhnlich schwimmen in der Buttermilch noch kleine Partikelchen von Butterfett umher. Im übrigen ist ihre Zusammensetzung derjenigen der Magermilch sehr ähnlich. Ein Nachteil der Buttermilch ist aber, daß sie vielfach gewässert ist. Bei der Butterherstellung muß nämlich der Rahm abgekühlt werden. Dies geschieht in kleinen Betrieben meistens in der Weise, daß kaltes Wasser oder Eis zugegeben wird. Ein Zusatz von bis zu 25% Wasser zur Buttermilch ist deshalb nicht zu beanstanden. Natürlich wird der Nährwert der Buttermilch dadurch erheblich herabgesetzt. Immerhin gibt es auch ungewässerte Buttermilch, die dann meistens aus Molkereibetrieben stammt, in denen das Kühlen des Rahmes vor der Verbutterung durch Apparate geschieht, welche besondere Kühlvorrichtungen haben, ein Wässern des Rahmes also unnötig ist. Auch die Buttermilch ist als ein brauchbares Nahrungsmittel für Menschen anzusehen. Sie wird aber auch heute wieder vielfach verfüttert.

Magermilch und Buttermilch haben nach König etwa folgende mittlere Zusammensetzung:

	Magermilch %	Buttermilch %
Wasser	90,59	90,94
Stickstoffsubstanz	3,65	3,71
Fett	0,15	0,65
Milchzucker	4,76	3,65
Milchsäure	0,1	0,35
Asche	0,75	0,70

Kondensmilch. Kondensierte Milch ist eine meist unter Zuckerzusatz auf etwa das Drei- bis Vierfache in besonderen Vakuumapparaten eingedampfte gewöhnliche Milch. Die Kondensation erfolgt deshalb unter Vakuum, weil sonst verschiedene Milchbestandteile, insonderheit der Milchzucker, sich zersetzen würden, was mit einem unangenehmen Geschmack und einer Verfärbung der Milch verbunden ist. Für die Ausführung der Kondensation der Milch sind zahlreiche Patente genommen worden. Der Zuckerzusatz hat den Zweck, die Haltbarkeit des Produktes zu erhöhen. Meistens wird die Milch vor dem

Eindunsten homogenisiert, um ein nachträgliches Aufrahmen des Fertigfabrikates zu verhindern.

Die so bereitete kondensierte Milch wird in verzinnte Büchsen, sog. Weißblechbüchsen, eingefüllt, die zugefalzt werden. Das Produkt ist, wenn ihm Zucker zugesetzt ist, die bekannte dickliche weiße Flüssigkeit, welche auch in angebrochener Dose lange Zeit haltbar ist. Ist die Milch ohne Zuckerzusatz eingedunstet, so hält sich ein solches Produkt nur einige Tage. Die ohne Zuckerzusatz hergestellte Milch muß deshalb auch nach dem Verschuß der Büchsen sorgfältig sterilisiert werden. In Wasser, Kaffee oder Tee ist die kondensierte Milch ohne weiteres wieder löslich.

Die kondensierte Milch wird sowohl aus Vollmilch wie aus Magermilch hergestellt. Letztere darf nicht ohne weiteres „Kondensierte Milch“ heißen, sondern muß deutlich als „Kondensierte Magermilch“ gekennzeichnet werden. Unter schlechthin „Kondensierte Milch“ ist immer kondensierte Vollmilch zu verstehen.

Die mittlere Zusammensetzung von kondensierter Voll- und Magermilch, mit Zusatz von Rohrzucker ist nach König etwa die folgende:

	Vollmilch %	Magermilch %
Wasser	23,19	26,81
Stickstoffsubstanz	10,11	10,56
Fett	10,34	1,25
Milchzucker	14,84	13,93
Rohrzucker	38,70	45,20
Asche	2,22	2,25

Trockenmilch oder Milchpulver. Bei der Kondensmilch wird die Haltbarkeit durch eine starke Herabsetzung des Wassergehaltes und eine erhebliche Rohrzuckerkonzentration erreicht. Entzieht man nun einem Lebensmittel alles Wasser, so muß es haltbar sein, da die Verderber der Lebensmittel, die Bakterien, nicht mehr anzuwachsen vermögen. Auf diese Weise werden die Milchpulver erzeugt.

Die Trockenmilch hat seit dem Weltkriege für die menschliche Ernährung eine gewisse Bedeutung gewonnen. Die ersten Erzeugnisse dieser Art, die auch heute noch vielfach hergestellt werden, waren die sog. Walzenpulver. Auf sich gegeneinander drehende, nahe zusammenstehende eiserne Walzen, die durch Dampf geheizt werden, wird in der verschiedensten Weise eine dünne Milchsicht gebracht. Diese Milchsicht trocknet sofort an und wird nun durch Abhebavrichtungen von den Walzen entfernt. Das Trocknen der Milch geschieht zum Teil auch im Vakuum. Die Walzen werden vielfach mit überspanntem Dampf geheizt, so daß Temperaturen bis zu 110° zur Anwendung kommen. Das so gewonnene Pulver wird dann oft noch in Kugelmöhlen oder ähnlichen Vorrichtungen staubfrei gemahlen. Es stellt die Walzenmilch dar.

Allen Walzenprodukten haftet aber der gemeinsame Nachteil an, daß das Casein unlöslich geworden ist. Infolge dessen trennt sich beim Übergießen des Pulvers mit Wasser in der Milchlösung das Casein leicht als unlöslicher Körper von den löslichen Bestandteilen und sinkt als Bodensatz zu Boden. Durch sehr feines Vermahlen kann zwar diese Trennung genügend lange hinausgezogen werden, so daß die mit Wasser überbrühten Milchpulver scheinbar wieder eine kolloide Milchlösung geben. Dies ist aber nur scheinbar der Fall, in Wirklichkeit handelt es sich immer bei der Walzenmilch um eine mehr oder weniger grobe Suspension der Eiweißbestandteile.

Schon vor dem Kriege war nun ein Verfahren bekannt geworden, das sog. Trufood-Verfahren, welches diese Schwierigkeiten dadurch zu beheben suchte, daß die Trocknung der Milch nicht auf Walzen durch Erhitzen geschah, sondern durch Zerstäuben mit Hilfe von Druckluft bei verhältnismäßig niedriger Temperatur. Diese Trufoodmilch wird hauptsächlich in England und Amerika von der Merrel-Soule Co. hergestellt, und man erzielt nach dem Verfahren ein völlig lösliches gutes Produkt.

Während des Krieges gelang es nun einem deutschen Ingenieur, Dr. Krause in München, ein anderes praktisches Verfahren der Zerstäubung zu erfinden. Dieses Verfahren wurde während des Krieges von der Reichstrocknungsgesellschaft in Berlin, der späteren Rohstofftrocknungsgesellschaft in Frankfurt a. M., in die Praxis überführt. Das Verfahren liefert ein ausgezeichnetes Zerstäubungspulver. Trockenmilch dieser Art wird heute in großen Fabrikbetrieben sowohl in Deutschland als auch im Auslande hergestellt.

Die Fabrikation der sog. Krausemilch geschieht in folgender Weise: Die angelieferte Milch wird zunächst sorgfältig von Schmutz befreit und mit der Alkoholprobe auf ihren Frischzustand vorgeprüft. Nur Frischmilch darf verarbeitet werden, da bei Verarbeitung von angesäuertem Milch unlösliche oder schwer lösliche Pulver entstehen. Die Milch wird nun zunächst in Apparaten zur Vorkondensierung, ähnlich wie bei der Gewinnung der Kondensmilch, bei etwa 60° im Vakuum auf die dreis- bis vierfache Konzentration gebracht. Dieses so erhaltene Vorkondensat wird noch warm in den sog. Krauseturm überführt und hier zerstäubt. Der Krauseapparat ist ein großer ausgekachelter Turm, durch den sorgfältig vorfiltrierte und auf 100–120° erhitzte Luft hindurchstreicht. Etwa in der Mitte des Krauseturmes bewegt sich mit großer Geschwindigkeit eine auf verschiedene Weise angetriebene Zerstäubungsscheibe. In diesen Apparat fließt die Milch von oben hinein. Sie tritt aus sehr feinen Öffnungen aus und wird infolge der Zentrifugalkraft in feinste Tröpfchen zerrissen, die in den Turm hinausgeschleudert werden. Bei dem Anlassen des Apparates bemerkt man im Turm zunächst einen feinen Milchnebel. Durch mehrere in den Turm eingelassene Fensterchen kann der Zerstäubungsvorgang beobachtet werden. Der Nebel besteht aus feinsten Milchtröpfchen, welche momentan, in Bruchteilen von einer Sekunde, durch die heiße Luft getrocknet werden und als feine Milchstäubchen zu Boden fallen. Allmählich bedeckt sich der Boden mit einem weißen Milchpulver, welches durch Kehrvorrichtungen in Schlitze, die am Boden angebracht sind, hineingeräumt wird und in die darunter aufgestellte Auffangvorrichtung abfällt. Die Luft führt natürlich viel feine Milchteilchen mit sich und wird deshalb vor dem Verlassen des Apparates durch Tuchfilter filtrierte, die die Luft passieren lassen, das Milchpulver aber zurückhalten. Trotzdem die Temperatur der Luft auf 100–120° gebracht wird, herrscht in der Zerstäubungszone nur eine Temperatur von 50–60°. Es wird eben durch das aus jedem Tröpfchen Milch fortgesetzt verdunstende Wasser

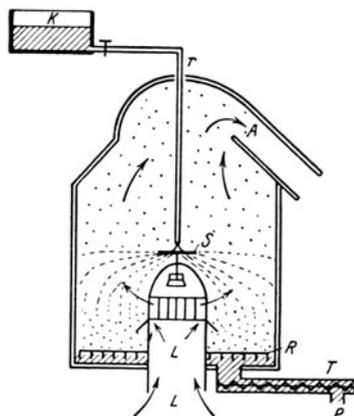


Abb. 11. Schematische Darstellung des Krausetrocknungsturmes.

K = Bassin der vorkondensierten Milch. r = Zuleitungsrohr. S = Zerstäuberscheibe. L = Eintritt der heißen Luft. R = mechanischer Räumere. T = Transportschnecke. A = Weg der abgesaugten Luft. P = Austritt des Milchpulvers.
(Nach Strohecker.)

soviel der sog. latenten Wärme gebunden, daß die Temperatur der Luft von 100—120° auf 50—60° absinkt. Die Milch wird also nicht höher als bis auf 60° erhitzt, weshalb das Eiweiß unverändert löslich bleibt.

Die Krausemilch ist vollkommen wasserlöslich, sowohl im kalten wie im warmen Wasser. Löst man 125 g Milch zu einem Liter auf, so erhält man eine vollkommen kolloide Milchlösung, die nach den vom Verfasser mit R. Strohecker¹ ausgeführten Untersuchungen in der Zusammensetzung keinen Unterschied gegenüber der gekochten Frischmilch aufweist. Auch im Geschmack ist das Erzeugnis nicht von gekochter Frischmilch zu unterscheiden. Die Krausemilch ist in der Nachkriegszeit während der Zeit des Mangels an Frischmilch in vielen deutschen Städten zur Ergänzung der Milchversorgung vertrieben worden. Sie wurde sowohl in Pulverform verkauft, als auch in einzelnen Städten in den Molkereien wieder aufgelöst und als aufgelöste Trockenmilch in den Verkehr gebracht.

Von den Enzymen ist nach unseren Feststellungen das Oxydaseenzym zu etwa 40% in der Trockenmilch enthalten. Das Reduktaseenzym ist abgestorben. Katalase enthält die Trockenmilch nicht. Die Vitamine scheinen beim Krauseverfahren nicht vernichtet zu werden. Auch in der Walzenmilch sind sie noch vorhanden. So ist von amerikanischen Physiologen eine durch Erhitzen auf 110° hergestellte Walzenmilch, das Produkt von Just-Hatmaker, auf Vitamine untersucht worden. Es zeigte sich, daß die Just-Hatmakersche Milch alle Vitamine enthielt. Man wird deshalb Juckenack² zustimmen können, wenn er hieraus den Schluß zieht, daß das auf viel niedrigere Temperatur erhitzte Krauseprodukt auch alle Vitamine enthält. Zweifelhaft könnte höchstens die Frage sein, ob nicht das C-Vitamin, welches besonders empfindlich gegen Oxydationen ist, durch den hohen Luftgehalt, der bei der Bereitung der Milch Verwendung findet, geschädigt ist. Neuerdings sind von Jephcott und Bacharach³ Untersuchungen über den Vitamingehalt der Trockenmilch angestellt worden, welche zu dem Ergebnis gelangen, daß bei sorgfältiger Fabrikation ein Milchpulvererzeugnis hergestellt werden kann, das als Vitaminquelle für die Ernährung von Kindern der Vollmilch gleichsteht.

Die Krausetrockenmilch ist nach unseren Untersuchungen ein sehr keimarmes Produkt. Wir fanden einige Hundert bis einige Tausend Keime in einem Kubikzentimeter der kalt wieder aufgelösten Milch. Krankheitserreger sind mit großer Wahrscheinlichkeit in der Trockenmilch nicht vorhanden, da die Milch bei der Vorkondensation lange Zeit auf 60° erhitzt wird. Immerhin tut man gut, zur vollen Sicherheit die Milch bei der Auflösung mit heißem Wasser zu übergießen, und zwar um so mehr, als dies auch aus rein technischen Gründen zweckmäßig ist. Kalt aufgelöste Trockenmilch buttert nämlich leicht aus.

Die Hauptschwierigkeit bei der Verwendung der Trockenmilch waren die merkwürdigen Zersetzungserscheinungen, welche sich beim Aufbewahren der Milch vielfach zeigten. Wir haben diese Frage eingehend studiert (a. a. O.) und alle in der Milch auftretenden Zersetzungserscheinungen kennen und vermeiden gelehrt. Zunächst muß die Trockenmilch, ähnlich wie die Butter, vor Licht, insonderheit vor dem direkten Sonnenlicht geschützt werden, sonst nimmt sie leicht einen eigentümlichen talgigen Geschmack an, der auf eine Zersetzung des Fettes durch die ultravioletten Strahlen des Lichtes zurückzuführen ist (S. 28).

¹ Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 47, S. 377. 1924.

² Unsere Lebensmittel vom Standpunkte der Vitaminforschung, Berlin 1923, Julius Springer.

³ Hildesh. Molkereizeitung. Bd. 41, S. 278. 1927.

Die wichtigste Zersetzung der Trockenmilch besteht aber in folgendem Vorgang: Offen an der Luft aufbewahrte Milchpulver nehmen aus der Luft leicht Wasserdampf auf. Frische Trockenmilch enthält höchstens einen Wassergehalt von 3–4%. Steigt der Wassergehalt auf 6–10% an, so treten innerhalb kurzer Zeit Veränderungen in der Milch auf, die man in dreierlei Phasen unterscheiden kann. Zunächst wird das vorher weiche Pulver sandig. Dann wird es vollkommen unlöslich. Wird es dann noch einige Zeit aufbewahrt, so fängt es an unangenehm zu riechen und zu schmecken. Der Milchzucker liegt im Milchpulver in wasserfreier Form vor, wie unsere Untersuchungen gezeigt haben. Das Sandigwerden beruht in einer Krystallisation des Milchzuckers. Das Unlöslichwerden der Milch ist ein unter dem Einfluß des Wassers verlaufender kolloidchemischer Krystallisationsprozeß des Caseins. Die Amikronen treten unter dem Einfluß des Wassers zusammen unter Verkleinerung der Oberfläche und unter Abgabe der für die Löslichkeit erforderlichen Elektrolyte. Der schlechte Geschmack ist zu erklären durch ein langsames Vegetieren von eiweißspaltenden Bakterien der Heubacillengruppe, wie die von uns veranlaßten bakteriologischen Untersuchungen dargetan haben.

Dieser Prozeß der Wasseranziehung kann, wie wir weiter zeigten, langsam innerhalb mehrerer Monate oder bei ungünstigen Witterungsverhältnissen auch schnell verlaufen. Für das Unlöslichwerden der Milch ist der Sauerstoff ohne jede Bedeutung. Dagegen sind die eiweißspaltenden Bakterien, da sie strenge Aerobier sind, mit ihrem Wachstum an den Sauerstoff gebunden. Sie können aber nur gedeihen, wenn vorher Wasser angezogen ist. Hält man also das Wasser vollkommen weg, so ist der Sauerstoff für die Haltbarkeit der Milch ohne praktische Bedeutung. Allerdings kann er bei längerer Zeit der Aufbewahrung, wie unsere Versuche ebenfalls zeigten, auch Fettoxydationen bewirken. Diese treten aber nicht schneller auf wie bei anderen Fetten, d. h. nach Verlauf von einem halben bis einem Jahre, wenn man für Fernhaltung des Wassers sorgt.

Wir konnten ferner zeigen, daß Spuren von Kupfer (aufgenommen aus kupfernen Apparaten) die Haltbarkeit des Erzeugnisses insofern sehr ungünstig beeinflussen, als durch Kupfersalze eine katalytische Beschleunigung der Fettoxydation hervorgerufen wird. Kupferne Apparate sind deshalb bei der Herstellung von Trockenmilch zu vermeiden.

Die Zusammensetzung der Trockenmilch ist nach unseren Untersuchungen etwa folgende:

Wasser 3–4%, Fett 25–29%, Gesamtstickstoffsubstanz 26,75%, Caseinstickstoff 3,14%, Albumin- und Globulinstickstoff 0,76%, Reststickstoff 0,31%, Milchzucker (wasserfrei) 36,55%, Asche 5,87%, Alkalität der Asche (ccm Normal-säure für 1 g Asche) 1,2, Lecithin-Phosphorsäure (P_2O_5) 0,77%, Viscosität 1,79. Säuregrad nach Soxhlet-Henkel (12,5 g + 87,5 g Wasser) 6,9°.

Die Aufbewahrung der Trockenmilch soll, um die genannte Zersetzung zu verhüten, nur in fest verschlossenen Gefäßen geschehen, die in einem gleichmäßig temperierten kühlen Raum, möglichst fern von Wasserdämpfen, aufbewahrt werden.

Kumys und Kefir. Kumys und Kefir sind Milchpräparate, die durch eine alkoholische Gärung und eine Milchsäuregärung entstehen. Sie werden von den sibirischen und tartarischen Völkern aus Stutenmilch hergestellt und als tägliche Erfrischungsgetränke genossen. Bei uns werden diese Präparate aus Kuhmilch hergestellt.

Die Gärung wird hervorgerufen durch verschiedene Organismen, welche den Zucker in Alkohol, Kohlensäure und Milchsäure abbauen. Es handelt sich aber dabei nicht um die gewöhnlichen Hefen- und Milchsäurebakterien, sondern um Organismen dieser Art, die an diese spezielle Gärung angepaßt sind. Man muß

daher, um die Präparate fortgesetzt weiter züchten zu können, stets einen Teil des Getränkes für die Infektion von frischer Milch für den folgenden Tag aufheben. In Form von sog. Kefirkörnern werden die Erreger auch fabrikatorisch hergestellt und in den Handel gebracht. Es bedarf aber einer umständlichen Behandlung der Kefirkörner, um sie wieder für die Herstellung der Getränke reif zu machen.

Der Geschmack der Getränke ist säuerlich, ähnlich wie Buttermilch, daneben aber alkoholisch und infolge des Kohlensäuregehaltes ähnlich prickelnd wie das Bier.

Die Zusammensetzung der Produkte ist nach König etwa die folgende:

Wasser 88,86%, Stickstoffsubstanz 3,13%, Fett 3,06%, Milchzucker 2,73%, Milchsäure 0,87%, Asche 0,66%, Alkohol 0,69%.

Da es sich hier um eine saure Milch handelt, so ist das Casein zum größten Teil unlöslich geworden und schwimmt in der übrigen Flüssigkeit umher.

Molken. Die Molken sind die trübe Flüssigkeit, welche übrig bleibt, wenn Casein und Fett, sei es durch Säuerung, sei es durch Lab, aus der Milch ausgeschieden sind. Molken fallen in großen Mengen bei der Käsefabrikation als Abfallprodukt an. Sie werden entweder an Schweine verfüttert oder auf Milchzucker verarbeitet, da letzterer der Hauptnährstoff der Molken ist. Wenn die Molken aus saurer Milch stammen, so enthalten sie auch nicht unbeträchtliche Mengen von Milchsäure. Beim Erhitzen der Molken scheidet sich ein größerer Teil des Albumins und Globulins ab, welches als sog. Molkeneiweiß für die menschliche Ernährung verwertet wird. Die Molken werden auch nach Krause getrocknet. Süße Molkenpulver stellen ein weißlich-graues Pulver dar, welches in diesem Zustande auch zur menschlichen Ernährung verwertet werden kann. Die Molken sind nach den Untersuchungen von Osborne¹ und anderen amerikanischen Forschern für die menschliche Ernährung noch besonders wertvoll. Das in den Molken vorhandene lösliche Eiweiß ist in seiner biologischen Wertigkeit (vgl. S. 60) noch erheblich hochwertiger als Casein. Auch enthalten die Molken erhebliche Mengen von Vitaminen und freien Aminosäuren.

Milchzucker. Der Milchzucker wird gewonnen durch Eindampfen der süßen Molken. Er krystallisiert in harten gelblichen Krystallen, die durch Umkrystallisation gereinigt werden können. Aus 200 Liter Molken gewinnt man nach Lebbin etwa 400 g gereinigten Milchzucker.

Der Milchzucker ist erheblich weniger süß als der Rohrzucker. Er krystallisiert mit einem Molekül Wasser in rhombischen Prismen. Er ist verhältnismäßig leicht löslich in Wasser, während er in Alkohol und Äther unlöslich ist. Meistens kommt er als feines weißes Pulver in den Handel und dient zu medizinischen Zwecken, zur Herstellung von Nährpräparaten und zur Herstellung von Säuglingsmischungen, die der Zusammensetzung der Frauenmilch näher gebracht werden sollen (S. 115).

Milcheiweiß oder Molkeneiweiß. Aus der Magermilch wird vielfach das Casein und aus den Molken das Molkeneiweiß ausgeschieden. Diese Substanzen werden sowohl als Nährpräparate (Milcheiweiß) als solche verwendet, als auch bilden sie die Grundsubstanz für die Herstellung verschiedener anderer Lebensmittel, wie Würzen und Fleischextraktersatz (S. 93).

Yoghurt. Der Yoghurt ist eine geronnene saure Milch, welche in der Türkei und in Bulgarien seit alters her bereitet und genossen wird. Der Yoghurt ist auch bei uns als Erfrischungs- und Nährgetränk vielfach in Anwendung gekommen.

Für die Bereitung des Yoghurt wird Kuhmilch zunächst aufgeköcht und dabei meistens etwas eingedampft und dann sorgfältig wieder abgekühlt; nun

¹ Nach R. Berg: Vitamine.

wird mit Reinkulturen, die von bestimmten Firmen bezogen werden können, beimpft und nun unter Einstellen in temperierte Räume oder Vorrichtungen (40—45°) bis zum Dickwerden stehen gelassen. Die Milch wird bald sauer und verwandelt sich in eine gleichmäßig koagulierte dickliche Masse. Die Erreger dieser Gärung sind nicht die gewöhnlichen Milchsäurebakterien, sondern eine Abart des Milchsäurebacillus, welcher nach seiner Heimat den Namen *Bacillus bulgaricus* erhalten hat. Der Yoghurt ist ein wertvolles diätetisches Nahrungsmittel. Nach dem verstorbenen Professor Metschnikoff in Paris soll sich der *Bacillus bulgaricus* im Dickdarm stark vermehren und die übrigen Fäulniserreger zurückdrängen. Hierdurch soll der Yoghurt für die Gesundheit wertvolle Wirkungen ausüben.

Die Zusammensetzung des Yoghurts ist im Mittel etwa die folgende:

Wasser 86%, Stickstoffsubstanz 4%, Fett 3,5—4%, Milchzucker 5%, Milchsäure 0,8—1%, Asche 0,8%, Alkohol 0,14%.

Bei der Yoghurtgärung entstehen also auch Spuren von Alkohol, die wohl durch gleichzeitig sich entwickelnde Hefen bedingt sind.

Käse.

Käse ist das bekannte Lebensmittel, welches aus den verschiedenen Milcharten, die durch Lab oder Säuerung von den Molken befreit werden und dann einen Reifungsprozeß durchmachen, gewonnen wird.

Die Herstellung des Käses.

Die Labkäse werden in folgender Weise gewonnen: Die Milch wird zunächst auf etwa 30—35° erwärmt, mit der Labflüssigkeit versetzt und längere Zeit umgerührt. Nach spätestens einer halben Stunde, meist aber erheblich früher, ist der Käsestoff ausgeschieden. Die Labflüssigkeit wird gewonnen, indem man Schweine- oder Kälbermägen zerkleinert und mit Wasser, die gesäuerte Molken enthalten, auszieht. Man trocknet diese Auszüge auch bei niedriger Temperatur und bringt sie dann als Labpulver in den Handel. Diese Pulver verlieren aber vielfach schnell ihre Wirksamkeit.

Bei der Herstellung von Sauermilchkäse läßt man die Milch sauer werden, bis ebenfalls das Casein ausgeschieden ist. Das abgeschiedene Gemenge von Casein und Fett führt in der Käseertechnik den Namen „Bruch“. Sowohl bei der Fabrikation des Lab- als auch des Sauermilchkäses wird nun der Bruch von den Molken geschieden. Da die Käse meistens künstlich gefärbt werden, so wird vor dem Dicklegen oder Sauerwerden der Milch schon der künstliche Farbstoff zugesetzt. Die so erhaltene frische Käsemasse wird gesalzen und bildet in diesem Zustande den Quarkkäse. Damit aus ihr der eigentliche Käse entsteht, muß die Masse einen Reifungsprozeß durchmachen. Zu diesem Zwecke wird die in die gewünschte Form gebrachte Käsemasse in Kellern 4—6 Wochen, zum Teil auch länger, gelagert. Durch das Zusammenwirken der verschiedensten Mikroorganismen tritt nun eine tiefgehende Zersetzung der Käsemasse ein, wobei sich immer mehr der eigentliche Käsegeruch und -geschmack entwickelt.

Biologische und chemische Vorgänge bei der Reifung.

Diese Umwandlung der Käsemasse wird von einer großen Anzahl von Mikroorganismen bewirkt. Die wichtigsten Gruppen von Mikroorganismen, die diese biologische Zersetzung der Käsemasse bewirken, sind die folgenden:

1. Die verschiedenen Typen der Milchsäurebakterien Sie sind fast immer in überwiegender Zahl vorhanden

2. Die peptonisierenden Bakterien. In den Anfangsstadien der Reifung sind sie ebenfalls in großer Zahl zugegen. In ausgereiftem Käse treten sie aber sehr zurück.

3. Anaerobe Sporenbildner, wie Buttersäurebakterien, scheinen in den meisten der gangbaren Käsesorten keine große Rolle zu spielen. Nur in einigen Käsesorten, insbesondere Sauermilchkäsen, scheinen sie in großer Zahl vorkommen zu können.

4. Hefepilze kommen in größerer Zahl in Weichkäsen vor. In den harten Käsen treten sie sehr zurück oder fehlen ganz.

5. Schimmelpilze. Auch diese Organismen wirken bei der Reifung der Weichkäse vornehmlich mit, während sie ebenso wie die Hefen bei der Reifung der Hartkäse nicht wesentlich mitwirken.

Die Reifungsvorgänge bis zur Bildung des fertigen Käses beruhen nun auf einem Zusammenwirken der verschiedenen Gruppen von Käseorganismen. Die von jeder der einzelnen Gruppen bewirkten Umsetzungen sind wesentlich für den richtigen Geschmack des Käses. Nach Löhnis unterscheidet man bei der Käsureifung zweckmäßig drei Phasen, nämlich erstens die Anfangs- oder Vorgärung, in der vor allem die Milchsäurebakterien lebhaft Milchsäureproduktion veranlassen. Zweitens die Hauptgärung, während welcher die Eiweißspaltung und Lochbildung vor allem vor sich geht. Drittens die Nachgärung, bei welcher nach Absterben der meisten Bakterien die Enzyme langsam weiterwirken, und die zur Erzielung eines vollreifen Produktes notwendigen Umsetzungen zu Ende führen. Die bei der Reifung von Käse verlaufenden chemischen Umsetzungen sind folgende:

Die Milchsäurebakterien zersetzen vor allem den Milchzucker, indem sie ihn in Milchsäure verwandeln. Die dabei gebildeten Milchsäuremengen können in weiten Grenzen schwanken. Ist die Menge der gebildeten Milchsäuremengen sehr groß, so werden sie häufig, ehe die eigentlichen Eiweißzersetzen beginnen können, von aeroben Mikroorganismen, meist Schimmel oder Hefen, verzehrt. Deshalb erfolgt das Weichwerden bei den meist milchsäurereichen Weichkäsen von außen nach innen. Die milchsäurearmen Hartkäse werden dagegen gleichmäßig in der ganzen Masse weich.

Das Labcasein ist, wie oben auseinandergesetzt wurde (S. 105), das Calciumsalz des Paracaseins. Durch die gebildete Milchsäure wird deshalb zunächst dem Paracasein der Kalk in mehr oder weniger weitgehendem Maße entzogen.

Verschiedene Forscher, zuletzt Grimmer und Wagenführ¹ beobachteten im Käse unter den Abbauprodukten des Caseins ein alkohollösliches Protein, das Caseoglutin, das in bezug auf seine Löslichkeit den Getreideproteinen verwandt ist. In 70^o/_oigem Alkohol ist es leicht löslich, in Wasser und absolutem Alkohol unlöslich. Der Stickstoffgehalt betrug nach den oben genannten Forschern 16^o/_o, während andere Autoren andere Gehalte fanden. Man scheint es deshalb bei den Caseoglutinen aus verschiedenen Käsen mit verschiedenen Körpern zu tun zu haben, die in der Zusammensetzung ähnlich, gleich in der Löslichkeit, aber sonst doch verschieden sind. Die Bausteine des Caseoglutins waren nach den genannten Forschern: Alanin, Valin, Leucin, Isoleucin, Phenylalanin, Tyrosin, Prolin, Oxyprolin, Glutaminsäure, Histidin, Arginin, Lysin und Tryptophan.

Die Caseinspaltung durch die peptonisierenden Bakterien führt dann zu Albumosen und Peptonen. Bald treten auch viele freie Aminosäuren auf.

¹ Milchwirtschaftliche Forschungen. Bd. 2, S. 183. 1925.

Es sind fast alle Aminosäuren in gereiften Käsen gefunden worden. Ferner noch eine große Zahl anderer stickstoffhaltiger Körper, wie Cadaverin, Cholin, Guanidin, Putrescin und gelegentlich auch Indol. Alle diese Stoffe treten auch bei der Eiweißfäulnis auf, so daß diese Eiweißzersetzen der Fäulnis recht ähnlich sind. Stets werden auch mehr oder weniger große Mengen von Ammoniak gebildet.

Die Fettzersetzung besteht vor allem in der völligen Spaltung der Fette in Glycerin und freie Fettsäuren. Das Glycerin kann vielen Organismen als Nährsubstanz dienen und wird deshalb in reifem Käse nicht mehr gefunden. Die freien Fettsäuren werden erheblich weniger angegriffen. Indessen können in bestimmten Fällen, insbesondere in den Oberflächenschichten, auch freie Fettsäuren zerstört sein. Die flüchtigen Fettsäuren unterliegen dabei stärkerem Angriff als die nicht flüchtigen.

Bei der Zersetzung des Milchzuckers, des Glycerins, bei der Eiweißspaltung und Fettsäurespaltung entstehen stets eine Reihe von riechenden Körpern, die vielfach für den Geschmack des Käses charakteristisch sind. In erster Linie sind hier die freien niedermolekularen Fettsäuren, Ameisensäure, Essigsäure, Buttersäure, Propionsäure, Valeriansäure zu nennen. Durch hohen Gehalt an Valeriansäure ist besonders der Limburger Käse ausgezeichnet, der seinen unangenehmen Geruch diesem Stoffe verdankt. Auch Alkohol entsteht stets in kleinen Mengen bei der Reifung der Käse. Sofern er aber nicht durch Esterbildung mit Säuren festgehalten wird, ist er nicht mehr nachzuweisen, da er verdunstet. Der süßliche Geschmack mancher Käsesorten (Emmentaler) ist den gebildeten Aminosäuren zu verdanken, welche vielfach süß schmecken.

Bei der Reifung werden ferner beträchtliche Gasmengen, vor allem Kohlensäure, gebildet. Auf diese Gasproduktion ist die Löcherbildung, welche in vielen Käsen, insbesondere im Emmentaler Käse auftritt, zurückzuführen. Die Umsetzung der Lactate in Propion- und Essigsäure, die Glycerinspaltung und die Spaltung von gewissen Aminosäuren geht stets mit Kohlensäurebildung einher. Die Lochbildung kommt nun in der Weise zustande, daß sich an weichen Stellen der Käsemasse Gas ansammelt, das die Hohlräume veranlaßt. Nähere Untersuchungen der gebildeten Gase haben ergeben, daß sie aus einer Mischung von vorwiegend Kohlensäure mit Stickstoff, aus der eingeschlossenen Luft stammend, bestehen.

Beim Reifungsvorgang tritt ein erheblicher Gewichtsverlust ein, der je nach der Dauer der Reifung bis zu 40% betragen kann. Dieser Gewichtsverlust ist in erster Linie durch das verdunstende Wasser veranlaßt, dann auch durch Bildung von Gas und von flüchtigen Stoffen.

Fierz-David¹ hat bewiesen, daß die bei der Reifung von Roquefort, Gorgonzola und Stiltonkäse auftretenden, aromatisch riechenden Stoffe nicht aus Estern, wie man oft angenommen hat, bestehen, sondern aus Methylamyl- und Methylheptylketon. Hieraus folgt, daß die in den Käsen sich entwickelnden Schimmelpilze die Fettsäuren in entsprechender Weise wie beim Cocosfett gemäß dem Dakinschen Abbau (S. 28) in Ketone spalten, die das typische Aroma hervorbringen.

Zusammensetzung der Käse.

Nach König haben die bekanntesten Käsesorten im Mittel folgende Zusammensetzung:

¹ Zeitschr. f. angew. Chem. Bd. 38, S. 6. 1925.

Käse aus Kuhmilch.

Art des Käses	Wasser	Stickstoffsubstanz	Fett	Milchzucker u. a.	Asche	Kochsalz
	%	%	%	%	%	%
Rahmkäse:						
Gervais und Neufchâtelers	46,10	13,50	37,60	1,70	1,10	—
Fettkäse:						
Camembert	52,68	18,76	22,77	1,69	4,10	2,63
Edamer	37,53	25,68	28,14	3,54	5,11	2,57
Emmentaler	33,60	27,42	32,29	2,46	4,23	2,30
Halbfette Käse:						
Limburger	52,02	26,69	11,52	4,14	5,63	3,79
Magerkäse:						
Mainzer Handkäse . .	53,74	37,33	5,55	—	3,38	—

Käsefehler.

Bisweilen zeigen sich im Käse abnorme und auffallende Eigenschaften. Vielfach liegen Fabrikationsfehler vor, oft auch handelt es sich um Mikroorganismen und Parasiten, die den Käse befallen haben.

1. Ein häufiger Fehler ist das **Blähen der Käse**; der ganze Käse kann dabei auseinandertreiben. Die Ursache dieser Erscheinung beruht auf einer abnorm großen Gasmenge, die bei der Reifung entwickelt wird. Oft liegt die Ursache dieser Erscheinung in einer ungenügenden Entfernung der Molken. Diejenigen Organismen, welche die unter Kohlensäureentwicklung vor sich gehende Gärung veranlassen, bedürfen der Kohlenhydrate. Wenn demnach der Käse zuviel Milchzucker enthält, so ist besonders viel Gelegenheit zur Entwicklung dieser Gärungserreger vorhanden. Es kann aber auch die Verarbeitung von fehlerhafter Milch oder von Milch, die von Tieren stammt, welche mit Euterentzündung behaftet sind, die Veranlassung dieser Krankheit sein.

2. **Glasiger Käse.** Die Käsemasse ist nicht plastisch und mit Löchern durchsetzt, sondern kurz und bröckelig und oft von Rissen durchzogen. Diese Anormalität kann verschiedene Ursachen haben. Wenn bei der Reifung die Temperatur zu niedrig war oder die Luft zu trocken, so wird die normale Entwicklung der gasbildenden Organismen beeinträchtigt. Auch eine zu schnell und intensiv verlaufende Milchsäuregärung soll die Erscheinung veranlassen können.

3. **Bitterer Käse.** Es kommt vor, daß der Käse einen bitteren Geschmack aufweist. Die Ursache beruht in der Anwesenheit von Peptonen oder Albumosen, welche einen bitteren Geschmack besitzen. Im durchgereiften Käse sollen diese Stoffe nicht mehr vorhanden sein. Während der Reifung bilden sie sich zu gewissen Zeiten meist aus, sie werden aber bei weiterer Reifung wieder zerstört. Das Auftreten dieser Krankheit ist also entweder auf das Überwiegen von gewissen peptonisierenden Bakterien zurückzuführen, welche diese bitter-schmeckenden Stoffe erzeugen, oder aber es ist ein Zeichen, daß der Käse noch nicht ausgereift ist, sondern sich noch in der Halbreife befindet. Nach Trillat und Sauton¹ soll auch die Bildung von Aldehydharzen die Ursache des Auftretens von bitterem Geschmack des Käses sein.

¹ Cpt. rend. Tom. 144, p. 333—335. 1907 und Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 16, S. 533. 1908.

4. **Verschiedene farbige Flecken.** Es kommt vor, daß Käse mit blauen, roten, grünen, schwarzen oder weißen Flecken behaftet sind. Meistens beruht die Ursache auf der Entwicklung von Mikroorganismen oder Schimmelpilzen, welche derartige Farbstoffe ausbilden. So bildet der *Bacillus cyanogenes* blaue Flecken, der *Bacillus prodigiosus* und andere Mikroorganismen rote Flecken. Gewisse Schimmelpilze, bisweilen auch andere Mikroorganismen, bilden grüne, schwarze und gelbe Flecken aus. Die Entwicklung grüner Schimmelstreifen ist übrigens nicht immer ein Fehler, sondern z. B. beim Roquefort- und Gorgonzolakäse etwas durchaus Normales und Wesentliches. In diesen Käsesorten läßt man absichtlich derartige Schimmelpilze sich entwickeln, weil erst dadurch das beliebte Aroma zustande kommt (S. 28).

Schwarze Flecken können außer durch schwarz gefärbte Schimmelpilze auch noch auf verschiedenen anderen Wegen zustande kommen. Hat sich bei der Reifung Schwefelwasserstoff entwickelt, so können die schwarzen Flecken aus Schwefeleisen bestehen. Das Eisen kann aus Transport- oder Verarbeitungsgefäßen aufgenommen sein. Weiche Käse, welche in Metallfolien eingeschlagen werden, entwickeln oft auf der Oberfläche schwarz gefärbte Schichten, insbesondere dann, wenn die Metallfolien bleihaltig sind. In diesem Falle bestehen die schwarzen Schichten aus fein verteilten, metallischen Niederschlägen. Diese sind in hohem Maße dann gesundheitsbedenklich, wenn es sich dabei um Blei handelt, weil nach Genuß des Käses dann Bleivergiftungen auftreten können. Weiße Flecken beruhen auf der Verzögerung der Umwandlung des Käsestoffes infolge der an diesen Stellen besonders stark erfolgten Milchsäuregärung, welche die peptonisierenden Bakterien in der Entwicklung gehemmt hat. Salzablagerungen in den Löchern von Emmentaler Käse bestehen aus krystallinisch abgeschiedenem Tyrosin. Es ist auch mit weißen Punkten durchsetzter Käse beobachtet worden. Die Erscheinung war auf die Entwicklung einer Hefeart zurückzuführen (frätziger Käse).

5. **Überreife Käse.** Gelegentlich wird der Reifungsprozeß der Käse zu weit geführt. Derartige überreife Käse charakterisieren sich durch eine abnorm dünne Beschaffenheit und durch einen starken, strengen und scharfen Geruch und Geschmack und gewöhnlich auch durch einen deutlichen Geruch nach Ammoniak. Derartige Käse können als verdorben angesehen werden. Indessen ist zu berücksichtigen, daß viele Menschen scharf schmeckende Käse lieben. Es ist also nicht immer leicht, festzustellen, ob ein überreifer Käse als verdorben anzusehen ist oder nicht.

6. Bisweilen treten nach Genuß von Käse, die in keiner Weise weder durch ihren Geruch, noch ihren Geschmack, eine abnorme Beschaffenheit aufweisen, schwere **Vergiftungserscheinungen** auf, die meistens in Brechdurchfällen bestehen und auch zum Tode führen können. Kühl¹ isolierte aus einem derartigen Käse einen Mikroorganismus von Typ *Lactis aerogenes* Escherich, welcher durch sein Wachstum im Körper die Vergiftung hervorrief. Im Käse selbst war ein fertig gebildetes Gift nicht nachzuweisen.

7. Die eigentlichen **Krankheitserreger**, Typhus- und Tuberkelbacillen u. a., sterben im Käse bei der Reifung im allgemeinen ab, auch wenn sie in der Milch vorhanden waren. Die Gefahr einer Infektion durch Käse mit den genannten Krankheiten ist also nicht so groß wie bei der Milch. Indessen sind doch mehrfach Infektionen beschrieben worden, die auf den Genuß von Käse, der mit Krankheitserregern behaftet war, zurückzuführen waren. Mehrfach sind insbesondere Übertragungen von Paratyphus B-Bacillen durch Käse beobachtet worden.

¹ Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 25, S. 192. 1913.

8. Auch von **tierischen Parasiten** wird der Käse gelegentlich befallen. Die wichtigsten sind folgende:

a) Die **Käse milbe**. Sie ist ein naher Verwandter der Mehlmilbe und vermehrt sich wie diese durch Eier. Einzelne Milben sind keine Veranlassung, den Käse als verdorben anzusehen. Erst wenn die Milben in zahlreichen Exemplaren auftreten, ist der Käse für den Menschen, weil ekelregend, als nicht mehr geeignet anzusehen. Gesundheitsschädlich im eigentlichen Sinne sind die Milben nicht.

b) Die **Käse made**. Die Maden sind die Larven der Käsefliege. Die Fliege legt ihre Eier am Käse ab, aus denen sich in sehr kurzer Zeit die Larven (Maden) entwickeln. Gewöhnlich ist der Käse, wenn er von Maden befallen ist, von sehr zahlreichen Maden durchwühlt, weil die Eier in großen Mengen abgelegt werden. Derartiger Käse ist als ekelregend und daher verdorben anzusehen. Gelegentlich befallen auch die Larven der Stubenfliege den Käse.

Margarinekäse.

Die hohe Wertschätzung, deren sich das Butterfett erfreut, hat es mit sich gebracht, daß Fettkäse aus Milch hergestellt werden, welcher das Butterfett vorher entzogen ist, um es direkt als Butter verwerten zu können. Das Fett wird der Magermilch dann in Form von anderen Fetten vor der Verkäsung wieder zugeführt. Die Fabrikation geschieht in der Weise, daß durch geeignete Apparate Magermilch und Fett innig miteinander vermengt werden, indem ein Kunstrahm aus Magermilch und fremdem Fett hergestellt wird. Dieser Kunstrahm wird dann auf den gewünschten Fettgehalt mit Magermilch verdünnt. Aus dieser Kunstmilch wird nun in ganz entsprechender Weise wie bei der Fabrikation des normalen Käses ein Käse bereitet. Nach dem Margarinegesetz dürfen diese Erzeugnisse nur unter dem Namen „Margarinekäse“ in den Handel kommen.

Unterscheidung der verschiedenen Käsesorten.

Man kann die Käsesorten in verschiedener Weise unterscheiden.

1. Nach der Art der Herstellung unterscheidet man Lab- und Sauermilchkäse. Die meisten der bekannten Käsesorten, Holländer, Schweizer, Camembert, Tilsiter, Limburger usw. sind Labkäse. Sauermilchkäse werden gewöhnlich nur aus Magermilch bereitet. Bekannte Sauermilchkäse sind der Mainzerhandkäse, der Harzerkäse und der Kuhkäse.

2. Nach der Tierart, von der die verwendete Milch stammt. Man unterscheidet also hauptsächlich Kuhkäse, Ziegenkäse und Schafkäse. Selbstverständlich sind die meisten Käsesorten Kuhkäse. Bekannte Schafkäse sind der Roquefort- und der Liptauerkäse, die aus Schafmilch hergestellt werden.

3. Nach der äußeren Beschaffenheit unterscheidet man Hartkäse und Weichkäse. Hartkäse sind alle Käse von schneidbarer oder nicht schmierfähiger Beschaffenheit, also z. B. Holländer, Schweizer, Tilsiter, Gouda usw. Weichkäse sind die schmierfähigen Käse, wie Camembert. Dieser Unterschied in der äußeren Beschaffenheit der Käse hängt mit der Fabrikationsart zusammen. Sowohl die Herstellung des Bruches als auch der Reifungsvorgang werden verschieden geleitet.

4. Nach dem Orte oder Lande der Herstellung. So werden Holländer-, Schweizer-, Limburger-, Tilsiterkäse usw. unterschieden. Die meisten dieser Herkunftsbezeichnungen sind aber heute Gattungsnamen geworden. Ein als Holländer bezeichneter Käse muß z. B. nicht aus Holland stammen. Die Bezeichnung besagt nur, daß es sich hier um einen Käse handelt von derjenigen Beschaffenheit, wie er zuerst in Holland in dieser Weise hergestellt worden ist.

5. Nach dem Fettgehalt. Dies ist die weitaus wichtigste Unterscheidung der Käsesorten. Der Anreiz, an der teuren Butter zu sparen und den Käse aus fettarmerer Milch herzustellen, ist von jeher ein großer gewesen. Das Reichsgesundheitsamt, der Verein deutscher Nahrungsmittelchemiker und die realen Käsehersteller haben bestimmte Normen für den Fettgehalt der verschiedenen Käsesorten gegeben, die heute wohl allgemein anerkannt sind. Man unterscheidet danach

a) Rahmkäse. Sie müssen hergestellt sein aus Milch, deren Fettgehalt erheblich höher liegt als bei der gewöhnlichen Vollmilch. Ein Rahmkäse muß in der Trockensubstanz mindestens einen Fettgehalt von 50% aufweisen. Die bekanntesten Rahmkäse sind der Gervais-, der Imperial- und der Stiltonkäse.

b) Fettkäse oder vollfette Käse. Diese müssen aus Vollmilch, der kein Fett entzogen worden ist, hergestellt werden. In der Trockensubstanz müssen sie wenigstens einen Fettgehalt von 40% aufweisen. Die allermeisten der üblichen Käsesorten sind Fettkäse, so Emmentaler- oder Schweizerkäse, Holländer, Edamer, Gorgonzola, Gouda, Tilsiter, Chester, Ramadour, Roquefort, alle Käsesorten mit Phantasienamen, wie Dessertkäse, Delikateßkäse, Schloßkäse, Alpenkäse, Bismarckkäse usw.

c) Halbfette Käse. Sie werden aus einem Gemisch von Vollmilch und Magermilch bereitet. In der Trockensubstanz müssen sie wenigstens einen Fettgehalt von 20% aufweisen. Oft werden auch Holländer-, Tilsiter-, Schweizerkäse, Briekäse u. a. als halbfette Käse hergestellt. Das ist nur gestattet, wenn dem Käufer davon deutlich Kenntnis gegeben wird, daß es sich hier um halbfetten Käse handelt. Die bekanntesten halbfetten Käse, die immer als solche hergestellt worden sind, sind der Limburgerkäse, der Parmesankäse und der Yoghurtkäse.

d) Magerkäse. Sie werden hergestellt aus Magermilch. Über den Fettgehalt dieser Käse existieren also naturgemäß keine Vorschriften. Die bekanntesten Magerkäse sind der Mainzerhandkäse, der Thüringerkäse, Frühstückskäse, Holsteinkäse und Lederkäse.

Das Reichsgesundheitsamt hat in seinen Entwürfen zu Festsetzungen über Lebensmittel (Berlin: Julius Springer 1913) folgende Begriffsbestimmungen, Verbote zum Schutze der Gesundheit und Grundsätze für die Beurteilung aufgestellt.

I. Begriffsbestimmungen.

Käse ist das aus Milch, Rahm, teilweise oder vollständig entrahmter Milch (Magermilch), Buttermilch oder Molke oder aus Gemischen dieser Flüssigkeiten durch Lab oder durch Säuerung (bei Molke durch Säuerung und Kochen) abgeschiedene Gemenge aus Eiweißstoffen, MilCHFett und sonstigen Milchbestandteilen, das meist gepreßt, geformt und gesalzen, auch mit Gewürzen versetzt ist und entweder frisch oder auf verschiedenen Stufen der Reifung zum Genusse bestimmt ist.

Es werden unterschieden:

1. Nach der Tierart, von der die verwendete Milch gewonnen ist:
 - Kuhkäse, Schafkäse, Ziegenkäse usw.
2. Nach dem Fettgehalt des Käses:
 - a) Rahmkäse (Sahnekäse) mit mindestens 50%,
 - b) Fettkäse (vollfetter Käse) mit mindestens 40%,
 - c) dreiviertelfetter Käse mit mindestens 30%,
 - d) halbfetter Käse mit mindestens 20%,
 - e) viertelfetter Käse mit mindestens 10%,
 - f) Magerkäse mit weniger als 10% Fett auf Trockenmasse berechnet.
3. Nach den zur Abscheidung des Käses benutzten Mitteln:
 - a) Labkäse, durch Lab geschieden,
 - b) Sauermilchkäse, durch Säuerung (aus Molke durch Säuerung und Kochen) abgeschieden.

4. Nach der Konsistenz:
 - a) Hartkäse,
 - b) Weichkäse.
5. Nach den Einzelheiten der Herstellungsweise eine große Zahl verschiedener Käsesorten.
6. Nach dem Orte der Herstellung verschiedene, entsprechend bezeichnete Käsesorten.

Margarinekäse sind käseartige Zubereitungen, deren Fettgehalt nicht oder nicht ausschließlich der Milch entstammt.

Margarinekäse unterliegt den Bestimmungen des Gesetzes vom 15. Juni 1897, betreffend den Verkehr mit Butter, Käse, Schmalz und deren Ersatzmitteln, sowie den Bekanntmachungen vom 4. Juli 1897 und 23. Oktober 1912, betreffend Bestimmungen zur Ausführung des genannten Gesetzes.

II. Verbote zum Schutze der Gesundheit.

Für Genußzwecke dürfen — auch in Mischungen oder Zubereitungen — nicht in den Verkehr gebracht werden:

1. Käse, zu dessen Herstellung Milch verwendet ist, die nach den „Festsetzungen über Speisefette und Speiseöle“ unter II. 1 zur Herstellung von Butter für Genußzwecke nicht verwendet werden darf.
2. Margarinekäse, zu dessen Herstellung Milch der in Nr. 1 bezeichneten Art verwendet worden ist.
3. Margarinekäse, zu dessen Herstellung Fette oder Öle verwendet worden sind, die nach den „Festsetzungen über Speisefette und Speiseöle“ unter II. 3—6 für Genußzwecke nicht in den Verkehr gebracht werden dürfen.
4. Käse oder Margarinekäse, bei deren Herstellung die nachbezeichneten Stoffe verwendet worden sind: Ameisensäure, Benzoesäure, Borsäure, Fluorwasserstoffsäure, Salicylsäure, schweflige Säure, Salze oder Verbindungen dieser Säuren, unterschweflige Säure (Thiosulfate), Formaldehyd oder solche Stoffe, die bei ihrer Verwendung Formaldehyd abgeben.

III. Grundsätze für die Beurteilung.

Als verdorben anzusehen sind Käse und Margarinekäse, die durch Kleinlebewesen oder auf andere Weise so tiefgreifend verändert oder so stark verunreinigt sind, daß sie für den menschlichen Genuß nicht geeignet sind.

Als verfälscht, nachgemacht oder irreführend bezeichnet sind anzusehen:

1. Als Käse oder mit Namen von Käsesorten bezeichnete Erzeugnisse, die der Begriffsbestimmung für Käse nicht entsprechen.
2. Als Rahmkäse, Fettkäse (vollfetter Käse), dreiviertelfetter Käse, halbfetter Käse oder viertelfetter Käse oder gleichsinnig bezeichneter Käse, die den Begriffsbestimmungen dieser Käsesorten nicht entsprechen.
3. Käse, bei dem ein bestimmter Fettgehalt angegeben ist, sofern er dieser Angabe nicht entspricht.
4. Käse, bei dem der Fettgehalt in Prozenten angegeben ist, sofern er nicht daneben seinem Fettgehalt entsprechend als „Fettkäse“, „dreiviertelfetter Käse“ usw. bezeichnet ist.
5. Als Gervais, Imperial oder Stilton bezeichneter Käse mit weniger als 50% Fett, auf Trockenmasse berechnet, sofern sie nicht dem geringen Fettgehalt entsprechend bezeichnet sind.
6. Alle Käse mit weniger als 40% Fett, auf Trockenmasse berechnet, sofern sie nicht dem geringeren Fettgehalt entsprechend bezeichnet sind, ausgenommen: Limburger-, Parmesankäse, alle Sauermilchkäse, Backsteinkäse, Quadratkäse, Holsteiner-, Lederkäse, Graukäse, Schichtkäse, Yoghurtkäse.
7. Als Limburger, Parmesankäse oder Yoghurtkäse bezeichnete Käse mit weniger als 20% Fett, auf Trockenmasse berechnet, sofern sie nicht dem geringeren Fettgehalt entsprechend bezeichnet sind.
8. Als Rahmkäse (Sahneschichtkäse) bezeichneter Käse, der nicht Schichten von Rahmkäse enthält.
9. Mit dem Namen einer bekannten Käsesorte bezeichneter Käse, dessen Eigenschaften dieser Bezeichnung nicht entsprechen.
10. Mit einem Herkunftsnamen bezeichneter Käse, dessen Herkunft dieser Bezeichnung nicht entspricht, sofern diese nicht Gattungsbezeichnung geworden ist; als Gattungsbezeichnungen sind insbesondere anzusehen: Schweizer, Emmentaler, Tilsiter, Ragniter, Holländer, Gouda, Edamer, Münster, Limburger, Harzer, Mainzer, Nieheimer, Thüringer, Brie, Camembert, Neufchâtel.

11. Mit einem Herkunftsnamen, der Gattungsbezeichnung geworden ist, bezeichneter Käse, sofern durch die besondere Art der Bezeichnung, Verpackung oder Aufmachung der Eindruck erweckt wird, daß eine Herkunftsbezeichnung vorliegt, die Herkunft der Bezeichnung aber nicht entspricht.

12. Als Ziegen- oder Schaffkäse bezeichneter Käse, der nicht vorwiegend aus Ziegenmilch bzw. Schafmilch hergestellt ist.

13. Käse, bei dessen Herstellung andere Konservierungsmittel als Kochsalz oder sonstige fremde Stoffe verwendet worden sind, unbeschadet

a) der Verwendung von Natriumbicarbonat, Salpeter und Chlorcalcium,

b) der Einführung von Reifungsbakterien, bei Roquefortkäse auch in Form von verschimmeltem Brot,

c) des Zusatzes von anderen stärkehaltigen Stoffen als verschimmeltem Brot (bei Roquefortkäse) und Gewürzen, sofern dieser Zusatz aus der Bezeichnung des Käses hervorgeht,

d) der Färbung mit kleinen Mengen unschädlicher Farbstoffe,

e) des Aufbringens kleiner Mengen unschädlicher Stoffe auf die Außenflächen.

14. Dem Käse ähnliche Zubereitungen, deren Fettgehalt nicht oder nicht ausschließlich der Milch entstammt, sofern sie nicht als Margarinekäse bezeichnet sind.

15. Margarinekäse, der unter Verwendung widerlich schmeckender oder riechender oder für den menschlichen Genuß untauglicher Fette oder Öle oder anderer derartiger Stoffe hergestellt ist.

Als gesetzwidrig hergestellt ist anzusehen:

Margarinekäse, der in 100 Gewichtsteilen der angewandten Fette und Öle nicht mindestens 5 Gewichtsteile Sesamol von der vorgeschriebenen Beschaffenheit enthält.

Fünfter Abschnitt.

Die Fette und Öle.

Die Fette und Öle, welche als menschliche Nahrungsmittel Verwendung finden, kann man in folgender Weise einteilen:

I. Die tierischen Fette.

1. Die Butter.

2. Das Fett der landwirtschaftlichen Haustiere.

a) Schweineschmalz.

b) Talg.

c) Gänsefett.

3. Das Fett der Fische.

II. Die pflanzlichen Fette.

1. Die Pflanzenöle.

2. Die gehärteten Pflanzenöle.

3. Die festen Pflanzenfette.

III. Mischungen verschiedener Fettarten.

1. Margarine.

2. Kunstspeisefett.

Die tierischen Fette.

Die Butter.

Unter Butter versteht man das aus der Milch in erstarrter Form abgetrennte Fett, welchem in feinsten Verteilung etwa 10–20% andere Milchbestandteile, insbesondere Wasser, beigemischt sind. Erwärmt man die Butter bis zum Schmelzen, so tritt eine Trennung dieser Bestandteile auf. Das mehr oder weniger geklärte Fett steigt nach oben, während die schweren Milchbestandteile sich am Boden des Gefäßes absetzen. Gießt man das Butterfett

ab und läßt es wieder erstarren, so erhält man die Schmelzbutter oder das Butterschmalz, welches in Süddeutschland auch kurzweg Schmalz oder gar Rinderschmalz genannt wird.

Gewinnung. Die Butter wird durch heftiges Schlagen und Bewegen durch Rahm erzeugt. Den Rahm gewinnt man in zweierlei grundsätzlich verschiedener Weise. Entweder bleibt die Milch so lange stehen bis der größte Teil des Milchlippes sich nach oben abgeschieden hat und abgeschöpft werden kann. Dieser Vorgang erfordert Zeit, weshalb der Rahm durch die mittlerweile eingetretene Milchsäuregärung sauer wird. Der Rahm kann aus der Milch auch mit Hilfe besonderer Maschinen, der Milchzentrifugen, abgeschieden werden. Die Absehung des Rahmes auf diesem Wege verläuft in wenigen Minuten. Der Rahm bleibt deshalb süß. Aus diesen Gründen unterscheidet man Süßrahm- und Sauerrahm-Butter. Der Rahm wird nun in bestimmten Vorrichtungen einer heftigen Bewegung ausgesetzt, wobei die kleinen Fetttropfen des Rahmes sich schließlich zu einem zusammenhängenden Butterklumpen zusammenballen. Die verschiedensten Butterfässer sind für diesen Zweck konstruiert worden und

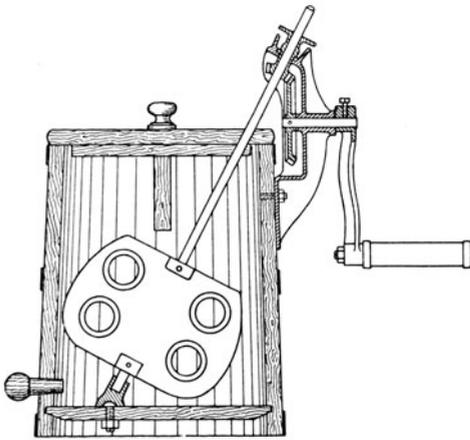


Abb. 12. Quirlbutterfaß. (Nach Strohecker.)

im Gebrauch. In der Abb. 12 ist eine Buttermaschine dargestellt. Für den Butterungsvorgang ist die Temperatur von wesentlicher Bedeutung. Die günstigste Temperatur liegt bei etwa 16° . Beträgt die Temperatur unter 12° , so kommt ein zusammenhängender Butterklumpen überhaupt nicht mehr zustande, sondern es bilden sich stecknadelknopf- bis erbsengroße, nicht zusammenhängende Butterstückchen aus. Bei höherer Temperatur wird die Butter zu weich, schmierig, wässerig und ist nicht richtig ausknetbar. Vor der Verbutterung läßt man den Rahm eine Zeitlang reifen. Hierbei bewirken die Milchsäurebakterien ein Sauerwerden des

Rahmes; in einer aus so gereiftem Rahm hergestellten Butter bildet sich ein feineres Aroma aus, als wenn der Rahm sofort verarbeitet würde. In modernen Molkereien wird heute der Rahm, um das Auftreten unerwünschter Bakterien zu verhindern und Krankheitserreger zu beseitigen, vor der Reifung pasteurisiert und dann für die Reifung wieder mit Reinkulturen von Milchsäurebakterien beimpft. Letztere werden für diesen Zweck fabrikatorisch hergestellt. Es hat sich gezeigt, daß es besondere Stämme von Milchsäurebakterien gibt, welche das Butteraroma besonders gut entwickeln. Diese werden also vor allem weiter gezüchtet und in den Molkereien verwendet.

Nach der Ausbutterung muß die Butter gut ausgewaschen und ausgeknetet werden. Auch hierfür sind bestimmte Apparate konstruiert worden, die in den Molkereien vielfach Anwendung finden. Ein Unterlassen des Ausknetens oder ein ungenügendes Auskneten und Waschen der Butter beläßt der Butter einen zu hohen Wassergehalt. Infolge der Anwesenheit von zuviel saurer Magermilch verdirbt derartige schlecht ausgeknetete Butter auch viel schneller (s. S. 146).

Im allgemeinen wird aus 33–35 Liter guter Milch etwa 1 kg Butter gewonnen.

Die Farbe der Butter hängt sehr vom Futter ab, welches die Kuh genossen hat. Sie schwankt vom blassen Gelblich bis zum kräftigen Hochgelb. Bei der Stallfütterung ist die Butter gewöhnlich nur schwach gefärbt. Bei der Grasfütterung und beim Weidegang erhält man hochgelbe Butter. Die gelbe Farbe der Butter steht, wie die Untersuchungen gezeigt haben, in einem gewissen Verhältnis zu dem Vitamingehalt. Die Butter ist im allgemeinen um so vitaminhaltiger, je gelber sie ist. Es ist ein lange Jahre eingeführter Gebrauch, schwachgefärbte oder farblose Butter künstlich zu färben. Das Färben geschieht gewöhnlich mit dem unschädlichen Orleansfarbstoff, der schon dem Rahm vor dem Verbuttern zugesetzt wird. Die Nahrungsmittelchemiker haben stets die Auffassung vertreten, daß dieses Färben der Butter eigentlich ein Mißbrauch sei. Diese Ansicht ist um so richtiger, seit man durch die Vitaminforschung weiß, daß die natürliche gelbe Butter wertvoller ist als die weniger gefärbte. Der Farbstoff dient also dazu, wertvollere Butter vorzutäuschen und damit charakterisiert sich das ganze Verfahren als eine Verfälschung. Immerhin ist es zur Zeit nicht möglich, mit Aussicht auf Erfolg dagegen vorzugehen.

Beim Kneten und Auswaschen wird die Butter auch bisweilen gesalzen. In Norddeutschland wird die meiste Butter mit etwa 1–2% Kochsalz versetzt. In Süddeutschland ist das Salzen der Butter nicht üblich. Es geschieht einfach in der Weise, daß das Kochsalz in fester Form auf die Butter aufgestreut und dann nochmals gründlich durchgeknetet wird.

Die Butter hat nach König im Mittel etwa folgende Zusammensetzung:

Kuhbutter	Wasser %	Stickstoff- substanz %	Fett %	Milch- zucker u. a. %	Mineral- stoffe %	Kochsalz %
Aus süßem Rahm, unge- salzen	14,10	0,65	84,55	0,55	0,15	—
Aus saurem Rahm, ge- salzen	13,15	0,60	83,80	0,50	1,95	1,84

Das Butterfett unterscheidet sich wesentlich von allen anderen Fetten durch seinen Gehalt an flüchtigen Fettsäuren. In besonders beträchtlichen Mengen enthält die Butter Buttersäure, die ihren Namen von dem Vorkommen in der Butter besitzt. Es war lange Zeit zweifelhaft, in welcher Form die Fettsäuren in der Butter vorliegen. Hier haben die Arbeiten des verdienstvollen Forschers Amberger¹ Aufklärung gebracht.

An Fettsäuren fand Amberger in der Butter Buttersäure, Stearinsäure, Palmitinsäure, Ölsäure und Capronsäure. Von festen Glyceriden wurden festgestellt Tristearin, Palmitodistearin und Stearodipalmitin. Die Ölsäureglyceride sind Butyrodiolein, Butyropalmitoolein und Oleodipalmitin. Buttersäure sowohl als Capronsäure liegen nicht als Tributyrin bzw. Tricapronin vor. Ferner stellte Amberger noch ein bei 67,5° schmelzendes Glycerid fest, dessen Fettsäuren bei 55,5° schmolzen; es wurde bisher nicht identifiziert.

Neben Glyceriden enthält die Butter noch in geringen Mengen freie Fettsäuren und etwa 0,3–0,4% Cholesterin.

An Vitaminen ist in der Butter vor allen Dingen das A-Vitamin, das antirachitische Prinzip, vorhanden. Demgegenüber tritt der Gehalt an B- und C-Vitamin mehr zurück.

¹ Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 35, S. 313. 1918 und Bd. 26, S. 65. 1913.

Bakterien. Die Butter enthält ferner sehr zahlreiche Bakterien. Vor allen Dingen sind es Milchsäurebakterien, welche in der Butter vorhanden sind. Es sind bis 100 Millionen Bakterien in einem Gramm Butter gefunden worden. Auch Krankheitserreger beherbergt die Butter nicht selten. So sind oft lebende Tuberkelbacillen gefunden worden. Hiernach ist eine Infektion mit Tuberkulose durch Buttergenuß durchaus möglich. Um diese Gefahr zu bannen, sollte man deshalb immer mehr zur Produktion von Butter aus pasteurisiertem Rahm übergehen, wobei der Rahm für die Reifung mit Reinkulturen von Milchsäurebakterien beimpft wird. Derartige Butter kann natürlich, unter der Voraussetzung, daß der Rahm ausreichend pasteurisiert wurde, keine Tuberkelbacillen enthalten. Butter aus den meisten holländischen, dänischen, neuerdings aber auch in immer größer werdendem Umfange deutschen Molkereien wird in dieser Weise gewonnen.

Eine Verbreitung von Typhus durch Butter ist viel weniger wahrscheinlich als bei Milch, da immer nur verhältnismäßig wenig Butter genossen wird und zum Auftreten der Typhuserkrankung im allgemeinen der Genuß einzelner Typhusbacillen nicht genügt.

Butterfehler. Die Butter kann oft Fehler aufweisen, sei es, daß diese sich in einem abnormen und auffallenden Aussehen, sei es, daß sie sich in einem unangenehmen Geruch und Geschmack zu erkennen geben.

Ranzigwerden. Die Butter hat in hohem Maße die Eigenschaft, beim Aufbewahren ranzig zu werden. Das Ranzigwerden der Butter ist sicherlich durch das Wachstum von Mikroorganismen, die ja in der Butter in so großer Zahl vorhanden sind, in erster Linie bedingt. Der Unterschied im Ranzigwerden von Butter und anderen Fetten, wie beispielsweise Schmalz, beruht darauf, daß die Butter stets wasserhaltig ist, was der Entwicklung vieler Mikroorganismen erst die Grundlage schafft. Das Ranzigwerden verläuft deshalb bei der Butter auch wesentlich schneller als bei wasserfreien Fetten. Über die chemischen Vorgänge beim Ranzigwerden der Fette s. S. 27.

Ein sehr starkes Ranzigwerden tritt besonders beim Verschimmeln auf. Es kann durch grüne, schwarze oder gelbe Schimmelpilze veranlaßt werden. An derartiger Butter fällt nicht nur die auffallende Färbung, die sich gewöhnlich in Streifen durch die Butter zieht, auf, sondern auch meist ein überaus widerlicher und ranziger Geschmack. Die Schimmelpilze sind als besonders energische Fettzersetzer bekannt. Auch in diesem Falle dürfte es sich wieder um die S. 27 geschilderten Vorgänge der Keton- oder Parfumranzigkeit handeln.

Vertalgen. Wird eine Butter nur 1–2 Stunden lang dem direkten Sonnenlicht ausgesetzt, so gehen mit dem Butterfett typische Veränderungen vor sich, welche auf der Wirkung der ultravioletten Strahlen des Sonnenlichtes beruhen. Äußerlich kennzeichnen sich diese Veränderungen dadurch, daß die gelbe Farbe der Butter in weiß übergeht. Die Butter verliert ferner ihren Buttergeschmack mehr oder weniger und nimmt dafür einen Geschmack an, wie er dem Talg eigentümlich ist. Man nennt diesen ganzen Vorgang auch das Vertalgen der Butter. Die Vorgänge verlaufen auch dann, wenn die Butter nicht mit direktem Sonnenlicht bestrahlt wird, sondern sie längere Zeit hellem Tageslicht ausgesetzt ist. Bei dem Transport von Butter kann, wenn dieser Umstand nicht beachtet wird, erheblicher Schaden entstehen. Auch im Haushalt soll Butter, ebenso wie alle anderen Fette, aus diesem Grunde möglichst vor Licht geschützt aufbewahrt werden.

Sonstige Fehler. Die Butter hat ferner die Eigenschaft, begierig alle möglichen starken Gerüche aufzunehmen. Aus diesem Grunde darf Butter niemals neben stark riechenden Waren aufgehoben werden. Eine Butter, die

neben Heringen oder Petroleum aufbewahrt wird, nimmt in kurzer Zeit Herings- oder Petroleumsgeschmack an.

Andere Butterfehler beruhen auf Fehlern bei der Herstellung. Diese können schon in der Beschaffenheit der verarbeiteten Milch oder des verarbeiteten Rahmes liegen. So nennt man käsig Butter solche, die mit erheblichen Mengen von käsigem Magermilch durchsetzt ist. Krümelige Butter, auch verbrannte Butter genannt, ist bei zu niedriger Temperatur verbuttert worden. Fleckige Butter ist solche, die entweder ungeschickt gefärbt ist oder ein Produkt, welches aus verschiedenen stark gefärbten Buttersorten zusammengesetzt ist. Butter mit weißen Flecken verdankt ihre Entstehung dem Umstande, daß durch Kochsalz das Casein in verschieden starkem Maße gelöst wird. Dieser Fehler tritt also nur bei gesalzener Butter auf. Rote Flecken können wieder auf den *Bacillus prodigiosus* oder das Wachstum roter Hefen zurückzuführen sein. Auf den Rübengeschmack der Butter wurde schon bei der Milch hingewiesen.

Unangenehme Butterfehler treten bisweilen bei Butterstücken auf, die in Pergamentpapier abgepackt sind. Es entwickeln sich auf bestimmten Stellen des Papiers und der davon bedeckten Butteroberfläche grüne oder anders gefärbte Schimmelpilzwucherungen. Es ist durch viele Beobachtungen und Untersuchungen festgestellt, daß dieser Fehler an der Beschaffenheit des Pergamentpapiers liegt. Angeblich um das Papier geschmeidiger zu machen, nach anderer Ansicht zum Zwecke der Beschwerung, wird Pergamentpapier oft mit Stärkesirup behandelt. Die Anwesenheit dieses Zuckers im Pergamentpapier fördert aber das Wachstum der Schimmelpilze beträchtlich.

Nährwert. Der Nährwert der Butter beruht in erster Linie auf dem Fettgehalt der Butter. Da dieser etwa derselbe ist wie der der Margarine, da auch Stoffwechselforscher gezeigt haben, daß das für die Margarinefabrikation verwendete Fett ebenso verdaulich ist als das Butterfett, so hat man, bevor man von den Vitaminen Kenntnis hatte, den Nährwert von Butter und Margarine für gleich gehalten. Wir wissen aber heute, daß das nicht richtig ist. Wegen des hohen Gehaltes an A-Vitamin ist die Butter erheblich wertvoller als die Margarine.

Butterfälschung. Verfälschungen der Butter bestehen hauptsächlich in folgendem:

1. Belassung eines zu hohen Wassergehaltes oder direktes Hineinkneten von Wasser in die Butter.

2. Mischung von Butter mit Margarine oder anderen fremden Fetten oder Unterschiebung von Margarine an Stelle von Butter.

3. Zusatz von Konservierungsmitteln, die gesundheitlich als nicht einwandfrei angesehen werden können.

Hierzu kommt als weitere Zuwiderhandlung gegen das Nahrungsmittelgesetz:

4. Verkauf von ranziger, talgiger, schimmeliger oder sonst verdorbener Butter. Gelegentlich ist auch versucht worden, verdorbene Butter wieder aufzuarbeiten und sie von den schlecht riechenden und schmeckenden Stoffen zu befreien. Derartig wieder aufgefrischte oder „renovated“ Butter ist als verdorben im Sinne des Nahrungsmittelgesetzes anzusehen.

Das Fett der landwirtschaftlichen Haustiere.

Die landwirtschaftlichen Haustiere, welche zum Zwecke der Fleischherstellung gezüchtet werden, lagern zwischen den Muskelfasern unter der äußeren Haut in besonderen Zellen große Fettmengen ab. Ferner finden sich, besonders beim

gemästeten Tier, Ablagerungen von Fettpartien um die inneren Organe, wie Herz, Nieren usw. Dieses Fettgewebe wird zerschnitten und durch Auslassen in der Wärme werden besondere Speisefette gewonnen.

Das Schweineschmalz.

Das Schmalz ist dasjenige Fett, welches aus dem Schweinespeck oder aus den im Innern des Schweines vorhandenen Fettgeweben, den sog. Flomen oder Liesen, durch Ausschmelzen gewonnen wird. Das Schweineschmalz ist nächst der Butter das beliebteste Speisefett. Es verdankt seine Beliebtheit dem angenehmen Geschmack, der verhältnismäßig großen Haltbarkeit und dem Umstande, daß es streichfähig wie Butter ist.

Herstellung. Die Herstellung des Schmalzes geschieht bei uns in der Weise, daß das zerkleinerte Fettgewebe zunächst gut gewaschen und dann bei mäßiger Wärme in geeigneten Vorrichtungen ausgeschmolzen wird, bis sich das Fett flüssig und klar oben abscheidet. Das sich über das Fettgewebe stellende Fett ist zunächst getrübt. Das rührt von den beim Erwärmen aus den Geweben sich entwickelnden Wassermengen her, die aber bei längerem Erwärmen nach und nach verdunsten. Sobald das Fett klar geworden ist, sieht man das Fettgewebe durch ein Tuch ab und gewinnt so das klare Fett, welches im erstarrten Zustande das Schweineschmalz darstellt. Bei dieser gelinden Erwärmung ist nun aus den Grieben noch nicht alles Fett restlos ausgetrieben. Um deshalb alles zu gewinnen, setzt man die abgeseihten Grieben nochmals höherer Temperatur aus. Dabei brennen sie aber an, auch das Fett verändert sich beim Anbrennen und so wird nur ein erheblich minderwertigeres Fett auf diesem Wege gewonnen. Man läßt das Schmalz bisweilen zusammen mit gewissen Gewürzen, wie Thymian, Majoran oder Zwiebeln aus. Dabei nimmt es einen eigentümlichen aromatischen Geruch und Geschmack an, der sehr beliebt ist. Diese Erzeugnisse führen den Namen Bratenschmalz. Im allgemeinen ist das aus dem Speck der Schweine ausgelassene Fett öligler als das Fett der inneren Fettgewebe des Schweines.

Handelsmarken. Der größte Teil des in Europa verzehrten Schweineschmalzes wird aber nicht hier gewonnen, sondern stammt aus den amerikanischen Großschlächtereien; hauptsächlich in Chicago gibt es ausgedehnte Anlagen, welche täglich viele Tausende von Schweinen schlachten und verarbeiten. Bekannte Firmen dieser Art sind Armour & Co., Swift & Co., u. a. Diese Fabriken stellen eine Reihe von Schmalzerzeugnissen fabrikatorisch her, die einen bestimmten Namen führen und bekannte Handelserzeugnisse sind. Die wichtigsten sind folgende:

1. Das Neutrallard (Neutralschmalz). Es wird aus den besten Fettpartien, welche möglichst sorgfältig behandelt sind, durch Auslassen bei ganz niedriger Temperatur gewonnen. Das Fett wird von Verunreinigungen durch Behandlung mit Kochsalzlösung sorgfältig befreit. Alle vorhandenen riechenden und schmeckenden Stoffe werden bei dieser sorgfältigen Behandlung vollkommen beseitigt. Die Herstellung ist ziemlich umständlich und kostspielig. Infolgedessen ist das Erzeugnis auch sehr teuer. Irgendeinen Geruch und Geschmack hat es nicht; daher der Name Neutralschmalz. Verwendet wird es nur für die Herstellung der allerfeinsten Margarinen.

2. Leaflard (Liesenschmalz). Das Produkt wird aus den Liesen der inneren Fettgewebe des Schweines durch Dampf ausgelassen.

3. Das Choicelard (ausgewähltes Schmalz). Für die Herstellung dieses Schmalzes werden Liesen ausgewählt, welche nicht zu den beiden erstgenannten

Fetten Verwendung finden. Auch hier geschieht das Ausschmelzen mit Dampf ohne Druck.

4. Prime Steamlard (bestes Dampfschmalz). Es soll so gewonnen werden, daß alle Teile des Schweines, welche fetthaltig sind, in dem Verhältnis zur Erzeugung dieses Schmalzes beitragen, wie das Fett ursprünglich im Schweinekörper vorhanden ist. Dieses Schmalz ist die eigentliche volkstümliche Marke in Amerika.

Das amerikanische Schmalz zeichnet sich durch einen höheren Gehalt an flüssigen Glyceriden aus als das deutsche. Es ist also meist erheblich ölicher und wird deshalb auch oft einem Raffinierungsprozeß unterworfen, um es fester zu machen. Man stellt das geschmolzene Schmalz in Räume von 10–15° Temperatur und preßt vom ungelöst Bleibenden ab. Der Preßrückstand wird dann mit anderem Schmalz in einer solchen Konzentration vermengt, daß die gewünschte Konsistenz herauskommt. Das abgetrennte Schmalzöl (lard oil) wird entweder zu technischen Zwecken oder zur Herstellung von Kunstspeisefett verwendet.

Neuerdings wird auch das ölige amerikanische Schmalz dadurch fester gemacht, daß es dem Fetthärtungsprozeß unterworfen wird. Auf die Fett- und Ölhärtung wird unten näher eingegangen werden (S. 155).

Zusammensetzung. Die Zusammensetzung des Schweineschmalzes ist bis vor kurzem nicht sicher bekannt gewesen. Es stand noch nicht einmal sicher fest, welche Fettsäuren im Schweineschmalz vorkommen. So ist von verschiedenen Seiten behauptet worden, daß die Heptadecylsäure im Schweineschmalz gefunden worden sei. Dies würde der oben erwähnten allgemeinen Regel widersprechen, daß in der Natur nur Fettsäuren mit geraden Kohlenstoffatomzahlen vorkommen. Genaue Untersuchungen haben denn auch ergeben, daß es sich bei dieser Heptadecylsäure um Gemische anderer Fettsäuren und nicht um einen einheitlichen Körper gehandelt hat. An Fettsäuren kommen im Schweineschmalz nur die Ölsäure, die Stearinsäure und die Palmitinsäure vor. Die Mengenverhältnisse fand Amberger in einem Schweineschmalz wie folgt: 7,8% Stearinsäure, 32,2% Palmitinsäure, 60,0% Ölsäure. Welche Glyceride im Schweineschmalz vorkommen, wissen wir seit kurzem durch die ausgezeichneten Arbeiten von A. Bömer¹ und C. Amberger². Bömer fand, daß an festen Glyceriden im Schweineschmalz vorhanden sind das α -Palmitodistearin neben Stearodipalmitin. Amberger stellt demgegenüber fest, daß nicht α -Palmitodistearin, sondern β -Palmitodistearin im Schweineschmalz neben anderen Glyceriden vorkommt. Die drei Fettsäuren sind nach Amberger fast ausschließlich in Form gemischter Glyceride vorhanden. Er gibt etwa folgende prozentige Zusammensetzung für die Glyceride des Schweineschmalzes an:

β -Palmito- α - α -distearin (nach Bömer)	etwa 3%
β -Stearo- α - α -dipalmitin (nach Bömer)	„ 2%
α -Oleo- α - β -distearin	„ 2%
α -Palmito- α - β -diolein	„ 82%
β -Oleo- α -Palmito- α -stearin	„ 11%

Im Schweineschmalz sind ferner neben diesen Glyceriden geringe Mengen von freien Fettsäuren vorhanden, ebenso wie geringe Mengen von Cholesterin.

Das Schmalz ist bei geeigneter Aufbewahrung sehr viel haltbarer als die Butter. Wenn es in großen Gebinden erstarrt, so zeigt die Oberfläche eine wulstige Beschaffenheit. Ein Fehlen dieser wulstigen Beschaffenheit ist

¹ Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 25, S. 321. 1913.

² Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 46, S. 276, 291. 1923.

ein Verdachtsgrund. Die Haltbarkeit des Schmalzes wird durch geringe Mengen von Wasser stark herabgesetzt. Die Aufbewahrung von Schmalz soll erfolgen in kühlen, luftigen Räumen und so, daß das Fett nicht dem Licht ausgesetzt wird und insbesondere nicht vom direkten Sonnenlicht getroffen wird. Ranziges Schmalz weist besonders in ausgeschmolzenem Zustande einen außerordentlich unangenehmen, zum Erbrechen reizenden Geruch auf.

Verfälschung. Das Schmalz wird viel verfälscht. Die wichtigsten Verfälschungen sind:

a) Der Zusatz von Pflanzenölen. Um die ölige Beschaffenheit wieder aufzuheben, erfolgt dann meistens noch ein Zusatz von Talg.

b) Der Zusatz von gehärteten Ölen oder Verkauf von gehärteten Ölen an Stelle von Schmalz.

c) Der Zusatz von Cocosfett.

d) Wassergehalt des Schmalzes.

e) Zusatz von Konservierungsmitteln.

f) In der letzten Zeit ist beobachtet worden, daß gereinigtes Fett von gefallenem Tieren (Kadaverfett) als solches oder in Mischung mit gutem Schweineschmalz aus dem Auslande nach Deutschland in den Verkehr gebracht wurde.

Der Talg.

Der Talg kann sowohl aus den inneren Fettgeweben des Rindes, als auch aus denen des Schafes bereitet werden. Im ersten Falle heißt er Rindertalg, im letzteren Hammeltalg.

Der Talg wird hergestellt, indem das Fettgewebe gewaschen und zerschnitten und dann das Fett bei etwa 60–70° ausgeschmolzen und wasserfrei gemacht wird. Der auf diese Weise gewonnene Rindertalg ist nach dem Erstarren eine körnig krystallinische, gelbliche Masse, die den Handelsnamen *premier jus* führt.

Aus dem Talg wird ein für die Margarinefabrikation viel verwendetes Roherzeugnis, die Oleomargarine, hergestellt. Der Talg wird zu diesem Zwecke geschmolzen und das geschmolzene Erzeugnis in Räume von etwa 35° eingestellt. Dabei scheidet sich ein Teil des Fettes unlöslich ab, während ein anderer Teil flüssig bleibt. Der erste Teil, hauptsächlich aus Tristearin und anderen hochschmelzenden Glyceriden bestehend, wird abgepreßt und liefert den Preßtalg, der für die Fabrikation von Kerzen oder Seifen oder für die Herstellung von Kunstspeisefett Verwendung findet. Der flüssige Anteil bildet bei gewöhnlicher Temperatur eine halb feste, butterähnliche, streichbare Masse, die deshalb ein Ausgangserzeugnis der Margarinefabrikation ist. Oleomargarine wird heute aber nur mehr für die besseren Margarinesorten verwendet.

Dem Hammeltalg haftet der charakteristische Hammelgeruch an. Er ist deshalb meistens billiger. In der chemischen Zusammensetzung ist dagegen ein Unterschied nicht bekannt.

Zusammensetzung. Die im Rinds- und Hammeltalg vorhandenen Fettsäuren sind die gleichen wie im Schweineschmalz, nämlich die Ölsäure, die Stearinsäure und die Palmitinsäure.

Nach Bömer¹ sind im Talg folgende feste Glyceride vorhanden: Tristearin, β -Palmitodistearin und Stearodipalmitin. Daneben sind noch flüssige Glyceride der Ölsäure vorhanden. Untersuchungen darüber, ob diese aus Triolein bestehen oder ob es sich hier um gemischte Glyceride von Ölsäuren mit anderen Fettsäuren in ähnlicher Weise wie beim Schmalz handelt, liegen bis heute

¹ Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 14, S. 90. 1907 und Bd. 17, S. 353. 1909.

nicht vor. Bömer fand etwa 3% Tristearin und je etwa 4–5% Palmitodistearin und Stearodipalmitin. Die Hauptmenge der Glyceride wird also auch beim Talg von ungesättigten Glyceriden, vermutlich gleichfalls gemischten Glyceriden der Ölsäure mit Stearinsäure und Palmitinsäure gebildet.

Auch in Talgen sind in geringer Menge freie Fettsäuren und wenig Cholesterin vorhanden.

Verfälschungen des Talges können vorkommen durch Zusatz von Pflanzenölen, Pflanzenfetten, gehärteten Ölen, Zusatz von Knochenölen und anderem mehr. Auch der Talg muß wasserfrei sein.

Hinsichtlich der Haltbarkeit gilt dasselbe wie für Schweineschmalz.

Gänsefett.

Gänseschmalz oder Gänsefett ist dasjenige Fett, welches aus der zahmen, gemästeten Gans ausgeschmolzen wird. Es ist als Speisefett außerordentlich beliebt, zeichnet sich aber durch eine recht ölige Beschaffenheit aus. Soweit es im Handel vorkommt, unterliegt es nicht selten wegen seines hohen Preises Verfälschungen mit allen möglichen Fetten.

Zusammensetzung. Im Gänseschmalz sind wiederum nur die drei Fettsäuren des Schmalzes und Talges vorhanden, nämlich die Palmitinsäure, die Stearinsäure und die Ölsäure. Die prozentige Zusammensetzung an Fettsäuren geben A. Bömer und H. Merten¹ wie folgt an: 3,8% Stearinsäure, 21,2% Palmitinsäure, 72,3% Ölsäure. Die genannten Forscher haben auch die Zusammensetzung des Gänseschmalzes in bezug auf seinen Gehalt an den verschiedenen Glyceriden aufgeklärt. Danach hat das Gänsefett folgende Zusammensetzung

Triolein (Hauptbestandteil)	etwa	45%
Dioleopalmitin	„	30%
Dioleostearin	„	5%
Stearodipalmitin	„	3–4%
β -Palmitodistearin	(sehr geringe Mengen).	

Wahrscheinlich sind ferner noch vorhanden: Oleostearopalmitin und Oleodipalmitin.

Das Fett der Fische.

Als Fischfette kommen zwei Sorten in Betracht: der Fischtran und der Lebertran. Der Fischtran wird durch Ausschmelzen des Speckes großer Seetiere, wie Walfisch, Robben, Delphin gewonnen. Der Lebertran wird hergestellt aus der Leber bestimmter Fisch-, hauptsächlich Gadusarten, wovon wieder der beste Lebertran der vom Dorsch ist.

Der dem Tran anhaftende unangenehme Geruch und Geschmack muß beseitigt werden, wenn der Tran als menschliches Nahrungsmittel überhaupt Verwendung finden soll. Diese Entfernung des schlechten Geruches gelingt aber manchen Fabriken recht gut. Als Lebensmittel werden im allgemeinen die Trane nur im gehärteten Zustande als Rohstoffe für billige Margarine verwendet. Gegen die Verwertung ist dann nichts einzuwenden, wenn der Trangeruch und -geschmack vollkommen beseitigt sind. Am meisten Verwendung finden aber die Trane zu technischen Zwecken, nämlich zur Herstellung von Seife, Schmierölen, Wagenschmiere, Schuhputzmitteln und ähnlichen Erzeugnissen.

¹ Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 43, S. 101. 1922.

Der Lebertran ist mehr ein Arzneimittel als ein Nahrungsmittel. Er wird auch viel in Form von Emulsion, z. B. der bekannten Scotts Emulsion verwendet, bei der der Lebertran innig mit Milch gemischt wird. Der Lebertran hat eine besonders gute Wirkung auf die Entwicklung des Knochensystems bei jungen Menschen (S. 65).

Zusammensetzung. Die Zusammensetzung des Fischfettes weicht in vieler Hinsicht erheblich ab von der Zusammensetzung der üblichen Speisefette. Das Fischfett enthält im allgemeinen mehr Kohlenstoff und weniger Wasserstoff als die Fette der Wiederkäuer. Neben Ölsäure, Stearin- und Palmitinsäure sind noch manche anderen Fettsäuren in den Fischfetten beobachtet worden. So kommt in den Fischfetten die Erucasäure ($C_{22}H_{44}O_2$) vor, ferner eine ungesättigte Säure von der Zusammensetzung $C_{20}H_{32}O_2$. Der üble Geruch der Fischfette soll nach Prescher¹ durch eine ungesättigte Fettsäure, die 8 Kohlenstoffatome weniger als die Stearinsäure enthält, bedingt sein. Sie führt den Namen Clupenadonsäure ($C_{18}H_{28}O_2$). Durch Härten des Tranes wird die Säure in Stearinsäure übergeführt, wobei der üble Geruch der Fischfette von selbst verschwinden soll. Viele Fischfette enthalten auch unverseifbare Fette. Nach Mastbaum² soll in manchen Fischfetten so viel Unverseifbares vorhanden sein, daß es die Menge der verseifbaren Anteile überwiegt. Die hoch molekularen Fettsäuren und die beträchtlichen Mengen an unverseifbaren Bestandteilen wirken gemeinsam dahin, daß die Verseifungszahl der Fischfette erheblich niedriger ist als die der meisten übrigen Speisefette und -öle. In kleinen Mengen kommt in den Fischfetten Brom, Jod, Chlor, Schwefel und Phosphor vor, die aus dem Meerwasser aufgenommen sind. Wie die Fettsäuren miteinander vereinigt sind bzw. welche Glyceride in den Fischfetten vorkommen, ist noch unerforscht.

Verfälschungen von Tran kommen kaum vor, da die Trane die billigsten Fette sind. Ein Anreiz zur Verfälschung fehlt also. Dagegen unterliegt der Lebertran wegen seines hohen Preises häufig Verfälschungen durch andere flüssige Fette.

Die Pflanzenfette.

Die Pflanzenfette werden gewonnen aus den ölführenden Samen und Früchten. Besonders in den heißen Gegenden der Erde speichern die Samen und Früchte häufig große Mengen von Ölen oder Fetten. Aus diesen Teilen wird das Fett fabrikatorisch gewonnen.

Die Pflanzenöle.

Herstellung. Für die Gewinnung der Pflanzenöle aus den ölgebenden Samen oder Früchten werden hauptsächlich zwei Verfahren angewendet, nämlich das mechanische Verfahren und das chemische Verfahren. Im ersteren Falle wird das Öl mechanisch ausgepreßt, im zweiten Falle den Samen durch chemische Lösungsmittel entzogen.

Bei der mechanischen Ölgewinnung wird zunächst die Ölsaart in geeigneten Apparaten ausgiebig gereinigt. Darauf werden die Ölsaamen zerkleinert, wozu die verschiedensten Vorrichtungen Verwendung finden, Stampfmühlen, Schlagmühlen, Mahlgänge, Kollergänge oder Walzwerke. Heute bevorzugt man hierfür Walzenstühle und Kollergänge. Nun wird das Öl zunächst unter Anwendung von Drucken von mehreren Hundert Atmosphären kalt

¹ Pharmazeut. Zentralhalle. Bd. 30, S. 312. 1919.

² Chemiker-Zeit. Bd. 39, S. 899, 1915.

ausgepreßt. Zum Auspressen werden ebenfalls wieder verschiedene Systeme von Pressen verwendet. Das kalt gepreßte Öl ist ziemlich rein. Vielfach muß aber dem Auspressen eine Erwärmung der zerrissenen Pflanzenteile vorausgehen, weil sonst der Ölaustritt durch verschiedene Stoffe verhindert wird. Die heiß gepreßte Ölsaart liefert deshalb eine größere Ausbeute, aber unreineres Öl. Die erhaltenen Preßkuchen werden oft nochmals ausgepreßt, so daß man Öl der ersten, zweiten und bisweilen noch einer dritten Pressung unterscheidet. Oft wird auch die Saat erst kalt und dann heiß ausgepreßt.

Die chemische Ölgewinnung geschieht durch Extraktion der zerkleinerten Saat mit Hilfe von Fettlösungsmitteln, wie Petroläther, Schwefelkohlenstoff, Benzin, Tetrachlorkohlenstoff usw. Die Lösung des Fettes geht in den sog. Extraktoren vor sich. Die zerrissene Ölsaart wird in mehreren hintereinander geschalteten Zylindern vom Fettlösungsmittel durchströmt. Die konzentrierte Fettlösungsmittellösung wird dann dem Destillator zugeleitet. Hier wird die Fettlösung destilliert, wobei das Extraktionsmittel wieder rein erhalten wird, so daß es zu neuen Fettextraktionen Verwendung finden kann, während das Fett im Apparat zurückbleibt.

Die so gewonnenen Öle müssen vielfach gereinigt werden. Sie werden also einem Raffinierungsprozeß unterworfen. Diese Raffinierung der Öle besteht in verschiedenen Reinigungsvorgängen. Da beim Auspressen der Öle oft Schleimstoffe, Eiweiß usw. mitfließen, so werden die Öle vielfach durch Absitzenlassen oder Ausschleudern von diesen beigemengten Substanzen befreit. Öle, die schwarz oder dunkel aussehen, werden auch oft mit verdünnter Schwefelsäure behandelt, um sie heller zu machen. Feste Pflanzenfette reinigt man durch Ausschmelzen mit Wasserdampf oder durch Ausschmelzen mit Kochsalzlösung, wobei die Schmutzteile in die Wasserschicht übergehen und dem Fett entzogen werden. Auch eine Filtration durch Holz- oder Tierkohle findet statt, um Öle hellfarbig zu machen.

Zusammensetzung. Die Fettsäuren der Pflanzenöle sind in erster Linie die Ölsäure. Daneben können aber auch andere Fettsäuren, wie Stearinsäure, Palmitinsäure in nicht unbeträchtlichen Mengen vorkommen. Über die Frage, welche Glyceride in den Pflanzenölen vorhanden sind, ist noch wenig bekannt. Von großer Bedeutung ist die Tatsache, daß in den Pflanzenölen Vitamine nur in Spuren vorhanden sind. Sie bleiben in den Preßkuchen bzw. in den Rückständen zurück. Diese werden allgemein als tierische Futtermittel verwendet.

Die Pflanzenöle enthalten oft erhebliche Mengen von freien Fettsäuren. Der Gehalt an freien Fettsäuren ist bei den Pflanzenölen durchweg erheblich höher als bei den tierischen Fetten. Als unverseifbaren Anteil enthalten alle Pflanzenfette Phytosterine.

Trocknende Öle. Einige Pflanzenöle, die man als die trocknenden Öle bezeichnet, so Leinöl und Mohnöl, haben die Eigenschaft, begierig Sauerstoff aus der Luft aufzunehmen und sich zu oxydieren zu harzartigen festen Körpern. Diese Erscheinung beruht auf dem Vorkommen von besonders stark ungesättigten Fettsäuren, wie Linolensäure, die besonders begierig Sauerstoff anziehen. Diese Öle finden vor allem in der Technik für die Herstellung von Anstrichen Verwendung. Zusammen mit Farben, Kreide, gewissen Metalloxyden wird in der Anstreicherei z. B. das Leinöl auf die anzustreichenden Flächen in dünner Schicht aufgetragen, wobei es an der Luft von selbst durch Aufnahme von Sauerstoff erhärtet und so den festen Anstrich ausbildet. Über die Vorgänge beim Trocknen der Öle s. S. 28.

Die wichtigsten Pflanzenöle.

Über die wichtigsten einzelnen Pflanzenöle sei noch folgendes gesagt:

Olivenöl.

Das Olivenöl wird aus den reifen Früchten des Ölbaumes (*Olea europaea*) gewonnen, der in Südeuropa überall gedeiht. Es heißt auch Baumöl oder Nizzaöl oder Provenceöl. Das Olivenöl ist das wertvollste Pflanzenöl.

Die Olive ist eine Art Walnuß. Sowohl das Fruchtfleisch, als auch die harte Schale, als auch die Samen enthalten Öl. Die Hauptmenge des Öles befindet sich im Fruchtfleisch. Das aus dem Fruchtfleisch in der Kälte ausgepreßte Öl ist das beste; es führt den Namen Jungfernöl. Die aus anderen Teilen der Olive und die heiß ausgepreßten Öle sind weniger fein. Das Olivenöl erstarrt bei 0°. Bei Temperaturen unter 0° wird es immer fester und nimmt schließlich die Konsistenz von Schweineschmalz an. Worauf diese Erscheinung beruht, ist wissenschaftlich noch nicht geklärt. Wahrscheinlich beruht das Festwerden auf einem erheblichen Gehalt an vermutlich gemischten Glyceriden der Palmitin-, Stearin- und Ölsäure. Dieses Festwerden in der Kälte wird als Vorprüfung benutzt, um das Olivenöl von den anderen Ölen zu unterscheiden.

Da das Olivenöl das teuerste ist, so wird es viel mit anderen Ölen verfälscht.

Erdnußöl.

Das Erdnußöl wird gewonnen aus den Erdnüssen, den Früchten von *Arachis hypogaea*, einer in vielen tropischen Ländern gedeihenden Pflanze. Die Früchte wachsen unterirdisch und enthalten 30–40% Fett. Das Erdnußöl besitzt einen angenehmen milden Geschmack. Es zeichnet sich in seiner Zusammensetzung dadurch aus, daß es Arachinsäure ($C_{22}H_{44}O_2$) aufweist, die, soweit bis jetzt bekannt, in keinem anderen Öl vorkommt. Das Erdnußöl kann in anderen Ölen, insbesondere im Olivenöl durch den Nachweis der Arachinsäure aufgefunden werden. Heiduschka und Felser¹ haben über Art und Menge der im Erdnußöl vorkommenden Fettsäuren eine ausführliche Untersuchung angestellt. Sie fanden folgende Zusammensetzung:

Arachinsäure	2,3%	Palmitinsäure	4,0%
Lignocerinsäure	1,9%	Ölsäure (+Hypogäasäure)	79,9%
Stearinsäure	4,5%	Linolsäure	7,4%

Wie diese Fettsäuren zu Glyceriden gebunden sind, wurde nicht festgestellt.

Sesamöl.

Das Sesamöl wird aus dem Samen verschiedener Sesamumarten, ebenfalls aus tropischen Ländern stammend, gewonnen. Es besitzt eine stark gelbe Farbe und einen milden, angenehmen Geschmack. Wie S. 66 erwähnt, schreibt das deutsche Margarinegesetz den Zusatz von Sesamöl zu Margarine und Margarinekäse vor. Deshalb wird Sesamöl in den deutschen Margarinewerken verwendet.

Das Sesamöl gibt, mit Salzsäure und einigen Tropfen 0,1%igem Furfurol geschüttelt, eine Rotfärbung (Baudouinsche Reaktion). Durch diese Reaktion kann das Sesamöl in Fettmischungen leicht nachgewiesen werden. Das ist der Grund, weshalb das Margarinegesetz den Sesamölzusatz vorschreibt. Der Träger dieser Reaktion ist ein unverseifbares rotes Öl. An sonstigen unverseifbaren Bestandteilen enthält das Sesamöl außer Phytosterinen eine krystallinische Substanz, das Sesamin ($C_{20}H_{38}O_6$).

¹ Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 38, S. 241. 1919.

Baumwollsaatöl.

Dieses Öl heißt außer Baumwollsaamenöl auch Cottonöl. Es ist das billigste Speiseöl und wird aus den Samen der Baumwollpflanze (*Gossypium*) gewonnen. Das Rohöl ist braunschwarz und trübe und wird daher einem Raffinierungsprozeß unterworfen, der in einer Waschung mit Chemikalien beruht. Das raffinierte Baumwollsaatöl ist hellbraun; es enthält feste Glyceride in erheblichen Mengen. Man scheidet diese Stearine durch Abkühlen des Öles und Abpressen der festen Bestandteile bei der Raffinierung in ähnlicher Weise ab wie dies beim amerikanischen Schmalz und bei der Herstellung von Oleomargarine geschieht. Das abgepreßte Baumwollstearin, auch Cottonstearin genannt, wird zur Herstellung von Kunstspeisefett oder zur Herstellung von technischen Produkten verwendet.

Das Baumwollsaatöl ergibt mit Amylalkohol und Schwefelkohlenstoff, in dem 1% Schwefel vorhanden ist, gekocht eine intensive Rotfärbung, wodurch es auch in Mischungen erkannt werden kann (Halphensche Reaktion). Der Träger der Halphenschen Reaktion ist ein unverseifbarer, mit dem Phytosterin abzuscheidender Bestandteil, der Aldehyd- oder Ketoncharakter haben soll.

Leinöl.

Das Leinöl wird aus dem Leinsamen (*Linum usitatissimum*) gewonnen. Speiseöle werden durch kalte Pressung, technische Öle durch warme Pressung hergestellt. Der Geruch und Geschmack des Leinöles ist im frisch ausgepreßten Zustande ausgezeichnet. Das Öl nimmt aber bald einen unangenehmen scharfen Geschmack an, weshalb es zu Speisezwecken wenig Verwendung findet. Das Leinöl gehört zu den trocknenden Ölen. Es enthält erhebliche Mengen der ungesättigten Linolensäure ($C_{18}H_{32}O_2$), welche vier Jodatome zu addieren vermag, daher eine hohe Jodzahl besitzt und begierig Sauerstoff aufnimmt. Hierauf beruht seine Anwendung für die Zwecke der Anstreicherei und Firnisherstellung (S. 153).

Mohnöl.

Das Mohnöl wird aus den Samen des Mohnes (*Papaver somniferum*) gewonnen. Es gehört ebenfalls zu den trocknenden Ölen, wird aber auch viel zu Speisezwecken verwendet.

Rüböl.

Das Rüböl wird aus den Samen verschiedener Brassicaarten, besonders des Rapses (*Brassica napus*) gewonnen. Der Raps ist die einzige Ölsaart, welche auch bei uns in größeren Mengen angebaut wird. Das Rüböl zeichnet sich durch eine niedrige Verseifungszahl aus, die etwa bei 170 liegt. Daraus muß geschlossen werden, daß das Rüböl höher molekulare Fettsäuren enthält als die meisten anderen Öle. Amberger¹ fand denn auch in wesentlichen Mengen Oleodierucin im Rüböl. Rüböl hat einen eigenartigen, nicht sehr angenehmen Beigeschmack und ist deshalb das geringwertigste Speiseöl. Es wird aber insbesondere von der ländlichen Bevölkerung viel zu Speisezwecken verwendet.

Die gehärteten Pflanzenöle.

Die bei gewöhnlicher Temperatur flüssigen Fette, die Pflanzenöle, sind in der Welt in großen Mengen vorhanden. In den tropischen Ländern sowie

¹ Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 40, S. 192. 1920.

in den südlichen Gegenden Europas werden allenthalben die ölführenden Samen und Früchte in großen Mengen gewonnen. Die festen oder halb-festen Fette sind dagegen, abgesehen von den noch zu beschreibenden Cocos- oder Palmfetten, alle tierischer Herkunft. Es handelt sich hier vornehmlich um Butter, Schmalz und Talg. Die Gewinnung dieser Fette ist mit viel größeren Kosten verknüpft. Daher sind die streichfähigen, tierischen Fette durchweg erheblich teurer als die pflanzlichen Fette. Da nun für die Herstellung von Margarine und Kunstspeisefett beträchtliche Mengen halbfester Fette notwendig sind, flüssige Fette aber aus naheliegenden Gründen nur in geringen Mengen gebraucht werden können, so mußte dieser Umstand der Technik den Gedanken nahe legen, zu versuchen, die flüssigen Öle in feste bzw. halbfeste Fette technisch umzuwandeln.

Wie schon auseinandergesetzt wurde, besteht der hauptsächlichste Unterschied in den flüssigen und festen Fetten in einem höheren Gehalt an Glyceriden der flüssigen Ölsäure. Die Ölsäure unterscheidet sich nun von der festen Stearinsäure nur durch einen Mindergehalt von zwei Wasserstoffatomen.

Schon Paal¹ und seine Mitarbeiter beobachteten, daß eine Hydrierung von Ölen durch Behandeln in Gegenwart fein verteilter Metalle der Platingruppe gelingt. Hierauf wurden auch Ölhärtungsverfahren begründet. Einen mächtigen Anstoß erhielt aber die Ölhärtung erst durch die Arbeiten von Sabatier² und seinen Mitarbeitern, welche zuerst die Beobachtung machten, daß man an Stelle der Platinkatalysatoren auch fein verteiltes metallisches Nickel als Katalysator verwenden könne. Später wurde noch beobachtet, daß man an Stelle von metallischem Nickel auch fein verteilte Metalloxyde verwenden könne, wie Nickeloxyd, Kobaltoxyd, Kupferoxyd, Eisenoxydul. Es sind zahlreiche Patente für die praktische Ausführung der Ölhärtung genommen worden. Das Öl wird meist mit dem Katalysator gemischt, der vielfach mit indifferenten Stoffen, wie Kieselgur, vermenget ist. Diese Mischung wird gewöhnlich fein zerstäubt und

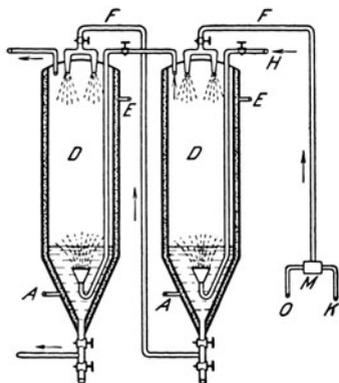


Abb. 13. Fetthärtungsapparat von Willbuschewitz.

D = Druckkessel. H = Wasserstoffzuleitung. F = Zuleitung der Fettemulsion. O = Zuleitung des Öles. K = Zuleitung der Katalysatoremulsion. E = Dampfauflaß. A = Abdampf. M = Mischzone.

bei Temperaturen von 100–160° mit gasförmigem Wasserstoff unter Druck in innige Berührung gebracht. Dabei geht die Umwandlung vor sich. Durch Filterpressen wird darauf das Öl von dem Katalysator befreit und dann im Vakuum mit Wasserdampf desodorisiert.

Durch die Härtung werden naturgemäß Schmelz- und Erstarrungspunkt erhöht. Im äußeren Aussehen, Geruch und Geschmack gleichen die gehärteten Öle dem Schweineschmalz, wenn sie mäßig gehärtet, dem Talg, wenn sie stark gehärtet sind. Die erwähnten Pflanzenölreaktionen werden durch das Härten vielfach beeinflusst. So wird die Halphensche Reaktion oft negativ. Die Baudouinsche Reaktion auf Sesamöl bleibt dagegen im gehärteten Erzeugnis bestehen, sie wird oft noch verstärkt.

Nach Bömer³ sind es drei Hauptbedingungen, unter denen die gehärteten Öle zur menschlichen Ernährung zugelassen werden können. 1. Dürfen

¹ Ber. d. dtsh. chem. Ges. Bd. 37, S. 124. 1904 und Bd. 38, S. 1398. 1905.

² Ann. de chim. et de physique. Tom. 4, p. 319. 1905.

³ Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 24, S. 104. 1912.

sie kein Nickel enthalten und auch keine anderen fremden Stoffe, die vom Härtungsprozeß herrühren. 2. Die gehärteten Öle müssen durch sorgfältige Untersuchung und physiologische Prüfungen auf ihr Verhalten im menschlichen Körper untersucht werden und sich als unschädlich erwiesen haben. 3. Müssen die zu verwendenden Rohfette an sich zur menschlichen Ernährung geeignet sein. Was die erste Bedingung angeht, so bereitet es der Technik gar keine Schwierigkeiten, das Nickel restlos zu entfernen. Ausführliche physiologische Untersuchungen über die Wirkung der gehärteten Öle auf den Organismus sind von K. B. Lehmann-Würzburg¹ vorgenommen worden, wobei sich gezeigt hat, daß die gehärteten Öle gänzlich unschädlich sind. Da sie im übrigen jetzt schon seit Jahren für die Margarine- und Kunstspeisefettfabrikation Verwendung finden, so ist der Beweis der Unschädlichkeit vollkommen erbracht.

Auch Fischtrane werden vielfach gehärtet und für die Margarinefabrikation verwendet. Bömer und Greitemann² untersuchten, welche Glyceride im gehärteten Waltran vorhanden sind. Der ungehärtete Waltran enthält 15% feste Fettsäuren, die zu etwa gleichen Mengen aus Myristinsäure, Palmitinsäure und Stearinsäure bestanden. Der gehärtete Waltran enthält außerdem Arachin- und Behensäure. Höher molekulare Säuren waren nicht vorhanden. Im gehärteten Waltran wurden folgende Glyceride festgestellt: Myristopalmitoarachin, Distearoarachin, ferner ein Glycerid, das Stearoarachobehen oder Palmitodibehen war. Festgestellt wurde außerdem ein Triglycerid mit 52 Kohlenstoffatomen und ein zweites mit 54 Kohlenstoffatomen, welche aber nicht näher identifiziert wurden.

In anderen gehärteten Ölen finden sich sonst ganz allgemein hauptsächlich Tripalmitin, Stearodipalmitin und Tristearin.

Die festen Pflanzenfette.

Als feste Pflanzenfette spielen im Handel hauptsächlich das Cocosfett und das Palmkernfett eine Rolle. Ein festes Pflanzenfett ist ferner die Kakao-butter. Doch wird dieses Fett nicht als solches in Form von Fett für die menschliche Ernährung verwertet, sondern hauptsächlich zur Schokoladenfabrikation benutzt. Es wird deshalb bei Besprechung des Kakaos und der Schokolade mitbehandelt werden.

Cocosfett. Das Cocosfett stammt aus den Cocospalmen, den Früchten der in den Tropen weit verbreiteten Cocospalme. Entweder wird das Fett schon an Ort und Stelle gewonnen, indem die Cocospalmen mit Wasser gekocht werden. Dabei steigt das Fett nach oben und wird abgeschöpft. Meistens aber werden die Cocospalmen getrocknet; sie heißen in diesem Zustande Kopro. Sowohl das an Ort und Stelle gewonnene Rohfett als auch die Kopro werden zu Schiff nach Europa gebracht und hier in besonderen Fabriken gereinigt. Das Rohöl verdorbt nämlich außerordentlich schnell (S. 28). Das Reinigungsverfahren wird von den Fabriken geheim gehalten.

Gut gereinigtes Cocosfett ist eine rein weiße, feste Masse, die in Tafeln oder Stücken unter verschiedenen Phantasienamen wie Palmin, Palmona, Kunerol, Laureol und anderen in den Handel kommt. Die Produkte zeichnen sich durch große Haltbarkeit aus.

Das Cocosfett enthält viel niedermolekulare Fettsäuren. Es besitzt deshalb eine sehr hohe Verseifungszahl. An der Verseifungszahl (etwa 260) kann es in anderen Fetten leicht erkannt werden.

¹ Chemiker-Zeit. Bd. 38, S. 798. 1914.

² Diss. Münster i. W. 1920.

A. Bömer und Baumann¹ fanden im Cocosfett folgende Fettsäuren: Sehr viel Kaprylsäure ($C_8H_{16}O_2$), Laurin- ($C_{12}H_{24}O_2$) und Myristinsäure ($C_{14}H_{28}O_2$). Dagegen fehlen vollkommen Capronsäure und Caprinsäure. Daneben kommen reichliche Mengen von Ölsäure und in geringer Menge Palmitin- und Stearinsäure vor.

Nach denselben Forschern bestehen die Glyceride des Cocosfettes aus folgenden Körpern: Der weitaus größte Teil ist Caprylolauromyristin und Myristodilaurin. In geringer Menge ist auch Laurodimyristin vorhanden. Die beiden schwer löslichsten Glyceride des Cocosfettes, das Palmitodimyristin und Stearodipalmitin liegen nur in sehr geringen Mengen vor. In welcher Bindung die Ölsäure vorliegt, wurde nicht geklärt.

Palmfett. Das Palmfett wird aus den Früchten der Ölpalme, eines in den Tropen gedeihenden Baumes, gewonnen. Die Frucht der Ölpalme ist eine pflaumenähnliche Frucht, die in großen Trauben zusammensitzt. Die Hülsen liefern das Palmöl oder die Palmbutter, ein mehr weiches Produkt. Die Samen enthalten ebenfalls Öl, das sog. Palmkernöl. Das Palmöl hat etwa Butterkonsistenz und wird in ungereinigtem Zustande schnell ranzig. Wenn es aber in den Fettfabriken gereinigt worden ist, so ist es ebenso haltbar, wie Cocosfett. Das Palmkernöl wird in den Fettfabriken aus den Samen auf dieselbe Weise wie alle übrigen Öle durch Auspressen oder Extraktion gewonnen.

Auch die Palmkernfette zeichnen sich durch einen beträchtlichen Gehalt an niedermolekularen Fettsäuren aus. Bömer und Schneider² fanden folgendes: Capron-, Caprin- und Stearinsäure konnten im Palmkernfett in Glyceridbindung nicht nachgewiesen werden, dagegen ist Kaprylsäure, ebenso wie im Cocosfett, in beträchtlichen Mengen vorhanden. Auch Palmitinsäure kommt, wenn auch in geringen Mengen, im Palmkernfett vor. Ferner sind erhebliche Mengen von Laurin- und Myristinsäure vorhanden. Die Glyceride des Palmkernfettes bestehen zum weitaus größten Teil aus einem Caprylomyristolein und einem Myristodilaurin. Daneben wurde in geringen Mengen ein Laurodimyristin nachgewiesen. Die beiden schwer löslichsten Glyceride des Palmkernfettes sind Palmitodimyristin und Myristodipalmitin. Sie sind aber nur in sehr geringen Mengen im Palmkernfett vorhanden.

Ölersatz. Während der Kriegszeit sind als typische Nachmachungen von Öl Produkte vertrieben worden, die zunächst unter dem Namen Ölersatz, später als Salatbeiß, Salatwürzen oder unter ähnlichen Namen, sowie auch unter Phantasienamen in den Handel kamen. Diese Erzeugnisse bestanden meistens zu 99% und mehr aus Wasser, welchem durch Spuren eines Dickungsmittels, wie Tragant, Leim, Pflanzenschleim aus isländischem Moos, Eibischwurzel und anderem eine ölähnliche dickliche Beschaffenheit verliehen worden war. Um den Erzeugnissen auch die bei den Ölen meist gelbe Farbe zu verleihen, wurden sie mit einem Teerfarbstoff gelb gefärbt. Da derartige hoch wässrige Flüssigkeiten natürlich sofort der Zersetzung anheimfielen, so mußte gewöhnlich noch ein Konservierungsmittel, wie Benzoesäure oder Salicylsäure oder andere zugegeben werden. Von Öl waren diese Erzeugnisse von jedem Laien ohne weiteres dadurch zu unterscheiden, daß sie sich mit Wasser in jedem Verhältnis mischten. Einen Nährwert wiesen die Erzeugnisse natürlich gar nicht auf. Deshalb wurde auch die Bezeichnung Ölersatz als irreführend angesehen, weil man von einem Ölersatz auch den Ersatz des Nährwertes wenigstens in etwa verlangen mußte. Aber auch ohne diese irreführende Bezeichnung waren diese Erzeugnisse wenig erfreulicher Natur, weil die meisten ihre ölähnliche Konsistenz bei einiger Aufbewahrung bald verloren und weil der kolloide Zustand oft schon durch Zugießen

¹ Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 40, S. 97. 1920.

² Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 47, S. 61. 1924.

von Essig, was ja immer geschah, aufgehoben wurde. Recht häufig wurden sie auch zu übertriebenen Preisen an den Mann gebracht.

Mischungen verschiedener Fettarten.

Die wichtigsten Vertreter dieser Gruppe von Speisefetten sind die Margarine und das Kunstspeisefett.

Die Margarine.

Nach dem deutschen Margarinegesetz sind Margarine alle diejenigen der Kuhbutter bzw. dem Butterschmalz ähnlichen Zubereitungen, deren Fettgehalt nicht ausschließlich der Milch entstammt.

Aus kleinen Anfängen hat sich die Margarineindustrie entwickelt. Von großem Mißtrauen ist sie bis heute begleitet gewesen. Auch heute herrscht noch bei manchen Personen eine Abneigung gegen Margarine, wenn auch der Krieg mit seiner großen Fettnot manche Vorurteile hat überwinden helfen. Die Abneigung gegen gute Margarine ist indessen heute in keiner Weise mehr begründet.

Die Margarine verdankt ihre Entstehung einem Preisausschreiben des französischen Kaisers Napoleons III., worin dem Hersteller eines billigen Butterersatzes für die Zwecke des Heeres und der Marine ein Preis versprochen wurde. Der französische Chemiker Mège-Mourier löste das Problem in folgender Weise: Er stellte geschmolzenen Rindertalg in Räume, die etwa 35° warm waren. Ein Teil des Fettes schied sich dabei in fester Form ab, während ein anderer Teil flüssig blieb. Diese flüssigen Anteile, welche bei normaler Lufttemperatur zu einer butterähnlichen Konsistenz erstarrten, nannte er Oleomargarine. Diese Oleomargarine, welche also die Grundsubstanz der ersten Margarine war, wurde nun mit Milch zu einer butterähnlichen Masse verrieben.

Herstellung. Die Grundsubstanz der heutigen Margarinen sind alle möglichen Speisefette, wie Oleomargarine, die noch heute nach demselben Grundprinzip in den Großschlächtereien fabrikatorisch hergestellt wird, die verschiedenen Schmalzsorten und vor allem Pflanzenöle, Cocosfett und gehärtete Öle. Auch gehärteter Fischtran findet für die Margarinefabrikation Verwendung. Da die tierischen Fette meist erheblich teurer sind, so werden sie in größeren Mengen nur für die feinen Margarinen verwendet. In den gewöhnlichen Margarinen des Handels überwiegen stets die billigeren Pflanzenfette.

Die Herstellung der Margarine ist natürlich in den einzelnen Fabriken sehr verschieden. Indessen ist das Grundprinzip bei allen ungefähr dasselbe. In einem Schmelzkessel werden die verschiedenen Fette zunächst zusammen geschmolzen und gemischt. In die Mischung wird nun Milch, die heute vielfach aus Trockenmilch bereitet wird, eingebracht. Gleichzeitig erfolgen hier auch schon die Zusätze des meist zugefügten künstlichen Farbstoffes und etwaiger Konservierungsmittel, gewöhnlich benzoesaures Natron oder andere Zusätze, die gemacht werden, um einen bestimmten Geschmack zu erzielen. Diese so bereitete Mischung kommt nun in die Kirne, einen besonderen Apparat, in dem die Mischung sorgfältig andauernd gerührt wird. Die Milch wird hierbei innig mit dem Fett vermischt, so daß eine dickflüssige Masse entsteht, welche etwa die Konsistenz und das Aussehen einer Mayonnaise besitzt. Diese gelbe, flüssige Masse wird nun in verschiedener Weise mit eisgekühltem Wasser zusammengebracht, wobei die Masse butterähnlich erstarrt. Sie wird dann in besonderen Apparaten oder mit Hilfe besonderer Vorrichtungen tüchtig ausgeknetet, nachdem sie vorher, falls gesalzene

Margarine hergestellt werden soll, noch mit Salz bestreut worden ist. Nun erfolgt die Abpackung der in der Knetmaschine bearbeiteten Masse entweder in Fässern bzw. Kisten oder Kleinpackungen. Wenn die Margarine in Kleinpackungen abgegeben wird, werden durch besondere Maschinen die bekannten Würfel geformt. Auch das Einpacken dieser Kleinpackungen in Papier usw. geschieht in modernen Margarinefabriken mit Hilfe besonderer Maschinen.

Nicht konservierte Margarine ist wenig haltbar. Meistens wird die Margarine heute mit geringen Mengen von benzoesaurem Natron haltbar gemacht. Eine derartig konservierte Margarine hält sich, geeignete Aufbewahrung vorausgesetzt, im allgemeinen etwa 4 Wochen, ohne unangenehmen Geschmack anzunehmen.

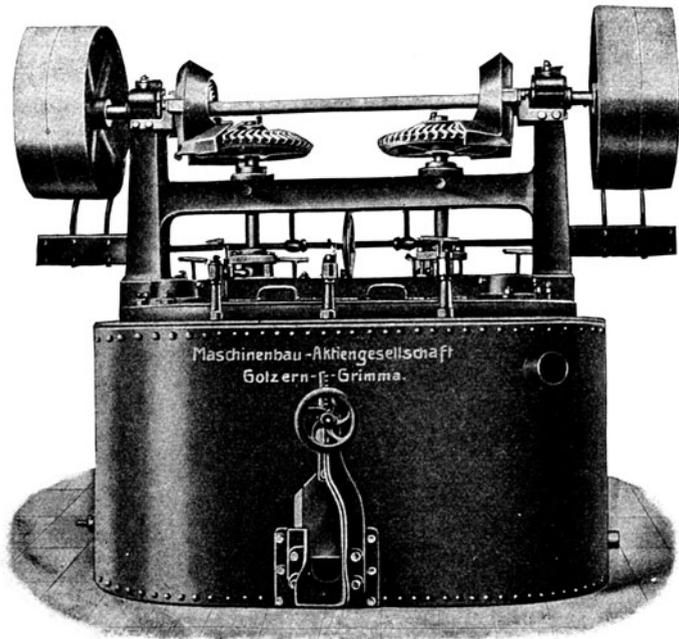


Abb. 14. Margarine-Kirne.

In den meisten Kulturländern existieren besondere Vorschriften über die Zusammensetzung und den Vertrieb der Margarine. In Deutschland sind in dieser Richtung die Bestimmungen des Margarinegesetzes maßgebend (S. 165).

Sehr groß sind die Bemühungen gewesen, in der Margarine den typischen Buttergeschmack zu erzeugen. Am besten scheint es noch dadurch zu gelingen, daß man die Milch, mit welcher das Fett emulgiert wird, vorher kräftig säuern läßt. Man hat sich auch viele Mühe gegeben, das Bräunen und Schäumen der Butter beim Auslassen und Braten bei der Margarine nachzuahmen. Die besten Mittel zur Erzeugung dieser Eigenschaften der Margarine scheinen Eigelb und Lecithin zu sein. So gibt Fendler¹ an, daß ein Zusatz von 2% Eigelb oder 0,2% Lecithin die Margarine in ihrem Ver-

¹ Chem. Rev. Fett- u. Harz-Ind. Bd. 11, S. 122—124. 1904 und Zeitschr. f. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 9, S. 289. 1905.

halten beim Braten der Naturbutter täuschend ähnlich mache. Dagegen gibt Pollatschek¹ an, daß das Lecithin nur Bräunen, nicht aber Schäumen bewirke. Das Schäumen rühre von geringen Seifenmengen, sowohl bei Butter wie bei Margarine her.

Die Zusammensetzung der Margarine ist etwa die folgende:

	ungesalzene	gesalzene
Wasser	etwa 17—18 ⁰ / ₁₀₀	15—16 ⁰ / ₁₀₀
Fett	„ 80—82 ⁰ / ₁₀₀	80—82 ⁰ / ₁₀₀
Stickstoffsubstanz	„ 0,5 ⁰ / ₁₀₀	0,5 ⁰ / ₁₀₀
Milchzucker	„ 0,4 ⁰ / ₁₀₀	0,4 ⁰ / ₁₀₀
Asche	„ 0,2 ⁰ / ₁₀₀	1,2—2,5 ⁰ / ₁₀₀
Kochsalz	„ —	1—2 ⁰ / ₁₀₀

Der kalorische Nährwert von Butter und Margarine ist etwa derselbe. Indessen ist die Butter der Margarine erheblich überlegen durch ihren Gehalt an Vitaminen, insbesondere an Vitamin A. Der Gehalt der gewöhnlichen Margarine an Vitamin ist gleich Null zu werten, da, wie oben erwähnt, die Pflanzenöle keine Vitamine enthalten. Enthält die Margarine tierische Fette oder besteht sie ausschließlich aus tierischen Fetten, so ist ihr Vitamingehalt gleich dem der Roherzeugnisse, der aber ebenfalls meist nur gering ist.

Gesundheitsschädliche Margarine. Im Jahre 1910 erkrankten an verschiedenen Orten Deutschlands eine Reihe von Personen nach Genuß von Margarine, die alle aus einer Altonaer Margarinefabrik stammten. Die angestellten Ermittlungen ergaben, daß diese Fabrik aus den Tropen stammendes Fett, welches äußerlich keine abnorme Beschaffenheit aufwies, verwendet hatte. Das Fett ist in der folgenden Zeit vielfach untersucht worden². Es führt die Namen Hydnocarpus-, Chaulmugra-, Moratti-, Cardamomfett. Es ist von anderen Fetten durch sein Verhalten gegen das polarisierte Licht zu unterscheiden, indem es die Ebene des polarisierten Lichtes nach rechts dreht. Seine spezifische Drehung wurde zu + 55 bis + 68⁰ gefunden. Das optische Verhalten des Fettes rührt her von dem Vorhandensein von zwei cyclischen Fettsäuren von der Formel C₁₈H₃₂O₂, der Chaulmugra- und Hydnocarpussäure. Durch sein optisches Verhalten kann dieses Fett in Mischungen erkannt werden. Es ist seit den damaligen Vorfällen in Margarine aber niemals wieder gefunden worden.

Das Kunstspeisefett.

Kunstspeisefette sind nach dem deutschen Margarinegesetz alle dem Schweineschmalz ähnlichen Zubereitungen, deren Fettgehalt nicht ausschließlich aus Schweinefett besteht.

Die Herstellung des Kunstspeisefettes geschieht durch Zusammenschmelzen verschiedener Fettarten. Kunstspeisefette bestehen heute vielfach aus gehärteten Ölen, die so weit gehärtet worden sind, bis gerade die Konsistenz des Schweineschmalzes erhalten wurde. Sie werden auch vielfach durch Zusammenschmelzen von flüssigen Ölen und von Preßtalg bereitet. Auch das bei der Schweineschmalz- und Baumwollsaatölraffinierung erhaltene Schmalzöl (Lardöl) und Baumwollstearin (Cottonstearin) finden für die Kunstspeisefettfabrikation Verwendung. Ausgedehnte Anwendung findet für die Herstellung von Kunstspeisefetten das Baumwollsaatöl, welches das billigste Speiseöl des Handels ist. Dieses wird entweder im gehärteten Zustande verwendet oder mit festeren Fetten so weit vermischt, daß die Schweineschmalzkonsistenz herauskommt.

¹ Chem. Rev. Fett- u. Harz-Ind. Bd. 11, S. 27—28. 1904 und Zeitschr. f. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 8, S. 248. 1904.

² Zum Beispiel Litterscheid: Chemiker-Zeit. Bd. 35, S. 9. 1911.

Über die Zusammensetzung der Kunstspeisefette kann natürlich wenig gesagt werden, da es ganz von dem verwendeten Rohmaterial abhängt, welche Zusammensetzung sich ergibt. Das Kunstspeisefett muß aber ebenso wie das Schweineschmalz im Gegensatz zu Butter und Margarine vollkommen wasserfrei sein.

Bezüglich der Beschaffenheit des Kunstspeisefettes kann nur verlangt werden, daß die verwendeten Fette unverdorben, von reinem Fettgeschmack sind und keine gesundheitsschädlichen Eigenschaften aufweisen.

Das Reichsgesundheitsamt hat in seinen Entwürfen zu Festsetzungen über Lebensmittel (Berlin: Julius Springer 1911) folgende Begriffsbestimmungen, Verbote zum Schutze der Gesundheit und Grundsätze für die Beurteilung von Speisefetten und Speiseölen aufgestellt:

I. Begriffsbestimmungen.

A. Tierische Speisefette.

Butter ist das durch schlagende, stoßende oder schüttelnde Bewegung (Buttern) aus dem Rahm der Kuhmilch oder auch unmittelbar aus Kuhmilch abgeschiedene innige Gemisch von Milchl fett und wässriger Milchflüssigkeit, das durch Kneten zu einer gleichmäßigen, zusammenhängenden Masse verarbeitet und von der anhaftenden Buttermilch, sowie dem etwa zum Kühlen und Waschen verwendeten Wasser möglichst befreit, vielfach auch mit Kochsalz versetzt ist. Butter muß den Bestimmungen der Bekanntmachung vom 1. März 1902, betreffend den Fett- und Wassergehalt der Butter, entsprechen.

Je nach der Bereitungsweise unterscheidet man Butter aus süßem Rahm, aus gesäuertem Rahm, aus gesäuerter Milch, auch aus Molken (Molkenbutter, Vorbruchbutter); je nach der Jahreszeit und Fütterungsweise Winterbutter, Sommerbutter, Stallbutter, Grasbutter. Außerdem werden im Handel nach der Güte unterschieden: Teebutter, Tafelbutter, Streichbutter, Molkereibutter, Landbutter, Bauernbutter, Faßbutter, Packbutter (Faktoreibutter), Kochbutter, Dauerbutter usw.

Ziegenbutter und Schafbutter sind aus Ziegen- und Schafmilch nach Art der Butter hergestellte Erzeugnisse.

Butterschmalz (Schmalzbutter oder Schmalzbutter, in Süddeutschland auch Rindschmalz oder einfach Schmalz genannt) ist das durch Schmelzen von Butter und größtmögliche Trennung des Fettes von den anderen Bestandteilen (Wasser, Casein, Milchsucker, Salze) erhaltene, zuweilen auch mit Kochsalz versetzte Butterfett.

Schweineschmalz (Schweinefett, in Norddeutschland auch einfach Schmalz genannt) ist das aus fettreichen Teilen geschlachteter Schweine ausgeschmolzene Fett.

In Deutschland verwendet man hierzu: Das Bauchwandfett (Liesen, Flomen, Lunte, Schmer, Wammenfett), Gekröse-(Micker-)Fett, Netzfett, ferner den Rückenspeck, seltener das Fettgewebe von anderen Körperteilen.

Je nach der Bereitungsweise, Güte und Herkunft unterscheidet man: Rohschmalz, Dampfschmalz, Neutralschmalz, raffiniertes Schweineschmalz, deutsches Schweineschmalz, amerikanisches Schweineschmalz usw.

Bratenschmalz ist das durch Erhitzen von Schweineschmalz unter Zusatz von Gewürzen, Zwiebeln, Äpfeln u. dgl. gewonnene Erzeugnis.

Schmalzöl (Specköl) ist das aus Schweineschmalz bei niedriger Temperatur durch Pressung gewonnene Öl. Der dabei verbleibende Preßrückstand heißt Schmalzstearin (Solarstearin).

Rindertalg (Rinderfett) ist das aus fettreichen Teilen geschlachteter Rinder ausgeschmolzene Fett.

Man verwendet hierzu hauptsächlich das Gekröse-(Micker-)Fett, Netzfett, Nierenfett, Herzfett, Mittelfellfett, Sackfett (Hodensackfett von Ochsen), Eingeweidefett (Magenfett, Darmfett, Lungenfett), seltener andere fettreiche Körperteile.

Feintalg (premier jus) ist der aus frischen, ausgewählt guten Teilen bei nicht zu hoher Temperatur ausgeschmolzene und sorgfältig gereinigte Rindertalg.

Oleomargarin ist der aus gereinigtem Rindertalg (Feintalg) durch Auspressen bei mäßiger Temperatur gewonnene niedriger schmelzende Anteil des Rindertalges.

Preßtalg (Rinderstearin) ist der bei der Gewinnung des Oleomargarins als Preßrückstand verbleibende höher schmelzende Anteil des Rindertalges.

Hammeltalg (Hammelfett, Schaffett) ist das aus fettreichen Teilen geschlachteter Schafe ausgeschmolzene Fett.

Man verwendet hierzu hauptsächlich das Gekrösefett, Netzfett, Nierenfett, Herzfett, Mittelfellfett, seltener andere fettreiche Körperteile.

Hammelfeintalg, Hammeloleomargarin und Hammelpreßtalg sind von Schafen nach Art des Feintalgcs, Oleomargarins und Preßtalges gewonnene Fette.

Gänseeschmalz (Gänsefett) ist das aus fettreichen Teilen geschlachteter Gänse ausgeschmolzene Fett.

B. Pflanzliche Speiseöle und Speisefette.

Die pflanzlichen Speiseöle und Speisefette sind für den menschlichen Genuß geeignete fette Öle oder Fette, die aus Früchten, Fruchtteilen oder Samen von Pflanzen gewonnen sind.

Olivenöl (Baumöl) ist das aus den Früchten des Ölbaumes (*Olea europaea*) durch Pressung gewonnene Öl.

Je nach der Olivenart, dem Reifezustand der Früchte, der Art der Ernte (gepflückt, geschlagen, geschüttelt), der Art und Dauer der Aufbewahrung der Früchte, der Art ihrer Verarbeitung unterscheidet man verschiedene Sorten von Olivenöl; die besten, mit besonderer Sorgfalt durch schwache, kalte Pressung gewonnenen Olivenöle werden als Jungfernöl, Provenceöl, Aixeröl, Nizzaöl bezeichnet.

Erdnußöl (Arachisöl) ist das aus den Früchten der Erdnußpflanze (*Arachis hypogaea*) nach Beseitigung der Hülsen, der Samenhäutchen und der Keime durch Pressung gewonnene Öl.

Sesamöl ist das aus den Samen der Sesampflanze (*Sesamum indicum* und *Sesamum orientale*) durch Pressung gewonnene Öl.

Mohnöl ist das aus den Samen der Mohnpflanze (*Papaver somniferum*) durch Pressung gewonnene Öl.

Baumwollsaamenöl (Cottonöl) ist das aus den Samen der verschiedenen Arten der Baumwollstaude (*Gossypium*) durch Pressung in der Wärme gewonnene und gereinigte Öl. Mitunter (regelmäßig bei dem sog. Winteröl) werden die leichter erstarrenden Anteile, das Baumwollstearin, abgetrennt.

Rüböl (Rapsöl, Rübsenöl, Kohlsaotöl, Kolzaöl) ist das aus den Samen verschiedener Brassicaarten durch Pressung gewonnene und gereinigte Öl.

Leinöl ist das aus den Samen der Flachspflanze (*Linum usitatissimum*) durch Pressung gewonnene Öl.

Cocosfett (Cocosöl, Cocosnußöl, Cocosbutter) ist das aus dem getrockneten Kernfleisch (Kopra) der Frucht der Cocospalme (*Cocos nucifera* und *Cocos butyracea*) durch Pressung gewonnene und gereinigte Fett.

Palmkernfett (Palmkernöl) ist das aus den Fruchtkernen der Ölpalme (*Elaeis guineensis* und *Elaeis malanococca*) durch Pressung oder durch Ausziehen mit Lösungsmitteln gewonnene und gereinigte Fett.

C. Margarine und Kunstspeisefett.

Margarine sind diejenigen der Butter oder dem Butterschmalz ähnlichen Zubereitungen, deren Fettgehalt nicht oder nicht ausschließlich der Milch entstammt. Margarine muß den Bestimmungen des Gesetzes vom 15. Juni 1897, betreffend den Verkehr mit Butter, Käse, Schmalz und deren Ersatzmitteln, sowie der Bekanntmachung vom 4. Juli 1897, betreffend Bestimmungen zur Ausführung des genannten Gesetzes, entsprechen.

Kunstspeisefett sind diejenigen dem Schweineschmalze ähnlichen Zubereitungen, deren Fettgehalt nicht oder nicht ausschließlich aus Schweinefett besteht.

Nicht unter den Begriff Kunstspeisefett fallen die Fette bestimmter Tier- und Pflanzenarten, die unverfälscht und unvermischt und ihrem Ursprung entsprechend bezeichnet sind.

Kunstspeisefett muß den Bestimmungen des Gesetzes vom 15. Juni 1897, betreffend den Verkehr mit Butter, Käse, Schmalz und deren Ersatzmitteln, sowie der Bekanntmachung vom 4. Juli 1897, betreffend Bestimmungen zur Ausführung des genannten Gesetzes, entsprechen.

II. Verbote zum Schutze der Gesundheit.

Für Genußzwecke dürfen — auch in Mischungen oder Zubereitungen — nicht in den Verkehr gebracht werden:

1. Butter, auch Ziegen- und Schabutter, zu deren Herstellung verwendet worden ist: Milch von Tieren, die mit Rinderpest, Milzbrand, Rauschbrand, Wild- und Rinderseuche, Tollwut oder Blutvergiftung behaftet sind oder die an Eutertuberkulose leiden oder bei denen das Vorhandensein von Eutertuberkulose als in hohem Maße wahrscheinlich anzusehen ist oder rohe Milch von Tieren, bei denen einfacher Verdacht der Eutertuberkulose besteht oder das Vorhandensein äußerlich erkennbarer Tuberkulose, sofern sie sich in der Lunge in vorgeschrittenem Zustande befindet oder Gebärmutter oder Darm ergriffen hat, festgestellt oder in hohem Grade wahrscheinlich ist.

2. Margarine, zu deren Herstellung Milch der in Nr. 1 bezeichneten Art verwendet worden ist.

3. Fett, zu dessen Herstellung Teile von gefallenen Tieren oder bei der Fleischbeschau als untauglich beanstandete Teile geschlachteter Tiere verwendet worden sind.

4. Fett, zu dessen Herstellung bei der Fleischbeschau als bedingt tauglich beanstandete tierische Teile verwendet worden sind, es sei denn, daß diese nach Maßgabe der Vorschriften des Fleischbeschaugesetzes zum Genuß für Menschen brauchbar gemacht worden sind.

5. Solche Arten von Fetten und Ölen, deren Unschädlichkeit für den Menschen nicht feststeht.

6. Fette oder Öle, denen die nachbezeichneten Stoffe zugesetzt worden sind: Ameisensäure, Benzoesäure¹, Borsäure, Fluorwasserstoffsäure, Salicylsäure, schweflige Säure, Salze oder Verbindungen dieser Säuren, unterschwefligsaure Salze (Thiosulfate), Formaldehyd oder solche Stoffe, die bei ihrer Verwendung Formaldehyd abgeben.

III. Grundsätze für die Beurteilung.

Als verdorben anzusehen sind:

Speisefette und Speiseöle, die durch Kleinlebewesen oder auf andere Weise so tiefgreifend verändert oder sonst so stark verunreinigt sind, daß sie für den bestimmungsgemäßen Gebrauch nicht geeignet sind, insbesondere

Butter, Butterschmalz und Margarine, die in dem angegebenen Grade ranzig, sauer-ranzig, faulig, sauer-faulig, talgig, ölig, dumpfig (muldrig, gabelnd), schimmelig, kratzend, bitter oder sonst ekelregend riechen oder schmecken.

Sonstige Speisefette und Speiseöle, die in dem angegebenen Grade ranzig, sauer-ranzig, faulig, sauer-faulig, dumpfig, schimmelig, kratzend, bitter oder sonst ekelregend riechen oder schmecken.

Als verfälscht, nachgemacht oder irreführend bezeichnet sind anzusehen:

1. Speisefette und Speiseöle, die den Begriffsbestimmungen nicht entsprechen.

2. Ziegenbutter, Schafbutter und ähnliche Erzeugnisse aus der Milch anderer Säugetiere, auch in Mischung mit Butter, sofern sie nicht ihrer Herkunft entsprechend bezeichnet sind.

3. Aus Butter oder Margarine, die für den menschlichen Genuß untauglich geworden sind, durch Abschmelzen, Reinigen, Kirnen usw. erhaltene Erzeugnisse sowie Gemische derartiger Erzeugnisse mit Butter oder Margarine.

4. Butter, die weniger als 80% Fett enthält.

5. Butter, die in ungesalzenem Zustande mehr als 18%, in gesalzenem Zustande mehr als 16% Wasser enthält; desgleichen Butter, der zum Zwecke der Gewichtsvermehrung Wasser, Rahm, Milch, Magermilch oder Quark zugesetzt ist, auch dann, wenn der Gesamtwassergehalt die zulässige Höchstgrenze nicht übersteigt.

6. Butterschmalz, das mehr als 0,5% Wasser enthält.

7. Dauerbutter, die mehr als 5%, sonstige Butter und Butterschmalz, die mehr als 3% Kochsalz enthalten.

8. Butter oder Butterschmalz, die andere Konservierungsmittel als Kochsalz¹ oder sonstige fremde Stoffe enthalten, unbeschadet der Färbung mit kleinen Mengen unschädlicher Farbstoffe.

9. Künstlich gefärbte Butter, sofern sie als Grasbutter bezeichnet ist.

10. Der Butter oder dem Butterschmalz ähnliche Zubereitungen aus anderen Fetten, sofern sie nicht als Margarine bezeichnet sind.

11. Butter oder Butterschmalz, die mit Margarine oder anderen Fetten oder Ölen versetzt sind.

12. Butterähnliche Margarine, die weniger als 80% Fett oder in ungesalzenem Zustande mehr als 18%, in gesalzenem Zustande mehr als 16% Wasser enthält; butterschmalzähnliche Margarine (Schmelzmargarine), die mehr als 0,5% Wasser enthält.

13. Dauer margarine, die mehr als 5%, sonstige Margarine, die mehr als 3% Kochsalz enthält.

14. Margarine, die andere Konservierungsmittel als Kochsalz¹ oder Zusätze von Mineralstoffen oder unverseifbaren Stoffen enthält, unbeschadet der Färbung mit kleinen Mengen unschädlicher Farbstoffe.

15. Margarine, die unter Verwendung widerlich schmeckender oder riechender oder für den menschlichen Genuß untauglicher Fette oder Öle oder derartiger Zusatzstoffe hergestellt ist.

¹ Die Frage der Zulassung begrenzter Mengen von Benzoesäure oder deren Salzen zur Konservierung von Margarine und Dauerbutter unter Deklaration unterliegt noch der Nachprüfung.

16. Schweineschmalz und sonstige tierische Speisefette (außer Butter und Butterschmalz) die mehr als 0,3% Wasser¹ enthalten.

17. Schweineschmalz und sonstige tierische Speisefette (außer Butter und Butterschmalz), die künstlich gefärbt oder mit Konservierungsmitteln versetzt sind oder andere fremde Stoffe enthalten.

18. Schweineschmalz und sonstige tierische Speisefette, zu deren Herstellung bei der Fleischschau als bedingt tauglich beanstandete und zum Genusse für Menschen brauchbar gemachte Tierteile verwendet worden sind, sofern sie nicht in einer diese Beschaffenheit erkennbar machenden Weise bezeichnet sind.

19. Dem Schweineschmalz ähnliche Zubereitungen aus anderen Fetten und Ölen, sofern sie nicht als Kunstspeisefett bezeichnet sind, mit Ausnahme von Fetten bestimmter Tier- oder Pflanzenarten, die unverfälscht und unvermischt und ihrem Ursprung entsprechend bezeichnet sind.

20. Dem Schweineschmalz ähnliche Gemische von Schweineschmalz mit anderen Fetten oder Ölen, sofern sie nicht als Kunstspeisefett bezeichnet sind.

21. Rindertalg, Hammeltalg, Gänseschmalz, deren Fettgehalt nicht ausschließlich Rindern, Schafen, Gänsen entstammt.

22. Kunstspeisefett, das mehr als 0,3% Wasser¹ oder Zusätze von Konservierungsmitteln, Mineralstoffen oder unverseifbaren Stoffen enthält.

23. Kunstspeisefett, das unter Verwendung widerlich schmeckender oder riechender oder für den menschlichen Genuß untauglicher Fette oder Öle oder derartiger Zusatzstoffe hergestellt ist.

24. Pflanzliche Speiseöle, die künstlich gefärbt oder mit Konservierungsmitteln versetzt sind oder tierische Fette oder Öle oder andere fremde Stoffe enthalten.

25. Speiseöle, deren Bezeichnung auf eine bestimmte Pflanzenart hinweist, sofern sie nicht ausschließlich das Öl dieser Pflanzenart enthalten; die Mischung verschiedener Speiseöle ist nicht als Verfälschung anzusehen, sofern das Gemisch ohne Hinweis auf eine bestimmte Pflanzenart als Speiseöl, Tafelöl, Salatöl od. dgl. bezeichnet ist.

26. Cocosfett, Palmkernfett und sonstige pflanzliche Speisefette, die mehr als 0,3% Wasser oder Zusätze von Konservierungsmitteln oder andere fremde Stoffe enthalten.

Als gesetzwidrig hergestellt ist anzusehen:

1. Margarine, zu deren Herstellung Butter oder Butterschmalz oder mehr als 100 Gewichtsteile Milch oder eine dementsprechende Menge Rahm auf 100 Gewichtsteile der nicht der Milch entstammenden Fette verwendet worden sind.

2. Margarine, die in 100 Gewichtsteilen der angewandten Fette und Öle nicht mindestens 10 Gewichtsteile Sesamöl von der vorgeschriebenen Beschaffenheit enthält.

Gesetz, betr. den Verkehr mit Butter, Käse, Schmalz und deren Ersatzmittel vom 15. Juni 1897 (RGBl. S. 475).

Die wichtigsten Bestimmungen dieses Gesetzes, welches meist kurz das Margarinegesetz genannt wird, sind folgende:

Die Geschäftsräume und Verkaufsstellen, in denen Margarine, Margarinekäse oder Kunstspeisefett gewerbsmäßig verkauft und feilgehalten werden, müssen die deutliche Inschrift: Verkauf von Margarine, Verkauf von Margarinekäse, Verkauf von Kunstspeisefett tragen.

Margarine im Sinne dieses Gesetzes sind diejenigen der Butter ähnlichen Zubereitungen, deren Fettgehalt nicht ausschließlich aus der Milch stammt. Margarinekäse sind ebenso diejenigen dem Käse ähnlichen Zubereitungen, deren Fettgehalt nicht ausschließlich der Milch entstammt. Kunstspeisefett sind ferner diejenigen dem Schmalz ähnlichen Zubereitungen, deren Fettgehalt nicht ausschließlich aus Schweinefett besteht. Ausgenommen sind hier aber unverfälschte Fette bestimmter Tier- oder Pflanzenarten, welche unter der richtigen Bezeichnung in den Handel gebracht werden. So darf z. B. reines Cocosfett, welches ja auch äußerlich dem Schweineschmalz ähnlich ist, als das, was es ist, nämlich als Cocosfett bezeichnet werden.

§ 2 des Gesetzes bestimmt, daß die Gefäße und äußeren Umhüllungen, in denen diese Ersatzstoffe gewerbsmäßig verkauft und feilgehalten werden, ebenfalls die Inschrift: Margarine, Margarinekäse, Kunstspeisefett tragen. Außerdem müssen die Gefäße einen roten Streifen tragen, der bei kleineren (35 cm hohen) Gefäßen 2 cm, bei höheren 5 cm breit sein muß. In Gebinden oder Kisten muß ferner noch die Inschrift die Firma oder den Namen des Fabrikanten tragen, sowie die Fabrikmarke. Auf Einzelstücken muß auf der Umhüllung die Inschrift Margarine, Margarinekäse, Kunstspeisefett mit dem Namen oder der Firma des Verkäufers angebracht sein. Das Format der Einzelstücke von Margarine oder Margarinekäse muß Würfelform sein.

¹ Die Frage der Erhöhung des zulässigen Wassergehaltes von 0,3 auf 0,5% unterliegt noch der Prüfung.

Die Vermischung von Butter und Margarine oder anderen Speisefetten zum Zwecke des Handels mit diesen Gegenständen ist verboten. Bei der Herstellung von Margarine dürfen auf 100 Gewichtsteile Margarinfett nur 100 Teile Milch oder eine entsprechende Rahmmenge verwendet werden (§ 3).

In Räumen, in denen Butter gewerbsmäßig hergestellt, aufbewahrt, verpackt oder feilgehalten wird, ist das gleiche für Margarine und Kunstspeisefett verboten. Eine entsprechende Bestimmung gilt für Margarinekäse und Käse. Für den Kleinhandel ist eine Ausnahme zugelassen bei Städten unter 5000 Einwohnern, jedoch mit der Einschränkung, daß die Lagerstellen und Verkaufsstellen innerhalb desselben Raumes getrennt sein müssen. In allen im kaufmännischen Verkehr üblichen Schriftstücken und Bezeichnungen müssen die Worte Margarine, Margarinekäse, Kunstspeisefett verwendet werden.

§ 6 bestimmt, daß Margarine und Margarinekäse einen bestimmten Zusatz erhalten müssen, welcher die Erkennbarkeit der Ware bei der chemischen Untersuchung erleichtert. Auf Grund dieser Bestimmung hat der Bundesrat erstmalig am 4. Juli 1897 (RGBl. S. 591) bestimmt, daß der Margarine mindestens 10% der angewandten Fettmenge, dem Margarinekäse mindestens 5% der angewandten Fettmenge an Sesamöl zugesetzt werden muß. Das Sesamöl muß mit Salzsäure und kleinen Mengen Furfurol geschüttelt, eine starke Rotfärbung ergeben, welche noch in 200facher Verdünnung mit Baumwollsaatöl oder Erdnußöl kräftig positiv sein muß. In dieser Bundesratsverordnung sind ferner die näheren Bestimmungen angeführt über die Art und Weise der Anbringung der vorgeschriebenen Kennzeichnung auf der Umhüllung, Fässern, Kisten usw.

Als während des Krieges die Sesamölvorräte zu Ende gingen, wurde durch eine Bundesratsverordnung vom 1. Juli 1915 (RGBl. S. 413) gestattet, an Stelle von Sesamöl als Erkennungsmittel Kartoffelstärke, und zwar in Mengen von mindestens 0,2 und nicht über 0,3% zuzusetzen. Nach Beendigung des Krieges ist diese Verordnung nicht aufgehoben worden, so daß entweder Sesamöl oder Stärke zur Kennzeichnung der Margarine und des Margarinekäses angewendet werden kann.

Wer die genannten Ersatzerzeugnisse herstellen will, hat dieses der zuständigen Behörde anzuzeigen. Der Polizei oder den Beauftragten der Polizei muß von den Unternehmern jede gewünschte Auskunft gewährt werden. Diese können jederzeit in die Herstellungs-, Aufbewahrungs- und Verpackungsräume während der Geschäftszeit eintreten, Revisionen vornehmen und Proben zur Untersuchung entnehmen.

§ 11 ermächtigt den Bundesrat, das Verkaufen und Feilhalten von Butter von einem bestimmten Wasser- oder Salzgehalte zu verbieten. Am 1. März 1902 (RGBl. S. 64) hat der Bundesrat bestimmt, daß Butter, welche weniger als 80% Fett und im gesalzenen Zustande mehr als 16%, im ungesalzenen Zustande mehr als 18% Wasser aufweist, nicht gewerbsmäßig verkauft oder feilgehalten werden darf. Später ist diese Verordnung auch auf die Margarine im gleichen Sinne ausgedehnt worden (am 28. April 1921, RGBl. S. 501). Nach dem Beschluß des Vereins deutscher Nahrungsmittelchemiker¹ ist unter ungesalzener Margarine eine solche zu verstehen, welche höchstens 0,3% Kochsalz aufweist.

Für die Beurteilung von Margarine finden auch die Bestimmungen des Fleischbeschaugesetzes Anwendung, wenn die Margarine Fette von warmblütigen Tieren enthält (Schmalz, Talg, Oleomargarine usw.). Die Butter fällt dagegen nicht unter das Fleischbeschaugesetz, ebenso finden die Bestimmungen des Margarinegesetzes nicht auf Fischfette Anwendung, da diese nicht Fette von warmblütigen Tieren sind.

Sechster Abschnitt.

Pflanzliche Nahrungsmittel.

Die Getreidefrüchte.

Vor allem als Rohmaterial für die Mehle, z. T. aber auch als solche spielen die Getreidefrüchte in unserer Ernährung eine große Rolle. Sie stammen mit alleiniger Ausnahme des Buchweizens von Pflanzen, die zur Familie der Gramineen gehören. Der Buchweizen gehört der Familie der Polygonaceen an.

Die Herstellung dieser Erzeugnisse ist jedermann bekannt. Das reife Getreide wird geschnitten und getrocknet auf dem Felde aus; die Früchte werden dann durch Dreschen gewonnen.

¹ Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 50, H. 69. 1925.

Zusammensetzung. Die Getreidefrüchte enthalten Wasser, dann vor allem Stärke, Protein, Enzyme, Fett, unlösliche und unverdauliche Kohlenhydrate, geringe Mengen von Zucker, Dextrin, Gummi und Mineralstoffen.

Der Wassergehalt. Das schnittreife Getreide hat in den Körnern einen Wassergehalt von etwa 30%. Je nach der Witterung trocknet es auf dem Felde bis auf 12–18%. Der Wassergehalt ist für die Haltbarkeit der Getreidefrüchte von der größten Bedeutung. Im allgemeinen gilt das Getreide noch mit einem Wassergehalt von 15% als bei der Lagerung nicht gefährdet.

Etwa $\frac{1}{2}$ – $\frac{2}{3}$ des Kornes besteht aus Stärke. Die Stärke ist also derjenige Nährstoff, der in den Getreidefrüchten der Menge nach bei weitem überwiegt. Die Stärke ist in Form von eigenartigen Bildungen in den Körnern vorhanden. Diese sogenannten Stärkekörner haben bei den meisten Getreidearten verschiedene Größe und Struktur, so daß oft schon durch die mikroskopische Untersuchung die Natur eines Mehles aus der Beschaffenheit der Stärkekörner erkannt werden kann (Abb. 15–19).

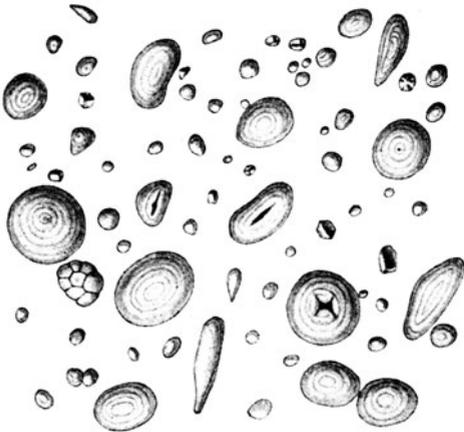


Abb. 15. Weizenstärke. (Nach Möller.)



Abb. 16. Roggenstärke. (Nach Möller.)

Sonstige Kohlenhydrate. In den Getreidefrüchten sind neben Stärke stets auch in kleinen Mengen andere Kohlenhydrate vorhanden. Die holzigen Teile des Kornes bestehen vorwiegend aus Cellulose mit Einlagerungen von Cutin, Lignin, Pentosanen und anderen kompliziert zusammengesetzten Polysacchariden (S. 44). Ferner befinden sich in allen Getreidearten die Abbauprodukte der Stärke, vornehmlich Dextrin, Maltose und Glucose. Das Stärkekorn ist ein lebendiger Organismus, dessen Enzyme (S. 46) sich bemühen, die kompliziert gebauten Nährstoffe abzubauen und zu verändern. Daher die Gegenwart dieser Abbauprodukte der Stärke. Vielfach sind in den Getreidearten auch kleine Mengen von Gummiarten zugegen.

Protein. Über die in den Getreidearten vorkommenden Proteinstoffe, ihre Zusammensetzung und Eigenschaften sind wir durch die umfangreichen und exakten Forschungen des amerikanischen Forschers Th. Osborne¹ und seiner Schule heute vollkommen unterrichtet. Osborne hat mit seinen Schülern alle in den Getreidearten vorkommenden Proteinstoffe rein dargestellt und ausführlich untersucht. Die Getreidearten enthalten danach meist vier verschiedene Proteinstoffe:

¹) Abderhalden: Handbuch der biochemischen Arbeitsmethoden. Abt. I. Teil 8. Berlin u. Wien: Urban u. Schwarzenberg 1922.

Das Leukosin ist gewöhnlich nur in kleinen Mengen vorhanden und sitzt vor allem im Keimling. Es ist ein echtes Albumin, wasserlöslich, durch Hitze koagulierbar, salzunlöslich. Ferner ist ein ebenfalls in geringer Menge nur vorliegender Proteinstoff von Globulincharakter vorhanden. Es hat ebenfalls vorwiegend seinen Sitz im Keimling und ist salzlöslich. Die dritte Proteinart sind die alkohollöslichen Proteine, welche Osborne wegen ihres hohen Gehaltes an Prolin und Ammoniak die Prolamine nennt. Sie bilden die Hälfte bis $\frac{1}{3}$ der Gesamtstickstoffsubstanz der Früchte. Sie lösen sich in 50–90%igem Alkohol. Bei den meisten Prolaminen ist 70%iger Alkohol am besten zur Lösung geeignet. Ihr Sitz ist in erster Linie das Endosperm. Endlich sind noch Proteine vorhanden, welche man Glutenine nennt. Sie sind in etwa der gleichen Menge vorhanden wie die Prolamine, unterscheiden sich aber von diesen dadurch, daß sie nicht alkohollöslich sind. Sie sind auch nicht salzlöslich, sondern nur löslich in dünnem Alkali und Säuren. Ihr Sitz ist ebenfalls das Endosperm. Infolge enzymatischen Abbaus werden in den Getreidefrüchten neben diesen

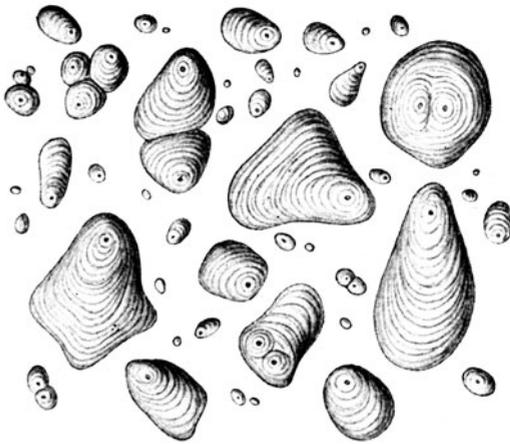


Abb. 17. Kartoffelstärke. (Nach Möller.)

Proteinstoffen, besonders dann, wenn Zersetzungen vorliegen, Abbauprodukte wie Albumosen, Peptone und Aminosäuren in geringen Mengen angetroffen.

Die Enzyme. Wie schon oben gesagt wurde, beherbergt das Getreidekorn eine Reihe von Enzymen, welche bei der Aufbewahrung ständig Abbau zu bewirken bestrebt sind. Die wichtigsten sind die diastatischen und katalytischen Enzyme. Daneben sind auch proteolytische und fettspaltende Fermente vorhanden. Die größte Menge der Enzyme sitzt im Keimling und in den äußeren Schichten des Kornes. Daher verderben hoch

ausgemahlene Mehle schneller als feinere. Die diastatischen Fermente bauen die Stärke ab zu Dextrin und Maltose. Die Katalasen bewirken eine Zersetzung von Wasserstoffsperoxyd unter Bildung von Sauerstoff. Die katalytische Kraft eines Mehles kann durch Messung des gebildeten Sauerstoffs in geeigneten Apparaten beobachtet werden. Die proteolytischen Enzyme spalten die Proteine auf. Gegen trockene Hitze sind diese Fermente verhältnismäßig viel weniger empfindlich als gegen nasse Hitze. Halbstündiges Erhitzen der feuchten Mehle auf 65° vernichtet die Fermente. Zerstörend auf Katalase wirkt ferner ein Zusatz von 0,1% Quecksilberchlorid, 1% freier Säure, 0,2% Kalilauge, während Alkohol und Äther ohne Einfluß sind.

Über die Zusammensetzung der Getreidefette ist nicht viel Genaueres bekannt. Die Fettmengen der meisten Getreidefrüchte betragen nur 1–2%. Nur Mais und Reis haben höhere Fettmengen. Das Fett wird stets von Phosphatiden und Phytosterinen begleitet.

Die Mineralstoffe bestehen vorwiegend aus Kalium- und Magnesiumphosphat. In geringeren Mengen ist in der Getreideasche auch Natrium, Eisen, Schwefelsäure und Chlor vorhanden. In vielen Getreidearten liegen sehr erhebliche Kieselsäuremengen vor, welche in die holzigen Teile zur Erhöhung ihrer

Festigkeit eingelagert sind. Nach unseren Feststellungen¹ liegen die Phosphate in den Getreideaschen in Form von Pyro- und Metaphosphaten vor.

Die Vitamine sind in den Getreidefrüchten vorhanden, wenn auch nicht in großen Mengen. Sie sitzen vor allem im Keimling und in den äußeren Teilen des Kornes.

Die **Haltbarkeit** des Getreides bei der Lagerung ist, wie schon gesagt wurde, vor allem vom Wassergehalte abhängig. Die Lagerräume müssen vor allem kühl und trocken sein. Bei kühlerer Temperatur und niederem Wassergehalt ist der enzymatische Abbau stark behindert. In den Lagerhäusern, Silos usw. soll das Korn nicht höher als etwa 0,75 m aufgeschichtet werden. Abnorm feuchtes Getreide soll nur 0,25 m hoch geschichtet werden. Häufiges Umschaufeln erhöht die Haltbarkeit.

Bewertungsnormen. Im Getreidehandel wird das Getreide nach verschiedenen Normen bewertet. Die wichtigste dieser Normen ist das Hektolitergewicht. Es gibt das Gewicht eines Hektoliters Getreide in Kilogramm an. Da schlechte und taube Körner ein niedriges Gewicht haben, so ist der Wert des Getreides



Abb. 18. Maisstärke. (Nach Möller.)

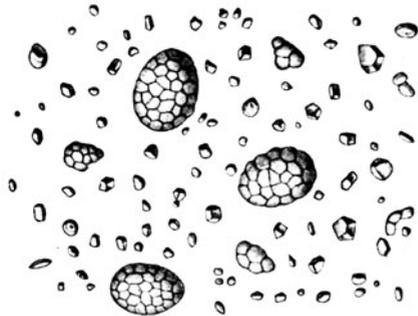


Abb. 19. Reisstärke. (Nach Möller.)

um so höher, je höher das Hektolitergewicht ist. Um das Hektolitergewicht eines Getreidepostens zu erhöhen, ist bisweilen das Getreide mit in Öl getränkten Schaufeln umgeschauelt worden, wodurch in betrügerischer Absicht ein höheres Gewicht vorgetäuscht wird.

Die Farbe. Hellfarbiges Korn ist besser als dunkles, da die dunkle Färbung meist von dicken Schalen herrührt. Der Schalengehalt bringt den Gehalt an Spelzen und Schalen, die nicht entfernt wurden, in Prozenten zum Ausdruck. Der Reinheitsgrad bringt den Gehalt an den Bestandteilen des Getreidekornes in Prozenten zum Ausdruck. Die Bestandteile fremder Pflanzen, insbesondere der Unkrautsamen werden also abgezogen. Die Keimfähigkeit ist ein wichtiges Kriterium für die Gesundheit des Getreides. Sie gibt an, wieviele von 100 Körnern unter geeigneten Bedingungen zum Auskeimen zu bringen sind.

Getreidefehler und -krankheiten. Das Getreide kann eine Anzahl von Fehlern und Krankheiten aufweisen, die sowohl für die Qualität des Getreides selbst, als auch der aus ihm hergestellten Erzeugnisse von großer Bedeutung sind.

Fremde Getreidekörner finden sich oft in einer bestimmten Getreideart. Sie lassen sich wohl nie ganz vermeiden und sind auch praktisch ohne Bedeutung, wenn es sich um vereinzelte fremde Körner handelt.

¹ Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 41, H. 1/2. 1921.

Von größerer Bedeutung ist die Anwesenheit von Unkrautsamen. Diese sollen durch die Trieure (S. 180) sorgfältig entfernt werden. Die Samen verschiedener im Getreide wachsender Unkräuter sind nämlich gesundheitlich nicht indifferent. So enthält der Samen der Kornrade (*Agrostemma githago*) Sapotoxine, welche giftig wirken. Besonders bei der Verfütterung derartigen Getreides an Geflügel ist schon oft erheblicher Schaden entstanden. Die weitaus wichtigsten Getreidefehler werden aber durch gewisse Pilze bewirkt, welche am Getreide wachsen.

Der Brand, auch Steinbrand, Schmierbrand, Stinkbrand oder Rußbrand genannt, befällt vornehmlich den Weizen. Die Ursache sind die Brandpilze (*Tilletia caries* und *laevis*, *Ustilago carbo*) (Abb. 20). Die Sporen dieser Pilze befinden sich auf der Oberfläche des in den Boden gepflanzten Kornes. Die Pflanze, und zwar der Fruchtknoten, wird zur Zeit der Blüte durch die Brandsporen infiziert. An Stelle der Stärke und sonstigen Nährstoffe enthalten die von Brand befallenen Körner zur Zeit der Reife eine schwarze Sporenmasse. Die vom Brand befallenen Ähren sehen oft ganz schwarz aus. Sie zeigen einen unangenehmen Geruch nach Heringslake.

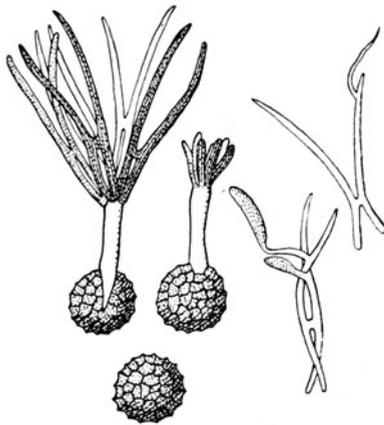


Abb. 20. Brandsporen, zum Teil in Keimung.



Abb. 21. Mutterkorn.

Von noch größerer Bedeutung als die Brandpilze ist der Mutterkornpilz (*Claviceps purpurea*). Dieser Pilz bewirkt hauptsächlich am Roggen schwarze Bildungen, die das Sclerotium (Dauerzustand) des Pilzes darstellen (Abb. 21). Auch hier wird der Fruchtknoten des blühenden Getreides von dem Pilz befallen. An Stelle des Kornes entwickelt sich dann das schwarze Mutterkorn. Mutterkornhaltiges Getreide, Mehl und Brot sind gesundheitsschädlich, da im Mutterkorn mehrere giftig wirkende Alkaloide vorhanden sind, von denen Ergotin, Ergotinin und Secalonsäure die wichtigsten sind. Nach dem wiederholten Genuß mutterkornhaltigen Brotes kommt es bei schwangeren Frauen und trächtigen Haustieren zu Früh- und Fehlgeburten. Bei längerem Genuß tritt bei jungen und alten Personen beiderlei Geschlechts die sog. Kriebelkrankheit auf. Sie beginnt mit einem Taub- und Kaltwerden der Fingerspitzen mit oder ohne vorhergegangenes Kriebeln. Allmählich verfärben sich die betreffenden Teile und werden blauschwarz. Oft stößt sich der Nagel oder die Oberhaut ab, ja selbst ganze Stücke Knochen oder das ganze Glied können abfallen. Auch an

anderen Organen können Erkrankungen und Geschwüre auftreten, z. B. am Darm. Die Krankheit verläuft oft tödlich.

Besonders feuchtes oder schlecht gelagertes Getreide wird häufig von Schimmel befallen. Derartiges Getreide nimmt einen muffigen Geruch und Geschmack an und ist für die menschliche Ernährung ungeeignet.

Trunkenes Getreide nennt man in Rußland Getreide, nach dessen Genuß Schwindel, Kopfschmerzen und Erbrechen auftreten. Derartiges Getreide ist von einem Fusariumpilz befallen.

In feuchten Jahren kommt es oft vor, daß das Korn auf dem Halm auswächst. Das junge Pflänzchen beginnt sich zu entwickeln, wodurch viele Nährstoffe gelöst und verbraucht werden. Das aus solchem Getreide hergestellte Mehl ist deshalb minderwertig und hat gewöhnlich auch seine Backfähigkeit verloren.

Von tierischen Schädlingen ist schließlich noch der Kornwurm oder Kornkreb zu nennen. Der Kornwurm ist die Larve des Kornkäfers. Die Larve frißt den ganzen Mehlkörper der Körner aus.

Die einzelnen Getreidearten.

Der Weizen. Der Weizen ist für uns die wichtigste Getreideart. Er besteht ebenso wie die anderen Getreidefrüchte aus der eigentlichen Frucht, welche von Hüllblättern, den Spelzen umschlossen ist. Je nachdem die Hüllblätter leicht abfallen oder mit der Frucht vereinigt bleiben, unterscheidet man den Nacktweizen und den Speltweizen. Die weitaus größte Menge des angebauten Weizens ist Nacktweizen. Der Speltweizen wird nur an einzelnen Stellen angebaut und dient hauptsächlich zur Herstellung von Grünkern, einem viel als Suppeneinlage gebrauchten Material, welches aus gedörretem, unreifen Speltweizen besteht.

Die Zusammensetzung des Weizens unterliegt starken Schwankungen und ist von vielen Faktoren abhängig (Klima, Bodenbeschaffenheit, Düngung, Witterung, ob Winterweizen oder Sommerweizen, Rasse u. a. m.). Die mittlere Zusammensetzung in bezug auf die Hauptbestandteile ist in ganz runden Zahlen aus der Tabelle auf Seite 175 zu ersehen.

Der Wassergehalt unterliegt großen Schwankungen. Er kann bis zu 20% ansteigen. Über den Zusammenhang von Wassergehalt und Haltbarkeit vgl. S. 167.

Auch der Gehalt an Protein kann großen Schwankungen unterliegen, die etwa von 10–16% gehen. Ebenso können die Mengen der vier verschiedenen Proteinstoffe, die im Weizen vorkommen, erheblich verschieden sein. In runden Zahlen besteht das Weizeneiweiß etwa zu 5% aus Leukosin (Albumin), 10–20% aus salzlöslichem Globulin, 35–50% alkohollöslichem Prolamin und 25–50% alkohol- und salzunlöslichem Glutenin. Die wichtigsten von diesen vier Proteinstoffen sind das alkohollösliche Prolamin und das Glutenin. Das erstere führt auch den Namen Gliadin. Den Gehalt an Aminosäuren gibt Plimmer¹ nach Analysen von Osborne, Abderhalden und Konsul mit ihren Mitarbeitern gemäß den in der Tabelle auf S. 172 aufgeführten Zahlen an.

Gliadin enthält also kein Glykokoll und Lysin. Besonders bemerkenswert ist der hohe Gehalt an Glutaminsäure, Prolin und Ammoniak. Das Glutenin des Weizens enthält die im Gliadin fehlenden Aminosäuren und enthält viel weniger Prolin und Ammoniak als das Gliadin. Gliadin und Glutenin bilden zusammen den Kleber (S. 182). Das Leukosin (Albumin) des Weizens zeigt keinen hohen Gehalt an Prolin und Ammoniak, es enthält nur wenig Glutaminsäure (6–7%), weist aber viel Leucin auf.

¹ a. a. O. S. 72.

	Weizengliadin %	Weizenglutinin %
Glykokoll	0	0,4
Alanin	2,0	0,3
Valin	3,4	—
Leucin	6,6	4,1
Isoleucin	—	—
Phenylalanin	2,4	1,0
Tyrosin	1,2	1,9
Serin	0,2	—
Cystin	0,5	—
Prolin	13,2	4,0
Oxyprolin	—	—
Asparaginsäure	0,6	0,7
Glutaminsäure	43,7	24,0
Tryptophan	1,0	+
Arginin	3,2	4,4
Lysin	0	2,2
Histidin	0,6	1,2
Ammoniak	5,2	2,5
Summe	83,8	46,7

Unter den Kohlenhydraten des Weizens überwiegt bei weitem die Stärke. Daneben sind aber stets kleine Mengen von Maltose, Glucose und Dextrin, herrührend von der enzymatischen Spaltung der Stärke, sowie etwas Gummi vorhanden.

Der beste Weizen zeigt ein Hektolitergewicht von 82 kg, die zweite Sorte 78 kg, die dritte 76 kg.

Der Roggen. Er stammt von der Roggenpflanze *Secale cereale*, die als Sommer- und Winterfrucht angebaut wird.

In seiner groben Zusammensetzung unterscheidet sich der Roggen nur wenig vom Weizen. Auch bei Roggen werden ähnliche Schwankungen in der Zusammensetzung beobachtet wie bei Weizen; sie sind auch von denselben obenerwähnten Faktoren abhängig. Die Proteine sind ebenfalls ein alkohollösliches, ein salzlösliches, ein Albumin und ein Glutenin. Das Gliadin des Roggens ist vielfach mit dem des Weizens für identisch erklärt worden. Schon Osborne hat aber zuletzt erklärt, daß er infolge der konstanten, wenn auch nicht großen Unterschiede in den Hydrolysenprodukten und dem konstanten Unterschiede in der spezifischen Drehung die beiden Proteine für nicht identisch halte.

Vor kurzem ist im Institut des Verfassers¹ durch neue Methoden zur Bestimmung des Tryptophans¹ und Tryptophans und Tyrosins² gezeigt worden, daß die Proteine verschieden sind. Wir fanden für Weizengliadin 0,82—0,84, für Roggengliadin 0,64—0,65%, Tryptophan. Der Tyrosingehalt des Weizengliadins betrug 5,2%, der des Roggengliadins 7,3%.

Auch die Glutenine, sowie das Albumin und salzlösliche Protein des Roggens und Weizens waren im Gehalt an diesen beiden Aminosäuren auch zum Teil unterschieden, wie nachstehende Tabelle zeigt:

	Proteine des					
	Albumin %	Weizens Globulin %	Glutenin %	Albumin %	Roggens Globulin %	Glutenin %
Tryptophan	1,57	2,54	1,52	1,61	1,1	1,34
Tyrosin	1,53	1,18	6,0	2,04	1,13	5,3

¹ a. a. O. S. 95.

² Noch nicht veröffentlicht.

Die Hektolitergewichte sind bei Roggen folgende: Bester Roggen 74 kg, zweiter Roggen 72 kg, dritter Roggen 70 kg.

Die Gerste. Gerste wird in verschiedenen Arten angebaut. Die Spelzen sind bei fast allen Arten mit der Frucht verwachsen. Das Korn fällt also beim Dreschen nicht aus den Hüllblättchen heraus.

Die grobe Zusammensetzung kann ebenso stark schwanken wie bei Weizen und Roggen. Hierfür sind dieselben Umstände maßgebend. In runden Zahlen ist die mittlere Zusammensetzung in der Tabelle auf S. 175 verzeichnet.

Es sind auch in der Gerste vier verschiedene Proteinarten wie in Weizen und Roggen vorhanden. Das alkohollösliche Protein heißt Hordein. Seine Zusammensetzung in bezug auf den Gehalt an Aminosäuren ist nach Plimmer¹ gemäß den Analysen Osbornes die folgende:

Glykokoll	0	Prolin	13,7
Alanin	0,4	Oxyprolin	—
Valin	0,2	Asparaginsäure	—
Leucin	5,7	Glutaminsäure	36,4
Isoleucin	—	Tryptophan	+
Phenylalanin	5,0	Arginin	2,2
Tyrosin	1,7	Lysin	0
Serin	—	Histidin	1,3
Cystin	—	Ammoniak	4,9

Die Zusammensetzung ist also im großen und ganzen der des Gliadins ähnlich, wenn auch deutliche Unterschiede hervortreten.

Wir fanden in Gerste in Prozenten:

	Tryptophan	Tyrosin
Albumin	1,47	1,36
Globulin	1,29	1,60
Hordein	1,04	5,55
Glutenin	1,24	6,22

Die Gerste dient für Brauerei- und Brennereizwecke und für die Herstellung von Graupen (S. 187). Das Hektolitergewicht guter Braugerste ist 75 kg.

Der Hafer. Der Hafer enthält am meisten Fett von allen Getreidearten. Der hohe Fettgehalt in Verbindung mit der feinkörnigen Haferstärke bewirkt beim Kochen mit Wasser die Bildung des bekannten Haferschleims, der nach seiner Zusammensetzung und seinem Dispersitätsgrade sehr nahrhaft, leicht resorbierbar und bekömmlich ist. Die wichtigste Verwendung des Hafers für die menschliche Ernährung besteht deshalb in der Herstellung von Hafergrütze, Haferflocken, Quäker Oats und ähnlichen Erzeugnissen, die nach Kochen mit Wasser Haferschleim liefern, der nach Absiebung der Schalentteile genossen wird.

Die Zusammensetzung, die wieder stark schwanken kann, ist in runden Zahlen in der Tabelle auf Seite 175 angegeben.

Die Proteine des Hafers sind ein alkohollösliches und ein salzlösliches. Im Gegensatz zu den vorgenannten Getreidearten enthält aber Hafer kein Albumin und wahrscheinlich auch kein Glutenin. Das von Osborne analysierte, aus Hafer durch Kalilauge extrahierte Avenin ist kein reiner Körper, sondern ein Gemenge beider Proteinstoffe. Es zeichnet sich durch einen hohen Leucingehalt aus. Wir konnten feststellen, daß sowohl das alkohollösliche als auch das salzlösliche Protein des Hafers viel mehr abspaltbaren Schwefel enthält als die übrigen Getreideproteine.

¹ a. a. O. S. 72.

Die Tryptophan- und Tyrosingehalte fanden wir zu folgenden Werten.

	Globulin des Hafers	Glutenin
Tryptophan	1,16%	1,32%
Tyrosin	0,75%	8,43%

Das Hektolitergewicht des Hafers ist 38—48 kg.

Sowohl im Hafer als auch im Mais sind kleine Mengen von Phytin (Inosit-hexaphosphat, ein weißes Pulver) gefunden worden.

Der Mais. Der Mais gedeiht nur in wärmerem Klima. Er wird deshalb vorwiegend in Südeuropa und Südamerika und anderen warmen Gegenden angebaut.

Der Maiskolben besteht aus einer dicken Spindel, auf welcher die von den Spelzen umhüllten Körner dichtgedrängt sitzen. Der entkernte Kolben besteht aus der von den Spelzen bedeckten Spindel. Hauptsächlich dreierlei Maisarten befinden sich im Handel: der amerikanische große gelbe, der italienische kleine gelbe, und der Pferdezahnmals.

Die grobe Zusammensetzung des Maises (S. 175) kann wiederum großen Schwankungen unterliegen. Von den übrigen Getreidearten unterscheidet sich also der Mais vor allem dadurch, daß er ähnlich wie der Hafer viel Fett enthält. Sitz des Fettes ist vor allem der Keimling.

Der alkohollösliche Proteinkörper des Maises, das Zein, ist in seinem Bau dadurch bemerkenswert, daß es kein Tryptophan enthält. Es enthält ferner wie das Gliadin kein Lysin und Glykokoll. Das Glutenin enthält aber alle diese Bausteine. Mais enthält verhältnismäßig mehr Zein als Weizen und Roggen Gliadin enthalten.

Nach unseren Befunden waren die Tryptophan- und Tyrosingehalte folgende:

Mais-	Tryptophan	Tyrosin
Albumin	1,35%	2,04%
Globulin	1,03%	1,13%
Zein	0	5
Glutenin	1,12%	5,3 %

Das Hektolitergewicht von Mais schwankt zwischen 70 und 80 kg.

Durch einseitige Ernährung mit Mais wird eine Art Hautkrankheit, die Pelagra hervorgerufen, welche auch zu inneren Krankheiten und zum Tode führen kann. Ursache dieser Erkrankung ist wahrscheinlich Vitaminmangel im Verein mit der Insuffizienz der Maisproteine.

Der Reis. Der Reis gedeiht nur in ganz warmem Klima. Er wird daher nur in den Tropen angebaut. Das Reiskorn ist von gelb bis dunkelbraunen Spelzen umschlossen. Zur menschlichen Nahrung wird der Reis geschält, indem man auf Stampf- oder Poliermühlen die Spelzen entfernt. Außer den Spelzen fallen dabei zerbrochene Körner ab, welche als „Bruchreis“ billiger verkauft werden.

Die Zusammensetzung des Reises (S. 175) kann ebenso wie bei allen übrigen Getreidekörnern großen Schwankungen unterliegen. Der Proteingehalt ist hier also etwas geringer als bei den meisten übrigen Getreidefrüchten, der Stärke- und Zuckergehalt dafür entsprechend höher.

Der Reis enthält keinen alkohollöslichen Proteinstoff. Die Hauptmasse des Proteins im Reis ist ein Glutenin (alkalilöslich), das Oryzenin. Daneben sind kleine Mengen von Albumin und Globulin vorhanden.

Der Reis wird hauptsächlich in Form des geschälten Reises genossen. Die Vitaminforschung hat gelehrt, daß das Schälen des Reises, welches hauptsächlich geschieht, um dem Korn ein schönes weißes Aussehen zu geben, sehr

unzweckmäßig ist. Das Vitamin B sitzt nämlich hauptsächlich in und direkt unter der zarten, gelben Samenhaut, welche durch Schälén entfernt wird. Durch einseitige Ernährung mit solchem geschälten Reis tritt deshalb die als Avitaminose schon oben (S. 67) geschilderte Beriberikrankheit auf. Über das Schwefeln und Talken des Reises siehe S. 187.

Die Hirse. Die Hirse ist für die Ernährung in unseren Breiten von untergeordneter Bedeutung. Die Eingeborenen im Innern Afrikas bereiten zwar aus der sog. Mohrenhirse vielfach Brot. Bei uns wird aber nur wenig Hirse genossen. Die von der Kolben- oder Rispenhirse gewonnenen Körner werden gelegentlich zu Backwerk verarbeitet oder mit Milch zu Brei angemacht genossen.

Der Buchweizen. Botanisch gehört der Buchweizen nicht zu den Getreidearten, da er nicht zu den Gramineen, sondern zu den Polygonaceen gehört. Er ist aber in seiner Zusammensetzung den Getreidefrüchten sehr ähnlich. Er dient auch in gewissen Landteilen als Ersatz für andere Getreidearten, indem er wie diese zu Mehl oder Grütze verarbeitet und genossen wird. Daher gehört seine Besprechung hierher.

Die Buchweizenpflanze ist in bezug auf Bodenbeschaffenheit und Klima sehr anspruchslos. Daher wird sie vorwiegend in den Moor- und Heidegegenden Nordwestdeutschlands angebaut.

Die Zusammensetzung kann ebenso schwanken wie die der Getreidearten und ist von ähnlichen Faktoren abhängig. Ukai und Morikawa¹ zogen durch 2%ige Natronlauge das Protein aus. Das durch Essigsäure wieder gefällte Produkt zeigte nach der Hydrolyse folgende Zusammensetzung:

Ges.-N	Humin-N	NH ₃ -N
13,46%	0,44%	8,71%
Hexonbasen-N	Monoamino-Säuren-N	
27,76%	60,48%	

Folgende Gehalte an Aminosäuren wurden ermittelt: Glykokoll 0,04%, Alanin 0,91%, Valin 3,70%, Leucin 4,42%, Phenylalanin 2,51%, Prolin 2,38%, Glutaminsäure 7,38%, Tryptophan 1,45%.

Zusammensetzung der Getreidearten und Hülsenfrüchte in runden Mittelzahlen in Prozenten.

Fruchtart	Wasser	Protein	Fett	Zucker u. Stärke	Asche	Rohfaser
Weizen	13	12	1,5—2	69	2	2—2,5
Roggen	13	12	1,5—2	69	2	2—2,5
Gerste	13	10	2	68—69	2,5	4,5
Hafer	13	10	5	59	3	10
Mais	13	10	5	68	1,5—2	2—3
Reis (enthülst)	12	8—8,5	1—2	75—78	0,5—1,5	0,5—1
Buchweizen	13	11—12	2,5	59	2,5	11,5
Bohnen (Vicia)	14	26	1,5	47	3	8
Bohnen (Phaseolus)	11	24	2	55	4	4
Erbsen	14	23	2	53	3	5
Linsen	12	26	2	53	3	4
Sojabohnen (gelb)	10	34	19	27	5	5
				(Saccharose)		
Lupinen (gelb)	15	38	4	25	3,5	14

¹ Chem. Zentralbl. 1925. II. Bd. 96, S. 192.

Die Hülsenfrüchte.

Im Anschluß an die Getreidearten seien gleich die Hülsenfrüchte behandelt, welche meistens als solche für die menschliche Ernährung dienen. Gelegentlich werden sie auch auf Mehl verarbeitet.

Die Hülsenfrüchte stammen alle von Pflanzen, welche zur Familie der Leguminosen gehören.

Zusammensetzung.

In ihrer Zusammensetzung weichen die Hülsenfrüchte erheblich von der Zusammensetzung der Getreidefrüchte ab. Sie enthalten nämlich erheblich mehr Protein als diese. Auch die Art des Proteins ist sehr verschieden. Alkohollösliche Proteine sind gar nicht vorhanden. Dagegen spielen hier die salzlöslichen Globuline die Hauptrolle, welche in den Getreidefrüchten zwar auch vorhanden sind, in ihrer Menge aber gegenüber den Prolaminen und den Gluteninen stark zurücktreten. Osborne¹ und seine Mitarbeiter haben auch die meisten Hülsenfrüchte auf Menge, Art und Zusammensetzung der in ihnen vorkommenden Proteine auf das sorgfältigste untersucht, so daß wir heute hierüber genau unterrichtet sind.

Auch Enzyme (vor allem diastatische und katalytische) sind in den Leguminosen vorhanden. Sie sitzen auch hier vornehmlich in den äußeren Schichten der Samen. Über ihr Verhalten gegen Erhitzen gilt dasselbe wie bei den Getreidearten.

Der Fettgehalt ist ähnlich wie bei den Getreidefrüchten nur gering. Über die genaue Zusammensetzung des Fettes der Hülsenfrüchte ist ebenso wenig Sicheres bekannt wie über das Getreidefett. Durchweg ist das Hülsenfruchtfett reicher an Lecithinen und Phosphatiden.

Die Hülsenfrüchte enthalten ferner mehr Asche als die Cerealien. Auch in ihrer Zusammensetzung ist die Asche unterschieden. Sie ist reicher an Kali und Kalk, aber ärmer an Phosphorsäure als die der Getreidefrüchte.

In frischen Hülsenfrüchten sind alle drei Vitaminarten, wenn auch nicht in besonders großen, so doch meistens genügenden Mengen vorhanden.

Botanisch-anatomisch unterscheiden sich die Hülsenfruchtsamen dadurch von den Getreidesamen, daß sie nicht wie diese ein Nährgewebe aufweisen, sondern nur aus dem Embryo und der Samenhaut bestehen.

Die wichtigsten Hülsenfrüchte.

Bohnen. Die in den Handel kommenden Bohnen stammen von zwei verschiedenen Pflanzen, *Vicia* und *Phaseolus*.

Bei den *Vicia*bohnen gibt es zwei Unterarten, nämlich die kleine auf Äckern gezogene Acker-, Esels-, Pferde-, Futter-, Feld-, Puffbohne und die große Gartenbohne, welche auch Saubohne oder dicke Bohne heißt und im unreifen Zustand als Gemüse mit Schinken oder Speck genossen wird.

Die *Phaseolus*bohne ist die sog. Viets-, Stangen-, Speck- oder Buschbohne, auch grüne Bohne genannt, deren Same für die menschliche Ernährung im reifen Zustande verwandt wird, die aber auch in großem Umfange in Form der Schoten in geschnittener Form als Schnittbohnen, auch in konserviertem Zustande als Salzbohnen (S. 238) genossen werden.

Die Zusammensetzung der *Vicia*- und *Phaseolus*samen kann ebenso wie die der Getreidearten starken Schwankungen unterliegen. In runden Mittelzahlen ist sie in der Tabelle auf Seite 175 angegeben.

¹ a. a. O. S. 167.

Unter den Proteinen des Viciasamens nimmt das Globulin Legumin seiner Menge nach weitaus die erste Stelle ein. Das Legumin enthält keine Phosphorsäure wie früher behauptet wurde, sondern ist phosphorsäurefrei. In geringerer Menge ist Vicillin, ebenfalls ein Globulin, in den Saubohnen enthalten. Es ist löslicher als Legumin. In kleinen Mengen liegt auch ein Albumin neben diesen Globulinen vor, das Legumellin. Es ist aus den Salzlösungen weder durch Dialyse noch durch Verdünnung auszufällen, koaguliert aber beim Erhitzen auf 20°. Es charakterisiert sich mit diesen Eigenschaften also als ein Albumin. Ein kleiner Teil der N-Substanz liegt auch in Form von Nichtproteinen (Aminosäuren, Basen usw.) vor.

Die verdaulichen Kohlenhydrate bestehen überwiegend aus Stärke. Zucker ist nur in unbedeutenden Mengen vorhanden.

Die Samen von Phaseolus enthalten ebenfalls in kleinen Mengen Vicillin und Legumellin, dagegen kein Legumin. An seiner Stelle macht ein anderes Globulin die Hauptmenge der N-Substanz dieser Hülsenfruchtart aus, nämlich das Phaseolin. Dieses ist deutlich von Legumin unterschieden.

In bezug auf ihren Gehalt an Aminosäuren zeigen diese Proteinstoffe nicht viel Charakteristisches. Nur der Arginingehalt ist bemerkenswert hoch. Beim Legumin wurde er zu 4,6%, beim Phaseolin zu 4,9%, beim Legumellin zu 5,5% und beim Vicillin zu 8,9% gefunden. Vicillin enthält auch kein Glykokoll. Die von uns gefundenen Tyrosin- und Tryptophanwerte waren folgende:

	Tryptophan	Tyrosin
		Bohnen
Globulin	1,44%	1,85%

Hierbei fällt der große Unterschied im Tyrosingehalte gegenüber dem alkohollöslichen und alkalilöslichen Protein der Getreidearten vor allem in die Augen. Die Samen von Phaseolus vulgaris enthalten einen zur Gruppe der Hämagglutinine gehörigen, wasserlöslichen, durch Alkohol fällbaren Giftstoff, das Phasin. Es kann bei Genuß von rohen Bohnen starke Giftwirkungen veranlassen. Durch das übliche Abkochen der Bohnen wird das Gift zerstört¹.

Eine Abart unserer Phaseolusbohnen ist die in verschiedenen tropischen Ländern sowohl wildwachsende, als auch angebaute Blausäurebohne, Phaseolus lunatus, so genannt nach der halbmondförmig gekrümmten Schote. Sie heißt auch Lima-, Peru-, Birma- oder Rangoonbohne.

Diese Bohnen enthalten ein Glucosid, das Phaseolunatin, welches beim Einweichen der Bohnen in Wasser unter dem Einflusse des gleichzeitig in den Bohnen vorhandenen Enzymes, des Emulsins, in Glucose, Aceton und Blausäure zerfällt. Dieser Blausäuregehalt, der sich aus den Bohnen entwickelt, ist nicht ungefährlich. In der Literatur ist öfters über Vergiftungsfälle nach Genuß dieser Bohnen berichtet worden. Wenn man das Einweichwasser fortgießt und dann das Kochen der Bohnen im offenen Topf in üblicher Weise vornimmt, so ist die Gefahr zwar nicht groß, weil die Blausäure sowohl leicht löslich im Wasser, als auch leicht flüchtig ist. Geringe Reste schaden nicht. Nach Kobert wird der Genuß von 10 mg Blausäure noch vertragen, 60 mg wirken aber auf einmal genossen, sicher tödlich. Wenn daher das Einweichwasser nicht fortgegossen wird oder das Kochen in geschlossenen Gefäßen, wie mit Dampf geheizten Kochapparaten oder den sog. Kochkisten erfolgt, so liegt insbesondere dann eine Gefahr vor, wenn der Blausäuregehalt der Bohnen hoch ist. Die beobachteten Vergiftungsfälle betreffen denn auch meistens Pensionen, Schulen, Speiseanstalten und derartige größere Betriebe, in denen oft geschlossene Kochapparate Verwendung finden.

¹ Lünig: Zeitschr. f. Untersuch. d. Lebensmittel. Bd. 51, S. 220. 1926.

Der Gehalt an Blausäure kann in weiten Grenzen schwanken. Er liegt meist zwischen wenigen Milligramm bis zu 400 mg HCN im Kilogramm Bohnen. Die wild wachsenden Bohnen weisen meist viel höhere Blausäuregehalte auf als die kultivierten.

Die in den Handel kommenden Rangoonbohnen können alle möglichen Farben aufweisen, die Mehrzahl ist aber weiß. Diese weißen Rangoonbohnen weisen ein charakteristisches Merkmal auf, an denen sie äußerlich erkannt werden können. Sie zeigen nämlich eine von einem Punkte des Randes aus verlaufende fächerförmige Maserung.

Erbsen. Die Erbsen finden sowohl als reifer Samen, nachdem vorher die leicht entfernbare Samenhaut abgeschält ist, als auch in unreifem Zustande als Gemüse für die menschliche Ernährung Verwendung.

Ihre mittlere Zusammensetzung ist der der Bohnen ganz ähnlich; sie ist in runden Zahlen auf Seite 175 verzeichnet.

Die Proteinstoffe sind dieselben wie bei der Saubohne: Legumin, Vicillin und Legumellin. Die aus verschiedenen Hülsenfrüchten dargestellten Präparate sind zwar sehr ähnlich, wahrscheinlich aber nicht völlig identisch. Wir fanden im salzlöslichen Protein der Erbse 1,15% Tryptophan und 2,15% Tyrosin. Die verdaulichen Kohlenhydrate bestehen auch hier vornehmlich aus Stärke, doch sind auch geringe Mengen von Zucker wie Saccharose, Galaktan, Dextrin, Pentosane u. a. nachgewiesen.

Erbsen und andere Leguminosen werden häufig von Käfern befallen (*Laria pisi* u. a.). Man findet dann an der äußerlich unveränderten Erbse ein kleines rundes Loch, durch welches der Käfer in das Innere der Leguminose eingedrungen ist. Der Käfer oder seine Larve frißt das ganze Innere des Samens aus, so daß dieser oft hohl ist. Mit dem Kot scheidet er krystallinisches Tyrosin aus. Diese Tyrosinsphärite sind in derartigen Erbsen und aus ihnen hergestellten Mehlen leicht zu erkennen.

Linsen. Die Linsen, welche als reife Samen Verwendung finden, zeigen eine ähnliche Zusammensetzung wie die Bohnen und Erbsen.

Die Proteinstoffe sind dieselben wie in den Erbsen und Saubohnen, wobei nicht feststeht, ob die Körper aus den verschiedenen Pflanzen sich nur sehr ähnlich oder identisch sind. Nach den von uns gefundenen Tryptophan- und Tyrosingehalten sind zwar nicht große, aber immerhin merkliche Verschiedenheiten vorhanden. Das Globulin der Linsen enthält einen deutlich höheren Tryptophangehalt (1,40%), aber einen deutlich niedrigeren Tyrosingehalt (1,93%) als das salzlösliche Protein der Erbsen.

Sojabohnen. Die Heimat der Sojabohne ist China und Japan. Sie wird in beträchtlichen Mengen nach Europa gebracht und dient in mannigfacher Form der menschlichen Ernährung.

Die Zusammensetzung weicht erheblich ab von der der meisten anderen Hülsenfrüchte. Der Proteingehalt liegt durchweg viel höher. Stärke ist nicht vorhanden, sondern an deren Stelle Saccharose. Auch der Fettgehalt ist viel beträchtlicher als bei Bohnen, Erbsen, Linsen. Die Zahlen für die einzelnen Nährstoffe können wieder großen Schwankungen unterliegen. Die mittlere Zusammensetzung ist auf Seite 175 angegeben.

Das Protein besteht größtenteils aus einem Globulin, dem Glycinin, welches sich deutlich von dem Legumin und dem Phaseolin der übrigen Hülsenfrüchte unterscheidet. Daneben ist in geringerer Menge ein lösliches Globulin in den Sojabohnen vorhanden. Das Glycinin zeichnet sich ebenso wie die übrigen Globuline der Leguminosen durch einen hohen Gehalt an Arginin aus. Das Glycinin ist leicht löslich in Phosphaten und läßt sich aus dieser Lösung durch

Ansäuern leicht ausfällen. Es verhält sich in dieser Richtung also wie Milch-casein. Daher hat man diese Proteinstoffe auch Pflanzencasein genannt. Man muß sich dabei aber darüber klar sein, daß die Proteine der Hülsenfrüchte sich wesentlich von den Caseinen unterscheiden. Die phosphorhaltigen Caseine gehören zu den Nucleoverbindungen, die phosphorfreien Proteine der Leguminosen zu den Globulinen.

Die Sojabohnen dienen zur Herstellung verschiedener Lebensmittel. In China und Japan wird sog. Bohnenkäse „Miso“ bzw. „Tofu“ genannt, aus ihnen bereitet. Bei uns werden die Sojabohnen vielfach zur Herstellung von Würzen durch eine Gärung benutzt. Von einer Frankfurter Firma ist aus Sojabohnen eine Zeitlang eine Kunstmilch, deren grobe Zusammensetzung etwa derjenigen der Kuhmilch entsprach, hergestellt worden. Von derselben Firma wurde während des Krieges ein Fleischersatz, aus zerkleinerten Sojabohnen bestehend, der eine Räucherung durchgemacht hatte, vertrieben.

Die Sojabohne wird bisweilen auch auf Öl verarbeitet.

Die Lupinen. Diese Hülsenfrüchte dienen mehr als Futter- denn als Nahrungsmittel. Sie enthalten nämlich bitterschmeckende Alkaloide. Neuerdings sind Verfahren erfunden worden, die Lupinen von den bitter schmeckenden Stoffen zu befreien. Man unterscheidet blaue, schwarze und weiße Lupinen.

In ihrer Zusammensetzung stehen die Lupinen der Sojabohne näher als den Bohnen, Erbsen und Linsen (S. 175). Sie enthalten aber als wesentlichen Nährstoff der Kohlenhydratgruppe wieder vor allem Stärke.

Die Müllerei.

Die Getreidearten werden in größtem Umfange auf Mehl verarbeitet, während die Hülsenfrüchte meistens als solche genossen werden, nur in beschränktem Umfange wird auch aus ihnen Mehl bereitet.

Bau des Getreidekornes. Die Herstellung der Mehle geschieht in den Mühlen. Um die Mehlbereitung besser zu verstehen, werfe man einen Blick auf den nebenstehenden Schnitt durch ein Getreidekorn. Wir unterscheiden deutlich drei grundverschiedene Schichten, nämlich die äußeren holzigen Schichten, welche das Korn schützend umgeben, die Anlage der zukünftigen Pflanze, den Keimling oder Embryo und schließlich das Endosperm oder Nährgewebe. Dieses ist ein großes, zugunsten des jungen Pflänzchens angelegtes Hamsterlager, aus zartwandigen Zellen bestehend, die vollgestopft sind mit Stärkekörnern und Eiweiß. Sobald die junge Pflanze anfängt, sich zu entwickeln, bilden sich auf der Grenze von Keimling und Endosperm Enzyme aus, welche die Nährstoffe des Nährgewebes in Lösung bringen, damit sie der jungen Pflanze zugeführt werden können.

Ausmahlung. Von jeher hat man sich nun bei der Mehlbereitung bemüht, die holzigen Teile des Kornes und den Keimling abzutrennen und nur die zermahlene

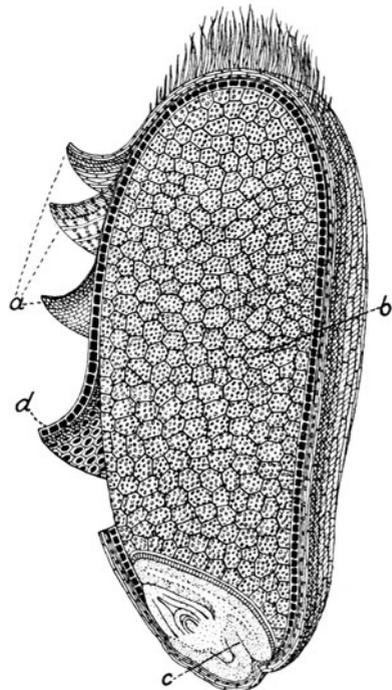


Abb. 22.

Schnitt durch ein Getreidekorn.
a Schale. b Mehlkörper. c Keimling.
d Aleuronschicht. (Nach Neumann.)

Teile des Nährgewebes als Mehl zu gewinnen. Bei der Herstellung des weißen Mehles müssen also beträchtliche Teile des Kornes verloren gehen. Nur etwa $\frac{2}{3}$ des Kornes läßt sich in Form von weißem Mehl für die menschliche Ernährung

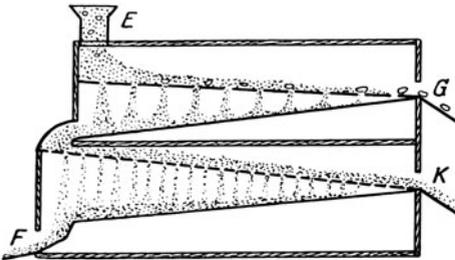


Abb. 23. Schematischer Querschnitt durch einen Aspirateur.

— — — Sieb für grobe Verunreinigungen.
 - - - - Sieb für feine Verunreinigungen. G Austritt der groben Verunreinigungen. F Austritt für feine Verunreinigungen. E Eintritt. K Austritt des Kornes. (Nach Strohecker.)

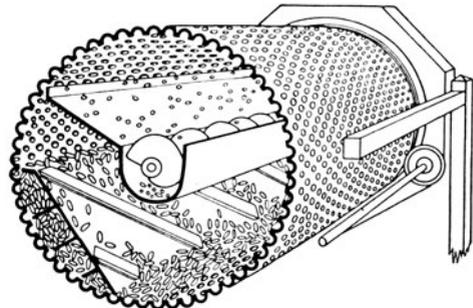


Abb. 24. Trieur. (Nach Strohecker.)

verwerten. Der Rest wird Kleie genannt und dient der Tierfütterung.

Als der Krieg ausbrach, war es eine der ersten Maßnahmen der Reichsregierung auf Ernährungsgebiet, eine

bessere Ausnutzung des vorhandenen Getreidematerials vorzuschreiben, die im Laufe des Krieges bis zu 96% hinaufging, d. h. es durften von den Körnern schließlich nur mehr 4% als Kleie abgetrennt werden, 96% des Kornes mußten in Mehl verwandelt werden.

So entstanden die hoch ausgemahlene, kleiehaltigen Kriegsmehle. Heute werden wieder die weißen Mehle von den Mühlen hergestellt.

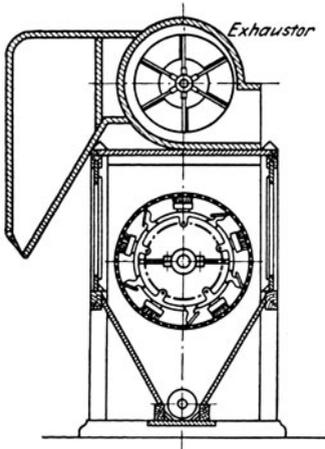


Abb. 25. Querschnitt durch die Bürst- und Schälmaschine. (H. Greffenius, Frankfurt a. M.)

Vorreinigung. Die Behandlung des Getreides in den Mühlen beginnt mit einer Reinigung. In dem Stauber oder Aspirateur (Abb. 23) wird das Getreide einem lebhaften Luftstrom ausgesetzt. Dabei werden leichtere Teile wie Spreu und Staub weggeführt. Sand und grobe Teile werden nach unten abgeschieden. Nach dieser Vorreinigung wird das Getreide durch den Sämeausleser oder Trieur (Abb. 24) von Unkräutern befreit. Dieser Apparat ist eine schräg stehende und sich um ihre Achse drehende Trommel, welche im Innern an der Wand Öffnungen aufweist, in denen die Körner liegen bleiben. Bei der Bewegung der Trommel nach oben bleiben die stets kleineren Unkräutern länger liegen als die Getreidekörner und können daher auf einem anderen Wege als die Getreidefrüchte aus der Trommel nach außen geführt werden.

Hauptreinigung. Nach dieser Vorreinigung wird das Getreide in Apparaten behandelt, die nun das Korn selbst anfassen. Der bekannteste Apparat dieser Art ist die Spitz- und Schälmaschine. Wie Abb. 25 zeigt, besteht sie aus einem Schmirgelmantel, gegen den die Körner durch ein Schlägerwerk geschleudert werden. Hierdurch werden die äußeren holzigen Teile, der Bart usw. abgeschliffen. Der Apparat ist mit einem kleinen Ventilator verbunden, welcher

die abgeschliffenen Teile absaugt. Vielfach wird in Bürstmaschinen diese Arbeit noch vervollkommnet.

Vermahlung. Hierauf folgt der eigentliche Mahlprozeß, der entweder durch den Mahlgang oder den Walzenstuhl vollzogen wird. Der Mahlgang sind die bekannten Mühlsteine, die mit scharfen Rillen versehen sind. Durch die sich gegeneinander bewegenden Rillen werden die dazwischen geratenen Körner zerquetscht. Einer der Steine steht fest, der zweite bewegt sich; er heißt

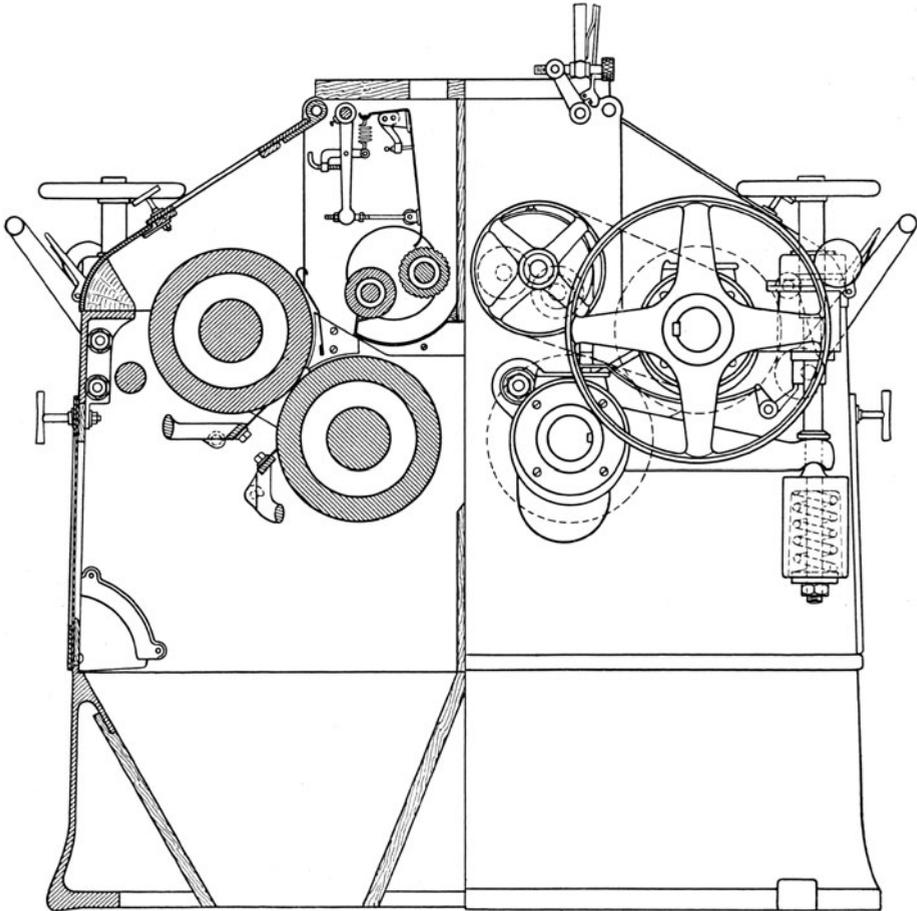


Abb. 26. Walzenstuhl.

Läufer. Die Funktion des Walzenstuhles ergibt sich aus Abb. 26. Zwei Walzen aus Stahl, Porzellan oder ähnlichem Material drehen sich gegeneinander. Durch Speisewalzen wird der Getreidezuluß reguliert.

Man unterscheidet bei der Vermahlung zwei grundsätzlich verschiedene Methoden, nämlich die Flach- oder Mehlmüllerei und die Hoch- oder Grießmüllerei. Im ersten Falle sind Mühlsteine oder Walzen so nahe gestellt, daß das Korn auf einmal völlig zerquetscht wird. Durch die noch zu besprechenden Siebe wird das Mehl von der Kleie abgesiebt. Bei der Hochmüllerei werden erst durch weitere Stellung der Walzen gröbere Bruchstücke, Grieße gewonnen, die leichter von der Kleie abzusieben sind. Nun werden die Mahlvorrichtungen immer enger gestellt, und die Grieße nach und nach zu feineren

Teilen vermahlen. Nach jeder Mahlung wird wieder gesiebt. Dieses Verfahren ermöglicht eine weit vollkommeneren Trennung des Mehles von der Kleie. Es gestattet, das feinste kleiefreie Mehl herzustellen. Bei der Mehlmüllerei wird weniger Kleie und mehr Ausbeute an Mehl gewonnen, das Mehl ist aber unreiner.

Die Entfernung der Kleie und bei der Hochmüllerei auch die Sortierung der verschiedenen Mahlerzeugnisse geschieht durch Siebvorrichtungen, bei denen eine der Handbewegung ähnliche Rüttelbewegung ausgeübt wird. Die Einrichtung dieser Apparate ergibt sich aus Abb. 27. Die von den Mühlen hergestellten Erzeugnisse sind folgende:

Schrote: gebrochene, nicht vorbehandelte Körner. Sie dienen meist zur Tierfütterung.

Grütze: Die gröberen Bruchstücke verschiedener Getreidearten (Hafergrütze, Gerstengrütze, Hirsegrütze, Buchweizengrütze).

Graupen: Die geschälten und rundgeschliffenen Gerstenkörner (Gerstengraupen, Perlgraupen, Rollgerste).

Grieße: Feinere Bruchstücke des Mehlkörpers. Die wichtigsten Grießarten sind Weizengrieß und Maisgrieß.

Mehle: Die staubartig fein vermahlene Teile des Mehlkörpers.

Dunste: Produkte, die in ihrem Vermahlungsgrade zwischen Mehl und Grieß stehen.

Kleie: Alle Abfälle, die bei der Reinigung und Vermahlung der Getreidearten erhalten werden. Sie bildet ein wichtiges Futtermittel.

Die Mehle.

Ein Mehl gilt als um so wertvoller und besser, je weißer es ist. Der Geruch darf nicht irrendwie fremdartig oder unangenehm sein. Ebenso muß der Geschmack rein mehlig und nicht unangenehm sein. Jeder auffallende Geschmack wie muffig, säuerlich, süßlich, kratzend, malzig ist auf Zersetzung zurückzuführen.

Unter dem Mikroskop lösen sich die Mehle auf in zahllose Stärkekörner und vereinzelte Gewebestandteile. Die Stärkekörner haben für die einzelnen Mehlarnten eine charakteristische Struktur, so daß an der Beschaffenheit und Größe der Stärkekörner die einzelnen Mehlarnten erkannt werden können (Abb. 15—19).

Backfähigkeit.

Die Backfähigkeit der Mehle ist eine Eigenschaft, die auf vielen Faktoren beruht. Stärke sowie Proteine zeigen beim Zusammenbringen mit Wasser eine hohe Quellfähigkeit. Die gequollenen Bestandteile sind plastisch und elastisch. Jede Veränderung des Mehles, welche diese Eigenschaften der Stärke und des Proteins beeinträchtigt, setzt die Backfähigkeit herab.

Die Praktiker ermitteln die Backfähigkeit durch den praktischen Backversuch. Die Bestrebungen sind schon alt, durch das Studium der Einzelheiten der offenbar sehr komplexen Ursachen der Backfähigkeit Klarheit über das Wesen der Backfähigkeit zu erhalten. Von wesentlicher Bedeutung sind sicher die kolloidchemischen Eigenschaften, des sog. Klebers (der Proteine des Mehles). Auf die kolloidchemischen Eigenschaften des Klebers sind der Wassergehalt, die H-Ionenkonzentration, Gehalt an Enzymen und Mineralstoffen von erheblichem Einfluß. Auch die kolloidchemischen Eigenschaften der Stärke, welche ihr Quellungsvermögen bedingen, spielen für die Backfähigkeit keine große Rolle. Hier haben auch der Wasser-, sowie Mineralstoffgehalt und der Gehalt an diastatischen Enzymen und ferner der Gehalt an Zucker und sonstigen wasserlöslichen Kohlenhydraten eine die Quellfähigkeit

der Stärke beeinflussende Wirkung. Wenn in der Stärke abnorm viele kleine Körner vorhanden sind, so haben diese Mehle eine schlechte Backfähigkeit. Das Optimum der Wasserstoffstufe liegt bei $p_H = 5$.

Ein Verfahren, welches zur Verbesserung der Backfähigkeit erheblichen Eingang in die Praxis gefunden hat, ist das Humphriesverfahren¹. Es besteht nach Mohs, dem man manche Erkenntnisse über das Wesen der Backfähigkeit² verdankt, in dem Einspritzen von Spuren von wässrigen Salzlösungen verschiedener Zusammensetzung in das zu verbessernde Mehl. Die Art der Ausführung des Verfahrens ist ohne weiteres aus der nebenstehenden Abbildung zu erkennen.

Mehlfehler und Mehlkrankheiten.

Geschliffenes Mehl. Mit diesem Namen wird ein Mehl bezeichnet, welches zu fein vermahlen ist, so daß auch die Stärkekörner selbst z. T. zertrümmert sind. Ein normales Mehl, bei dem die Stärkekörner intakt geblieben sind, ist „griffig“, d. h. es läßt beim Anfühlen noch eine gewisse Körnigkeit erkennen. Geschliffenes Mehl ist weniger backfähig.

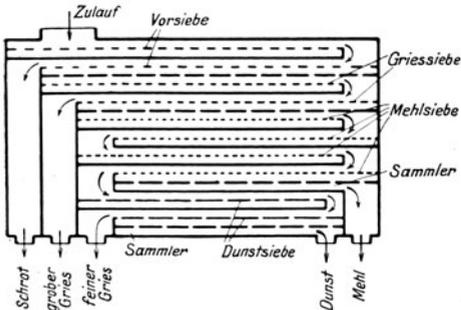


Abb. 27. Schematische Darstellung der Mehlsiebvorrichtung (Plansichter).

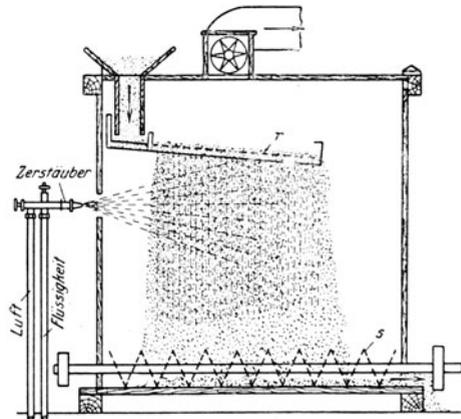


Abb. 28. Humphriesverfahren.

Mehl von ausgewachsenem Korn. Derartige Mehl ist stark verändert. Die Stärke, sowie die Proteine sind z. T. abgebaut. Solches Mehl zeigt ebenfalls eine reduzierte Backfähigkeit.

Warmwerden. Bisweilen werden die Mehle von einer eigenartigen Krankheit befallen, welche sich dadurch anzeigt, daß das Mehl warm wird. Es kann schließlich im Innern so heiß werden, daß man sich beim Hineingreifen in das Innere des Sackes zu verbrennen vermag. Das Mehl ballt sich dabei zu Klumpen zusammen, die steinhart werden, und nimmt zunächst einen Malzgeruch, dann auch bald einen muffigen Geruch und Geschmack an. Diese Krankheit tritt in Mehllagern besonders im Frühjahr bis Sommer auf, etwa zur Zeit der Roggenblüte. Wenngleich die Krankheit mit der Blüte des Getreides sicherlich nichts zu tun hat, hat man danach auch die ganze Krankheit die Roggenblüte genannt. Während der Kriegs- und Nachkriegszeit haben wir Mehlverluste in den Lagern des Frankfurter Lebensmittelamtes in der Weise verhindert, daß die Lagerarbeiter mit Thermometern ausgerüstet wurden, welche von

¹ Zeitschr. f. d. ges. Getreidewesen. Bd. 12, S. 90—103 u. 113—120. 1920 und Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 45, S. 125. 1923.

² Zeitschr. f. d. ges. Getreidewesen. Bd. 12, S. 137—148. 1920; Bd. 13, S. 69—73. 1921 und Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 45, S. 125. 1923.

außen in das Innere der Säcke gesteckt werden konnten, Sobald nun bei einem Sack eine Erhöhung der Temperatur gegenüber der Außentemperatur festgestellt wurde, wurde sofort der Inhalt des Sackes ausgeleert und in flacher Schicht an der Luft ausgebreitet. Hierdurch kann der Ausbruch der Krankheit verhindert werden. Das Mehl muß dann aber sofort verbraucht werden. Die Ursache der Krankheit ist bisher nicht aufgeklärt. Wahrscheinlich handelt es sich um plötzlich einsetzende, enzymatische Umwandlungen der Mehlbestandteile, die mit heftiger Wärmeentwicklung einhergehen.

Verschimmeln. Feuchtes und feucht gelagertes Mehl verschimmelt leicht. Die verschiedensten Arten von Schimmelpilzen können das Mehl befallen. Sie erzeugen schimmelig und muffig riechende und schmeckende Umsetzungserzeugnisse.

Mutterkornhaltiges Mehl ist gesundheitsschädlich (S. 170).

Mehl mit Brandsporen kann unangenehmen Geruch nach Heringslake zeigen und dunkel gefärbt sein.

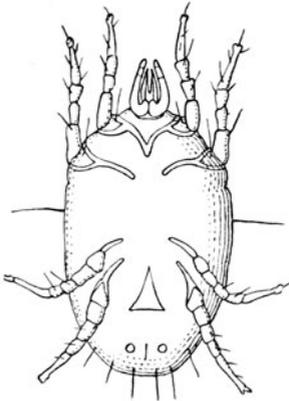


Abb. 29. Mehlmilbe.

Mehl mit Milben. Mehl und alle Müllereierzeugnisse werden insbesondere bei unzureichender Lagerung leicht von der Mehlmilbe befallen. Die Milben sind kleine, bis 1 mm große Tierchen (Abb. 29), die sich durch Eier fortpflanzen. Vereinzelt Milben werden in den meisten Mehlen angetroffen und bilden keinen Grund zur Beanstandung. Erst wenn sie in größeren Mengen auftreten, ist das Mehl als verdorben anzusehen. Ein derartiges Mehl ist auch stets durch Eier und Milbenkot verunreinigt. Die Verbreitung der Milben geschieht

durch das Mehl selbst. In feuchten, zu dicht und dunkel gelagerten Mehlen werden die Lebensbedingungen für die Milben so günstig, daß sie sich in großen Mengen entwickeln. Größte Sauberkeit und luftige, nicht zu dichte, helle und kühle Lagerung bietet den besten Schutz gegen die Entwicklung der Milben. Ob ein Mehl von Milben befallen ist, kann durch eine einfache Probe festgestellt werden. Man schüttet auf eine Glasplatte Mehl und streicht die Oberfläche mit einer zweiten Glasplatte glatt. Dann wird die zweite Glasplatte aufgedeckt. Die in das Innere des Mehles gedrückten Milben kommen wieder an die Oberfläche und suchen unter der auf der Mehlfläche lagernden zweiten Glasplatte fortzukommen. Nach einigen Stunden bemerkt man daher, daß die vorher glatte Mehlfläche nun von zahlreichen Furchen und Gängen durchzogen ist.

Der Mehlwurm ist die Larve des Mehlkäfers. Aus den Eiern des Käfers entwickelt sich eine braune Larve von etwa 15–20 mm Länge, der sogenannte Mehlwurm, welcher für die Ernährung von kleinen in Gefangenschaft gehaltenen Tieren wie Vögeln und Eidechsen auch künstlich aus befeuchtetem Mehl gezüchtet wird. Die Larve verpuppt sich und aus der Puppe entwickelt sich wieder der Käfer. In Mehlen, die von diesen Parasiten befallen sind, finden sich auch stets Kot und Larvenbälge. Um ein Mehllager von diesen Schädlingen frei zu halten, sind dieselben Maßnahmen zu treffen wie zur Verhütung von Milbenwucherung.

Mehlmotte. Der größte tierische Mehlschädling ist die Mehlmotte, ein schöngefärbter Schmetterling, der eine Länge von 15 mm und eine Flügelbreite von 20 mm erreicht. Wie jeder Schmetterling hat die Mehlmotte vier Entwicklungsstadien, die sich alle vier in den von diesen Parasiten

befallenen Mehlen finden (Abb. 30). Der Schmetterling legt Eier, aus den Eiern entwickeln sich die Larven, die rötlich-weiß sind und etwa 15–20 mm lang werden. Die Larven spinnen sich ein und verwandeln sich in Puppen, aus denen die Schmetterlinge wieder hervorgehen. Die Larven sind die Haupt-

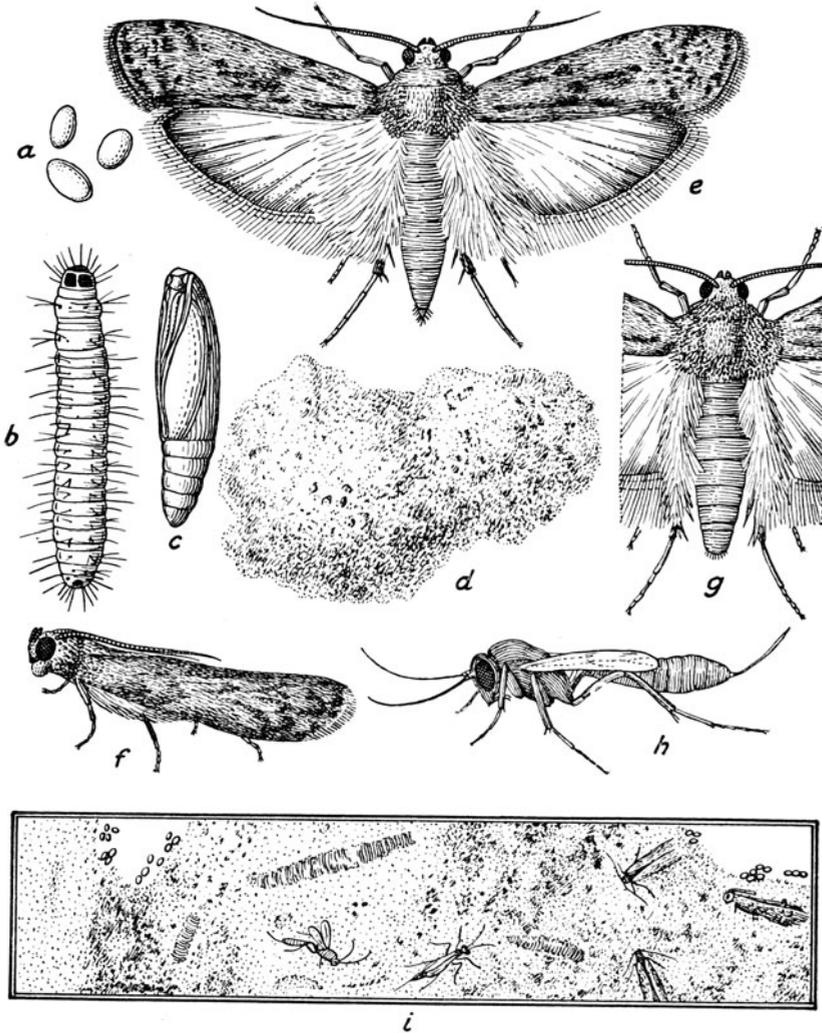


Abb. 30. Mehlmotte.

a = Eier. b = Raupe. c = Puppe. d = Mehlkokon. e = Weibchen sitzend. g = Körper des Männchens. h = Schlupfwespe, natürlicher Feind der Mehlmotte. i = Bild aus dem Leben der Mehlmotte. (Nach Schädlingstafel von F. W. Winter.)

schädlinge. Sie überziehen alles mit ihrem Gespinnst und vernichten so noch viel mehr Mehl als sie aufzehren. Auch durch Kot und Bälge wird das Mehl verunreinigt. Beträchtlicher wirtschaftlicher Schaden kann in modernen Mühlen durch diese Tiere dadurch angerichtet werden, daß das Gespinnst sich zwischen Maschinenteile, z. B. Walzen einklemt und damit die Funktion der Maschinen erheblich stört. Als bestes Mittel gegen diese Schädlinge hat

sich die Durchgasung der Mühlen und Mehllager mit Blausäure erwiesen. Sie tötet alle Entwicklungsformen des Schädlings ab. Diese Durchgasung darf wegen der damit verbundenen Gefahren nur von bestimmten Personen oder Firmen geschehen, die dazu eine besondere Erlaubnis besitzen. Eine Beeinträchtigung des Mehles durch die Blausäure ist nach vorgenommenen Untersuchungen nicht vorhanden. Die Blausäure verflüchtigt sich vollkommen und ist in den durchgasten Mehlen nach genügender Lüftung der Räume nicht mehr nachweisbar. Die Durchgasung der Mühlen und Mehllager ist in den letzten Jahren immer mehr in Aufnahme gekommen.

Im allgemeinen verwendet man so viel Blausäure, daß die Luft in den zu durchgasenden Räumen 0,5–1 Vol.-% HCN enthält. Die Einwirkungszeit beträgt 6–24 Stunden. Die Lüftungszeit muß im allgemeinen 24 Stunden betragen, um alle Blausäure wieder restlos zu entfernen. Von der Gesellschaft für Schädlingsbekämpfung (Degesch), Frankfurt a. M., bzw. der dieser Firma geschäftlich nahestehenden Deutschen Gold- und Silberscheideanstalt, Frankfurt a. M., wird nach einem patentierten Verfahren die Durchgasung in der Weise ausgeführt, daß in Mengen von etwa 5% der anzuwendenden Blausäuremenge ein Reizstoff zugesetzt wird. Als Reizstoffe finden verschiedene Stoffe, wie Chlorkohlensäureäthylester, Chlorkohlensäuremethylester, Bromessigsäuremethylester, Chlorpikrin [$\text{CCl}(\text{NO}_2)_3$, das Gelbkreuzgas des Krieges], Verwendung. Die Blausäure und der Reizstoff, aufgesaugt in einer Mischung von Kieselgur, Tonerde und Holzmehl, bildet das sog. Zyklon, welches für die Vergasungen viel verwendet wird und nur in die zu durchgasenden Räume aus Büchsen eingestreut zu werden braucht. Reizstoff und Blausäure treten dann durch Verdunstung in die Luft über. Die Anwendung solcher Reizstoffe, die alle die Eigenschaft haben, die Schleimhäute in unerträglicher Weise zu reizen, hat viele Vorteile. Einmal merkt man bei zu frühzeitigem Betreten eines durchgasten Raumes den Reizstoff mit den Sinnen viel eher als die Blausäure. Die Sicherheit gegen Unglücksfälle ist damit erheblich gesteigert. Diese Reizstoffe haben aber ferner den Vorteil, daß das Ungeziefer, beim Mehl also die Motten und Larven, aus ihren Schlupfwinkeln herauskommen und eine lebhaftere Atemtätigkeit entfalten, womit die Wirkung der Blausäure noch wesentlich sicherer wird.

Die einzelnen Mehllarten.

Weizenmehl. Es wird in sehr großer Feinheit und zahlreichen Ausmahlungsstufen hergestellt. Entsprechend dem Ausmahlungsgrade werden die Weizenmehle mit Ziffern wie 00, 0, 1, 2 usw. bezeichnet. Stärker kleiehaltige Mehle heißen Bollmehle oder Nachmehle. In den Bezeichnungen der Mehle mit diesen Ziffern herrscht keine Einheitlichkeit. Die norddeutschen Mühlen bezeichnen die Produkte heute anders als die süddeutschen Mühlen.

In letzter Zeit werden die Weizenmehle, insbesondere diejenigen, welche kleiehaltig sind, oft gebleicht. Zum Bleichen werden gewisse Superoxyde, z. B. Benzoylsuperoxyd, in kleinen, gesundheitlich unschädlichen Mengen, verwendet. Seit einigen Jahren ist in Deutschland das Bleichverfahren behördlich gestattet worden. Mit Rücksicht darauf, daß das Verfahren in für die Weizenmehlerzeugung wichtigen außerdeutschen Ländern gestattet ist, sollen volkswirtschaftliche Notwendigkeiten zu dieser Erlaubnis geführt haben. Trotzdem ist das Bleichverfahren im Volksinteresse unerfreulich.

¹ Buttenberg und Weiß: Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 48, S. 104. 1924.

Der höhere Kleiegehalt der Mehle bedingt infolge der höheren Enzymgehalte bei dunklen Mehlen meist ein schnelleres Muffigwerden. Der Bäcker erkannte früher diese geringwertigen Mehle unschwer an der dunkleren Farbe. Durch das Bleichen wird diese aber heute entfernt und in ein helles, kreidiges Weiß übergeführt. Die Erkennung der Minderwertigkeit ist damit erschwert.

Die Ermittlung der Feinheit eines Weizenmehles bzw. seines Ausmahlungsgrades erfolgt in der Praxis durch das sog. Pekarisieren (nach dem Erfinder Pekar). Man befeuchtet eine kleine Mehprobe auf einer Glasplatte mit Wasser und vergleicht die Farbe mit Typmustern. Auch der Aschengehalt der Mehle gibt einen guten Anhalt für den Ausmahlungsgrad. R. Strohecker¹ hat ferner im Institut des Verfassers gezeigt, daß auch aus der elektrischen Leitfähigkeit der Ausmahlungsgrad abgeleitet werden kann.

Das Weizenmehl wird auch viel in Form von Grieß verzehrt.

Roggenmehl. Es wird nicht so fein ausgemahlen wie Weizenmehl. Auch das Roggenmehl klassifiziert man mit Zahlen nach ihrem Ausmahlungsgrade. Das Roggenmehl enthält mehr lösliche Kohlenhydrate als Weizenmehl.

Gerstenmehl und Gerstengraupen. Es wird wenig gebraucht und hergestellt. In erster Linie wird die Gerste in Form von Graupen (geschälte und polierte Körner — Rollgerste, Perlgraupen, Gerstengraupen) genossen und im übrigen für Brennerei- und Brauereizwecke auf Malz verarbeitet (S. 299, 310).

Die Graupen, sowie der Reis werden häufig geschwefelt und dann mit einer dünnen Schicht von Specksteinpulver (Talk, Aluminiummagnesiumsilicat) überzogen. Das Schwefeln geschieht in der Weise, daß in der Nähe der Graupen in geschlossenen Räumen Schwefel verbrannt wird. Die sich dabei bildende schweflige Säure teilt sich teilweise den Graupen (bzw. dem Reis) mit. Sie hat zweierlei Wirkungen. Sie wirkt einmal bleichend und vermag daher dunkel-farbige Erzeugnisse in hell gefärbte, welche geschätzter sind und höher bezahlt werden, zu verwandeln. Geschieht daher das Schwefeln zu diesem Zweck, so ist damit die Vortäuschung einer besseren Beschaffenheit der Ware gegeben, womit sich das Verfahren als klare Fälschung charakterisiert. Die schweflige Säure hat aber ferner eine starke Wirkung auf die Mehlpasparasiten, insbesondere die Milben und ihre Eier. Auch das Überziehen mit Talk soll das Auftreten der Milben verhindern. Am 10. Juni 1922 hat der preußische Minister für Volkswohlfahrt ein Rundschreiben an die nachgeordneten Stellen erlassen, worin die Verwendung von Talk und schwefliger Säure bei der Herstellung von Müllereierzeugnissen behandelt wird. Es wird dort ausgeführt, daß das Verfahren nur auf einwandfreie, unverdorben Rohstoffe angewendet werden darf. Ein Gehalt an schwefliger Säure von 0,02% und an Talk von 1% soll ohne Deklaration zugelassen werden. Durch einen weiteren Erlaß vom 29. März 1926 ist die Grenze für den Gehalt an schwefliger Säure auf 40 mg für 100 g heraufgesetzt worden mit der Maßgabe, daß eine Überschreitung dieses Grundwertes um 10% noch keinen Grund zur Beanstandung bietet.

Hafermehl. Es ist von grau-gelb-rötlicher Farbe. Für Brotbereitung findet es keine Verwendung. Dagegen wird es vielfach als ein Nahrungsmittel für Kinder und Kranke verwendet. Man erhöht durch einen Aufschluß noch vielfach die Verdaulichkeit. Dieses Aufschließen geschieht entweder durch Erhitzen oder durch Behandlung mit diastatischen Enzymen. Ein Teil der Stärke wird dadurch abgebaut und in Zucker verwandelt.

Hafermehle und alle anderen Haferpräparate wie Haferflocken, Hafergrütze haben die Eigenschaft, nach längerer Aufbewahrung bitter zu werden. Worauf dieser Vorgang beruht, ist bisher nicht erforscht. Vermutlich handelt

¹ Zeitschr. f. d. ges. Mühlenwesen. 1927. H. 2, S. 27.

es sich um einen enzymatischen Abbau der Proteinstoffe, wobei bitterschmeckende Albumosen oder Peptone oder sonstige Spaltungserzeugnisse gebildet werden.

Maismehl und -grieß. Es ist wenig haltbar, da das Fett leicht ranzig wird. Als Brotmehl eignet es sich wenig. Viel verwendet wird der Maisgrieß. Nur der Maisgrieß aus Pferdezahnmals ist weiß, die übrigen gelb. Maisgrieß muß stets als solcher bezeichnet werden. Ein Produkt, welches schlechthin Grieß genannt wird, muß Weizengrieß sein.

Reismehl. Es wird für Nahrungszwecke wenig verwendet.

Buchweizenmehl. Es ist grauweiß und dient in manchen Gegenden (Nordwestdeutschland, Holland) zur Herstellung von Pfannkuchen.

Leguminosenmehle. Diese Mehle werden in Form von aufgeschlossenen Mehlen zur Herstellung von kochfertigen Suppen (Erbswurst, Maggi, Knorr) verwendet. Der Aufschluß erfolgt, indem entweder die Samen auf höhere Temperatur erhitzt werden und dann erst der Mahlvorgang der so behandelten Samen vorgenommen wird oder in ähnlicher Weise wie beim Hafermehl durch Erhitzen oder Diastasebehandlung der aus den Leguminosensamen in üblicher Weise bereiteten Mehle. Die Wirkung des Aufschlusses besteht auch hier in einer teilweisen Verzuckerung der Stärke, womit eine leichtere Verdaulichkeit des Mehles erreicht wird. Das gelbe Erbsenmehl wird aus geschälten Erbsen, das weiße Bohnenmehl aus ungeschälten Bohnen und das grüne Linsenmehl aus ungeschälten Linsen bereitet.

Stärkemehle.

Aus den Getreidearten werden außer den durch den geschilderten Mahlvorgang gewonnenen Mehlen noch Erzeugnisse gewonnen, welche man die Stärkemehle nennt. Diese werden auf nassem Wege erhalten. Die Früchte werden zerrissen und dann wird durch Wasser die Stärke ausgeschlämmt. Man läßt die Stärke absitzen, schleudert einen weiteren Teil des Wassers ab und trocknet den dann erhaltenen Stärkebrei.

Ihrer Zusammensetzung nach sind die Stärkemehle fast reine Stärke. Sie enthalten nur Spuren von Asche. Der Wassergehalt soll 18% nicht übersteigen.

Weizenstärke. Die Weizenkörner werden in Wasser aufgequell und machen eine saure Gärung durch. Dann wird die Stärke in der geschilderten Weise durch Schlämmen, Zentrifugieren und Trocknen gewonnen. Die so erhaltene Stärke kommt meist in Form von unregelmäßigen Stücken in den Handel. Sie dient weniger zu Nahrungszwecken, als vielmehr zu technischen Zwecken. Insbesondere wird Weizenstärke zum Stärken von Kragen und Wäsche verwendet.

Reisstärke. Sie findet ebenfalls zu Nahrungszwecken keine Verwendung; sie wird vielmehr bei der Fabrikation von Puder gebraucht, wofür sie ihres kleinen Kornes wegen besonders geeignet ist; ferner wird die Reisstärke bei der Appretur der Gewebe verwendet.

Maisstärke. Neben der noch zu besprechenden Kartoffelstärke ist die Maisstärke diejenige, welche am meisten für Nahrungsmittelzwecke gebraucht wird. Gewonnen wird sie aus weißem Pferdezahnmals. Die wichtigsten Produktionsländer sind Nordamerika, Brasilien, Ungarn, ferner England und Frankreich. Die Maisstärke kommt unter verschiedenen Phantasienamen, wie Maizena, Mondamin usw. in den Handel. Sie dient zur Herstellung von Puddings und Puddingspulver (S. 190).

Kartoffelstärke. Sie ist dasjenige Stärkemehl, welches bei uns am meisten für Nahrungsmittelzwecke verwendet wird. Sie steht auch im Preise am niedrigsten. Kartoffelstärke läßt sich an einer großen Körnigkeit, an einem

Knirschen beim Drücken zwischen den Fingern erkennen. Diese Eigenschaft hängt mit dem großen Korn der Kartoffelstärke zusammen. Sie findet für dieselben Zwecke Verwendung wie die Maisstärke. Bei uns wird sie auch auf Stärkezucker und Stärkesirup verarbeitet. In Ländern, wo die Maisstärke billiger ist, dient für diesen Zweck mehr die Maisstärke.

Palmenstärke. Sago. Im Mark der Palmenstämme findet sich ebenfalls Stärke. Sie wird durch Ausschlämmen der zerkleinerten Stämme gewonnen. Das Satzmehl wird geschleudert, getrocknet und dann durch ein Sieb auf erhitzte Platten gedrückt. Die durchfallenden Teile ballen sich zu rundlichen Gebilden zusammen und werden dann noch rund geschliffen. Dieses so gewonnene Erzeugnis heißt echter, oder Perl- oder ostindischer Sago und dient als Suppeneinlage. Bei uns wird in ganz entsprechender Weise aus Kartoffelstärke der deutsche Sago hergestellt.

Mannihot- oder Tapiokastärke. Sie wird aus den riesigen Wurzelknollen des Mannihok, einer überall in den Tropen angebauten Euphorbiacee gewonnen. Auch Tapiokastärke wird auf Sago verarbeitet.

Kartoffelwalzmehl. Im Anschluß an die Stärkemehle sei das Kartoffelwalzmehl genannt, obwohl es kein Stärkemehl ist. Das Walzmehl hat im Krieg eine erhebliche Rolle für die menschliche Ernährung gespielt. Heute wird es ebenso wie vor dem Kriege nur mehr für die Tierfütterung verwendet.

Es wird hergestellt, indem in der Schale gekochte Kartoffeln zwischen zwei durch Dampf geheizten, sich gegeneinander drehenden Walzen getrocknet werden. (Daher der Name Walzmehl.) Die Schalen werden dabei mitentfernt und man erhält eine feine blättrige brüchige Masse, die Kartoffelflocken. Diese werden nun fein gemahlen. Das Walzmehl wird auch so hergestellt, daß in Scheiben geschnittene rohe Kartoffeln auf Darren bei niedriger Temperatur getrocknet und dann die getrockneten Schnitzel in Kugelmühlen fein vermahlen werden.

Die mittlere Zusammensetzung in Prozenten der Mehl- und Stärkearten ist in runden Zahlen etwa folgende:

	Wasser	N-Substanz	Fett	Stärke u. Zucker	Rohfaser	Asche
Weizenmehl (fein)	12—13	12	1	74—75	0,3	0,5
Roggenmehl (gewöhnlich)	13	10	1	74	1	1
Gerstenmehl	12—13	12	2,5	71	0,75	1,5—2
Hafermehl	10	14,5	6,5—7	66,5	1	1,5
Maismehl	13	10	3	72	1,5	1
Reismehl	12	7,5	0,5	79	0,1	0,5
Buchweizenmehl	14	8	2	74—75	0,5—1	1
Bohnenmehl	10—11	23	2	59	1,5—2	3
Erbsenmehl	11	26	1,5—2	57	1	3
Linsenmehl	11	26	1,5—2	57	2	2,5
Weizenstärke	14	1	0,2	84	0,2	0,5
Maisstärke	13	1	Spur	85	Spur	0,4
Kartoffelstärke	18	1	Spur	80—81	Spur	0,5
Tapiokastärke	14,5	0,75	0,2	84	Spur	0,2
Kartoffelwalzmehl	10	7	0,25	79	1,5—2	2,5
Weizengriß	13	11	1,5	73	0,5—1	0,5—1
Maisgriß	11	9	1	78	0,5	0,5

Suppenmehle.

Suppenmehle sind Mischungen verschiedener Mehle, unter denen Hülsenfruchtmehle in aufgeschlossenem oder unaufgeschlossenem Zustand die

Hauptrolle spielen mit Zusatz von Würze, Fleischextrakt, Fleischextraktersatz, Küchenkräutern, bisweilen auch getrockneten Gemüsen, Kochsalz und Gewürzen, welche nach Überbrühen mit Wasser eine schmackhafte und nahrhafte Suppe ergeben. Sie kommen in kleinen Packungen oder wurstartig zusammengepreßten Massen (Erbswurst) usw. in den Handel.

Im Krieg sind diese Erzeugnisse oft in umfangreichem Maße durch übermäßige Kochsalzzusätze verfälscht worden.

Puddingpulver.

Puddingpulver kommen in kleinen Päckchen in den Handel. Der Inhalt des Päckchens ergibt in Milch unter Zusatz von Zucker, unter Umständen auch Eiern, sowie sonstigen Zutaten verrührt und aufgekocht einen steifen Pudding.

Diese Erzeugnisse bestehen aus Mais- oder Kartoffelstärkemehl, welches mit Aromastoffen versetzt und meistens mit einem Teerfarbstoff rot oder gelb gefärbt ist. Oft werden diesen Mischungen noch Kakao, Rosinen, Mandeln und ähnliche für Puddings beliebte Stoffe zugeben.

Allgemeine Anhaltspunkte für die Beurteilung von Mehlen.

Geruch und Geschmack der Mehle dürfen in keiner Weise auffallend sein. Jeder abnorme Geruch und Geschmack deutet auf Zersetzungen hin. Solches Mehl ist als für die menschliche Ernährung ungeeignet und verdorben anzusehen.

Der Wassergehalt soll im allgemeinen 13% nicht übersteigen. In feuchten Jahren werden Wassergehalte bis 16% beobachtet. Solche Mehle bedürfen der Beobachtung bei der Lagerung. Der Aschengehalt ist sehr von dem Grade der Ausmahlung abhängig, indem er mit größerer Ausmahlung ansteigt. Der Gehalt an Sand soll 0,3% in der Trockensubstanz nicht überschreiten. Höherer Sandgehalt macht sich beim Genusse des Mehles oder Brotes durch Knirschen zwischen den Zähnen sehr unangenehm bemerkbar. Fragmente von Unkrautsamen dürfen in einem Mehl nur ganz vereinzelt vorkommen, Mutterkornbestandteile und Brandsporen sollen nicht vorhanden sein. Derartige Mehle sind mindestens minderwertig, können aber auch gesundheitsschädlich sein.

Das Brot.

Die in den Getreidekörnern bzw. Mehlen vorhandenen Nährstoffe sind von Zellwänden umgeben. Sie liegen dort ferner in dichter, wasserfreier Form vor. Würde man deshalb das Mehl als solches genießen, so würde nur ein Teil der Nährstoffe für den Körper ausnutzbar sein. Daher muß das Mehl vor dem Genusse noch in eine verdaulichere Form übergeführt werden. Das geschieht durch die Brotbereitung. Als Brotmehle sind nur Weizen- und Roggenmehl geeignet. Andere Mehlsorten sind für die Bereitung von Brot ungeeignet; ihre Verwendung zur Brotbereitung ist bei uns als Nahrungsmittelfälschung anzusehen.

Die Herstellung des Brotes zerfällt in drei Teile, nämlich die Teigbereitung, die Teiglockerung und den Backprozeß.

Die Teigbereitung.

Stärke sowohl wie Eiweißstoffe des Mehles besitzen ein starkes Quellungsvermögen beim Zusammenbringen und Durchkneten mit Wasser. So entsteht eine weiche, dehnbare Masse, der Teig. Für die Herstellung des Teiges

ist gutes Durchkneten von besonderer Bedeutung. In kleinen Bäckereien geschieht dies z. T. noch mit der Hand, in größeren Betrieben maschinell, z. B. mit dem in Abb. 31 wiedergegebenen Apparat von Werner und Pfeleiderer in Cannstatt. Die zu verwendenden Wassermengen schwanken mit der Art und Beschaffenheit der Mehle. Im allgemeinen hat es der Bäcker im Griff, wann er mit dem Wasserzusatz aufzuhören hat. Im Mittel liefert ein gutes Mehl eine Teigausbeute von 160%, d. h. auf 100 g Mehl werden etwa 60 g Wasser zugesetzt. An die Beschaffenheit des zur Teigbereitung zu verwendenden Wassers ist die Forderung zu stellen, daß es auch für den direkten menschlichen Genuß brauchbar sein muß.

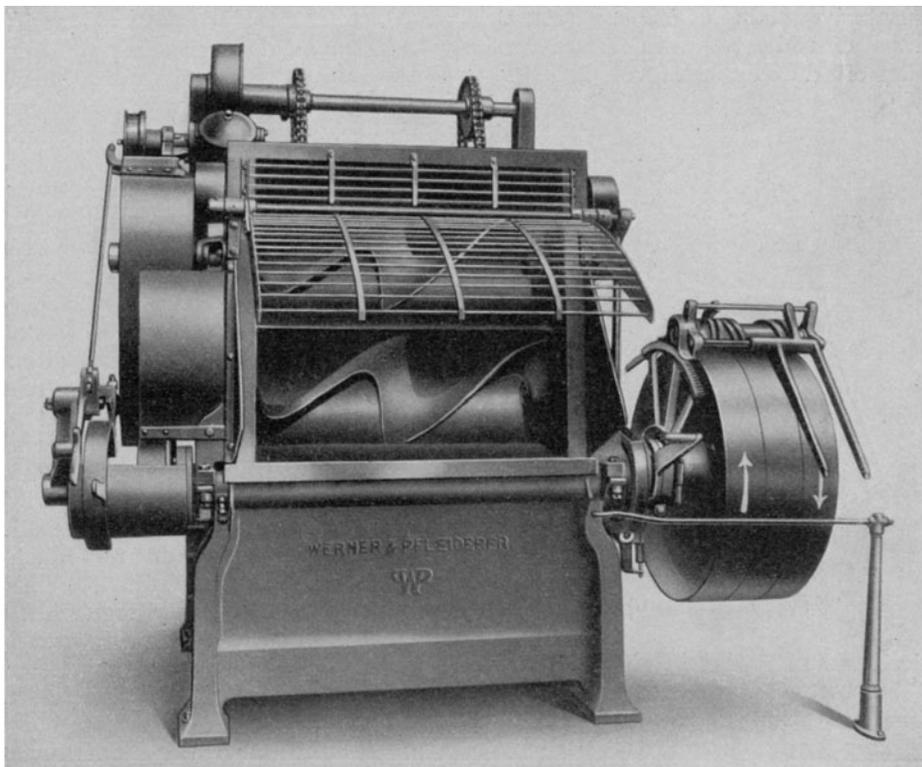


Abb. 31. Knet- und Mischapparat der Firma Werner u. Pfeleiderer, Cannstatt.

Meist werden die Teige mit Kochsalz versetzt. Man gibt im allgemeinen zu einem Liter Teig 20–30 g Kochsalz zu.

Bei manchen Gebäcken wird an Stelle von Wasser Milch für die Teigbereitung verwendet. Derartige Teige sind weißer, plastischer und elastischer als Wasserteige.

Die Teiglockerung.

Würde man einen noch so gut gekneteten Teig direkt in den Backofen bringen, so erhielte man ein schweres, festes und nasses Gebäck. Bevor deshalb der Teig dem Backprozeß unterworfen wird, muß er vorher noch einen Lockerungsprozeß durchmachen. Die Teiglockerung geschieht auf drei verschiedene Arten, nämlich mit Hefe, Sauerteig oder Backpulver.

Die Hefe.

Hefen sind mikroskopisch kleine pflanzliche Lebewesen, die sich ungeschlechtlich durch Sprossung vermehren. Sie gehören der Gattung *Saccharomyces* an, von welcher es die verschiedensten Typen gibt. Die Sprossung erfolgt in der Weise, daß sich zunächst an den Zellen kleine Ausbuchtungen erkennen lassen, die zu einer neuen Zelle auswachsen. Solche Sproßverbände von Hefen sind in der Abb. 32 dargestellt. Für Backzwecke wird die Hefe fabrikatorisch in den sog. Preßhefefabriken hergestellt.

Herstellung. Man stellt die Preßhefe vornehmlich nach zwei Verfahren, dem sog. Wiener-Verfahren und dem Luftheferverfahren her. Nach dem ersten Verfahren wird geschrotetes Getreide der verschiedensten Art unter Zusatz von Malz auf 60° erwärmt. Die verkleisterte Stärke des Getreides wird durch die Diastase des Malzes verzuckert. Während der Verzuckerung sorgt man oft durch Zusatz von Milchsäurebakterien für Eintritt einer Milchsäuregärung, die günstig wirkt. Die auf 22—25° abgekühlte Maische wird dann mit Hefe beimpft. Es findet nun eine gewaltige Vermehrung der Hefezellen statt, welche mit den Gasblasen als Schaum hochgetrieben werden. Nach etwa 12 bis 14stündiger Gärung wird der Schaum abgeschöpft, gekühlt, gesiebt und von Treber-

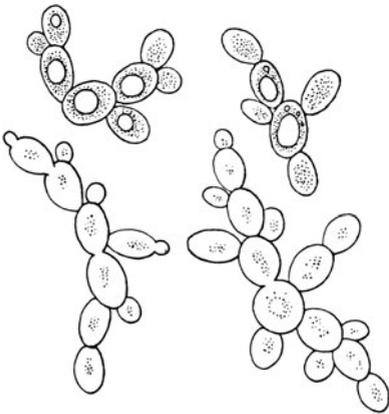


Abb. 32. Hefesproßverbände.
(Nach Neumann.)

teilen befreit. Man läßt dann in ganz schwach mit Schwefelsäure angesäuertem Wasser absitzen, zieht das Wasser ab und preßt den Rückstand in Filterpressen.

Bei dem Luftheferverfahren wird eine klar filtrierte Würze mit der Hefe beimpft. Das gedämpfte Getreide wird mit Grünmalz verzuckert bei etwa 63°. Auch hier wird darauf wieder mit Milchsäurebakterienkultur für Eintritt einer Milchsäuregärung in der abgekühlten Flüssigkeit gesorgt. Die darauf pasteurisierte Maische wird in einen Läuterungsbottich mit Sieb von den ungelösten Teilen befreit, etwas ausgewaschen und dann bei etwa 20—25° mit Hefe beimpft. Um die Gärung schneller und vollkommener zu machen, wird während der Gärung Luft durch die Flüssigkeit geblasen, daher der Name Lufthefer. Die Trocknung der Hefe geschieht dann durch Zentrifugen und schließlich mit Pressen. Das alkoholhaltige Filtrat wird in besonderen Apparaten auf Spiritus verarbeitet. Der Spirit bildet ein wichtiges Nebenprodukt der Preßhefefabriken.

Anforderungen und Art der Anwendung. Gute Preßhefe soll einen frischen Geruch nach Hefe besitzen, nicht irgendwie unangenehm riechen und nicht dunkel verfärbt sein. Der bisweilen vorkommende Zusatz von Kartoffelstärke ist eine Verfälschung, da Kartoffelstärke natürlich keinerlei Gärwirkung besitzt und ein solcher Zusatz mithin die Hefe verschlechtert.

Die biologischen und chemischen Vorgänge bei der Hefebereitung bestehen kurz gesagt darin, daß durch von der Hefe abgeschiedene Enzyme, die Zymase, Zucker in Alkohol und Kohlensäure zerlegt wird. Näheres über die Vorgänge bei der alkoholischen Gärung wird S. 276 mitgeteilt werden.

Für die Brotlockerung wird die Hefegärung hauptsächlich bei feinen Weizen- teigen und Kuchenteigen angewendet. Man vermischt etwa 30—35 g

Preßhefe innig mit einem Liter des Teiges und läßt einige Stunden bei warmer Temperatur stehen. Durch die diastatischen Enzyme des Mehles wird laufend ein Teil der Stärke in Zucker verwandelt. Auf diesen Zucker wirkt die Zymase ein unter Bildung von Alkohol und Kohlensäure. Die überall im Teig entstehende Kohlensäure sucht während der Gärung und beim nachfolgenden Backprozeß aus dem Gebäck zu entweichen. Dadurch erfolgt die Auflockerung.

Die Temperatur des Teiges ist während der Gärung am besten auf 30–35° zu halten, da die Vermehrung der Hefezellen, und die damit verbundene Zymase- und Kohlensäureproduktion bei dieser Temperatur am schnellsten verläuft. Niedrigere Temperatur bewirkt schlechten und langsamen Trieb. Noch bedenklicher ist natürlich eine zu hohe Temperatur, da dann die Hefezellen überhaupt absterben und gar keine Kohlensäure mehr bilden.

Der Sauerteig.

Läßt man ein Teigstück liegen, so siedeln sich alsbald alle möglichen Bakterien an. Unter ihnen befinden sich auch Milchsäurebakterien, welche den Zucker in Milchsäure verwandeln. Auch Hefezellen stellen sich alsbald ein. Durch die Tätigkeit der Milchsäurebakterien wird der Teig allmählich sauer. Gegen saure Reaktion sind nun die meisten Bakterien sehr empfindlich. Sehr gut wird Säure aber von den Hefen vertragen. Die anderen Bakterien stellen deshalb bald ihr Wachstum ein. In dem Teigstück werden deshalb nach einer gewissen Zeit vornehmlich Milchsäurebakterien und Hefezellen vorhanden sein. Die Hefezellen produzieren Kohlensäure, welche das Auf-treiben des Teiges bewirkt. Derartige Teige, in denen Milchsäurebakterien und Hefen im Gemisch vorhanden sind, sind der Sauerteig. Praktisch verfahren die Bäcker so, daß sie von dem mit Sauerteig versetzten Teig einen kleinen Teil stehen lassen, um diesen dann für den Teig des nächsten Tages zu verwenden. Mit Sauerteig werden gewöhnlich die Roggenteige aufgelockert. Daher rührt der gewöhnlich saure Geschmack des Roggenbrottes.

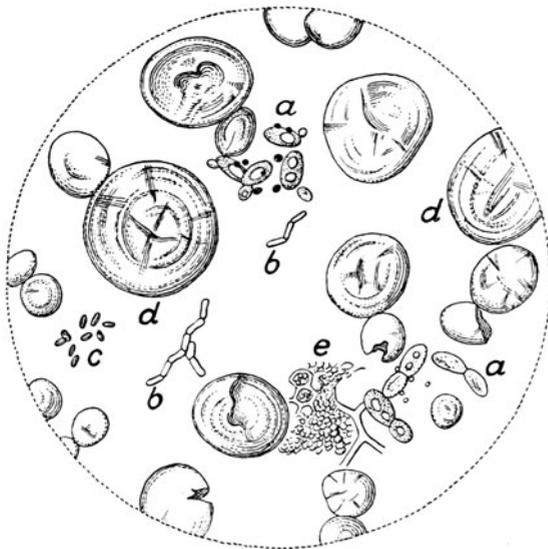


Abb. 33. Sauerteig.

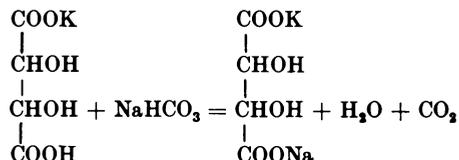
a = Hefen. b = Milchsäurebakterien. c = andere Bakterien. d = gequollene Stärkekörner. e = Gewebeteile des Getreides. (Nach Kossowicz.)

Backpulver.

Die Auflockerung geschieht nach den obigen Ausführungen bei Hefe und Sauerteig durch biologisch von den Hefezellen entwickeltes Kohlensäuregas. Man kann nun die Entwicklung der für die Lockerung notwendigen Kohlensäuremengen auch auf chemischem Wege vornehmen. Das ist das Prinzip der Backpulver. Zur Herstellung von Backpulver vermischt man ein kohlensaures Salz, meistens Natriumbicarbonat, mit einem festen, in Wasser

löslichen sauren Bestandteil. In trockenem Zustande wirken die beiden Bestandteile nicht aufeinander ein, und zwar um so weniger, als man gewöhnlich noch 10% eines indifferenten Stoffes, eines sog. Trennungsmittels zugibt, welches die Aufgabe hat, die Berührung der einzelnen Bestandteile soviel wie möglich zu verhindern. Bringt man aber das Backpulver mit dem feuchten Teig zusammen, so lösen sich die Bestandteile und können nun aufeinander einwirken. Es setzt also eine Kohlensäureentwicklung ein, die die Auflockerung vornimmt.

Backpulverarten. Das beste Backpulver ist eine Mischung von Weinstein und Natriumbicarbonat. Nach der Gleichung



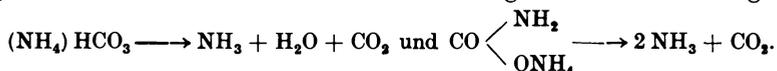
erfolgt die Umsetzung.

Vielfach wird als saurer Anteil auch primäres Calciumphosphat verwendet. Nach unseren Feststellungen¹ erfolgt die Umsetzung hierbei gemäß folgender Gleichung:



Andere saure Bestandteile, welche insbesondere während der Kriegszeit häufig beobachtet worden sind, sind Kaliumbisulfat und Aluminiumsulfat, indessen sind diese Stoffe für Backpulverzwecke später verboten worden. Das Bisulfat wirkt zu energisch, das Aluminiumsulfat ist gesundheitlich als nicht indifferent angesehen worden.

Ein seit alters her, besonders für kleine Gebäcke angewendetes Backpulver ist das Hirschhornsalz, welches neben carbaminsaurem Ammonium vornehmlich aus Ammoniumbicarbonat besteht. In der Hitze wird dieser Körper völlig in Ammoniak und Kohlensäure zersetzt gemäß den Gleichungen:



Bei Anwendung eines derartigen Backpulvers ist es von hoher Bedeutung, daß sich beim Backen alles Ammoniak verflüchtigt. Andernfalls riechen die Gebäcke nach Ammoniak, was mit Rücksicht darauf, daß dieser Geruch im täglichen Leben nur an Orten wie Klosetts, Ställen usw. wahrgenommen wird, vom Publikum höchst unangenehm und als unappetitlich empfunden wird. Schwefelsaures Ammon als Backpulver zu verwenden, war durch die Ersatzmittelgesetzgebung direkt verboten, die Verwendung sonstiger Ammonsalze insoweit gestattet, als der gesamte Ammoniakgehalt freigemacht wurde. Ein weiteres bisweilen verwendetes Backpulver ist die Mischung von Natriumbicarbonat und Chlorammonium. Das zuletzt genannte Salz dissoziiert in der Wärme in Ammoniak und Salzsäure, welche das Natriumbicarbonat unter Kohlensäureentwicklung zersetzt. Auch Natriumbicarbonat allein wird als Backpulver verwendet. Es gibt in der Wärme nahezu die Hälfte seines Kohlensäuregehaltes ab und geht in Soda über. Der Sodagehalt bleibt im Gebäck, färbt das Mehl gelb und bewirkt unangenehmen und laugigen Geschmack. Die Verwendung von Natron allein als Backpulver ist deshalb wenig zweckmäßig. Aus diesem Grunde soll auch bei den übrigen Backpulvern kein

¹ Tillmans, Strohecker und Heublein: Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 37, S. 377. 1919.

Überschuß an Natron vorhanden sein. Der durch den sauren Anteil unzer setzt bleibende Überschuß an Natron soll nicht mehr als 0,8 g Natriumbicarbonat betragen, bezogen auf die Backpulvermenge, welche zum Auftreiben des Teiges aus einem Pfund Mehl genügt. Auf richtige äquivalente Mischung der beiden Bestandteile ist also von den Backpulverfabrikanten besondere Sorgfalt zu verwenden.

Triebkraft und Zersetzung. Ein Päckchen Backpulver, welches für ein Pfund Mehl ausreichen soll, muß wenigstens einen Trieb von 1200 ccm Kohlensäure aufweisen. Wohl vornehmlich aus wirtschaftlichen Gründen, um eine Verschwendung von wichtigen Rohstoffen zu verhindern, begrenzte die Ersatzmittelgesetzgebung auch den maximalen Trieb. Das ist heute nicht mehr nötig. Ein Mißlingen von Gebäcken auch bei dreifach so großem Trieb findet nach unseren Beobachtungen nicht statt.

Wenn oben gesagt wurde, daß die beiden Bestandteile eines Backpulvers in trockenem Zustand nicht aufeinander einwirken, so ist das nur mit einer gewissen Einschränkung richtig. Unsere Beobachtungen haben ergeben, daß jedes Backpulver bei längerer Lagerung an Trieb einbüßt. Ganz besonders schnell erfolgt dieser Triebverlust, wenn, wie z. B. beim Kaliumbisulfat der saure Anteil eine besonders starke Säure ist oder wenn das Backpulver an feuchter Luft aufbewahrt wird. Es ist also zweckmäßig, keine alten, länger gelagerten Backpulver zu verwenden und die Backpulver auch nicht kurze Zeit an feuchter Luft aufzuheben. Backpulver werden meistens als Triebmittel für die Herstellung von Kuchen verwendet.

Gute und schlechte Backpulver. In Gemeinschaft mit A. Guettler¹ hat der Verfasser festzustellen versucht, welche der in der Praxis gebrauchten Backpulver die zweckmäßigsten seien. Unsere Untersuchungen beruhten auf folgenden Gedankengängen: „Man bezeichnet die schon in der Kälte einsetzende Kohlensäureentwicklung als Vortrieb, die erst beim Erhitzen erfolgende Gasentwicklung als Nachtrieb. Man muß nun sowohl bei Vor- wie Nachtrieb einen guten und schlechten Trieb unterscheiden. Wenn der Trieb sich schon bei gewöhnlicher Temperatur sehr schnell und energisch entwickelt, so kommt der Trieb zu früh. Noch ehe das Gebäck im Ofen und richtig durchwärmt ist, ist der Trieb schon nutzlos verpufft. Wenn er sich aber bei gewöhnlicher Temperatur oder bei nur wenig gesteigerter Temperatur entwickelt, so muß dieser Trieb besonders geeignet sein, das Gebäck aufzulockern. Wenn der Nachtrieb bei nicht zu hoher Temperatur schnell einsetzt, so kann er von Vorteil sein. Wenn er aber erst langsam und träge auftritt, bei Temperaturen, die schon nahe bei 100° liegen, so muß diese Art der Kohlensäureentwicklung für die Lockerung des Gebäckes ungeeignet sein, weil es durch die länger andauernde Wärme schon seine Dehnungsfähigkeit eingebüßt hat und schon fest geworden ist, bevor die Kohlensäureentwicklung eintritt. Diese kann dann für die Auflockerung nicht mehr viel helfen, im Gegenteil oft schaden, indem sie große unerwünschte Löcher in das Gebäck zu reißen vermag. Unsere Untersuchungen, deren Ergebnisse durch praktische Backversuche vollkommen bestätigt wurden, ergaben, daß die Mischung von Natriumbicarbonat und Weinstein das beste Backpulver ist. Es entwickelt schon in der Kälte restlos die gesamte Kohlensäure, davon etwa $\frac{3}{4}$ in den ersten 5 Minuten, den Rest in weiteren 15 Minuten. Backpulver mit typisch schlechtem Vortrieb waren die Mischungen von Natriumbicarbonat mit Weinsäure, Kaliumbisulfat und Aluminiumsulfat. Ein gutes Backpulver ist auch die Mischung von Natriumbicarbonat und primärem Calciumphosphat. Etwa $\frac{2}{3}$ der Kohlensäure entwickelt sich bei 60° in

¹ Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 45. S. 102—112. 1923.

25 Minuten, der Rest erst bei höheren Temperaturen. Bei 60° ist das Gebäck noch genügend locker und dehnungsfähig. Typische Backpulver mit zu spät kommendem Nachtrieb sind Natriumbicarbonat allein, Ammoniumbicarbonat allein, Natriumbicarbonat und Chlorammonium, sowie Natriumbicarbonat und sekundäres Calciumphosphat.

Der Backprozeß.

Die mit dem Lockerungsmittel versetzten und genügend aufgegangenen Gebäcke werden nun, um bei dem nachfolgenden Backen ein Verbrennen oder Anbacken des Teiges zu verhindern, mit sog. Streumehl eingestreut. Dieses Streumehl bestand früher aus geringeren, meist kleiehaltigen Getreidemehlen. Während des Krieges wurde gesetzlich verboten, als Streumehl noch backfähige Mehle zu verwenden. Deshalb wurde als Streumehl vor-

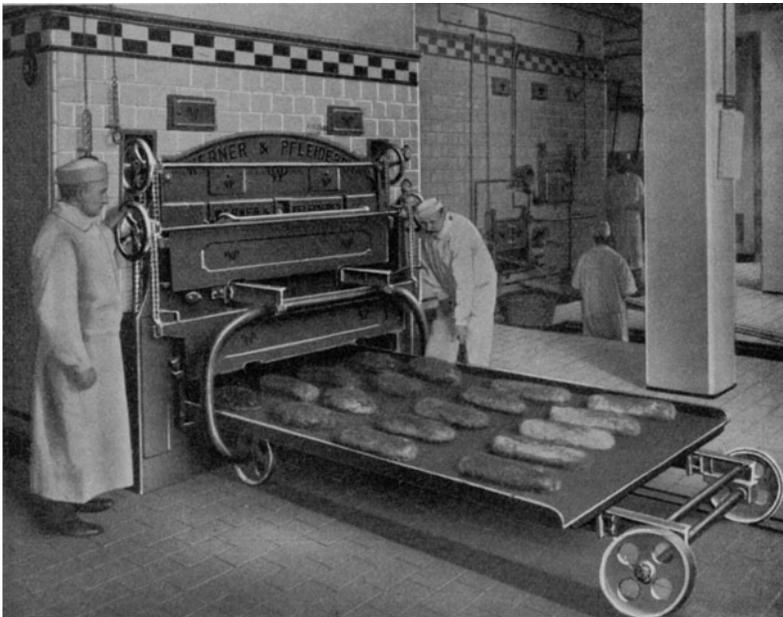


Abb. 34. Moderner Backofen.

nehmlich Holzmehl und Steinnußmehl (Abfälle der Knopffabrikation) verwendet, ein Gebrauch, der auch schon vor dem Kriege, wenn auch zu Unrecht bestand. Trotz des Eintritts normaler Verhältnisse werden diese Arten von Streumehlen auch heute noch stillschweigend geduldet. Die Teige werden in die Backöfen gebracht, deren Temperatur bei Großbroten im allgemeinen zwischen $230-250^{\circ}$, bei kleinen Gebäcken wie Brötchen u. a. etwa zwischen $200-230^{\circ}$ schwankt. Im Ofen entweicht die durch das Lockerungsmittel gebildete Kohlenensäure völlig aus dem Gebäck, wodurch die Auflockerung weiter vervollkommen wird.

Die chemischen Umsetzungen beim Backen.

Für die Betrachtung der chemischen Umsetzungen, welche beim Brotbacken entstehen, unterscheidet man zweckmäßig zwischen der Brotkruste und der Krumen.

In der Kruste ist die Temperatur weit höher als in der Krume; deshalb finden dort weit stärkere Zersetzungen statt als hier. Die wichtigste Umsetzung der Mehlbestandteile in der Kruste besteht in einer teilweisen Hydrolyse der Stärke in Dextrin und Maltose und einer Caramelisierung des gebildeten Zuckers. Da die Oberfläche des Teiges vor und nach dem Backen mit Wasser bestrichen wird, so lösen sich die Hydrolysenprodukte der Stärke, womit sich die glatte Oberfläche des Brotes erklärt. Die Braunfärbung der glatten Oberfläche erklärt sich aus der Caramelisierung der gelösten Hydrolysen-erzeugnisse. In der Kruste sinkt der Wassergehalt auf etwa 10–20% ab. Wahrscheinlich findet auch eine Fettersetzung in geringem Umfange statt.

Trotzdem die Backofenhitze über 200° liegt, überschreitet die Temperatur im Innern des Brotes 100° nicht. Durch die sog. latente Wärme, welche bei der fortgesetzt in der Krume vor sich gehenden Wasserverdunstung gebunden wird, wird hier die Temperatur so weit herabgesetzt. Infolgedessen sind in der Krume die Umsetzungen weit geringer. Das Eiweiß koaguliert z. T. und wird in seinen Löslichkeitsverhältnissen anders. Wahrscheinlich tritt auch eine Abspaltung bestimmter Gruppen auf. Wir haben z. B. nachgewiesen, daß der durch Lauge abspaltbare Schwefel der Getreideproteine in Brotprotein stark herabgesetzt ist, und zwar bei Sauerteiggärung mehr als bei Hefegärung. Die Stärke wird auch in der Krume z. T. hydrolysiert.

Der Wassergehalt der Krume guter Brote liegt etwa zwischen 37–45°. Das Fett bleibt ebenso wie die Mineralstoffe unverändert. Der Mineralstoffgehalt wird zwar im Brot durch den üblichen Kochsalzzusatz erhöht. Nach Abzug des zugesetzten Kochsalzes ergibt sich aber keine Veränderung der Mineralstoffe. Mit Sauerteig aufgetriebene Gebäcke enthalten Milchsäure. Kohlensäure, sowie Alkohol verflüchtigen sich völlig beim Backprozeß.

H. Mohoroeie¹ hat einen lehrreichen Backversuch ausgeführt, bei dem das angewendete Mehl, Wasser, Salz und die Hefe vorher für sich und dann das fertige Brot ebenso untersucht wurde. Er stellt folgende Bilanz auf:

Ausgangsstoffe	Wasser	Protein	Asche	Cellulose	Rohfett	Stärke bzw. Glykogen	Pentosen	Pentosane	Zucker (Dextrose)	Dextrin	Gummi- und sonstige Extraktstoffe
1595 g Mehl	209	143	16	5	28,5	1011,5	26	76	18	12	50
100 g Preßhefe	76	12	2	1	1	6	—	1	—	—	1
1000 g Wasser	999,5	—	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—
50 g Salz	0,5	—	49,5	—	—	—	—	—	—	—	—
2745 g Summe	1285	155	68	6	29,5	1017,5	26	77	18	12	51
2437 g fertiges Brot	1007	147	71	6	32	738	47	49	116	164	60
Bilanz	—278	—8	—	0	+2,5	—279,5	+21	—28	+98	+152	+9

Die Hauptveränderungen betreffen also die Stärke. Aber auch die Pentosane werden deutlich angegriffen, während die Cellulose unverändert bleibt. Ein kleiner Verlust ist auch beim Protein vorhanden, während das Fett eine kleine Zunahme erfährt, welche wohl auf eine Neubildung geringer Fettmengen durch die Hefe zurückzuführen ist.

¹ Arch. f. Hyg. Bd. 86, S. 241—247. 1916; Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Ge-
nußmittel, Bd. 36, S. 212. 1918.

Veränderungen des Brotes beim Aufbewahren.

Beim Aufbewahren erleidet die Beschaffenheit des Brotes diejenige Veränderung, welche wir als „Altbackenwerden“ bezeichnen: Die Sprödigkeit der Kruste geht zurück und macht einer mehr weichen Beschaffenheit Platz. Die Krume verliert ihre Plastizität und wird trocken und weich. Diese Umwandlung steht nicht mit einem Wasserverlust des Brotes in Zusammenhang, wie man zunächst anzunehmen geneigt ist. Nach den Untersuchungen von Katz¹ beruht der Vorgang des Altbackenwerdens auf einer Änderung des Quellungszustandes und der Löslichkeit der Brotbestandteile. Es findet eine Entquellung der Stärke unter Abnahme des Gehaltes an Dextrin und sonstigen alkoholunlöslichen, wasserlöslichen Polysacchariden statt. Der Wassergehalt wird dabei von der Stärke auf das Eiweißskelett verschoben. Nach Katz handelt es sich im Brot um ein physikalisch-chemisches Gleichgewicht zwischen zwei verschiedenen Brotmodifikationen, die er als α - und β -Form unterscheidet. Bei höherer Temperatur (70°) ist das frische Brot die stabile (α) Modifikation, bei niedriger Temperatur das altbackene Brot (β -Modifikation). Beim Abkühlen hat die α -Modifikation das Bestreben, sich in die β -Modifikation umzuwandeln. Nur weil diese Umwandlung eine gewisse Zeit gebraucht, gibt es bei Zimmertemperatur überhaupt frisches Brot. Das Altbackenwerden ist also eine teilweise Rückkehr der durch das Backen hervorgerufenen Änderung in den Zustand vor dem Backen infolge Aufhörens der das Gleichgewicht verschiebenden, höheren Temperatur. Hieraus erklärt sich auch die lange bekannte Tatsache, daß man ein altbackenes Brot durch Erhitzen, z. B. Auflegen auf heiße Ofenplatten wieder frisch machen kann.

Brotkrankheiten und Brotfehler.

Das Brot kann eine Reihe von Krankheiten und Fehlern aufweisen.

Schimmeln. Eine der häufigsten Brotkrankheiten ist das Verschimmeln. Die Ursache dieser Erscheinung ist die Entwicklung von Schimmelpilzen, welche die Nährstoffe des Brotes unter Entwicklung von muffig und schimmelig riechenden Umsetzungserzeugnissen zersetzen. Die meist in der Luft befindlichen Schimmelsporen dringen durch Risse in der Kruste in das Innere des Brotes ein. Sie vermögen sich aber nur dann schnell genug zu entwickeln, wenn sie einen genügenden Wassergehalt vorfinden. In normalen, gut ausgebackenen Broten ist das ganze Wasser von Stärke und Kleber gebunden. Deshalb schimmeln diese Gebäcke nicht. Umgekehrt findet leichtes Schimmeln statt bei abnorm feuchten und schweren Gebäcken wie Pumpnickel. Besonders leicht neigte das schwere und aus hoch ausgemahlten Mehlen hergestellte Kriegsbrot zum Schimmeln.

Fadenziehendwerden. Beim Fadenziehendwerden handelt es sich um eine eigentümliche Brotkrankheit, die sich dadurch zu erkennen gibt, daß beim Durchbrechen eines Stückes sich zwischen den Stücken feine weiße Fäden ausspinnen, wie sie im Herbst in der Luft zur Zeit des Altweibersommers beobachtet werden. In vorgeschritteneren Stadien der Krankheit nimmt das Brot einen unangenehmen muffigen Geruch und Geschmack an.

¹ Pharm. Weekbl. Bd. 49, S. 618—631 u. 1183—1219. 1912. Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 26, S. 668. 1913. Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 95, S. 104—129, 136—146 und 147—151. 1915. Zeitschr. f. Elektrochem. Bd. 19, S. 663—667. Chem. Zentralbl. Bd. 2, S. 1323. 1913. Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 32, S. 277 und 521. 1916.

Mit der Erforschung dieser Krankheit haben sich verschiedene Forscher, u. a. auch der Verfasser¹ beschäftigt. Die Ursache dieser Krankheit sind die Kartoffelbacillen (*B. mesentericus vulgatus*), welche überall im Erdboden vorkommen und deshalb schon in den Mehlen vorhanden sind. Der Kartoffelbacillus bildet endogene Sporen, die bei 100° nicht absterben. Da nun, wie schon oben gesagt wurde, beim Backprozeß die Temperatur im Innern des Brotes 100° nicht übersteigt, so überdauern die Sporen, welche in der Krume vorhanden sind, den Backprozeß und können nach erfolgter Abkühlung des Brotes auskeimen und sich vermehren. Dies führt aber nur dann zum Ausbruch der Krankheit, wenn die Bacillen für ihre Entwicklung die geeigneten Lebensbedingungen vorfinden. Hauptsächlich zweierlei Bedingungen müssen hierfür erfüllt werden. Erstens muß das Gebäck wieder feucht sein, damit der für die schnelle Entwicklung der Bacillen notwendige Wassergehalt vorhanden ist. Die zweite Bedingung ist genügend hohe Außentemperatur. Bei mittleren Temperaturen wachsen die Bakterien nur so langsam, daß das Brot längst verzehrt ist, bis eine für das Auftreten der Brotkrankheit genügende Entwicklung der Bakterien erfolgt wäre.

Im heißen Sommer aber ist die Entwicklung der Kartoffelbacillen eine sehr beträchtliche. Gegen Säure sind die Bakterien sehr empfindlich. Mit Sauerteig bereitete Roggenbrote werden deshalb nur sehr selten von der Krankheit befallen. Man beobachtet das Fadenziehendwerden aus den genannten Gründen vielmehr meistens an heißen Sommertagen bei feuchten Weizengebäcken, wie sitzengebliebenen Kuchen. Auch das Kriegsbrot neigte sehr zum Fadenziehendwerden. Wenn aus irgendwelchen Gründen besonders viele

Mesentericussporen in den Teig gelangen, so kann die Krankheit auch auftreten, ohne daß hoher Wassergehalt und besonders schwüle Temperatur vorhanden ist. Meine Untersuchungen zeigten, daß die Schleimbildung darauf zurückzuführen ist, daß die Bakterien ihre äußeren Membranen verquellen und in eine Schleimmasse verwandeln. In chemischer Hinsicht erwies sich der gebildete Schleim als ein Galaktan. Die chemischen Wirkungen der Bakterien bestanden darin, daß eine Hydrolyse der Proteinstoffe bis hinab zu Ammoniak erfolgte. Auch die Stärke wurde weitgehend abgebaut und in Zucker und Dextrin verwandelt.

Die Tatsache, daß die Mesentericusbacillen gegen Säure sehr empfindlich sind, deutet das beste Mittel zur Bekämpfung der Krankheit an. Es kommt vor, daß, meist in kleineren Bäckereien, jedes neu hergestellte Gebäck, auch wenn es gut ausgebacken ist, täglich von neuem von der Krankheit befallen wird. Das rührt von dem schon angedeuteten Umstand her, daß alle Tröge, Gefäße und Geräte, mit denen der Bäcker arbeitet, von Kartoffelbacillen stark durchsetzt sind. Man erreicht in solchen Fällen leicht das Verschwinden der unangenehmen Krankheit, wenn alle Gefäße und Apparate, die mit dem Teig in Berührung gelangen, mit verdünnter Schwefelsäure oder mit Essig gründlich gereinigt und danach gut mit Wasser gespült werden.



Abb. 35. Backfehler.
Risse in der Krume. Zu fester Teig.
(Nach Neumann.)

¹ Zeitschr. f. Unteruch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 4, S. 737. 1902.

Rotes Brot. Bisweilen entstehen auf dem Brot rote Flecken. Meistens ist der *Bacillus prodigiosus*, der schon erwähnte Wunderpilz der „blutenden“ Hostien (S. 114) die Ursache. Dieser Pilz bildet einen roten Farbstoff aus, woraus sich die roten Flecken erklären.

Backfehler. Oft entsteht fehlerhaftes Brot durch Fehler, die bei der Herstellung und dem Backen gemacht wurden. Wenn die Teige zu fest sind, so kann das bei der Gärung entwickelte Gas nicht in normaler Weise entweichen. Es entweicht an einer Stelle in größerer Menge, womit sich an bestimmten Stellen der Krume lange Risse ausbilden. Ein häufiger Fehler ist die Ausbildung eines feuchten Streifens unter der Kruste. Die Ursache dieser Ausbildung der Wasserstreifen ist ungenügende Lockerung des Teiges. Bisweilen erfolgt beim Backprozeß eine teilweise Trennung von Krume und Kruste. Dies Ab-

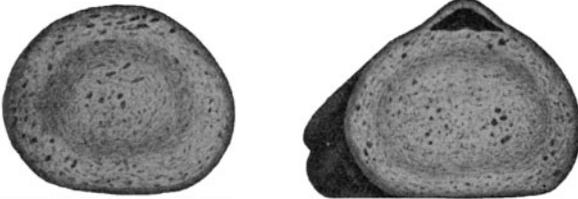


Abb. 36 und 37. Wasserstreifung und Abbacken der Kruste von der Krume. Ungenügende Lockerung bzw. zu früh in den zu heißen Ofen gekommen. (Nach Neumann.)

backen der Kruste erklärt sich daraus, daß ein stark mit Gas durchsetzter Teig zu früh in einen zu heißen Ofen gebracht wurde. Die feste Kruste bildet sich aus, bevor noch das Gas entwichen ist, so daß der entstehende Gasdruck Kruste und Krume voneinander reißt.

Die verschiedenen Brotsorten.

Für die Herstellung von Brot ist nur die Verwendung von Weizen- oder Roggenmehl zulässig, wie schon oben gesagt wurde. Für viele Brote werden Gemische von Roggen und Weizen verwendet.

Weizenbrote und Weizenbrötchen werden durchweg mit Hefe, oft auch unter Verwendung von Milch bereitet. Roggenbrot wird meist mit Sauerteig bereitet.

Es ist schon seit vielen Jahren darauf hingewiesen worden, daß die heutige Art der Mehlbereitung durch Abtrennung des Keimlings und der äußeren Schichten des Getreidekornes wichtige Bestandteile des Kornes der menschlichen Ernährung entzieht und der Tierfütterung in Form von Kleie zuführt. Unter den Schalen sitzt die hoch proteinhaltige Aleuronschicht, deren Bestandteile in weißem Mehl nur in Spuren vorhanden sind. Auch der hoch nährstoffhaltige Keimling wandert in die Kleie. Eine besondere Bedeutung haben diese Anschauungen durch die Vitaminforschung erhalten. Es ist eine immer wieder festgestellte Tatsache, daß weißes Mehl und weißes Brot Vitamine nur in Spuren enthalten, obwohl das Getreidekorn selbst beträchtliche Mengen dieser lebenswichtigen Stoffe aufweist, deren Sitz eben die bei der Mehlbereitung abgetrennten äußeren Schichten des Kornes sind. Schon bevor man etwas von den Vitaminen wußte, hat man Vollkornbrote hergestellt, die also aus Mehl gewonnen werden, welches nicht auf dem üblichen Wege, sondern durch Vermahlung des ganzen Kornes gewonnen wird.

Ein derartiges, aus Weizen hergestelltes Vollkornbrot ist z. B. das Graham-brot. Auch der westfälische Pumpnickel ist ein Vollkornbrot aus Roggen. Der Teig wird in wenig heißem Ofen lange Zeit gebacken, nachdem eine Lockerung mit Sauerteig vorausgegangen ist. Bei dem langen Backprozeß erfolgt z. T. unter Mitwirkung von Enzymen eine Verzuckerung der Stärke. Bei dem langen Backprozeß wird der gebildete Zucker gebräunt, woher sich die braune

Farbe des Pumpernickels erklärt. Die Vermahlung des Kornes ist aber bei diesen gewöhnlichen Vollkornbrotten eine sehr unvollkommene. Man hat festgestellt, daß z. B. die Aleuronschicht mit ihren Proteineinlagerungen unverändert den Körper verläßt, da die Nährstoffe in dickwandigen Zellen liegen, die für die Verdauungssäfte im allgemeinen undurchdringlich sind. Der höhere Gehalt derartiger Brote an den üblichen Nährstoffen bleibt also in seiner Wirkung illusorisch.

Das hat zur Herstellung der neueren Vollkornbrote geführt, bei denen die Vermahlung des Kornes in der Weise geschieht, daß dieser Mißstand beseitigt wird. Die bekanntesten Vollkornbrote dieser Art sind die folgenden:

Das Klopferbrot. Bei diesem Verfahren wird das Getreide in Schleudermühlen zertrümmert. Dabei fallen nicht nur die Nährstoffe in zertrümmerter Form aus den Zellen heraus, sondern es findet auch eine sehr feine Vermahlung der holzigen Bestandteile des Kornes statt. Die Urteile namhafter Mediziner lauten über dieses Brot sehr günstig.

Das Steinmetzbrot. Bei der Herstellung des für diese Brotart herzustellenden Vollkornmehles wird folgendermaßen verfahren. Die äußeren holzigen Teile werden entfernt. Dann wird das Korn in Wasser zum Quellen gebracht und dann vermahlen.

Das Simonsbrot wird in ähnlicher Weise bereitet. Das Korn wird in Wasser aufgequellt, dann zu Brei verrieben und nun wie Pumpernickel gebacken.

Das Final- oder Finklanbrot wird aus Mehl gewonnen, das in der Weise hergestellt wird, daß zunächst in üblicher Weise Mehl von Kleie getrennt wird. Die nochmals feucht vermahlene Kleie wird dem weißen Mehl wieder zugegemischt.

Das Schlüterbrot. Auch bei diesem Verfahren wird zunächst in üblicher Weise Mehl von Kleie getrennt. Die Kleie wird zu einem Teig angerührt, im Autoklaven erhitzt, getrocknet, vermahlen und dann dem feinen Mehl wieder beigemischt.

Die Zusammensetzung der wichtigsten Brotsorten in bezug auf die Hauptnährstoffe ist in Prozenten nach J. König in runden Zahlen etwa folgende:

	Wasser	N-Substanz	Fett	Kohlenhydrate	Rohfaser	Asche
Feines Weizenbrot	34	7	0,5	57	0,3	1
Größeres Weizenbrot . . .	37	8,5	1	51	1	1
Feineres Roggenbrot . . .	40	6,5	1	50	1	1,5
Grahambrot	41	8	0,5—1	48	1	1,5
Pumpernickel	42	7,5	1	46	1,5	1,5
Soldatenbrot (Kommißbrot)	39	6	0,5	52	1,5	1,5

Weißes oder schwarzes Brot.

Häufig wird die Frage aufgeworfen, ob der Genuß von weißem oder schwarzem, d. h. aus höher ausgemahlenem Mehl hergestelltem Brot zweckmäßiger sei.

Das schwarze Brot enthält mehr Nährstoffe und Vitamine, wie schon oben angegeben wurde. Es besitzt ein größeres Sättigungsvermögen (S. 62) als weißes Brot. Alle diese Vorteile des schwarzen Brotes hat das Volk von alters her instinktiv gefühlt, wie aus dem alten Sprichwort „schwarzes Brot macht Wangen rot“ hervorgeht. Andererseits darf aber nicht verschwiegen werden, daß das schwarze Brot gewisse Nachteile hat. Die holzigen Bestandteile der

Kleie werden im Darm in gasförmige Umsetzungserzeugnisse vergoren, die die unangenehmen Blähungen hervorrufen, welche uns allen vom Kriegsbrot her in unliebsamer Erinnerung sind. Ist die Kleie nicht fein vermahlen, so reizen die scharfkantigen Stücke den Darm zu schneller Abscheidung, was ein ungenügendes Ausnutzen des Speisebreies zur Folge haben kann.

Das weiße Brot enthält zwar weniger Nährstoffe und kaum Vitamine. Letztere erhält aber der erwachsene Mensch, der die übliche gemischte Kost genießt, in anderen Lebensmitteln in ausreichender Menge. Es ist sehr leicht verdaulich und strengt Magen und Darm wenig an. Menschen mit schwachem oder krankem Verdauungsapparat genießen deshalb zweckmäßig weißes Brot. Die genannten neueren Vollkornbrote sind allerdings auch für solche Personen wohl kaum von Nachteil, da sie die Nachteile des gewöhnlichen schwarzen Brotes vermeiden.

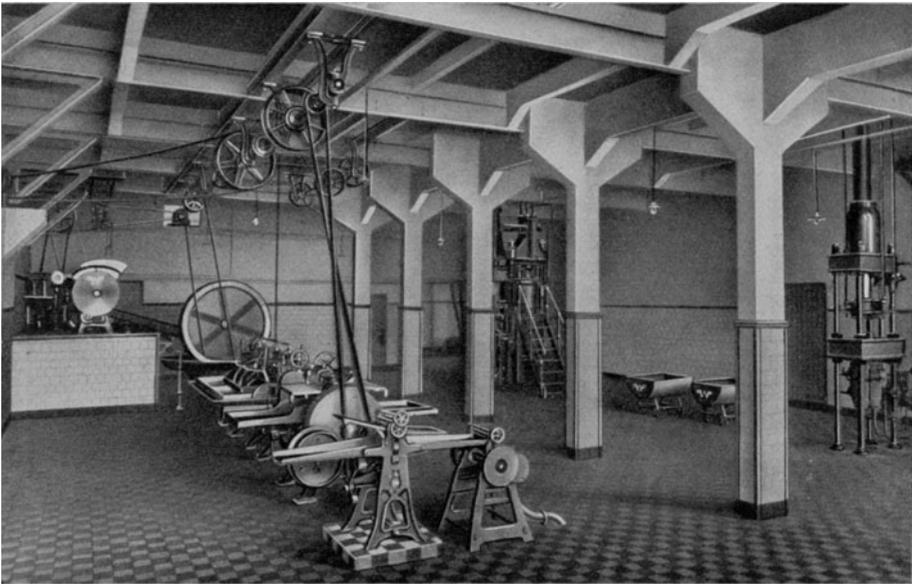


Abb. 38. Maschinensaal einer großen modernen Nudel- und Makkaronifabrik.

In jüngster Zeit ist auch viel Propaganda für einen größeren Verzehr von Roggenbrot gemacht worden, eine Frage, welche mit dem Problem „schwarzes weißes Brot“ in nahem Zusammenhange steht, da Weizenmehl, wie erwähnt, stets weniger weit ausgemahlen wird als Roggenmehl. Von Volkswirtschaftlern ist darauf hingewiesen worden, daß wir in Deutschland für Einfuhr von Weizen aus dem Auslande im Jahr etwa 1 Milliarde Goldmark ausgeben. Die Landwirtschaft kann in vielen Teilen Deutschlands Weizen nicht anbauen, viele Flächen eignen sich nur zum Roggenanbau. So wird denn in der Tat viel Roggen ausgeführt oder für Tierfütterung verwendet, der für menschliche Ernährung verwandt werden könnte. Wenn nur ein Teil der Milliarde durch größeren Verzehr von Roggen im Inlande bliebe, so wäre das ein beträchtlicher, volkswirtschaftlicher Gewinn.

Die Gründe für oder gegen Roggen sind zunächst mit den schon erwähnten für weißes oder dunkleres Brot identisch. Hinzugefügt sei aber noch, daß Weizen für viele Zwecke nicht durch Roggen ersetzt werden kann. So können Kuchen aus Roggenmehl wegen dessen geringer Backfähigkeit nicht bereitet werden,

ebensowenig Teigwaren. Sicherlich schadet es den meisten Menschen nicht, wenn sie an Stelle von Weizenbrot das meist kräftigere und schwerere Roggenbrot genießen. Das beste Mittel für den Verzehr größerer Mengen Roggenbrotes zu sorgen, ist aber fraglos die Herstellung guter Roggenbrote zu billigem Preise. Wenn gutes Roggenbrot billiger ist als Weizenbrot, so werden die meisten Menschen von selbst mehr zum Roggenbrot abwandern. Sowohl in Güte als auch im Preis läßt aber das heute verkaufte Roggenbrot nicht selten zu wünschen übrig. Zusammenfassend kann man also sagen, der Mensch esse das Brot, das ihm am besten schmeckt und bekommt, und welches er möglichst wohlfeil kaufen kann.

Die Verdaulichkeit von Weizen- und Roggenbroten gleicher Beschaffenheit ist etwa dieselbe. Im allgemeinen gilt der Satz, daß die Verdaulichkeit eines Brotes dem Ausmahlungsgrade umgekehrt proportional ist. Je höher das Mehl ausgemahlen ist, um so schlechter ist die Ausnutzbarkeit der Nährstoffe. Im übrigen ist die Verdaulichkeit bei allen pflanzlichen Nährstoffen wesentlich geringer als bei den aus dem Tierreich stammenden. Etwa der vierte Teil des Broteiweißes verläßt den Körper unausgenutzt.

Teigwaren.

Die Teigwaren werden hergestellt aus Weizenmehl oder Grieß, Salz und Wasser. Das Erzeugnis macht keinen Lockerungsprozeß durch, sondern wird maschinell in besondere Formen gebracht und dann scharf getrocknet. Die Formen sind mannigfaltig. Man stellt Bandnudeln, Fadennudeln, Röhrennudeln, Nudeln von Graupen-, Eier- oder Sternform und manche andere her. Sehr wesentlich ist, daß das Mehl recht kleberreich ist, deshalb wird bei kleberarmen Mehlen bisweilen Kleber, der bei der Stärkefabrikation als Nebenprodukt gewonnen wird, dem Teig zugesetzt. Die Nudeln werden an Stelle von Gemüse oder Kartoffeln zu manchen Fleischspeisen genossen. Diese meist band- oder röhrenförmigen Nudeln heißen deshalb auch Gemüsenudeln. Nudeln, die ohne Zusatz von Eiern hergestellt werden, heißen Wasserware. Von ihnen müssen die Eiernudeln unterschieden werden. Die Herstellung der Eiernudeln erfolgt unter Zusatz von Eiern. In den Nudelfabriken erfolgt der Eizusatz durchweg in Form von Eikonserven. Man verwendet entweder flüssige Eimasse, die oft mit Borsäure oder Benzoesäure konserviert ist oder neuerdings auch vielfach Eipulver (S. 99).

Der Verein deutscher Nahrungsmittelchemiker hat im Jahre 1902 den Beschluß gefaßt, eine Eiernudel als verfälscht und irreführend bezeichnet anzusehen, wenn nicht wenigstens zwei Eier mittlerer Größe auf ein Pfund Mehl zugesetzt sind. Der Bund deutscher Nahrungsmittelchemiker und -Händler verlangt demgegenüber nur, daß der Eizusatz in solcher Höhe geschieht, daß er geschmacklich zur Geltung kommt¹. Die Gerichte haben verschieden geurteilt, so daß diese Frage heute noch nicht völlig geklärt ist. Sehr zweckmäßig wäre eine gesetzliche Begriffsbestimmung des Begriffes Eiernudeln. Nudeln, die unter der Bezeichnung Hausmacher-Eiernudeln vertrieben werden, müssen unbedingt einen Eigehalt von mindestens zwei Eiern auf ein Pfund Mehl enthalten, denn im Haushalte werden wohl mehr, sicher aber nicht weniger Eier verwendet.

Nudeln werden häufig gelb gefärbt mit künstlichen Farbstoffen. Eine gelbe Farbe bei Nudeln wird vom Publikum auf Eizusatz gedeutet. Der Farbstoffzusatz ist also geeignet, Eigehalt oder höheren Eigehalt vorzutäuschen. Deshalb

¹ Anmerkung bei der Korrektur: Der Bund deutscher Nahrungsmittelfabrikanten und -Händler schlägt neuerdings einen Mindestgehalt von 1¹/₄ Ei auf 1 Pfund Mehl vor.

ist Farbstoffzusatz zu Wasser- oder Eiernudeln eine objektive Verfälschung der Nudeln, die nach den Bestimmungen des Nahrungsmittelgesetzes nur dann statthaft ist, wenn sie durch deutliche Deklaration zur Kenntnis des Käufers gebracht wird. Künstliche Färbung von Nudeln muß also stets kenntlich gemacht werden.

Die mittlere Zusammensetzung von Wassernudeln und Eiernudeln ist im Mittel folgende:

in %	Wassernudeln	Eiernudeln
Wasser	13,5	13,5
N-Substanz	12,5	14
Fett	0,75	2,5
Kohlenhydrate	72	69
Rohfaser	0,5	0,5
Asche	0,5	0,75

Kuchen, Torten und ähnliche Backerzeugnisse.

Kuchen und Torten sind Gebäcke, welche aus Mehl, Zucker, Milch, Butter und anderen Fetten, Eiern, Gewürzen und Aromastoffen wie Citrone, Vanille, Obsterzeugnissen und ähnlichen Produkten hergestellt werden. Sie werden mit Hefe oder Backpulver als Triebmittel bereitet. Zuckergüsse auf Torten werden oft künstlich gefärbt.

Über ihre Zusammensetzung läßt sich wenig sagen, da sie ganz von den verwendeten Rohstoffen und Zutaten abhängt.

Lebkuchen, Honigkuchen, Pfefferkuchen werden mit Honig an Stelle von Zucker bereitet. Der Teig macht einen langen Gärungsprozeß durch. Verwendung von Kunsthonig an Stelle von Honig für die Herstellung dieser Erzeugnisse ist als Verfälschung anzusehen.

Sog. Buttergebäck sind kleine Kuchen, die mit wirklicher Butter bereitet sein müssen. Mit Margarine bereitetes Gebäck dieser Art darf nicht Buttergebäck genannt werden.

Zwiebäcke sind doppelt gebackene Gebäcke, wie der Name schon sagt. Ein Gebäck aus feinem Weizenmehl, Fett, Milch und Zucker wird in Scheiben geschnitten und diese nochmals stark geröstet. Diese Erzeugnisse besitzen eine hohe Haltbarkeit. Der Zuckergehalt guter Zwiebäcke beträgt etwa 15–20%. Ähnliche Erzeugnisse sind die Keks (Cakes), welche eine sehr große Haltbarkeit aufweisen.

Lebkuchen, Zwiebäcke und Keks haben in runden Mittelzahlen etwa folgende Zusammensetzung:

in %	Wasser	N-Substanz	Fett	Kohlenhydrate, Zucker, Stärke u. a.		Rohfaser	Asche
Nürnberger Lebkuchen	4	9	4	52	28	1,5	1
Zwieback	9	12,5	4,5	19	72	0,5	1
Leibniz-Keks	7	7	10,5	19	54	1	1

Zucker.

Es gibt eine große Zahl verschiedener Zuckerarten; die meisten sind für die menschliche Ernährung von geringer Bedeutung. Die größte Rolle spielt aber für die menschliche Ernährung die Saccharose, das Bisaccharid aus Glucose

und Fructose, nach seiner Herkunft auch Rohr- oder Rübenzucker genannt. Wenn man daher schlechthin von Zucker spricht, so meint man immer die Saccharose.

Eigenschaften.

Der Rohrzucker ist die süßeste Zuckerart. In Wasser löst er sich leicht. Ein Teil Wasser löst etwa die doppelte Gewichtsmenge Zucker. In reinem Alkohol ist Zucker schwer löslich, in verdünntem Alkohol aber fast ebenso löslich wie in Wasser. Er krystallisiert in großen monoklinen Krystallen, die bei etwa 160° schmelzen. Die erstarrte, geschmolzene Masse bleibt eine Zeitlang amorph und führt in diesem Zustand den Namen Gerstenzucker oder Bonbonzucker. Allmählich wird die Masse wieder krystallinisch, was Absterben genannt wird. Mit Kalk und anderen Basen entstehen Saccharate. Durch Erhitzen über 200° bräunt sich der Zucker unter Bildung von „Caramel“ genannter Umsetzungserzeugnisse. Dicke Zuckerlösungen heißen Sirupe. Sirupe von 55–67% Zuckergehalt lassen sich, ohne Vorsichtsmaßregeln zu treffen, unzersetzt aufheben. Die verschiedenen Organismen, welche den Zucker zu zersetzen vermögen, können das nur in dünnen, dagegen nicht in dicken Lösungen. Wie die meisten Zuckerarten dreht der Rohrzucker die Ebene des polarisierten Lichtes, und zwar nach rechts. Seine spezifische Drehung ist $\alpha_D = +66,5^{\circ}$. Da die Stärke der Drehung der Zuckerkonzentration proportional ist, so läßt sich aus der Stärke der Drehung in einer Zuckerlösung unbekannter Konzentration der Zuckergehalt berechnen. Hiervon wird bei der Nahrungsmitteluntersuchung und in den Zuckerfabriken in umfangreichem Maße Gebrauch gemacht.

Die Zuckerfabrikation.

Zucker findet sich in vielen Pflanzen und Pflanzenteilen, in besonders hohem Maße in dem in warmen Ländern gedeihenden Zuckerrohr und in der bei uns überall kultivierten Zuckerrübe. Aus diesen Pflanzen wird deshalb der Zucker gewonnen.

Die Fabrikation des Kolonialzuckers. Das zu den Gräsern gehörige Zuckerrohr (*Saccharum officinarum*) wird in den Tropen überall angebaut. Im allgemeinen liegt der Zuckergehalt zwischen etwa 12 und 13%. Versuche, diesen Zuckergehalt im Rohr zu steigern, wie das mit viel Erfolg bei der Zuckerrübe geglückt ist, haben wenig Erfolg gehabt. Das Auslaugen des Rohres nach dem bei der Rübenzuckerfabrikation bewährten Diffusionsverfahren stößt auf Schwierigkeit. Auch der Mangel an Brennmaterial und die schnelle Zersetzung des Rohstoffes infolge der hohen Außentemperatur bereiten der Fabrikation oft beträchtliche Schwierigkeiten. Immerhin sind in den letzten Jahrzehnten auch in den Tropen eine Reihe von Zuckerfabriken entstanden, die, mit vollkommenen, technischen Apparaten ausgestattet, vollkommen auf der Höhe stehen. Die meisten tropischen Betriebe gewinnen aber den Zucker nach unvollkommenen und zum Teil veralteten Methoden. Das gewaschene Rohr wird in Rohrmühlen zerkleinert und dann zwischen Walzen ausgepreßt, wobei nur 20 bis höchstens 80% des Zuckers gewonnen werden. Der Rückstand wird verfeuert. Der Saft wird nun mit 0,2–0,5% Kalk in offenen Pfannen gekocht. Die sich an der Oberfläche ansammelnden Niederschläge werden abgeschöpft und der klare Saft dann in offenen Pfannen oder in größeren Fabriken auch in Vakuumpartaten eingedampft bis zur Sirupkonsistenz bzw. bis zur krystallinischen Abscheidung festen Zuckers. Der Kolonialzucker ist meist stark braun gefärbt. Er wird oft in diesem Zustand als „Muskowade“ genossen, meist aber in große Zuckerraffinerien transportiert, die sich nicht am

Ort selbst befinden, sondern in Nordamerika oder Europa, und hier zu heller Ware raffiniert (S. 207). Die übrigbleibende Melasse wird gewöhnlich auf Rum verarbeitet (S. 307).

Die Zuckerrüben. Die Herstellung des Zuckers aus den Zuckerrüben geschieht nach äußerst zweckmäßigen, in sorgfältigen Versuchen gewonnenen Verfahren, die nur etwa 1% Zucker, auf die Rüben berechnet, verloren gehen lassen.

Die Rüben werden zunächst sorgfältig gewaschen und dann durch Schnittmaschinen in feine Scheiben geschnitten. Diese gelangen in die Diffuseure, die zu mehreren zu einer Diffusionsbatterie zusammengestellt sind (Abb. 39). Die Diffuseure sind eiserne Zylinder, die durch Rohre miteinander verbunden sind. Die Durchströmung der Apparate mit Wasser erfolgt nun so, daß die einzelnen Diffuseure nacheinander durchflossen werden. Dadurch reichert sich der Zuckergehalt des Saftes immer mehr an, ohne daß zuviel Wasser, welches

wieder verdampft werden müßte, angewendet werden muß. Da die ausgelaugten Schnittel immer wieder mit frischem warmen Wasser in Berührung kommen, so wird der ganze Zucker bis auf belanglose Spuren ausgezogen. Die Verbindung der einzelnen Diffuseure in der Batterie ist auch so gestaltet, daß jeder Diffuseur zwecks Entleerung und Neufüllung nach Belieben ausgeschaltet und dann sofort wieder richtig in den Kreislauf eingestellt werden kann. Die ausgelaugten Schnittel werden ausgepreßt in Schnittelpressmaschinen. Sie erleiden eine Säuerung und werden in diesem Zustand oder nach vorheriger Trocknung als Futtermittel verwertet.

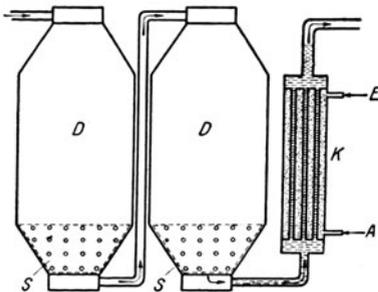


Abb. 39. Schematische Darstellung zweier Diffuseure.

D = Diffuseure. S = Kegelsieb. K = Kalorisator (zum Erwärmen von Wasser oder wässriger Zuckerlösung). E = Dampfaustritt. A = Dampfaustritt. (Nach Strohecker.)

Der so gewonnene Diffusionssaft enthält neben 8–10% Zucker noch eine Reihe von anderen Stoffen, welche vor dem Eindampfen des Saftes größtenteils entfernt werden. Dies geschieht durch Zusatz von Kalk (2–2,5%), der meist in der Weise vorgenommen wird, daß in Kästen der gebrannte Kalk durch den Saft gelöscht wird, wobei eine Erwärmung des Saftes durch den sich löschenden Kalk vor sich geht. Diese Kalkbehandlung des Saftes heißt die Scheidung. Sie bewirkt folgendes: Anorganische Stoffe wie Eisenoxyd, Tonerde, werden gefällt, organische und anorganische Säuren wie Citronensäure, Oxalsäure, Phosphorsäure werden in unlösliche Kalkverbindungen übergeführt. Auch Eiweißstoffe werden unlöslich gefällt. Durch die alkalische Reaktion wird eine teilweise Verwandlung der Saccharose in Invertzucker verhindert. Der Zucker selbst geht in das Calciumsaccharat über, welches teilweise in Lösung bleibt, teilweise unlöslich ausfällt.

Auf die Scheidung folgt die Saturation. Diese besteht in der Einleitung von Kohlensäure in die mit Kalk vermischte Flüssigkeit. Durch die Kohlensäure wird der überschüssige freie und der an Zucker gebundene Kalk in kohlensauren Kalk übergeführt. Der ganze Zucker also wird wieder frei und bleibt gelöst. Die Einleitung der Kohlensäure darf nicht im Überschuß erfolgen, damit nicht kohlensaurer Kalk wieder gelöst wird. Oft wird noch eine zweite Scheidung und Saturation mit geringeren Kalkmengen vorgenommen.

Die unlöslichen Verunreinigungen werden immer in Filterpressen abfiltriert und das Filtrat häufig noch mit Calciumsulfid behandelt. Dabei sollen noch weitere Mengen von organischen Säuren gefällt werden können. Gleichzeitig tritt ein Bleichen des Saftes durch die schweflige Säure ein. Der so erhaltene sogenannte Dünnsaft mit etwa 12–13% Zucker wird nun in Vakuumapparaten eingedampft.

Der Saft wird zunächst bis zum Dicksaft eingekocht. Das geschieht in den meist mehrstufigen Verdampfapparaten. Mehrere derartige Verdampfer sind so hintereinander geschaltet, daß der aus dem ersten Apparat entwickelte Dampf den zweiten heizt, der hier entwickelte den dritten usw. Das Verdampfen geschieht im luftverdünnten Raume (Abb. 40). Der Dicksaft wird dann in einem anderen Vakuumapparate, der dem Verdampfer ähnlich ist, „auf Korn gekocht“, d. h. so lange erhitzt, bis nur wenig Wasser zurückbleibt und der größte Teil des Zuckers sich krystallinisch abscheidet.

Durch Zentrifugen wird nun der feste Zucker von der Mutterlauge getrennt. Der ausgeschleuderte feste Zucker mit etwa 95–97% Saccharosegehalt heißt „erstes Produkt“. Die Mutterlauge kommt nun abermals zum weiteren Einkochen in einen Vakuumapparat zurück und wird bis zur erneuten Abscheidung festen Zuckers weiter erhitzt. Es folgt eine abermalige Trennung dieses „zweiten Produktes“ von der Mutterlauge in der Zentrifuge. Dann wird gewöhnlich noch in derselben Weise ein drittes Produkt gewonnen. Das übrig bleibende schwarzbraune dicke Erzeugnis ist die Melasse. Aus ihr kann fester Zucker durch weiteres Kochen nicht mehr ausgeschieden werden. Die aus der Rübe ausgezogenen Salze und andere Rübenbestandteile sind in der Melasse stark angereichert und verhindern die Krystallisation.

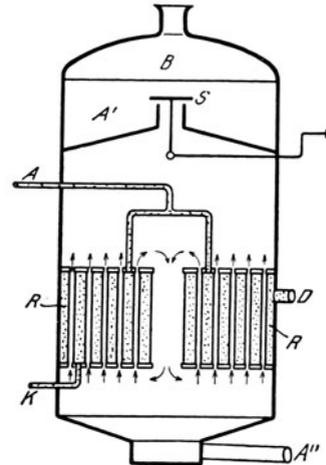


Abb. 40. Verdampfapparat.
D = Dampfzuleitung. K = Kondenswasserableitung. A = Ableitung der im Dampf enthaltenen Gase. A' = Brudenraum. A'' = Ableitung des Dicksaftes. B = Deckel. S = Apparat zum Abscheiden des Schaumes. K = Heizröhren.
(Nach Strohecker.)

Raffinierung und Bläuung.

Das gewonnene Erzeugnis ist der Rohzucker. Ein guter Rohzucker hat nach Ost etwa folgende Zusammensetzung: 96,5% Saccharose, 1,2% organische Nichtzuckerstoffe, 0,8% Salze (Asche), 1,5% Wasser. Der so gewonnene Rohzucker ist meist gelb gefärbt, und durch den noch anhaftenden Sirup feucht. Er kann deshalb in diesem Zustande dem Konsum noch nicht zugeführt werden, sondern muß erst noch einer Reinigung unterworfen werden. Das geschieht in den Zuckerraffinerien. Das von ihnen erzeugte Produkt heißt die „Raffinade“. Diese Raffinierung geschieht in zweierlei Weise. Die einfachere Methode besteht darin, daß man den Zucker mit dicken Zuckerlösungen digeriert und dann abschleudert. Diese Lösungen heißen „die Deckkläre“. Sie lösen den an den Krystallen haftenden gelben Sirup. Die reinsten Zucker werden aber nach dieser Vorbehandlung bis zu Dicksaft wieder aufgelöst, der dann unter Umständen nach Reinigung mit Kalk-Kohlensäure oder schwefliger Säure durch Knochenkohle filtriert wird. Der gereinigte Dicksaft wird nun wieder im Vakuum auf Korn gekocht. Der so gewonnene Zucker enthält 99,5–99,9% Saccharose.

Nicht selten wird dem Sirup vor dem Kochen etwas Ultramarinblau zugesetzt. Da Gelb und Blau Komplementärfarben sind, d. h. dem Auge als Weiß erscheinen, so wird ein noch gelbstichiger Zucker dadurch weiß aussehend gemacht. Denselben Farbstoff verwenden ja manche Hausfrauen, um dadurch gelbstichige Wäsche weiß aussehend zu machen. Obwohl das ganze Verfahren geschieht, um eine bessere Beschaffenheit des Erzeugnisses vorzutäuschen ist das Verfahren doch von alters her im Gebrauch und dann zu dulden, wenn nicht übermäßig viel Ultramarin verwendet wurde.

Der Zucker kommt in den verschiedensten Formen als Krystallzucker, Staubzucker, Würfelzucker, Hutzucker, Kandiszucker usw. in den Handel.

Melasseverwertung und -entzuckerung.

Die abfallende Melasse enthält noch etwa 60% Zucker, der durch Verkochen nicht mehr zur Krystallisation zu bringen ist. Sie zeichnet sich durch hohen Gehalt an anderen organischen Stoffen und Salzen aus und enthält mehrere Prozent Raffinose (wegen der größeren spezifischen Drehung Pluszucker genannt). Unter den organischen Nichtzuckerstoffen sind Dextrin, Milchsäure, viel Betain und verschiedene Aminosäuren vorhanden.

Die Melasse wird entweder verdünnt und dann zu Spiritus und anderen Branntweinen (siehe deutschen Rum, S. 308) vergoren oder nach Mischung mit Futtermitteln als geschätztes Futtermittel verkauft. Bei dieser Art der Verwertung der Melasse verzichtet man also auf die Gewinnung des in ihr noch enthaltenen Zuckers. Indessen gibt es auch verschiedene Verfahren der Melasseentzuckerung. Das wichtigste ist das Strontianitverfahren. Aus Strontianit gewinnt man zunächst Ätzstrontian. Dieses gibt mit Saccharose ein in der Hitze unlösliches Bistrontiumsaccharat $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot 2 SrO$. Durch kaltes Wasser wird dieses Salz in Ätzstrontian und Monostrontiumsaccharat zerlegt, welches wasserlöslich ist. Man verdünnt die Melasse 3—4 fach und setzt der Lösung auf 1 Mol. Zucker 3 Mole Strontian zu, kocht und nutschts das unlösliche Bistrontiumsaccharat ab. Das abgenutzte Produkt wird mit Wasser bedeckt, abgekühlt und dann durch Zentrifugen das lösliche Monosaccharat vom unlöslichen Ätzstrontian getrennt. Die Lösung wird dann durch Kohlensäure saturiert, vom Strontiumcarbonat abfiltriert und nun die Zuckerlösung in der oben geschilderten Weise verdampft und auf Korn gekocht. Der aus der Melasse gewonnene Zucker enthält oft mehrere Prozent Raffinose.

Der Stärkezucker und -sirup.

Durch Hydrolyse kann das Polysaccharid, die Stärke, in wasserlösliche Erzeugnisse, die Dextrine, die Maltose und die Dextrose umgewandelt werden. Gemische dieser verschiedenen Produkte sind der technisch hergestellte Stärke- zucker und Stärkesirup.

In Deutschland verwendet man als Ausgangsmaterial die Kartoffelstärke, in Amerika die Maisstärke. Die Hydrolyse erfolgt durch Kochen der feuchten Stärke mit verdünnter Schwefelsäure oder auch Salzsäure.

Die in Wasser aufgeschwemmte Stärke wird langsam in siedende verdünnte Schwefelsäure eingetragen, wobei die Konzentration so gewählt wird, daß die Gesamtflüssigkeit etwa 0,3% Schwefelsäure enthält. Nun wird in Autoklaven so lange erhitzt, bis das Gemenge keine Jodreaktion mehr gibt. Bei längerem Erhitzen erzielt man weitere Hydrolyse und damit den Stärke- zucker, während das bis zum Verschwinden der Jodreaktion gekochte Gemenge den Stärkesirup liefert. Nach beendeter Hydrolyse wird kohlenaurer Kalk

zur Neutralisation zugesetzt, vom sich ausscheidenden Gips abfiltriert und nun in Vakuumapparaten konzentriert. Nach nochmaliger Filtration durch Filterpressen und Knochenkohle wird soweit wie angängig konzentriert.

Das gewonnene Produkt ist der zähklebrige Stärkesirup, auch Kapillärsirup oder Bonbonsirup genannt. Er besteht in runden Zahlen zu etwa 20% aus Wasser, 40% sind Dextrose, 40% Dextrine mit kleinen Mengen von Maltose. Der Stärkesirup findet mannigfaltige Verwendung. Er dient zur Herstellung billiger Marmeladen, zur Bereitung von Likör, als Zusatz zu Kunsthonig und häufig auch zur Verfälschung von Lebensmitteln, die normalerweise mit Zucker bereitet werden sollen. Er besitzt ebenso wie der Stärkezucker einen weniger süßen Geschmack als die Saccharose.

Der bei weitergeführter Hydrolyse erhaltene Stärkezucker ist ein festes Erzeugnis. Seine Zusammensetzung ist in runden Zahlen die folgende: Wasser 20%, Dextrose (mit wenig Maltose) 68%, Dextrin 12%. Er führt auch den Namen Kistenzucker und Blockzucker. Auch der Stärkezucker dient vielfach zur Herstellung von Lebensmitteln, wie Marmeladen, Fruchtsäften, Likören, Mostrich u. a. Sind diese Lebensmittel nicht als Kunstprodukte deutlich gekennzeichnet, so muß der Ersatz von Saccharose durch Stärkesirup oder Stärkezucker stets durch deutliche Deklaration zur Kenntnis des Käufers gebracht werden.

In geringem Umfange wird aus Stärkezucker auch reine Dextrose gewonnen, die zur Herstellung von Lebensmitteln gelegentlich ebenfalls an Stelle von Rohrzucker Verwendung findet.

Invertzucker.

Mit diesem Namen, der von der Umdrehung des Drehungsvermögens von rechts nach links bei der Umwandlung von Rohrzucker hergenommen ist, bezeichnet man das Gemenge aus gleichen Teilen von Dextrose und Lävulose (S. 36), welches man bei der Hydrolyse von Rohrzucker erhält. Invertzucker kommt in den meisten süßen Früchten, wie Obst, ferner im Honig vor.

Invertzucker wird technisch hergestellt und verwendet zur Herstellung von Kunsthonig (S. 211), zur Verbesserung von zu zuckerarmen Weinen (an Stelle von Rohrzucker). Man bereitet eine etwa 80%ige Rohrzuckerlösung, versetzt mit 0,02% Salzsäure, erhitzt auf nahezu 100° und stumpft die Säure mit Soda ab. Das so erhaltene sirupartige Erzeugnis ist der Invertzucker, der also keine Konzentration mehr durchmacht. Für die Inversion werden auch häufig organische Säuren, wie Ameisensäure, Citronensäure oder Weinsäure an Stelle von Salzsäure verwendet. Da die Inversionsgeschwindigkeit eine Funktion der Wasserstoffionenkonzentration ist, so muß entsprechend dem geringeren Spaltungsgrade dieser Säuren eine größere Menge verwendet werden, meist etwa 0,2%.

Durch die Arbeiten von Bruhns¹ wurde bewiesen, daß bei der Inversion von Rohrzucker in der geschilderten Weise keineswegs eine glatte Spaltung in die Komponenten des Rohrzuckers erfolgt. Vielmehr bilden sich als Nebenprodukte stets Stoffe von Dextrincharakter aus, welche der allgemeinen Formel $(C_6H_{10}O_5)_n$ entsprechen. Der Faktor n ist wahrscheinlich nicht größer als 2–3. Neben Isomaltose fand Bruhns Stoffe dieser Art, die er als Glucosin und Lävulisin bezeichnete. Mit Jod ergeben sie keine Färbung, Durch Alkohol sind sie viel schwerer fällbar als die Dextrine des Stärkeabbaus. Das spezifische Gewicht ist geringer als das der Monosen. Sie reduzieren die

¹ Zeitschr. f. angew. Chemie. 1922. Nr. 13, S. 77.

Fehlingsche Lösung schwächer als die Monosen. Durch schwache Hefen werden sie nicht vergoren. Sie drehen die Ebene des polarisierten Lichtes nach rechts.

Honig und Kunsthonig.

Der Honig ist die zuckerhaltige Masse, welche die Bienen aus den Blüten aufsaugen, die sie mit Hilfe von Fermenten in ihrem Honigmagen invertieren und sonst verändern und die sie dann zum Zwecke der Ernährung ihrer Brut in die aus Wachs bereiteten Waben wieder ausscheiden.

Herstellung, Arten und Eigenschaften. Die Imker entleeren die Waben gewöhnlich im Frühjahr und im Herbst. Man läßt den Honig zunächst aus den Waben von selbst langsam ausfließen. Diese beste Honigsorte führt den Namen Jungfernhonig. Die weiteren durch Ausschleudern gewonnenen Honigmengen sind der weniger wertvolle Schleuderhonig. Um den nach dem Schleudern den Waben noch anhaftenden Honig zu gewinnen, werden sie schließlich mit oder ohne Erwärmung nochmals ausgepreßt, wobei das geringwertigste Erzeugnis, der Preßhonig gewonnen wird. Oft kommen auch die ganzen Waben, gefüllt mit Honig in den Handel. Dieses Produkt führt den Namen Waben- oder Scheibenhonig.

Frisch gewonnen ist der Honig meistens klar. Bei längerem Stehen trübt er sich aber oft und scheidet bei ruhigem Stehen einen festen Bodensatz ab, über dem eine klare, sirupöse Masse steht. Der feste Anteil besteht vorwiegend aus der zur Krystallisation neigenden Dextrose, der flüssige Anteil aus der viel schwerer krystallisierenden Fructose.

Die Farbe des Naturhonigs ist außerordentlich verschieden; sie schwankt vom hellen Weiß über grünlich-grau und gelb bis zum dunklen Braun. Die Farbe sowohl wie das Aroma des Honigs hängen ab von den Pflanzen, aus denen der Honig von den Bienen gesammelt worden ist. Deshalb werden die Honige auch nach den Blüten, von denen sie gesammelt sind, unterschieden. So gibt es Lindenblütenhonig, Kirschenblütenhonig, Heidekrautblütenhonig, Rapsblütenhonig, Kastanienblütenhonig, Koniferenhonig und viele andere.

Auch aus dem Auslande werden Honige eingeführt, die meist nach einem der Hauptherkunftsorte Havannahonige genannt werden. Hierbei handelt es sich gewöhnlich um recht geringe Produkte. Sie werden gewöhnlich in sehr wenig sorgfältiger Weise gesammelt, mit Waben, Brut und toten Bienen in Fässer gestampft und müssen daher vor dem Konsum in Europa umgeschmolzen und von den Verunreinigungen befreit werden. Dabei leidet das Aroma.

Gelegentlich werden auch giftige Honige angetroffen. Häufig werden solche Übelkeit und Erbrechen bewirkenden Honige in Kleinasien beobachtet. Sie waren schon den Alten bekannt. Schon Xenophon beschreibt in der Anabasis die Wirkung giftiger Honige. Die giftigen Eigenschaften solcher Honige rühren von Bestandteilen der in Kleinasien verbreiteten Alpenrosen (*Rhododendron flavum* und *ponticum*) her, die in ihren Blüten solche schädlich wirkenden Stoffe enthalten. Beim Besuche dieser Blüten bringen die Bienen die Stoffe mit, womit sie in den Honig gelangen.

Zusammensetzung. Die Zusammensetzung des Honigs ist großen Schwankungen unterworfen.

Der Wassergehalt beträgt rund 20%. Honige, die mehr als 21,5% Wasser enthalten, verderben schnell.

Der wesentlichste Bestandteil ist der Invertzucker. Der in den Nektarien der Blüten vorhandene Rohrzucker wird durch die Enzyme der Bienen größtenteils invertiert. Diese Inversion erfolgt aber meistens nicht quantitativ. Deshalb

enthalten die Honige auch gewöhnlich etwas unveränderten Rohrzucker. In geringer Menge sind im Honig auch stets Maltose und Dextrine vorhanden. Diese unterscheiden sich von den Dextrinen des Stärkeabbaues durch ein geringeres Molekulargewicht, weshalb sie wesentlich schwerer durch Alkohol fällbar sind als die aus der Stärke gewonnenen Dextrine. Auch gummiähnliche Körper kommen in geringer Menge im Honig vor. Fett enthält der Honig nicht, stickstoffhaltige Körper nur in geringer Menge. Bei diesen handelt es sich um von den Blüten und den Bienen stammende Proteinstoffe, deren Abbauprodukte und Enzyme.

Stets ist im Honig Wachs in geringen Mengen vorhanden. Wachse sind Ester aus höheren Alkoholen mit höheren Fettsäuren. Das Bienenwachs besteht in der Hauptsache aus dem Palmitinsäureester des Myricylalkohols $C_{30}H_{61}OH$. In den äußeren Eigenschaften gleichen die Wachse den Fetten. Von organischen Säuren kommen im Honig kleine Mengen von Ameisensäure vor¹. Nicht sicher bekannt ist die chemische Natur derjenigen Stoffe, welche dem Honig das Aroma verleihen. Sie dürften teilweise den Terpenen angehören, teilweise aus Estern organischer Säuren bestehen. Jeder Naturhonig ist ferner mit geringen Mengen von Pollenkörnern der Blüten durchsetzt, welche die Bienen von den Blüten mitbringen.

Die geringen Mengen von Mineralstoffen bestehen vornehmlich aus phosphorsauren Salzen. Über den Vitamingehalt des Naturhonigs sind die Angaben verschieden. Manche Forscher fanden B-Vitamine, andere nicht oder nur spurenweise. Jedenfalls scheint der Vitamingehalt des Honigs nicht hoch zu sein.

Die Zusammensetzung der Honige kann in den einzelnen Stoffen zwischen folgenden Grenzen schwanken:

Wasser	20—21,5%
Dextrose	22—44%
Fructose	32—49%
Saccharose	bis 10%
Zuckerfreie Trockensubstanz.	5—10%

davon

organische Säure (berechnet als Ameisensäure)	0,1—0,2%
N-Substanz	0,8—2,7%
Dextrin	bis 10%.

Der Kunsthonig. Der wesentliche Nährstoff des Naturhonigs ist also der Invertzucker. Der Kunsthonig wird deshalb aus künstlich hergestelltem Invertzucker gewonnen, dem man honigartig duftende Essenzen zusetzt. Meistens wird der Kunsthonig auch mit künstlichen Farbstoffen gelb gefärbt. Früher wurde dem Invertzucker auch häufig Stärkesirup beigemischt, während heute der Kunsthonig gewöhnlich nur aus Invertzucker besteht.

Der Kunsthonig ist ein guter Ersatz für Naturhonig. Der kalorische Nährwert des echten Honigs und des Kunsthonigs ist derselbe. Sein Genußwert ist natürlich geringer.

Die von Bruhns in Invertzucker aufgefundenen dextrinartigen Körper wie Glucosin und Lävulosin sind natürlich auch im Kunsthonig in entsprechender Menge vorhanden.

Das Reichsgesundheitsamt hat in seinen Entwürfen zu Festsetzungen über Lebensmittel (21. Juni 1911) folgende Begriffsbestimmungen und Grundsätze für die Beurteilung aufgestellt.

¹ Heiduschka und Kaufmann: Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 21, S. 375. 1911.

Begriffsbestimmungen.

Honig ist der süße Stoff, den die Bienen erzeugen, indem sie Nektariensäfte oder auch andere an lebenden Pflanzenteilen sich vorfindende Säfte aufnehmen, in ihrem Körper verändern, sodann in den Waben aufspeichern und dort reifen lassen.

Es sind zu unterscheiden:

1. Nach der Art der Gewinnung:
 - a) Scheibenhonig oder Wabenhonig, Honig, der sich noch in den von Bienen gebauten, unbebrüteten Waben befindet;
 - b) Tropfhonig, Laufhonig, Senkhonig, Leckhonig, aus den unbebrüteten Waben von selbst, ohne Anwendung mechanischer Hilfsmittel ausgeflossener Honig;
 - c) Schleuderhonig, aus den unbebrüteten Waben durch Schleudern auf kaltem Wege gewonnener Honig;
 - d) Preßhonig, aus den unbebrüteten Waben durch Pressen auf kaltem Wege gewonnener Honig;
 - e) Seimhonig, aus den unbebrüteten Waben durch Erwärmen und nachfolgendes Pressen gewonnener Honig.
2. Nach der pflanzlichen Herkunft:
 - a) Honig von Blüten: Linden-, Akazien-, Esparsette-, Heidehonig usw., auch Blütenhonig schlechthin;
 - b) Honig von anderen Pflanzenteilen: Honigtauhonig, Coniferenhonig usw.;
3. Nach dem Orte der Gewinnung:

Deutscher Honig, Havannahonig, Chilehonig usw.
 Stampfhonig (Rohhonig oder Rauhonig, auch Werkhonig) ist das durch Einstampfen der Waben mit dem darin befindlichen Honig gewonnene Erzeugnis.

Grundsätze für die Beurteilung.

Honig, der gärt, sauer geworden, durch Brut oder sonst stark verunreinigt, verschimmelt oder angebrannt (caramelisiert) ist oder ekelerregend riecht oder schmeckt, ist als verdorben anzusehen.

Aus verdorbenem Honig zubereiteter Honig ist gleichfalls als verdorben anzusehen, unbeschadet der Unterdrückung einer leichten Gärung durch Erhitzen.

Als verfälscht, nachgemacht oder irreführend bezeichnet sind anzusehen:

1. Erzeugnisse, die als Honig bezeichnet sind, ohne der Begriffsbestimmung für Honig zu entsprechen.
2. Nach einem bestimmten Gewinnungsverfahren bezeichneter Honig, der ganz oder zum Teil nach einem Verfahren gewonnen worden ist, das ein geringwertiges Erzeugnis liefert.
3. Als „Blütenhonig“ oder nach bestimmten Blütenarten bezeichneter Honig, der nicht wesentlich aus Nektariensäften stammt.
4. Honigähnliche, von Bienen aus Zucker oder zuckerhaltigen Zubereitungen erzeugte Stoffe, auch in Mischung mit Honig, sofern sie nicht als „Zuckerfütterungshonig“ bezeichnet sind.
5. Honigähnliche Zubereitungen, deren Zucker nicht oder nur zum Teil dem Honig entstammt, sofern sie nicht als „Kunsthonig“ bezeichnet sind.
6. Honig, dem Wasser zugesetzt ist, oder dem Säuren, Farbstoffe, Aromastoffe oder sonstige fremde Stoffe unmittelbar oder auf dem Wege der Fütterung der Bienen zugeführt sind, sofern er nicht als „Kunsthonig“ bezeichnet ist.
7. Honig, der so stark erhitzt worden ist, daß die diastatischen Fermente zerstört sind, sofern nicht die Art der Vorbehandlung aus der Bezeichnung hervorgeht.

Zuckerwaren.

Zuckerwaren sind Erzeugnisse, welche mit Zucker als Hauptbestandteil unter Zusatz vieler anderer Stoffe, wie Milch, Sahne, Honig, Fetten, Gewürzen, Nüssen, Mandeln, Kakao, anderen Zuckerarten als Rohrzucker (besonders Stärkezucker und Stärkesirup) usw. hergestellt werden. Einige der wichtigsten Lebensmittel dieser Art sind folgende:

Bonbons. Diese Erzeugnisse werden aus Zucker oft mit Stärkezucker oder Invertzucker unter Zusatz von Farbstoffen, Geschmacksstoffen, Malzextrakt

(Malzbonbons), organischen Säuren wie Weinsäure, Citronensäure, Milchsäure, Milch oder Sahne (Milchbonbons), Kakaomasse u. a. m. hergestellt.

Pralinen (Pralinés) sind Süßigkeiten, die mit einem Überzug von Kakao oder Schokolade überzogen sind. Der innere Teil heißt Korpus. Über die an die Überzugmasse zu stellenden Anforderungen s. S. 272.

Fondants sind Zuckerwaren, welche auf der Zunge leicht schmelzen und mit Zucker überzogen in bestimmte Formen gebracht sind.

Marzipan. Dieser wird hergestellt aus der Marzipanmasse (siehe unten) und Zucker, und zwar mischt man Marzipanmasse im Verhältnis 1—1,5 mit Zucker. Bisweilen wird ein Teil des Zuckers durch Stärkesirup ersetzt.

Die Marzipanmasse ist ein Gemenge von zerriebenen Mandeln mit Zucker. Der Wassergehalt darf nach dem deutschen Nahrungsmittelbuch 17%, der Zuckergehalt 35% nicht übersteigen. Jeder Zusatz anderer Stoffe und Früchte ist unstatthaft.

Unter Backmasse versteht man ein Erzeugnis aus zerriebenen entbitterten Pfirsich- oder Aprikosenkernen mit Zucker. Hier soll der Wassergehalt 20%, der Zuckergehalt ebenfalls 35% nicht übersteigen. Die Masse führt auch den Namen Persipanmasse.

Häufig ist es vorgekommen, daß Marzipan mit diesen Backmassen statt mit Marzipanmassen bereitet werden. Das ist als eine Nahrungsmittelfälschung anzusehen. Die Backmassen dürfen nur zur Herstellung von Gebäcken verwendet werden.

Der Verein deutscher Nahrungsmittelchemiker hat in seiner Hauptversammlung in Düsseldorf 1926 Leitsätze für die Beurteilung von Marzipan und Ersatzerzeugnisse aufgestellt, die nachstehenden Wortlaut haben^{1 2}:

I. Rohmassen.

1. Marzipanrohmasse ist ein Gemenge von feucht geriebenen Mandeln und Zucker. Der Feuchtigkeitsgehalt darf nicht über 17%, der Zusatz von Zucker nicht über 35% der fertigen Marzipanmasse betragen.

2. Backmasse (Persipanrohmasse) ist ein Gemenge von entbitterten, feucht geriebenen Aprikosen- oder Pfirsichkernen und Zucker. Der Feuchtigkeitsgehalt darf nicht über 20%, der Zusatz von Zucker nicht über 35% der fertigen Backmasse betragen.

Zur Kennzeichnung ist ein deklarationsfreier Zusatz von 0,5% Kartoffelstärke, der in das Gewicht des Zuckers gelegt werden muß, beizufügen.

3. Backfüllmasse (Gemenge von Aprikosen-, Pfirsich- und Erdnußkernen mit Zucker) sowie andere Ersatzmassen für Marzipan und für Backmasse in den Verkehr zu bringen, ist — auch unter Kennzeichnung — unzulässig.

II. Fertigwaren.

1. Marzipanwaren (angewirkter Marzipan) sollen aus einem Teil Marzipanrohmasse mit Zusatz bis zu einem Teil Zucker bestehen. Zur Frischerhaltung kann bis zu 3,5% Stärkesirup hinzugefügt werden. Dieser Zusatz ist dann aber in das Gewicht des zugefügten Zuckers zu legen.

2. Angewirkte Backmasse (Persipanwaren) sollen aus einem Teil Backmasse mit einem Zusatz bis zu 1½ Teilen Zucker bestehen. Zur Frischerhaltung kann bis zu 3,5% Stärkesirup hinzugefügt werden. Dieser Zusatz ist dann aber in das Gewicht des zugefügten Zuckers zu legen.

Persipanwaren (Rohmasse und Fertigwaren) sind als solche in Drucksachen, Rechnungen, Packungen und Auslagen kenntlich zu machen.

¹ Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 52. S. 162. 1926.

² Anmerkung bei der Korrektur: Diese Leitsätze sind in diesem Jahre nochmals durchberaten worden. Das Ergebnis wird in Zeitschr. f. Untersuch. d. Lebensmittel. Bd. 54. 1927 veröffentlicht werden.

III. Marzipanähnliche Fabrikate.

Zu den marzipanähnlichen Fabrikaten sind Nuß-, Mandelnuß-, Nugat- und Makronenmassen zu zählen.

1. Nußmassen sind Rohmassen, die aus Haselnüssen und Zucker im Verhältnis der Marzipanrohmassen bestehen.

2. Mandel-Nuß-Massen sind Rohmassen, die aus Mandeln und Haselnüssen, sowie Zucker im Verhältnis der Marzipanrohmassen bestehen.

Alle Zusätze anderer Art zu Nuß- und Mandelnuß-Massen gelten als Verfälschung.

3. Nugat-Massen.

a) Nugat wird hergestellt aus Haselnüssen und Zucker mit oder ohne Zusatz von Kakaobestandteilen. Der Zuckerzusatz soll nicht mehr als die Hälfte der fertigen Nugatmasse betragen.

b) Mandel-Nugat. Die Herstellung ist eine entsprechende. An Stelle von Haselnüssen werden geröstete Mandeln verwendet.

Alle übrigen Marzipanersatzwaren sind (auch bei Kennzeichnung) unzulässig.

4. Makronen-Massen und deren Ersatz.

a) Makronenmasse soll bestehen aus einem Teil Marzipanrohmasse mit Zusatz bis zu einem Teil Zucker sowie der zur Verarbeitung nötigen Eiweißlösung.

Makronenmasse dient zur Herstellung von Makronen. Ein Mehlsatz darf nicht verwendet werden.

b) Back-Persipan (backfertige Backmasse, Makronenmassenersatz) wird entsprechend der Makronenmasse hergestellt. An Stelle von Marzipanrohmasse wird Backmasse (Persipanrohmasse) verwendet.

Das fertiggestellte makronenartige Gebäck ist unter entsprechender Kenntlichmachung (Persipan-Makronen) zu vertreiben.

Bei Verwendung von Cocosnüssen an Stelle der Backmasse ist die fertige Ware als „Cocosmakronen“ zu bezeichnen.

Für die ganzen Leitsätze ist folgendes zu beachten:

Zucker schlechtweg ist Rüben- oder Rohrzucker.

Speiseeis. Diese von Konditoren oder auch von Straßenhändlern hergestellten und vertriebenen Erzeugnisse sind gefrorene Mischungen von Milch, Zucker, Eiern, Fruchtbestandteilen, wie Himbeeren, Erdbeeren, Ananas und Gewürzen (Vanille). Sie werden oft künstlich gefärbt. Gelegentlich wird auch ein Stabilisierungsmittel in kleinen Mengen beigefügt wie Tragant, Gelatine oder Eiweiß. An Stelle von Fruchtbestandteilen werden in den Kunsterzeugnissen dieser Art auch künstlich hergestellte Essenzen, welche das Aroma der betreffenden Früchte aufweisen, zugesetzt. Es steht noch nicht eindeutig fest, welche Mindestforderungen an die Beschaffenheit dieser Erzeugnisse zu stellen sind. Zweckmäßig sollte die Verwendung künstlicher Fruchtäther ganz allgemein verboten werden. Die Verwendung kleinerer Mengen eines Stabilisierungsmittels kann dagegen wohl zugelassen werden, da sie technische Vorteile zu haben scheint. Die künstliche Färbung kann dann als unbedenklich angesehen werden, wenn sie nicht zu dem Zwecke geschieht, einen höheren Gehalt an Frucht oder Ei vorzutäuschen. Über die bei der Bereitung zu verwendenden Mindestmengen der einzelnen Nahrungsmittel liegen zur Zeit keine Bestimmungen vor¹.

In hygienischer Richtung ist diesen Erzeugnissen, insbesondere dann, wenn sie von kleinen Betrieben hergestellt und im Straßenhandel vertrieben werden, große Beachtung zu schenken. Durch derartiges Eis sind häufig Epidemien von Typhus und Paratyphus verbreitet worden. Wenn ein allgemeines Verbot des Straßenhandels nicht zu erreichen ist, so sollte wenigstens vorgeschrieben werden, daß die Herstellung von Speiseeis von einer polizeilichen Genehmigung abhängig gemacht wird. Diese Erlaubnis sollte nur erteilt

¹ Anmerkung bei der Korrektur: Der Verein deutscher Nahrungsmittelchemiker hat in seiner diesjährigen Jahresversammlung in Nürnberg sich erstmalig mit den an Speiseeis zu stellenden Anforderungen befaßt. Die Beratungen werden noch fortgesetzt. Zeitschr. f. Untersuch. d. Lebensmittel. Bd. 54. 1927.

werden, wenn der Antragsteller über geeignete Räume zur Herstellung und Aufbewahrung verfügt und gegebenenfalls durch bakteriologische Stuhl-, Urin- und Blutuntersuchung der Beweis erbracht ist, daß der Antragsteller, sowie die bei der Herstellung und dem Vertriebe beschäftigten Personen keine Typhus- oder Paratyphusträger sind. Ferner müßte das nochmalige Gefrierenlassen von übriggebliebenem, aufgetautem Eise verboten werden.

Künstliche Süßstoffe.

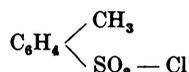
Mit diesem Namen bezeichnet man eine Reihe von chemischen Körpern, die aus Teerprodukten gewonnen werden. Allen ist die Eigenschaft gemeinsam, daß sie schon in ganz geringer Konzentration einen stark süßen Geschmack besitzen, der den süßen Geschmack des Zuckers weit übertrifft. Sie besitzen aber im Gegensatz zu Zucker für den Organismus keinerlei Nährwert.

Folgende künstlichen Süßstoffe kommen in Betracht:

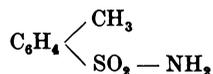
Das Benzoesäuresulfimid (Saccharin).

Dieser Süßstoff wird am meisten verwendet. Er ist ein weißes, kristallinisches, in Wasser schwer lösliches Pulver.

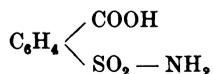
Es wird hergestellt, indem man Toluol mit Chlorsulfonsäure $\text{Cl}-\text{SO}_2-\text{OH}$ umsetzt. Neben der entsprechenden p-Verbindung entsteht das Chlorid der o-Toluolsulfonsäure



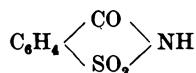
Dieser Körper wird mit Ammoniak behandelt und geht dabei in das entsprechende Amin über



Durch Behandlung mit Kaliumpermanganat wird die Methylgruppe zur Carboxylgruppe oxydiert



Durch Behandlung mit Salzsäure geht dieser Körper in ein inneres Anhydrid über,



das Benzoesäuresulfimid oder Saccharin. Es ist häufig verunreinigt durch p-Benzoesäuresulfamid.

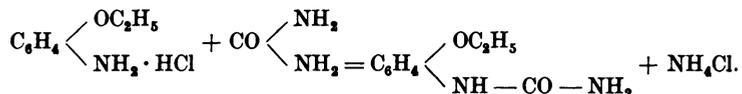
Das Benzoesäuresulfimid ist eine Säure, in der der Wasserstoff der Iminogruppe unter dem Einfluß der sauren CO- und SO_2 -Gruppen stark saure Eigenschaften erhält. In Form des Natriumsalzes, welches als leicht lösliches Saccharin und ähnlich bezeichnet wird, ist es leichter löslich. Die vielfach in den Handel kommenden Saccharintabletten sind eine Mischung des Natriumsalzes mit Natriumbicarbonat. Dieser Zusatz geschieht aus Gründen der besseren Löslichkeit und Dosierbarkeit.

Das Saccharin ist gesundheitlich unbedenklich. Nach vielen Untersuchungen, die u. a. auch im Reichsgesundheitsamte ausgeführt wurden, verläßt es den Körper, ohne daß irgendeines der Organe des Körpers Schaden gelitten hat.

Bei längerem Erhitzen erleidet das Saccharin Veränderungen. Bei seinen Untersuchungen über diese Frage kommt Täufel¹ zu folgenden Ergebnissen: Die Zersetzung ist abhängig von Erhitzungszeit, -temperatur und Wasserstoffstufe der Lösungen. Sie besteht in einer Hydrolyse, die zur Bildung von o-sulfo-benzoesaurem Ammonium führt. Eine ähnliche Umwandlung erleidet das Natriumsalz, die aber erheblich langsamer verläuft. Der Eigengeschmack der Umsetzungsprodukte tritt wenig hervor; der süße Geschmack nimmt aber an Stärke ab. Bei der praktischen Verwendung der beiden Süßstoffe (Benzoesäuresulfid und Dulcin) ist unter den Bedingungen der küchenmäßigen Zubereitung im allgemeinen eine nennenswerte Hydrolyse nicht erkennbar. Bei leichtem Erhitzen besonders in Flüssigkeiten mit höherer Wasserstoffionenkonzentration kann aber eine merkliche Hydrolyse und Verminderung des süßen Geschmacks eintreten.

Das Dulcin.

Das Dulcin ist ein p-Phenetolcarbamid. Es wird meist gewonnen durch Erhitzen von Harnstoff mit salzsaurem p-Phenetidin.



Es existieren auch noch andere Verfahren der Herstellung von Dulcin, z. B. das des Erfinders, Berlinerblau, welcher den Süßstoff durch Einwirkung von Kaliumcyanat auf p-Phenetidinchlorhydrat erhielt.

Es ist ein weißes Pulver, welches in kaltem Wasser schwer löslich, aber leicht löslich in heißem Wasser ist. Es besitzt einen reiner süßen Geschmack als das Saccharin. Das Dulcin ist aber in bezug auf seine Wirkung im Körper nicht so indifferent wie das Benzoesäuresulfid, was aus seiner pharmakologischen Eigenart gemäß der Struktur unschwer zu erklären ist. Nach Versuchen, die im Reichsgesundheitsamte ausgeführt wurden, hat sich indessen herausgestellt, daß eine für die Bedürfnisse des praktischen Lebens ausreichende Grenze der pro Person und Tag aufgenommenen Höchstmenge an Dulcin vorhanden ist, bei deren Innehaltung Dulcin, wenn es nicht auf einmal, sondern über den Tag verteilt genossen wird, als unschädlich angesehen werden kann.

Der Süßungsgrad.

Über die Erforschung der Süßkraft der Süßstoffe haben Th. Paul² und seine Schüler ausführliche und grundlegende Arbeiten veröffentlicht. Sie kommen zu folgenden Ergebnissen: Der Süßungsgrad der künstlichen Süßstoffe Saccharin und Dulcin ist im Vergleich mit Zucker keine konstante Größe, sondern schwankt mit der Konzentration der Lösungen in weiten Grenzen. Für o-Benzoesäuresulfid und sein Natriumsalz bewegt er sich (entsprechend einer 2–3%igen Zuckerlösung) zwischen etwa 200–700, für Dulcin zwischen 70 und 350. Unter Süßungsgrad ist dabei die Zahl verstanden, welche angibt, wieviel Zucker (Saccharose) in einem bestimmten Volumen Wasser gelöst werden muß, damit die Lösung gerade so süß schmeckt wie die Lösung von 1 g Süßstoff in dem gleichen Volumen Wasser. Der Süßungsgrad von Gemischen aus Benzoesäuresulfid und Dulcin ist annähernd

¹ Beiträge zur Chemie der natürlichen und künstlichen Süßstoffe. Habilitationsschrift. München 1925.

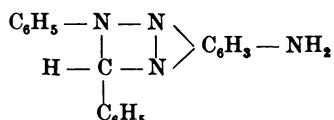
² Zeitschr. f. Elektrochemie. Bd. 27, S. 539. 1921.

gleich der Summe der Süßungsgrade der Einzelbestandteile. Unter Benützung des hohen Süßungsgrades der künstlichen Süßstoffe in verdünnter Lösung lassen sich ausgezeichnete Gemische, sog. Süßstoffpaarlinge, herstellen, bei denen zur Erreichung einer bestimmten Stärke des süßen Geschmacks der Aufwand an Süßstoff ein Minimum ist. Für die praktische Verwendung der künstlichen Süßstoffe ergibt sich aus dieser Feststellung die Möglichkeit einer wesentlichen Ersparnis.

Nach den Untersuchungen von Täufel (a. a. O.) ist beim Saccharin das Benzoessäuresulfimid-Anion, beim Dulcin das undissoziierte Molekül die Ursache des süßen Geschmacks.

Das Glucin.

Dieser Süßstoff ist von wesentlich geringerer Bedeutung als die beiden vorigen. Er besteht aus einem Gemisch von Natriumsalzen der Di- und Trisulfosäure eines Triazins von der Formel



Der Süßstoff wurde 1893 von Nölting entdeckt und von verschiedenen Autoren näher erforscht. Die NH_2 -Gruppe ist danach ohne Bedeutung für den süßen Geschmack, dagegen ist die Stellung der Sulfogruppen von wesentlicher Bedeutung.

Man gewinnt Glucin durch Erhitzen von Diaminoazobenzolchlorhydrat (Chrysoidin) mit Benzaldehyd, Reinigung und Überführung des gebildeten Triazins in die Sulfosäuren mit rauchender Schwefelsäure.

Das Glucin ist ein hellbräunliches Pulver, welches in heißem Wasser und Alkohol leicht löslich ist. Der Geschmack glucinhaltiger Lösungen ähnelt dem Süßholzgeschmack.

Der Genuß von Glucinlösungen ist nicht gesundheitsschädlich, selbst bei mehrwöchentlichem Genuße.

Das Süßstoffgesetz vom 14. Juli 1926 (RGBl. S. 409).

Die wichtigsten Bestimmungen dieses Gesetzes sind folgende:

Zur Herstellung und zur Einfuhr von Süßstoff ist nur der berechtigt, dem die Regierung mit Zustimmung des Reichsrates die Erlaubnis hierzu erteilt. Die weiteren Bestimmungen beziehen sich auf Steuerangelegenheiten, die für den Chemiker kein tieferes Interesse besitzen.

Die zur Durchführung dieses Gesetzes erforderlichen Bestimmungen über das, was Süßstoff ist, über den Absatz, den Vertrieb und die Verwendung von Süßstoff bestimmt die Reichsregierung mit Zustimmung des Reichsrates.

Auf Grund dieser Bestimmungen hat die Reichsregierung am 4. August 1926 (RGBl. S. 467) mit Zustimmung des Reichsrates folgendes verordnet:

Süßstoffe im Sinne des Gesetzes sind alle Stoffe, die die Reichsregierung als solche bezeichnet.

Benzoessäuresulfimid darf im Einzelhandel nur in Fabrikpackungen abgegeben werden, welche folgende Angaben enthalten: Den Inhalt nach deutschem Gewicht, bei Tabletten nach Stückzahl, und welchen Mengen Zucker der Inhalt der Packungen entspricht.

Dulcin darf im Einzelhandel nur von Apotheken abgegeben werden, in Mengen von über 1 g nur auf ärztliche Anweisung. Auch Dulcin darf nur in Fabrikpackungen abgegeben werden, welche dieselben Angaben enthalten müssen wie das Benzoessäuresulfimid, außerdem aber noch den Hinweis: „Zur strengen Beachtung! Dieser Süßstoff darf nur zur Süßung von Lebensmitteln in den hierzu erforderlichen Mengen verwendet werden. Für sich in größeren Mengen genossen, kann er schädlich wirken.“ Den gleichen Hinweis muß ein Zettel in der Verpackung tragen.

Sofern nicht Ausnahmen zugelassen sind, ist es verboten, Lebensmitteln und Arzneimitteln bei ihrer gewerbsmäßigen Herstellung Süßstoff zuzusetzen, süßstoffhaltige Lebensmittel und Arzneimittel anzubieten, zum Verkauf vorrätig zu halten, feilzuhalten, zu verkaufen oder sonst in den Verkehr zu bringen.

Von diesen Bestimmungen sind folgende Ausnahmen gestattet:

Benzoeäuresulfid und Dulcin dürfen verwendet werden zur gewerbsmäßigen Herstellung von Limonaden und Kunstlimonaden, alkoholfreien Kalt- und Heißgetränken, sowie Grundstoffen hierzu, Essig, Mostrich (Senf), obergärigem Bier nach Maßgabe der Verordnung vom 16. Januar 1926, Eßoblaten, Kautabak und Kaugummi, Röntgenkontrastmitteln, Lebensmitteln, die für Zuckerkrankte bestimmt und als solche bezeichnet sind, Stärkungsmitteln, diätetischen Nährmitteln und Arzneimitteln, soweit dieses bei Inkrafttreten dieser Verordnung zugelassen war oder in Zukunft von der Reichsregierung zugelassen werden wird.

Bei der gewerbsmäßigen Herstellung der für Süßstoff zugelassenen Erzeugnisse mit Ausnahme der Arzneimittel darf nur so viel Dulcin verwendet werden, daß 1 l oder 1 kg des fertigen Erzeugnisses nicht mehr als 0,3 g Dulcin enthält.

Die unter Verwendung von Süßstoff hergestellten Lebensmittel und Arzneimittel müssen, wenn sie in Packungen und Umhüllungen an den Verbraucher abgegeben werden, die deutliche Aufschrift „Mit künstlichem Süßstoff zubereitet“ tragen. Arzneiliche Zubereitungen, die mehr als 0,3 g Dulcin im Liter oder Kilogramm enthalten, dürfen nur auf ärztliche Anweisung abgegeben werden.

Obst.

Frisches Obst.

Die Zusammensetzung des frischen Obstes schwankt innerhalb weiter Grenzen. Nach König ist die mittlere Zusammensetzung der gangbarsten Obstsorten etwa die folgende in Prozenten:

Obstsorte	Wasser	N-Subst.	Säure (Äpfel-)	Invertzucker	Saccharose	sonst. Kohlenhydrate	Rohfaser	Asche
Äpfel	83,85	0,44	0,65	8,35	1,60	3,38	1,32	0,41
Birnen	82,75	0,41	0,27	9,03	1,28	3,33	2,58	0,35
Kirschen (süß)	81,68	0,83	0,68	10,12	0,57	5,30	0,33	0,49
Zwetschen	81,75	0,74	0,80	5,98	2,53	7,16	0,56	0,48
Pfirsiche	82,70	0,78	0,81	3,51	4,25	6,42	0,95	0,58
Johannisbeeren	83,80	1,32	2,35	5,04	0,24	2,26	4,33	0,66
Stachelbeeren	85,45	0,91	1,90	5,55	0,48	2,52	2,70	0,49
Himbeeren	83,95	1,36	1,64	4,51	0,22	2,09	5,65	0,58
Brombeeren	84,94	1,13	0,86	5,54	0,47	2,59	3,97	0,50
Erdbeeren	84,41	1,25	1,84	5,13	0,70	1,93	4,00	0,74
Apfelsinen	84,26	0,82	1,35	5,88	2,54	4,22	0,45	0,48
Citronen	82,64	0,74	5,39	3,01	2,97	2,45	2,24	0,56

Im einzelnen ist folgendes über die Zusammensetzung des Obstes zu sagen: Der Wassergehalt liegt meist zwischen 80–90%, und zwar bei den meisten Obstsorten näher an 80 als an 90%.

Stickstoffsubstanz ist in den meisten Obstsorten nur in unbedeutenden Mengen vorhanden. In den Beerenfrüchten ist sie verhältnismäßig am meisten, in den Äpfeln und Birnen am wenigsten vorhanden. Die Stickstoffsubstanz besteht teilweise aus Albumin. Smith¹ fand in der Orange ein Protein, welches unlöslich in Wasser, Salzlösungen und Alkohol, aber löslich in dünner Natronlauge ist. Aus dieser Lösung wird es bei Stufe $pH = 4,7$ durch Essigsäure gefällt. K. Suzen² fand einen Gehalt von 0,002–0,036% an Aminosäuren-Stickstoff in der natürlichen Substanz der verschiedensten Obstsorten. Auch kleine Ammoniakmengen sind vorhanden. Den Reinproteingehalt fand Suzen bei

¹ Chem. Zentralbl. Bd. 96, S. 2223. 1925.

² Dissertat. Frankfurt a. M. 1924.

den verschiedenen Obstsorten schwankend zwischen 32 und 99% des Gesamtstickstoffs. Sicherlich finden sich unter den Stickstoffverbindungen auch Enzyme verschiedener Art, wenn auch der exakte Nachweis bis jetzt noch nicht gelungen zu sein scheint. Casimir Funk¹ fand im Citronensaft neben einem terpenartigen Körper drei stickstoffhaltige Produkte, von denen eines zur Purin-, eines zur Pyrimidin- und eines zur Cholingruppe gehört.

Fett. Fett enthalten die Obstsorten nur in winzigen Spuren. Es handelt sich dabei um wachsartige Körper.

Invertzucker. Diese Zuckerart ist der Hauptnährstoff der meisten Obstarten. Bei Äpfeln, Birnen und ähnlichem Obst überwiegt die Fructose gewöhnlich erheblich die Glucose. In Kirschen, Zwetschen, Pfirsichen ist der Glucosegehalt meist höher als der Fructosegehalt, wenn auch die Abweichung vom Verhältnis 1:1 erheblich geringer ist als bei Äpfeln und Birnen.

Saccharose. Neben Invertzucker kommen fast immer gewisse Mengen an Saccharose in den Früchten vor, doch ist ihre Menge meist nur ein Bruchteil des Gehaltes an Invertzucker. Bei Citronen sind etwa gleiche Mengen von Invertzucker und Saccharose vorhanden.

Pektine. König gibt den ungefähren Gehalt an Pektin wie folgt an: Äpfel 3,18%, Birnen 3,79%, Kirschen (süß) 1,70%, Zwetschen 4,19%, Johannisbeeren 1,47%, Stachelbeeren 1,13%, Himbeeren 1,45%.

Sonstige Kohlenhydrate. An sonstigen Kohlenhydraten enthalten die Obstsorten stets Pentosane und Cellulose. Letztere bildet hauptsächlich die Zellwände des Fruchtmarks. Diese Cellulose ist im Gegensatz zu vielen anderen Pflanzencellulosen nach Rubner größtenteils verdaulich.

Die Säuren. Sehr viel ist über die in den Obstsorten vorhandenen organischen Säuren gearbeitet worden.

In Äpfeln, Birnen und derartigen Kernfrüchten ist die vorherrschende Säure die Äpfelsäure. Nach Kunz und Adam², sowie anderen Forschern ist in Erdbeeren, Holunderbeeren, Johannisbeeren, Preiselbeeren, Pfirsichen und Himbeeren keine Äpfelsäure vorhanden. Heidelbeeren, Stachelbeeren, Aprikosen enthalten neben der vorherrschenden Citronensäure auch Äpfelsäure. Kirschen und Pflaumen enthielten nur Äpfelsäure und keine Citronensäure. Weinsäure wurde dagegen in keiner der genannten Früchte gefunden. Nach Nelson³ ist in den Aprikosen l-Äpfelsäure und Citronensäure im Verhältnis von 2,5:1 vorhanden. Die Prüfung auf Oxalsäure verlief zweifelhaft. Derselbe Forscher⁴ fand in den Brombeeren als Hauptbestandteil Citronensäure, daneben in kleinen Mengen Oxalsäure, l-Äpfelsäure und Bernsteinsäure. Nelson⁵ fand ferner, daß die Säuren der Erdbeeren zu 90% aus Citronensäure, zu 10% aus Äpfelsäure bestanden. Bei der Himbeere fand er 97% Citronensäure und 3% Äpfelsäure.

Salicylsäure ist in Spuren in vielen Obstarten gefunden worden. Traughagen und Burke⁶ fanden in 1 kg Frucht bei Johannisbeeren 0,57 mg, Kirschen 0,4 mg, Pflaumen 0,28 mg, Weintrauben 0,32 mg. Auch in Himbeeren, Erdbeeren, Brombeeren, Aprikosen, Pfirsichen, Äpfeln, Apfelsinen wurde Salicylsäure nachgewiesen. Ferner auch in den Gemüsen Tomaten, Blumenkohl und Stangenbohnen. Auch Windisch⁷ sowie Utz⁸ fanden Ähnliches.

¹ Biochemical Journal. Bd. 7, S. 81—86. 1913. Chem. Zentralbl. Bd. 2, S. 1155. 1913.

² Zeitschr. Allgem. österr. Apotheker-Vereins. Bd. 44, Nr. 18. Sonderdruck 1906. Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 12, S. 670. 1906.

³ Chem. Zentralbl. Bd. 98, S. 390. 1925.

⁴ Ebenda. Bd. 96, S. 1878. 1925.

⁵ Ebenda. Bd. 96, II, S. 407. 1925.

⁶ The canned and Dried Fruit Packer 1904. 4. Okt. Pharm. Zentralh. Bd. 45, S. 892. 1904.

⁷ Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 61, S. 452. 1903.

⁸ Österreich. Chem. Zeitg. Bd. 6, S. 385—386. 1903. Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 9, S. 48. 1905.

Benzoessäure wurde vor allem in Heidelbeeren gefunden. Die Mengen betragen etwa 0,04—0,12%.

Gerbsäure findet sich in allen Obstarten. Die Menge gibt König zu 0,07 bis 0,4% an.

In den Samen vieler Obstarten findet sich Amygdalin, welche unter dem Einfluß von Emulsin Blausäure abspaltet.

Die Geruchs- und Geschmacksstoffe. Ihren Wohlgeruch und Wohlgeschmack verdanken die Obstarten Körpern, die entweder Ester sind oder ätherische Öle darstellen, welche die Träger besonderer Geruchs- und Geschmacksstoffe sind. Methyl-, Äthyl-, Amyl-, Isoamylester verschiedener Säuren sind in verschiedenen Obstsorten festgestellt worden. Über die riechenden Bestandteile der Pfirsiche haben Power und Chesnut¹ ausführliche Untersuchungen angestellt. Die aromatischen Bestandteile bestanden in der Hauptsache aus den Linalolestern der Ameisensäure, Essigsäure, Valeriansäure und Caprylsäure. Daneben fanden sich beträchtliche Mengen von Acetaldehyd und eine kleine Menge eines höheren Aldehyds. Ferner wurde von den genannten Autoren eine geringe Menge eines ätherischen Öles aus Pfirsichen gewonnen, welches einen außerordentlich starken aromatischen Geruch nach Pfirsichen besaß (0,00074%). Das Öl erwies sich als sehr unbeständig. Beim Abkühlen des Öles schieden sich Kryställchen aus, die aus einem Paraffinkohlenwasserstoff bestanden.

In Fruchtsäften, Traubensaft und verschiedenen ätherischen Ölen fand Power² den Methylester der Anthranilsäure (o-Aminobenzoessäure) $C_6H_4-NH_2-COOCH_3$.

Thomae³ erhielt aus Apfelschalen einen krystallinischen, bei Handwärme schmelzenden Körper, der stark nach Äpfeln roch; ferner ein bei 170—180° übergehendes, weißes Sublimat von Blütengeruch, welches eine Wachsart sein soll.

Sonstige Bestandteile. Griebel⁴ fand in vielen Früchten Acetaldehyd. Dieser Körper ist offenbar in allen Früchten vorhanden, die sich vor der Reife durch herben Geschmack auszeichnen, diesen aber bei der Reife oder Nachreife verlieren. Der Acetaldehyd scheint die Substanz zu sein, welche die Geschmacklosmachung der Gerbstoffsubstanz in den Zellen der Früchte herbeiführt. Acetaldehyd ist also ein normaler Bestandteil der als Inkluden bezeichneten, gerbstoffreichen Zelleinschlüsse im Mesocarp vieler Früchte.

Derselbe Forscher⁵ fand in Citrusfrüchten, besonders Orangen, häufig krystallinische Ausscheidungen von Hesperidin, eines Glucosids. Da es sich dabei um einen Eintrocknungsprozeß handelt, treten die Ausscheidungen vornehmlich während der wärmeren Jahreszeit auf.

Hardy und Warneford⁶ fanden, daß die beim Einengen oder Neutralisieren oder Aufbewahren eintretende Dunkelfärbung von Citronensaft von der Oxydation einer Polyoxyphenolverbindung herrührt. Es handelt sich um Phlobotannin, welches nicht mit Kaffeegerbsäure identisch ist.

Mineralstoffe. Die Mineralstoffe bestehen beim Obst zu etwa der Hälfte, meist etwas mehr, bisweilen weniger, aus Kali (K_2O), der Natrongehalt beträgt stets nur einen Bruchteil des Kaligehaltes. Der Kalkgehalt ist nicht sehr beträchtlich. Ziemlich hoch liegt er bei Apfelsinen und Citronen. Der Magnesia-

¹ Journ. of the Americ. chem. soc. Vol. 43, p. 1725. 1921.

² Journ. of the Americ. chem. soc. Vol. 43, p. 377. 1921.

³ Journ. prakt. Chemie. Bd. 87, S. 142—144. 1913. Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 29, S. 103. 1915.

⁴ Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 48, S. 218. 1924.

⁵ Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 45, S. 238. 1923.

⁶ Chem. Zentralbl. Bd. 96, I, S. 2120. 1925.

gehalt ist ebenfalls meist gering. Verhältnismäßig viel Magnesia enthalten die Brombeeren. In Spuren ist Eisenoxyd vorhanden. Die Anionen sind vor allem Kohlensäure. Beträchtlich ist auch der Gehalt an Phosphorsäure. Auch Schwefelsäure ist fast stets in mehreren Prozenten der Gesamtasche vorhanden, dagegen liegt der Chlorgehalt fast immer unter 1%. Durch hohen Chlorgehalt (über 10% der Gesamtasche) zeichnen sich Ananas und Bananen aus. Die Obstaschen enthalten meist mehrere Prozent Kieselsäure. Bemerkenswert ist noch, daß Obstaschen häufig nennenswerte Manganmengen (etwa 0,2—0,8% Mn_3O_4) aufweisen. Auch kommen in manchen Obstsorten Spuren von Borsäure vor.

Die Vitaminforschung hat ergeben, daß im Obst Vitamine vorhanden sind, und zwar vor allem in beträchtlichen Mengen das C-Vitamin, das antiskorbutische Prinzip. In besonders großen Mengen liegt dieser Stoff in Orangen und Citronen vor.

Nährwert. Diese Tatsache klärt den Widerspruch zwischen der alten Volksmeinung von der hohen Bedeutung des Obstes und der Obsterzeugnisse für die Ernährung einerseits und der wissenschaftlichen Ernährungslehre bis zur Entdeckung der Vitamine andererseits auf. Solange man die Grundlage der Ernährung nur in dem Gehalt der Nahrungsmittel an N-Substanz, Fett und Kohlenhydraten erblickte, war nicht einzusehen, worin der erhebliche Nährwert der Obstarten und Obsterzeugnisse bestehen sollte. Nach der oben angegebenen Zusammensetzung ist der kalorische Nährwert nur gering. Man hat, bevor man von der Existenz der Vitamine wußte, in der Tat das Obst infolge des Gehaltes an organischen Säuren und Geruchs- und Geschmacksstoffen mehr als ein anregendes und die Verdauung beförderndes Genußmittel als für ein Nahrungsmittel angesehen.

Die chemischen Vorgänge bei der Reifung und bei der Nachreife. Ausführlich sind die Vorgänge bei der Reifung bei den Weintrauben studiert (S. 288). Im großen und ganzen liegen die Verhältnisse beim Obst ähnlich. In unreifen Äpfeln, Birnen findet sich Stärke, welche mit zunehmender Reife immer mehr verschwindet. Der Gehalt an Zucker nimmt zu. Gleichzeitig findet eine dauernde Abnahme des Säuregehaltes statt. Durch die Nachreife wird bekanntlich bei vielen Obstarten der Geschmack erheblich verändert und verfeinert. Beim Lagern treten zunächst Wasserverluste auf. Ferner wird ein Teil der Glucose des Invertzuckers in die süßer schmeckende Fructose verwandelt. Vorhandene Stärke wird in Zucker übergeführt, der Säuregehalt nimmt oft beträchtlich ab. Endlich bewirkt die Pektase bei der Nachreife weitere Umwandlungen von Pektose in eigentliches, gelierendes Pektin. Hieraus erklärt sich das vielfach eintretende Weichwerden der Früchte beim Lagern.

Obstkrankheiten. Von mancherlei Krankheiten kann das Obst befallen werden.

Der **Fusicladiumschorf**, der meist auf Äpfeln und Birnen auftritt, besteht in graubraunen Flecken, welche von einem Pilz *Venturia* hervorgerufen werden.

Auch Schimmelpilze verschiedener Art können das Obst befallen.

Fäulnispilze entwickeln sich besonders leicht bei Fallobst oder sonstwie angestoßenem Obst, bei dem Schale und das verletzte Gewebe die Eintrittspforte bilden.

Rostpilze (*Aecidium grossulariae*) erzeugen rote Flecken auf Johannisbeeren und Stachelbeeren.

Bisweilen befällt der amerikanische Stachelbeermehltau (*Sphaerotecae morsurae*) Stachelbeeren. Er bildet graue oder braune abziehbare Häute aus, deren Genuß gesundheitsschädlich sein soll.

Die Larven verschiedener Insekten (Maden, Würmer) fressen sich von außen in das Innere der Früchte hinein. Auch beschädigen viele Raupen die Früchte durch Anfressen von außen.

Obsterzeugnisse.

Da das frische Obst seines hohen Wassergehaltes wegen schnell in Verderbnis gerät, wird es nach verschiedenen Methoden haltbar gemacht.

In manchen Ländern ist es für feines Obst üblich, die Obstfrüchte, wie Äpfel usw. am Baum mit Blausäure zu behandeln. Dadurch werden Würmer und Insektenlarven abgetötet, womit für das Obst sowohl bei der Reifung als auch bei der Lagerung eine größere Haltbarkeit erzielt wird. Die gasförmige Blausäure verflüchtet sich nach kurzer Zeit vollkommen wieder. Eine Schädigung der menschlichen Gesundheit durch den Genuß derartigen Obstes ist also nicht zu befürchten¹.

Haltbarmachung von Obst im Haushalt (Weckverfahren). Die Haltbarmachung von Obsterzeugnissen im Haushalt geschieht in größtem Stile durch das Weckverfahren. Das Verfahren wird nicht nur für Obst, sondern auch für Gemüse und Fleisch angewendet. Es beruht darauf, daß die an den Naturprodukten stets vorhandenen Hefe-, Essig-, Schimmelpilze und andere Verderber der Lebensmittel durch Erhitzen in geschlossenen Gefäßen abgetötet werden. Nach der Erhitzung ist das Gefäß mit Wasserdampf gefüllt. Dieser kondensiert sich beim Abkühlen, so daß im Innern ein luftleerer Raum entsteht. Infolgedessen preßt der äußere Luftdruck den Abschlußdeckel gegen den als Abdichtung zwischen Rand und Deckel eingefügten Gummiring. Dadurch wird ein dichter Verschuß erreicht, der nun dafür sorgt, daß auch von außen Bakterien nicht mehr zutreten können. Sehr wesentlich ist es beim Weckverfahren, die Erzeugnisse vorher gut zu reinigen und alle verschmutzten und faulen Teile vorher zu entfernen. Im Schmutz finden sich nämlich nicht selten Bakterien, welche kochfeste Sporen bilden. Diese Sporen werden aber durch die Erhitzung nicht abgetötet und keimen deshalb nach erfolgtem Abkühlen aus, womit die Verderbnis des Produktes beginnt. Sind möglicherweise solche kochfeste Sporen vorhanden, so kann die Sterilisation auch in der Weise erfolgreich durchgeführt werden, daß man am zweiten Tage noch einmal sterilisiert. Die mittlerweile ausgekeimten Sporen sind in vegetative Formen übergegangen und nun bei Kochhitze ohne weiteres zerstörbar.

Wenn die Sterilisation nicht gut gelungen ist, oder wenn die Abdichtung keine vollkommene gewesen ist, so treten in den sterilisierten Produkten Zersetzungen auf. Man tut gut, die sterilisierten Gläser zu beobachten und beim ersten Anzeichen von Zersetzungen sie nochmals zu sterilisieren. In dieser Weise behandelt, können Zersetzungen bei Obstkonserven leicht vermieden werden. Auch hat es bei Obst keine Bedenken, Früchte zu genießen, an denen sich schon geringe Zersetzungserscheinungen gezeigt haben. Bei eingewecktem Gemüse oder Fleisch aber soll man nicht so verfahren. Hier ist die Entstehung von Giften bei der Zersetzung nicht unmöglich. Zeigen sich also an derartig eingeweckten Erzeugnissen Zersetzungen, so sollen sie nicht noch einmal sterilisiert werden, sondern besser nicht mehr gegessen werden.

Bisweilen empfohlene Vereinfachungen des Weckverfahrens, die Zeit und Arbeit ersparen sollen, bestehen darin, daß nach Einfüllung in das Gefäß durch Einbringung einer Spiritusflamme in den Luftraum, oder Absaugung von Luft mit einer Pumpe ein dichter Verschuß erreicht werden soll. Diese Verfahren sind unzweckmäßig, sie beachten nicht, daß es bei dem Weckverfahren auf zweierlei ankommt, nämlich erstens die Vernichtung der schon an den zu konservierenden Erzeugnissen sitzenden Lebewesen, zweitens den Verschuß, um nachträgliche Infektion aus der Luft zu vermeiden. Die Herstellung eines dichten Verschlusses nutzt also nichts, wenn die Verderber nicht

¹ Siehe indessen die Befunde von Lendrich u. Mayer: Zeitschrift f. Untersuch. d. Lebensmittel. Bd. 52, S. 441. 1926.

vorher durch Erhitzen zerstört worden sind. Diese Verfahren können also das Weckverfahren nicht vereinfachen, sie können höchstens geeignet sein, den Verschluß zu verbessern, ohne aber jemals das Erhitzen ersetzen zu können.

Trockenobst. Man macht das Obst auch dadurch haltbar, daß man es auf Trockenobst verarbeitet. Das Wachstum der Bakterien ist stets an einen hohen Wassergehalt gebunden. Wird also der Wassergehalt durch Trocknen weit heruntergesetzt, so können die Bakterien nicht wachsen, womit die Konservierung erreicht wird.

Kleinere Früchte trocknet man als solche, große Früchte, wie Äpfel, werden vorher in dünne Scheiben zerschnitten, dann werden sie an der Sonne oder auch durch künstliche Wärme getrocknet. Bei der künstlichen Trocknung nimmt man die Wasserentfernung auch häufig im luftverdünnten Raum vor, weil dann der Wassergehalt sich schon bei niederen Temperaturen entfernen läßt. Das hat den Vorteil, daß hohe Hitzegrade und die damit verbundenen Zersetzungen von Zucker und anderen Bestandteilen, sowie die Verflüchtigung des Aromas besser vermieden werden.

Das Trockenobst wird häufig vorher geschwefelt, d. h. es wird in Räume gebracht, in denen ein Stück Schwefel verbrannt wird. Beim Verbrennen des Schwefels entsteht die konservierend wirkende und gleichzeitig bleichende schweflige Säure. Das Verfahren hat also einen doppelten Zweck, einmal bleicht es die Früchte und ferner macht es sie besser haltbar, sei es, daß schon vorhandene Schädlinge zerstört, sei es, daß das nachträgliche Aufkommen solcher Organismen verhindert wird. Geschieht die Behandlung mit schwefliger Säure nur zum Zwecke des Bleichens, um mißfarbiger Ware den Schein einer besseren Beschaffenheit zu verleihen, so verstößt es gegen § 10 des Nahrungsmittelgesetzes. Ein Nachteil des Verfahrens besteht darin, daß die schweflige Säure gesundheitlich nicht ganz indifferent ist. Nach den Arbeiten des Reichsgesundheitsamtes¹ kommt die schweflige Säure in geschwefeltem Dörrobst in gebundener Form vor. Das Verhalten bei der hydrolytischen Spaltung und gegenüber verdünntem Alkali spricht dafür, daß sie an aldehyd- oder ketonartige Stoffe, und zwar wahrscheinlich an Glucose gebunden ist. Die so gebundene schweflige Säure wirkt weniger giftig als die freie schweflige Säure. Da bei der Herstellung von Trockenobst die schweflige Säure in manchen Fällen nicht ganz entbehrt werden kann, hat ein Ministerialerlaß der verschiedenen Bundesstaaten übereinstimmend bestimmt², daß der Gehalt an schwefliger Säure in getrocknetem Obst dann nicht beanstandet werden soll, wenn er weniger als 0,125% beträgt.

Über die ungefähre Zusammensetzung von Trockenobst unterrichtet die nachstehende Tabelle in Prozenten (nach König):

Art des Trockenobstes	Wasser	N-Subst.	Säure (Äpfelsäure)	Gesamtzucker	sonst. Kohlenhydrate	Rohfaser und Kerne oder Steine	Fett	Asche
Äpfel (mit Kernen)	31,28	1,42	3,51	44,78	10,60	6,10	0,75	1,56
Birnen (mit Kernen)	29,05	2,15	1,01	41,87	17,07	6,48	0,71	1,66
Pflaumen (mit Steinen)	26,85	1,94	1,72	36,92	14,56	15,32	0,49	2,25
Aprikosen	31,37	3,77	2,52	40,97	12,90	4,40	0,40	3,67
Rosinen	24,46	2,39	1,16	59,35	3,29	7,05	0,59	1,71

¹ Kerp: Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 8, S. 53. 1904.

² Beythien: Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 8. S. 48. 1904.

Bisweilen wird das getrocknete Obst von Milben befallen, kleinen etwa 1 mm groß werdenden Spinnentieren, die sich durch Eier fortpflanzen. Diese Tiere sind den Mehlmilben ähnlich. Das vereinzelte Vorkommen von Milben in Trockenobst ist noch kein Grund, die Ware als ungeeignet für den menschlichen Genuß zu erklären. Erst wenn sie in größerer Menge vorhanden sind, machen sie das Erzeugnis für die menschliche Ernährung unbrauchbar, weil größere Milbenmengen geeignet sind, Ekel zu erregen. Solche Trockenobste sind also als verdorben im Sinne des Nahrungsmittelgesetzes anzusehen.

In dieser Weise werden getrocknet: Pflaumen, Äpfel, Birnen, Aprikosen, Pfirsiche und Rosinen (getrocknete Weintrauben).

Kandieren. Ein anderes Verfahren der Haltbarmachung von Obst besteht im Kandieren der Früchte. Hierbei werden die Früchte mit einem Zuckerüberzug versehen und gleichzeitig mit einer Zuckerlösung durchtränkt. Starke Zuckerlösungen wirken in der Richtung, daß sie die Zersetzung verhindern. Die in dieser Weise kandierte Fruchtschale der echten Citrone ist das Citronat, welches vielfach Kuchen zugesetzt wird. Bleibt das Erzeugnis in dicken Zuckerlösungen liegen, so heißt es Sukkade. Das Orangeat ist das entsprechende Erzeugnis der bitteren Orange.

Früchte in Zuckerlösungen. Durch Einbringen der Früchte in konzentrierte Zuckerlösung kann man die Früchte vollkommen haltbar machen. Man erhitzt sie mit dicker Zuckerlösung und bindet das Gefäß oberflächlich mit einem Papier zu. Derartige Erzeugnisse sind zwar lange haltbar, in der dicken Zuckerlösung leidet das Aroma aber stark. Deshalb legt man die Früchte lieber in dünne Zuckerlösungen ein. Dann muß man aber das Erzeugnis steril aufheben, entweder durch Einwecken in der oben geschilderten Weise, oder durch Zusatz eines geeigneten chemischen Konservierungsmittels.

Chemische Konservierungsmittel. Für diesen Zweck wurde bisher vielfach in den Haushalten Salicylsäure verwendet. Die Salicylsäure ist aber nicht nur gesundheitlich nicht ganz einwandfrei, es gibt auch bessere Konservierungsmittel für diesen Zweck, so vor allem das benzoesaure Natrium, welches nach dem Urteil aller Forscher, welche sich mit der Frage beschäftigt haben, gesundheitlich unschädlich ist, dabei aber sehr gut konserviert. Die Anwendung von 1 g benzoesaurem Natrium auf 1 l Flüssigkeit genügt, die Früchte zu konservieren. Statt Benzoesäure wird neuerdings auch das p-chlorbenzoesaure Natrium der badischen Anilin- und Sodafabrik, welches unter dem Namen Mikrobin in den Handel kommt, empfohlen. Das Mikrobin steht hinsichtlich seiner konservierenden Wirkung der Benzoesäure nicht nach. Benzoesäure kommt in Heidelbeeren von Natur aus in denjenigen Mengen vor, in denen sie zur Konservierung angewendet werden muß (S. 220). Vielfach wird auch für die Konservierung von Obsterzeugnissen Ameisensäure angewendet. Sie muß in etwa 2 $\frac{1}{2}$ mal so großer Menge wie Benzoesäure Verwendung finden, wirkt aber trotzdem meistens schlechter. Auch Ameisensäure gilt als gesundheitsunschädlich. Auch ein Zusatz von 0,5–1 g Natriumfluorid wird bisweilen für Obstkonservierung verwendet. Dieses Konservierungsmittel hat aber ausgesprochen giftige Eigenschaften. Gesundheitlich bedenkliche Konservierungsmittel haben natürlich ohne weiteres auszuschneiden. Die Anwendung gesundheitsunschädlicher Konservierungsmittel kann bei der gewerbsmäßigen Zubereitung von Obsterzeugnissen nur dann erfolgen, wenn der Zusatz durch klare Deklaration zur Kenntnis des Käufers gebracht wird¹.

Dunstobst. Dunstobst ist ein Erzeugnis, welches in seinem eigenen Saft sterilisiert wird. Es kann nur hergestellt werden aus saftreichen Früchten.

¹ Ameisensäure und Benzoesäure dürfen auch ohne Deklaration zugesetzt werden (nach einem Kriegserlaß, der bisher nicht aufgehoben wurde).

Man packt die Gefäße sehr voll, schließt und sterilisiert. Der Fruchtsaft tritt aus und bedeckt die Früchte. Derartige Erzeugnisse müssen natürlich steril aufgehoben werden.

Essig- und Branntweinflüchte. Als Konservierungsmittel für Obst finden auch häufig Essig und Branntwein Verwendung. Man kocht die zu sterilisierenden Früchte zunächst in konzentrierter Zuckerlösung vor und legt sie dann in siedenden Essig, Rum oder Kognak ein.

Fruchtsäfte. Fruchtsäfte sind die durch Auspressen gewonnenen Säfte der Früchte. Diese Säfte heißen auch Muttersäfte. Sie sind in diesem Zustand nicht haltbar. Man muß sie also wiederum entweder nach erfolgter Sterilisation steril aufheben oder mit einem der genannten gesundheitsunschädlichen Konservierungsmittel versetzen.

Vor dem Auspressen der Säfte läßt man die Früchte häufig eine Gärung durchmachen, so besonders beim Himbeersaft, wodurch das Aroma verfeinert wird.

Die Fruchtsaftpressereien sind technisch so eingerichtet, daß die Früchte nach ausgiebiger Reinigung zunächst auf Mahlmühlen zerkleinert werden. Darunter befinden sich häufig Gärbottiche. Auf Pressen werden die zerkleinerten Früchte ausgepreßt. Die Rohsäfte fließen in Aufbewahrungsgefäße und werden durch Umfüllen und Abstechen oder durch Filterapparate geklärt.

Wenn Fruchtsäfte mit der gleichen oder doppelten Menge Zucker aufgekocht werden, so entstehen die Fruchtsirupe. Die Fruchtsäfte werden vielfach in Form dieser Sirupe genossen, so Himbeersirup, Johannisbeersirup, Kirschensirup, Erdbeersirup usw. — Eine Sterilisation oder chemische Konservierung der Sirupe ist unnötig, da sie sich infolge ihres hohen Zuckergehaltes ohne weiteres, auch unsteril aufgehoben, halten.

Für die Sirupherstellung wird in manchen Betrieben Einkochung in Vakuumkesseln vorgenommen. Oft sind unter diesen Kesseln Kühler angebracht, die an die Aufbewahrungsbehälter angeschlossen sind. Oft werden die Sirupe nach dem Einkochen durch Heißfilter gesandt, wodurch eine völlige Klärung und die Gewinnung eines ganz blanken Sirups gelingt.

Der wichtigste Fruchtsaft, welcher, als solcher genossen, gewerblich hergestellt wird und in den Verkehr kommt, ist der Citronensaft; der wichtigste Fruchtsirup, welcher zu den verschiedensten Süßspeisen genossen wird, ist der Himbeersirup. Der Citronensaft ist frisch ausgepreßt sehr schmackhaft, läßt sich aber nur schwer lange Zeit halten. Bei der Aufbewahrung nimmt er nämlich, auch wenn ein Konservierungsmittel zugesetzt ist, allmählich eine gelbliche Färbung an, wird trübe und zeigt einen terpeninartigen,

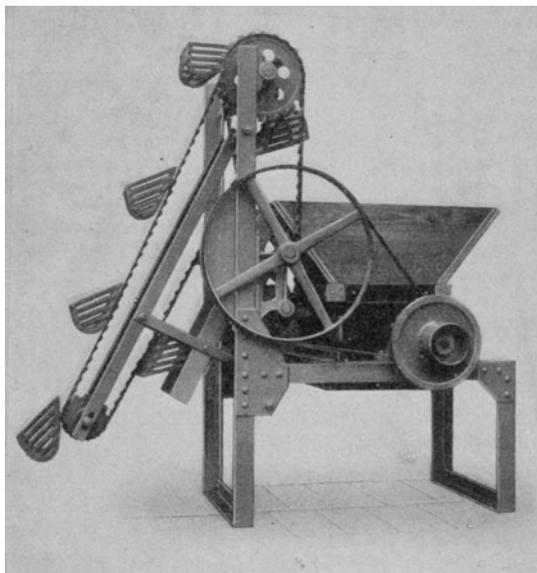


Abb. 41. Obstmühle für Riemenbetrieb.
Ausgeführt von Kleemanns Vereinigten Fabriken in
Obertürkheim.

unangenehmen Geruch und Geschmack. (Über die Erklärung dieser Vorgänge vgl. S. 220.) Da der natürliche Citronensaft so schwer haltbar ist, so werden vielfach Kunstprodukte hergestellt, die aus krystallisierter Citronensäure, Zucker, etwas Alkohol, Citronenöl und oft auch gelber Farbe zusammengemischt werden. Sie müssen deutlich als das was sie sind, nämlich als Kunstcitronensaft, bezeichnet werden.

Die Fruchtsäfte sowohl, wie die Fruchtsirupe werden viel verfälscht, und zwar hauptsächlich durch Wasserzusatz. Dieser erfolgt meistens in Form der sog. Nachpresse. Man nennt so die Flüssigkeit, welche man erhält, wenn die ausgepreßten Rückstände mit Wasser wieder angerührt und dann nochmals ausgepreßt werden. Da die Verfälschung bei gefärbten Fruchtsäften oder Fruchtsirupen sich häufig durch die zu helle Farbe verrät, so werden diese Erzeugnisse

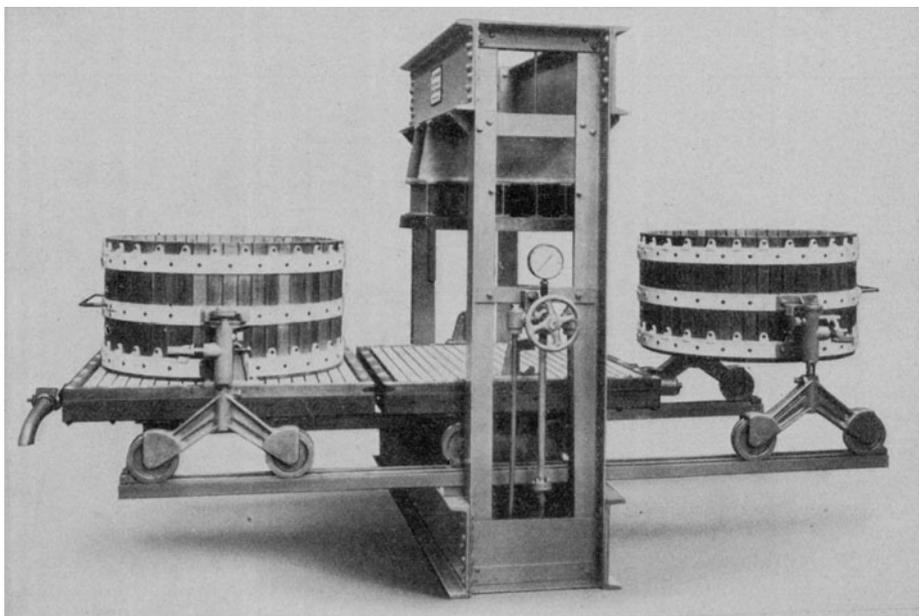


Abb. 42. Obstpresse, ausgeführt von Kleemanns Vereinigten Fabriken in Obertürkheim.

auch oft künstlich gefärbt. Auch bei mißfarbig gewordenen Erzeugnissen findet nicht selten die künstliche Färbung statt. Der Farbstoffgehalt muß deutlich deklariert werden. Bisweilen werden Fruchtsäfte dadurch verfälscht, daß an Stelle von Zucker der billigere Stärkesirup (S. 208) Verwendung findet. Auch der Zusatz von Stärkezucker ist zu deklarieren gemäß den unten angegebenen näheren Bestimmungen.

Fruchtsäfte schwanken stark in der Zusammensetzung. Von großem Einfluß sind der Boden und vor allem die Witterung des Reifungsjahres. Die seit Jahren vorgenommene Fruchtsaftstatistik zeigt, daß die Fruchtsäfte der verschiedenen Jahre oft außerordentlich in der Zusammensetzung verschieden sind. König gibt die mittlere Zusammensetzung der wichtigsten Fruchtsäfte wie in der Tabelle auf S. 227 angegeben an.

Marmeladen, Muse, Jams, Konfitüren. Unter diesen Namen versteht man Erzeugnisse, welche aus dem Mark der Früchte mit bzw. ohne Zuckerzusatz bereitet werden. Die Muse, meist aus Pflaumen oder Zwetschen hergestellt, erhalten keinen Zuckerzusatz. Die Marmeladen werden dagegen mit Zusatz

von Zucker eingekocht. Konfitüre ist der französische, im Handel vielfach eingebürgerte Ausdruck für Marmelade, Jams der entsprechende englische Ausdruck. Die englischen Jams unterscheiden sich aber dadurch von den Marmeladen, daß sie nicht selten noch ganze Früchte oder gröbere Bruchstücke der Früchte enthalten.

g in 100 ccm.

Art des Fruchtsaftes	Spez.-Gew. 15°	Wasser	N-Subst.	Säure (Äpfelsäure)	Invert- zucker	Saccharose	sonst. Kohlen- hydrate	Asche	Zuckerfreier Extrakt
Apfelsaft	1,0663	82,81	0,32	0,99	9,93	3,04	2,05	0,50	3,86
Kirschsaft (süß)	1,0670	82,44	0,47	0,64	11,10	0,26	4,61	0,48	6,20
Johannisbeersaft	1,0450	88,35	0,34	2,11	6,90	—	1,83	0,47	4,75
Himbeersaft	1,0402	89,61	0,38	1,67	6,02	—	1,97	0,45	4,37
Erdbeersaft	1,0298	92,29	0,26	0,71	4,46	0,24	1,61	0,43	3,09
Citronensaft	1,0398	89,69	0,34	6,83	—	1,70	0,97	0,47	1,78

Die technische Herstellung dieser Erzeugnisse geschieht ungefähr in folgender Weise: Die Früchte müssen zunächst sorgfältig von Schmutz, Sand, Stielen, Schalen, Kernen usw. befreit werden. Dann erfolgt eine Vor- kochung. Danach wird der Fruchtbrei häufig noch durch Passiermaschinen getrieben. Dann gelangt die Masse in den eigentlichen Kochkessel und wird nach Zuckerzusatz hier mit oder ohne Vakuum zu der gewünschten Konsistenz eingekocht. Der Kochvorgang muß sorgfältig beobachtet werden, um Anbrennen des Zuckers zu vermeiden und das Aroma zu erhalten. Der Zuckerzusatz schwankt zwischen 40 bis 60% der Fruchtmasse. Die Kochkessel sind mit Rührwerk versehen und werden meist mit Dampf geheizt. Die fertige Marmelade wird in Blecheimer oder Glasgefäße abgefüllt.

Die Zusammensetzung der Marmeladen richtet sich naturgemäß nach der Art der verwendeten Früchte, der Menge des Zuckerzusatzes und dem Eindickungsgrade. Die wichtigsten Marmeladen haben nach König folgende mittlere Zusammensetzung in Prozenten (s. Tab. auf S. 228).

Gelees. Viele Fruchtsäfte haben die Eigenschaft, wenn sie mit Zucker aufgekocht werden, zu gelieren. Diese Eigenschaft rührt, wie schon gesagt wurde, vom Pektingehalt der Fruchtsäfte her. Die Gelierfähigkeit ist von der Wasserstoffstufe stark abhängig. Höhere Acidität wirkt auf Pektinstoffe zerstörend ein, wie Mehlitz¹ dargetan hat.

Diese Erzeugnisse werden sowohl fabrikatorisch im großen hergestellt, als auch vielfach, ebenso wie die Fruchtsäfte und Marmeladen in den Haushalten bereitet. Für die Herstellung von Gelees eignen sich vor allem Apfel-, Johannisbeer-, Himbeer- und noch manche andere Fruchtsäfte.

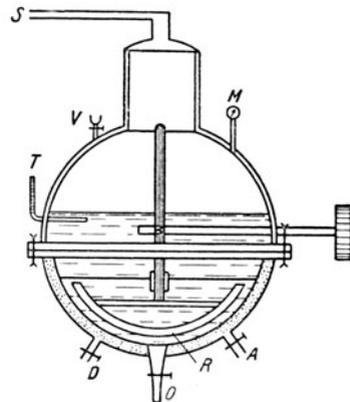


Abb. 43.

Schematischer Querschnitt durch einen Vakuumkocher.

D = Dampfeinlaß. A = Abdampf.
S = Verbindung zur Saugpumpe.
M = Manometer. V = Ventil. O =
Ablaufvorrichtung. T = Thermo-
meter. R = Rührer.
(Nach Strohecker.)

¹ Konservenindustrie. Bd. 12, S. 73, 86, 123.

Marmelade	Wasser	N-Subst.	Säure (Apfelsäure)	Invert- zucker	Saccharose	sonst. Kohlen- hydrate	Rohfaser	Asche
Zwetschenmus (ohne Zucker)	39,61	1,53	1,54	37,05	—	17,70	1,67	0,90
Apfelmarmelade	40,55	0,41	0,71	26,55	28,39	2,56	0,58	0,25
Aprikosen- marmelade . . .	29,18	0,58	0,94	35,32	29,58	3,50	0,47	0,43
Himbeermarmelade	26,51	1,05	1,26	43,12	22,38	3,00	2,25	0,43
Erdbeermarmelade	29,33	0,59	0,75	41,28	21,89	5,04	0,69	0,43
Apfelsinen- marmelade . . .	26,39	0,35	0,72	41,02	24,30	6,41	0,56	0,25

Die fabrikatorische Gewinnung erfolgt in ähnlicher Weise wie die Bereitung der Fruchtsäfte bzw. Marmeladen. Nach vorhergehendem Reinigen der Früchte, Aufquellen und Vorkochen wird mit hydraulischen Pressen der Saft ausgepreßt und in Kochkesseln mit Zucker bis zum Gelieren erhitzt. Bei feineren Gelees wird auch das Auspressen unterlassen und nur der feiner schmeckende, direkt ablaufende Saft verarbeitet. Auch aus Apfeltrestern kann durch Auslaugen mit Wasser ein Saft gewonnen werden, der mit Zucker hohe Gelierfähigkeit zeigt. Aus derartigen Trestern gewonnene Erzeugnisse müssen „Kunstgelee“ genannt werden. Die Kochung darf nicht zu lange durchgeführt werden, weil dann die Gelierfähigkeit wieder abnimmt.

Bei der Herstellung von Gelees und Marmeladen in den Haushaltungen werden häufig grobe Fehler begangen, welche ein Mißraten des Produktes zur Folge haben. So ist es besonders in der Kriegszeit häufig vorgekommen, daß Pflaumenmarmelade in Zinkkesseln (grauen Waschkesseln) eingekocht wurde. Die organischen Säuren der Früchte lösen aber in beträchtlicher Menge Zink auf, damit gelangen Zinksalze in die Marmelade, welche einen zusammenziehenden Geschmack besitzen und giftig wirken, so daß das ganze Erzeugnis unbrauchbar wird.

Bei der Herstellung von Gelee können dadurch Fehler gemacht werden, daß das Einkochen in falschen Gefäßen geschieht. Schadhafte Emailletöpfe, bei denen das Eisen mit dem Fruchtsaft in Berührung kommt, veranlassen das Übergehen von Eisensalzen in den Gelee. Alle Metallsalze verhindern oder beeinträchtigen aber die Gelierfähigkeit.

Seit einiger Zeit werden, meist aus Apfeltrestern und Rübenrestern Pektinpräparate hergestellt, welche in sirupöser oder auch Pulverform in den Handel kommen. Diese Stoffe können beim Einkochen von Gelee im Haushalt mit Vorteil Verwendung finden. Ein Mißraten des Gelierens kann dadurch vermieden werden. Auch ist der Gasverbrauch geringer, da bis zur Erreichung des Gelierens nur kurz aufgekocht zu werden braucht.

Apfeltrester enthalten noch große Mengen von Protopektinen, welche zum Zwecke der Gewinnung dieser Präparate in Pektine übergeführt werden müssen. Es sei dazu daran erinnert, daß durch Alkali- und Säurebehandlung ein Teil der Methoxylgruppen abgespalten werden, wobei das Pektin in die nicht gelierende Pektinsäure, also ein für den vorliegenden Zweck wertloses Produkt übergeht (S. 46). Deshalb verfährt man für die Umwandlung des Protopektins meist so, daß man mit Wasser überschüttet und kocht, unter Umständen auch unter Druck im Autoklaven. Auch durch sehr vorsichtige Säurebehandlung sowie durch Pektase (Enzym) werden Pektinpräparate gewonnen. Die so gewonnenen Produkte werden durch Eindampfen im Vakuum oder durch

Zerstäubung (S. 131) in Pulverform übergeführt. Auch Alkoholfällung ist angewandt, doch werden die mit Alkohol gefällten Erzeugnisse zu teuer. Die mittlere Zusammensetzung einiger Gelees gibt König wie folgt an:

	Wasser	N-Subst.	Säure (Apfelsäure)	Invert- zucker	Saccharose	sonst. Kohlen- hydrate	Asche
Apfelgelee	23,62	0,33	1,09	38,55	32,22	3,93	0,56
Johannisbeergelee . . .	20,12	0,39	2,62	33,03	39,87	3,77	0,50
Himbeergelee	19,48	0,25	1,76	49,03	25,66	3,35	0,47

Die Verfälschungen der Gelees und Marmeladen können sehr vielseitige sein. Die wichtigsten Verfälschungsarten sind folgende:

Die Verwendung von billigeren Früchten als denjenigen, aus denen nach der Bezeichnung der Proben die Marmelade bestehen soll, Zusatz von Stärkesirup, künstliche Färbung, Zusatz von Geliermitteln, wie Gelatine, Agar-Agar, Verwendung von Preßrückständen an Stelle der frischen Früchte.

Für die Beurteilung von Obsterzeugnissen hat der Verein deutscher Nahrungsmittelchemiker mit den Vertretern der Obstverarbeitungsindustrie im Jahre 1909 in Heidelberg bestimmte Beschlüsse gefaßt. Diese sog. „Heidelberger Beschlüsse“ haben bis jetzt die Grundlage für die Beurteilung dieser Fragen gebildet. In diesem Jahre sind nun Veränderungen dieser Heidelberger Beschlüsse zustande gekommen, die auf der Jahresversammlung des Vereins deutscher Nahrungsmittelchemiker in Nürnberg erstmalig durchberaten wurden. Diese neuen Leitsätze haben folgenden Wortlaut:

Leitsätze für die Beurteilung von Marmeladen, Konfitüren und Jams.

A. Normale Beschaffenheit.

1. Marmeladen, Konfitüren und Jams sind Einkochungen aus frischen Früchten (Obst) und Zucker.

Die Konsistenz der Erzeugnisse muß derart sein, daß dieselben entweder dickbreiig oder geleeartig, dabei streichfähig sind.

Der äußeren Beschaffenheit nach unterscheidet man:

a) Konfitüren oder Jams, mit dieser Bezeichnung dürfen nur Einfruchterzeugnisse belegt werden. Sie müssen den Namen der Frucht, aus der sie hergestellt sind, tragen; die zu ihrer Herstellung verwendeten Früchte müssen unzerteilt oder, wenn nötig, in Stücken zur Einkochung gelangen, so daß in der Regel im Fertigfabrikate Fruchtstücke erkennbar sind.

b) Marmeladen, breiartige Zubereitungen, die durch Einkochen des zerkleinerten (auch passierten) Fruchtmарkes gewonnen werden. Mehrfruchtarmeladen (Zweifrucht-, Dreifrucht-, Vierfruchtarmeladen) sind solche, die nach den verwendeten Früchten benannt sind, und bei denen der Gehalt an Apfelmark nicht mehr als 50% der Fruchteinwage beträgt.

Auch bei als „Gemischte Marmelade“ bezeichneten Erzeugnissen darf der Gehalt an Apfelmark 50% der Fruchteinwage nicht übersteigen.

2. Die Früchte müssen vollwertig in dem Sinne sein, daß sie weder teilweise ausgepreßt noch anderweitig ihres Saftes beraubt sind. Halbfabrikate für vorgenannte Erzeugnisse (Fruchtmark oder ähnliche Zubereitungen aus frischen vollwertigen Früchten) sind frischen Früchten im Sinne von Ziffer 1 gleich zu achten.

3. Die beim Einkochen eines Obsterzeugnisses dieser Art entweichenden und mit Hilfe besonderer Kondensationsvorrichtungen wiedergewonnenen Stoffe (Aromastoffe) dürfen demselben Produkt ohne Deklaration wieder zugesetzt werden.

4. Bei der Herstellung von Marmeladen, Konfitüren und Jams sind im allgemeinen auf 55 Teile Zucker mindestens 45 Teile Früchte zu nehmen, jedoch hat das Fertigfabrikat mindestens 50% an zugesetztem Zucker zu enthalten. Als Ausnahme gelten die Marmeladen von Citrusfrüchten, hier sind auf 70 Teile Zucker mindestens 30 Teile Frucht zu verwenden.

5. Als Geliermittel (aber nur als solches, nicht als Streckmittel) darf entweder ein aus einer anderen Frucht hergestellter Geliersaft bis zu 15% oder Fruchtpektin vorläufig in einer Menge bis zu 0,3% Pektinstoff (berechnet als Calciumpektat) ohne Kennzeichnung zugesetzt werden. Sobald eine weitere Klärung der Pektinfrage stattgefunden hat, soll die Festlegung von Grenzwerten neu geprüft werden. Diese Zusätze dürfen aber nicht als Fruchtmarmelade oder Fruchtbestandteile mit in Ansatz gebracht werden, sie müssen vielmehr neben dem vorgeschriebenen Fruchtmarmelade Anwendung finden.

6. Ein geringer Zusatz von Weinsäure oder Milchsäure ist ohne Kennzeichnung zulässig.

B. Auch unter Kennzeichnung unzulässige Zusätze.

1. Obstrückstände, sowie solche Rückstände, die beim Pressen, Auslaugen und Destillieren von Früchten oder Fruchtbestandteilen verbleiben.

2. Stärkesirup in Menge von mehr als 25% im Fertigfabrikat.

3. Getrocknete Früchte bei Konfitüren und Jams.

4. Agar und Gelatine sowie andere in Früchten nicht enthaltene Geliermittel.

5. Mineralstoffe aller Art.

C. Unter Kennzeichnung erlaubte Stoffe.

1. Getrocknete Obstfrüchte bei Marmeladen.

2. Stärkesirup. Die Deklaration „Mit Stärkesirup“ deckt einen Zusatz bis zu 25%¹.

3. Künstliche Färbung. Zwecks Deklaration ist das Wort „Gefärbt“ zu verwenden. Diese Deklaration genügt unter allen Umständen.

Leitsätze für die Beurteilung von Gelees.

A. Normale Beschaffenheit.

1. Gelee ist unter Zusatz von Zucker von der flüssigen in die starre Form übergeführter Saft frischer Früchte.

2. Die beim Einkochen von Gelee entweichenden und mit Hilfe besonderer Kondensationsvorrichtungen wiedergewonnenen Aromastoffe dürfen demselben Produkt ohne Deklaration wieder zugesetzt werden.

3. Im fertigen Erzeugnisse müssen mindestens 50% zugesetzter Zucker enthalten sein.

4. Als Geliermittel (aber nur als solches, nicht als Streckmittel) darf für Erzeugnisse aus Fruchtsaft Fruchtpektin in einer Menge bis zu 0,6% Pektinstoff (berechnet als Calciumpektat) ohne Kennzeichnung zugesetzt werden².

B. Auch unter Kennzeichnung unzulässige Zusätze.

1. Agar und Gelatine sowie andere in Früchten nicht enthaltene Geliermittel. Erzeugnisse, die unter Verwendung derartiger Geliermittel hergestellt sind, müssen als „Kunstgelee“ bezeichnet werden.

2. Stärkesirup.

3. Mineralstoffe aller Art.

C. Unter Kennzeichnung erlaubte Stoffe.

1. Auszüge aus getrocknetem Obst.

2. Obstsaft anderer Früchte bei Gelees, die unter dem Namen einer bestimmten Fruchtart vertrieben werden. Der Zusatz ist zu kennzeichnen, und zwar in der Weise „Mit Zusatz von Johannisbeersaft“ usw. Diese Deklaration deckt einen Zusatz bis zu 25% des zur Einwaage gelangenden Obstsaftes.

3. Künstliche Färbung. Zwecks Deklaration ist das Wort „Gefärbt“ zu verwenden. Diese Deklaration genügt alsdann unter allen Umständen.

Allgemeine Bestimmungen über Pektinerzeugnisse.

Pektinerzeugnisse (flüssige, extraktartige oder pulverförmige), die in der Obstkonservenindustrie Verwendung finden sollen, müssen aus unverdorbenen sowie auch anderweitig hygienisch einwandfreien Fruchtteilen hergestellt sein und auch im übrigen

¹ Zur Prüfung der Frage, ob geringe Zusätze von Stärkesirup ohne Kennzeichnung zugelassen werden können, sollen bis zur 2. Lesung im Jahre 1928 Versuche über die Einwirkung geringer Zusätze von Stärkesirup auf das Auskristallisieren, auch bei Anbruchware, angestellt werden.

² Sobald eine weitere Klärung der Pektinfrage stattgefunden hat, soll die Festlegung von Grenzwerten neu geprüft werden.

in jeder Hinsicht den an einwandfreie Lebensmittel zu stellenden Anforderungen genügen. Weiter muß aus ihrer Bezeichnung die Fruchtart, der das Produkt entstammt, erkennbar sein.

Als Konservierungsmittel bzw. als Bleich- und Konservierungsmittel dürfen nur Ameisensäure, Benzoesäure und schweflige Säure Verwendung finden, soweit sie nicht die sonst üblichen und zulässigen Mengen überschreiten. Der Zusatz ist nach Art und Menge zu deklarieren.

Geliersaft im Sinne dieser Bestimmungen ist ein aus Äpfeln oder anderen pektinreichen Früchten unter den oben angegebenen Voraussetzungen kalt oder unter Anwendung von Hitze hergestellter Saft mit einem Pektinstoffgehalt von nicht mehr als 2% (berechnet als Calciumpektat).

Obstkraut, Rübenkraut. Aus Apfelsaft und Rübensaft werden durch Einkochen bis zur Sirupkonsistenz, mit oder ohne Zucker, zähflüssige sirupöse Lebensmittel erhalten, welche als billiger Brotaufstrich dienen. Diese Erzeugnisse, besonders das Rübenkraut, werden bisweilen durch Melasse, das Abfallprodukt der Rübenzuckerfabriken (S. 208), verfälscht.

Die mittlere Zusammensetzung dieser Erzeugnisse ist die folgende in Prozenten (nach König):

Art des Krautes	Wasser	N-Subst.	Säure (Apfelsäure)	Invertzucker	Saccharose	sonst. Kohlenhydrate	Asche
Apfelkraut ohne Zuckerzusatz. . .	28,39	0,82	1,86	47,63	4,36	15,04	1,90
Birnenkraut ohne Zuckerzusatz. . .	28,90	0,51	0,65	45,28	5,78	17,42	1,46
Rübenkraut	21,16	3,13	0,84	37,87	26,46	8,42	2,12
Melasse	22,50	10,37	alkalisch	0,19	49,86	9,94	7,14

Um den Mißständen, welche sich im Verkehr mit diesen Erzeugnissen eingeschlichen haben, ein Ende zu bereiten, hat wiederum der Verein deutscher Nahrungsmittelchemiker mit den Vertretern der Industrie im Jahre 1925 in Münster und 1926 in Düsseldorf folgende Beschlüsse für die Beurteilung dieser Erzeugnisse gefaßt¹:

1. Apfelkraut rein oder naturrein ist hergestellt aus dem Saft frischer Äpfel ohne jeden weiteren Zusatz.

Birnenkraut rein oder naturrein ist hergestellt aus dem Saft frischer Birnen ohne jeden weiteren Zusatz.

Obstkraut rein oder naturrein ist hergestellt aus dem Saft frischer Äpfel oder Birnen ohne jeden weiteren Zusatz.

2. Apfelkraut ohne jede weitere Bezeichnung ist hergestellt aus dem Saft frischer oder getrockneter² Äpfel, auch unter Mitverwendung vollwertiger Apfelteile mit Ausschluß der Kerngehäuse (abgesehen von einem technisch unvermeidbaren Anteil der Schalen am Kerngehäuse, wie z. B. bei handelsüblichen amerikanischen Apfelschalen). Ohne Kennzeichnung wird ein Zuckerzusatz bis zu 25% des fertigen Erzeugnisses zugelassen, soweit er erforderlich ist. Jeder weitere Zusatz von Zucker muß deutlich gekennzeichnet sein, und zwar „mit Zuckerzusatz über 25%“. Hierdurch ist ein Zuckerzusatz bis zu höchstens 50% gedeckt. Der verwendete Zucker muß reiner Krystallzucker sein.

3. Apfelkraut, welches einen Zusatz von Auszügen aus Preßrückständen erhalten hat, ist zu kennzeichnen als „Apfelkraut mit Nachpresse“. Diese Bezeichnung deckt einen Zusatz bis zu 25% eingedickter Nachpresse im fertigen Erzeugnis.

Bei Zusätzen über 50% Zucker oder mit mehr als 25% Nachpressenextrakt ist eine Bezeichnung in Verbindung mit dem Worte Apfelkraut (Obstkraut usw.) unzulässig.

Bei einem Zusatz von Rübenkraut (Rübensaft) wird nur die Bezeichnung „gemischtes Kraut“ als zulässig angesehen. Nicht zulässig ist die Bezeichnung „gemischtes Apfelkraut“ oder „gemischtes Obstkraut“.

4. Das unter 2 und 3 Gesagte findet sinngemäß Anwendung auch für Birnenkraut und Obstkraut.

¹ Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 50, S. 87. 1925 und Bd. 52, S. 98. 1926.

² Die Frage der Zulässigkeit getrockneter Äpfel ist noch nicht geklärt.

5. Der Zusatz von Stärkesirup zu Apfelkraut und Obstkraut ist unzulässig. Bei gemischtem Kraut wird ein Zusatz von Stärkesirup nur als zulässig angesehen, wenn er deutlich gekennzeichnet ist. Die Bezeichnung „mit Stärkesirup“ deckt einen Gehalt des fertigen Erzeugnisses bis zu 25%. Die Bezeichnung „mit mehr als 25% Stärkesirup“ deckt einen solchen bis zu 50% des fertigen Erzeugnisses. Bei einem Gehalt von über 50% Stärkesirup darf keine Bezeichnung mit dem Wort „Kraut“ verwendet werden.

Gemüse.

Viele Pflanzen und Teile von Pflanzen werden in Form von Gemüsen genossen und spielen für die menschliche Ernährung eine große Rolle.

Die **Zusammensetzung** der Gemüse ist je nach der Art der Pflanzen den Bodenverhältnissen, der Witterung, der Düngung, dem Reifungsgrade und anderen Umständen großen Schwankungen unterworfen. Die mittlere Zusammensetzung in bezug auf die großen Gruppen der verschiedenen Nährstoffe ist bei den wichtigsten Gemüsen nach König in Prozenten etwa die folgende:

Art des Gemüses	Wasser	N-Subst.	Fett	Kohlenhydrate	Rohfaser	Asche
Weißkohl (Kappes)	92,11	1,52	0,15	4,17	1,17	0,88
Rotkohl	91,61	1,67	0,17	4,78	1,05	0,72
Wirsing	89,60	2,66	0,45	5,02	1,07	1,20
Blumenkohl	90,89	2,48	0,34	4,55	0,91	0,83
Grünkohl	80,50	4,90	0,89	10,28	1,87	1,56
Spinat (Blätter)	93,34	2,28	0,27	1,74	0,50	1,87
Schnittbohnen	89,06	2,62	0,19	6,30	1,15	0,68
Wachsbohnen	92,61	1,77	0,16	3,85	0,99	0,61
Spargel (geschält)	95,34	1,64	0,11	1,74	0,63	0,54
Tomaten	93,42	0,95	0,19	3,99	0,84	0,61
Gurken (geschält)	97,66	0,55	0,17	0,89	0,30	0,43
Kopfsalat	94,88	1,42	0,28	1,88	0,64	0,90
Endiviasalat	94,13	1,76	0,13	2,58	0,62	0,78
Feldsalat	93,41	2,09	0,41	2,73	0,57	0,79
Möhren	86,77	1,18	0,29	9,06	1,67	1,03

Im einzelnen sei folgendes näher bemerkt:

Der Wassergehalt liegt bei den meisten Gemüsen über 90%, oft erheblich über 90%, so daß nur einige Prozente fester Bestandteile vorhanden sind. So enthält der geschälte Spargel über 95, die geschälten Gurken über 97% Wasser. Auch die Salate haben meist Wassergehalte, die weit über 90% liegen. Der Wassergehalt der meisten Kohlarten liegt niedriger (etwa 90%). Durch besonders niedrigen Wassergehalt zeichnet sich der Grünkohl (Winterkohl) aus, welcher vor dem Genuß längere Zeit auf den Feldern stehen bleibt und Frost durchgemacht hat, wodurch wohl der niedrige Wassergehalt bedingt ist. Auch Möhren haben geringeren Wassergehalt, der auch bei den frühen Sorten unter 90% liegt.

Die Stickstoffsubstanz besteht nur zum Teil aus Reinprotein. Daneben sind andere stickstoffhaltige Substanzen, wie Aminosäuren, Ammoniak und sonstige stickstoffhaltige Körper verschiedener Art vorhanden. C. Böhmer¹ fand bei folgenden Gemüsen in der Trockensubstanz die nachstehende Verteilung des Stickstoffs in Prozenten:

¹ Landwirtschaftliche Versuchstation. Bd. 28, S. 247. 1882.

	Gesamt-N	Protein-N	Säureamid-N	Aminos.-N	Am- moniak-N
Spinat	4,56	3,51	0,123	0,068	0,021
Puffbohnen	5,57	4,39	0,027	0,059	0,013
Möhren	1,91	1,57	0,013	0,142	0,006
Blumenkohl	5,11	2,60	0,104	0,566	0,017

Über die Art der in den Gemüsen vorhandenen Proteine ist nur wenig bekannt. Meyer hält die Proteine der Chloroplasten wesentlich für Reserve-eiweiß¹. Aleuronkörner, welche in den Hülsenfrüchten eine große Rolle spielen, sind in Blattzellen nicht nachweisbar. Es ist auch nicht wahrscheinlich, daß in den Gemüsen die Nucleoverbindungen eine große Rolle spielen. Daß Blattbildungen in erheblicher Menge lösliches und koagulierbares Eiweiß enthalten, ist dagegen sicher. Nach Chibnal² ist in Spinatblättern ein Protein, „Spinacin“ genannt, vorhanden, welches folgende Eigenschaften hat: Es ist unlöslich in Wasser, leicht löslich in schwachem Alkali und schwachen Säuren. Aus sauren Lösungen ist es durch Alkohol nicht fällbar. Der N-Gehalt beträgt 16,25%. Der Gehalt an Amid-N wurde zu 6,93%, an Humin-N zu 0,76%, an Cystin-N zu 1,27%, an Arginin-N zu 13,80%, an Lysin-N zu 9,63% gefunden. Der Aminosäurenstickstoffgehalt im Filtrat betrug 58,09%, der Nichtaminosäuren-N-Gehalt 2,58%. Der Körper macht etwa $\frac{1}{3}$ des Gesamtproteins des Cytoplasmas aus: Sein isoelektrischer Punkt lag bei pH 4–4,6.

Nach Yoshimura³ enthielten 50 g Kohl 0,7 g Arginin, 0,2 g Lysin, 0,3 g Cholin, 0,1 g Betain. Auch Histidin war vorhanden.

Die Spargeln sind reich an Asparagin. Winterstein und Huber⁴ fanden neben viel koagulierbarem Eiweiß in Spargelsaft auch Tyrosin, dagegen kein Cystin und Lysin.

Die Kohlenhydrate der Gemüse sind in erster Linie Glucose, ferner Saccharose und Fructose, sodann eine Reihe weiterer Zuckerarten, sowie von den Hexosen sich ableitende Alkohole, endlich Cellulose und Pentosane.

Wichers und Tollens⁵ fanden in Spargeln Glucose und Fructose, die entweder frei oder als Polysaccharide vorliegen. Saccharose nachzuweisen, gelang nicht. Tanret⁶ fand dagegen im Spargel auch Rohrzucker und neben Invertzucker zwei neue Kohlenhydrate, welche in ungefähr gleichen Mengen vorliegen und welche Asparagose und Pseudoasparagose genannt wurden. Diese Körper reduzieren Fehlingsche Lösung nicht direkt, sie geben keine Färbung mit Jod. α_D betrug $-35,0^\circ$ bzw. $+30,3^\circ$. Es handelt sich um Polysaccharide von der allgemeinen Formel $(C_6H_{10}O_5)_n$, wobei der Faktor n etwa 15–16 beträgt. Hydrolyse lieferte Glucose und Fructose. Busolt⁷ wies nach, daß der häufig im Spargelsaft gefundene Mannit nur bei Zersetzung durch Bakterien oder Enzyme entsteht und in frischem Saft nicht vorhanden ist. In 1350 ccm Saft wurden bei einem Versuch 6,2 g Mannit festgestellt. Derselbe Forscher⁸ fand

¹ Flora. Bd. 3, S. 326. 1918.

² Chem. Zentralbl. Bd. 95, 6. Folge, 6. Jg., S. 2589. 1924.

³ Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 19, S. 256. 1910.

⁴ Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 7, S. 721. 1904.

⁵ Journ. f. Landwirtschaft. Bd. 58, S. 101–112. 1910. Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 21, S. 249 u. 250. 1911.

⁶ Cpt. rend. des séances de la soc. de biol. Vol. 149, p. 48–50. 1909. Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 22, S. 178. 1911.

⁷ Journ. f. Landwirtschaft. Bd. 60, S. 393–396. 1912. Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 27, S. 901. 1914.

⁸ Journ. f. Landwirtschaft. Bd. 61, S. 153–160. 1913 u. Bd. 62, S. 117–120. 1914. Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 30, S. 472/473. 1915.

in Wirsing Glucose und Mannit, in Schnittbohnen und Blumenkohl Mannit. Dmochowski und Tollens¹ wiesen im Blumenkohl Glucose, Fructose und Cellulose, sowie Glucuronsäure nach, dagegen verliefen die Prüfungen auf Mannose und Galaktose negativ. Der Gehalt an Pentosanen liegt in den Gemüsen nach König meist zwischen etwa 0,5 und 1,5%.

Schwefelhaltige Körper. Viele Gemüse, besonders die Kohlarten, ferner Radieschen, Knoblauch, Meerrettich, Zwiebeln und ähnliche, zu den Gemüsen im weitesten Sinne zu rechnende Pflanzen, enthalten schwefelhaltige Körper oder spalten sie beim Kochen ab. So spalten die Kohlarten Schwefelwasserstoff und Methylmercaptan (CH_3SH) ab, wodurch sich der schlechte Geruch, der beim Kochen dieser Gemüse auftritt, erklärt. Die Lauch- und Zwiebelarten enthalten Sulfide ungesättigter Gruppen wie Allylsulfid, Vinylsulfid, wahrscheinlich auch Senföl. Das Allylsenföl ($\text{C}_3\text{H}_5\text{CNS}$) ist vor allen in den Rettichen und Radieschen vertreten. Die Grundsubstanzen sind Glucoside, welche bei der Hydrolyse Senföl abspalten. Der merkwürdige Geruch des Harnes nach Spargelgenuß ist auf das Vorhandensein von Methylmercaptan in den löslichen Verdauungsprodukten zurückzuführen. Nach Winterstein und Huber² ist die Grundsubstanz dieses Körpers wahrscheinlich ein schwefelhaltiges Pepton.

Fett. Über die Zusammensetzung der in den Gemüsen vorkommenden kleinen Fettmengen ist wenig Genaues bekannt. Der Ätherextrakt enthält neben eigentlichem Fett noch eine Reihe anderer Bestandteile. So sind wachsartige Körper zugegen. Pflanzenwachs wird als physiologisches Produkt an der Außenfläche krautiger Sprosse an Unter- und Oberseite von Blättern erzeugt und ist somit in den meisten Gemüsen in kleinen Mengen vorhanden. Der Ätherextrakt enthält ferner kleine Mengen Lecithine oder Phosphatide (S. 25), die im Protoplasma aller Zellen vorhanden sind. Der Phosphatidgehalt schwankt in den Gemüsen von etwa 0,01—0,03%.

Säuren. In manchen Gemüsen sind auch organische Säuren vorhanden. Vornehmlich handelt es sich um Oxalsäure, welche z. B. zu etwa 0,5—0,8% in Rhabarber vorkommt. Die Oxalsäure ist ein Stoffwechselprodukt, welches meist in krystallinischen Gebilden in Form von oxalsaurem Kalk niedergeschlagen wird. In der Tomate kommt Citronensäure vor. Andere Gemüse enthalten kleine Mengen von Äpfelsäure. Die Salate verdanken ihren erfrischenden Geschmack kleinen Mengen von sauren, citronensauren Salzen. So ist im Kopfsalat saures, citronensaures Kalium nachgewiesen. In Spuren dürften noch manche anderen organischen Säuren in den Gemüsen vorhanden sein. Indessen spielen die organischen Säuren bei den Gemüsen bei weitem nicht die Rolle, wie bei den Obsterzeugnissen.

Farbstoffe. Der grüne Blattfarbstoff der Chlorophyllkörper der Gemüse bzw. aller grünen Pflanzen ist durch die genialen Arbeiten Willstätters³ in seinen Eigenschaften und seiner Konstitution erforscht worden.

Bis dahin wurde angenommen, daß es zahlreiche verschiedene Chlorophyllarten gäbe. Willstätter ermittelte, daß das aus den verschiedensten Pflanzen stammende Chlorophyll immer dasselbe ist. In den Zellen befindet sich neben dem Chlorophyll ein Enzym, die Chlorophyllase, welche aus Chlorophyll das Phytol, einen kompliziert gebauten Alkohol, welcher sich in esterartiger Bindung mit einer Tricarbonsäure befindet, abzuspalten vermag.

In den Chloroplasten befinden sich stets vier Farbstoffe, das Chlorophyll a, $\text{C}_{55}\text{H}_{72}\text{O}_6\text{N}_4\text{Mg}$, das Chlorophyll b, $\text{C}_{55}\text{H}_{70}\text{O}_6\text{N}_4\text{Mg}$, das Carotin und

¹ Journ. f. Landwirtsch. Bd. 58, S. 27—32. 1910. Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 21, S. 251. 1911.

² Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 7, S. 721. 1904.

³ Willstätter und Stoll: Untersuchungen über Chlorophyll. Berlin 1913.

das Xanthophyll. Chlorophyll a und b enthalten also Magnesium, ein interessanter Befund, der erst die schon lange bekannte Tatsache erklärt, daß bei Fehlen von Magnesia grüne Pflanzen nicht zur Entwicklung zu bringen sind. Carotin und Xanthophyll sind gelbe Farbstoffe. Durch Alkalien werden Chlorophyll a und b ohne Veränderung der magnesiahaltigen Gruppe in die stark fluoreszierenden Phylline verwandelt. Mit Säuren gehen die Phylline in die magnesiumfreien Porphyrine über, Pyrrolderivate, die Willstätter auch durch Abbau des Hämatins des Blutfarbstoffes erhielt, womit die gemeinsame Abkunft des wichtigsten pflanzlichen und tierischen Farbstoffes bewiesen ist.

Das Carotin und Xanthophyll kommen außer in den Chloroplasten auch für sich vor, z. B. bildet Carotin den roten Farbstoff der Möhre. Es ist nach Willstätter ein ungesättigter Kohlenwasserstoff der allgemeinen Formel $C_{44}H_{58}O_2$. Isomer mit Xanthophyll ist das Lutein, der gelbe Farbstoff des Eidotters. Der rote Farbstoff der Tomate, das Lycopin ist nach Montanari¹ polymer mit Carotin.

Die Mineralstoffe. Die Aschen der Gemüse sind durchweg reich an Alkalien, besonders an Kali. Der Kalkgehalt macht meistens etwa 10–12% der Asche aus. In manchen Gemüsen erhebt er sich aber auch zu beträchtlicheren Zahlen. Der Gehalt an Magnesia liegt im allgemeinen im Mittel bei etwa 4% der Gesamtasche. In manchen Gemüsen sind auch mehrere Prozente an Eisenoxyd vorhanden. Besonders reich daran ist Kopfsalat, während der als besonders eisenhaltig geltende Spinat nach den von J. König angegebenen Untersuchungen beträchtlich weniger Fe_2O_3 enthält (3,35%). Die Analyse bestätigt also die allgemeine Annahme über hohen Eisengehalt des Spinates nicht. Die Anionen der Asche bestehen vornehmlich aus Phosphorsäure, Schwefelsäure und Chlor. Große Schwankungen zeigen die verschiedenen Gemüse im Gehalte an Kieselsäure. Blumenkohl und Endiviensalat zeigen sehr hohe, im Mittel über 20% liegende Gehalte an SiO_2 , der Weißkohl weist nur Spuren von SiO_2 auf, während andere Kohlarten und Spinat, sowie Kopfsalat Gehalte von etwa 1,5–13% zeigen können. Naturgemäß sind die SiO_2 -Gehalte sowie auch die Gehalte der anderen Kationen und Anionen auch in den einzelnen Teilen der Pflanzen stark verschieden.

Die Vitamine. Alles, was über den Nährwert der Obstsorten gesagt wurde, gilt noch in höherem Maße für die Gemüse. Der kalorische Nährwert eines Spargels, einer Gurke oder eines Spinates, die zwischen 93–97% Wasser enthalten, ist naturgemäß sehr gering. Trotzdem wurzelte von jeher im Volke der Gedanke, daß Gemüseessen der Gesundheit sehr förderlich sei. Manche Forscher haben, bevor die Wissenschaft die Vitamine aufgefunden hatte, diesen Widerspruch dadurch zu überbrücken gesucht, daß sie annahmen, die zweifellos gute Wirkung der Gemüse auf den Organismus beruhe auf dem beträchtlichen Gehalt an Mineralstoffen, deren richtige Zufuhr zum Organismus in der Tat nicht selten nicht richtig beachtet wurde. Aufklärung hat hier wiederum die Vitaminforschung gebracht. Die Gemüse sind besonders reich an Vitamin-B, dem antineuritischen Prinzip, aber auch die anderen Vitaminarten sind in manchen Gemüsen in reichlichen Mengen vorhanden. Hierauf beruht in erster Linie der Nährwert der Gemüse. Daneben ist aber sicherlich auch der hohe Gehalt an Mineralstoffen von Bedeutung. Die Wissenschaft sollte aus diesen Tatsachen die Lehre entnehmen, daß es stets töricht und überheblich ist, über alte Volksglauben, die man nach dem augenblicklichen Stande der Wissenschaft nicht erklären und verstehen kann, zu lächeln. Der Wissenschaftler tut viel besser daran, zu forschen und nachzudenken, was wohl die Ursache eines derartig alten Volksglaubens sein kann.

¹ Staz. sperim. agrar. Ital. Vol. 37, p. 909–919. 1904. Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 9. S. 611. 1905.

Fehlerhafte Zubereitung.

Ein in den Haushalten bei der Gemüsebereitung viel begangener Fehler besteht darin, daß das Gemüse vor der Zubereitung abgekocht und das Abkochwasser fortgegossen wird. Damit nimmt man dem Gemüse den größten Teil seines Wertes. Die Vitamine sind z. T. wasserlöslich, sie werden sich also größtenteils in dem Abkochwasser befinden und fortgegossen werden. Ferner entfernt man auch mit dem Abkochwasser alle löslichen Mineralstoffe. Man soll also Gemüse entweder überhaupt nicht abkochen, sondern nur dämpfen, oder wo das nicht möglich ist, wie bei Kohlarten, wo die auftretenden üblen Gerüche dazu zwingen oder bei Spinat und ähnlichen Gemüsen, die wegen der Art der Zubereitung abgekocht werden müssen, möglichst wenig Wasser zum Abkochen verwenden und dieses Wasser zur Zubereitung der Gemüse in Form einer mit anderen Stoffen zubereiteten Sauce oder zum Anrühren des ausgepreßten Gemüses usw. wieder benutzen.

Gemüsekonserven.

Das Gemüse ist in noch geringerem Maße haltbar als das Obst. Infolgedessen hat man schon frühzeitig Verfahren ausgearbeitet zur Herstellung von längere Zeit haltbaren Gemüsekonserven. Heute werden sowohl im Haushalt als auch in großen Fabrikbetrieben folgende Arten von Dauergemüsearten erzeugt: Trockengemüse, Gärungsgemüse (Sauerkraut, Schnittbohnen, Gurken) und die Gemüsekonserven in Dosen mit Sterilisation.

Jeder Gemüseverarbeitung auf Dauerware muß eine sorgfältige Reinigung des Gemüses vorausgehen. In größeren Betrieben geschieht diese Reinigung durch kaltes oder warmes Wasser, je nach der herzustellenden Konserve in besonderen Waschmaschinen. Darauf folgt die Beseitigung von Stielen, holzigen, faulen oder zerfressenen Teilen. Dann erfolgt das Schneiden der Gemüse, welches in größeren Betrieben maschinell, in kleineren mit Handmessern oder Hobeln vorgenommen wird.

Trockengemüse.

Diese Konserven sind die ältesten. Das Wesen des Verfahrens besteht in dem Entzuge von Wasser, bis auf Gehalte, bei denen die Bakterien nicht mehr zu wachsen vermögen. Nach der Reinigung muß dem Trocknen ein Abbrühen des Gemüses in kochendem Wasser vorhergehen. Würde dieses Brühen unterbleiben, so würde ein strohiges und holziges Trockengemüse resultieren. Vor Entwicklung der Präservenindustrie — man nennt die fabrikatorisch hergestellten Erzeugnisse dieser Art Präserven — wurden im Haushalt die gebrühten Gemüse am warmen Ofen oder beim Bäcker im noch warmen Backofen oder im Sommer in der Sonne getrocknet.

Das Trocknen geschieht in Fabrikbetrieben auf von unten durch warme Luft geheizten Horden oder in Kammern, durch welche ein heißer Luftstrom geleitet wird oder in Vakuumapparaten. Letztere können die Trocknung bewerkstelligen bei Temperaturen, welche 40–50° nicht überschreiten; sie liefern deshalb das beste Produkt. Der Grund liegt darin, daß bei diesen niedrigen Temperaturen nicht nur der grüne Farbstoff der Gemüse keine Zersetzung erleidet, sondern auch die Geschmacksstoffe, die vielfach bei höherer Temperatur flüchtig sind, erhalten bleiben. Die Ausbeute ist bei dem hohen Wassergehalte der Trockengemüse naturgemäß recht gering. Man erhält aus 100 Teilen frischen Gemüses im allgemeinen nicht mehr als 6–10 Teile Trockengemüse. Vor der Zubereitung des Trockengemüses zum Genuß legt man es

eine Zeitlang in Wasser ein. Je sorgfältiger und vorsichtiger die Trocknung geschah, um so vollkommener saugt dann das Erzeugnis das abgedunstete Wasser wieder auf. Es kann dann wie frisches Gemüse zubereitet werden. In dieser Weise werden die meisten Kohllarten, Möhren, Kohlrabi, Kohlrüben, Spinat, Zwiebeln, Tomaten, Sellerie, Petersilie u. a. auf Trockengemüse verarbeitet.

Die Zusammensetzung einiger Trockengemüse ist nach König in Prozenten im Mittel etwa die folgende:

Art des Trockengemüses	Wasser	N-Subst.	Fett	Kohlenhydrate	Rohfaser	Asche
Wirsing	19,47	19,47	1,47	43,68	8,63	7,28
Weißkraut	11,80	15,76	1,44	51,83	11,14	8,03
Möhren in Scheiben	14,58	9,27	1,50	61,40	7,93	5,32
Kohlrüben	9,67	13,25	1,58	58,14	10,11	7,25
Zwiebeln	26,88	10,02	0,72	55,05	4,24	3,09

Es ist wahrscheinlich, daß nach modernen Verfahren hergestellte Trockengemüse, die in geschlossenen Gefäßen ohne Zutritt von Wasserdampf aufbewahrt werden, den größten Teil der in frischem Gemüse enthaltenen Vitamine besitzen und bewahren. Bei ungeeigneter Aufbewahrung verlieren aber die Trockengemüse wahrscheinlich schnell ihren Vitamingehalt.

Gärungsgemüse.

Eine zweite Art der Gemüsekonservierung besteht darin, daß das Gemüse eine Gärung durchmacht und dadurch haltbar wird. Praktisch kommt hier vor allem das Sauerkraut, die grünen Schnittbohnen und die sauren Gurken in Frage.

Das Sauerkraut. Es wird wiederum sowohl im Haushalte als auch in größeren und kleineren Fabrikbetrieben aus Weißkraut hergestellt. Man läßt die Weißkohlköpfe einige Tage auf Haufen geschichtet liegen. Sie erwärmen sich dabei etwas und nehmen eine weißliche Farbe an, vermutlich infolge von Enzymwirkungen. Dann wird das Kraut mit Hobeln in feine Streifen geschnitten. Diese werden dann in die Gärfässer gebracht und mit etwa 4–5% Kochsalz bestreut. Aus den geschnittenen Geweben tritt durch die Einwirkung des Kochsalzes Flüssigkeit aus. Infolgedessen gelingt es leicht, das geschnittene Kraut so zusammenzupressen, daß sich die Brühe über das Kraut stellt. Dieses Zusammenpressen des Krautes ist für das gute Gelingen der Gärung von der größten Bedeutung. In den Haushalten geschieht es einfach durch Beschweren mit schweren Steinen und dergleichen. In größeren Fabrikbetrieben geschieht das Pressen maschinell. Es ist notwendig, daß das Kraut während der Gärung stets von Brühe bedeckt bleibt. Im anderen Falle treten leicht abnorme Gärungen auf, die dem Erzeugnis eine dunkle Farbe und einen schlechten Geschmack verleihen. Tritt das Kraut aus der Brühe, so kann man etwas 5%ige Salzlösung zugießen, bis wieder alles von der Brühe bedeckt ist. Die Temperatur soll während der etwa 5 Wochen dauernden Gärung 12° nicht übersteigen, sonst tritt leicht ein Schleimigwerden des Krautes durch unerwünschte Mikroorganismen auf.

Die bei der Sauerkrautgärung auftretenden Mikroorganismen und biologischen Vorgänge sind vor allem von Wehmer¹ studiert worden. Hiernach

¹ Zentralbl. f. Bakteriol., Parasitenk. u. Infektionskrankh., Abt. II, Bd. 10, S. 625–629. 1903. u. Bd. 28, S. 97–98. 1910. Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 8, S. 614. 1904 u. Bd. 23, S. 478. 1912.

werden die charakteristischen Veränderungen in der Zusammensetzung vornehmlich durch eine alkoholische und eine daneben verlaufende Milchsäuregärung bewirkt. Die Organismen, welche die Gärungen bewirken, haften den Kohlblättern an. Die Hefen gehören zu den untergärigen Saccharomyceten. Von dem zu etwa 4% im Weißkraut vorhandenen Zucker wird durch die alkoholische Gärung etwa die Hälfte vergoren. In der Brühe befindet sich nach der Gärung rund 1% Alkohol. Die Destillate der Brühen zeigen einen eigentümlichen Geruch, der vielleicht durch flüchtige schwefelhaltige Verbindungen veranlaßt wird. Die Milchsäurebakterien sind unbewegliche, nicht gasbildende, die Gelatine nicht verflüssigende Stäbchen, anscheinend *Bacterium Güntheri* (Lehmann und Neumann). Sie erzeugen bis 1% Milchsäure, sterben aber bei längerer Aufbewahrung bald ab. Conrad hat nach Wehmer auch einen anderen Milchsäuretyp gefunden, das *Bacterium brassicae acidae*, mit dem auch Sauerkraut hergestellt werden kann. In den Brühen und in der auf der Oberfläche sich bildenden Kahmhaut wurden an sonstigen Organismen *Penicillium glaucum* (Köpfchenschimmel), *Oidium lactis* und Kahmhefen gefunden. Von diesen sind die *Oidiumarten* und Kahmhefen schädlich, da sie Milchsäure zersetzen.

Den sauren Geschmack verdankt das Sauerkraut also der von den Milchsäurebakterien erzeugten Milchsäure. Die Milchsäure ist sowohl im Sauerkraut als auch in den noch zu besprechenden ähnlichen Erzeugnissen immer inaktive Äthyliden-Milchsäure.

Feder¹ fand, daß im Sauerkraut als Nebenerzeugnis bei der Milchsäuregärung beträchtliche Mannitmengen auftreten. Etwa 10% der Trockensubstanz bestanden aus Mannit. Andere Forscher fanden Mannitgehalte von 0,5–1%. Die sich bildenden Mannitmengen können offenbar je nach dem Verlauf der Gärung verschieden groß sein. v. Liebermann² gibt an, daß bei der Gärung des Sauerkrautes ein Körper entsteht, der die charakteristischen Reaktionen des Formaldehyds gibt und sowohl im filtrierten Saft des Krautes wie im Destillat nachzuweisen ist.

Die Zusammensetzung des Sauerkrautes in bezug auf die wichtigsten Nährstoffe ist im Mittel nach König (in Prozenten):

Wasser: 92,41, Stickstoffsubstanz: 1,35, Fett: 0,34, Kohlenhydrate: 2,81, Milchsäure: 1,45, Asche: 1,64.

Die grünen Schnittbohnen (Vitsbohnen). Die Herstellung dieses DauerGemüses ist der des Sauerkrautes ähnlich. Die Hülsen der Bohnen werden zunächst von den holzigen, fadenartigen Sklerenchymfaserbündeln befreit und dann mit Messern in lange schmale Streifen geschnitten. Man bringt die zerschnittene Masse nun wie bei der Herstellung des Sauerkrautes in Gärfässer, nachdem Kochsalz zugesetzt ist. Meistens kocht man vor Einfüllung in die Gärgefäße die Masse erst ab, es werden aber auch die ungekochten Bohnen der Gärung unterworfen. Im letzteren Falle entwickelt aber das vergorene Gemüse beim Abkochen einen äußerst unangenehmen Geruch, der bei der aus abgekochtem Gemüse hergestellten Konserve weit gelinder ist. Verwendet man die ungekochten Bohnen, so muß auch der Salzzusatz höher gewählt werden (10–12%), während bei gekochten Bohnen nur etwa 5–6% Kochsalz ausreichen. Die Masse wird nach dem Salzzusatz ebenfalls zusammengepreßt und dann der Gärung überlassen. Die Temperatur wählt man bei der Bohnengärung etwas höher als bei der Sauerkrautgärung, nämlich etwa 15–18°.

¹ Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 22, S. 295. 1911.

² Biochem. Zeitschr. Bd. 154, S. 176.

Das Wesen der Konservierung besteht kurz gesagt darin, daß in dem so entstandenen Nährboden verschiedene Mikroorganismen zu gedeihen vermögen. Sie bringen die ihnen möglichen Zersetzungen an den Bestandteilen zuwege. Der Rest ist dann haltbar und keinen wesentlichen Veränderungen mehr unterworfen.

Nach Wehmer¹ sind es vier Gruppen von Organismen, welche an der Zersetzung beteiligt sind: 1. Überwiegend sind Stäbchenbakterien vorhanden. Unter ihnen spielen wiederum Milchsäurebakterien die Hauptrolle. 2. Die faltige Haut auf der Oberfläche besteht meist aus Hefen, welche eine alkoholische Gärung bewirken. 3. Sind meist Schimmelpilze vorhanden, auch dann, wenn eine äußerlich erkennbare Schimmelbildung fehlt. 4. Entwickeln sich stets Protozoen. Die Hauptzersetzungen gehen wiederum von den Milchsäurebakterien aus, die einen Teil des Zuckers in Milchsäure verwandeln und den Hefen, welche Alkohol und Kohlensäure aus Zucker bilden. Unter den Milchsäurebakterien sollen ein Mikrokokkus und das Bacterium Güntheri die wichtigsten sein. Die mittlere Zusammensetzung der Schnittbohnen in Prozenten ist nach König ungefähr die folgende: Wasser: 94,47, N-Substanz: 1,05, Fett: 0,07, Kohlenhydrate: 2,61, Rohfaser: 0,59, Asche: 1,21.

Saure Gurken. In ähnlicher Weise wie Sauerkraut und Schnittbohnen werden sowohl im Haushalte als auch fabrikatorisch saure Gurken hergestellt.

Die gut gewaschenen sauberen Gurken werden bei der fabrikatorischen Herstellung mit Hilfe einer besonderen Maschine mit vielen kleinen Stichen versehen, um das Eindringen der Salzlake zu erleichtern. Die so behandelten Gurken werden in saubere Gefäße gebracht, zusammen mit den verschiedensten Gewürzen, vor allem Esdragon und Dill, ferner Pfefferkörnern, Nelken, Lorbeerblättern usw. Wenn das Faß gefüllt ist, wird abgekochte und wieder abgekühlte, etwa 4%ige Kochsalzlösung aufgegossen. Die Temperatur soll 8–12° betragen. Die Gärung ist beendet, wenn sich keine Gasbläschen mehr entwickeln. Im allgemeinen nimmt dies eine Zeit von 6–8 Wochen in Anspruch.

Die biologischen Vorgänge bei der Gurkensäuerung sind von Aderhold² vornehmlich studiert worden. Er fand in und auf den gärenden Brühen Hyphenpilze, Sproßpilze und Bakterien. Unter ihnen fanden sich sehr zahlreiche verschiedene Arten, die z. T. zufällige Gäste in der Brühe sind an den wesentlichen Umsetzungen oft nur unbedeutend beteiligt sind. Die für die Umsetzungen wesentlichen Organismen sieht Aderhold im Bacterium coli und Bacterium Güntheri (Neumann und Lehmann). Beide bilden Äthylidenmilchsäure aus, letzteres aber in höherem Maße als ersteres. Die Schaumbildung wird durch Bacterium coli hervorgerufen. Die Gurkensäuerung stellt sich, in ihrer Gesamtheit betrachtet, als ein Fäulnisvorgang dar, welcher aber durch die Milchsäuregärung ein eigenartiges Gepräge erhält. Die Menge der Säure erreicht nach 3–4 Wochen ungefähr ein Maximum, von da an fällt die Säuremenge infolge der Tätigkeit von Milchsäure zersetzenden Arten, vornehmlich Sproßpilzen, allmählich ab. Neben Milchsäure werden noch kleine Mengen von Bernsteinsäure und Essigsäure gebildet.

Bisweilen erleiden die Gurken bei der Gärung eine eigenartige unerwünschte Änderung, welche in einem Weichwerden besteht. Nach Kossowicz³ sind drei Bakterienarten, nämlich mesentericus vulgatus (Kartoffelbacillen),

¹ a. a. O. S. 237.

² Landwirtschaftl. Jahrb. Bd. 28, S. 69–131. 1899. Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 3, S. 58. 1900.

³ Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 17, S. 479. 1909.

sinapivagus und atrosepticus die Ursache. Sie vermögen nämlich die Mittella-mellen der Zellen zu lösen, was das Weichwerden veranlaßt. Die Kartoffel-bacillen kann man in ihrem Wachstum durch Zusatz von Knoblauch stark hemmen. Die mittlere Zusam-mensetzung gesäuerter Gurken ist in Prozenten nach König die folgende: Wasser: 96,03, Stickstoffsubstanz: 0,38, Fett: 0,14, Kohlenhydrate: 1,01, Rohfaser: 0,26, Asche: 1,73.

Über den Vitamingehalt der eingesäuerten Gemüse, Sauerkraut, Bohnen, Gurken ist zu sagen, daß die Vitamine hier wahrscheinlich besser erhalten sind als in den Büchsenkonserven, da im allgemeinen ein Abbrühen und Abkochen nicht in Frage kommt, und die gebildete Milchsäure oder die sonstigen entstehenden Säuren die Vitamine nicht schädigen, da diese gegen Säure unempfindlich sind.

Eine Abart der Salzgurken sind die Essiggurken. Sie werden meist ohne Gärung in der Weise hergestellt, daß man die Gurken mit einer 4^o/₁₀igen Salzlösung, die auf etwa 70° erwärmt ist, übergießt. Nachdem die Salzlösung etwa eine Stunde eingewirkt hat, wird sie abgegossen, und durch mit Gewürzen versetztem Essig (Dill, Pfeffer, Esdragon) ersetzt.

Gemüsekonserven in Büchsen.

Die Büchsen Gemüse sind die wichtigsten Gemüsekonserven. Sie werden in großen Mengen in umfangreichen Fabrikbetrieben erzeugt. Die sorgfältig gereinigten Gemüse werden zunächst dem sog. Blanchierprozeß unterworfen. Dieses ist ein Vorkochen des Gemüses in Wasser oder besser Dampf, um die löslichen Vitamine und Salze nicht herauszulösen. Die Gemüse werden in meist kupferne Drahtkörbe gefüllt und hier dem Blanchierprozeß unterworfen. Den Namen „Blanchieren“ führt dieser Prozeß, weil bei manchen Gemüsen ein Bleichen vorgenommen wird. Hierzu benutzt man schweflige Säure, welche gewöhnlich aus Natriumsulfit mit Hilfe von Citronensäure entwickelt wird. Im übrigen ist dieses Vorkochen des Gemüses aus zweierlei Gründen notwendig; einmal werden dadurch die sich beim Erhitzen vieler Gemüse entwickelnden unangenehmen Geruchstoffe beseitigt, wie dies ja auch im Haushalt notwendig ist (S. 236), ferner nimmt das Gemüse dabei das richtige Volumen ein, das sich jetzt bei dem später vorgenommenen Sterilisieren der Büchsen nicht mehr ändert. Bei diesem Blanchieren erfolgt auch das Grünen der grünen Gemüse. Das Chlorophyll der grünen Pflanzen erfährt durch Erhitzen eine Zersetzung unter Verfärbung. Gekochte grüne Gemüse sehen also mißfarbig aus. Wenn nun das Erhitzen in kupfernen Gefäßen vorgenommen wurde, so nahmen die Gemüsesäfte etwas Kupfer auf, womit die Gemüse eine lebhaft grüne Farbe annahmen. Zwischen dem Kochen in kupfernen Gefäßen und dem direkten Zusatz von Kupfervitriol war natürlich kein grundsätzlicher Unterschied. Man setzt deshalb, wenn die Gemüse gegrünt werden sollen, dem Blanchierwasser etwas Kupfervitriol zu. Die dabei entstehenden Kupfersalze sind vornehmlich Kupferalbuminat und phyllocyansaures Kupfer. Nach § 2 des Reichsfarbengesetzes vom 7. Juli 1887 (S. 2) ist dieses Kupfer der Gemüsekonserven grundsätzlich verboten. Hier ist nämlich bestimmt, daß zum Färben von Nahrungs- und Genußmitteln die Verwendung bestimmter Stoffe verboten ist, unter denen ausdrücklich Kupfer genannt ist. Auf Vorstellungen der Konservenindustrie, welche darauf hinwies, daß in manchen anderen Ländern ein derartiges Verbot nicht existiert und die deutsche Industrie deshalb die Konkurrenz mit den schöner aussehenden, ausländischen Produkten nicht tragen könne, haben die Ministerien der meisten Bundesstaaten Erlasse an die mit

der Überwachung des Verkehrs mit Lebensmitteln betrauten Stellen gerichtet, worin diese angewiesen werden, das Kupfern der Gemüse dann zu dulden und nicht zu beanstanden, wenn der Kupfergehalt kein hoher sei. Im allgemeinen gilt der Kupfergehalt als hoch, wenn er erheblich mehr als 55 mg für 1 kg Konserve beträgt. Das organisch gebundene Kupfer ist, in kleinen Mengen genossen, nicht gesundheitsschädlich.

Nach dem Blanchieren werden die Gemüse in Büchsen eingefüllt, die aus verzinnem Eisenblech hergestellt sind. Die gefüllten Büchsen werden mit besonderen Falzmaschinen zugefalzt und dann in Autoklaven sterilisiert. Früher wurden die Büchsen zugelötet, ein Verfahren, das heute meistens verlassen ist, da das Falzen zuverlässiger und einfacher ist. Temperatur und Zeitdauer der Sterilisation sind bei den einzelnen Gemüsen vielfach verschieden. Die Temperatur variiert meist zwischen 110 und 120°. Die Zeitdauer beträgt meist 15–20 Minuten, geht aber nicht selten, besonders bei niedriger gewählten Temperaturen bis zu 1–2 Stunden hinauf. Die meisten Gemüse müssen bei Temperaturen über 110° sterilisiert werden. An den Gemüsen befinden sich nämlich häufig kochfeste, sog. endogene Sporen, aus dem Erdboden stammend, welche auch bei stundenlangem Erhitzen auf 100° nicht absterben. Sie würden also nach dem Erkalten auskeimen und die Konserve verderben. Andererseits ist das Erhitzen auf das geringste Maß, sowohl hinsichtlich Temperatur wie Zeitdauer zu beschränken, da durch zu langes und zu hohes Erhitzen nicht nur Aussehen und Geschmack der Konserve beeinträchtigt werden können, sondern auch die Gefahr der gänzlichen Vernichtung der Vitamine besteht. Wenn die Sterilisation keine vollkommene war oder die Falzung keinen völligen Abschluß bewirkt hat, so daß durch eine auch noch so kleine Öffnung Bakterien nachträglich zum Büchseninhalt zutreten können, so verderben die Konserven. Da die Zersetzung des Büchseninhaltes unter Gasentwicklung vor sich geht, und das entwickelte Gas aus der Büchse nicht entweichen kann — eine Öffnung in der Falzung, durch welche etwa die nachträgliche Infektion hervorgerufen wurde, verstopft sich durch Gemüseteilchen sehr bald —, so wird die Büchse aufgetrieben. Man nennt den Vorgang das „Bombieren“ der Büchsen. Über die bombierten Gemüsekonserven gilt das über Fleischkonserven Ausgeführte in entsprechender Weise (S. 58).

Büchsenkonserven sollen in kühlen Räumen von möglichst gleichmäßiger Temperatur aufgehoben werden. Schwankt die Temperatur, so kann das zwar an sich in dem richtig sterilisierten Erzeugnis Verderbnis nicht hervorrufen, indessen dehnt das Büchsenmaterial sich aus und zieht sich wieder zusammen, womit kleine Öffnungen in der Falzung auftreten können, die nun den Verderbern von außen Tür und Tor öffnen.

Kartoffeln.

Die Kartoffeln sind die an den unterirdischen Stengelteilen sich entwickelnden Knollen der Kartoffelpflanze (*Solanum tuberosum*). Die Heimat der Kartoffel ist Südamerika. Von dort ist sie im 16. Jahrhundert nach Europa gekommen. Heute ist die Kartoffel eines der wichtigsten Volksernährungsmittel geworden.

Zusammensetzung. Die Zusammensetzung der Kartoffeln kann außerordentlich starken Schwankungen unterliegen, ebenso wie dies bei den meisten Naturprodukten der Fall ist. Die Zusammensetzung richtet sich nach der Art der angebauten Kartoffel, nach der Düngung, nach dem Boden, Witterungsverhältnissen und anderen Umständen mehr. Im Mittel liegen die Gehalte an den wichtigsten Nährstoffen nach König in Prozenten etwa bei folgenden Zahlen:

Wasser	74,92%
Stickstoffsubstanz	2,00%
Fett	0,15%
Kohlenhydrate	20,86%
Rohfaser	0,98%
Asche	1,09%

Der Wassergehalt kann starken Schwankungen unterliegen. In regenreichen Jahren und auf besonderen Böden kann er auf 80 und über 80% hinaufgehen.

Die Stickstoffsubstanz besteht nur etwa zur Hälfte aus eigentlichem Protein. Nach König bestehen die Proteine der Kartoffel aus einem Albumin, Globulin (Tuberin) und Spuren von Peptonen. An sonstigen stickstoffhaltigen Körpern fand E. Schulze¹ Asparagin, Leucin, Tyrosin, Arginin, Lysin, Histidin, Cholin und Hypoxanthin, wahrscheinlich auch noch Trigonellin. Von den Hexonbasen überwiegt das Arginin. In 50 kg Kartoffeln wurden 2 g Arginin neben kleinen Mengen Histidin und Lysin gefunden.

Ein weiterer wichtiger stickstoffhaltiger Bestandteil der Kartoffeln ist das Solanin. Es ist eine stickstoffhaltige Base von der allgemeinen Zusammensetzung $C_{82}H_{93}NO_{15}$. Die Base hat, wenn sie in größeren Mengen vorhanden ist, giftige Eigenschaften. Die Krankheitssymptome bestehen in kratzendem, galligen Geschmack und Brennen im Halse, Reizung der Schleimhäute, Magenbeschwerden, Übelkeit und Erbrechen. Tiere verweigern häufig die Annahme stark solaninhaltiger Stoffe. Nach Bömer und Mattis² schwankt der Solaningehalt von normalen Kartoffeln etwa zwischen 2—10 mg/0%. Kartoffeln mit einem Solaningehalt von über 20 mg/0% erscheinen geeignet, Gesundheitsschädigungen hervorzurufen. Da der Solaningehalt sich hauptsächlich direkt unter der Schale ausbildet, so ist die Gefahr einer Gesundheitsschädigung beim Genuß von in der Schale gekochten Kartoffeln wesentlich größer als bei dem Genuß geschälter Kartoffeln. In Kartoffeln, welche sich beim Verzehr als gesundheitsschädlich erwiesen haben, wurden Solaningehalte von 25,7—58,3 mg/0% gefunden. Unreife Kartoffeln weisen einen wesentlich höheren Solaningehalt auf als reife Kartoffeln derselben Sorte. Bei reifen Kartoffeln ist der Gehalt bei kleinen Knollen höher als bei großen Knollen. Bei längere Zeit dem Tageslicht ausgesetzten Kartoffeln findet gleichfalls mit der Grünung (Chlorophyllbildung) eine Vermehrung des Solaningehaltes statt.

Über den mittleren Gehalt an Kohlenhydraten gibt König folgendes an: In der natürlichen Substanz ist im Mittel vorhanden in Prozenten:

Zucker	0,33%
Dextrine und Gummi	0,64%
Stärke	17,27%
Sonstige stickstofffreie Extraktstoffe	1,24%
Pentosane	0,92%

Der Hauptnährstoff der Kartoffeln ist also die Stärke. Diese ist in den Zellen in großen Mengen in Form von verhältnismäßig großen Stärkekörnern, die eine exzentrische Schichtung zeigen, und unter dem Mikroskop leicht zu erkennen sind, vorhanden (Abb. 15—19). Die Kartoffel zeigt die Eigentümlichkeit, daß vermutlich infolge Einwirkung von Diastasefermenten die Stärke beim Abkühlen der Kartoffeln allmählich teilweise in Zucker übergeht. Je mehr sich die Temperatur dem Nullpunkt nähert, um so schneller geht die Verwandlung

¹ Landwirtschaftl. Versuchs-Stationen. Bd. 59, S. 331—343. 1904. Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 10, S. 619. 1905.

² Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 47, S. 97. 1924.

von Stärke in Zucker vor sich. Meist fängt das Süßwerden der Kartoffeln schon bei etwa $+3^{\circ}$ an. In sehr hohem Maße zeigt sich diese Erscheinung, wenn die Kartoffel erfriert, was etwa bei einem Abkühlen auf -3° der Fall ist. Derartige Kartoffeln zeigen einen süßen Geschmack, der ungewohnt und unsympathisch ist, und sie sind daher minderwertig.

Über die nähere Zusammensetzung der kleinen Fettmengen, welche die Kartoffel enthält, ist nichts Sicheres bekannt.

Die Kartoffelasche ist außerordentlich reich an Kalium. Der Kaliumgehalt liegt meist erheblich über 50%, der Natriumgehalt beträgt meistens nur einige Prozente der Asche. Auch Kalk-, Magnesia- und Eisengehalt sind verhältnismäßig gering. Von Anionen ist hauptsächlich Phosphorsäure vorhanden. Auch der Schwefelsäuregehalt ist erheblich, wohingegen der Gehalt an Kieselsäure und Chlor wieder zurücktreten.

Die Kartoffel enthält alle drei Vitaminarten, wenn auch in nicht beträchtlicher Menge. Das übliche Zubereiten und Kochen der Kartoffeln im Haushalte schadet den Vitaminen nicht sehr. Auch die gekochten Kartoffeln enthalten noch ausreichende Vitaminmengen.

Gesichtspunkte für die Kartoffellagerung. Die richtige Einlagerung der Winterkartoffeln ist für ihre Haltbarkeit von größter Bedeutung. Im allgemeinen halten sich Kartoffeln aus feuchten Jahren schlechter als solche aus trockenen Jahren. Nasse Kartoffeln sollen nicht sofort eingelagert werden. Man breitet sie am besten auf Holzböden aus und läßt sie erst an der Luft genügend trocken werden. Die Haltbarkeit der Kartoffeln ist sehr von der Sorte abhängig. Es gibt Kartoffelsorten, welche sich gut überwintern lassen und andere, welche den Einflüssen der Krankheitserreger weniger widerstehen. Frühkartoffeln sind im allgemeinen nicht haltbar. Die Temperatur der Räume, in denen die Kartoffeln gelagert werden, soll bei etwa 6° liegen. Diese Bedingung erfüllen am besten normale Keller. Böden sind für die Kartoffellagerung wenig geeignet, weil die Temperatur nicht genügend konstant zu halten ist und weil sie meistens nicht frostsicher sind. Daß beim Frieren die Kartoffeln süß werden, wurde oben schon angegeben. Beim Lagern sollen die Kartoffeln nicht zu hoch aufeinander geschichtet werden. Die unteren Lagen werden dann zu sehr durch das Gewicht der darüber liegenden Kartoffeln gedrückt, was Verletzungen des Gewebes und damit Eindringen von Krankheitserregern zur Folge haben kann. Man soll die Kartoffeln nicht höher als 80 cm aufschichten. Es ist nicht zweckmäßig, die Kartoffeln direkt auf Stein- oder Zementfußböden zu bringen. Diese wechseln zu sehr die Temperatur, kondensieren Wasserdampf, der sich den Kartoffeln mitteilt und infolgedessen wiederum das Wachstum von Krankheitserregern begünstigt. Am besten benutzt man Holzbohlen oder die sog. Kartoffelkisten. Wo Steinfußböden verwendet werden müssen, sollen sie vorher mit Stroh, Säcken oder ähnlichem vor Temperatureinflüssen schützendem Material ausgelegt werden. Sehr wesentlich ist es, daß die gelagerten Kartoffeln dauernd unter Aufsicht bleiben und diejenigen Knollen, welche Krankheitserscheinungen zeigen, ausgelesen und fortgeworfen werden. Von diesen kranken Kartoffeln geht nämlich sonst die Ansteckung auf die noch gesunden über. Eine Aufbewahrung in Säcken und geschlossenen höher gefüllten Kisten ist zu verwerfen. Überall muß die Luft Zutritt haben. Die Fäulniserreger insbesondere lieben die Luft nicht und finden günstige Lebensbedingungen, wenn die Luft nicht zutreten kann. Vor direktem Tageslicht sind die Kartoffeln zweckmäßig zu schützen. Bei längerer Einwirkung des Tageslichtes findet allmählich ein Grünwerden der Kartoffeln statt, welches, wie oben schon erwähnt, nach Bömer und Mattis auch eine Vermehrung des Solaningehaltes mit sich bringt. Nach einiger Lagerung treiben die Kartoffeln

Keime. Es ist nicht zweckmäßig, diese Keime während der Lagerung abzureißen. Einmal nutzt dieses nicht viel, denn die Keime bilden sich weiter aus. Andererseits wird aber auch oft beim Abreißen der Keime das Gewebe verletzt, was wiederum Eingangspforten für die Krankheitserreger schafft. Die Keime der Kartoffeln sind besonders reich an Solanin und ebenfalls diejenigen Stellen, an denen die Keime ansetzen. Die Stellen, wo die Keime ansetzen und die Keime selbst sind also vor dem Kochen der Kartoffeln sorgfältig zu entfernen. Im anderen Falle können Vergiftungen nach dem Genuß der Kartoffeln auftreten.

Kartoffelkrankheiten. Die wichtigsten Krankheiten, denen die Kartoffeln ausgesetzt sind, sind folgende:

1. Fäulnis. a) Pilzfäule. Diese wird bewirkt durch höhere Pilze, hauptsächlich Fusariumarten oder Phytophthora infestans. Im Anfang der Erkrankung zeigt die Knolle eine abweichende Färbung der Schale und häufig etwas eingesunkene Stellen. Das Gewebe wird gelb verfärbt. Die Masse selbst bleibt aber trocken. Später wird die Schale rissig und morsch. Die Infektion mit diesen Pilzen beginnt meist schon auf den Feldern an den Knollen und am Kraut. Die Pilzfäulnis verläuft verhältnismäßig langsam. Sie schafft aber die Einbruchspforten für weit gefährlichere Krankheitserreger.

b) Bakterienfäule. Die Bakterienfäule wird durch verschiedene Arten von Bakterien bewirkt. Der häufigste Erreger ist das Bacterium phytophtherus. Da das Gewebe unter Dunkelfärbung breiig und naß zerfällt, heißt diese Fäulnis auch die Naßfäule. Die Krankheit verläuft viel schneller und verheerender als die Pilzfäule. Die Bakterienfäule ist meistens ebenfalls schon auf den Feldern vorhanden. Hier bewirkt sie die sog. Schwarzbeinigkeit der Stengel. Sie bildet sich besonders leicht aus, wenn die Kartoffeln feucht oder noch mit feuchter Erde behaftet eingelagert werden.

2. Kartoffelkrebs oder Warzenkrankheit oder auch Pockenkrankheit. Es bilden sich Warzen aus, die später dunkel und zerklüftet aussehen. Oft sieht die Kartoffel wie ein Badeschwamm aus. Der Erreger dieser Wucherungen ist ein höherer Pilz *Chrysophylyctis endobiotica*.

3. Die Kräuselkrankheit. Sie besteht in einem Zusammenrollen der Blätter der Kartoffelpflanze unter gelblich-rötlicher Verfärbung. Der Erreger ist noch nicht sicher bekannt. Im Gewebe ist häufig ein Fusariumpilz gefunden worden, der deshalb möglicherweise der Erreger ist.

Pilze.

Die Pilze des Waldes sind insbesondere in den Jahren der Fleisch- und Eiweißknappheit viel als Ersatz für Fleisch genossen worden. Sie haben von jeher bei vielen Menschen ein geschätztes Gericht gebildet. Insbesondere ist aber in der Kriegs- und Nachkriegszeit immer wieder darauf hingewiesen worden, daß man den vorhandenen Stickstoffmangel leicht durch die meistens im Walde vermodernden Pilze auszugleichen vermöge. Der Hauptnährstoff der Pilze ist in der Tat die Stickstoffsubstanz, und so können sicherlich die Pilze einen Ersatz für andere stickstoffhaltige Nahrung bieten. Indessen ist dies doch insofern einzuschränken, als festgestellt worden ist, daß die Stickstoffsubstanz der Pilze verhältnismäßig schwer verdaulich ist. Auch ist sie in ihrer biologischen Wertigkeit (S. 60) sicherlich weit minderwertiger als das tierische Protein. Immerhin bleibt ein gutes und richtig zubereitetes Pilzgericht ein wertvolles Nahrungsmittel.

Wachstum, Fortpflanzung und Arten der Pilze. Die zur menschlichen Ernährung verwendeten Pilze sind die Fruchtkörper höherer Pilze, der Mycele, die weit im Boden verzweigt sind. Im Frühjahr wächst und erstarkt das Mycel. Im Frühsommer, vor allen Dingen aber im Herbst und Spätherbst, beginnen dann die Fruchtkörper sich auszubilden. Diese sind die Pilze, sie können sehr verschiedene Formen haben. Sie tragen die Sporen entweder in Röhren oder auf Lamellen oder entwickeln die Sporen noch auf anderen Bildungen, wie bei den Lorcheln, Morcheln und Ziegenbärten. Neben den zuletzt genannten Pilzarten unterscheidet man also vor allem Röhren- und Blätter- (Lamellen) Pilze. Die winzig kleinen etwa 0,004–0,01 mm großen Sporen werden in ungeheurer Zahl erzeugt. Die Pilze wachsen saprophytisch auf vermodernder organischer Substanz. Da diese im Wald in großen Mengen vorhanden ist, so sind die Pilze hauptsächlich im Walde anzutreffen. Die Röhrenpilze und Blätterpilze gehören zu den Basidiomyceten, bei denen die Sporen in Basidien sich entwickeln, während bei den Trüffeln, Morcheln, Lorcheln und Becherpilzen die Sporen in Schläuchen (Asci) ausgebildet werden, diese Pilze also zur Gattung der Ascomyceten gehören. Bei vielen Pilzen ist im jungen Zustande der Fruchtkörper durch eine feine Haut geschützt, die beim weiteren Wachstum des Pilzes reißt und nun in Form einer Manschette am Stiele haften bleibt. Die Fortpflanzung der Pilze geschieht ungeschlechtlich. Die Sporen werden durch Regen, Wind und Tiere weiter verbreitet.

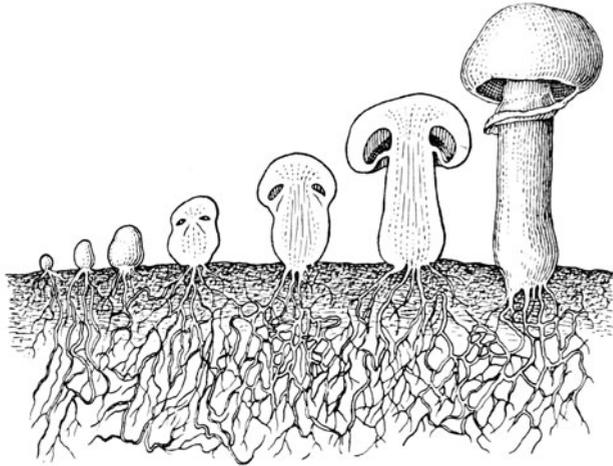


Abb. 44. Schematische Darstellung des Pilzwachstums.
(Nach Gramberg.)

Die Fortpflanzung der Pilze geschieht ungeschlechtlich. Die Sporen werden durch Regen, Wind und Tiere weiter verbreitet.

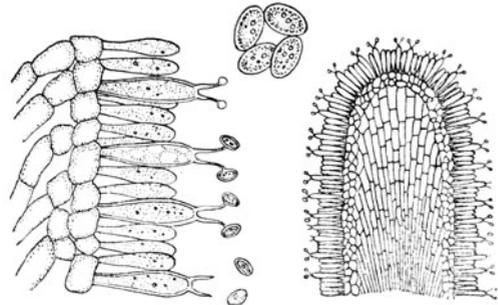


Abb. 45. Bau der Blätterschicht des Champignons. Rechts Querschnitt in 100facher Vergrößerung. Links in 400facher Vergrößerung mit den verschiedenen Entwicklungszuständen der Sporen. In der Mitte einzelne reife Sporen. (Nach Gramberg.)

Zusammensetzung. Die mittlere Zusammensetzung einiger eßbarer Pilze in Prozenten ist nach König etwa die folgende:

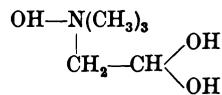
	Wasser	Stickstoff- substanz	Fett	Kohlen- hydrate	Rohfaser	Asche
Champignon	89,70	4,88	0,20	3,57	0,83	0,82
Steinpilz	87,13	5,39	0,40	5,12	1,01	0,95
Pfifferling	91,42	2,64	0,43	3,81	0,96	0,74
Reizker	88,77	3,08	0,76	3,09	3,62	0,67

Diese Zahlen sollen ein ungefähres Bild geben von der Zusammensetzung der Pilze in bezug auf die in ihnen vorhandenen wichtigsten Bestandteile. Über die Zusammensetzung der Pilze ist aber sehr viel gearbeitet worden. Deshalb seien folgende näheren Tatsachen über die eingehendere Zusammensetzung mitgeteilt:

Wasser: Der Wassergehalt ist erheblichen Schwankungen unterworfen. Er liegt, wie die obigen Zahlen zeigen, meist bei 90%. Werden die Pilze aber nach starkem Regen gesammelt, so kann er beträchtlich höher ansteigen.

Mineralstoffe: Die Mineralstoffe aller Pilzaschen zeigen hohe Gehalte an Phosphorsäure und Kali. Diese beiden Stoffe machen gewöhnlich über 80% der Gesamtasche aus. Der Natrongehalt tritt sehr zurück. Er überschreitet meistens nicht 4% der Asche. Kalk, Magnesia und Tonerde sind meist nur in geringer Menge zugegen. In den meisten Pilzaschen findet sich auch Eisen in gewisser Menge. In einigen Pilzen ist auch ein Manganengehalt beobachtet worden. Der Gehalt an Schwefelsäure und Chlor ist ziemlich schwankend. Auch der Kieselsäuregehalt kann starken Schwankungen unterliegen. In manchen Pilzen fehlt Kieselsäure ganz. Der größte Teil der Pilzasche ist wasserlöslich.

Stickstoffsubstanz: Die Stickstoffsubstanz besteht nur zu einem Teil, nämlich $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ aus wirklichem Protein. Über die Natur der Proteine der Pilze ist nichts Sicheres bekannt. Mit modernen Methoden ist das Pilzeiweiß nicht untersucht worden. Sicher ist, daß nur sehr wenig lösliches Protein in den Pilzen vorhanden ist. Der größte Teil des Proteins ist wasserunlöslich. An sonstigen stickstoffhaltigen Stoffen fand Yoshimura¹ im Steinpilz z. B. Adenin 0,12 g, Histidin 0,14 g, Trimethylamin 0,15 g in 1 kg der luftgetrockneten Masse. Arginin und Cholin wurden nicht gefunden. Kutscher² stellte folgende basischen Extraktivstoffe im Champignon fest: Cholin, Betaïn, Arginin und ein dreifach methyliertes Histidin. Der Giftstoff des giftigen Fliegenpilzes ist das Muscarin,



ein Verwandter des Cholins. Daneben kommen noch andere dem Cholin verwandte Basen vor. Zahlreiche Fermente sind in Pilzen aufgefunden worden, so Trehalase, Diastasen, Lipasen, proteolytische Fermente, Oxydasen und andere mehr.

Fett: Über die in den Pilzen vorhandenen geringen Fettmengen ist folgendes bekannt: Sie sind halbfest und bestehen aus einem flüssigen und einem krystallinischen Anteil. Der letztere Anteil besteht größtenteils aus Körpern der Steringruppe. Das eigentliche Pilzfett zeichnet sich durch einen sehr hohen Gehalt an freien Fettsäuren aus, und zwar ist dieses besonders bei älteren Pilzen der Fall. Wahrscheinlich rührt der hohe Gehalt an freien Fettsäuren von einem fermentativen Zerfall der Fette her. Der Gehalt an Glycerin

¹ Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 20, S. 155. 1910.

² Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 21, S. 535. 1910.

ist aber nur gering. Durchschnittlich scheinen 50–75% des Fettes verseift zu sein. An Fettsäuren sollen nachgewiesen sein Palmitinsäure und Ölsäure, ferner Essigsäure und Buttersäure. Die Fette enthalten sowohl Lecithin bzw. Phosphatide als auch Sterine (siehe oben).

Kohlenhydrate: In den Pilzen sind folgende Kohlenhydrate gefunden worden. Sehr allgemein verbreitet scheint der Traubenzucker zu sein, wohingegen das Vorkommen von Fruchtzucker zweifelhaft ist. Saccharose ist nie gefunden worden. Ein sehr charakteristischer Bestandteil vieler Pilze ist die Trehalose (Mykose). Es ist dies eine Biose, welche aus zwei Molen Traubenzucker besteht (S. 37). Stärke fehlt den Pilzen vollständig, da sie kein Assimilationsvermögen besitzen. Weit verbreitet in vielen Pilzen ist auch das Glykogen (S. 42). Der Schleim, der sich besonders nach Regen auf manchen Hutpilzen entwickelt, gehört wahrscheinlich der Gruppe der Pektinkörper an. Er ist gelegentlich Viscosin genannt worden. Ferner kommen an Hemicellulosen Xylane vor, welche bei der Hydrolyse Xylose liefern, also zur Gruppe der Pentosane gehören. Von besonderem Interesse ist die Cellulosesubstanz der Pilze, welche auch Fungin oder Mykosin genannt worden ist. Sie unterscheidet sich von allen sonstigen Pflanzencellulosen dadurch, daß sie stickstoffhaltig ist. Dagegen scheint sie mit der Gerüstsubstanz gewisser Tiere (Chitin bei Hummer, Krebsen, Maikäfern u. a.) identisch oder sehr nahe verwandt zu sein. Durch Hydrolyse entsteht Glucosamin. Trotzdem viel über die Konstitution des Chitins gearbeitet worden ist, steht heute doch nur soviel fest, daß die Elementarmolekel aus mehr als zwei Glucosaminmolekülen gebaut sein muß.

Lignin wurde bei Pilzen niemals beobachtet. In sehr vielen Pilzen kommt in reichlichen Mengen Mannit vor, der schon frühzeitig infolge seines leichten Krystallisationsvermögens erkannt wurde.

Säuren: Von Säuren ist vornehmlich Oxalsäure in Form des Calciumsalzes in Pilzen gefunden worden. Sehr verbreitet scheint auch Fumarsäure zu sein, dagegen ist das Vorkommen von Äpfelsäure, Weinsäure und Citronensäure nicht sicher nachgewiesen. In manchen Lorcheln kommt eine zweibasische Säure der allgemeinen Formel $C_{12}H_0O_7$, die sog. Helvellensäure, vor. Diese hat giftige Eigenschaften, da sie die roten Blutkörperchen zu zersetzen vermag. Durch Abbrühen der Pilze kann die Säure entfernt werden, da sie wasserlöslich ist.

Farbstoffe: Die gelben, roten und blauen Farbstoffe der Pilze sind in ihrer Zusammensetzung und Konstitution unbekannt. Sie sind mit modernen Methoden nicht untersucht worden. Eine eigentümliche Erscheinung ist der Farbwechsel bei manchen Pilzen. Wird z. B. ein Hexenpilz durchgebrochen, so läuft er sofort blau an. Diese Veränderung des Farbstoffes wird an der Luft immer stärker. Man nimmt an, daß diese Veränderung des Farbstoffes unter dem Einfluß von Oxydasenfermenten durch den Sauerstoff der Luft hervorgerufen wird. Notwendig scheint dabei aber die Gegenwart von etwas Alkali oder Erdalkali zu sein. Näher ist die Erscheinung nicht geklärt.

Gerbstoffe: Gerbstoff ist in den meisten Pilzen vorhanden. Die Pilze bilden diesen Stoff nicht selbst aus, sondern entziehen ihn dem Substrat, auf dem sie wachsen.

Milchsaft: Manche Pilze, z. B. die echten Reizker, die Pfifferlinge, Milchpilze und viele andere lassen beim Zerbrechen weiß-, gelb- oder rotgefärbten Milchsaft austreten. Der Milchsaft gerinnt schnell an der Luft. Er soll harzartige Körper in feiner Verteilung enthalten. Wahrscheinlich ist auch Protein und Pflanzengummi zugegen.

Gifte: Worin die Giftwirkung der giftigen Pilze beruht, ist mit voller Sicherheit nicht bekannt. Ein eigentliches Alkaloid ist in den Pilzen nicht gefunden worden. Wie oben schon erwähnt wurde, sind aber in vielen Pilzen Basen vorhanden, welche zum Trimethylamin in Beziehung stehen, wie das Muscarin, das Cholin, das Neurin usw. Diese Körper haben alle gewisse giftige Wirkungen. In manchen Pilzen sind aber auch Toxine gefunden worden, welche den Bakterientoxinen nahe verwandt sein müssen.

Vitamine: Über den Vitamingehalt der Pilze ist wenig bekannt. Indessen ist anzunehmen, daß die Pilze ebenso wie die meisten übrigen Pflanzenprodukte vitaminhaltig sind¹.

Die Pilze werden auch vielfach getrocknet. Die Art der Herstellung der Trockenpilze ist ganz die entsprechende wie die der Trockengemüse, weshalb auf das im Kapitel „Trockengemüse“ Gesagte verwiesen sei.

Giftige Pilze. In Deutschland gibt es etwa 200 Speisepilze, davon sind 50 gut, 50 mittelgut und 100 minderwertig. Der allgemeine Genuß der Pilze wird dadurch sehr erschwert, daß unter den vielen guten Pilzen auch gelegentlich giftige Pilze vorkommen. Schon aus dem Altertum liegen Berichte über Vergiftungen durch Pilze vor. Im allgemeinen sind aber die Vorstellungen, welche über die Giftigkeit der Pilze herrschen, durchaus unrichtig. Neben den 200 eßbaren Pilzen gibt es nur 7 giftige Arten, und zwar die drei verschiedenen Arten des Knollenblätterschwammes (Ammanita), der Fliegenpilz, der Kartoffelbovist, der Speiteufel und der Satanspilz. Um sich vor Vergiftungen zu schützen, gibt es nur ein Mittel. Man muß wenigstens diese giftigen Pilze kennen lernen. Der Knollenblätterpilz wird vielfach mit dem Champignon verwechselt. Beides sind Blätterpilze. Der Champignon hat aber rote bis braunschwarze Blätter, je nach der Altersstufe, während der Knollenblätterpilz stets weiße Blätter hat. Eine Verwechslung kann also nur auf grober Unkenntnis oder Unaufmerksamkeit beruhen. Die weitaus meisten Pilzvergiftungen gehen auf den Genuß des Knollenblätterpilzes zurück.

Sichere allgemeine Unterscheidungsmerkmale zwischen echten und giftigen Pilzen gibt es nicht. Vielfach ist die Meinung verbreitet, daß Milchsaftpilze oder Pilze, die sich beim Durchbrechen oder Kochen verfärben, giftig sind. Dies ist vollkommen unrichtig, da z. B. der giftige Satanspilz die Eigenschaft der Verfärbung mit dem guten Speisepilz, dem Hexenpilz, gemeinsam hat. Ebenso ist der echte Reizker, welcher einen orangeroten Milchsaft von sich gibt, ein ausgezeichnete Speisepilz. Ebenso unrichtig ist die Meinung, daß Giftpilze sich zu erkennen geben durch das Schwarzwerden eines silbernen Löffels oder das Schwarzwerden einer mitgekochten Zwiebel.

Viele Pilzvergiftungen sind allerdings gar nicht auf den Genuß giftiger, sondern auf den Genuß zersetzter Pilze zurückzuführen. Die Pilze unterliegen außerordentlich schneller Zersetzung und es bilden sich bei der Zersetzung leicht toxinähnliche Gifte aus, ähnlich wie bei der Fleischfäulnis. In diesen Fällen kann auch das Kochen eines silbernen Löffels mit dem Pilzgericht einen gewissen Wert haben. Bei der Fäulnis bildet sich nämlich häufig auch Schwefelwasserstoff aus, der den Löffel schwärzen wird unter Bildung von schwarzem Schwefelsilber und infolgedessen die Fäulnis erkennen läßt.

Die Symptome, welche bei einer Pilzvergiftung auftreten, sind folgende: Übelkeit, Schwindel, Brennen und Kratzen im Halse, Flimmern vor den Augen, kalter Schweiß, Brechreiz, Schwäche, Herzklopfen, Ohnmacht, Magenschmerzen, Magenkrämpfe und ruhrartige Durchfälle.

¹ In der neuesten Auflage von Ragnar Berg: Vitamine finden sich einige Untersuchungen. Danach enthalten die Pilze wenig bis viel B, kein A und kein C.

Um die einzelnen Pilze kennen zu lernen, gibt es kein anderes Mittel als bewaffnet mit sorgfältigen Abbildungen hinaus in die Natur zu gehen und sie zu sammeln. Ich sehe davon ab, diesem Lehrbuch, wie es häufig geschieht, Pilztafeln beizugeben. Diese können nur in kleiner, unvollkommener Weise wiedergegeben werden, was mehr schadet als es nutzt. Will man die Pilze kennen lernen, so bedarf man Bücher mit ausgezeichneten Tafeln, auf denen die Pilze naturgetreu dargestellt sind. Derartige Bücher sind vorhanden. In erster Linie ist das schöne Werk von Gramberg¹ zu empfehlen; ferner auch das von Michael². Beide sind mit ausgezeichneten Abbildungen aller wichtigen Speise- und Giftpilze versehen.

Siebenter Abschnitt.

Die alkaloidhaltigen Genußmittel.

Worin der wesentliche Unterschied zwischen einem Nahrungsmittel und einem Genußmittel besteht, ist schon auf S. 6 auseinandergesetzt worden. Wir teilen die Genußmittel in drei Gruppen ein, nämlich: erstens die alkaloidhaltigen Genußmittel, zweitens die alkoholischen Genußmittel und drittens die Gewürze und Würzstoffe.

Zu den alkaloidhaltigen Genußmitteln gehören vor allem Kaffee, Tee und Kakao, in zweiter Linie auch der Tabak. Sie enthalten in kleinen Mengen Stoffe, welche auf das zentrale Nervensystem einwirken und anregende Wirkungen hervorrufen. Es handelt sich dabei um Substanzen, welche sich vom Purinkern ableiten (S. 74) oder Pyridinderivate sind und welche man zur Klasse der Alkaloide rechnet. Der Kakao enthält erhebliche Fettmengen. Er ist deshalb sowohl ein Genußmittel als auch ein Nahrungsmittel. Die alkoholischen Genußmittel, Bier, Wein, Brantwein enthalten den, in mäßiger Menge genossen, anregend wirkenden Alkohol. Die Gewürze enthalten ätherische Öle und andere Geruchs- und Geschmacksstoffe, mit denen wir die Speisen schmackhafter gestalten, während die Würzstoffe, Kochsalz und Essig, den Speisen zugesetzt werden, damit sie einen leichten Gehalt an Chlornatrium bzw. Essigsäure und den Geschmack nach diesen Stoffen erhalten.

Kaffee.

Der Kaffeebaum. Der Kaffee ist der Same des Kaffeebaumes (*Coffea arabica*), dessen Heimat Asien und Afrika ist, der aber heute in den meisten tropischen Ländern angebaut wird.

Die Kaffeepflanze ist ein schlankes Bäumchen. Die Blätter gleichen den Lorbeerblättern, die Blüte im äußeren Aussehen und Geruch unserem Jasmin. Die Früchte sind eine Art Kirsche, welche erst grün ist, dann mit fortschreitender Reife gelb und schließlich rot wird. Unter der Fruchthaut sitzt ein Fruchtfleisch, darin eingebettet liegen mit den flachen Seiten gegeneinander zwei Samen (Bohnen). Die Samen sind von zwei Samenhäuten umgeben, einer derben, der sog. Pergamenthaut und einer darunter liegenden feinen zarten Haut, der Silberhaut, deren Reste man häufig im Schlitz der rohen oder gerösteten Kaffeebohnen findet. Bisweilen wird infolge einer anormalen Ent-

¹ Eugen Gramberg: Die Pilze unserer Heimat. Leipzig 1913.

² Edmund Michael: Führer für Pilzfreunde. Ausgabe B. 3 Bände. Zwickau 1917.

wicklung in der Frucht nur ein runder Same ausgebildet. Sie werden ausgesucht und bilden den besonders wertvollen Perlkaffee.

Von den zahlreichen Varietäten, welche angebaut werden, haben zwei Arten, nämlich der arabische und der liberische Kaffee besondere Bedeutung. Der liberische Baum ist in allen Teilen gröber, größer und derber als der arabische Baum.

Krankheiten des Kaffeebaumes. Der Kaffeebaum kann von verschiedenen Krankheiten und Schädlingen befallen werden. Die gefährlichste Erkrankung wird von zur Familie der Rostpilze gehörigen Pilzen, *Hemileia vastatrix*, veranlaßt. Es entstehen gelbe bis rote Flecken auf der Unterseite der Blätter. Mit mancherlei Chemikalien sucht man die Krankheit zu bekämpfen. In den



Abb. 46. Zweig des Kaffeebaumes mit Blättern und Früchten.

sechziger und siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts hat diese Krankheit in den meisten kaffeezeugenden Ländern sich in den Kaffeeplantagen in großem Umfange breit gemacht und großen wirtschaftlichen Schaden angerichtet. Der Liberiabaum ist erheblich widerstandsfähiger gegenüber der Krankheit als der arabische Baum.

Gewinnung der Bohnen. Für die Kaffeeernte werden die reifen Kaffeefrüchte einzeln von den Bäumen gepflückt. Die Reifezeit reicht von Mai bis Dezember. Die Araber schütteln vielfach die totreif gewordenen Früchte auf untergehaltene Tücher von den Bäumen herunter.

Die Gewinnung der Bohnen geschieht vornehmlich nach zwei verschiedenen Verfahren, nämlich der trockenen und der nassen. Letztere wird auch die westindische genannt. Das zuerst genannte Verfahren ist das einfachere. Die Kirschen werden getrocknet und dann in Schälmaschinen geschält, wobei auch beide Samenhäute mit abgeschält werden.

Meistens geschieht aber die Gewinnung der Samen nach der nassen westindischen Methode. Zunächst wird das Fruchtfleisch der Kirschen soweit als möglich mit besonderen Maschinen im Wasserstrom beseitigt. Die einigermaßen vom Fruchtfleisch befreiten Bohnen fallen dann in eine Gärzisterne, wo eine Gärung stattfindet, bei welcher die an den Pergamentschalen noch anhaftenden Fruchtfleischreste so verändert werden, daß sie nun abgewaschen werden können. Die dabei verlaufenden Gärungen sind eine alkoholische, eine Milchsäuregärung und eine Essiggärung¹. Darauf folgt ein Trocknen der Bohnen an der tropischen Sonne oder in besonderen Trockenräumen. Der ganze Prozeß nimmt etwa 2—4 Wochen Zeit in Anspruch. Von den trockenen Bohnen werden dann, oft erst in den Export- oder Importhäfen, durch Schälvorrichtungen die Pergamentschale und die Silberhaut entfernt.

Der liberische Kaffee kann nur nach dem westindischen Verfahren gewonnen werden. Dieses selbst gestaltet sich beim arabischen Kaffee meist einfacher als beim liberischen. Im allgemeinen gewinnt man aus 100 kg Kaffeefrüchten 20 kg trockene Bohnen (mit Hornschale). Unreife Früchte liefern bei dieser Behandlung schwarze Samen. Sie führen zusammen mit fremden Verunreinigungen, wie Steinchen, Erde usw. im Handel den Namen „Einwurf“ und sollen in einem Kaffee nicht vorhanden sein. Bohnen, welche auf dem Transport mit Seewasser in Berührung kommen, haben nach dem Rösten kein oder ein unangenehmes Aroma. Sie heißen havariierter Kaffee. Der Rohkaffee wird bisweilen unlauteren Operationen unterworfen. Hierher gehört das Schönen mit künstlichen Farbstoffen (wie Ocker, Indigo und anderen). Das Verfahren hat ebenso wie das Dämpfen der Bohnen, um sie größer zu machen, nur den Zweck, bessere Sorten vorzutauschen und verstößt daher gegen das Nahrungsmittelgesetz.

Das Rösten. Der Kaffee wird erst genossen, nachdem er noch einen Röstprozeß durchgemacht hat, wobei das Kaffeearoma erst entwickelt wird. Zu dem Zwecke wird der Rohkaffee in drehbare Trommeln gebracht, die durch direktes Feuer, Gas, heiße Luft oder Elektrizität geheizt werden. Früher geschah das Kaffeerösten vielfach in den Haushalten, heute fast ausschließlich in Fabrikbetrieben. Die Röstmaschinen sind immer mehr verbessert worden. Da das richtige Rösten eine große praktische Erfahrung voraussetzt, so ist diese Entwicklung zu begrüßen. Zu kurzes Rösten entwickelt das Aroma nicht richtig, zu langes vernichtet es. Die Samen vergrößern beim Rösten ihr Volumen und stoßen eigenartig riechende flüchtige Bestandteile aus; der Gewichtsverlust beträgt etwa 20%. Die Rösttemperatur soll etwa 200—250° betragen.

Glasierter und kandierter Kaffee. Beim Rösten wird der Kaffee oft mit Überzügen versehen. Diese Überzüge sollen vor allem den Zweck haben, ein zu schnelles Verdunsten des Aromas zu verhindern. Wird das Überziehen mit Zucker oder zuckerhaltigen Stoffen vorgenommen, so ist ein weiterer Zweck die Erzeugung von tief dunkel gefärbten Aufgüssen.

Für das Glasieren wird oft Schellack verwendet. Die fertig gerösteten Bohnen werden mit etwas Schellackpulver überstreut. Das Harz schmilzt und überzieht die Bohnen mit einer in der Kälte wieder erstarrenden, dünnen Harzschicht. Der Schellackgehalt darf nicht mehr als 0,5% betragen. Durch den Ministerialerlaß des Reichsministers des Innern vom 4. 2. 1926 sind auch andere Harze außer Schellack, die Acaroidharze, deren Gesundheitsunschädlichkeit durch pharmakologische Untersuchung erwiesen wurde, zugelassen.

Das Überziehen des Kaffees mit Zucker soll nur mit Zucker geschehen (s. Grundsätze für die Beurteilung von Kaffee des Reichsgesundheitsamtes S. 254).

¹ Gorter: Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 22, S. 529. 1911.

Die gerösteten Bohnen werden mit Zuckerlösung übergossen und dann bis zur genügenden Caramelisierung des Zuckers weiter geröstet.

Alle sonst noch gelegentlich zur Verwendung gelangenden Stoffe wie Stärke, Dextrin, Stärkezucker, Stärkesirup, Melasse usw. sind also nicht statthaft. Der so behandelte Kaffee darf nicht mehr als 7% Zucker oder 3% abwaschbare Stoffe enthalten. Glasierter und kandierter Kaffee muß stets als solcher gekennzeichnet werden (s. S. 255).

Ein Färben des Kaffees geschieht nur um bessere Sorten vorzutauschen und ist deshalb unstatthaft nach § 10 des Nahrungsmittelgesetzes.

Die Zusammensetzung. Die mittlere Zusammensetzung des rohen und gerösteten Kaffees in bezug auf die wichtigsten Bestandteile gibt König wie folgt in Prozenten an:

Roh oder geröstet	Wasser	Stickstoffsubst.	Coffein	Fett	Zucker	Dextrin	Gerbsäure	Pentose	Rohfaser	Asche
Roh	11,25	12,64	1,18	11,72	7,67	0,84	9,36	6,34	23,85	3,77
geröstet	2,65	13,92	1,24	14,35	2,83	1,30	4,65	3,68	23,85	3,93

Über die Kaffeezusammensetzung ist im einzelnen folgendes zu sagen:

Wasser: Der Wassergehalt des Rohkaffees schwankt etwa zwischen 9—14%.

Stickstoffsubstanz: Über die Proteine des Kaffees ist wenig Sicheres bekannt. Nach Hasterlik wird das wasserlösliche durch Erhitzen fällbare Protein als Albumin angesprochen, das aus dem Filtrate ausfällbare als Legumin. Der wichtigste stickstoffhaltigste Bestandteil ist das Coffein, das 1, 3, 7-Methylxanthin (S. 74). Der Gehalt des Rohkaffees an Coffein schwankt etwa zwischen 1—1,75%. Auf dem Gehalt an Coffein beruht in erster Linie die anregende Wirkung des Kaffees. Es stellt in reinem Zustande ein weißes Pulver dar, welches aus langen, weißen glänzenden Nadeln besteht. In größeren Mengen genossen wirkt es giftig. Neben dem Coffein findet sich im Kaffee in kleinen Mengen ein anderes Alkaloid, das Trigonellin, welches ein Derivat einer Pyridincarbonsäure ist und die allgemeine Formel $C_{14}H_{18}N_2O_4$ besitzt.

Abelin und Perelstein¹ fanden im Kaffee einen flüchtigen, stark stickstoffhaltigen Stoff, der durch Alkaloidreagenzien gefällt wird und einen üblen Geruch aufweist. Sie halten ihn für einen toxinartigen Körper.

Das Fett: Rohkaffee weist etwa 10—13% Ätherextrakt auf. Nach Meyer und Eckert² sind in dem Kaffee fett folgende Fettsäuren vorhanden: 1—1,5% Daturinsäure, 25—28% Palmitinsäure, 0,5% Caprinsäure, 2% Ölsäure, 50% Linolsäure. Das fette Öl enthält ferner etwa 10% Carnaubasäure in Form eines Kaffeewachses, das sich in den äußeren Zellschichten findet. Es ist wahrscheinlich ein Vertreter der von Tschirsch als Tannale bezeichneten Harzalkaloide. Das Kaffee fett zeichnet sich durch eine niedrige Verseifungszahl aus (157—177), was für die Anwesenheit von viel hochmolekularen Fettsäuren spricht. Neben dem fetten Öl enthält jeder Rohkaffee auch geringe Mengen eines ätherischen Öles (0,1—0,2%).

Kohlenhydrate: Nach L. Graf³ ist im Kaffeesamen weder Glucose, noch ein anderer direkt reduzierender Zucker vorhanden, sondern nur Rohrzucker. Der Saccharosegehalt schwankt etwa zwischen 5 und 10%. An

¹ Münch. med. Wochenschr. Bd. 61, S. 867—868, 1914. Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 35, S. 387. 1918.

² Monatsh. f. Chemie. Bd. 31, S. 1227—1251. 1910. Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 24, S. 475. 1912.

³ Zeitschr. f. angew. Chem. Bd. 14, S. 1077—1082. 1901. Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 5, S. 1162. 1902.

sonstigen Kohlenhydraten ist vor allem Cellulose zu etwa 26% vorhanden. Ferner sind in Kaffee Polysaccharide nachgewiesen, welche bei der Hydrolyse Pentosen, Mannose und Galaktose liefern. Die Zellmembran des Kaffees setzt sich nach Rubner zusammen aus 45,15% Reincellulose, 6,59% Pentosanen und einem Rest von 48,26%. Stärke enthält der Kaffee nicht. In kleinen Mengen sind gummiartige Körper vorhanden, über welche bis jetzt nichts Näheres bekannt ist.

Kaffeegerbsäure: Dieser Körper ist stets in wechselnden Mengen (etwa 3–10%) im Rohkaffee vorhanden. Er gehört nicht zu den echten Gerbsäuren, da ihm die Eigenschaft, Leder zu gerben, abgeht. Von manchen Forschern wurde die Kaffeegerbsäure als Glucosid, von anderen als Glucotannoid angesehen. Die Natur des Körpers ist bisher nicht sicher geklärt. Das Coffein ist im Kaffee mit der Kaffeegerbsäure und Kalium verbunden. Ihre allgemeine Formel lautet $C_{18}H_{14}O_5$. An der Luft in ammoniakalischer Lösung geht sie in die grüngefärbte Chlorogensäure über.

Gorter¹ hat in Liberiakaffee Citronensäure gefunden.

Die Mineralstoffe: In der Kaffeemasche überwiegt von Kationen bei weitem das Kalium. Der Gehalt an K_2O liegt im Mittel über 50%. Natron ist nur in Mengen unter 1% vorhanden. Kalk und Magnesia liegen im Mittel zu 6 bis etwa 10% der Asche vor, Eisen dagegen wieder nur in kleinen Mengen. An Anionen liegt vor allem Phosphorsäure, dann auch Kohlensäure vor. Einige Prozente der Asche bestehen auch aus Sulfation und Kieselsäure, während der Chlorgehalt sehr gering ist (unter 1% der Asche). Die Kaffeemasche ist stark alkalisch.

Die chemischen Umsetzungen beim Rösten. Die Tabelle auf S. 252 zeigt, daß der Wassergehalt beim Rösten, wie zu erwarten, stark abnimmt. Dagegen bleiben die Stickstoffsubstanzen vom Röstvorgange unbeeinflusst. Auch das Fett scheint nicht wesentlich verändert zu werden, nur erfolgt in geringem Umfange eine Aufspaltung der Glyceride in Glycerin und freie Fettsäuren, weshalb die Säurezahl des Fettes etwas ansteigt. Der Gehalt an ätherischem Öl steigt. Die Polysaccharide sowohl wie der lösliche Zucker tragen die Hauptkosten der chemischen Umwandlung beim Rösten. Sie nehmen stark ab und gehen in gefärbte caramelartige Körper über, denen der Kaffeeaufguß in erster Linie seine braune Farbe verdankt. Auch der Gehalt an Gerbsäure nimmt durch Rösten stark ab. Die Mineralstoffe bleiben unbeeinflusst.

Die Ursache des Kaffeearomas. Träger des Kaffeearomas ist das mit Wasserdämpfen flüchtige Kaffeeöl. Es ist eine stark nach Kaffee riechende Flüssigkeit, welche wenig löslich in Wasser ist und sich leicht zersetzt unter Bildung von pyridinartig riechenden Basen. In dem Wasserdampfdestillat sind viele andere Stoffe, wie Pyridin, Essigsäure, Furfurol, Phenole, Valeriansäure und Furfuralkohol nachgewiesen. Das Kaffeeöl ist stark stickstoffhaltig. Die Entstehung dieses Öles scheint in einem Zusammenwirken von Rohrzucker, Kaffeegerbsäure und Coffein bei der Röstung zu bestehen. Erdmann² zeigte, daß beim Zusammenrösten dieser Stoffe Kaffeearoma auftritt, nicht aber, wenn einer der drei Stoffe fehlte.

Coffeinfreier Kaffee. Wenn auch die giftige Wirkung des Kaffees bei übertriebenem Genusse nicht ausschließlich dem Coffein zuzuschreiben ist — verschiedene Bestandteile im Kaffeeöl haben auch toxische Eigenschaften —, so ist doch soviel sicher, daß für herzkrankte, herzschwache und nervöse

¹ Annal. Chem. Bd. 372, S. 237—246. 1910. Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 22, S. 529. 1911.

² Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. Bd. 35, S. 1846. 1902.

Personen das Coffein der Hauptschädling ist. Da andererseits der Genußwert und das Aroma auch in Bohnen hergestellt werden kann, die vom Coffein größtenteils befreit sind, so hat man schon seit vielen Jahren für kranke und nervöse Menschen coffeinfreien Kaffee fabrikatorisch hergestellt. Von praktischer Bedeutung ist bisher vor allem der Kaffee Hag, das Produkt einer Bremer Firma, geworden. Das Verfahren ist etwa das folgende: Die durch Luft vom Schmutz befreiten Bohnen werden mit Wasserdampf behandelt. Die so behandelten Bohnen geben das Coffein leicht an geeignete Lösungsmittel ab. Nun wird extrahiert mit Benzol, Tetrachlorkohlenstoff oder ähnlichen Lösungsmitteln, wobei es gelingt, das Coffein bis auf 0,05—0,1% zu entfernen, ein Gehalt, der unschädlich ist. Der Kaffee wird dann nach geeigneter Nachbehandlung in normaler Weise geröstet. Der so hergestellte coffeinfreie Kaffee hat einen vorzüglichen Geschmack.

Das Reichsgesundheitsamt hat in seinen Entwürfen zu Festsetzungen über Lebensmittel (Berlin 1915, Verlag Julius Springer) folgende Begriffsbestimmungen, Verbote zum Schutze der Gesundheit und Grundsätze für die Beurteilung aufgestellt.

I. Begriffsbestimmungen.

Kaffee (Kaffeebohnen) sind die von der Fruchtschale vollständig und der Samenschale (Silberhaut) größtenteils befreiten, rohen oder gerösteten, ganzen oder zerkleinerten Samen von Pflanzen der Gattung *Coffea*. Bohnenkaffee ist gleichbedeutend mit Kaffee.

Als Kaffeesorten werden unterschieden:

1. Nach der geographischen Herkunft: a) Südamerikanischer (brasilianischer [Santos-, Rio-, Bahia-], Venezuela-, Columbia-) Kaffee. b) Mittelamerikanischer (Guatemala-, Costarica-, Mexiko-, Nicaragua-, Salvador-) Kaffee. c) Westindischer (Cuba-, Jamaica-, Domingo-, Portorico-) Kaffee. d) Indischer (Java-, Sumatra- [Padang-], Celebes- [Menado-], Ceylon-, Mysore-, Coorg-, Neilgherry-) Kaffee. e) Arabischer (Mokka-) Kaffee. f) Afrikanischer (abessinischer, Usamara-, Nyassa-, Cazengo-) Kaffee.

2. Nach der pflanzlichen Abstammung: Kaffee von *Coffea arabica*, Kaffee von *Coffea liberica* (Liberiakaffee).

3. Nach der Stufe der Zubereitung: roher, gerösteter, gemahlener Kaffee. Perlkaffee ist Kaffee aus einsamig entwickelten Kaffeefrüchten. Bruchkaffee (Kaffeebruch) sind zerbrochene Kaffeebohnen. Kaffee mischungen und gleichsinnig bezeichnete Erzeugnisse sind Gemische verschiedener Kaffeesorten.

II. Verbote zum Schutze der Gesundheit.

Für Genußzwecke darf — auch in Mischungen oder Zubereitungen — nicht in den Verkehr gebracht werden:

1. Kaffee, der mit gesundheitsschädlichen Stoffen gefärbt ist.
2. Kaffee, der mit arsenhaltigem Schellack überzogen ist.
3. Kaffee, der mit Borax behandelt ist.

III. Grundsätze für die Beurteilung.

Als verdorben ist anzusehen:

Kaffee, der infolge unzureichender Art der Ernte, der Erntebereitung oder der weiteren Behandlung, infolge Beschädigung durch See- oder Flußwasser („Havarie“), ungeeigneter Lagerung oder anderer Umstände in rohem oder geröstetem Zustande oder in dem daraus bereitetem Kaffeetränk eine derart ungewöhnliche Beschaffenheit, insbesondere einen so fremdartigen oder widerwärtigen Geruch oder Geschmack aufweist, daß er zum Genuße ungeeignet ist.

Kaffee, der verschimmelt oder sonst stark verunreinigt ist; Kaffee, der beim Rösten verkohlt ist, gerösteter Kaffee, der aus verdorbenem rohen Kaffee hergestellt ist.

Als verfälscht, nachgemacht oder irreführend bezeichnet sind anzusehen:

1. Als Kaffee oder mit Namen von Kaffeesorten bezeichnete Erzeugnisse, die der Begriffsbestimmung für Kaffee nicht entsprechen.

2. Mit einem Herkunftsamen bezeichneter Kaffee, der nicht aus dem entsprechenden Erzeugungsgebiete stammt; mit Herkunftsamen bezeichnete Kaffeemischungen, sofern die Bestandteile, die der Menge nach überwiegen und die Art bestimmen, nicht aus den entsprechenden Erzeugungsgebieten stammen.

3. Kaffee, der nicht soweit als technisch möglich von minderwertigen oder wertlosen Bestandteilen befreit worden ist, ausgenommen solcher Kaffee, der sich als „ungelesener“ Kaffee noch im Großhandel befindet.

4. Durch See- oder Flußwasser in seinem Genußwerte herabgesetzter („havariierter“) Kaffee, auch in Mischung mit anderem Kaffee, sofern nicht die minderwertige Beschaffenheit aus der Bezeichnung des Kaffees hervorgeht.

5. Roher Kaffee, dessen Wassergehalt 12⁰/₁₀₀, gerösteter Kaffee, dessen Wassergehalt 5⁰/₁₀₀ übersteigt.

6. Kaffee, der unmittelbar oder mittelbar mit Wasser beschwert worden ist.

7. Kaffee, dem Holzmehl oder andere, bei seiner Reinigung verwendete Stoffe in einer technisch vermeidbaren Menge anhaften.

8. Künstlich, auch durch Anrösten, gefärbter Kaffee.

9. Kaffee, dessen minderwertige Beschaffenheit durch Überzugstoffe verdeckt worden ist.

10. Kaffee, der mit anderen Überzugstoffen als Rohr- oder Rübenzucker oder Schellack versehen worden ist.

11. Kaffee, der mit Überzugstoffen versehen und nicht dementsprechend als „mit gebranntem Zucker überzogen“ oder „mit Schellack überzogen“ bezeichnet ist.

12. Unter Verwendung von Zucker gerösteter Kaffee, bei dem mehr als 7 Teile Zucker auf 100 Teile rohen Kaffee verwendet worden sind oder der mehr als 3⁰/₁₀₀ abwaschbare Stoffe enthält.

13. Mit Schellack überzogener Kaffee, bei dem mehr als 0,5 Teile Schellack auf 100 Teile rohen Kaffee verwendet worden sind.

14. Kaffee, der mit Soda, Pottasche, Kalk, Zuckerkalk (Calciumsaccharat) oder Ammoniumsalzen behandelt worden ist.

15. Kaffee, dem Coffein durch besondere Behandlung entzogen ist; sofern er nicht dementsprechend bezeichnet ist.

16. Als „caffeinfrei“ oder gleichsinnig bezeichneter Kaffee, der mehr als 0,08⁰/₁₀₀ Coffein enthält.

17. Als „caffeinarm“ oder gleichsinnig bezeichneter Kaffee, der mehr als 0,2⁰/₁₀₀ Coffein enthält.

18. Kaffee, dem andere Bestandteile als Coffein, die für den Genußwert des Kaffeegetränks von Bedeutung sind, durch besondere Behandlung entzogen sind.

19. Mischungen von Kaffeebohnen mit künstlichen Kaffeebohnen oder mit Lupinen oder mit Sojabohnen oder anderen Kaffee-Ersatzstoffen, die in der Mischung mit Kaffeebohnen verwechselbar sind.

20. Andere als die unter Ziffer 19 genannten Mischungen von Kaffee mit Kaffee-Ersatzstoffen oder Kaffeezusatzstoffen, sofern sie nicht ausdrücklich als „Kaffee-Ersatzmischung“ bezeichnet sind und, falls sie unter Hinweis auf den Gehalt an Kaffee in den Verkehr gebracht werden, der Anteil der Gesamtmenge der fremden Stoffe in der Mischung zahlenmäßig angegeben ist.

21. Kaffee, dem andere Stoffe als Kaffee-Ersatzstoffe oder Kaffeezusatzstoffe beigegeben sind.

22. Mit Wortzusammensetzungen, die das Wort „Kaffee“ enthalten, bezeichnete kaffeeartige Erzeugnisse, die nicht ausschließlich aus Kaffee bestehen, unbeschadet der Bezeichnungen „Zichorienkaffee“, „Feigenkaffee“, „Gerstenkaffee“, „Roggenkaffee“, „Kornkaffee“, „Weizenkaffee“, „Malzkaffee“, „Eichelkaffee“ sowie „Kaffee-Ersatz“, „Kaffeezusatz“, „Kaffeegewürz“.

23. Als „Kaffee-Extrakt“ oder „Kaffee-Essenz“ bezeichnete Erzeugnisse, die aus anderen Stoffen als Kaffee und Wasser bereitet sind, unbeschadet eines geringen Zusatzes von Zucker und von Milch, sofern diese Zusätze aus der Bezeichnung hervorgehen.

Kaffee-Ersatz.

Das Wort Ersatz hat seit der Kriegszeit bei Lebensmitteln einen üblen Beigeschmack erhalten. Dies sollte aber in keiner Weise für Kaffee-Ersatz gelten. Es werden von der Industrie recht gute Produkte dieser Art hergestellt, deren Produktion im übrigen auch volkswirtschaftlich zu begrüßen ist, weil damit ein Teil des sonst für Kaffee verausgabten Geldes im Lande verbleibt.

Der Wert eines Kaffee-Ersatzes richtet sich nach seiner Kaffeeähnlichkeit und auch danach, ob der Aufguß eine weiße Mischung mit Milch ergibt. Kaffee-Ersätze werden aus fast allen zucker- und stärkehaltigen Pflanzenstoffen bereitet. Dabei caramelisieren Zucker und Stärke und liefern damit beim

Überbrühen mit Wasser das kaffeeähnliche Getränk. Die wichtigsten Kaffee-Ersätze sind folgende:

Zichorienkaffee.

Er wird aus der Wurzel von *Cichorea intybus*, welche auf großen Flächen gezogen wird, gewonnen. Die Wurzeln werden erst sorgfältig gesäubert und dann getrocknet und geröstet. Dies geschieht entweder in Trommeln oder auch auf Darren. Oft wird der so bereitete Zichorienkaffee mit anderen Kaffee-Ersätzen, besonders mit Rüben- und Feigenkaffee vermischt. Die Zichorienwurzel enthält Inulin (S. 42). Die Röstprodukte dieses Inulins sind es, welche dem Zichorienkaffee seinen eigenartigen Geschmack verleihen.

Rübenkaffee.

Die Zuckerrüben werden gewaschen, geschnitten, gedörrt und wie die Zichorienwurzeln geröstet. Der caramelisierte Rohrzucker hat einen reineren Geschmack als die Röstprodukte des Inulins. Er wird oft ebenso wie der Zichorienkaffee in bestimmte Formen gepreßt und in dieser Form in den Handel gebracht.

Feigenkaffee.

Für die Herstellung von Feigenkaffee werden die Feigen zerrissen, geröstet und das dabei erhaltene Erzeugnis zerkleinert und entweder für sich oder mit Zichorie oder Rüben gemischt in Packungen gebracht. Das Caramel ist noch reiner süß als beim Rübenkaffee.

Getreidekaffee.

Weizen, Roggen, Gerste werden schon lange Jahre auf Kaffee-Ersatz verarbeitet. Das Getreide wird zuerst in Entstaubungsanlagen sorgfältig vom Staub — Spelzen — und ähnlichen Verunreinigungen befreit. Im anderen Falle ergibt sich ein schlecht schmeckender und grau aussehender Kaffee. Dann wird in denselben Apparaten wie beim echten Kaffee und den übrigen Kaffee-Ersätzen geröstet. Diese so hergestellten Getreidekaffees sind gewöhnlich nicht durchgeröstet. Beim Durchschneiden der Körner findet man starke Schichten unveränderter Stärke. Diese bewirken eine graue Farbe des mit Milch versetzten Aufgusses. Um ausgiebigeren Kaffee-Ersatz zu erhalten und diesen Mißstand zu vermeiden, ist man deshalb zur Fabrikation des Malzkaffees gekommen. Man mälzt Gerste, wobei die Stärke in Maltose und Dextrin verwandelt wird. Dieses Malz wird dann erst geröstet. Der Malzkaffee ergibt eine größere Ausbeute an gefärbtem Aufguß, gibt einen weiß gefärbten Aufguß mit Milch und schmeckt süßer als der Getreidekaffee.

Sonstige Kaffee-Ersätze.

Noch aus mancherlei sonstigen Rohstoffen wird Kaffee-Ersatz bereitet. So vor allem aus Zucker selbst, wobei Erzeugnisse erhalten werden, die gewöhnlich Kaffee-Essenz heißen. Nach dem auf S. 251 erwähnten Erlasse des Reichsministers des Innern müssen diese Erzeugnisse in Zukunft „Kaffee-Ersatzessenz“ genannt werden, was mit den S. 255, 258 abgedruckten Grundsätzen des Reichsgesundheitsamtes in Übereinstimmung steht.

Mischungen von echtem Kaffee mit Kaffee-Ersatz müssen Kaffee-Ersatzmischung heißen¹. Auch fette oder öltreiche Früchte, wie Erdnüsse, Dattelkerne

¹ Erlaß des preußischen Ministers des Innern vom 7. 8. 1925, Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel, Gesetze 1925, S. 124.

und schließlich noch manche zucker- oder stärkehaltige Pflanzenteile wie Hülsenfrüchte, Datteln, Johannisbrot usw., werden auf Kaffee-Ersatz verarbeitet.

Die in den Handel gebrachten Erzeugnisse sind vielfach Mischungen aus den verschiedenen oben genannten Arten.

Die Zusammensetzung

der wichtigeren Kaffee-Ersätze ist im Mittel in Prozenten nach König:

Art des Ersatzes	Wasser	N-Subst.	Fett	Zucker	Caramel usw.	Inulin	Pen-tosane	Roh-faser	Asche
Zichorienkaffee . .	12,75	6,55	2,48	14,46	12,74	11,75	5,15	8,13	4,79
Rübenkaffee . . .	15,42	8,44	4,48	21,86	—	—	—	8,84	4,87
Feigenkaffee . . .	20,92	4,15	3,83	30,52	—	—	—	7,49	3,76
Gerstenkaffee . .	5,50	13,41	2,09	2,47	—	—	—	8,52	2,83
					Dextrin	Stärke			
Gerstenmalzkaffee.	5,50	14,27	2,03	7,03	9,59	35,75	9,22	9,47	2,30
Roggenkaffee . . .	5,31	12,89	2,86	4,46	12,70	50,15	9,08	6,15	2,97
Roggenmalzkaffee.	5,31	11,56	1,46	3,00	—	—	—	7,08	1,86

Auch hier hat das Reichsgesundheitsamt (Berlin 1915, Verlag von Julius Springer) Begriffsbestimmungen, Verbote zum Schutze der Gesundheit und Grundsätze für die Beurteilung aufgestellt, die nachstehend angegeben sind.

I. Begriffsbestimmungen.

Kaffee-Ersatzstoffe sind Zubereitungen, die durch Rösten von Pflanzenteilen, auch unter Zusatz anderer Stoffe, hergestellt sind, mit heißem Wasser ein kaffeeähnliches Getränk liefern und bestimmt sind, als Ersatz des Kaffees oder als Zusatz zu ihm zu dienen.

Kaffeezusatzstoffe (Kaffeegewürze) sind Zubereitungen, die durch Rösten von Pflanzenteilen oder Pflanzenstoffen oder Zuckerarten oder Gemischen dieser Stoffe, auch unter Zusatz anderer Stoffe, hergestellt und bestimmt sind, als Zusatz zu Kaffee oder Kaffee-Ersatzstoffen zu dienen.

Im Handel werden zahlreiche Sorten von Kaffee-Ersatzstoffen und Kaffeezusatzstoffen unterschieden, die meist nach den Rohstoffen, den Herstellern oder mit Phantasienamen bezeichnet sind.

Zichorienkaffee (Zichorie) ist das aus den gereinigten Wurzeln der Zichorie (*Cichorium intybus*), auch unter Zusatz von Zuckerrüben, geringen Mengen von Speisefetten und von kohlen-sauren Alkalien, durch Rösten, Zerkleinern und Behandlung mit Wasserdampf oder Wasser gewonnene Erzeugnis.

Feigenkaffee ist das aus Feigen, d. h. den Scheinfrüchten des Feigenbaumes (*Ficus carica*), durch Rösten, Zerkleinern und Dämpfen gewonnene Erzeugnis.

Gersten-, Roggen- (Korn-), Weizenkaffee sind aus den gereinigten Früchten der betreffenden Pflanzen durch Rösten, auch nach Behandlung mit Wasserdampf oder Wasser, gewonnene Erzeugnisse.

Malzkaffee ist das aus gereinigter, gemalzter und von den Keimen befreiter Gerste durch Rösten, auch nach Behandlung mit Wasserdampf oder Wasser, gewonnene Erzeugnis.

Roggenmalz- (Kornmalz-) und Weizenmalzkaffee sind aus Roggen bzw. Weizen in gleicher Weise wie Malzkaffee gewonnene Erzeugnisse.

Eichelkaffee ist das durch das Rösten der von den Fruchtschalen und dem größten Teile der Samenschale befreiten Früchte der Eiche (*Quercus robur*) gewonnene Erzeugnis.

Kaffee-Ersatzmischungen und gleichsinnig bezeichnete Erzeugnisse sind Mischungen von Kaffee-Ersatzstoffen, auch mit Kaffeezusatzstoffen und auch mit Kaffee.

II. Verbote zum Schutze der Gesundheit.

Zu Genußzwecken dürfen — auch in Mischungen oder Zubereitungen — nicht in den Verkehr gebracht werden:

Kaffee-Ersatzstoffe und Kaffeezusatzstoffe, die unter Verwendung solcher Pflanzenteile oder Stoffe hergestellt sind, deren Unschädlichkeit für den Menschen nicht feststeht.

Kaffee-Ersatzstoffe, die aus Getreide hergestellt sind, das nicht von giftigen Samen, insbesondere Kornraden- und Taumellohlsamen und Mutterkorn, bis auf technisch nicht vermeidbare Spuren befreit worden ist.

III. Grundsätze für die Beurteilung.

Als verdorben sind anzusehen Kaffee-Ersatzstoffe und Kaffeezusatzstoffe, die aus verdorbenen oder stark verunreinigten Rohstoffen hergestellt sind.

Die beim Rösten verkohlt sind, die verschimmelt oder sauer geworden sind oder die als solche oder in dem daraus bereiteten Getränk einen ekelerregenden Geruch oder Geschmack aufweisen.

Die Käfer, Milben oder dergleichen enthalten oder sonst stark verunreinigt sind.

Als verfälscht, nachgemacht oder irreführend bezeichnet sind anzusehen:

1. Als Kaffee-Ersatzstoffe oder Kaffeezusatzstoffe in den Verkehr gebrachte Erzeugnisse, die den Begriffsbestimmungen nicht entsprechen.

2. Kaffee-Ersatzstoffe und Kaffeezusatzstoffe, die aus ungenügend gereinigten Rohstoffen hergestellt sind.

3. Als Kaffee-Ersatzstoffe oder Kaffeezusatzstoffe in den Verkehr gebrachte Erzeugnisse, die ausgelaugte Zuckerrübenschnitzel, Steinnußabfälle, ausgelaugten Kaffee (Kaffeesatz), Farbstoffe oder andere für den Genuß des daraus bereiteten Getränks wertlose Stoffe enthalten.

4. Als Kaffee-Ersatzstoffe oder Kaffeezusatzstoffe in den Verkehr gebrachte Erzeugnisse, die unter Verwendung von Mineralölen, Glycerin oder Rückständen der Melasseentzuckerung hergestellt sind.

5. Kaffee-Ersatzstoffe, die mit anderen Überzugstoffen als Rohrzucker, Rübenzucker, Zuckersirup, Invertzucker, Stärkezucker, Stärkesirup oder Schellack versehen sind.

6. Kaffee-Ersatzstoffe, die mehr Wasser enthalten, als einer handelsüblichen Ware entspricht; als handelsüblich ist anzusehen bei Zichorienkaffee ein Wassergehalt bis höchstens 30%, bei Feigenkaffee ein Wassergehalt bis höchstens 20%, bei Kaffee-Ersatzstoffen aus gemälztem oder ungemälztem Getreide ein Wassergehalt bis höchstens 10%.

7. Aus Zichorien oder anderen Wurzelarten, Feigen oder anderen zuckerreichen Früchten hergestellte Kaffee-Ersatzstoffe, die mehr als 8% — bei Feigen mehr als 7%, bei anderen zuckerreichen Früchten mehr als 4% — Asche ergeben, oder die mehr als 2,5% — bei Feigen und anderen zuckerreichen Früchten mehr als 1% — Sand (in Salzsäure unlösliche Aschenbestandteile) enthalten.

8. Kaffee-Ersatzstoffe und Kaffeezusatzstoffe, auch in Mischung mit Kaffee, die als Kaffee oder mit Namen von Kaffeesorten oder als Kaffeemischung oder gleichsinnig bezeichnet sind.

9. Kaffee-Ersatzmischungen, die Kaffee enthalten und unter Hinweis auf den Gehalt an Kaffee in den Verkehr gebracht werden, sofern nicht der Anteil der Gesamtmenge der übrigen Stoffe in der Mischung zahlenmäßig angegeben ist.

10. Mit Wortzusammensetzungen, die das Wort „Kaffee“ enthalten, bezeichnete kaffeeartige Erzeugnisse, die nicht ausschließlich aus Kaffee bestehen, unbeschadet der Bezeichnungen „Zichorienkaffee“, „Feigenkaffee“, „Gerstenkaffee“, „Roggenkaffee“, „Kornkaffee“, „Weizenkaffee“, „Malzkaffee“, „Eichelkaffee“, „Kaffee-Ersatz“, „Kaffeezusatz“, „Kaffeegewürz“.

11. Nach einem bestimmten Rohstoff benannte Kaffee-Ersatzstoffe, die nicht ausschließlich aus diesem Rohstoff hergestellt sind, unbeschadet des Zusatzes von Zuckerrüben zu Zichorio bis zu einem Viertel des Gesamtgewichtes, sowie geringer Mengen von Speisefetten, Speiseölen, Kochsalz, Alkalicarbonaten und der Verwendung der zulässigen Überzugstoffe.

12. Als „Kaffee-Extrakt“ oder „Kaffee-Essenz“ bezeichnete Erzeugnisse, die aus anderen Stoffen als Kaffee und Wasser bereit sind, unbeschadet eines geringen Zusatzes von Zucker und von Milch, sofern diese Zusätze aus der Bezeichnung hervorgehen.

Der Tee.

Tee sind die Blattstiele und Blätter des Teestrauches (*Thea chinensis*), welche eine bestimmte Behandlung erfahren haben. Die Behandlung besteht in Trocknung z. T. nach vorangegangener Gärung und dem Zusammenrollen der Blätter.

Die Heimat des Teestrauches ist Ostindien; von da ist er nach China, Japan, Ceylon, Java und Brasilien, den heute wichtigsten Teeländern verpflanzt worden. Den kultivierten Strauch läßt man nicht höher als 2,5 m hoch werden. Die immergrünen Blätter werden mehrmals im Jahre geerntet. Die besten Teesorten liefern die ganz jungen Blätter und Blattknospen.

Gewinnung des Tees. Die Gewinnung des Tees ist je nach der Teeart, welche hergestellt werden soll, verschieden. Man unterscheidet hauptsächlich grünen und schwarzen Tee. Bei uns wird vornehmlich schwarzer Tee genossen. Neben diesen beiden Teearten spielen noch der rote und der gelbe Tee eine untergeordnete Rolle.

Für die Herstellung des grünen Tees wird meist so verfahren, daß die Blätter zunächst einige Minuten lang unter Umrühren über Feuer schwacher erwärmt, dann der Einwirkung von Wasserdampf ausgesetzt und nun entweder mit den Händen oder mit Hilfe besonderer Maschinen in die bekannte gerollte Form gebracht werden. Darauf wird an der Sonne getrocknet und gewöhnlich auch nochmals über Feuer erwärmt. Im grünen Tee ist die Hauptmasse des Chlorophylls der Blätter erhalten, woher sich



Abb. 47. Zweig vom Teestrauch.

die grüne Farbe erklärt. Nach anderer Anschauung soll die grüne Farbe durch die Bildung gerbsaurer Eisensalze zu erklären sein. Bisweilen wird grüner Tee mit künstlichen Farbstoffen grün gefärbt, was nach dem Nahrungsmittelgesetz nur unter Deklaration statthaft ist, da es sich um eine zum Zwecke der Vortäuschung einer besseren Beschaffenheit vorgenommene Verfälschung handelt.

Der schwarze Tee unterscheidet sich dadurch wesentlich vom grünen Tee, daß er einen Gärungsprozeß durchmacht. Zunächst läßt man die Blätter 1—2 Tage lang welken. Dann lassen sie sich rollen, was in derselben Weise wie beim grünen Tee vorgenommen wird. Die gerollten Blätter schiebt man dann einige Stunden lang einige Zentimeter hoch aufeinander. Während dieser Zeit setzt die Fermentation ein und läuft ab. Darauf wird in der Sonne oder mit künstlicher Wärme getrocknet. Die schwarze Farbe entsteht bei der Gärung und beruht auf dem Übergange des farblosen Gerbstoffes in ein schwarz gefärbtes Phlobaphen.

Über die bei der Fermentation verlaufenden biologischen und chemischen Vorgänge herrscht noch keine völlige Klarheit, doch scheint soviel festzustehen, daß es sich hierbei nicht um Wirkungen von Mikroorganismen, sondern um

enzymatische Vorgänge handelt. Der Gerbstoffgehalt nimmt beim Rollen der Blätter zu, bei der Fermentation ab. Beide Vorgänge sind durch je ein Enzym bedingt¹. Durch den erstgenannten Vorgang wird die vorher gebundene Gerbsäure in Freiheit gesetzt, während der zweite Vorgang mit der Bildung des Teearomas in engstem Zusammenhange steht. Die Dämpfung soll die schädliche Oxydase abtöten, während Diastase und aromabildende Enzyme intakt bleiben. Das Optimum der Trocknungstemperatur liegt für grünen Tee bei 70°, für schwarzen Tee bei 80°. Höhere Temperaturen setzen den Gehalt an Tannin und Coffein² herab.

Der gelbe Tee ist eine Abart des grünen Tees, die dadurch erhalten wird, daß das Trocknen anstatt in der Sonne im Schatten vorgenommen wird.

Der rote Tee ist eine Abart des schwarzen Tees.

Bei der Teefabrikation fällt viel Abfall, zertrümmerte Blattsubstanz, Stielsubstanz usw. ab. Diese wird in Form von Ziegelsteinen gepreßt und liefert den billigen Ziegeltee.

Zusammensetzung. Im Mittel vieler Analysen ist die Zusammensetzung von grünem und schwarzem Tee in Prozenten etwa die folgende:

Art des Tees	Wasser	N-Subst.	Coffein	Fett (Ätherextr.)	Äther. Öl	Gerbsäure	Gummi u. Dextrin	Pentose	Rohfaser	Asche
grüner	8,46	24,13	2,79	8,24	1,0	15,73	4,11	6,00	10,61	5,93
schwarzer	8,46	24,13	2,79	8,24	0,6	10,98	4,11	6,00	10,61	5,93

Über die Art der im Tee vorhandenen Proteine ist nichts Sicheres bekannt. Die Hauptmasse der Stickstoffsubstanz besteht aber sicher aus Protein.

Man hat früher geglaubt, daß das Hauptalkaloid des Tees nicht mit dem Coffein identisch sei und hat es deshalb Thein genannt. Das Thein ist aber nichts anderes als Coffein. Es soll im Tee als gerbsaures Coffein gebunden vorliegen. Da es in heißem Wasser leicht, in kaltem schwer löslich ist, scheidet es sich häufig in kaltem Tee unlöslich ab, worin die Erklärung für die Trübung, welche sich häufig in kaltem Tee einstellt, beruht. Der Coffeingehalt ist in den verschiedenen Teesorten stark schwankend. Oft ist er in Teeabfällen am höchsten, weshalb der Coffeingehalt kein Kriterium für die Güte eines Tees ist. Ebenso wie bei Kaffee beruht die anregende Wirkung des Tees auf dem Coffeingehalte. Kossel fand in kleinen Mengen ein zweites Alkaloid im Tee, das Theophillin, ein Dimethylxanthin, also eine dem Theobromin isomere Base (S. 74). Eine Tasse Kaffee enthält unter Berücksichtigung der für die Herstellung von Kaffee- und Teeaufgüssen verwendeten Mengen und ihres Coffeingehaltes ungefähr dieselben Coffeinemengen. Die unterschiedliche Wirkung des Kaffees und Tees auf den menschlichen Organismus bzw. die stärker anregende Wirkung des Kaffees beruht wahrscheinlich auf der verschiedenen Bindung. Das Coffeintannat des Tees wird durch schwache Säuren gefällt, während die Coffeinverbindung des Kaffees sowohl in Säuren wie in Basen löslich ist. Letztere wird daher wahrscheinlich schon im Magen, ersteres erst im alkalischen Darmsafte resorbiert.

Das Fett, d. h. diejenige Masse, welche durch Äther aus Tee extrahiert werden kann, enthält neben eigentlichem Fett noch andere Körper wie Pflanzenwachs, Harz, ätherisches Öl und Chlorophyll. Über die Zusammensetzung

¹ Schulte im Hofe: Beihefte zum „Tropenpflanzer“. Bd. 2. 1901. Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 5, S. 473. 1902.

² Sawamura, S.: Veröff. d. 8. internat. Kongr. f. angew. Chemie. Bd. 18, S. 313. 322. 1912. Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 32, S. 436. 1916.

des Fettes und die Art der vorhandenen Glyceride ist nichts Sicheres bekannt. Das ätherische Öl ist der Träger des Teearomas. Grüner Tee enthält mehr ätherisches Öl als schwarzer. Das ätherische Öl ist in den frischen Teeblättern nicht vorhanden, es bildet sich erst aus bei der Zubereitung bzw. Fermentation. Für den Geschmack des Tees ist auch der Gerbstoff von großer Bedeutung. Der Gerbstoff liegt im Tee nicht als Glucosid vor. Über die Zusammensetzung des Gerbstoffes herrscht noch keine volle Klarheit, da verschiedene Forscher ihm verschiedene Formeln zuschreiben. Man kann durch Alkohol-extraktion auch ein Glucosid dem Tee entziehen, welches bei der Hydrolyse Glucose liefert.

An Kohlenhydraten sind etwa 4–11% Pflanzengummi und Dextrin vorhanden. Maurenbrecher und Tollens¹ fanden im Tee 5–6% Pentosane, Spuren von Rohrzucker oder Fructose. Bei der Hydrolyse gewannen sie Arabinose, Galalaktose und Glucose, so daß im Tee Araban, Galaktan und aus Glucose gebaute Polysaccharide angenommen werden müssen.

Die Teeasche besteht vornehmlich aus Kalium- und Calciumphosphaten. Natrium, Magnesium und Eisen sind in geringen Mengen vorhanden. An Anionen liegen neben Phosphorsäure beträchtliche Mengen von Schwefelsäure und erhebliche Kieselsäuremengen vor, während der Gehalt an Chlor nur gering ist. Ein charakteristischer Bestandteil der Teeasche ist ein Mangan-gehalt, der im Mittel etwa 1% (Mn_3O_4) beträgt. Das Mangan scheint ein der Pflanze unentbehrlicher Bestandteil zu sein.

Die chemischen Veränderungen, welche in den Teeblättern durch die verschiedenen Behandlungsverfahren vor sich gehen, ersieht man aus folgender Tabelle:

	Wasser %	Gerbstoff %	Freies Coffein %	Gebund. Coffein %	Gesamt- coffein %
sofort nach dem Pflücken	75,26	29,70	0,58	3,66	4,24
nach dem Welken	43,64	—	1,55	2,68	4,23
nach dem Rollen	38,25	23,17	2,69	1,82	4,51
nach 2 $\frac{1}{2}$ stündiger Fermentation . . .	35,57	17,26	2,72	1,39	4,11
nach 3 $\frac{1}{2}$ stündiger Fermentation . . .	22,19	14,96	2,57	1,68	4,25
fertiger Tee nach dem Rösten	9,67	12,59	3,20	1,07	4,27

Tee-Ersatz. Als während der Kriegszeit die Zufuhr von echtem Tee aufhörte, wurde aus verschiedenen einheimischen Kräutern Tee-Ersatz bereitet. Am besten geeignet hierfür erwiesen sich die getrockneten Blätter von Himbeeren, Erdbeeren, Brombeeren und Heidelbeeren. Weniger geeignet, aber immerhin noch brauchbar waren die Blätter von Weidenröschen, Weiden, ferner Heidekraut mit Blüten, Huflattich, Ringelblumen. Die Aufgüsse ergaben einen teeähnlichen Geschmack, der in erster Linie auf den Geschmack des in diesen Pflanzenteilen auch vorhandenen Gerbstoffes zurückzuführen war, während eigentliches Teearoma (ätherisches Öl), sowie Coffeingehalt und damit anregende Wirkung diesem Erzeugnis naturgemäß abgingen. Es wurde auch versucht, dem Tee-Ersatz, oder wie er auch genannt wurde, dem deutschen Tee, die anregende Wirkung durch Zusatz von Coffein zu erteilen. Dabei ist zu verlangen, daß das Coffein in gelöster und nicht in fester Form beigemischt wird. Im letzteren Falle besteht die Gefahr des Absetzens von Coffein, womit

¹ Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. Bd. 39, S. 3582—3583. 1906. Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 14, S. 235. 1907.

Reste zu stark coffeinhaltig werden können, was mit Rücksicht auf die Gesundheitsschädlichkeit dieser Stoffe bei Genuß größerer Mengen stark bedenklich ist.

Vielfach wurden für die Herstellung des deutschen Tees auch alle möglichen medizinisch wirksamen Kräuter benutzt, wie Lindenblüten, Kamillen u. a. Das ist nicht zulässig, da nach dem Genuß solchen Tees Wirkungen wie Schweißbildung oder gar Abführen eintritt, was natürlich nicht der Zweck des allgemeinen Genusses von Tee-Ersatz sein kann.

Heute spielt der Tee-Ersatz kaum noch eine Rolle.

Kakao und Schokolade.

Die Kakaobohnen sind die Samen der gurkenähnlichen Frucht des Kakaobaumes (*Theobroma Cacao* L.). Der immergrüne, etwa 5—9 m hoch werdende Baum trägt das ganze Jahr hindurch Blüten und Früchte. Er ist ursprünglich in Zentralamerika heimisch und von dort nach allen tropischen Ländern verpflanzt worden.

In der Frucht liegen unter der holzigen, lederartigen Schale in einem weichen, breiartigen, süßen Fruchtfleisch etwa 40 Samen. Diese sind weiß und werden erst bei der Trocknung bzw. Gärung rot. Das Fruchtfleisch, welches unverwertbar ist, wird beseitigt. Danach werden die Samen nach zwei Methoden weiterbehandelt.

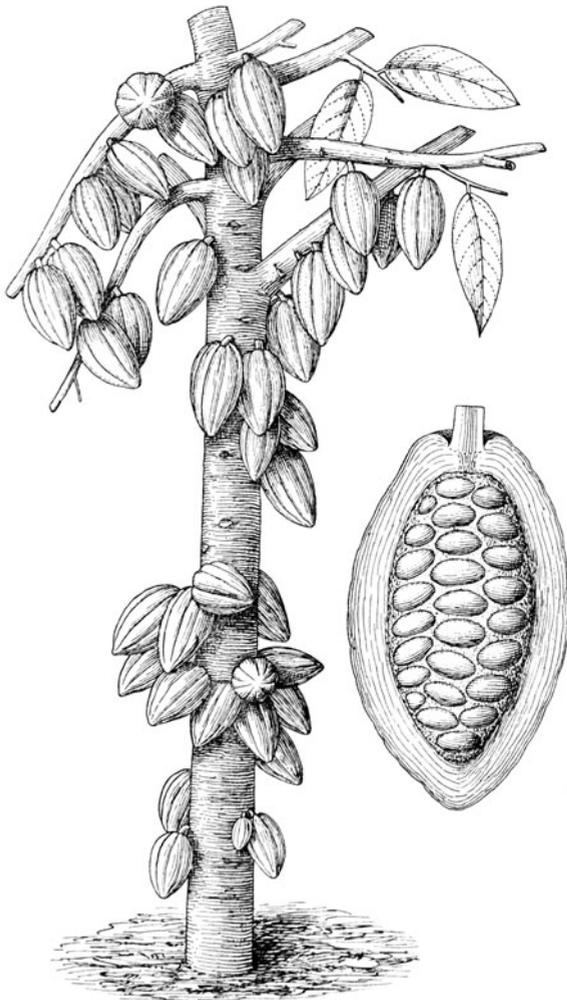


Abb. 48. Kakaobaum.

Verarbeitung der Kakaobohnen.

Der Insel-, Antillen- oder Sonnenkakao wird in der Weise gewonnen, daß die Bohnen sofort in der Sonne oder auch im Schatten getrocknet werden. So erhält man Bohnen von herbem, wenig feinem Geschmack. Die meisten Bohnen werden zur Erzielung eines feinen Aromas dem Rottungsverfahren unterworfen. Zu diesem Zweck werden die Bohnen durch Ausbreiten auf dem Erdboden getrocknet, um das anhaftende Wasser abzutunsten. Dann bringt man

sie in Fässer, Holz- oder irdene Gefäße und deckt sie mit Bananenblättern zu. Hier bleiben sie 2—3 Tage lang liegen, wobei eine Gärung eintritt, die unter Temperatursteigerung erfolgt. Die Temperatur steigt bis auf 45—55°. Vielfach erfolgt nach dieser Zeit ein nochmaliges Trocknen und ein abermaliges Einbringen in Fässer. Wenn die Bohnen gut durchgegoren sind, müssen sie im Innern rotbraun, aber nicht zu dunkel braun geworden sein. An der Färbung der Bohnen erkennt man also, ob die Masse richtig gerottet ist. Nach der Rottung werden die Bohnen oft gewaschen und dann entweder an der Sonne oder mit künstlicher Wärme getrocknet. Chemisch besteht die Wirkung des Rottens vor allem in einer Zersetzung des unangenehm schmeckenden Gerbstoffes der Kakaobohnen, der in ähnlicher Weise wie ein Glucosid gespalten wird unter Bildung von Kakaorot und Zucker.

Über die biologischen Vorgänge herrscht noch keine völlige Klarheit. Während Schulte im Hofe¹ eine Alkohol- und Essiggärung und nachfolgende Oxydation annimmt, halten andere Forscher Milchsäuregärungen für wahrscheinlicher. Vor allem ist anzunehmen, daß ein spezifisches Enzym in den Bohnen vorhanden ist, welches die Gerbsäurespaltung veranlaßt. Vielleicht führen dann Bakterien die durch das Enzym begonnene Spaltung weiter. Für die Herstellung des Kakaopulvers und der Schokolade werden nun die Bohnen in folgender Weise weiterbehandelt.

Herstellung der Kakaomasse.

Zunächst werden die Bohnen mit geeigneten Reinigungsmaschinen von Staub- und Sackfasern, sowie Metallteilchen befreit und gleichzeitig ihrer Größe nach in verschiedene Sorten getrennt. Große Bohnen sind aromatischer, also wertvoller als kleine. An diesen sehr gründlich und ausgiebig vorgenommenen Reinigungs- und Sortierungsvorgang schließt sich das Rösten an. Das Rösten hat ähnlich wie beim Kaffee den Zweck, erst das volle Aroma zu entwickeln. Die Röstung wird in Röstmaschinen vorgenommen, die den Kaffeeröstmaschinen sehr ähnlich sind. Sie können wie diese durch Feuer, Gas, Elektrizität oder erhitzte Luft usw. geheizt werden. Indessen werden für die Kakaoröstung viel niedrigere Temperaturen angewendet, die etwa zwischen 130 und 140° liegen. Eine Zersetzung der Bestandteile der Kakaobohnen, außer der Aromabildung, die auf Kosten des Kakaorots erfolgen soll, findet bei diesen Temperaturen kaum statt. Im übrigen gilt hier ebenso wie beim Kaffee, daß das richtige Rösten große Erfahrung voraussetzt. Zu starkes oder langes Rösten schädigt das Aroma, zu kurzes Rösten läßt die Aromabildung vermissen.

Auf das Rösten folgt das Befreien von den Schalen. Die Bohne ist von einer zarten, gelblichen Samenhaut, der sog. Silberhaut und ferner von einer derben brüchigen Samenhaut, der sog. Pergamenthaut umgeben. Die Bohne selbst ist ein reines Kotyledonengewebe. Vor der weiteren Verarbeitung muß vor allem die letztgenannte Samenhaut beseitigt werden. Die Apparate, mit denen die Schalen von den Kotyledonenteilen getrennt werden, bedienen sich gewisser Siebvorrichtungen mit Anwendung von Druck- und Saugluft. Es gelingt mit Hilfe dieser Vorrichtungen leicht, die Schalen bis auf ganz kleine, übrig bleibende Reste zu beseitigen. Aus den Kernstücken, welche die Brechmaschinen liefern, muß noch das Würzelchen (der Keim), welches durch das Rösten eine sehr harte Beschaffenheit annimmt, entfernt werden. Dieses geschieht durch Keimauslesemaschinen, welche auf ähnlichem Prinzip beruhen,

¹ Beihefte zum „Tropenpflanzer“. Bd. 2. 1901. Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 5, S. 473. 1902.

wie die Gesämeausleser des Getreides. Mit den verschiedensten Mahlvorrichtungen, Zwillings-, Drillingsmaschinen, Mahlgängen u. ä. wird darauf das Vermahlen bei etwa 50–60° vorgenommen (Abb. 49). Dabei muß höheres Erhitzen möglichst vermieden werden und doch große Feinheit erzielt

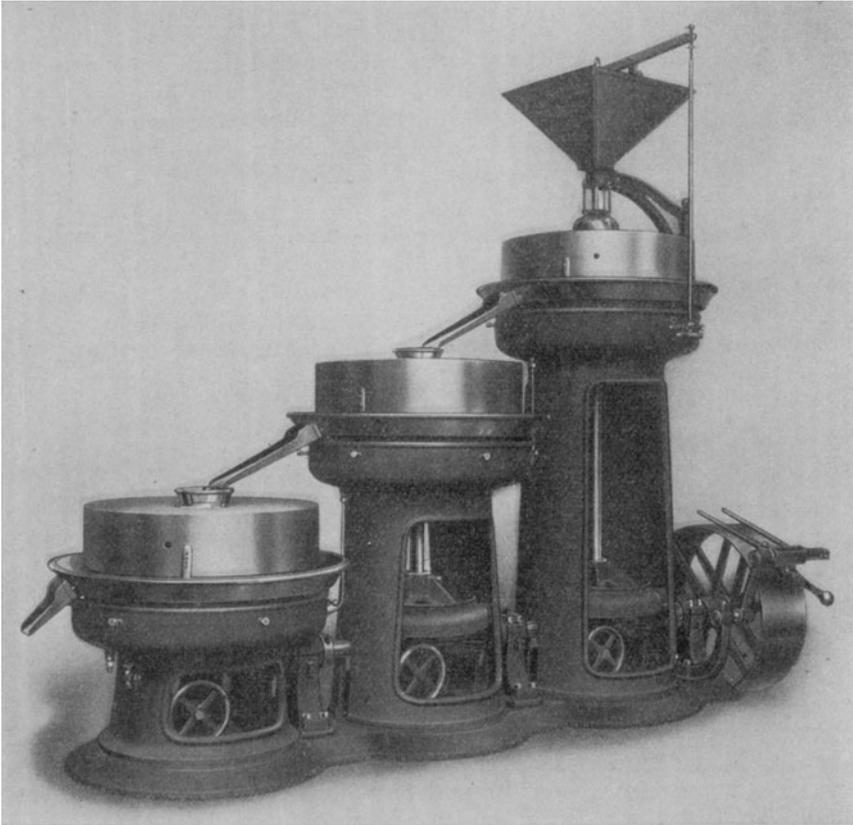


Abb. 49. Drillings-Kakaomühle der Maschinenfabrik J. M. Lshmann, Dresden.

werden. Je feiner die Vermahlung ist, um so stärker schmeckt das Pulver nach Kakao. Die bei diesen Temperaturen flüssige Mahlmasse erstarrt in der Kälte, sie heißt Kakaomasse und bildet das Ausgangsprodukt für die Herstellung von Kakaopulver oder Schokolade.

Herstellung von Kakaopulver.

Für die Herstellung von Kakaopulver erfahren die Bohnen noch zweierlei Behandlungen, die für die Herstellung der zur Schokoladefabrikation dienenden Masse nicht vorgenommen werden, nämlich das Aufschließen und das Entfetten. Das Aufschließen hat den Zweck, das schnelle Absetzen der Kakaoteilchen beim Überbrühen mit Wasser oder Milch zu verhindern, vielmehr die Teilchen länger in der Schwebelage zu halten. Fälschlich wird derart behandelter Kakao auch löslicher genannt. Wirkliche Löslichkeit liegt natürlich nicht vor. Das Verfahren besteht darin, daß man vor dem Rösten oder nach dem Brechen und Vermahlen, vor oder nach dem

Entfetten mit Soda, Pottasche, Magnesiumcarbonat, Calciumcarbonat, Hirschhornsalz und anderen alkalischen Stoffen erhitzt. Man verwendet z. B. 1,5–2 kg Pottasche, in 20–30 l Wasser gelöst, auf 100 kg Bohnen, die entschält sind, läßt die Flüssigkeit aufsaugen und röstet. Die Wirkung des Aufschließens besteht in einer Verquellung der Stärke und einem Abbau des Proteins, geringem Angriff auf das Fett, Neutralisation der Säuren, Lockerung der Faser, Cellulose u. a. m. Alles wirkt dahin zusammen, daß sich die Kakaopartikelchen feiner in Wasser verteilen.

Die in besonderen Gefäßen flüssig gehaltene Kakaomasse wird ferner für die Bereitung von Kakaopulver stets mehr oder weniger stark entfettet, da die Kakaomasse etwa 50% Fett enthält. Zu dem Zwecke wird die Kakaomasse in besonders für die Zwecke der Kakaofettung gebauten, hydraulischen Pressen, die durch Dampf geheizt werden, ausgepreßt. Die angewendeten Drucke betragen mehrere hundert Atmosphären. Oft werden die Preßkuchen nach dem ersten Pressen gemahlen und dann einer zweiten Pressung unterworfen. Bei doppelter Pressung gelingt die Entfettung bis auf 15% zurückbleibenden Fettes. Das Fett läuft von der Presse meist völlig klar ab. Wenn nötig, wird das Fett filtriert. Über die zulässige Entfernung des Fettes sind die Meinungen geteilt gewesen. Man wird im allgemeinen der von Juckeck zuerst aufgestellten Forderung zustimmen müssen, daß ein Kakao, der über eine bestimmte Grenze hinaus entfettet wurde, nur unter deutlicher Deklaration in den Verkehr kommen darf (S. 270). Kakao ist, worauf schon hingewiesen wurde, nicht nur ein

Genußmittel, sondern auch vor allem mit Rücksicht auf den Fettgehalt ein Nahrungsmittel. Wenn es nun auch zunächst ein Vorteil war, den Kakao von dem zu hohen Fettgehalt durch das Entölen zu befreien, so muß der Entfettung doch eine gewisse Grenze gesetzt werden, um den Nährwert des Kakaos nicht zu weit sinken zu lassen.

Die entfetteten Kuchen lagern erst etwa 24 Stunden, damit sie sich abkühlen und werden dann in einem Vorbrecher vorgebrochen und darauf in verschiedenen Apparaten, wie Melangeuren, Schlagkreuzmühlen, Walzenstühlen zu Pulver zermahlen. Das gepulverte Material wird dann noch durch Siebvorrichtungen gesiebt, damit ein ganz gleichmäßiges und feines Pulver erhalten wird. Je feiner das Material ist, um so kräftiger tritt das feine Kakaoaroma hervor. Deshalb wird auf diese Arbeit besondere Sorgfalt verwendet. Trotzdem ein Parfümieren des Kakaopulvers eigentlich gänzlich überflüssig ist, ist es seit langem Brauch, dem Kakaopulver kleine Mengen von Gewürzen zuzusetzen. Die Würzmischungen sind gewöhnlich Geheimnis der einzelnen Fabriken.

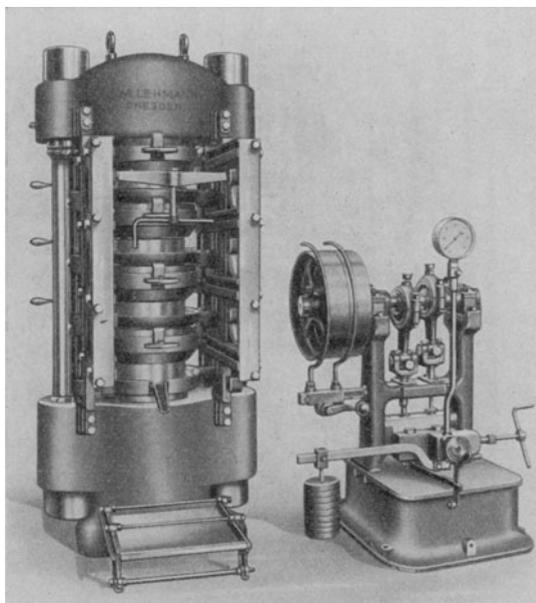


Abb. 50. Hydraulische Kakaopresse.

Hauptsächlich werden kleine Mengen von Zimtpulver, Nelkenpulver und Vanille zugesetzt.

Bisweilen werden noch Spezialkakaos fabriziert, die gewisse Zusätze erhalten, so Haferkakao, der meist aus gleichen Teilen Hafermehl und Kakao besteht. Milchkakao, welcher mit Trockenmilch vermenget ist, Malzkakao, der einen Gehalt an Malzmehl besitzt u. a. m.

Herstellung von Schokolade.

Schokolade ist ein Fabrikat aus Kakaomasse, Zucker und Gewürzen.

Der verwendete Zucker wird zuerst in geeigneten Maschinen staubfein zermahlen. An Gewürzstoffen werden Nelken, Vanille, Zimt, Kardamom, Muskatnuß, Koriander in geringer Menge, oft nur in Form der entsprechenden ätherischen Öle (bzw. des künstlich hergestellten Vanillins) verwendet.

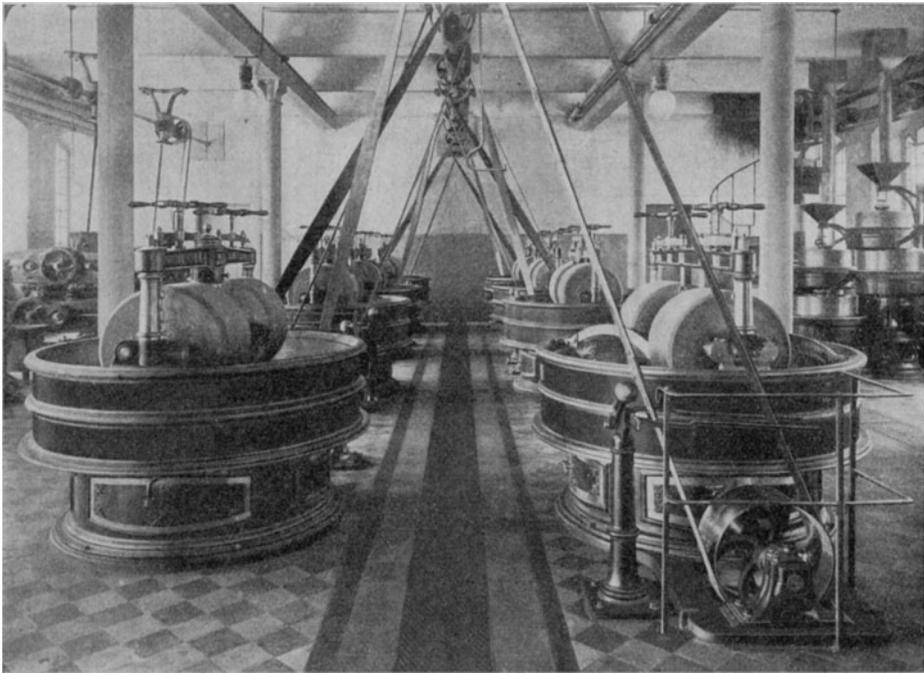


Abb. 51. Melangeurgruppe einer Schokoladenfabrik.
Nach einer Aufstellung der Maschinenfabrik J. M. Lehmann, Dresden.

Kakaomasse, Würzstoffe und Zucker werden dann miteinander vermenget und nun in geheizten Apparaten, welche den Namen Melangeure führen, sehr innig miteinander verrieben (Abb. 51). Auf das innige Mischen und Verreiben der Schokolademassen kommt es zur Herstellung einer guten Schokolade sehr wesentlich an. Deshalb wird das Schleifen und Reiben der Schokolademassen noch in vielfach anders konstruierten Apparaten als den Melangeuren mehrfach wiederholt. Von großer Bedeutung für die Struktur der Schokolade ist die Art des Abkühlens und die Schnelligkeit des Erstarrens der Masse. Daher wird die Masse durch künstliche Kühlvorrichtungen erkalten lassen. Die entlüftete Masse wird dann mit Hilfe besonderer Formmaschinen in die bekannten äußeren Formen gebracht und mit den Umhüllungen versehen.

Schokoladepulver ist eine nachträglich gepulverte Schokolade. Eine einfache Mischung von Kakaopulver und Zucker (S. 272) darf nicht als Schokoladepulver bezeichnet werden.

Vielfach werden Schokoladen hergestellt, welche bestimmte Zusätze erhalten. Milkschokolade erfährt einen Zusatz von Trockenmilch, Rahmschokolade einen Zusatz von Trockenrahm, Mandelschokolade enthält Mandeln, Haselnußschokolade Haselnüsse u. a. m. Über die an diese Erzeugnisse zu stellenden Anforderungen siehe unter Beurteilung (S. 271). Ein Zusatz von Mehl ist eine Verfälschung.

Pralinés sind Süßigkeiten, welche mit Konvertüre oder Überzugsmasse überzogen sind. Über die Zusammensetzung dieser Überzugsmasse siehe Beurteilung (S. 272). Sie ist wegen des hohen Fettgehaltes leicht schmelzbar und wird vielfach durch andere Fette, insbesondere durch Cocosfett verfälscht.

Die Kakaomotte (*Ephestia elutella*), eine nahe Verwandte der Mehlmotte, richtet oft in Kakao- und Schokoladenfabriken Schaden an. Die Larven fressen Kakaobohnen und Schokoladeerzeugnisse an und verunreinigen sie mit ihrem Gespinnst und den Eiern. Gelegentlich zu beobachtender Raupenfraß an den fertigen Waren geht ebenfalls auf diesen Schädling zurück.

Zusammensetzung.

Die Zusammensetzung der verschiedenen Kakaoprodukte ist nach J. König im Mittel in Prozenten etwa folgende:

Art des Erzeugnisses	Wasser	N-Subst.	Theobromin	Fett	Glucose	Stärke	N-freie Extr.-Stoffe	Pentosane	Rohfaser	Asche
Rohe ungeschälte Kakaobohnen .	7,93	14,19	1,49	45,57	—	5,85	17,07	—	4,78	4,61
geröstete ungeschälte Kakaobohnen	6,79	14,23	1,58	46,19	—	6,06	18,04	—	4,63	4,16
Kakaomasse . .	4,25	13,96	1,58	53,14	1,47	9,00	8,95	1,64	3,97	3,62
Kakaopulver . .	5,50	22,31	2,51	26,46	2,71	14,37	13,91	2,62	6,35	5,77
Kakaoschalen .	9,50	14,75	0,81	4,37	9,24		28,48	10,03	17,25	6,38
Schokolade . .	1,59	6,27	0,68	24,45	Sacch. 55,0	3,75	4,58	0,71	2,06	1,69

Über die verschiedenen Bestandteile des Kakaos seien folgende nähere Angaben gemacht.

Protein. Unter den Proteinen sind pflanzliche Albumine, ferner Globuline vorhanden, vermutlich auch Nucleoverbindungen. Die Stickstoffsubstanz besteht zu etwa $\frac{3}{4}$ aus Protein, der Rest ist Theobromin, Coffein und kleine Mengen anderer stickstoffhaltiger Körper. Näheres ist nicht bekannt.

Theobromin. Seine anregende Wirkung verdankt der Kakao einem Gehalt an Theobromin, welcher in den verschiedenen Kakaosorten starken Schwankungen unterliegen kann (von etwa 1—2,5%). Das Theobromin leitet sich vom Purinkern ab. Es ist ein Dimethylxanthin (S. 74) und stellt in reinem Zustande ein bitterschmeckendes, weißes, krystallinisches Pulver dar. Es wirkt ähnlich wie das Coffein auf das zentrale Nervensystem ein

unter Beseitigung von Ermüdung und Erschlaffung. Neben dem Theobromin sind im Kakao stets kleine Mengen von Coffein vorhanden (schwankend von 0,05—0,36%). Ob das Theobromin im Kakao als Glucosid vorliegt oder in freier Form, ist nicht sicher entschieden.

Kakaofett. Etwa die Hälfte der geschälten Bohnen besteht aus Fett. Auch die Schalen enthalten vom Röstprozeß her kleine Fettmengen (3—4,5%), die beim Rösten in die Schalen eindringen. Die Kakaobutter ist eine gelbliche Fettmasse, die leicht schmilzt und einen feinen aromatischen Geruch und Geschmack besitzt. Kakaobutter, welche in großen Mengen bei der Fabrikation von Kakaopulver gewonnen wird, ist ein beträchtlicher Handelsartikel. Sie dient zur Herstellung von Salben, Suppositorien, kosmetischen Mitteln; auch zur Erzeugung verschiedener Kakaofabrikate und besonders fetthaltiger Schokoladen findet sie in großem Umfange Verwendung.

Aus welchen Fettsäuren und Glyceriden sich das Kakaofett zusammensetzt, war bis vor kurzem unbekannt, ist aber heute durch die sorgfältigen Untersuchungen Ambergers¹ völlig geklärt. Kakaofett enthält danach etwa 43—45% Ölsäure, 23—25% Palmitinsäure und 31—33% Stearinsäure. Nur diese Fettsäuren sind vorhanden. Sie sind in der Weise mit Glycerin verbunden, daß vorhanden sind: Tristearin etwa 0,02%, β -Palmitodistearin 0,03%, Oleo- $\alpha\beta$ -distearin etwa 25%, Oleo- β -palmitostearin etwa 20%, α -Palmito- $\alpha\beta$ -diolein etwa 55%. Nicht gefunden wurde Triolein.

Kakaorot. Das Kakaorot bildet sich bei der Fermentation bzw. Trocknung aus. Es steht in naher Beziehung zu den Gerbstoffen. Man schreibt ihm die allgemeine Formel $C_{17}H_{12}(OH)_{10}$ zu. Es ist ein rotbraunes, in Wasser fast unlösliches, in Alkohol und dünnen Alkalien leicht lösliches Pulver. Aus alkalischen Lösungen kann es durch Säurezusatz wieder gefällt werden.

Stärke. Die Stärke des Kakao zeichnet sich durch besondere Kleinheit der Stärkekörner aus. Sie unterscheidet sich ihren sonstigen Eigenschaften nach in nichts von der Stärke anderer Pflanzen.

Sonstige Kohlenhydrate. Nach Tollens² sind im Gewebe der Kotedonen Pentosane und Galaktane vorhanden. Bei der Hydrolyse wurde l-Arabinose, Galaktose und Glucose (aus Stärke) erhalten. Xylose scheint zu fehlen. In den Schalen sind etwa 10% Pentosane und Galaktane vorhanden. Die Hydrolyse der Schalen lieferte folgende Zucker: l-Arabinose, Galaktose, Glucose. Ob auch Xylose vorhanden war, blieb zweifelhaft. Wahrscheinlich ist in den Bohnen durch enzymatischen Abbau der Stärke auch etwas Dextrin und Maltose vorhanden. Glucose bildet sich, wie schon erwähnt wurde, bei der Spaltung der Gerbstoffe während der Gärung. Sie geht aber durch weitere biologische Vorgänge größtenteils wieder zugrunde.

Vitamine. Über den Gehalt der Kakaobohnen und Kakaoyerzeugnisse liegen anscheinend bis jetzt Untersuchungen nicht vor.

Mineralstoffe. Die Mineralstoffe des Kakao bestehen vornehmlich aus den Kationen Kalium, Magnesium mit geringeren Mengen von Calcium, sehr wenig Natrium und Spuren von Eisen; spurenweise wurde auch Kupfer gefunden. Die Anionen sind vorwiegend Phosphorsäure, ferner Kohlensäure, wenig Schwefelsäure, noch weniger Chlor und kleine Mengen von Kieselsäure. Die Hauptbestandteile der Kakaoasche sind danach Kalium- und Magnesiumphosphate.

Das Kakaoaroma. Nach Versuchen von Lumann scheint das Kakaoaroma, welches gleichmäßig in den gerösteten Bohnen verteilt ist, ein flüchtiger

¹ Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 48, S. 389. 1924.

² Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. Bd. 39, S. 3576—3581. 1906. Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 14, S. 235. 1907.

Körper zu sein, der sich aus einer nicht riechenden Substanz der Kakaobohnen durch Oxydation bildet. Die Aromasubstanz ließ sich aus wässerigen Destillaten mit Äther ausschütteln und bildete nach Verdunsten des Äthers eine reine, farblose Substanz, die als ein leichter Beschlag der Gefäßwand zurückblieb. Sie verflüchtigte sich erst nach längerer Zeit und zeigte einen starken Kakao-geruch.

Kakaoschalen.

In beträchtlichen Mengen fallen bei der Fabrikation die Schalen ab. Ihre Zusammensetzung ist in der obigen Tabelle verzeichnet.

Da das Aroma der Kakaoschalen nur sehr gering ist, so muß eine praktisch völlige Entfernung der Schalen vor der Herstellung von Kakao und Schokolade gefordert werden. Wenn diese Erzeugnisse mehr als die technisch unvermeidbaren Mengen von Schalen enthalten, so sind sie als verfälscht anzusehen. Diese Verfälschung mit Kakaoschalen spielt in der Praxis eine große Rolle; es ist wohl die häufigste Verfälschung der Kakaoerzeugnisse. In der Kriegszeit nahmen diese Verfälschungen einen solchen Umfang an, daß die Reichsregierung sich gezwungen sah, durch eine Bundesratsverordnung den Handel mit feingepulverten Kakaoschalen überhaupt ganz zu verbieten.

Vielfältig sind die Versuche gewesen, andere Verwendungsmöglichkeiten für die Schalen zu finden. Sie werden vom Vieh gern gefressen und besitzen einen nicht unbeträchtlichen Futterwert. Deshalb ist die Verwendung der Schalen als Futtermittel wohl die am meisten in Anwendung gekommene Verwertungsart. Da die Schalen auch noch beträchtlichen Theobromingehalt besitzen, werden sie auf Theobromin verarbeitet, welches in der Medizin als harntreibendes Mittel Verwendung findet. Auch auf Kakaobutter werden die Schalen verarbeitet. Ferner sind aus Kakaoschalen Tee- und Kaffee-Ersatze bereitet worden.

Die bei der Herstellung der Kakaoerzeugnisse in der chemischen Zusammensetzung vor sich gehenden Veränderungen.

Durch das Rösten der Bohnen nimmt der Wassergehalt etwas ab, die meisten übrigen Bestandteile bleiben mit Ausnahme des Aromas ziemlich unverändert. Durch das Schälen müssen alle Bestandteile etwas erhöht werden, die in den Schalen in geringerem Maße vorhanden sind als in den Bohnen, so vor allem das Theobromin, das Fett, die Stärke, während andererseits die in den Kakaoschalen in größerer Menge enthaltenen Stoffe eine Abnahme erfahren müssen, wie stickstofffreie Extraktstoffe, Rohfaser und Asche. Durch das Aufschließen wird der Aschengehalt um 1–2% erhöht, und zwar steigt der Gehalt an kohlen-sauren Salzen. Gleichzeitig fällt der Stärkegehalt meist um ein wenig. An den sonstigen Bestandteilen sind typische Veränderungen nicht zu erkennen. Bei der Schokolade vermindern sich die in der Kakaomasse vorhandenen Bestandteile nach Maßgabe des zugesetzten Zuckers. Sonstige Veränderungen sind nicht vorhanden.

Anhaltspunkte für die normale Zusammensetzung und Beurteilung der Kakaoerzeugnisse. In seiner Jahresversammlung in Münster i. W. im Jahre 1925 und in Düsseldorf im Jahre 1926¹ hat der Verein Deutscher Nahrungsmittelchemiker zusammen mit Vertretern der Industrie gemeinsame Leitsätze über die normale Zusammensetzung der Kakaoerzeugnisse gefaßt. Die endgültige Fassung der Beschlüsse hat folgenden Wortlaut:

¹ Zeitschr. f. Untersuch. d. Lebensmittel. Bd. 50, S. 122. 1925 und Bd. 52, S. 80. 1926.

Leitsätze für die Beurteilung von Kakao und Kakaerzeugnissen.

I. K a k a o m a s s e.

Kakaomasse ist das Erzeugnis, welches lediglich durch Mahlen und Formen der gerösteten und enthülsten Kakaobohnen gewonnen wird. Die Verarbeitung beschädigter¹ Kakaobohnen ist verboten.

Kakaomasse darf keinerlei fremde Beimengungen enthalten. Kakaoschalen und Kakaokeime dürfen nur in technisch unvermeidbarer Menge vorhanden sein. Die beim Reinigen der Kakaobohnen sich ergebenden Abfälle dürfen weder der Kakaomasse zugefügt, noch für sich auf Kakaomasse verarbeitet werden.

Aufgeschlossene Kakaomasse ist eine mit Alkalien, Carbonaten von Alkalien bzw. alkalischen Erden, Ammoniak oder deren Salzen, bzw. mit Dampfdruck behandelte Kakaomasse.

Kakaomasse hinterläßt 2,5—5% Asche und enthält nach den bisherigen Feststellungen 52—58% Fett; der Sandgehalt darf 0,2%, berechnet auf fettfreie Trockenmasse, nicht übersteigen.

II. K a k a o p u l v e r.

Kakaopulver, entölter Kakao, aufgeschlossener Kakao sind gleichbedeutende Bezeichnungen für eine in Pulverform gebrachte Kakaomasse bzw. in Pulverform gebrachte, geröstete, enthülste, unbeschädigte Kakaobohnen, nachdem diese durch Abpressen in der Wärme von dem ursprünglichen Gehalte an Fett teilweise befreit und unter Umständen einer Behandlung mit Alkalien, Carbonaten von Alkalien bzw. alkalischen Erden, Ammoniak und deren Salzen bzw. einem Dampfdruck ausgesetzt waren.

Dem Fettgehalt nach unterscheidet man stark und schwach entölte Kakaopulver. „Schwach entölte“ Kakaopulver müssen mindestens 20% Fett, „stark entölte“ Kakaopulver mindestens 15% Fett enthalten. Stark entölte Kakaopulver müssen als solche deutlich (als „fettarme“) gekennzeichnet sein, ebenso müssen gewürzte (aromatisierte oder parfümierte) Kakaopulver als solche deklariert werden.

Der Zusatz von Alkalien oder alkalischen Erden darf 3% des Rohmaterials nicht überschreiten.

Kakaopulver usw. darf keine fremden Beimengungen (also auch kein Stärkemehl) enthalten. Kakaoschalen und Kakaokeime dürfen nur in technisch unvermeidbarer Menge vorhanden sein. Die beim Reinigen der Kakaobohnen sich ergebenden Abfälle dürfen weder dem Kakaopulver zugefügt, noch für sich auf Kakaopulver verarbeitet werden.

Nur gepulvertes oder mit Ammoniak bzw. mit Dampfdruck hergestelltes Kakaopulver hinterläßt, auf Kakaomasse mit 55% Fett umgerechnet, nach den bisherigen Feststellungen 3—5% Asche.

Mit Alkalien oder alkalischen Erden aufgeschlossenes Kakaopulver darf, auf Kakaomasse mit 55% Fett umgerechnet, nicht mehr als 8% Asche hinterlassen.

Der Gehalt an Wasser darf 9% nicht übersteigen. Der Sandgehalt darf 0,2%, berechnet auf fettfreie Trockenmasse, nicht übersteigen.

Haferkakao, Haferzuckerkakao oder ähnliche Zubereitungen müssen mindestens 50% Kakao enthalten. Dies gilt auch für gesüßte, derartige Zubereitungen. Der Zusatz von Zucker muß besonders gekennzeichnet werden.

Malzkakao, insbesondere Hafermalzkakao muß 5% Malzextrakt oder eine dementsprechende Menge Malz enthalten.

III. S c h o k o l a d e,

Schokoladen sind Zubereitungen von Kakaomasse mit Rüben- oder Rohrzucker (Rafinade oder Weißzucker), mit oder ohne Zusatz von Kakaobutter und Gewürzen.

Schokoladen müssen wenigstens 35% Kakaomasse und wenigstens 40% Kakaobestandteile (Kakaomasse, Kakaobutter) enthalten.

¹ Als „beschädigt“ im Sinne dieser Leitsätze gelten nach den Anschauungen des Verbandes Deutscher Schokoladefabrikanten solche Kakaobohnen, die durch Seewasser, Schimmel, Fäulnis, Brandrauch oder Wurmfraß in ihrem natürlichen Zustande verändert sind oder dumpfigen Geschmack haben.

Um Mißständen und Mißverständnissen vorzubeugen, soll in Zukunft eine scharfe Trennung zwischen Kakaogrüs und Kakaoabfall gemacht werden.

„Kakaogrüs“ stellt Klein-Kakaokernteilchen dar, die bei der Reinigung der Kakaobfälle auf besonderen Reinigungsmaschinen gewonnen werden. Kakaogrüs darf Kakaoschalen oder Kakaokeime nur in Spuren enthalten.

„Kakaobfälle“ entstehen bei der Reinigung der Kakaobohnen und bestehen aus Kernteilchen, Schalen, Keimen und Samenhäutchen.

Der Gehalt an Zucker darf also in Schokoladen nicht mehr als 60% betragen und, wenn zulässige andere Stoffe zugesetzt werden, so darf die Gesamtsumme dieser und des Zuckers nicht mehr als 60% betragen.

Außer dem Zusatz von Gewürzen dürfen bei der Herstellung der Schokoladen andere pflanzliche Zusätze nicht gemacht werden. Auch darf Schokolade kein fremdes Fett und keine fremden Mineralbestandteile enthalten.

Kakaoschalen und Kakaokeime dürfen nur in technisch unvermeidbarer Menge vorhanden sein. Die beim Reinigen der Kakaobohnen sich ergebenden Abfälle dürfen weder der Schokolade zugesetzt, noch für sich auf Schokolade verarbeitet werden.

Der Gehalt an Mineralstoffen soll im allgemeinen 2,5% nicht übersteigen, bei sehr hohem Gehalt an Kakaomasse kann er bis 3% steigen; der Sandgehalt darf 0,1% nicht übersteigen.

Marzipan-Schokolade muß Marzipan im handelsüblichen Sinne enthalten. Marzipan-Creme-Schokolade muß eine Creme enthalten, die einen solchen Zusatz von Marzipan enthält, daß er geschmacklich deutlich wahrnehmbar ist. Die Verwendung von Ersatzstoffen für Marzipan ist verboten.

Fruchtschokoladen sind solche Schokoladen, die ausschließlich mit Bestandteilen von Früchten (Fruchtmassen, Fruchtpasten, auch in konzentrierter Form) hergestellt sind. Schokoladen, die unter Zusatz von natürlichen oder künstlichen Fruchtaromen hergestellt sind, müssen ausdrücklich als „Schokolade mit Fruchtgeschmack“ bezeichnet werden. Bei Schokoladen, die mit Fruchtfleisch aus Citrusarten hergestellt sind, ist ein Zusatz des natürlichen Schalenaromas zulässig.

Bananenmehl gilt nicht als Fruchtmasse.

Nuß-Schokoladen müssen ohne Rücksicht darauf, ob sie Nußzusätze in sichtbarer Form oder in feingeriebener Zustand enthalten, so hergestellt sein, daß die nußfreie Schokoladenmasse den für Schokoladen oben angegebenen Anforderungen genügt. Unter „Nüssen“ in diesem Sinne sind nur Hasel- oder Walnüsse zu verstehen. Eine leichte, teilweise Entölung der Nüsse, die lediglich zum Zwecke der Herstellung von Nußschokolade geschieht, aber keine anderen Zwecke verfolgt, ist zulässig. Die Verwendung von Nußpreßrückständen ist verboten.

Nuß-Creme-Schokolade muß einen Kern enthalten, der einen solchen Zusatz von Hasel- oder Walnüssen enthält, daß er geschmacklich deutlich wahrnehmbar ist. Die Verwendung von Ersatzstoffen für Hasel- oder Walnüssen ist verboten.

Erdnuß-Schokoladen, Cocosnuß-Schokoladen und ähnliche sind als solche deutlich in der Hauptbezeichnung als „Erdnuß-Schokolade“ bzw. „Cocosnuß-Schokolade“ zu kennzeichnen. Ein Zusatz von Erdnußöl oder Cocosnußöl ist auch bei diesen verboten.

Creme-Schokoladen bestehen aus einem inneren Kern (einer Creme) und einem Überzug aus Schokoladenmasse. Die Schokoladenmasse muß den für Schokolade oben angegebenen Anforderungen entsprechen. Die Creme muß frei von Stärkemehl sein. Deutet die Bezeichnung auf die Verwendung besonderer Stoffe hin, so müssen diese in handelsüblicher Form in der Creme enthalten sein. Werden zur Herstellung solcher besonders bezeichneter Creme künstliche Essenzen verwendet, so muß dies aus der Bezeichnung hervorgehen, indem nur die Geschmacksrichtung (z. B. mit Rumgeschmack) angegeben wird.

Schmelzschokoladen müssen mindestens 35% Kakaomasse und mindestens 50% Kakaobestandteile (Kakaomasse, Kakaobutter) enthalten und eine entsprechende Bearbeitung erfahren haben. Der Gesamtgehalt an Kakaobutter soll mindestens 30% betragen.

IV. Milch- und Sahneschokoladen.

Milch- und Sahneschokoladen sind Zubereitungen aus Kakaomasse, Zucker (Raffinade oder Weißzucker), Milch- und Sahnebestandteilen, mit oder ohne Zusatz von Kakaobutter. Milch- und Sahneschokolade müssen mindestens 12,5% Kakaomasse und mindestens 25% Kakaobestandteile enthalten. Der Gehalt an Zucker darf auch in Milch- und Sahneschokoladen nicht mehr als 60% betragen, im übrigen gelten dieselben Grundsätze wie für Schokolade.

Magermilch-Schokolade muß als solche wörtlich bezeichnet werden. Sie muß mindestens 12,5% Magermilch-Trockensubstanz enthalten. Ein weiterer Zusatz von Vollmilchpulver ist des Geschmackes wegen ohne Deklaration gestattet.

Milch-Schokolade, das ist Vollmilchschokolade, muß mindestens 12,5% Vollmilch-Trockensubstanz enthalten. Ein Zusatz von Magermilch-Trockensubstanz ist nicht zulässig.

Sahne- bzw. Rahm-Schokolade muß soviel handelsübliches Sahnepulver enthalten, daß der MilCHFettgehalt hieraus mindestens 5,5% beträgt. Des Geschmackes wegen kann darüber hinaus ein Zusatz von Vollmilch oder Vollmilch-Trockensubstanz ohne Deklaration erfolgen.

V. Überzugsmasse.

Überzugsmasse besteht aus mindestens 50 Kakaobestandteilen — darunter mindestens 15 Teilen freier Kakaobutter — und höchstens 50 Teilen Zucker. Werden mehr als 50% Kakaobestandteile verwendet, so darf für jedes Kilogramm Kakaobestandteile mehr 0,5 kg Kakaobutter von den 15 Teilen freier Kakaobutter abgesetzt werden; dabei muß die Überzugsmasse mindestens 35% Kakaomasse enthalten.

Im übrigen gelten dieselben Grundsätze wie für Schokolade, nur daß in der Überzugsmasse kennzeichnungsfreie Zusätze von Nüssen, Mandeln und von Milchtrockensubstanz bis zu insgesamt 5% zulässig sind.

Für Milch-Konvertüren finden die Bestimmungen über Milchschokolade sinngemäß Anwendung.

VI. Schokoladepulver.

Schokoladepulver (Schokolademehl, Puderschokolade, Trinkschokolade, Raspelschokolade) ist eine im Schokoladeverfahren hergestellte Zubereitung aus Kakaomasse oder aufgeschlossener Kakaomasse, die auch mehr oder weniger entölt sein kann, mit höchstens 60% Zucker. Trotz der teilweisen Entölung der Kakaomasse darf das Schokoladepulver nicht weniger als 10% Fett enthalten. Die teilweise Entölung ist in jedem Falle durch den Zusatz „teilweise entölt“ in unmittelbarem Zusammenhange mit der Hauptbezeichnung zu deklarieren.

Einfache Mischungen aus Kakaopulver mit Zucker dürfen nicht als Schokoladepulver usw. bezeichnet werden.

Gewürze und sonstige Zusätze wie bei Schokolade.

VII. Kakaobutter.

Kakaobutter ist das aus gesunden, enthülsten Kakaobohnen oder aus Kakaomasse durch Abpressen und Filtration ohne chemische Nachbehandlung gewonnene Fett. Der Säuregrad der Kakaobutter soll nach den bisherigen Feststellungen 6° nicht überschreiten.

VIII. Irreführende Bezeichnungen (Surrogatwaren).

Die vorstehenden Leitsätze gelten auch für Waren, die nicht als Schokolade und Kakaopulver usw., sondern unter Phantasienamen in den Verkehr gebracht werden, aber dem Äußern nach den Anschein dieser Waren erwecken.

IX. Kennzeichnung von Zusätzen.

Die Kennzeichnung hat allgemein in leicht leserlicher Schrift, in gemeinverständlicher Form und in deutscher Sprache zu erfolgen.

Die Kennzeichnung muß auch im Kleinhandel, bei Abgabe von Originalpackungen direkt bei der Inhaltsbezeichnung und als Teil derselben geschehen.

Im Großhandel muß die Kennzeichnung auf Angeboten, Schlußscheinen, Rechnungen und auf allen mit Inhaltsbezeichnungen versehenen Gefäßen und Packungen stehen.

Bei offenem Feilhalten (Ausstellen) und bei offenem Verkauf von ungepackten Waren muß die Kennzeichnung von Zusätzen an jedem die Ware enthaltendem Gefäß oder auf der Ware selbst angebracht werden. Die Kennzeichnung durch Aushängeschild muß an einer jedem Käufer sichtbaren Stelle des Verkaufsraumes erfolgen.

Tabak.

Der Tabak besteht aus den in verschiedener Weise zubereiteten Blättern der Tabakpflanze (*Nicotiana Tabacum* und einigen anderen *Nicotiana*-arten). Die Heimat des Tabaks ist Mittel- und Südamerika. Tabak wird heute in vielen tropischen Ländern angebaut, geringere Sorten jedoch auch in unseren Breiten (Pfälzer).

Der Tabak ist ein Genußmittel, welches in vielerlei Formen, nämlich durch Rauchen, Schnupfen oder Kauen genossen wird. Weitaus die größte Menge des angebauten Tabaks wird geraucht.

Herstellung. Die Herstellung des Tabaks aus den Blättern der Tabakpflanze geschieht in folgender Weise: Man häuft meist die abgernteten Blätter

an Schnüren auf und läßt sie an der Luft oder auch durch Anwendung künstlicher Wärme solange trocknen, bis sie noch einen Wassergehalt von 12—15% aufweisen.

Darauf werden die getrockneten Blätter in dichten Haufen aufgeschichtet, wobei ein Gärungsprozeß einsetzt, der mit Wärmeentwicklung und der Ausbildung des typischen Tabakaromas einhergeht. Die Temperatur soll während der Gärung 50° nicht übersteigen. Der Zweck der Gärung ist, Bestandteile, die unbekömmlich beim Rauchen sind, zu zersetzen.

Das Wesen der Tabakfermentation ist noch nicht völlig geklärt. Während eine Anzahl von Forschern in ihr eine Tätigkeit verschiedener Mikroorganismen erblicken, sind andere der Meinung, daß es sich nur um die Wirkung von Enzymen, vor allem Oxydasen und Peroxydasen handelt. Vielleicht spielen beide Momente eine Rolle. Einige Forscher wollen sogar eine Verbesserung des Tabakaromas erhalten haben durch Überimpfen von Organismen, die auf wertvollen Tabaken gefunden wurden, auf geringwertigere.

Die fermentierten Blätter werden nun entrippt und entweder auf Rauchtobak durch Schneiden oder auf Zigaretten und Zigarren weiter verarbeitet. Für die Herstellung von Kau- und Schnupftobak werden die fermentierten Blätter gebeizt, d. h. sie werden mit einer schwarzen Brühe, die in der Hauptsache aus Tabakauszug besteht, dem aber noch viele andere Zusätze, wie Zuckersirup, Rosinenauszug, Salmiak, Kochsalz usw. beigefügt werden, gebeizt. Für die Herstellung von Schnupftobak werden vielfach auch Tabakabfälle verwendet.

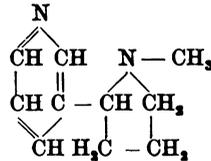
Zusammensetzung. König gibt folgende mittlere Zusammensetzung für fertigen Tabak an (in Prozenten):

Wasser	8,02%
In der Trockensubstanz.	
Stickstoff in Form von:	
Protein	1,57%
Amiden	1,20%
Nicotin	0,32%
Ammoniak	0,34%
Salpetersäure	0,22%
Gesamtstickstoff	3,65%
Fett (ohne Harz)	1,21%
Wachs	0,28%
Wasserlösliche Extraktstoffe	45,00%
Rohfaser	11,15%
Pektinstoffe	9,45%
Gesamtharz	7,80%
Äpfelsäure	8,83%
Citronensäure	3,65%
Oxalsäure	2,35%
Essigsäure	0,30%
Gerbsäure	1,05%
Asche	20,85%
Kalk	5,30%
Kali	3,50%
Phosphorsäure	1,0%
Chlor	0,9%
Schwefelsäure	0,81%
Viel Kohlensäure.	

Zu dieser Zusammensetzung ist ergänzend folgendes zu bemerken:

Über die Natur der Proteine ist nichts bekannt. Der wichtigste stickstoffhaltige Körper ist das Nicotin. Es ist eine stark giftige, ölige, in Wasser, Alkohol und Äther leicht lösliche Flüssigkeit von alkalischer Reaktion. Es besitzt

einen betäubenden Geruch, der nur in unreinem Zustande tabakähnlich ist. Chemisch ist das Nicotin ein Kondensationsprodukt von Pyridin und Methylpyrrol gemäß der Konstitutionsformel



Der Nicotiningehalt schwankt etwa zwischen 1–3%. Noch einige weitere Alkaloide wurden in kleineren Mengen im Tabak aufgefunden, nämlich das Nicotein ($\text{C}_{10}\text{H}_{23}\text{N}_2$), Nicotinin ($\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2$), Nicotellin ($\text{C}_{10}\text{H}_8\text{N}_2$) und Spuren eines weiteren Alkaloids, welches die Pupille des Auges zu erweitern vermag.

Über die Zusammensetzung und Konstitution der kleinen Fettmengen ist nichts Sicheres bekannt. Neben Fett enthält der Ätherauszug kleine Mengen von Pflanzenwachs und erhebliche Mengen von Harzen. Im frischen Tabakblatt sind große Mengen von Stärke enthalten, welche aber bei der Fermentierung ebenso wie der daraus entstandene Zucker restlos zersetzt werden.

Von organischen Säuren sind beträchtliche Mengen von Äpfelsäure, Citronensäure und Oxalsäure, sowie kleine Mengen von Essigsäure gefunden worden. Auch Gerbsäure ist vorhanden. Die Asche besteht vornehmlich aus den Carbonaten des Kalks und Kalis.

Veränderung der Bestandteile bei der Fermentation. Das Protein wird schon durch die Trocknung großenteils koaguliert und abgebaut, die Fermentation scheint keine weitere Veränderung der Proteine zu bewirken, dagegen nimmt hierdurch der Ammoniakgehalt etwas zu, der Nicotiningehalt etwas ab. Die Nitrate scheinen bei der Fermentation ebenfalls angegriffen und ganz oder zum Teil zerstört zu werden. Die Harze unterliegen bei der Fermentation einer teilweisen Oxydation, wobei Produkte entstehen, die bei der Verbrennung einen aromatischen Geruch entwickeln. Eine kleine Menge eines Schwindel und Brechen erregenden ätherischen Öles entsteht während der Gärung. Ob auch Fett und Wachs angegriffen werden, ist nicht sicher bekannt. Die Stärke und der Zucker werden durch diastatische Fermente, Oxydasen und Mikroorganismen völlig zersetzt. Ein gut durchgereifter Tabak enthält entweder keine oder nur sehr geringe Stärkemengen. Von den organischen Säuren entsteht die Essigsäure bei der Fermentation, die übrigen organischen Säuren erfahren bei der Gärung keine Veränderung, vielleicht eine kleine Abnahme. Die Gerbsäure ist ein Glucosid, aus welcher bei der Gärung Glucose abgespalten wird. Auf Zersetzungserzeugnisse der Glucose ist die braune Farbe des Tabaks zurückzuführen. Die Mineralstoffe erleiden keine wesentliche Veränderung, nur die Alkalität scheint abzunehmen.

Die Zusammensetzung des Tabakrauches. Der wichtigste Bestandteil des Tabakrauches ist das Nicotin. Infolge seiner Flüchtigkeit wird ein Teil des Nicotiningehaltes des Rauches in der Zigarre wieder abgelagert. Der Rauch wird also um so nicotinreicher, je kürzer die Zigarre wird. Im Stummel reichert sich das Nicotin immer mehr an, 80–90% des Nicotiningehaltes der Zigarre finden sich im Rauch. Eine wesentliche Verminderung des Nicotiningehaltes tritt beim Rauchen von Tabak in Wasserpfeifen, dann auch in Pfeifen mit langem Rohr ein. Aus einer Zigarre von etwa 4 g Gewicht werden dem Raucher etwa 7–10 mg Nicotin zugeführt¹.

¹ Lehmann, K. B: Hyg. Rundschau 1907, Nr. 18.

Im Tabakrauch sind ferner gefunden kleine Mengen von Blausäure, Schwefelwasserstoff, Pyridinbasen, welche aus Nicotin bei der Verbrennung entstehen, Ammoniak, Formaldehyd, gebunden an die stickstoffhaltigen Bestandteile des Rauches und besonders bei schlechter Verbrennung Kohlenoxyd. Alle diese Bestandteile sind aber in so geringer Menge im Rauch vorhanden, daß sie an der giftigen Wirkung des Tabakrauches nicht beteiligt sein können. Im wesentlichen ist also die Giftwirkung des Tabakrauches dem Nicotin zuzuschreiben.

Es sind deshalb auch verschiedene Verfahren bekannt geworden, dem Tabak das Nicotin zu entziehen. Die nicotinfreien Zigarren sind aber durch den Entzug des Nicotins im allgemeinen auch von wertvollen aromatischen Bestandteilen befreit worden, so daß sie strohig und wenig angenehm schmecken.

Neuerdings werden auch vielfach sogenannte nicotinunschädliche Zigarren und Zigarretten angeboten, die infolge gemachter Zusätze das Nicotin nicht in den Rauch übertreten lassen sollen. Nach L. Pfyl¹ sind diese Erzeugnisse irreführend bezeichnet, da sie nicht weniger Nicotin in den Rauch übertreten ließen als gewöhnliche unbehandelte Tabakfabrikate.

Achter Abschnitt.

Die alkoholischen Genußmittel.

Die alkoholischen Genußmittel werden durch alkoholische Gärung aus zuckerhaltigen Flüssigkeiten erzeugt. Die wichtigsten alkoholischen Genußmittel sind Wein, Bier und Branntwein.

Das Wesen der alkoholischen Gärung.

Hefen.

Die alkoholische Gärung wird hervorgerufen durch das Wachstum von Hefen. Die Hefen sind mikroskopisch kleine einzellige pflanzliche Lebewesen, welche zu den einzelligen Pilzen, und zwar zu den Ascomyceten gehören. Sie vermehren sich durch Sprossung und nicht so wie die meisten sonstigen niedrig entwickelten Organismen, z. B. die Bakterien, durch Zweiteilung. Die Sprossung besteht darin, daß sich am Rande einer Zelle ein kleines Köpfchen ausstülpt, welches zu einer neuen Zelle auswächst. Diese neue Zelle vermehrt sich ebenso. Die einzelnen neu gebildeten Zellen bleiben vielfach vereinigt, und so wachsen einzelne Zellen zu langen sproßverbänden aus, wie sie die Abb. 32 zeigt. Die Größe der einzelnen Zellen beträgt meist 4–10 μ (1 μ = 0,001 mm), und sie erreichen eine Dicke von etwa 2–5 μ .

Man unterscheidet die einzelnen für die Herstellung von Lebensmitteln gezüchteten Heferassen in verschiedene Typen. Die Brennereihefen, Bäckereihefen (Preßhefen) und ein Teil der Brauereihefen sind sog. obengärrige Hefen, bei denen die Hefen während der Gärung nach oben steigen. Die untergärrigen Hefen der untergärrigen Brauereien kleben leicht zu Klumpen zusammen und fallen deshalb bei der Gärung nach unten. Von den Bierhefen *Saccharomyces cerevisiae* unterscheidet man die Weinhefen, welche dem Typ *Saccharomyces ellipsoideus* angehören. Von den vorgenannten, den Kulturhefen, unterscheidet man die wilden Hefen, welche sich überall in der Natur finden, deshalb oft gärende Flüssigkeiten infizieren und dann oft die Ursache von Verderben der herzustellenden Lebensmittel sind. Ein Teil dieser Hefen, z. B. die sog. Kahmhefen, bewirken keine Gärung.

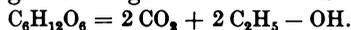
¹ Zeitschr. f. Untersuch. d. Lebensmittel. Bd. 54, 1927.

Die Ursache der Gärung.

In welcher Weise die Zerlegung des Zuckers durch das Wachstum der Hefezellen zustande kommt, ist eine Frage, welche seit etwa 300 Jahren von den Vertretern der beteiligten Wissenschaften umstritten worden ist. An der Diskussion dieser Frage sind in neuerer Zeit vor allem Liebig und Pasteur, ferner viele andere Forscher beteiligt gewesen. In neuerer Zeit bewegte sich der Streit vornehmlich um die Frage, ob die Zerlegung des Zuckers, durch eine reine Wirkung der Hefezellen oder eine Enzymwirkung oder durch beides bewirkt werde. Die Frage wurde endgültig durch die schönen Arbeiten von E. Buchner¹ geklärt. Buchner zeigte, daß die Gärung ein rein enzymartiger Vorgang ist, welcher durch von den Hefezellen gebildete Enzyme, die Zymase, ausgelöst wird. Die Gärung ist durchaus nicht an das lebende Protoplasma der Hefezellen gebunden, wie man bis dahin vielfach angenommen hatte. Unter hohem Druck ausgepreßter Hefepreßsaft, in dem alle lebenden Zellen zerstört waren, der aber die Zymase enthielt, bewirkte bei Buchners Versuchen die Gärung in derselben Weise wie die lebenden Hefezellen. Buchner konnte sogar durch Alkoholfällung ein trockenes Pulver aus dem Preßsaft herstellen, welches fast ebenso starke Gärwirkung zeigte, als die lebenden Hefezellen.

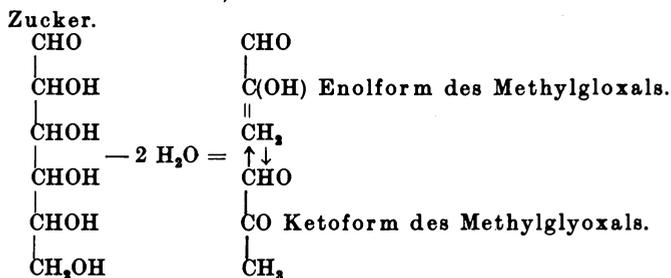
Die chemischen Vorgänge.

Die chemische Zerlegung des Zuckers durch die Zymase in Alkohol und Kohlensäure verläuft in großen Zügen etwa nach der Gleichung



Über die näheren chemischen Vorgänge war man bis vor kurzem völlig im unklaren. Die exakten Arbeiten Neubergs² und seiner Schüler haben hier Aufklärung gebracht. Der Ausgangspunkt der neueren Forschung über den chemischen Verlauf der Zuckerspaltung war die im Jahre 1910 von Neuberg gemachte Beobachtung, daß die Brenztraubensäure von Hefe genau so glatt und vollkommen vergoren wird wie Zucker. Die Hefe enthält für diese Spaltung ein besonderes Ferment, die Carboxylase, welche überall die Zymase begleitet. Die Entdeckung der Brenztraubensäuregärung ermöglichte Neuberg im Jahre 1913 die Aufstellung eines Gärungsschemas über den chemischen Verlauf der Zuckergärung, das in den folgenden Jahren in allen wesentlichen Punkten bestätigt wurde. Der Grundgedanke ist, daß abwechselnd Reduktionen und Oxydationen am Zuckermolekül verlaufen. Die Auffassung Neubergs im einzelnen ist die folgende:

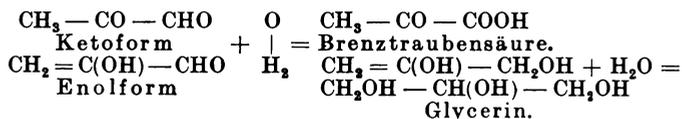
Zunächst erleidet der Zucker eine Umsetzung in zwei Moleküle Methylglyoxal (Enol- und Ketoform) unter Austritt von zwei Molen Wasser.



¹ Ber. d. Deutsch. chem. Ges. Bd. 33, S. 3307. 1900 u. a. a. Stellen.

² Neuberg: Vortrag Naturforsch.-Vers. Leipzig 1922. Chemiker-Zeit. 1922, Nr. 115, S. 862.

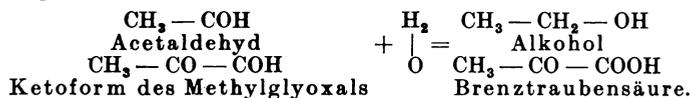
Diese beiden Formen des Methylglyoxals gehen eine Cannizarrosche Reaktion ein, wobei die Ketoform zu Brenztraubensäure oxydiert, die Enolform zu Glycerin reduziert wird.



Die Brenztraubensäure wird dann durch die Carboxylase schnell in Acetaldehyd und Kohlensäure vergoren:



Der gebildete Acetaldehyd geht dann aufs neue mit Methylglyoxal eine Cannizarrosche Reaktion ein, wobei Alkohol gebildet und Brenztraubensäure zurückgebildet wird.



Die Brenztraubensäure wird wiederum von der Carboxylase zerlegt usw. bis zur völligen Umwandlung zu Alkohol und Kohlensäure. Im Endergebnis wird also der gesamte Zucker in Alkohol und Kohlensäure zerlegt, nachdem im Anfange etwas Glycerin gebildet worden ist.

Dieser Verlauf der Zersetzung hat auch erst die schon seit langem bekannte Tatsache erklären gelehrt, daß bei jeder alkoholischen Gärung in kleinen Mengen (etwa 3 g auf 100 g Zucker) Glycerin entsteht. 1916 fanden Neuberg und seine Mitarbeiter ein Verfahren, das intermediäre Oxydationsprodukt, den Acetaldehyd durch Zusatz von neutralen schwefligsauren Salzen abzufangen. Als Reduktionsgegenleistung erfolgt eine äquivalente Bildung von Glycerin. Damit wurde es möglich, außer der alkoholischen Gärung eine neue Vergärung des Zuckers zu verwirklichen, bei welcher der Zucker nicht mehr Alkohol und Kohlensäure, sondern statt dessen Acetaldehyd, Glycerin und Kohlensäure liefert. Die von dem oben gekennzeichneten Gärungsschema verlangte intermediäre Entstehung von Brenztraubensäure konnte von Neuberg ebenfalls direkt bewiesen werden. Hypothetisch bleibt z. Z. nur die Spaltung des Zuckers in Methylglyoxal.

Neuberg hat schließlich noch manche andere Abfangsmethoden für Zwischenprodukte der Umsetzung versucht und schließlich auch noch andere Gärungen studiert.

Wendet man zum Eingriff in den Gärungsvorgang Alkalien an, so erzielt man eine dritte Vergärungsform, bei welcher der Zucker in Essigsäure, Glycerin, Alkohol und Kohlensäure gespalten wird.

Andere Gärungen.

Auch bei zahlreichen anderen Gärungen, die durch Bakterien und sonstige, von der Hefe verschiedene Pilze herbeigeführt wurden, konnte Acetaldehyd als Zwischenstadium der Vergärung nachgewiesen werden. Die Buttersäuregärung, welche in der Natur eine so große Rolle spielt, führt gleichfalls über die Stufe der Brenztraubensäure und des Acetaldehyds. Bei der Gärung spielen sich aber nicht nur abbauende, sondern auch synthetische Vorgänge ab. Die Buttersäurebildung selbst ist ein solcher Vorgang, der sich als vierte Vergärungsmöglichkeit darstellt. Eine weitere

fünfte Vergärungsart wurde durch die Entdeckung des Ferments Carboligase gefunden. Dieses Enzym ist gleichfalls in Hefen vorhanden. Es ist befähigt, den intermediär entstehenden Acetaldehyd an zugesetzte fremde Aldehyde zu Produkten mit längeren Kohlenstoffketten zu binden. Dadurch ist zum erstenmal eine fermentative Synthese gewisser fettähnlicher Körper verwirklicht worden. Bei zahlreichen Vorgängen des Zuckerabbaues beschreitet die Natur denselben Weg. Die Hauptstraße führt zum Acetaldehyd und zur Brenztraubensäure. Von diesem Knotungspunkte an beginnen die Abzweigungen. Einige Wege senken sich in das Gebiet vollkommenen Abbaues, andere führen in Rückwegen zu Verbindungen mit längeren Kohlenstoffketten zurück.

Nebenprodukte der alkoholischen Gärung.

Hiernach kann es nicht wundernehmen, daß bei der alkoholischen Gärung neben den Hauptprodukten Alkohol und Kohlensäure in kleinen Mengen noch alle möglichen anderen Körper entstehen. So finden sich regelmäßig in vergorenen Flüssigkeiten neben Alkohol und Kohlensäure Glycerin, höhere Alkohole (vornehmlich Amylalkohol, dann normaler und Isobutylalkohol, normaler Propylalkohol, Hexyl, Heptyl, Octyl und höhere Alkohole (S. 307), von Säuren Bernsteinsäure, Milchsäure, Essigsäure, Buttersäure, Ameisensäure, Propionsäure und andere höhere Säuren. Ferner Aldehyde, Ester der verschiedensten Art, Amide, Aminosäuren und Schwefelverbindungen, sowie anorganische und organische Salze.

Ein Teil dieser Stoffe stammt aus den Rohstoffen oder vom Eiweißabbau und hat mit dem Zuckerabbau nichts zu tun, viele andere sind aber auch direkte Nebenerzeugnisse der alkoholischen Gärung oder anderer Gärungen durch Zuckerabbau.

Von der stets zu etwa 0,6 Teilen auf 100 Teile Zucker auftretenden Bernsteinsäure wurde von F. Ehrlich¹ bewiesen, daß sie sich aus Glutaminsäure bildet. Ebenso bildet sich ein Teil der höheren Alkohole aus Aminosäuren. Die verschiedenen Säuren, wie Milchsäure, Buttersäure, Essigsäure usw. leiten wohl ihre Herkunft von einer in geringem Maße neben der alkoholischen Gärung verlaufenden Gärung durch die gleichzeitig vorhandenen Erreger der Milchsäure-, Buttersäure-, Essigsäuregärung her. Die Ester sind Erzeugnisse, welche sich vielfach erst bei der Lagerung durch chemische Umsetzung ausbilden. Amide, Aminosäuren und sonstige Stickstoffverbindungen, sowie Schwefelkörper sind Spaltungserzeugnisse der Proteine.

Wein.

Der Wein ist dasjenige alkoholische Genußmittel, welches der Menschheit am längsten bekannt ist. Schon in vorgeschichtlichen Zeiten haben die Menschen Wein bereitet und genossen.

Der Wein wird durch alkoholische Gärung aus dem Saft frischer Trauben, den Früchten des Weinstockes, bereitet.

Weinbereitung.

Sobald die Trauben genügend ausgereift sind, beginnt die Weinlese. Hierbei werden die Trauben mit der Hand von den Stöcken gepflückt. Meist fällt die Lese in die Monate Oktober und November. Läßt man die

¹ Zeitschr. Ver. Deutsch. Zuckerind. (NF.), Bd. 46, S. 645—672, 1909. Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 19, S. 293, 1910.

Trauben über den Zustand der Reife hinaus an den Stöcken hängen, so werden sie vielfach von der sogenannten Edelfäule befallen. Diese wird hervorgerufen durch einen Pilz *Botrytis cinerea*. Diese edelfaulen Trauben werden besonders am Rhein und in der Pfalz ausgelesen und liefern die wertvollen Ausleseweine, welche sich durch ein besonders feines Aroma auszeichnen. Bei der Lese werden auch oft die gut gereiften von den weniger gereiften, die gesunden von den kranken Trauben usw. getrennt. Als bald nach dem Einsammeln werden die Trauben in Traubenmühlen zerquetscht. Bei besseren Weinen werden auch vorher, meist schon in den Weinbergen, die Beeren von den Kämmen abgerbelt. Dies geschieht entweder mit der Hand oder mit besonderen Entrappungsmühlen. Darauf folgt die Gewinnung des Mostes. Zu dem Zwecke werden in den sog. Keltern die zerquetschten Beeren ausgepreßt, wobei der Saft — Most genannt — von den Rückständen — den Trestern — getrennt wird. Im allgemeinen gewinnt man aus 100 kg zerquetschten Trauben — der sog. Maische — etwa 70–80 kg Most. Die Menge der gelösten Bestandteile und damit die Güte des Mostes mißt der Winzer mit einer Spindel in den sog. Oechslegraden. Im allgemeinen messen die Weine 60–90 Oechslegrade, d. h. nichts weiter, als das spez. Gew. ist 1,060–1,090. Man läßt dann von den oft sehr reichlich vorhandenen suspendierten Stoffen absetzen und bringt den Most nun in die Gärfässer, welche gewöhnlich aus Eichenholz bestehen. In den meisten Fällen überläßt man den Most ohne weiteres der Gärung durch die in ihm vorhandenen Mikroorganismen. Bisweilen wird der Most vorher pasteurisiert und dann mit Reinkulturen vergoren. Der Most fängt als bald an trübe, schaumig und lehmig zu werden. Die Ursache dieser Veränderung sind die Hefezellen — *Saccharomyces vini* —, welche in großen Mengen zur Entwicklung gelangen unter Hervorrufung der oben geschilderten chemischen Umsetzung des Zuckers in Alkohol, Kohlensäure und einer Reihe von Nebenprodukten. Neben den *Saccharomyceten*, welche in vielen Arten und Rassen an den Weintrauben vorhanden sind, enthält der Most noch eine Reihe von anderen Bakterien, deren Wachstum niedergehalten werden muß, wenn nicht unangenehme Weinkrankheiten eintreten sollen, so schleimbildende Hefen und Bakterien, Kammhefen, Essigbakterien, Milchsäurebakterien, Schimmelpilze u. a. Die Temperatur während der Gärung soll etwa 15–20° betragen. Der gärende Most wird auch als solcher genossen und führt dann den Namen „Federweißer“. Nach Verlauf von etwa 10–12 Tagen hört die Gärung allmählich auf. Der Most beginnt sich zu klären, indem die Hefezellen und sonstigen trübenden Bestandteile zu Boden sinken. Der von diesen Weingelägern abgezogene Wein wird, nachdem er diese Hauptgärung durchgemacht hat, jetzt der Nachgärung überlassen. Die Nachgärung verläuft bei weitem nicht so stürmisch wie die Hauptgärung, dauert dafür aber länger, nämlich mehrere Monate. Es werden weitere Alkoholmengen gebildet, weitere Weinsteinmengen abgeschieden, da der Weinstein, je höher der Alkoholgehalt ansteigt, immer unlöslicher wird, und es beginnt jetzt auch die Ausbildung der aromatisch riechenden oder schmeckenden Stoffe, die man die Blume nennt. Der Wein wird nach beendeter Nachgärung wieder in ein frisches Faß umgestochen und muß nun eine Lagerung erfahren, bis er völlig ausgebaut und flaschenreif ist. Über die verschiedenen Veränderungen, die der Wein dabei noch erfährt, wird auf S. 288 Näheres angegeben werden. Dem Umfüllen in die frischen Fässer geht immer ein Ausschweffeln der Fässer durch Verbrennen von elementarem Schwefel voraus. Die entstehende schweflige Säure hält die Entwicklung unerwünschter Organismen nieder. Für die Herstellung von Rotwein darf der Most nicht von den Beerenhäuten und Kernen befreit werden, sondern diese müssen während der Gärung mit dem Most in

Berührung bleiben. Der Saft der für die Rotweinherstellung verwendeten Trauben ist nämlich farblos. Die rote Farbe ist in körnigen Ablagerungen in den Schalen und Kernen in Form von Farbstoffkörnchen vorhanden. Dieser Farbstoff ist erst genügend löslich in der alkoholhaltigen Flüssigkeit. Auch Gerbstoffe und andere für Rotwein charakteristische Stoffe werden bei der Gärung aus den Schalen ausgezogen. Man verwendet deshalb Gärkufen mit doppeltem Boden, so daß der hochsteigende Schaum nicht die festen Teile aus der Flüssigkeit mit herausnehmen kann. Die Nachgärung ist bei Rotweinen meist kürzer als bei Weißweinen.

Der Wein, welcher Haupt- und Nachgärung durchgemacht hat, heißt „junger“ oder „grüner“ oder „heurriger“ Wein.

Der gelagerte Wein wird dann vor dem Konsum noch der Schönung unterworfen, d. h. er wird geklärt und blank gemacht. Hierzu werden verschiedene Stoffe verwendet, so fein zerkleinerte Teile von Fischblasen (Stör, Hausen), Gelatine, Casein, sonstiges Eiweiß, Knochenkohle, Ton und anderes mehr. Im allgemeinen besteht die Wirkung dieser Zusätze darin, daß sie sich im Wein fein verteilen oder lösen und nun entweder als solche oder in Verbindung mit Weinbestandteilen (Gerbstoff) einen feinen Niederschlag bilden, der langsam zu Boden sinkt und dabei die Trübungen mit zu Boden reißt. Zum Teil wird auch durch Filtrationsapparate geklärt. Der Wein ist dann reif zum Konsum und zum Abfüllen auf Flaschen.

Zuckerung der Weine.

In manchen Lagen und Jahren reifen die Trauben nicht richtig aus. Die Folge ist, daß ein Most erhalten wird, der ein Übermaß an Säure und einen zu geringen Zuckergehalt enthält. Würde man einen derartigen Most vergären, so würde man ein ungenießbares Erzeugnis erhalten. Der Säuregehalt des Weines wäre zu hoch, der Alkoholgehalt zu niedrig. Das richtige Verhältnis von Alkohol zu Säure ist aber für den Geschmack des Weines maßgebend. Deshalb sucht man den Most durch Zusatz von Zuckerwasser so zu verändern, daß Säuregehalt und Zuckergehalt etwa die Werte erreichen, wie sie der Most in normalen Jahren aufweist. Dieses Vorbild muß stets eingehalten werden. Im anderen Falle entstehen die überstreckten und überzuckerten Weine, welche schlecht schmecken und bekommen. Die Art der zulässigen Zuckerung ist auf das genaueste durch § 3 des Weingesetzes geregelt (S. 291). Man führt das Zuckern in zweierlei Weise aus durch Zusatz von Zuckerwasser oder durch Trockenzuckerung. Das erste Verfahren wird auch nach dem Erfinder Dr. Gall Gallisieren genannt. Es bewirkt zweierlei, nämlich die Herabsetzung des Säuregehaltes durch die Verdünnung und die Steigerung des Zuckergehaltes. Trocken muß dann gezuckert werden, wenn der Most zwar einen Mangel an Zucker, aber kein Übermaß an Säure aufweist. Um die Mengen des zur Verbesserung zuzusetzenden Zuckers ungefähr zu berechnen, braucht man sich nur folgendes zu merken: Der Alkoholgehalt (Gramm in 1 Liter) des vergorenen Weines ist etwa gleich dem Mostgewichte. Ein Most mit 70° Oechsle ergibt also einen Wein von etwa 70 g Alkohol im Liter. Ein Zusatz von 0,25 g Zucker auf 100 ccm bzw. 0,25 kg Zucker auf 100 Liter vermehrt die Oechslegrade um einen Grad. Soll also z. B. ein Wein mit 60 Oechslegraden auf 85 Oechslegrade, d. h. den Gehalt des Weines in guten Jahren gebracht werden, so ist es notwendig $25 \cdot 0,25 \text{ kg} = 6,25 \text{ kg}$ Zucker auf 100 Liter zuzugeben. Man wird dann einen Wein mit etwa 85 g Alkohol in 1 Liter wie in normalen Jahren erhalten. Diese einfache Regel ist allerdings nur annähernd richtig. Für genauere Rechnungen ist die Tatsache zugrunde zu legen, daß aus 100 g Zucker etwa 45–48 g Alkohol entstehen.

Entsäuerung durch kohlsauren Kalk.

Wenn Weine einen abnorm hohen Säuregehalt besitzen, aber keinen zu geringen Zuckergehalt oder wenn der Säuregehalt so abnorm hoch ist, daß durch die gesetzlich erlaubte Verdünnung um $\frac{1}{5}$ des Volumens der Säuregehalt nicht weit genug herabzusetzen ist, oder auch in Kombination mit Trockenzuckerung als Ersatz für Gallisieren wendet man vielfach die im Weingesetz erlaubte Entsäuerung mit präzipitiertem, reinen, kohlsauren Kalk an. Man führt das Verfahren der Entsäuerung meist am Jungwein nach dem ersten Abstich aus. Die Mostentsäuerung mit kohlsaurem Kalk ist weniger empfehlenswert, weil dabei auch ein Teil des Weinstein mit entfernt wird, welcher bei der Gärung sich ohnehin abgeschieden haben würde und deshalb nicht mit Sicherheit vorausbestimmt werden kann, bis zu welcher Grenze die Entsäuerung im fertigen Wein geht. Das kann zu zuweitgehender Entsäuerung führen.

Man hat empirisch ermittelt, daß zur Beseitigung von 1⁰/₀₀ Säure 66 g, zur Beseitigung von 2⁰/₀₀ 132 g CaCO₃ auf 100 l Wein anzuwenden sind. Die früher häufig ausgesprochene Behauptung, daß die so behandelten Weine einen abnormen Geschmack erhielten, ist nicht richtig. Durch den kohlsauren Kalk wird Weinsäure als unlöslicher, weinsaurer Kalk abgeschieden unter Entbindung der freien CO₂, welche sich verflüchtigt. 2⁰/₀₀ Weinsäure sollen im Wein verbleiben.

Krankheiten des Weinstockes.

Der Weinstock wird von einer Reihe von pflanzlichen und tierischen Schädlingen bedroht, welche großen wirtschaftlichen Schaden in den Weinbergen anzurichten vermögen. Die wichtigsten Krankheiten der Weinpflanze sind folgende:

1. Der Mehltau wird durch den Pilz *Oidium Tuckeri* hervorgerufen. Das Mycel bildet auf Blättern und Beeren weiße Flecken aus. Als Bekämpfungsmittel und Vorbeugungsmittel gilt das Bestäuben mit Schwefelpulver.

2. Der falsche Mehltau oder die Blattfallkrankheit, nach dem Erreger auch die Peronosporakrankheit genannt, wird durch den Pilz *Peronospora viticola* hervorgerufen. An den Unterseiten der Blätter bilden sich die vom Pilzmycel herrührenden, weißen Flecken aus, mit denen auf der Oberseite gelbe Flecken korrespondieren. Bald fallen die Blätter ab, woher der Name rührt. Man beugt der Krankheit vor und bekämpft sie durch Abspritzen der Pflanzen mit der sog. „Bordelaiser Brühe“, welche aus einer Mischung von Kupfervitriol und Kalk besteht.

3. Die Reblaus (*Phylloxera vastatrix*) ist 1863 von Amerika nach Europa eingeschleppt worden. Dieses Tier ist eine Art Blattlaus, die die Wurzeln des Stockes zerstört und dadurch ungeheure Verheerungen anrichten kann. Man behandelt den Boden mit Petroleum und Schwefelkohlenstoff. In Deutschland ist die Bekämpfung der Reblaus durch besondere Gesetze geregelt.

4. Ein anderes Tierchen, der Heu- oder Sauerwurm, vermag ebenfalls in Weinbergen großen Schaden anzurichten. Es heißt auch Traubenwickler (Abb. 52). Es kommen zweierlei Arten in Betracht, der einbindige und der bekreuzte Traubenwickler (*Conchylis ambiguella* bzw. *Polychrosis botrana*). Es sind kleine, hübsch gefärbte Schmetterlinge, welche im Frühjahr ihre Eier an die Gescheine ablegen. Die sich daraus entwickelnden Raupen heißen die Heuwürmer. Sie zerknagen die Blüten und verpuppen sich dann. Im Hochsommer entwickeln sich aus den Puppen wieder Schmetterlinge, aus deren Eier sich im Herbst die neuen Raupen, die Sauerwürmer, entwickeln. Sie zerknagen die Trauben. Auch die nur wenig angeknagten Trauben sind dem

Untergange geweiht, da durch die Verletzungen allen anderen Krankheitserregern Tür und Tor geöffnet ist. Der Sauerwurm verpuppt sich und überwintert meist unter der Rinde. Im Frühjahr entwickeln sich dann daraus wieder Motten,

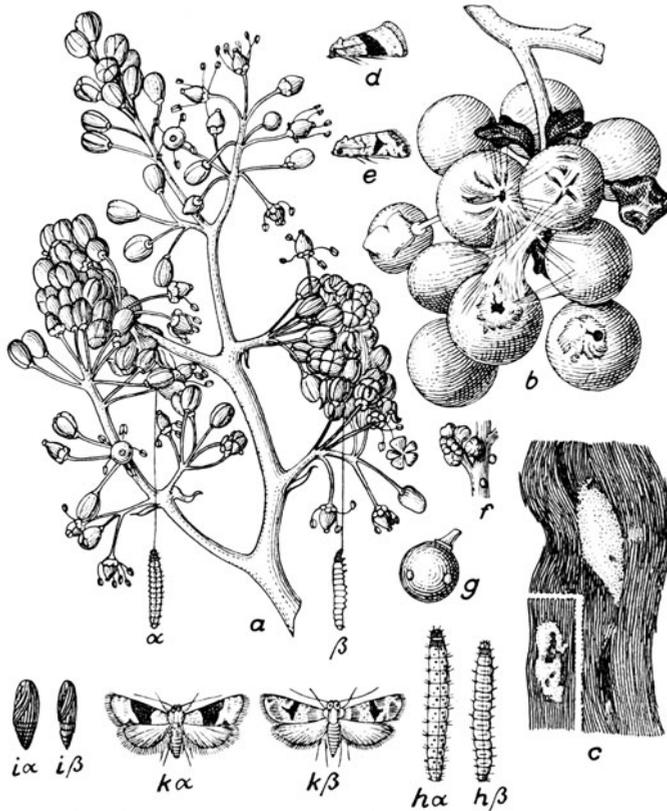


Abb. 52. Traubenwickler (Heu-Sauerwurm).

a = Heuwürmer in der Rebenblüte. α und β = schwarzköpfiger und gelbköpfiger Wurm. b = vom Sauerwurm befallene Beeren. c = Puppengespinnt unter der Rebenrinde. d und e = einbindige bzw. bekreuzte Motte (sitzend). f = Eier des Heuwurmes und Perldrüsen g = Eier auf Beeren. h α und h β = schwarzköpfiger und gelbköpfiger Wurm. i α und i β = Puppen des schwarz- und gelbköpfigen Wurmes. k α und k β einbindige und bekreuzte Motte (ausgespannte Flügel). (Nach Schädlingstafel der deutsch. Ges. f. angew. Entomologie von F. Stellwaag).

aus deren Eiern wiederum die Heuwürmer hervorgehen. Für die Bekämpfung dieser Schädlinge wendet man alle möglichen mechanischen und chemischen Mittel an. Von letzteren sollen sich besonders Tabakauszüge bewährt haben.

Krankheiten des Weines.

Auch der fertige Wein selber ist vielen Krankheiten ausgesetzt, von denen folgende die wichtigsten sind:

1. Das Umschlagen besteht in einem plötzlichen Trübwerden. Es heißt auch Brechen. Die Ursache ist meist ein Wiedereintritt der Gärung und Auftreten von vielen, den Wein trübenden Hefezellen. Auch Auftreten anderer Organismen (Bakterien) kann die Veranlassung sein. Bisweilen sind es auch Eiweißabscheidungen, welche die Trübungen veranlassen.

2. Bitterwerden. Dies tritt vornehmlich bei Rotwein auf und ist auf Entwicklung von Schimmelpilzen und anderen Organismen zurückzuführen, welche eine Umwandlung der Gerbstoffe in bitter schmeckende Stoffe hervorrufen. Nach Voisinet¹ bildet sich in bitteren Weinen Acrolein aus, besonders im Bodensatz, wo es mit einem Farbstoff verbunden ist (60 mg in 100 g Bodensatz). Es entsteht durch ein Stäbchenbacterium aus Glycerin.

3. Kahmigwerden. Auf der Weinoberfläche bildet sich, besonders bei nicht ganz gefüllten Fässern und Flaschen, bisweilen eine gekröseartige gefaltete Haut aus. Diese Haut besteht aus Kahmhefen, welche die Weinbestandteile angreifen und unangenehm schmeckende Umsetzungserzeugnisse hervorrufen. Man bekämpft die Krankheit durch Umstechen (ohne die Haut mitzunehmen) in gut geschwefelte, neue Fässer.

4. Essigstich. Diese Krankheit wird durch die Essigbakterien „*Mycoderma aceti*“ veranlaßt, welche unter Mitwirkung des Sauerstoffes der Luft den Alkohol in Essigsäure verwandeln. Der Pilz ist, wie sich schon aus der genannten Umsetzung ergibt, sehr luftbedürftig. Der Essigstich tritt vornehmlich ein in Weinen, welche unsachgemäß und unsauber behandelt werden, sowie in schlecht gefüllten Fässern oder Flaschen.

5. Der Milchsäurestich (Zickendwerden). Der Wein nimmt durch die Entwicklung von Milchsäurebakterien einen Geruch und Geschmack nach saurer Milch oder Sauerkraut an. Neben Milchsäure entsteht, ebenso wie in Sauerkraut Mannit. Säurearme Weine sind der Krankheit besonders leicht ausgesetzt. Man bekämpft die auftretende Krankheit durch Umfüllen in ein stark geschwefeltes Faß.

6. Schleimigwerden. Der Wein wird in eine schleimige, fadenziehende Flüssigkeit verwandelt. Hervorgerufen wird die Krankheit durch verschiedene Organismen, vor allem schleimbildende Hefen. Säure- und alkoholarme Weine werden besonders leicht betroffen, wenn sie noch unvergorenen Zucker enthalten. Auch hier erwies sich das Umfüllen in ein stark geschwefeltes Faß, verbunden mit kräftigem Lüften, als gutes Bekämpfungsmittel.

7. Der weiße Bruch. Die Weine werden weißlich trübe. Im Lichte verschwindet die Trübung oft, tritt aber im Dunkeln wieder auf. Das rührt von der Ausscheidung von fein verteilten Ferriphosphaten her. Durch das Licht wird vermutlich eine Reduktion zu löslichen Ferrophosphaten erfolgen, im Dunkeln wieder eine Oxydation zu Ferriphosphaten. Es ist neuerdings gestattet worden², die Trübung durch Zusatz von Ferrocyankalium zu beseitigen, wobei sich Berlinerblau, der blaue Trub, abscheidet, der durch mechanische Mittel entfernt wird. Das Verfahren soll einen wesentlichen, kellereitechnischen Fortschritt bedeuten und wird sehr gelobt. Es kann aber nur angewendet werden nach vorheriger Untersuchung des Weines und unter Mitwirkung eines Chemikers. Bedenklich bleibt bei dem Verfahren die Tatsache, daß wenn durch Zusatz von zuviel Ferrocyankalium die Schönung mißlingt, auf Weinbrand verarbeitete zerartige Weine blausäurehaltig werden³.

8. Der Böckser. Diese Krankheit besteht im Auftreten von Schwefelwasserstoff. Schwefel kann bei Bekämpfung von Weinkrankheiten durch ein beim Schwefeln der Fässer abgefallenes Stück Schwefel in den Wein kommen. Durch Organistentätigkeit werden in gewissen Fällen Reduktionen zu

¹ Compt. rend. Tome 150, p. 1614—1616. 1910 u. Tome 151, p. 518—520. 1910. Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 23, S. 41 u. 224. 1912. Compt. rend. Tome 153, p. 363—365 u. 898—900. 1911. Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 26. S. 693. 1913.

² Verordn. des Reichsmin. des Innern vom 8. 2. 1923. RGBl. S. 1084. Siehe auch Ausführungsbestimmungen z. Weingesetz S. 294.

³ Krug: Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 48, S. 96. 1924.

Schwefelwasserstoff ausgelöst. Auch reichlich vorhandenes Sulfat-Ion soll reduziert werden können. Schwefeleisenhaltiger Boden, der in den sauren Wein kam, soll auch schon die Veranlassung zur Schwefelwasserstoffbildung gegeben haben. Auch hier ist schweflige Säure als Bekämpfungsmittel bewährt, da sie sich mit Schwefelwasserstoff zu elementarem Schwefel umsetzt.

Süd-, Süß- oder Dessertweine.

Unter dieser Bezeichnung versteht man Weine, welche nach einem, von dem bisher geschilderten abweichenden Verfahren in der Weise hergestellt sind, daß ihr Gehalt an Alkohol oder Zucker oder beiden Stoffen so hoch ist, wie er durch Gärung des unveränderten Mostes nicht erzielt werden kann und welche den charakteristischen Geruch und Geschmack dieser Weine besitzen.

Die Verfahren der Herstellung sind die folgenden:

Man läßt die Beeren am Stocke oder durch Auslegen auf Stroh eintrocknen oder sucht besonders gute Beeren aus, bereitet daraus Most und vergärt. So werden z. B. erzeugt die Tokayer Essenz, die rheinischen Auslese- oder Ausbruchweine und die Strohweine (aus auf Stroh getrockneten Beeren).

Nach den Beschlüssen des Vereins deutscher Nahrungsmittelchemiker¹ nennt man die am Weinstock ohne absichtliche Knickung der Stiele eingetrockneten Beeren „Trockenbeeren“, die innerhalb des Weinbaugebietes aus Trauben der letzten Ernte nach absichtlicher Knickung der Stiele oder nach erfolgter Aberntung gewonnenen, eingetrockneten Beeren „getrocknete Beeren.“

Man vergärt auch gleichzeitig gelesene, gewöhnliche Trauben und Trockenbeeren zusammen. So wird z. B. der süße Szamorodner bereitet.

Bei manchen Weinen werden auch die Trockenbeeren oder getrockneten Beeren mit Most ausgezogen und dadurch ein konzentrierter Most erzeugt, der dann vergoren wird. So gewinnt man beispielsweise den *Vino dulce in Malaga* und den ungarischen Tokayer Ausbruch. Auch das Ausziehen von Trockenbeeren oder getrockneten Beeren mit fertigem Wein ist in Gebrauch. Ferner wird auch die gewünschte Konzentrierung des Mostes dadurch erreicht, daß der Most in besonderen Apparaten bei niedrigen Temperaturen im Vakuum eingetrocknet wird. Die oben genannten Verfahren werden auch vielfach in Kombination miteinander angewendet. Auch werden Verschnitte der so bereiteten Dessertweine hergestellt.

Der Verein deutscher Nahrungsmittelchemiker faßt alle nach dem vorgenannten Verfahren hergestellten Weine unter dem Namen „konzentrierte Süßweine“ zusammen.

Die zweite Gruppe der Süßweine sind die gespriteten Weine. Man stellt sie nach folgendem Verfahren her:

In hinreichend angegorenen Mosten wird durch Alkoholzusatz die Gärung unterbrochen (die Weine werden „stumm gemacht“). Dasselbe geschieht mit dem Most aus Trockenbeeren oder getrockneten Beeren. Auch wird so verfahren, daß man zunächst den Most durch Einkochen konzentriert und dann den hinreichend vergorenen Most spritet. So wird z. B. der sizilische Marsala hergestellt. Auch werden wiederum die verschiedenen Verfahren in Kombination miteinander verwendet und Verschnitte der nach den verschiedenen Verfahren hergestellten Weine bereitet. Auch Verschnitte von konzentrierten Süßweinen mit gespriteten Weinen werden hergestellt.

¹ Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 26, S. 551. 1913.

Vor allem manche Samosweine und portugiesischen Weine werden auch in der Weise hergestellt, daß der Most nicht vergoren, sondern sofort gespritzt wird (vgl. S. 291).

Dessertweine, welche unter Zusatz von Zucker oder Rosinen hergestellt sind, sind vom Verkehr auszuschließen. Rosinen (Korinthen, Zibeben) im Sinne dieser Bestimmung sind alle Trauben höheren Eintrocknungsgrades nach absichtlicher Knickung der Stiele oder Aberntung oder alle außerhalb des Weinbaugebietes getrockneten Trauben.

Bisweilen werden Dessertweine unter dem Namen Medizinalweine in den Handel gebracht. Die so bezeichneten Weine müssen konzentrierte, ungezuckerte Süßweine von besonderer Güte und Reinheit sein. Dessertweine, die mit Namen belegt sind, welche auf besondere heilende oder stärkende Eigenschaften des Weines hinweisen, z. B. Blutwein, sind als irreführend bezeichnet anzusehen.

Schaumweine.

Der Schaumwein wird in der Weise hergestellt, daß man gute normale Jungweine in Champagnerflaschen einfüllt. Am besten geeignet sind die Weine der blauen Burgundertraube. Die richtige Weitmischung, die in die Flaschen eingefüllt wird, heißt das Cuvée. Der Wein wird vor Einfüllen in die Flaschen mit 1% reinem Rohrzucker versetzt, mit Reinhefe beimpft, und die Flaschen dann geschlossen, die mehrere Monate lang gelagert werden. Die nach dieser Zeit beendete Gärung hat einen Kohlensäuredruck von etwa 5 Atmosphären in der Flasche hervorgerufen. Nach einer gewissen Lagerzeit werden die Flaschen mit dem Hals nach unten auf Rüttelgestelle gebracht. Durch oft wiederholtes Rütteln sorgt man dafür, daß sich die Hefen nach und nach völlig auf dem Stopfen in dem Flaschenhals absetzen und die Weinstoffe ganz klar werden. Dann folgt das „Degorgieren“. Dabei wird der Stopfen der nach unten gehaltenen Flasche einen Moment geöffnet, wodurch der Kohlensäuredruck den Hefestopfen herausschleudert. Der umgewendeten Flasche wird dann ein Likör, bestehend aus einer Mischung von Likör, Süßwein und anderen Stoffen maschinell soweit zugesetzt, bis die ursprüngliche Flaschenfüllung wieder erreicht ist. Der Schaumwein ist dann genußreif. Von besonderer Güte ist der französische Schaumwein. In der französischen Provinz Champagne ist der Schaumwein zuerst hergestellt worden. Deshalb führen die Schaumweine auch den Namen *Champagner*. Auch Sekt wird er genannt.

Frucht- und Obstschaumweine werden meist nach einfacheren Verfahren hergestellt. Der fertige, geschönte Wein wird mit Likör versetzt, in Champagnerflaschen eingefüllt, die dann mit Kohlensäure — aus Bomben — imprägniert und geschlossen werden.

Obstweine und sonstige weinähnliche Getränke.

Aus den verschiedensten Früchten, wie Äpfeln, Birnen, Himbeeren, Johannisbeeren und Stachelbeeren werden weinähnliche Getränke bereitet. Das Verfahren der Herstellung ist grundsätzlich dasselbe, wie bei der Weinherstellung, nur ist es vielfach notwendig, den Fruchtsaft mit Zuckerwasser zu verdünnen. Die meisten Erzeugnisse dieser Art werden in den Haushalten und weniger in gewerblichen Betrieben bereitet. Eine besondere Bedeutung hat der Apfelwein, welcher in gewissen Landesteilen, insbesondere in Süddeutschland, sowie in Frankfurt a. M. und Umgebung in großen und kleinen Betrieben gewonnen wird. Die Äpfel werden in Obstmühlen zerquetscht und dann ausgepreßt. Aus drei Zentnern Äpfel gewinnt man etwa 100 Liter Most. Der Most wird nach Absiebung

in Fässern bei etwa 10–15° vergoren. Meist erfolgt kein Hefezusatz, bisweilen wird aber auch mit Zusatz von Reinhefen gearbeitet. Nach beendeter Gärung wird auf andere Fässer oder Flaschen abgezogen. Meistens erfolgt keine Klärung, weshalb der Apfelwein leicht trübe ist. Nur der für weiteren Transport bestimmte Apfelwein größerer Firmen wird geklärt bzw. filtriert. Die Auslaugung der ausgepreßten Trester mit etwa 10% Wasser ist gestattet, nicht aber größere Verdünnungen (Reichs-Gerichts-Urteil vom 26. Februar 1912). Bei der oft wenig sorgfältigen Art der Aufbewahrung fällt der Apfelwein oft der Essigstichkrankheit anheim.

Oft wird zur Herstellung von Obstweinen eine Mischung von Apfel- und Birnensaft vergoren.

Der Apfelwein führt in Süddeutschland oft den Namen Most. Die Vereinigung württembergischer Nahrungsmittelchemiker hat im Jahre 1925 über die normale Beschaffenheit dieser Erzeugnisse folgende Beschlüsse gefaßt:

Obstmoste sind vergorene Getränke, die pro 3 hl aus 6 Zentnern Äpfel oder Birnen oder einem Gemisch beider Obstsorten hergestellt worden sind.

Obstweine sind vergorene Getränke, die aus Äpfeln oder Birnen oder einem Gemisch beider Obstsorten und unter Verwendung von Wasser (10% der Saftausbeute) zum Auslaugen des in den Trestern noch verbliebenen Saftes hergestellt sind.

Als verdorben im Sinne des § 10 des Nahrungsmittelgesetzes gilt

Obstmost, der einen Gehalt von 2 g an flüchtigen Säuren im Liter und darüber enthält.

Obstwein, der einen Gehalt von 2,5 g an flüchtigen Säuren und darüber enthält.

Die chemische Zusammensetzung des Weines.

Der Wein kann je nach Art des Weines, der Lage, Düngung, Jahrgang und anderen Umständen sehr erheblichen Schwankungen in der Zusammensetzung unterliegen. Ein ungefähres Bild der Zusammensetzung und der möglichen Schwankungen geben die aus König entnommenen, in nachstehender Tabelle auf Grund der amtlichen Weinstatistik von 7 Jahren gemittelten Zahlen von Weinen mittelmäßiger Beschaffenheit:

Gramm im Liter	Weißer Rheingauer Weine	Moselweine	Rotweine (Ahrwein)
Alkohol	68,6—102,2	55,6—94,9	69,9—92,7
Extrakt nach Abzug des 1 g übersteigenden Zuckergehaltes	18,8—32,8	20,2—32,9	21,0—26,6
Mineralstoffe	1,43—2,67	1,29—2,38	2,33—3,14
Glycerin	5,9—11,6	3,9—7,5	4,9—6,5
Freie Säure (Weinsäure)	5,3—9,8	7,0—11,7	4,2—5,7
Flüchtige Säure (Essigsäure)	0,2—0,7	0,2—0,7	0,4—0,7
Nicht flüchtige Säure (Weinsäure)	4,8—9,3	6,5—11,4	3,4—5,8
Gesamtweinsäure	1,28—4,24	1,76—4,95	1,39—2,96
Freie Weinsäure	0—2,74	0—3,15	0—0,23
Weinstein	0,56—2,21	0,38—1,50	1,60—2,73
An alkalische Erden gebundene Weinsäure	0—1,43	0,5—1,65	0—0,83
Milchsäure	0,5—3,0	0,5—5,1	2,3—3,9
Verhältnis von Alkohol zu Glycerin wie 100 zu	7,0—12,1	4,8—12,7	6,0—7,7

Einige bekannte Süßweine, der Schaumwein, der Apfelwein, der Stachelbeer- und Johannisbeerwein haben nach König etwa folgende mittlere Zusammensetzung (s. Tabelle S. 287):

Gramm im Liter	Alkohol	Extrakt	Invertzucker	Glycerin	Gesamt-säure (Weinsäure)	Flüchtige Säure (Essigsäure)	Mineralstoffe	Zuckerfreier Extraktrest	Verhältnis von Fructose zu Glucose
Rheinische Auslese Wein 1911	52,0—113,4	73,9—325,0	24,0—290,0	—	6,9—10,0	0,5—0,9	1,97—4,18	36,6—7,27	—
Tokayer Essenz	33,7—72,2	237,7—504,8	205,0—445,9	21,7	6,0—8,6	1,50	2,80—4,24	32,7—5,89	—
Malaga	98,5—143,4	182,4—277,0	150,7—231,5	(2,3)—9,2	3,5—6,9	0,36—2,56	3,00—5,72	26,1—5,27	—
Sherry	119,8—190,1	18,8—81,3	2,5—81,3	(2,1)—9,9	2,7—7,1	—	3,40—9,20	16,3—39,3	—
Roter Portwein	125,0—178,2	65,4—140,9	46,2—120,9	5,0—7,0	2,9—5,9	0,75—0,97	1,80—3,28	14,6—25,9	51/40—67/33
Madeira	108,9—176,6	37,3—155,5	11,3—124,4	4,8—9,0	4,3—8,1	—	2,20—3,50	14,1—34,5	40/60—66/34
Samos	108,9—152,0	119,0—26,07	82,0—205,2	2,0 (14,2)	3,3—7,1	0,51—1,50	2,03—4,80	26,1—60,4	—
Schaumwein süß	82,8—108,5	71,0—205,4	56,0—185,0	2,2—11,3	4,6—8,5	0,36—0,61	1,1—2,3	—	(CO) ₂ 4,13—15,14
— trocken	87,0—118,7	16,1—37,7	0,5—19,5	5,3—9,1	3,2—9,4	0,42—0,60	1,0—2,5	—	6,35—10,21
Äpfelwein	20,0—71,5	15,0—61,5	Spur bis 29,7	2,5—7,9	3,0—13,4 ¹	0,11—2,20	1,7—5,4	—	—
Stachelbeerwein	80,6—107,4	19,7—127,8	0,8—97,9	4,7—7,8	7,7—8,1	0,59—0,89	2,2—2,3	—	—
Johannisbeerwein	100,9—111,5	22,5—95,1	0,9—73,9	5,1—6,8	9,1—9,8	1,11—1,40	2,1—2,4	—	—

¹ Äpfelsäure.

Die chemischen Umsetzungen beim Entstehen des Weines.

In der ersten Zeit der Entwicklung unterscheidet sich die Zusammensetzung der Trauben nur wenig von der der Blätter. Wenn die Beeren anfangen, weich zu werden, sammelt sich Zucker, vorwiegend Glucose, in den Beeren an.

Mit weiterer Reife treten auch erhebliche Fructosemengen auf. Das Verhältnis beider Zuckerarten ist bei Vollreife der Trauben etwa 1:1. In überreifen Trauben verschwindet die Glucose schneller als die Fructose, so daß in überreifen (und edelfaulen) Trauben immer mehr Fructose vorhanden ist als Glucose. Saccharose ist in Trauben nie gefunden worden.

Die Säuren der Trauben sind vorwiegend Weinsäure, Äpfelsäure und Gerbsäure. Bis zum Weichwerden der Trauben nimmt der Säuregehalt ständig zu, von da an ab. Die Gründe der Abnahme sind Veratmung, Einwanderung von Mineralstoffen und damit Bindung zu unlöslichen Salzen. Die Gerbsäure sitzt in den Kämmen, Hülsen und Kernen.

Der Botrytispilz verzehrt sowohl Zucker wie Säuren, letztere aber in höherem Maße. Da er ferner die Hülsen angreift, konzentriert sich der Most in den Trauben. Der ausgepreßte Most ist deshalb hochkonzentriert, besonders zuckerreich und säurearm. Er dient zur Herstellung der besonders aromatischen, verhältnismäßig alkoholarmen, aber nach der Vergärung noch zuckerhaltigen rheinischen Ausleseweine (S. 279).

Die chemischen Vorgänge bei der Gärung sind schon oben geschildert worden (S. 276). Aus 100 g Invertzucker entstehen bei der Gärung etwa 45—48 g Alkohol. Die Hefe greift besonders in den ersten Stadien der Gärung stets die Glucose schneller und energischer an als die Fructose. In Weinen, welche nach der Gärung noch Zucker enthalten, ist also fast immer ein Überschuß an Fructose vorhanden. Nach Haid¹ ist die Ursache des Reduktionsvermögens vergorener Weine eine Pentosenart, welche aber nicht l-Arabinose sein kann. Aus dieser Pentose entsteht Furfurol, was deshalb meistens in Weinen nachgewiesen werden kann. Man hat früher geglaubt, daß die Glycerinbildung mit der Alkoholbildung in keinem Zusammenhange stände. Durch die Arbeiten von Neuberg (S. 276) ist diese Ansicht widerlegt.

Bisweilen tritt im Wein Mannitbildung neben erheblichen Mengen flüchtiger Säuren auf. Eine bestimmte Bakterienart erzeugt nämlich diesen Alkohol aus Fructose. Derartige Weine sind krank. Bei unseren Weinen kommt aber diese Nebengärung, die neben der alkoholischen Gärung verläuft, selten vor.

Im Wein entstehen ebenso wie bei anderen alkoholischen Gärungen geringe Mengen von höheren Alkoholen, welche man in ihrer Gesamtheit unter dem Namen „Fuselöl“ zusammenfaßt. Auf 100 Raumteile wasserfreien Alkohols entstehen nach Windisch ungefähr 0,2—0,45 Vol.-Teile Fuselöl. Im Wein sind nachgewiesen Amylalkohol, Normalpropylalkohol, Butylalkohol, Hexyl- und Heptylalkohol. Die bisherigen Forschungen über die Herkunft dieser höheren Alkohole lassen es in hohem Grade wahrscheinlich erscheinen, daß sie aus Aminosäuren bei der Gärung entstehen.

Methylalkohol entsteht bei der Gärung von Traubensaft, wenn überhaupt, nur spurenweise. Dagegen finden sich stets gewisse Mengen von Acetaldehyd im Wein vor, was nach den Arbeiten von Neuberg über den Verlauf der Gärung ohne weiteres verständlich ist. Der Aldehyd geht mit der SO₂ eine additionelle Verbindung ein und soll in dieser Form zum Bukett des Weines beitragen.

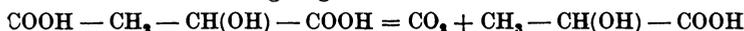
¹ Zeitschr. f. Gärungsphysiol. Bd. 2, S. 107—109. 1913. Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 32, S. 529. 1916.

Bei der Gärung entstehen stets kleine Mengen von Bernsteinsäure. Das Verhältnis von Alkohol zu Bernsteinsäure ist sehr schwankend gefunden worden und beträgt im Mittel etwa 100 : 1. Wahrscheinlich verdankt die Bernsteinsäure ihre Entstehung einer Bakterienwirkung.

Großen Veränderungen unterliegt beim Werden des Weines die Weinsäure. Sie werden vornehmlich bedingt durch die Abscheidung von Weinstein, der in der immer alkoholreicher werdenden Flüssigkeit immer unlöslicher wird. Im Wein sind in geringen Mengen stets flüchtige Fettsäuren von der Ameisensäure bis zur Caprinsäure vorhanden. Teilweise sind sie Nebenerzeugnisse der reinen Hefegärung, teilweise entstehen sie durch Bakterienwirkung.

Es ist eine lange bekannte Tatsache, daß der saure Geschmack des Weines bei der Lagerung milder wird. Man hat hierfür alle möglichen Umstände verantwortlich gemacht (Abscheidung von Weinstein, Zerstörung der Säuren durch Tätigkeit der Hefe u. a.).

Im Jahre 1901 teilte W. Seifert¹ mit, daß es ihm gelungen sei, im Wein eine Kokkenart, den „Micrococcus malolacticus“ aufzufinden, welcher imstande sei, Äpfelsäure völlig in Milchsäure und Kohlensäure zu zerlegen. Schon kurze Zeit vorher war von Möslinger² und Kunz³ unabhängig voneinander nachgewiesen worden, daß Milchsäure ein normaler Bestandteil gesunder, gelagerter Weine sei. Es handelt sich um i-Milchsäure, welche von Kunz zu 0,119—0,734 g in 100 ccm gefunden wurde. Dies ist der wichtigste Grund des sog. spontanen Säurerückganges im Wein. Nach der Formel



entsteht aus einem Mol Äpfelsäure, welche zwei Carboxylgruppen enthält, 1 Mol Milchsäure, welche eine Carboxylgruppe aufweist. Der Säuregehalt muß also auf die Hälfte des Gehaltes an Äpfelsäure zurückgehen, da natürlich die daneben entstehende Kohlensäure entweicht. Die entstandene Milchsäure wird nun im übrigen durch andere Mikroorganismen angegriffen und z. T. ihrerseits zersetzt.

Blarez, Denigès, Gayon⁴, sowie Lopriore⁵ wiesen in französischen bzw. italienischen Weinen Citronensäure in kleinen Mengen sicher nach. In französischen Weinen fanden die genannten Forscher 0,05—0,45 g in einem Liter Wein. Nach verschiedenen Arbeiten der letzten Zeit⁶ ist sowohl in anderen ausländischen (griechischen) als auch in rheinischen und Pfälzer Weinen Citronensäure oft in Mengen von etwa 0,1—0,5 g im Liter Wein vorhanden. Die Streitfrage, ob der Wein überhaupt Citronensäure enthält, ist damit endgültig im positiven Sinne entschieden.

Der Gerbstoffgehalt schützt die Weine vor Krankheiten, er verlangsamt die Gärung und begünstigt die Klärung. Bei der Gärung findet eine Verminderung des Gerbstoffgehaltes statt. Worin diese besteht, ist noch unaufgeklärt.

Th. Paul⁷ hat zuerst darauf aufmerksam gemacht, daß der saure Geschmack der Weine nicht von der Gesamtmenge der titrierbaren Säuren abhängt, sondern in erster Linie von der Wasserstoffionenkonzentration. Er hat dies durch umfangreiche Versuche beweisen können. Die Wasserstoffionenkonzentration hängt ab von der Art der Säure (ihrer Dissoziationskonstanten), der Menge der Säure und der Menge der Anionen, die sich bei der Spaltung der betreffenden

¹ Zeitschr. landw. Versuchst. Österreich. Bd. 4, S. 980. 1901 u. Bd. 6, S. 527. 1903.

² Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 4, S. 1120. 1901.

³ Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 4, S. 673. 1901.

⁴ Annal. des Falsific. Tome 7, p. 9—11. 1914. Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 33, S. 275. 1917.

⁵ Staz. speriment. agrar. ital. Vol. 47, p. 431—439. 1914. Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 33, S. 460. 1917.

⁶ Reichard: Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 51, S. 274. 1926.

⁷ Ber. d. Deutsch. chem. Ges. Bd. 49, S. 2124. 1916 und an anderen Stellen.

Säure und bei der Spaltung der Salze ergeben. Je höher der Gehalt an diesen Anionen ist, um so niedriger muß, wie leicht aus dem Massenwirkungsgesetz abzuleiten ist, die H^+ werden.

Über die stickstoffhaltigen Bestandteile des Weines ist nicht viel bekannt. Eigentliches Protein ist nur in geringer Menge vorhanden. Es handelt sich dabei vornehmlich um Albumine. Obstsaft enthalten nach Windisch¹ viel durch Zinksulfat fällbare Albumosen, weniger Peptone. Amide und Ammoniumsalze sind in erheblichen Mengen vorhanden. Nach der Gärung waren Ammoniak, Amide und durch Alkohol fällbares Eiweiß verschwunden, während Albumosen und Peptone abnahmen. Das in den Trestern vorhandene Eiweiß wurde bei der Gärung z. T. in unlösliche Verbindungen übergeführt. Salpetersaure Salze sind nach Tillmans und Splittgerber² in Früchten und Fruchtsäften oft in kleinen Mengen vorhanden, bei der Gärung werden aber die Nitrate oft zerstört. Wir fanden auch in naturreinen Weinen³ Gehalte an Salpetersäure (N_2O_5) bis zu 22 mg im Liter.

Die Bukettstoffe sind eigenartig riechende Stoffe, welche schon in den Trauben vorhanden sind. Sie gehören wahrscheinlich zu den ätherischen Ölen (Terpenen), doch ist darüber nichts Sicheres bekannt. Manche Traubensorten enthalten diese Bukettstoffe in sehr ausgesprochenem Maße. Auch die Obstsorten weisen diese Bukettstoffe auf (Windisch). Vielfach tritt das Bukett viel kräftiger nach der Gärung hervor. Die Entstehung neuer Bukettstoffe bei der Gärung ist in ihrer Beschaffenheit auch von der Heferasse abhängig. Diese von der Hefe gebildeten Gärungsbukette bestehen zum Teil aus Estern und Äthern. Bei der Lagerung treten die Gärungsbukette mehr zurück, die den Trauben entstammenden Bukette treten mehr hervor. Dieser Ausbau der Bukettstoffe erfolgt unter Mitwirkung des Sauerstoffes der Luft, welcher durch die Poren des Fasses dringt und Oxydation bewirkt. Es entstehen Aldehyde und Säuren. Die Aldehyde sowohl wie die Säuren reagieren mit dem Alkohol, die ersteren unter Bildung von Acetalen, die letzteren unter Bildung von Estern. Neben Essigester sind in Weinen vor allem Ester der Fettsäuren mit 6–10 Kohlenstoffatomen gefunden worden. Diese Ester heißen auch Önanthäter oder Weinblume oder Kognaköl, weil sie bei der Destillation von Weinen, besonders reichlich bei Destillation von Weingelägern (Hefen) in Form eines stark riechenden Öls gewonnen werden. Sie setzen sich aus den Äthylestern (vornehmlich) und Amylestern der Önanthätersäure, Caprylsäure, Nonylsäure und Caprinsäure zusammen. Der Önanthäter ist in allen Edelbranntweinen vorhanden. Daneben bilden sich auch Ester der nicht flüchtigen Säuren des Weines aus, die auch für die Blume von Bedeutung sind. Die Oxydation beim Altern wird nicht durch Mikroorganismen bedingt. Es ist aber wahrscheinlich, daß die im Wein vorhandene Oxydase mitwirkt.

Die Weiniasche besteht vornehmlich aus phosphorsaurem Kali. Der Gehalt an Natrium tritt stark zurück. Dagegen ist auch Calcium und Magnesium meist in nicht unbedeutlichen Mengen vorhanden. Gewöhnlich liegen auch beträchtliche Mengen an Schwefelsäure vor, die aus der schwefligen Säure größtenteils entstanden sind. Chlor, Kieselsäure und Eisen sind nur in unbedeutenden Mengen vorhanden. Häufig enthalten Weine auch kleine Mengen von Mangan. Die wachsende Hefe entnimmt ihren Bedarf an Phosphorsäure und Kali dem Most, so daß der Wein ärmer ist an diesen Stoffen als der Most. Natürlich ist die Abscheidung des Weinstein ebenfalls von beträchtlichem

¹ Die chem. Vorg. b. Werden d. Weines. Stuttgart 1906.

² Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 25, Heft 7. 1913.

³ Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 22, Heft 4. 1911.

Einfluß auf den Gehalt an Mineralstoffen. Da die Obstsäfte keine Weinsäure enthalten, sind sie reicher an Mineralstoffen wegen der fehlenden Weinsteinabscheidung. Auf Trestern vergorene Weine sind reicher an Mineralstoffen, weil sie den Trestern Mineralstoffe entziehen.

Das Weingesetz vom 7. April 1909 (RGBl. S. 393) in der Fassung vom 1. Februar 1923 (RGBl. S. 107).

In Deutschland sind bisher nicht weniger als drei Weingesetze erschienen, von denen das nachfolgende immer das vorhergehende abgelöst hat. Das erste Gesetz stammt aus dem Jahre 1891, das zweite aus dem Jahre 1901. Während die beiden vorigen Gesetze sehr großen Wert auf die Untersuchung des fertigen Produktes, des Weines und dessen chemische Zusammensetzung legten, verfügt das jetzt in Kraft befindliche Gesetz vor allem eine scharfe Kontrolle, insbesondere eine Buch- und Kellerkontrolle, da es mit Hilfe der früheren Bestimmungen nicht ausreichend gelungen war, die Weinfälschung zu unterbinden.

Der § 1 des Gesetzes definiert zunächst den Wein als das durch alkoholische Gärung aus dem Saft der frischen Weintraube hergestellte Getränk. Hiernach ist zweierlei wesentlich, einmal daß der Saft der Weintrauben wirklich eine alkoholische Gärung durchgemacht hat und zweitens, daß frische Weintrauben für die Herstellung des Saftes verwendet worden sind und nicht etwa getrocknete (Rosinen). Für ausländische Erzeugnisse gilt nicht unbedingt die Bestimmung, daß der Traubensaft eine alkoholische Gärung durchgemacht haben muß, da es gewisse Auslandweine gibt, die durch Spriten des Mostes gewonnen werden (S. 285). Diese Weine sind aber nach § 13 dann verkehrsfähig, wenn ihre Herstellung den ausländischen Gesetzen entspricht (siehe auch Ausführungsbestimmungen, Artikel 2 B, S. 294), für inländische Weine gilt die Bestimmung aber in vollem Umfange. Die Herstellung von Rosinenwein ist sowohl für inländische, wie für ausländische Produkte untersagt.

Der § 2 gestattet, Wein aus Erzeugnissen verschiedener Herkunft oder Jahre herzustellen (Verschnitt). Dessertweine (Süd-, Süßweine) dürfen jedoch zum Verschnitt von weißem Wein anderer Art nicht verwendet werden.

Der § 3 behandelt die erlaubte Zuckerung von Wein. Dem aus inländischen Trauben gewonnenen Most oder Wein, bei Rotwein auch der vollen Traubenmaische, darf Zucker, auch in reinem Wasser gelöst, zugesetzt werden, um einem natürlichen Mangel an Zucker bzw. Alkohol, oder einem Übermaß an Säure insoweit abzuwehren, als es der Beschaffenheit des aus Trauben gleicher Art und Herkunft in guten Jahrgängen ohne Zusatz gewonnenen Erzeugnisses entspricht. Aus dieser Bestimmung ergibt sich also, daß nur gezuckert werden darf, um einen Mangel der genannten Art abzustellen, daß aber nicht weitergehend gezuckert werden darf als es der Beschaffenheit des Weines in guten Jahrgängen entspricht. Gute Jahrgänge, die diese Mängel nicht aufweisen, dürfen überhaupt nicht gezuckert werden. Das Gesetz bestimmt weiter, daß der Zusatz an Zuckerwasser in keinem Falle mehr als $\frac{1}{5}$ der gesamten Flüssigkeit betragen darf.

Die Zuckerung darf nur in der Zeit vom Beginn der Weinlese bis zum 31. Dezember des Jahres vorgenommen werden. Sie darf in der Zeit vom 1. Oktober bis 31. Dezember bei ungezuckerten Weinen früherer Jahrgänge nachgeholt werden. Mehrfach sind durch besondere Verordnungen hierzu Ausnahmebestimmungen erlassen worden, in verschiedenen Jahren sind die Zuckerungsfristen verlängert worden.

Die Zuckerung darf nur innerhalb der am Weinbau beteiligten Gebiete des Deutschen Reiches vorgenommen werden. Die Absicht, Maische, Most oder Wein zu zuckern, ist der zuständigen Behörde anzuzeigen. Eine Ausnahmebestimmung ist für die Schaumweinbereitung getroffen, für welche die Bestimmungen über die Zuckerungszeiten und Zuckerungsarten keine Anwendung finden.

Für die Zuckerung darf nur technisch reiner, nicht färbender Rüben-, Rohr-, Invert- oder Stärkezucker verwendet werden.

Nach § 4 dürfen Stoffe irgendwelcher Art dem Weine bei der Kellerbereitung nur insoweit zugesetzt werden, als diese es erfordert. Der Bundesrat ist ermächtigt zu bestimmen, welche Stoffe verwendet werden dürfen und nähere Vorschriften zu erlassen. Das Gesetz definiert dann, was unter Kellerbehandlung zu verstehen ist. Diese umfaßt die nach Gewinnung der Trauben auf die Herstellung, Erhaltung und Zurichtung des Weines bis zur Abgabe an den Verbraucher gerichtete Tätigkeit.

§ 5 verbietet, gezuckerte Weine unter einer Bezeichnung feilzuhalten oder zu verkaufen, die auf Reinheit des Weines oder auf besondere Sorgfalt bei Gewinnung der Trauben hindeutet. Auch ist es verboten, bei der Benennung anzugeben oder anzudeuten, daß der Wein Wachstum eines bestimmten Weinbergsbesitzers ist. Bei dem gewerbsmäßigen Verkauf von Wein muß auf Verlangen dem Abnehmer mitgeteilt werden, ob der Wein gezuckert ist.

§ 6. Im gewerbsmäßigen Verkehr mit Wein dürfen geographische Bezeichnungen nur zur Kennzeichnung der Herkunft verwendet werden. Gestattet bleibt es jedoch, die Namen einzelner Gemarkungen oder Weinberglagen, die mehr als einer Gemarkung angehören, zu benutzen, um gleichartige und gleichwertige Erzeugnisse benachbarter oder nahe gelegener Gemarkungen oder Lagen zu bezeichnen. Z. B. darf Bingerwein auch Rüdesheimer genannt werden und umgekehrt.

§ 7 regelt die Benennung von Verschnitten verschiedener Herkunft, indem bestimmt wird, daß ein Verschnitt aus verschiedenen Erzeugnissen nur dann nach einem der Anteile benannt werden darf, wenn dieser nach Menge und Art überwiegt. Ein Stück Geisenheimer mit zwei Stück Liebfrauenmilch verschnitten, gibt also drei Stücke Liebfrauenmilch. Solche Verschnitte dürfen ebenfalls nicht unter Bezeichnungen angeboten werden, bei denen angegeben wird, daß der Wein Wachstum eines bestimmten Weinbergbesitzers sei.

Diese Beschränkungen der Bezeichnung treffen nicht den Verschnitt durch Vermischung von Trauben oder Traubenmost mit Trauben oder Traubenmost gleichen Wertes oder einer benachbarten Gemarkung und den Ersatz der Abgänge, die sich aus der Pflege des im Fasse lagernden Weines ergeben. Nach dem neu eingefügten § 7 a gilt § 7 und § 6, Satz 2 nicht für die Verwendung von französischen und portugiesischen geographischen Bezeichnungen.

§ 8 bestimmt, daß ein Gemisch von Weißwein und Rotwein nur unter einer, die Mischung kennzeichnenden Bezeichnung feilgehalten oder verkauft werden darf, wenn es als Rotwein in den Verkehr kommen soll. Rotwein ohne weitere Kennzeichnung darf also immer nur mit Rotwein verschnitten werden.

§ 9 lautet kurz und bündig: Es ist verboten, Wein nachzumachen. Hier sei auf den Unterschied dieser Bestimmung gegenüber den Bestimmungen des Nahrungsmittelgesetzes ausdrücklich hingewiesen. Das Nahrungsmittelgesetz verbietet das Verfälschen und Nachmachen der Lebensmittel nicht schlechthin, sondern nur dann, wenn dieses zum Zwecke der Täuschung geschieht. Es verbietet ferner nur das gewerbsmäßige Nachmachen und Verfälschen von Nahrungsmitteln zum Zwecke der Täuschung. Beide Momente kommen für die Weinnachmachung nicht in Frage. Das Nachmachen von Wein ist keineswegs nur verboten wenn der Wein gewerbsmäßig verkauft oder feilgehalten werden soll, sondern auch, wenn dieses für den eigenen Bedarf geschieht. Ferner schützt auch die Deklaration der Nachmachung nicht vor Strafe.

§ 10 bestimmt, daß die Nachmachung von weinähnlichen Getränken aus Fruchtsäften, Pflanzensäften oder Malzauszügen (Fruchtwein, Obstwein, Malzwein usw.) nicht verboten ist. Der Bundesrat wird ermächtigt, die Verwendung bestimmter Stoffe bei der Herstellung solcher Getränke zu beschränken und zu untersagen. Die weinähnlichen Getränke dürfen im Verkehr nur mit solchen Wortverbindungen gekennzeichnet sein, welche die Stoffe angeben, aus denen sie hergestellt sind, z. B. Apfelwein, Stachelbeerwein, Malzwein usw.

§ 11 trifft Ausnahmebestimmungen für den sog. Haustrunk. Hierunter versteht man diejenigen Weine, welche ohne Bezahlung an die Angestellten von Winzereien abgegeben werden, und welche durch Aufschütten von Zuckerwasser auf die abgesetzte Hefe und sonstigen Weingeläger hergestellt werden. Auf diese Erzeugnisse findet das Verbot des § 2 über das Vermischen mit Dessertwein, des § 3 über die Zuckerung und des § 9 über das Verbot des Nachmachens von Wein keine Anwendung. Dahingegen finden die Bestimmungen des § 4 über die Kellerbehandlung auch beim Haustrunk volle Anwendung. Die Absicht, Haustrunk herzustellen, ist unter näheren Angaben der zuständigen Behörde anzuzeigen. Diese kann die Herstellung beschränken oder unter besondere Aufsicht stellen. Der Haustrunk darf nur ohne Bezahlung im eigenen Haushalt des Herstellers an die dort beschäftigten Personen abgegeben werden.

§ 13. Gesetzwidrig hergestellte Getränke dürfen vorbehaltlich der Bestimmungen des § 15 nicht in den Verkehr gebracht werden. Dieses gilt auch für ausländische Erzeugnisse, die den Bestimmungen über Sinn und Menge der Zuckerung nicht entsprechen, die ferner den Bestimmungen des § 4 über die Kellerbehandlung nicht entsprechen oder die nach § 9 nachgemacht sind, oder wenn es sich um weinähnliche Getränke handelt, den Anforderungen des § 10 nicht entsprechen. Ausnahmen kann der Bundesrat zu § 4 und 10 bezüglich der bei der Herstellung verbotenen Stoffe bewilligen, wenn die Getränke den im Ursprungslande geltenden Vorschriften entsprechend hergestellt sind.

§ 14. Die Einfuhr von Getränken aus dem Auslande, die nach § 13 nicht verkehrsfähig sind, ferner von Traubenmaishe, die einen nach den Bestimmungen des § 3 oder § 4 unzulässigen Zusatz erhalten hat, ist verboten. Der Bundesrat erläßt hierzu nähere Bestimmungen.

§ 15. Getränke, die nach § 13 nicht verkehrsfähig sind, dürfen auch zur Herstellung von weinhaltigen Getränken, Schaumwein oder Weinbrand nicht verwendet werden. Zu anderen Zwecken darf die Verwendung nur mit Genehmigung der zuständigen Behörde

erfolgen. So kann z. B. mit Genehmigung der Behörde eine Verarbeitung auf Weinessig erfolgen.

§ 16. Die Reichsregierung kann mit Zustimmung des Reichsrates die Verwendung bestimmter Stoffe bei der Herstellung von weinhaltigen Getränken, Schaumwein, dem Schaumwein ähnlichen Getränken, Weinbrand und Weinbrandverschnitt beschränken oder untersagen, sowie bestimmen, welche Stoffe bei der Herstellung solcher Getränke Verwendung finden dürfen und Vorschriften über die Verwendung erlassen.

§ 17. Gewerbsmäßig verkaufter oder feilgehaltener Schaumwein muß eine Bezeichnung tragen, die das Land erkennbar macht, wo er auf Flaschen gefüllt ist. Schaumwein, dessen Kohlensäuregehalt ganz oder teilweise auf einem Zusatz von fertiger Kohlensäure beruht, muß durch die Bezeichnung die Herstellungsart ersehen lassen. Dem Schaumwein ähnliche Getränke müssen eine Bezeichnung tragen, welche erkennen läßt, welche Getränke zu ihrer Herstellung verwendet worden sind (z. B. Apfelwein-Schaumwein). Die näheren Vorschriften trifft der Bundesrat.

§ 18. Trinkbranntwein, dessen Alkohol ausschließlich aus Wein gewonnen und der nach Art des Kognaks hergestellt ist, darf im Geschäftsverkehr als Weinbrand bezeichnet werden. Trinkbranntwein, der neben Weinbrand Alkohol anderer Art enthält, darf als Weinbrandverschnitt bezeichnet werden, wenn mindestens $\frac{1}{10}$ des Alkohols aus Weinbrand stammt. Andere Getränke und Grundstoffe zu solchen dürfen nicht als Weinbrand oder mit einer das Wort Weinbrand enthaltenden Wortverbindung oder Wortzusammensetzung bezeichnet werden. Auch darf das Wort Weinbrand kein Bestandteil anderer Angaben der Flaschenaufschrift sein.

Weinbrand und Weinbrandverschnitt dürfen nur mit den für den Verkehr innerhalb des Ursprungslandes vorgeschriebenen Begleitscheinen in das Deutsche Reich eingeführt werden. Weinbrand, der nach französischem Recht die Bezeichnung Kognak tragen darf und in trinkfertigem Zustande, entweder in Frankreich oder unter deutscher Zollaufsicht auf Flaschen gefüllt, mit dem für den Verkehr innerhalb des Ursprungslandes vorgeschriebenem Begleitscheine zur Einfuhr gelangt und unverändert geblieben ist, darf als Kognak (Cognak) bezeichnet werden. Andere Getränke und Grundstoffe zu solchen dürfen nicht als Kognak (Cognak), oder mit einer das Wort Kognak (Cognak) enthaltenden Wortverbindung oder Wortzusammensetzung bezeichnet werden. Auch darf das Wort Kognak (Cognak) kein Bestandteil anderer Angaben der Flaschenaufschrift sein.

Weinbrand und Weinbrandverschnitt müssen in 100 Raumteilen mindestens 38 Raumteile Alkohol enthalten.

Trinkbranntwein, der in Flaschen oder ähnlichen Gefäßen unter der Bezeichnung Kognak, Weinbrand oder Weinbrandverschnitt gewerbsmäßig verkauft oder feilgehalten wird, muß zugleich eine Bezeichnung tragen, welche das Land erkennbar macht, in dem er für den Verbrauch fertiggestellt worden ist. Die näheren Vorschriften erläßt die Reichsregierung mit Zustimmung des Reichsrates.

Die weiteren Vorschriften des Gesetzes beziehen sich vornehmlich auf die Buchführung und Buchkontrolle, Kellerkontrolle und die Strafbestimmungen.

Zu den verschiedenen Paragraphen des Weingesetzes sind schon sehr bald nach Inkrafttreten des Gesetzes ausführliche Ausführungsbestimmungen erschienen. Diese sind mehrfach abgeändert worden. Die letzte Fassung ist die vom 1. Dezember 1925 (RGBl. S. 413).

Bestimmungen zur Ausführung des Weingesetzes.

Artikel 1 (zu § 3, Abs. 4).

Die Absicht, Traubenmaische, Most oder Wein zu zuckern, ist nach Maßgabe der beigefügten Muster schriftlich anzuzeigen; die zuständige Behörde kann die Eintragung in Listen gestatten, die diesen Mustern nachzubilden und an geeigneten Stellen aufzulegen sind.

Für die neue Ernte ist die Anzeige vor Beginn des Zuckerns nach Muster 1 zu erstatten; dabei braucht die Menge der zu zuckernden Erzeugnisse sowie der Zeitpunkt des Zuckerns für die gesamte Ernte vom 1. September des betreffenden Jahres ab nicht angegeben zu werden. Für Wein früherer Jahrgänge ist jeder einzelne Fall des Zuckerns spätestens eine Woche zuvor nach Muster 2 anzuzeigen.

Artikel 2 (zu §§ 4, 11, 12).

Bei der Kellerbehandlung dürfen, unbeschadet der nach § 3 des Gesetzes zulässigen Zuckering der Traubenmaische, dem Traubenmost oder dem Weine Stoffe irgendwelcher Art nur nach Maßgabe der folgenden Bestimmungen zugesetzt werden.

Gestattet ist:

A. Allgemein.

1. Die Verwendung von frischer, gesunder, flüssiger Weinhefe (Drusen) oder von Reinhefe, um die Gärung einzuleiten oder zu fördern; die Reinhefe darf nur in Traubenmost oder Wein gezüchtet sein; dabei darf der Wein mit einer kleinen Menge Zucker versetzt und von Alkohol befreit werden. Der Zusatz der flüssigen Weinhefe darf nicht mehr als 20 Raumteile auf 1000 Raumteile der zu vergärenden Flüssigkeit betragen; doch darf diese Hefenmenge zuvor in einem Teile des Mostes oder Weines vermehrt werden; dabei darf der Wein mit einer kleinen Menge Zucker versetzt und von Alkohol befreit werden.

2. Die Verwendung von frischer, gesunder, flüssiger Weinhefe (Drusen), um Mängel von Farbe oder Geschmack des Weines zu beseitigen. Der Zusatz darf nicht mehr als 150 Raumteile auf 1000 Raumteile Wein betragen; ein Zusatz von Zucker ist hierbei nicht zulässig.

3. Die Entsäuerung mittels reinen, gefällten kohlensauren Kalkes.

4. Das Schwefeln mittels folgender Verfahren, sofern hierbei nur kleine Mengen von schwefliger Säure oder Schwefelsäure in die Flüssigkeit gelangen: a) Verbrennen von Schwefel oder Schwefelschnitten mit Ausnahme von gewürzhaltigem Schwefel. b) Verwendung von reiner, gasförmiger schwefliger Säure. c) Verwendung von Lösungen reiner gasförmiger schwefliger Säure in destilliertem Wasser, die mindestens 5 v. H. Schwefeldioxyd enthalten. d) Verwendung von technisch reinem Kaliumpyrosulfit, auch in Tablettenform.

5. Die Verwendung von reiner gasförmiger oder verdichteter Kohlensäure oder der bei der Gärung von Wein entstehenden Kohlensäure, sofern hierbei nur kleine Mengen des Gases in den Wein gelangen.

6. Die Klärung (Schönung) mittels nachgenannter technisch reiner Stoffe: a) in Wein gelöster Hausen-, Stör- oder Welsblase, b) Gelatine, c) Tannin bei gerbstoffarmem Weine bis zur Höchstmenge von 100 g auf 1000 Liter, d) Eiweiß, e) Käsestoff (Casein), Milch, f) spanischer Erde, g) mechanisch wirkender Filterdichtungsstoffe (Asbest, Cellulose und dergleichen).

7. Die Verwendung von ausgewaschener Holzkohle und gereinigter Knochenkohle.

8. Das Behandeln der Korkstopfen und das Ausspülen der Aufbewahrungsgefäße mit aus Wein gewonnenem Alkohol oder reinem, mindestens 90 Raumprocente Alkohol enthaltendem Spirit, wobei jedoch der Alkohol nach der Anwendung wieder tunlichst zu entfernen ist; bei dem Versand in Fässern nach tropischen Gegenden auch der Zusatz von solchem Alkohol bis zu 1 Raumteil auf 100 Raumteile Wein zur Haltbarmachung.

9. Die Klärung (Schönung) des Weines mittels chemisch reinen Ferrocyankaliums, auch in Verbindung mit den in Nr. 6 unter a) bis g) genannten Stoffen, sofern der Zusatz so bemessen wird, daß in dem geklärten Weine keine Ferrocyanverbindungen gelöst verbleiben.

B. Bei ausländischem Dessertwein (Süd-, Süßwein).

10. Der Zusatz von kleinen Mengen gebrannten Zuckers (Zuckercoleur).

11. Der Zusatz von aus Wein gewonnenem Alkohol oder reinem, mindestens 90 Raumprocente Alkohol enthaltendem Spirit bis zu der im Ursprungslande gestatteten Alkoholmenge.

C. Bei der Herstellung von Haustrunk (§ 11 des Gesetzes).

12. Die Verwendung von Citronensäure bei der Verarbeitung von getrockneten Weinbeeren außerhalb solcher Betriebe, aus denen Wein gewerbsmäßig in den Verkehr gebracht wird.

Die Landeszentralbehörde kann die Verwendung von Citronensäure auch bei der Verarbeitung von Rückständen der Weinbereitung und für Betriebe zulassen, aus denen Wein gewerbsmäßig in den Verkehr gebracht wird.

13. Der Zusatz von Obstmaische und aus Obst bereiteten Getränken.

Artikel 3 (zu §§ 10, 16).

Die nachbezeichneten Stoffe:

Lösliche Aluminiumsalze (Alaun u. dgl.), Ameisensäure, Bariumverbindungen, Benzoesäure, Borsäure, Eisencyanverbindungen (Blutlaugensalze), jedoch mit Ausnahme von chemisch reinem Ferrocyankalium zur Klärung (Schönung), sofern der Zusatz so bemessen wird, daß in den geklärten Getränken keine Ferrocyanverbindungen gelöst verbleiben, Farbstoffe mit Ausnahme von kleinen Mengen gebrannten Zuckers (Zuckercoleur), Fluorverbindungen, Formaldehyd und solche Stoffe, die bei ihrer Verwendung Formaldehyd abgeben, Glycerin, Kermesbeeren, Magnesiumverbindungen, Oxalsäure, Salicylsäure, unreiner (freien Amylalkohol enthaltender) Spirit, unreiner Stärkezucker, Stärkesirup, Strontiumverbindungen, Wismutverbindungen, Zimtsäure, Zinksalze, Salze

und Verbindungen der vorbezeichneten Säuren, sowie der schwefligen Säure (Sulfite u. dgl.), jedoch mit Ausnahme von technisch reinem Kaliumpyrosulfid, auch in Tablettenform, sofern durch seine Verwendung nur kleine Mengen von schwefliger Säure oder Schwefelsäure in die Flüssigkeiten gelangen, dürfen bei der Herstellung der im § 10 des Gesetzes bezeichneten, dem Weine ähnlichen Getränke, von weinhaltigen Getränken, deren Bezeichnung die Verwendung von Wein andeutet, oder von Schaumwein nicht verwendet werden.

Bei der Herstellung von dem Weine ähnlichen Getränken aus Malzauszügen ist außerdem die Verwendung von Zucker und Säuren jeder Art, ausgenommen Tannin als Klärmittel, sowie von zuckerhaltigen und säurehaltigen Stoffen untersagt. Nur bei Getränken, die Dessertweinen ähnlich sind und mehr als 10 g Alkohol in 100 ccm Flüssigkeit enthalten, ist der Zusatz von Zucker gestattet; doch darf das Gewicht des Zuckers nicht mehr als das 1,8fache des Malzes betragen. Wasser darf höchstens in dem Verhältnis von 2 Gewichtsteilen Wasser auf 1 Gewichtsteil Malz verwendet werden; soweit der Zusatz von Zucker zugelassen ist, wird das Gewicht des Zuckers dem des Malzes zugerechnet.

Artikel 4 (zu § 13).

Traubenmaische, Traubenmost oder Wein ausländischen Ursprunges, die den Vorschriften des § 4 des Gesetzes nicht entsprechen, werden zum Verkehre zugelassen, wenn sie den für den Verkehr innerhalb des Ursprungslandes geltenden Vorschriften genügen.

Vom Verkehre ausgeschlossen bleiben jedoch:

- a) Roter Wein, mit Ausnahme von Dessertwein, desgleichen Traubenmost oder Traubenmaische zu rotem Weine, deren Gehalt an Schwefelsäure in 1 Liter Flüssigkeit mehr beträgt, als 2 g neutralen schwefelsauren Kaliums entspricht;
- b) Traubenmaische, Traubenmost oder Weine, die einen Zusatz von Alkalicarbonaten (Pottasche oder dgl.), von organischen Säuren oder deren Salzen (Weinsäure, Citronensäure, Weinstein, neutrales weinsaures Kalium oder dgl.) oder eines der in den Bestimmungen zu § 10 des Gesetzes genannten Stoffe erhalten haben;
- c) Dessertwein, der unter Verwendung von Rosinen oder Zucker hergestellt worden ist.

Artikel 5 (zu § 14).

Traubenmaische, Traubenmost oder Wein dürfen nur über bestimmte Zollämter eingeführt werden. Die Reichsregierung bezeichnet mit Zustimmung des Reichsrats die Ämter, sowie diejenigen Zollstellen, bei welchen die Untersuchung von Traubenmaische, Traubenmost oder Wein stattfinden kann.

Die aus dem Ausland eingehenden Sendungen unterliegen bei der Einfuhr einer amtlichen Untersuchung unter Mitwirkung der Zollbehörden. Die Kosten der Untersuchung einschließlich der Versendung der Proben hat der Verfügungsberechtigte zu tragen.

Die Untersuchung ist staatlichen Fachanstalten oder besonders hierzu verpflichteten geprüften Nahrungsmittelchemikern zu übertragen. Ausnahmsweise kann sie auch anderen Personen übertragen werden, welche genügend Kenntnisse und Erfahrung besitzen.

Das Ergebnis der Untersuchung ist der Zollstelle alsbald schriftlich mitzuteilen. Nur etwaige Beanstandung ist ausführlich zu begründen.

Soweit die Sendung beanstandet wird, ist sie durch die Zollbehörde von der Einfuhr zurückzuweisen. Dem Verfügungsberechtigten, der unter Angabe des Grundes alsbald zu benachrichtigen ist, steht frei, innerhalb dreier Tage nach Empfang der Nachricht bei der die Zurückweisung verfügenden Zollstelle die Entscheidung einer von der Reichsregierung hierfür zu bezeichnenden höheren Verwaltungsbehörde zu beantragen. Diese Behörde entscheidet endgültig.

Von der Untersuchung befreit sind:

- a) Sendungen im Einzelrohgewichte von nicht mehr als 5 kg.
- b) Wein in Flaschen (Fläschchen), wenn nach den Umständen nicht zu bezweifeln ist, daß er nur als Muster zu dienen bestimmt ist;
- c) Wein in Flaschen (Fläschchen), sofern das Gewicht des in einem Packstück enthaltenen Weines einschließlich seiner unmittelbaren Umschließung nicht mehr als 10 kg beträgt. Ist Wein, von dem mehrere Arten gleichzeitig in einer Sendung eingehen, nachweislich nicht zum gewerbsmäßigen Absatz bestimmt, so dürfen auch bei einem höheren Gewichte diejenigen Weinarten von der Untersuchung freigelassen werden, von denen nicht mehr als $2\frac{1}{4}$ Liter eingehen.
- d) Mengen von nicht mehr als 10 kg Rohgewicht, die im kleinen Grenzverkehre eingehen.
- e) Zur Verpflegung von Reisenden, Fuhrleuten oder Schiffern während der Reise mitgeführte Mengen.
- f) Erzeugnisse, die als Umzugsgut eingehen und nicht zum gewerbsmäßigen Absatz bestimmt sind.
- g) Zur unmittelbaren Durchfuhr bestimmte Sendungen.

Die Untersuchung kann unterbleiben, wenn die Einfuhrfähigkeit einer Sendung durch das Zeugnis einer wissenschaftlichen Anstalt des Ursprungslandes nachgewiesen wird, deren Berechtigung zur Ausstellung solcher Zeugnisse durch die Reichsregierung anerkannt ist.

Auch ohne solches Zeugnis kann ausnahmsweise bei hochwertigem Weine in Flaschen von der Untersuchung abgesehen werden, wenn die Einfuhrfähigkeit auf andere Weise glaubhaft gemacht wird.

Im übrigen wird das Verfahren bei der Einfuhr und der Untersuchung durch die Weinzollordnung geregelt.

Artikel 6 (zu § 16).

Bei der Herstellung von Weinbrand dürfen nur die nachbezeichneten Stoffe verwendet werden:

1. Weindestillate, denen die den Weinbrand kennzeichnenden Bestandteile des Weines nicht entzogen worden sind und die in 100 Raumteilen nicht mehr als 86 Raumteile Alkohol enthalten.
2. Reines destilliertes Wasser.
3. Technisch reiner Rüben- oder Rohrzucker in solcher Menge, daß der Gesamtgehalt an Zucker, einschließlich des durch sonstige Zusätze hineingelangenden (als Invertzucker berechnet), in 100 ccm des gebrauchsfertigen Weinbrandes bei 15°C nicht mehr als 2 g beträgt.
4. Gebrannter Zucker (Zuckercouleur), hergestellt aus technisch reinem Rüben oder Rohrzucker.
5. Im eigenen Betriebe durch Lagerung von Weindestillat (Nr. 1) auf Eichenholz oder Eichenholzspänen auf kaltem Wege hergestellte Auszüge.
6. Im eigenen Betriebe durch Lagerung von Weindestillat (Nr. 1) auf Pflaumen, grünen (unreifen) Walnüssen oder getrockneten Mandelschalen auf kaltem Wege hergestellte Auszüge, jedoch nur in so geringer Menge, daß die Eigenart des verwendeten Weindestillates dadurch nicht wesentlich beeinflußt wird.
7. Dessertwein (Süd-, Süßwein) der keinen Zusatz von anderem, als ausschließlich aus Wein gewonnenem Alkohol enthält, jedoch nur in solcher Menge, daß in 100 Raumteilen des gebrauchsfertigen Weinbrandes nicht mehr als 1 Raumteil Dessertwein enthalten ist.
8. Mechanisch wirkende Filterdichtungstoffe (Asbest, Cellulose oder dgl.).
9. Gereinigte Knochenkohle, technisch reine Gelatine und Hausenblase.
10. Sauerstoff.

Artikel 7 (zu § 17).

Schaumwein und ihm ähnliche Getränke, die gewerbsmäßig verkauft oder feilgehalten werden, sind wie folgt zu kennzeichnen:

- a) Bei Schaumwein muß das Land, in dem der Wein auf Flaschen gefüllt ist, in der Weise kenntlich gemacht werden, daß auf den Flaschen die Bezeichnung:
Deutscher Schaumwein,
Französischer Schaumwein,
Luxemburgischer Schaumwein usw.
angebracht wird. An Stelle der Bezeichnung „Schaumwein“ kann auch das Wort „Sekt“ treten.
- b) Bei Schaumwein, dessen Kohlensäuregehalt ganz oder teilweise auf einen Zusatz fertiger Kohlensäure beruht, sind der unter a) vorgeschriebenen Bezeichnung die Worte:
Mit Zusatz von Kohlensäure
hinzuzufügen.
- c) Bei den dem Schaumwein ähnlichen Getränken sind die zur Herstellung verwendeten, dem Weine ähnlichen Getränke in der Weise kenntlich zu machen, daß auf den Flaschen in Verbindung mit dem Worte Schaumwein eine die benutzte Fruchtart erkennbar machende Bezeichnung, wie Apfel-Schaumwein, Johannisbeer-Schaumwein, angebracht wird.
An Stelle dieser Bezeichnungen können die Worte Frucht-Schaumwein, Obst-Schaumwein, Beeren-Schaumwein treten.
- d) Die unter a) b) vorgeschriebenen Bezeichnungen müssen in schwarzer Farbe auf weißem Grunde deutlich und nicht verwischbar auf einem mit der Hauptinschrift zusammenhängenden Streifen in lateinischer Schrift aufgedruckt sein. Die Schriftzeichen auf dem Streifen müssen bei Flaschen, welche einen Rauminhalt von 425 oder mehr Kubikzentimeter haben, mindestens 0,5 cm hoch und so breit sein, daß im Durchschnitte je 10 Buchstaben eine Fläche von mindestens 3,5 cm Länge einnehmen. Die Inschrift darf, falls sie einen Streifen von mehr als 10 cm Länge beanspruchen würde, auf zwei Zeilen verteilt werden. Die Worte „Mit Zusatz von Kohlensäure“ sind stets auf

die zweite Zeile zu setzen. Der Streifen, der eine weitere Inschrift nicht tragen darf, ist gegen die Hauptinschrift durch einen mindestens 1 mm breiten Strich deutlich abzugrenzen.

- e) Die unter c) vorgeschriebene Bezeichnung ist in deutlichen Schriftzeichen von mindestens der unter d) angegebenen Größe auf der Hauptinschrift der Flasche oder auf einem mit dieser zusammenhängenden Streifen so anzubringen, daß sie sich von anderen Angaben auf dieser Inschrift (Firma, Sortennamen und dgl.) sowie von etwa angebrachten Verzierungen deutlich abhebt.

Artikel 8 (zu § 18).

Kognak oder anderer Weinbrand, der in Flaschen gewerbsmäßig verkauft oder feilgehalten wird, ist nach dem Lande, in dem er fertiggestellt ist, als:

Deutscher, Französischer usw. Weinbrand,

Weinbrandverschnitt als:

Deutscher, Französischer usw. Weinbrandverschnitt

zu bezeichnen.

Hat im Ausland hergestellter Weinbrand oder Weinbrandverschnitt in Deutschland lediglich einen Zusatz von destilliertem Wasser erhalten, um unbeschadet der Vorschrift des § 18, Abs. 5 des Gesetzes den Alkoholgehalt auf die übliche Trinkstärke herabzusetzen, so ist er als

Französischer usw. Weinbrand (Weinbrandverschnitt) in Deutschland fertiggestellt zu bezeichnen.

Die Bezeichnung muß bei Weinbrand in schwarzer, bei Weinbrandverschnitt in roter Farbe auf weißem Grunde deutlich und nicht verwischbar auf einem bandförmigen Streifen in lateinischer Schrift aufgedruckt sein. Die Schriftzeichen müssen bei Flaschen, welche einen Raumgehalt von 350 ccm oder mehr haben, mindestens 0,5 cm hoch und so breit sein, daß im Durchschnitt je 10 Buchstaben eine Fläche von mindestens 3,5 cm Länge einnehmen. Die Inschrift darf, falls sie einen Streifen von mehr als 10 cm Länge beanspruchen würde, auf zwei Zeilen verteilt werden. Der Streifen, der eine weitere Inschrift nicht tragen darf, ist an einer in die Augen fallenden Stelle der Flasche, und zwar gegebenenfalls zwischen dem den Flaschenkopf bedeckenden Überzug und der die Bezeichnung der Firma enthaltenden Inschrift, dauerhaft zu befestigen. Wird der Streifen im Zusammenhange mit dieser und einer anderen Inschrift hergestellt, so ist er gegen diese mindestens durch einem 1 mm breiten Strich deutlich abzugrenzen.

Artikel 9 (zu § 19).

Wer durch § 19 des Gesetzes verpflichtet ist, Bücher zu führen, hat sich hierbei sowie bei allen mit der Buchführung zusammenhängenden Aufzeichnungen der deutschen Sprache zu bedienen. Die Landeszentralbehörde kann die Verwendung einer anderen Sprache gestatten.

Die Bücher müssen gebunden und Blatt für Blatt oder Seite für Seite mit fortlaufenden Zahlen versehen sein. Die Zahl der Blätter oder Seiten ist vor Beginn des Gebrauchs auf der ersten Seite des Buches anzugeben. Ein Blatt aus dem Buche zu entfernen ist verboten.

An Stellen, die der Regel nach zu beschreiben sind, dürfen keine leeren Zwischenräume gelassen werden. Der ursprüngliche Inhalt einer Eintragung darf nicht mittels Durchstreichens oder auf andere Weise unleserlich gemacht, es darf nichts radiert, auch dürfen solche Veränderungen nicht vorgenommen werden, deren Beschaffenheit es ungewiß läßt, ob sie bei der ursprünglichen Eintragung oder erst später gemacht worden sind.

Die Bücher und Belege sind sorgfältig aufzubewahren und auf Verlangen jederzeit den nach § 21 des Gesetzes zur Kontrolle berechtigten Beamten oder Sachverständigen vorzulegen. Sind die Geschäftsräume von den Kellereien oder sonstigen Lagerräumen getrennt, so sind die Bücher auf Verlangen auch in den zu kontrollierenden Räumen vorzulegen.

Im einzelnen ist den Vorschriften des Gesetzes nach den den Mustern A bis G beigefügten Anweisungen mit folgender Maßgabe zu genügen:

Es haben Buch zu führen:

- a) Winzer, die in der Hauptsache eigenes Gewächs in den Verkehr bringen, auch wenn sie nach Erfordernis im Inland gewonnene Trauben oder Traubenmaishe zum Keltern zukaufen, nach Muster A.

Winzer, die im Durchschnitt der Jahre bei einer Ernte mehr als 30 000 Liter Traubenmost einlegen, daneben auch nach Muster C oder D, jedoch jedenfalls nach Muster C, wenn sie mehr als 10 000 Liter Traubenmost oder Wein einer Ernte zuckern.

- b) Schankwirte, die ausschließlich für den eigenen Bedarf oder Ausschank im Inland gewonnene Trauben keltern, auch wenn sie nicht zu den Winzern gehören, sofern die im Durchschnitt der Jahre hergestellte Menge 3000 Liter nicht übersteigt, nach Muster A.

- c) Schankwirte, Lebensmittelhändler, Krämer und sonstige Kleinverkäufer, die Traubenmost oder Wein nur in fertigem Zustande beziehen und unverändert wieder abgeben, nach Muster F;
- d) Geschäftsvermittler, über die von ihnen vermittelten Geschäfte nach Muster E. Geschäftsvermittler, die für Rechnung ihrer Auftraggeber Traubenmaische, Traubenmost oder Wein einlegen oder behandeln, haben hierüber in gleicher Weise wie über eigene Geschäfte Buch zu führen.
- e) Weinhändler, Winzergenossenschaften oder andere Gesellschaften, auch wenn sie nur die Erzeugnisse ihrer Mitglieder verwerten, endlich alle übrigen, zur Buchführung Verpflichteten, soweit nicht die Vorschriften unter a) bis d) etwas anderes ergeben, nach Muster B und daneben nach Muster C oder D, jedenfalls jedoch nach Muster C, wenn sie Traubenmaische, Traubenmost oder Wein zuckern.
- f) Alle zur Buchführung Verpflichteten über den Bezug und die Verwendung von Zucker oder anderen für die Kellerbehandlung des Weines oder zur Herstellung von Haus-trunk bestimmten Stoffen (§ 19, Abs. 1 Nr. 2 des Gesetzes) nach Muster G.

Die bei dem Inkrafttreten des Gesetzes vorhandenen Bestände sind längstens bis zum 1. Oktober 1909 in den Büchern vorzutragen. Mit Rücksicht auf die Vorschrift des § 34, Abs. 3 des Gesetzes ist bei den Getränken, soweit sich dies nicht aus dem Eintrag ohne weiteres ergibt, in der Spalte für Bemerkungen anzugeben, wann sie hergestellt sind,

Den zur Buchführung Verpflichteten ist gestattet, nach Bedarf ihrer Betriebe die Bücher auch zu anderen, in dem Vordruck der Muster nicht vorgesehenen geschäftlichen Aufzeichnungen zu benutzen und den Vordruck entsprechend zu ergänzen, soweit es unbeschadet der Übersichtlichkeit geschehen kann.

Für Läger unter Zollverschluß ersetzt die von der Zollbehörde angeordnete und über-wachte Buchführung die Buchführung nach Muster B, C, D.

Die Verwendung der Muster A bis G darf außerdem unterbleiben, wenn die vorgeschrie-benen Angaben in Bücher anderer Form eingetragen werden, die nach den Grundsätzen ordnungsmäßiger Buchführung geführt werden, doch sind die Muster zu verwenden, wenn die von der Landeszentralbehörde hierfür bestimmte Behörde festgestellt hat, daß die geführten Bücher keine genügende Übersicht gewähren. Die Behörde entscheidet hierüber auf An-rufen des Betriebsinhabers oder des nach § 21, Abs. 2 des Gesetzes zur Kontrolle bestellten Sachverständigen endgültig.

In den Anlagen sind genaue Vordrucke für die Zuckerungsanzeigen, die Kellerbücher, das Faßlagerbuch, das Weinlagerbuch, das Buch für Geschäftsvermittler, das Weinbuch für Schankwirte, Lebensmittelhändler usw., sowie das Kontrollbuch gegeben.

Bier.

Bier ist ein aus Gerstenmalz, Hopfen und Wasser durch Hefegärung be-reitetes Getränk, welches sich zur Zeit des Genusses noch in einer schwachen Nachgärung befindet. Für die sog. obergärigen Biere (S. 302) ist auch die Verwendung anderen Malzes als Gerstenmalz, sowie reiner Rohr-, Rüben-, Malz- und Stärkezucker zugelassen.

Die Rohstoffe.

Die für die Malzbereitung verwendete Gerste muß gesund, gut keimfähig sein und ist um so ergiebiger, je mehr Stärke sie enthält. Sie muß im übrigen allen Anforderungen an eine gute, unverdorbene Gerste entsprechen, wie sie auf S. 173 angegeben sind.

Der Hopfen sind die weiblichen Blüten der Hopfenpflanze, die in großen Quantitäten für die Zwecke der Bierbereitung angebaut werden. Die männlichen und weiblichen Blüten befinden sich beim Hopfen meist auf verschie-denen Pflanzen. Da Samenbildung den Hopfen minderwertig macht, so ent-fernt man beim Anbau von Hopfen stets die auftretenden männlichen Pflanzen. Es gibt verschiedene Typen und Arten von Hopfen. Der Hopfen muß völlig einwandfrei riechen und frei sein von fremden Gerüchen. Er muß genügend getrocknet werden, um ausreichend haltbar zu sein. Ein wertvoller chemischer Bestandteil des Hopfens ist das ätherische Öl (0,1—0,8%). Der größte Teil

verflüchtigt sich beim Brauprozeß; es hinterläßt aber ein für den Geschmack des Bieres wichtiges Oxydationsprodukt. Die wichtigsten Bestandteile des Hopfens sind die Harze und Bitterstoffe. Der Hopfen enthält etwa 2–5% Bitterstoffe, welche aus weichen Hopfenharzen mit den dazu gehörigen Bittersäuren bestehen. Die Bitterstoffe zeigen saure Reaktion. Neben den Weichharzen ist auch stets hartes Harz vorhanden. Dieses vermehrt sich bei der Lagerung auf Kosten des Weichharzes. Letztere Stoffe sind es, welche dem gehopften Bier den charakteristischen Geschmack verleihen. Die weichen Harze werden in die α - und β -Bittersäuren unterschieden. Meist ist mehr β - als α -Bittersäure vorhanden. Für den guten Geschmack des Bieres soll das richtige Verhältnis von α - zu β -Bitterstoffen wesentlich sein.

Nach Barth¹ ist die Lupulinsäure identisch mit der Bittersäure. Die allgemeine Formel soll $C_{25}H_{36}O_4$ sein. Es handelt sich um eine ungesättigte Säure, welche zwei Bromatome addiert. Dieses Bromadditionsprodukt besitzt keinen bitteren Geschmack mehr. Die Säure ist ein Abkömmling eines olefinischen Terpens und steht in naher Beziehung zum ätherischen Hopfenöl, welches auch aus Terpenen besteht. Daneben enthält der Hopfen auch wesentliche Mengen von Gerbstoffen, sodann kleine Mengen anderer Säuren, wie Phosphor-, Äpfel- und Citronensäure.

Die Malzbereitung.

Durch Keimen muß zunächst die Gerste in Malz verwandelt werden. Wie sich aus der Abb. auf S. 179 ergibt, enthält das Gerstenkorn wie jedes andere Getreidekorn neben Schalen und dem Nährgewebe den Embryo. Dieser wird zur Entwicklung gebracht. Dabei bilden sich diastatische Enzyme aus, welche die Stärke z. T. in Maltose und Dextrin verwandeln. Dieser Verzuckerungsprozeß wird beim Brauvorgang noch weiter fortgesetzt. Zur Malzbereitung müssen die Gerstenkörner zunächst in Wasser aufgeweicht werden, was in den sog. Quellstöcken, großen Behältern aus Stahl oder Beton mit schrägen Böden zum selbsttätigen Entleeren, geschieht. Das Wasser muß dabei öfters gewechselt werden. Dieser Weichvorgang wird bis zu 100 Stunden durchgeführt. Die Gerste nimmt dabei bis zur Hälfte ihres Gewichtes an Wasser auf. Die aufgeweichte Gerste wird dann auf den Malztennen mit steinernen Fußböden in flacher Schicht ausgebreitet. Die Tennen sind luftige kühle Räume, welche die besten Bedingungen für das Keimen bieten. Mit Malzschaukeln wird die Gerste öfters durchgeschaufelt. Dieses Wenden wird auch Widdern genannt. Auch Trommeln und andere Maschinen sind für die Zwecke des Keimens und Wendens erfunden worden. Neben der Verzuckerung der Stärke gehen noch mancherlei chemische Umwandlungen im Korn vor sich, welche der Brauer mit „Lösung“ bezeichnet. Die richtige Lösung ist erreicht, wenn sich das Korn zwischen

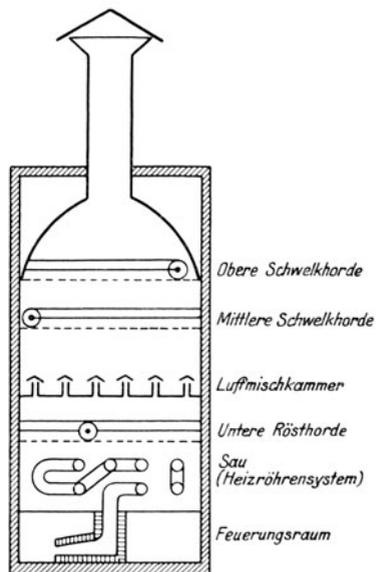


Abb. 53. Hordendarre.
(Nach Strohecker.)

¹ Zeitschr. f. d. ges. Brauw. Bd. 23, S. 504–513, 554–558, 572–576 und 594–599. 1900. Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 4, S. 328/29. 1901.

Daumen und Zeigefinger in einer bestimmten, der Erfahrung entsprechenden Weise zerdrücken läßt. Ist dieser Zustand erreicht, so wird das Keimen abgebrochen. Im allgemeinen ist dieses der Fall, wenn der Keim gerade so lang geworden ist wie das Korn, was etwa 7—10 Tage in Anspruch nimmt. Das so gewonnene Erzeugnis heißt „Grünmalz“.

Das Grünmalz wird nun auf Darren getrocknet, um den hohen Wassergehalt zu reduzieren und die bitterschmeckenden Keime zu beseitigen. Zu dem Zwecke wird es auf Horden aus geflochtenem Draht oder gelochtem Stahlblech gebracht.

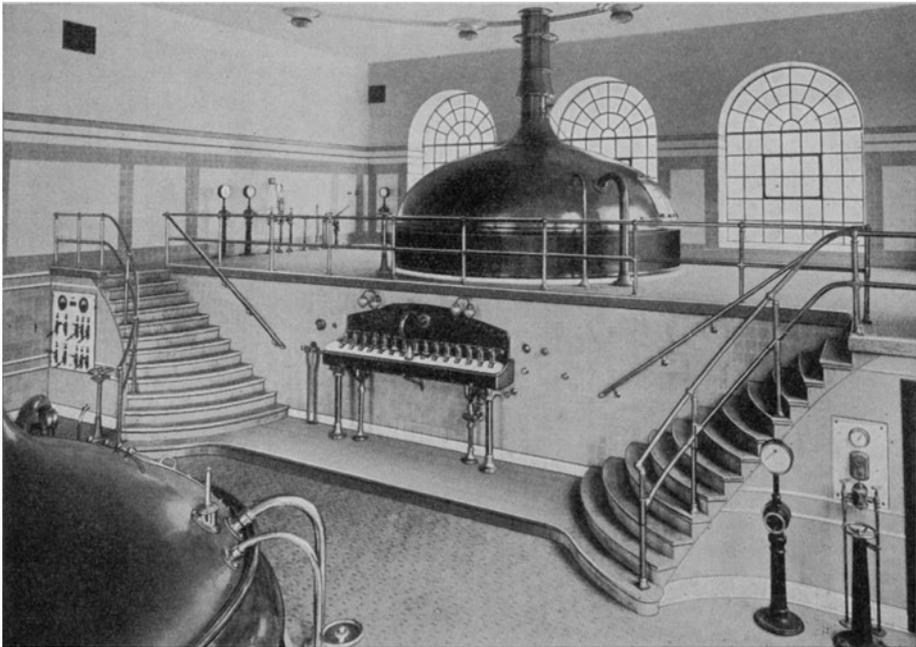


Abb. 54. Doppelsudwerk. Läuterbottichanlage der Weigelwerke A.G., Neiß.

Von unten wird warme Luft zugeführt (Abb. 53). Die Dämpfe ziehen durch große runde Schlotte mit aufgesetzten Windfängen ab; diese Türme bilden das Wahrzeichen des äußeren baulichen Bildes jeder Brauerei. Das bei niedriger Temperatur (40°) gedarrte Malz heißt Darrmalz. Das Malz wird dann durch Röstung auf Temperaturen von 80° erhitzt. Dieses so bereitete Malz heißt „Glasmalz“. Ein noch höher auf 100° und über 100° geröstetes Malz bräunt sich durch Bildung von Caramel aus dem Zucker, wobei gleichzeitig gewisse aromatische Stoffe gebildet werden. Es dient zur Herstellung dunkler Biere, während für die Erzeugung der hellen Biere nur das bei geringer Temperatur geröstete helle Malz benutzt wird. Nach beendetem Darren wird auf Entkeimungs- und Putzmaschinen das Malz durch Bürsten und Durchblasen eines Luftstromes von den Keimen befreit.

Der Brauvorgang.

Das Malz wird zunächst auf Schrotmühlen, welche ähnlich eingerichtet sind wie die Walzenstühle für das Mahlen des Getreides (S. 181) vermahlen. Das gemahlene Malz wird dann mit Wasser vermengt. Man nennt den Vorgang das Einmaischen, die Mischung von Malz und Wasser die Maische. Nach Erreichung der Temperatur von $72-75^{\circ}$ wird der Rest der

Stärke des Malzes durch die beim Mälzen gebildete Diastase in Zucker verwandelt. Zur Erreichung dieser Temperatur schlägt man zwei verschiedene Verfahren ein. Während man in Frankreich und England die kalte Maische langsam auf diese Temperatur erhitzt, verfährt man in Deutschland und Österreich meist nach dem sog. „Dekoktionsverfahren“. Hierbei wird nur ein Teil der Maische in einem Braukessel, dem Maischkessel oder der Maischpfanne (Abb. 54), zum Kochen erhitzt und dann der kalten Maische wieder zugefügt, wodurch die Temperatur erhöht wird. Von der schon warm gewordenen Mischung entnimmt man wieder einen Teil, behandelt ihn wie oben und führt das Verfahren so lange durch, bis die Gesamtmaische eine Temperatur von 72–75° angenommen hat; dann ist die Verzuckerung vollendet, wobei die Stärke meist zu 65–75% in Maltose und 25–35% in Dextrin umgebildet ist. Für den runden Geschmack des Bieres ist das Dextrin sehr wesentlich. Zur Trennung der Lösung von den ungelösten Bestandteilen wird die Maische in einen besonderen Bottich übergepumpt, dessen unterer Teil mit dem fein durchlochtem Läuterboden überdeckt ist. Dieser Zwischenboden läßt das Filtrat, die sog. Würze, klar ablaufen, während die unlöslichen Rückstände, „die Treber“, zurückgehalten werden. In der Brauereitechnik heißt das Verfahren „das Abläutern“. Der Abläuterungsvorgang wird auch durch besonders für diesen Zweck konstruierte Filter vorgenommen. Die Treber werden mit Wasser etwas nachgewaschen. Das dabei erhaltene Filtrat heißt „Nachwürze“, während die direkt ablaufende Würze den Namen „Vorderwürze“ führt. Die Treber finden als Futtermittel Verwendung.

Die Würze wird in der Würzpfanne gesammelt und hier mit Hopfen versetzt. Auf 100 kg Malz gibt man 1–1,5 kg Hopfen zu und erhitzt in der Pfanne zum Sieden. Hierbei werden die Harz- und Bitterstoffe gelöst, gleichzeitig wird das Wasser so weit weggedampft, als man starkes oder weniger starkes Bier erzeugen will. Bei der Entleerung der Würzpfannen wird in einem entsprechend gebauten, mit Sieben versehenen Apparat der Hopfen zurückgehalten und das noch heiße Erzeugnis auf hochgelegene flache Gefäße, die sog. Kühlschiffe, gepumpt, in welchen es abgekühlt wird. Die Flüssigkeit läuft von den Kühlschiffen über besondere Kühlapparate in die Gärbottiche, welche früher meist aus Holz, heute auch aus Beton, Aluminium und Stahl hergestellt werden und welche sich in einem kühlen Raume, dem Gärkeller befinden. In die

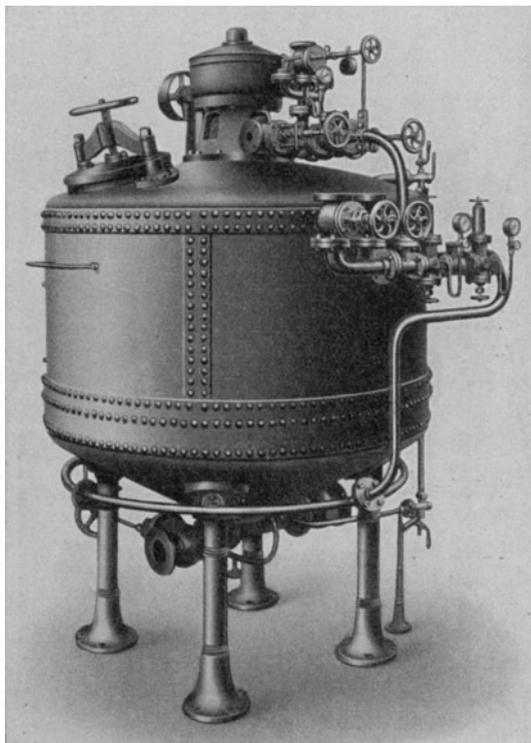


Abb. 55. Hopfenextraktionsapparat der Weigelwerke A.G., Neisse.

Gärbottiche gibt man Hefe zu, was man das „Anstellen“ nennt. Die Hefe wird in besonderen Betrieben eigens für die Bierbereitung in Reinkulturen hergestellt. Das Hinzukommen von anderen Hefen kann den Geschmack des Bieres nachteilig beeinflussen. Als bald beginnt die Gärung, welche in der Hauptsache in einer Umwandlung des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure beruht. Man unterscheidet die Untergärung und die Obergärung und damit das untergärige und obergärige Bier (S. 298). Die Bezeichnungen sind von dem Verhalten der Hefe während der Gärung entnommen. Bei der Herstellung von untergärigem Bier sinkt die Hauptmasse der Hefe allmählich zu Boden, während sie sich beim obergärigen Bier in der Hauptmasse oben auf der gärenden Flüssigkeit ansammelt. Die Gärtemperaturen sind beim untergärigen und obergärigen Bier verschieden. Die beste Gärtemperatur für untergärige Biere ist etwa 5–6°, für obergärige Biere 12–20°. Beim untergärigen Bier dauert die Hauptgärung etwa 8–10 Tage, beim obergärigen Bier etwa 2–5 Tage. Nach Ablauf dieser Hauptgärung wird das Bier in Lagerfässer umgefüllt. Diese liegen in großen Kellern, deren Temperatur durch gewaltige Kühlmaschinen dauernd auf Temperaturen von 0–2° gehalten werden muß. Hier macht das Bier noch eine Nachgärung durch, welche in etwa 1 bis 4 Monaten verläuft. Dann wird aus den Lagerfässern in kleine Fässer oder Flaschen, oft nach vorherigem Filtrieren abgefüllt. Das Bier ist nun zum Ausschank und Genuss reif. Bei obergärigen Bieren setzt während der Nachreifung bisweilen noch eine Milchsäuregärung ein, so beim Berliner Weißbier und westfälischen Altbier.

Biersorten.

Die verschiedenen Biersorten kann man wie folgt unterscheiden:

1. Helle und dunkle Biere. Diese Biere unterscheiden sich im wesentlichen dadurch, daß die hellen Biere aus hellem Malz (weniger erhitzt), die dunklen Biere aus gebräuntem (hocherhitzten) Malz hergestellt werden (S. 300). Die dunklen Biere sind keineswegs gehaltreicher als die hellen Biere.

2. Exportbier, Bockbier, Salvator, Märzenbier usw. Bei diesem Bier handelt es sich um Erzeugnisse, die aus besonders hochkonzentrierten Würzen hergestellt werden, die also besonders extrakt- und alkoholreich sind, oder, wie der Fachausdruck lautet, besonders hoch eingebraut sind.

3. Untergärige und obergärige Biere. Untergärige Biere dürfen nur aus Hopfen- und Gerstenmalz hergestellt werden. Für obergärige Biere sind auch andere Malzarten und Zucker zugelassen (S. 298). Alle gewöhnlichen, auch Schankbiere sind untergärige Biere. Die obergärigen Biere haben nur als besondere Bierarten lokale Bedeutung. Die wichtigsten obergärigen Biere sind Berliner Weißbier, westfälisches Altbier, Kölnisches Bier, Lichtenhainer, Leipziger Gose u. a. Porter und Ale sind englische obergärige Biere, welche sehr stark eingebraut, also stark extrakt- und alkoholreich sind.

4. Frischbier, Jungbier, Malzbier, Wöchnerinnenbier usw. sind nichts weiteres als nicht oder kaum vergorene Würzen. Sie sind also praktisch alkoholfrei. Hierher gehört z. B. auch die Braunschweiger Mumme.

5. Kriegsbiere waren Erzeugnisse, welche zum Zwecke der Ersparnis an Gerste weit dünner eingebraut waren als die gewöhnlichen Biere. Sie fielen sehr leicht der Verderbnis anheim. Bierersatz wurde z. B. hergestellt, indem eine Hopfenabkochung über ausgelaugte Treber lief. Zum Zwecke der Schaum-erzeugung wurde oft Saponin und zum Zwecke der Färbung Farbe zugegeben. Ferner wurde gasförmige CO₂ eingepreßt.

Bierkrankheiten und Bierfehler.

Die wichtigsten Bierfehler und Bierkrankheiten sind folgende:

1. Hefegeschmack. Dieser Fehler beruht darauf, daß das Bier mit vielen Hefezellen durchsetzt ist, sei es, daß es sich um ein zu junges, noch nicht ausgereiftes Bier handelt, sei es, daß eine nachträgliche Infektion mit wilden Hefen vorliegt.

2. Andere Geschmackfehler. Tintig schmeckendes Bier ist mit Eisen in Berührung gekommen. Bitterer Geschmack kann viele Ursachen haben, welche in unrichtiger Betriebsführung oder Verwendung schlechter Rohstoffe beruhen. Pechgeschmack beruht in der Verwendung ungeeigneten Pechs zum Pichen der Fässer.

3. Kohlensäuremangel. Dieser Fehler beruht meist auf unrichtiger Betriebsführung oder Lagerung. Derartige Biere schmecken schal und abgestanden und verderben leicht durch Trübwerden (Wachstum von Mikroorganismen).

4. Trübungen können wiederum die verschiedensten Ursachen haben. Sie können auf ungenügende Verzuckerung des Malzes und Ausscheiden von Stärke zurückzuführen sein oder auf Eiweißtrübungen. Die sog. Glutintrübung ist eine Abscheidung von Eiweiß, die von der Verarbeitung zu proteinhaltiger Gerste herrührt. Auch die Hopfenharze bewirken bisweilen Trübungen. Oft sind auftretende Trübungen aber dem Wachstum verschiedener Mikroorganismen zuzuschreiben, wie wilden Hefen, Milchsäure-, Essigsäurebakterien.

Durch Klären und Filtrieren lassen sich diese Trübungsfehler oft beseitigen.

5. Fadenziehendes, schleimiges oder langes Bier ist eine Bierkrankheit, welche sich gelegentlich bei der Lagerung obergäriger Biere bemerkbar macht. Sie beruht wiederum auf dem Wachstum verschiedener Hefen und Mikroorganismen, die ihre äußeren Membrane in eine Schleimmasse verwandeln. Vielfach verliert sich diese Erscheinung beim Lagern von selbst. Kräftiges Lüften und Bewegen hebt ebenfalls die schleimige Beschaffenheit oft auf.

Zusammensetzung.

Die Zusammensetzung der wichtigsten Bierarten ist im Mittel in Prozenten nach König etwa die folgende:

Art des Bieres	Wasser	Kohlensäure	Alkohol (Gew.-%)	Extrakt	N-Substanz	Maltose oder Zucker	Gummi und Dextrin	Säure (Milchsäure)	Glycerin	Asche
Leichtes Schankbier	91,11	0,197	3,36	5,34	0,79	1,15	3,11	0,156	0,120	0,204
Schwereres Lagerbier	90,62	0,207	3,69	5,49	0,57	1,08	3,17	0,178	0,181	0,207
Münchener Exportbier	89,00	0,207	4,29	6,50	0,66	1,45	3,57	0,174	0,170	0,239
Bock-, Doppel-, Märzenbier	86,80	0,221	4,64	8,34	0,73	2,77	4,09	0,181	0,176	0,276
Dortmunder	90,56	—	4,44	5,00	0,58	4,61		0,089	—	0,222
Pilsener	91,39	—	3,61	5,00	0,39	4,60		0,085	—	0,190
Berliner Weißbier	93,74	—	3,07	3,19	0,25	2,43		0,356	—	0,143
Leipziger Gose	93,41	—	2,62	3,97	0,32	1,18	1,61	0,385	—	0,418
Porter	86,49	0,383	5,16	7,97	0,73	2,06	3,08	0,325	0,122	0,380
Ale	88,54	0,210	5,27	5,99	0,61	1,07	1,81	0,284	—	0,320

Zu den einzelnen Stoffen ist erläuternd folgendes zu bemerken:

Extrakt. Unter Extrakt versteht man die gesamten gelösten Stoffe. Der Extraktgehalt liegt bei leichten Bieren meist zwischen 3–4%, bei schwereren Lagerbieren etwa zwischen 4,5–7%, bei den schweren Bieren wie Bock, Salvator, Porter usw. etwa zwischen 7 und 10%. Aus dem Extraktgehalt und dem Alkoholgehalte, ausgedrückt in Gewichtsprozenten, läßt sich der ursprüngliche Extraktgehalt der Würze vor der Vergärung, die sogenannte Stammwürze, nach folgender Formel berechnen:

$$\text{St} = \frac{100 (\text{E} + 2,0665 \text{A})}{100 + 1,0665 \text{A}}$$

Hierin bedeutet St den Prozentgehalt der Würze an Extrakt (Stammwürze), E Extraktgehalt des Bieres, A Alkoholgehalt. Eine für praktische Zwecke ausreichende Näherungsberechnung der Stammwürze besteht darin, daß man den Alkoholgehalt verdoppelt und zum Extraktgehalte zuzählt. Ein Bier mit 3,5 Gewichtsprozenten Alkohol und 5% Extrakt hat also danach einen Stammwürzegehalt von 12%.

Der Stammwürzegehalt gilt als wichtige Grundlage für die Beurteilung eines Bieres. Ein gutes untergäriges Vollbier soll nicht unter 12% Stammwürze aufweisen. Schwere Biere wie Bockbier, Salvator, Porter usw. enthalten 14–18% Stammwürze (weitere Angaben S. 306).

Alkohol. Leichte Biere enthalten 2,5–3%, Lagerbiere 3,5–4,5%, schwere Biere 5% und auch noch etwas höheren Alkoholgehalt.

Die weitaus größte Menge ist Äthylalkohol, in kleinen Mengen sind daneben aber immer höhere Alkohole wie Amyl-Isobutyl-Propylalkohol u. a. vorhanden. Vermutlich entstehen diese aus Aminosäuren (S. 288). Subtrahiert man von der Stammwürze den Extraktgehalt, dividiert durch die Stammwürze und multipliziert mit 100, so erhält man den Vergärungsgrad, der nicht unter 50% liegen soll. Biere mit höheren Vergärungsgraden sind haltbarer als solche mit niedrigeren Vergärungsgraden. Ein Vergärungsgrad unter 44% deutet auf gewaltsame Unterdrückung der Gärung hin.

Säuren. Der Gehalt an Kohlensäure ist für den Wohlgeschmack des Bieres von der größten Bedeutung. Er beträgt meist 0,2–0,3%, im Lagerfasse kann er bis zu 0,4% aufsteigen.

Neben der Kohlensäure sind in jedem Biere noch Milchsäure, Essigsäure, Bernsteinsäure, saure Phosphate, Gerbsäure und Hopfensäure vorhanden.

Der Milchsäuregehalt schwankt bei untergärigen Bieren von 0,1–0,2%. Die obergärigen Biere machen, wie schon erwähnt wurde, bei der Nachreife häufig eine Milchsäuregärung durch, deshalb ist hier der Milchsäuregehalt meist weit beträchtlicher. Er schwankt meist zwischen 0,25–0,5%.

Auch Essigsäure liegt gewöhnlich spurenweise vor. Sie bildet sich aus durch Oxydation des Alkohols. Im normalen Biere liegt der Essigsäuregehalt zwischen 0,015–0,045%.

Bernsteinsäure ist ein Erzeugnis der Gärung. Sie wird aus Glutaminsäure gebildet. Ihre Menge ist gering und schwankt etwa zwischen 1–15 mg/%. Etwa die Hälfte bis ein Viertel der titrierbaren Säure des Bieres ist durch primäre Phosphate veranlaßt.

Stickstoffsubstanz. Die Menge der gesamten Stickstoffsubstanz schwankt etwa zwischen 0,5 und 1%, diese Zahlen selten unter- und überschreitend. Eigentliches Protein enthält normales Bier nicht, da dieses während des Brau- und Gärungsvorganges ausgefällt bzw. abgebaut wird. Die Stickstoffsubstanz besteht deshalb vornehmlich aus Abbauprodukten der Proteine, wie

Albumosen, Peptonen, Polypeptiden und Aminosäuren, sowie Purinbasen. Ferner sind verschiedene Enzyme der Kohlenhydratspaltung im Biere aufgefunden worden.

Kohlenhydrate. Etwa die Hälfte des Extraktgehaltes besteht im Bier aus Dextrinen. Der Maltosegehalt liegt im allgemeinen zwischen 0,5—1,5%. Auch Pentosane sind in geringen Mengen im Bier nachgewiesen worden (0,1—0,4%). Ferner sind noch geringe Mengen gummiartiger Körper, vermutlich aus der Hefe stammend, sowie Hopfenharze und deren Umwandlungsprodukte, endlich Pektin vorhanden.

Mineralstoffe. Die Mineralstoffe des Bieres (0,15—0,40%) bestehen vorwiegend aus Kali und Phosphorsäure, in geringen Mengen sind auch Kalk, Magnesia, Eisen, Chlor, Schwefelsäure und Kieselsäure zugegen.

Sonstige Bestandteile. Ebenso wie der Wein enthält auch das Bier stets kleine Mengen von Glycerin, welches als Nebenerzeugnis bei der alkoholischen Gärung stets entsteht (S. 277). Der Glyceringehalt schwankt im allgemeinen von 0,1—0,2%. Ein Glyceringehalt über 0,25% kann den Verdacht auf Glycerinzusatz zum Zwecke besseren Schäumens erwecken. In den meisten Bieren kommen ferner kleine Mengen von Aldehyden vor, deren Natur noch nicht sicher feststeht.

Der Schaum. Die Schaumbildung des Bieres ist von vielen Faktoren abhängig. Es handelt sich dabei um einen Vorgang, der noch nicht geklärt ist, bei dem aber sicher kolloid-chemische Vorgänge eine Rolle spielen. Von Bedeutung für die Schaumbildung ist vor allem der Kohlensäuregehalt, ferner der Gehalt an Glycerin, sowie endlich die Abbauprodukte des Proteins, die in das Bier übergehenden Erzeugnisse aus der Hefe (Gummi) und aus dem Hopfen.

Die Bedeutung des Wassers für die Bierbereitung.

Das zum Brauen verwendete Wasser muß zunächst so beschaffen sein, daß es als ein hygienisch einwandfreies Trinkwasser anzusehen ist. In den letzten Jahren ist aber darüber hinaus vielfach studiert worden, welchen Einfluß die in einem Trinkwasser vorhandenen Salze auf den Brauvorgang, den Charakter und die Güte des Bieres ausüben.

Kleine Mengen von Eisen- und Mangansalzen sind im allgemeinen nicht sehr störend, indessen wirkt in der Mälzerei schon ein etwas höherer Eisengehalt dadurch nachteilig, daß sich das Malz dunkel färbt. Sowohl mit hartem wie mit weichem Wasser kann man gute Biere herstellen, doch zieht man für helle Biere im allgemeinen weiche Wässer vor.

Die Carbonathärte wirkt günstig durch Verminderung der Proteinlöslichkeit beim Einweichen der Gerste, aber andererseits nachteilig da sie den Weichvorgang verlangsamt. Die Carbonathärte wirkt als Aciditätszerstörer in der Würze. Auf den Gärungsvorgang hat die Carbonathärte keinen Einfluß. Ein mäßiger Gehalt an Giphärte (15—20° deutscher Härte) ist vorteilhaft. Sie soll vor allem durch Umsetzung mit Phosphaten beim Maischen die Acidität erhöhen, also der aciditätszerstörenden Wirkung der Carbonathärte entgegenarbeiten. Ein Gehalt an Giphärte von mehr als 35° wirkt aber sowohl in der Mälzerei, als auch im Sudhause, als auch bei der Gärung schädlich.

Carbonatarme weiche Wässer geben Malze nach Pilsener Art, Wässer mit hoher Carbonathärte und geringer Giphärte Malze nach Münchener Art und harte gipsreiche Wässer Malze nach Dortmunder Art.

Natriumbicarbonat, Natriumcarbonat wirken sehr ungünstig insbesondere auf die Stärkeverzuckerung bei der Würzebereitung und liefern auch Biere von unangenehmem Geschmack.

Biersteuergesetz vom 9. Juli 1923 (RGBl. S. 557).

Von den Vorschriften des Biersteuergesetzes, die in erster Linie Bestimmungen über die Besteuerung treffen, haben folgende Vorschriften für den Chemiker Interesse:

Einfachbier im Sinne des Gesetzes ist Bier mit einem Stammwürzegehalt bis 5,5⁰/₀, Schankbier ist Bier mit einem Stammwürzegehalt von 8—9⁰/₀, Vollbier ist Bier mit einem Stammwürzegehalt von 9—14⁰/₀, Starkbier ist ein Bier mit einem Stammwürzegehalt von über 14⁰/₀.

Zur Bereitung von untergärigem Bier darf nur Gerstenmalz, Hopfen, Hefe und Wasser verwendet werden. Für obergärige Biere ist auch die Verwendung von anderem Malz und die Verwendung von technisch reinem Rohr-, Rüben-, Invert-, Stärkezucker und aus diesen Zuckerarten hergestellten Farbmitteln zulässig. Die Verwendung von Farbbieren, die nur aus Malz, Hopfen, Hefe und Wasser hergestellt sind, ist gestattet, unterliegt jedoch besonderen Überwachungsmaßnahmen.

Der Zusatz von Wasser zum Bier durch Brauer, Bierhändler oder Wirte ist untersagt. Die Vermischung von Einfachbier, Schankbier, Vollbier und Starkbier, sowie Zuckerzusatz zum Bier durch Brauer nach Entstehung der Steuerschuld oder durch Bierhändler und Wirte ist untersagt. Zur Bereitung von obergärigem Bier darf nach Maßgabe des Süßstoffgesetzes Süßstoff zugesetzt werden.

Unter der Bezeichnung Bier dürfen nur solche Getränke in den Verkehr gebracht werden, welche gegoren sind und den oben erwähnten Vorschriften entsprechen. Bier, welches unter Verwendung von Zucker oder Süßstoff hergestellt ist, darf nur bei deutlicher Deklaration dieser Stoffe in den Verkehr gebracht werden. Einfachbier und Schankbier dürfen nur in den Verkehr gebracht werden, wenn sie deutlich als solche bezeichnet sind. Bier, dessen Stammwürzegehalt mehr als 5,5⁰/₀ und weniger als 8⁰/₀ beträgt, darf nicht in den Verkehr gebracht werden.

Zu diesen Vorschriften sind Ausführungsbestimmungen erlassen worden (Zentralbl. f. d. Deutsche Reich 1923, S. 805), aus denen folgendes erwähnt sei:

Als Wasser im Sinne des Gesetzes ist alles in der Natur vorkommende Wasser anzusehen. Eine Vorbehandlung des Brauwassers durch Filtration und Enteisung, Entmanganung, Kochen usw. ist gestattet. Eine Behandlung des Wassers mit Mineralsalzen kann vom Landesfinanzamte dann gestattet werden, wenn dadurch das Wasser keine andere Beschaffenheit erhält als andere Wässer, die zum Brauen geeignet sind (z. B. Kalkzusatz zum Entcarbonisieren). Ein Säurezusatz zum Wasser ist verboten.

Branntweine und Liköre.

Man kann diese Genußmittel in drei Gruppen unterscheiden, nämlich Edelbranntweine, gewöhnliche Branntweine und Liköre. Es schließt sich schließlich noch eine vierte Gruppe branntweinartiger anderer Flüssigkeiten an.

Die Edelbranntweine zeichnen sich durch ein besonders feines Aroma aus, was den nicht entfernten Nebenerzeugnissen der Gärung zuzuschreiben ist. Die wichtigsten Edelbranntweine sind der Kognak, der Rum, der Arrak, die Obstbranntweine, Wacholder- und Kornbranntweine. Die drei zuletzt genannten Branntweinarten werden auch als Fruchtbranntweine unterschieden.

Weinbrand, Kognak.

Diese Branntweine sind Weindestillate, welche eine besondere Behandlung und Lagerung erfahren haben. Weinbrand ist zuerst in Cognac und Umgebung, einem kleinen Städtchen der Charante fabriziert worden. Das Destillat wird in Eichenfässern gelagert, wobei das Aroma und die braune Farbe entsteht. Später sind aus allen möglichen Weinen Kognak bzw. Weinbrand hergestellt worden. Die für die Herstellung verwendeten Weine sollen alkohol- und säurereich, sowie gesund sein. Oft werden aber auch kranke Weine und solche, welche sich aus irgendeinem Grunde nicht zum direkten Vertrieb eignen, auf Weinbrand verarbeitet. Vielfach werden die Hefe und die Hefengeläger mit in die Destillierblase gebracht. Dabei entsteht ein stark duftendes Öl, der Önanthäter (S. 290). Bei der Lagerung des Destillates in

den Eichenfäsern tritt der Sauerstoff der Luft durch die Poren. Es treten Oxydationen auf, die wohlriechende und -schmeckende Stoffe erzeugen. Auch bilden sich Ester aus. Ferner werden Holzbestandteile gelöst. Von besonderer Bedeutung für den Reifungsvorgang ist die Temperatur der Lagerung und das Material der Fässer.

Für die Geschmacksverbesserung des Weinbrandes finden mancherlei Stoffe Verwendung. In den Ausführungsbestimmungen zum Weingesetz (S. 296) sind die hierfür erlaubten Stoffe angegeben. Für die Fabrikation von Weinbrand werden auch vielfach die sog. Brennweine aus dem Auslande bezogen. Sie bestehen aus einer Mischung von 60 Volumenprozenten Wein und 40 Volumenprozenten Weindestillat, welches 40 Volumenprozent Alkohol enthält. Das Aroma setzt sich aus den verschiedensten Stoffen zusammen. Nicht nur im Weinbrand, sondern in allen Edelbranntweinen ist der Önanthather vorhanden; auch Ester anderer Art sind im Weinbrande gefunden worden. Von verschiedenen Forschern sind ferner Terpene aus Weinbrand isoliert worden. Am Aroma ist auch das Fuselöl beteiligt. Es besteht im Weinbrand vor allem aus Amylalkohol, Normalpropylalkohol, Normalbutylalkohol, Hexyl- und Heptylalkohol. Aus 100 l Weinbrand gewann Ordonneau¹ 83,8 g Amylalkohol, 40,0 g Propylalkohol, 218,6 g Butylalkohol, 0,6 g Hexyl- und 1,5 g Heptylalkohol. Im Kognak kommen bisweilen geringe Mengen von Methylalkohol und etwas Aldehyde vor. Es sind in Branntweinen verschiedener Abkunft Formaldehyd, Metaldehyd, Paraldehyd, Acetal, Propionaldehyd, Isobutylaldehyd, Valeraldehyd, Acrolein und Crotonaldehyd nachgewiesen worden. Im Kognak findet sich ferner, wenn auf offenem Feuer destilliert ist, Furfurol, der Aldehyd der Brenzschleimsäure. Man hat diesen Körper nicht nachweisen können, wenn die Destillation vorsichtiger durch Dampf geschah.

Stets enthält der Kognak auch kleine Mengen von flüchtigen Säuren, die bei der Destillation übergehen bzw. sich durch Oxydation von Alkohol und Aldehyd bilden.

Durch die neue Fassung des Weingesetzes (§ 18) ist mit Rücksicht auf den Versailler Vertrag die Bezeichnung Kognak (Cognac) den französischen Produkten vorbehalten. Die entsprechenden deutschen Erzeugnisse heißen Weinbrand (S. 293). Ein Erzeugnis, welches mit Alkohol anderer Art vermischt ist, darf Weinbrandverschnitt genannt werden, wenn wenigstens 10% seines Alkoholgehaltes aus Wein stammt.

Rum.

Der Rum ist ein Gärungs- und Destillationserzeugnis aus Zuckerrohrmelasse. Aus Jamaika kommt der beste Rum. Man verdünnt die Zuckerrohrmelasse mit Wasser und den Rückständen von der Destillation sowie der Kalkfällung, Erhitzung usw. bei der Rohrzuckergewinnung (Skimmings) und bringt diese Mischung in einem Gärhause zur spontanen Gärung. Die Gärung dauert etwa 10 Tage. Die vergorene Maische wird dann aus einer Destillierblase destilliert, indem der zunächst gewonnene alkoholarme Lutter nochmals destilliert wird. Das dabei zuerst Übergehende wird gesondert aufgefangen und liefert den besten Rum. Das Destillat ist farblos und wird mit gebranntem Zucker braun gefärbt. Der Rum besitzt im Gegensatz zu Kognak und anderen Edelbranntweinen sofort nach der Destillation das volle Aroma. Eine Aromabildung oder Verstärkung bei der Lagerung findet also nicht statt. Der zum Export gelangende Rum enthält meist 70–80% Alkohol (Originalrum). Er wird auf diesen hohen Alkoholgehalt gebracht, weil es sinnlos wäre, die Kosten

¹ Compt. rend. Tome 102, p. 217. 1886.

für den Transport von Wasser zu tragen. Vor dem Verbrauch wird er dann auf Trinkstärke im Alkoholgehalte herabgesetzt. Nach den interessanten Feststellungen Mickos¹ enthält der Jamaikarum einen typischen Riechstoff, welcher die Basis seines Aromas bildet und in den Kunstprodukten nicht vorkommt. Es ist ein farbloser, flüssiger, sich an der Luft nicht schwer verflüchtigender Körper von einem aromatischen Geruch, der an Juchtenleder erinnert. Der Siedepunkt des Körpers liegt über dem des Alkohols. Der typische Riechstoff ist weder ein Ester noch ein Aldehyd oder Keton. Er hat den Charakter eines ätherischen Öles und steht vielleicht den Terpenen nahe. Im Rum ist ferner noch, ähnlich wie in anderen Edelbranntweinen, ein zweiter Riechstoff vorhanden, dessen Geruch aber nicht so charakteristisch ist wie der des typischen Riechstoffes. In den letzten Fraktionen des Rums fand Micko auch harzartige Körper. Mit Hilfe dieser Riechstoffe lassen sich echte Rumproben leicht von Kunstprodukten unterscheiden.

Im Rum kommen kleine Mengen von Methylalkohol vor. v. Fellenberg² fand ferner in einem Jamaikarum 3,67‰ Normalbutylalkohol.

Seit einigen Jahren ist es der deutschen Industrie gelungen, sog. deutschen Rum herzustellen aus wesensähnlichen deutschen Rohstoffen (Melasse, Rübensaft, Rohrzucker und Abfällen bei der Zuckerfabrikation). Das Herstellungsverfahren lehnt sich auch an das in Westindien übliche an. Durch genaue Angleichung des Herstellungsverfahrens an die tropischen Verhältnisse, die richtige Auswahl der Gärungsorganismen ist man zu Erzeugnissen gekommen, die nach dem übereinstimmenden Urteil vieler Sachverständigen in ihrem Geruch und Geschmack, sowie der Zusammensetzung dem Jamaikarum weitgehend gleichen, sogar geringeren Sorten überlegen sind.

Rumverschnitt ist das dem Weinbrandverschnitt entsprechende Erzeugnis. 10‰ des Alkoholgehaltes müssen also wenigstens aus Rum stammen.

Arrak.

Der Arrak wird in vielen tropischen Ländern gewonnen, zum Teil auch durch Vergärung von Zuckerrohrmelasse, Palmensaft, Saft vom Cocosnußbaum, meist aber aus gemälztem Reis mit „Peh-Khak“ (chinesisch) oder „Raggi“ (japanisch). Dieses Material sind weiße Kügelchen, welche neben Reismehl, Zuckerrohr, Knoblauch und Galgantwurzeln, vor allem viele Hefezellen, Bakterien und Schimmelpilze enthalten. In Batavia, wo der beste Arrak hergestellt wird, liegt die Fabrikation in Händen von Chinesen, welche das Geheimnis der Herstellung vom Vater auf den Sohn vererben. Aus dem gemälzten Reis wird eine Maische bereitet, welche mit Raggi geimpft wird. Man wendet hohe Zuckerkonzentrationen an, weshalb die Gärung ziemlich langsam verläuft. Je langsamer sie verläuft, um so erwünschter ist es, weil die aromatischen Nebenprodukte der Gärung in größerer Menge entstehen. Nach der etwa 10 Tage dauernden Hauptgärung wird in glasierte Töpfe abgezogen und noch etwa ebenso lange Zeit einer Nachgärung überlassen. Dann erfolgt eine primitive Destillation. Das Destillat wird in Holzfässern gelagert, wobei eine wesentliche Vermehrung und Verfeinerung des Aromas eintritt.

Der Arrak enthält denselben typischen Riechstoff wie der Rum.

Neuerdings sind auch in Deutschland deutsche Arraks in ähnlicher Weise wie deutsche Rums hergestellt worden.

¹ Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 16, S. 433. 1908.

² Mitteil. a. d. Gebiete d. Lebensmitteluntersuch. u. Hygiene, veröffentl. v. Schweizer Gesundheitsamt. Bd. 1, S. 352. 1910. Zeitschr. für Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 21, S. 633. 1911.

Obstbranntwein.

Kirschen, Pflaumen, Zwetschen und andere Obstsorten werden auf Obstbranntweine verarbeitet. Der Kirschbranntwein wird vor allem in Süddeutschland (Schwarzwald), ferner der Schweiz und dem Elsaß hergestellt. Man zerstößt süße Kirschen mit den Steinen und läßt die Maische vergären. Die Gärung dauert meist 3—4 Wochen. Dann wird destilliert. Aus 100 kg Kirschen werden etwa 12 Liter Kirschwasser von 50 Volumenprozent Alkohol gewonnen. Die Kirschenkerne enthalten bekanntlich das Glucosid Amygdalin, welches unter dem Einfluß des Emulsins in Zucker, Benzaldehyd und Blausäure zerfällt. Daher enthält Kirschwasser stets Blausäure. In 100 Litern sind im Mittel etwa 2 g HCN, also in einem Liter etwa 20 mg Blausäure vorhanden. Da man normalerweise auf einmal nicht größere Mengen derartigen Branntweines genießt, so ist der Blausäuregehalt gesundheitlich ohne Bedenken. Dagegen ist er ein gutes Kriterium der Echtheit. Blausäurefreie Kirschwässer sind sicher Kunstprodukte. Die Blausäure ist nur zum Teil in freier Form in Lösung, größtenteils liegt sie in gebundener Form vor. So fanden Rocques und Lévy¹, daß bemerkenswerte Mengen von Blausäure in 2—3 Jahre alten Kirschwässern in Verbindung getreten waren mit Fettsäurederivaten von hohem Molekulargewichte.

Auch Methylalkohol kommt in bemerkenswerter Menge im Kirschwasser vor. In Gegenden, in denen viel Kirschwasser getrunken wird, sollen nach v. Fellenberg auch häufiger Augenkrankheiten in abnormer Menge, die man dem Methylalkoholgenusse zuschreibt, beobachtet worden sein. Ähnliche Erzeugnisse sind der Zwetschen- (Slibowitz) und Pflaumenbranntwein.

Wacholder (Steinhäger). Zur Herstellung dieses Branntweines werden die Wacholderbeeren zerstampft, vergoren und der gebildete Alkohol mit den flüchtigen Nebenprodukten abdestilliert. Aus 125 kg gewinnt man etwa 23 Liter zu 50 Volumenprozent Alkohol. In Steinhagen in Westfalen werden Erzeugnisse aus Wacholder hergestellt, bei denen zuerst aus den vergorenen Wacholderbeeren ein Lutter gewonnen wird und aus diesem erst der Branntwein, der den Namen „Steinhäger“ führt. Für diesen bringt das Monopolesetz (S. 312) besondere Bestimmungen, die nicht auf gewöhnlichen Wacholderbranntwein anzuwenden sind.

Nachgemacht werden diese Branntweine dadurch, daß man Wacholderbeeren mit Spiritus auszieht.

Kornbranntwein.

Der Kornbranntwein darf nur aus Getreide (Weizen, Roggen, Buchweizen, Hafer, Gerste) hergestellt werden. Das Getreide wird gemälzt und die Maische vergoren. Bei der Destillation wird erst Lutter erhalten, woraus durch nochmalige Destillation der fertige Branntwein erzeugt wird. Seinen charakteristischen Geschmack verdankt der Kornbranntwein dem Gehalt an Fuselölbestandteilen, die nicht entfernt werden und den Geschmack des Branntweins bestimmen.

In Deutschland wird der Kornbranntwein vornehmlich im Münsterlande und in der Gegend von Nordhausen gewonnen, daher die Namen Münsterländer und Nordhäuser. Die echten Kornbranntweine werden häufig nachgemacht durch Verdünnen von sog. Kornwürzen mit Spiritus. Diese Kornwürzen bestehen aus ätherischen Ölen, Frucht-, Samen- und Schalenausügen.

¹ Compt. rend. Tome 148, p. 494—496. 1909. Zeitschr. für Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 21, S. 61. 1911.

Die Bezeichnung „Kornverschnitt“ ist ebenso wie Bezeichnungen von Obst- oder Beerenbranntweinverschnitt („Kirschverschnitt“, „Wacholderverschnitt“ usw.) unzulässig nach dem Monopolgesetz (S. 312).

Der Whisky ist ein in Amerika und anderen Ländern aus Gerste oder Mais, die über Torffeuer gemälzt werden (daher der Rauchgeschmack), gewonnener Kornbranntwein. Er wird oft in alten Sherryfässern gelagert, was das Aroma wesentlich verbessern soll.

Die gewöhnlichen Trinkbranntweine.

Die gewöhnlichen Trinkbranntweine werden aus Industrie-Spiritus durch Verdünnung und Versetzen mit einer Würze oder Essenz bereitet. Es sei deshalb hier zunächst die Herstellung des Spiritus geschildert.

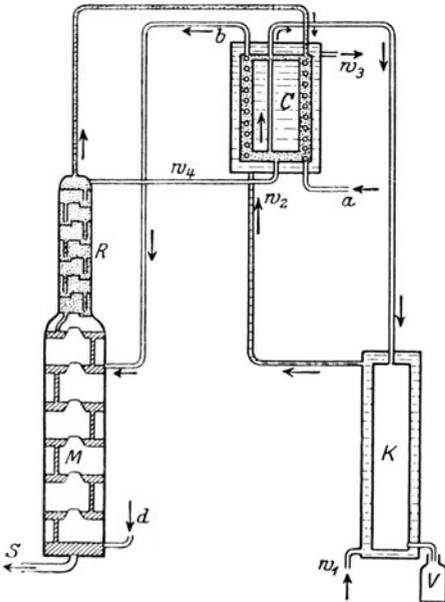


Abb. 56. Kolonnenapparat.

M = Maischekolonne. R = Rektifizierkolonne. C = Kondensator. K = Kühler. S = Schlempeablauf. V = Vorlage. a = Maisezuleitung. b = Austritt der Maise aus dem Kondensator. d = Eintritt des Dampfes. w_1 , w_2 = Eintritt des Kühlwassers in den Kühler bzw. Kondensator. w_3 = Austritt des Kühlwassers aus dem Kondensator. w_4 = Austritt des alkoholhaltigen Dampfkondensates zur Rektifizierkolonne. (Nach Strohecker.)

Die Brennerei bedarf ebenso wie die Bierbrauerei des Malzes, doch sind die Anforderungen des Brenners und Brauers an dieses Erzeugnis sehr verschieden. Der Brenner wünscht eine möglichst stickstoffreiche Gerste, die am meisten Diastase zu liefern vermag, mit deren Hilfe der Brenner die Kartoffelstärke in Zucker verwandelt. Der Brauer braucht ein möglichst stärkereiches und damit möglichst extraktreiches Malz.

Die Kartoffeln werden sorgfältig gereinigt, in besonderen Apparaten gedämpft und dann in Vormaischbottiche ausgeblasen, wobei die gedämpfte Masse weitgehend zerkleinert wird. Die Diastase verträgt in Gegenwart von Stärke hohe Temperaturen. Noch bei 85° kann sie Stärke in Zucker verwandeln. Ohne Stärke erhitzt, würde sie weit eher unwirksam werden. Beim Maischen wird die gedämpfte oder teilweise gelöste Kartoffelmasse mit dem Malzauszuge behandelt. Man wendet meist Verzuckerungstemperaturen an von $50-55^{\circ}$ und steigert sie zum Schluß auf $60-62,5^{\circ}$. Darauf wird auf Kühlapparaten auf die Anstelltemperatur von $15-18^{\circ}$ heruntergekühlt. Von dort gelangt dann die Maise in den Gärbottich und wird hier mit Hefe versetzt. Durch das Wachstum der Hefe erfolgt die Umwandlung des gebildeten Zuckers in Alkohol und CO_2 . Diese Hefe wird heute in den meisten Brennereien als sog. Kunsthefe fortlaufend gezüchtet. Man unterscheidet bei der Gärung drei Stadien, nämlich die Vor- oder Angärung, die Hauptgärung und die Nachgärung. Dann erfolgt die Destillation in Kolonnenapparaten, wobei höhere Alkohole als Fuselöl abgetrennt werden und reiner Spiritus gewonnen wird (Abb. 56).

Dieser so gewonnene reine Spiritus wird nun zur Erzeugung der gewöhnlichen Trinkbranntweine verwendet. Die zugesetzten Essenzen und Würzen bestehen aus alkoholischen Pflanzenauszügen, die aromatischen Geschmack besitzen oder künstlich hergestellten Estern oder auch aus Fuselölen. Bittere enthalten auch bitter schmeckende Pflanzenauszüge. Zur Vortäuschung eines höheren Alkoholgehaltes werden bisweilen Auszüge von Paprika und anderen scharf schmeckenden Stoffen, die sog. Branntweinschärfen verwendet, was gesetzlich verboten ist.

Liköre.

Liköre sind Zubereitungen aus Spiritus, Wasser, Zucker und Essenzen, Würzen und manchen anderen Stoffen, oft auch Stärkezucker, Farbe usw. Fruchtsaftliköre werden unter Zusatz von Fruchtsäften bereitet. So ist der Sherry Brandy eine Mischung von Kirschwasser und Kirschsirup. Eierlikör enthält Eigelb und Zucker. Eierweinbrand muß aus echtem Weinbrand bereitet sein. Gute Eierliköre sollen etwa 240 g Eimasse auf ein Liter enthalten.

Es kommt gelegentlich vor, daß der nicht versteuerte, daher billigere Methylalkohol auf Branntwein verarbeitet wird bzw. Branntweinen zugesetzt wird. Das ist nicht nur eine Verfälschung, sondern auch in hohem Maße gesundheitlich bedenklich. Auf Genuß von Methylalkohol treten starke Erkrankungen, insbesondere der Augen (Erblindungen) und oft der Tod ein¹.

Andere alkoholische Flüssigkeiten.

Noch eine Reihe anderer alkoholischer Flüssigkeiten haben eine gewisse Bedeutung.

Punsch ist eine Mischung von Arrak oder Rum mit Fruchtsaft und Zucker. Weinpunsch enthält außerdem noch Wein. Weinpunsch, Burgunderpunsch usw. sind weinhaltige Getränke. Sie müssen deshalb den Ausführungsbestimmungen nach § 10 und § 16 des Weingesetzes entsprechen und dürfen nicht unter Verwendung von den namhaft gemachten verbotenen Stoffen hergestellt werden, z. B. nicht mit Stärkesirup oder Teerfarbstoff. Punschextrakte haben dieselbe Zusammensetzung wie Punsch, sind nur 3–4 mal konzentrierter. Sie werden vor dem Genuß 3–4fach verdünnt.

Glühwein ist ein Rotwein, dem Zucker, Gewürze (meist Zimt oder Nelken), unter Umständen auch Fruchtsaft, beigemischt ist. Er wird heiß genossen. Er ist ebenfalls ein weinhaltiges Getränk und muß den Anforderungen des Weingesetzes entsprechen.

Grog ist ein mit Zucker versetzter und mit Wasser verdünnter Rum oder Arrak. Er wird heiß genossen. Grogextrakt ist mehrfach konzentriert.

Absinth und Anisette sind alkoholische Lösungen aus bitteren Kräutern mit Zusatz von Absinth-, Fenchel- und Anisöl.

Wermutwein. *Vino Wermut*, *Vino di Torino* usw. ist ein mit bitteren Kräutern, meist Wermut, aromatisierter griechischer Wein, der ursprünglich in Oberitalien hergestellt wurde.

Branntweinersatze der Kriegszeit waren alkoholfreie wässrige Aufschwemmungen von ätherischem Öle (Pfefferminz, Anis usw.).

¹ Juckenack u. Mitarbeiter: *Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel*. Bd. 24, S. 7. 1912 und Windhausen: *Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel*. Bd. 52, S. 117. 1926.

Branntweinmonopolgesetz vom 8. April 1922 (RGBl. S. 405).

Auch bei diesem Gesetze betreffen die meisten Bestimmungen Steuerfragen. Für den Nahrungsmittelchemiker sind besonders folgende Bestimmungen von Interesse:

§ 100 bestimmt, daß im Inlande Trinkbranntweine nur unter Kennzeichnung des Weingeistgehaltes in Raumbundertteilen (Volumenprozent) in den Verkehr gebracht werden dürfen. Die Kennzeichnung hat bei Lieferungen in Behältnissen von mehr als 1 l Inhalt auf der Rechnung, bei Lieferung in Behältnissen bis zu 1 l Inhalt auf dem Flaschenschild zu erfolgen.

Im Inlande dürfen Arrak, Rum und Obstbranntwein, sowie Verschnitte davon und Steinhäger¹ nur mit einem Weingeistgehalte von mindestens 38 Raumbundertteilen, sonstige Trinkbranntweine nur mit einem Weingeistgehalte von mindestens 35 Raumbundertteilen in den Verkehr gebracht werden.

Trinkbranntwein, der in Flaschen oder ähnlichen Gefäßen gewerbsmäßig verkauft oder feilgehalten wird, muß eine Bezeichnung tragen, die erkennen läßt, ob der Trinkbranntwein im Inland oder Ausland fertiggestellt ist. Außerdem sind der Fertigsteller und der Ort der Fertigstellung anzugeben, sowie der Sitz der Firma, wenn diese mit dem Orte der Fertigstellung nicht übereinstimmt.

§ 101. Unter der Bezeichnung Kornbranntwein darf nur Branntwein in den Verkehr gebracht werden, der ausschließlich aus Roggen, Weizen, Buchweizen, Hafer oder Gerste hergestellt und nicht im Würzeverfahren gewonnen worden ist. Mischungen von Kornbranntwein mit weingeisthaltigen Erzeugnissen anderer Art dürfen nicht unter der Bezeichnung Kornverschnitt oder unter einer ähnlichen Bezeichnung, die auf die Herstellung aus Korn schließen läßt, in den Verkehr gebracht werden.

§ 102. Unter der Bezeichnung Kirschwasser, Zwetschenwasser, Heidelbeergeist oder ähnlichen Bezeichnungen, die auf die Herstellung von Kirsch-, Zwetschen-, Heidelbeeren oder sonstigen Obst- und Beerenarten hinweisen, darf nur Branntwein in den Verkehr gebracht werden, der ausschließlich aus den betreffenden Obst- und Beerenarten hergestellt ist. Auch hier sind Verschnitte unzulässig.

Unter der Bezeichnung Steinhäger darf nur Trinkbranntwein in den Verkehr gebracht werden, der ausschließlich durch Abtrieb unter Verwendung von Wacholderlutter aus vergorener Wacholderbeermaische hergestellt ist.

§ 103. Die Verwendung von Branntweinschärfen ist untersagt.

§ 115. Nahrungs- und Genußmittel, insbesondere weingeisthaltige Getränke, Heil-, Vorbeugungs-, Kräftigungsmittel, Riechmittel und Mittel zur Reinigung, Pflege oder Färbung der Haut, des Haares, der Nägel oder der Mundhöhle, dürfen nicht so hergestellt werden, daß sie Methylalkohol enthalten. Zubereitungen dieser Art, die Methylalkohol enthalten, dürfen nicht in den Verkehr gebracht oder aus dem Auslande eingeführt werden. Ausnahmen sind zugelassen für Formaldehydlösungen, deren Methylalkoholgehalt auf den Formaldehyd zurückgeht, sowie für Zubereitungen, in denen sich geringe Mengen von Methylalkohol aus darin enthaltenen Methylverbindungen gebildet haben oder infolge natürlicher Vorgänge entstanden sind.

§ 116. Gemische von Branntweinhefe mit Bierhefe dürfen weder in den Verkehr gebracht werden, noch in gewerbsmäßigem Verkehr angekündigt oder vorrätig gehalten werden. Branntweinhefe im Sinne des Gesetzes ist die bei der Branntweinbereitung aus zuckerhaltigen Stoffen erzeugte obergärrige Frischhefe. Bierhefe ist diejenige Frischhefe, die bei der Bierbereitung aus den zugelassenen Stoffen gewonnen ist.

Branntwein- und Bierhefe, die einen Zusatz von anderen Stoffen erhalten hat, darf nicht in den Verkehr gebracht werden.

Zu diesem Gesetze sind am 9. Dezember 1922 (Zentralbl. f. d. Deutsche Reich, S. 707) Ausführungsbestimmungen ergangen, welche die verschiedenen Bestimmungen näher erläutern. So sind über die Art der Kennzeichnung genaue Angaben gemacht.

Von den Vorschriften des § 100 über den Alkoholgehalt von Trinkbranntwein ist von der Reichsmonopolverwaltung am 18. Juni 1922 (Reichsanzeiger Nr. 142 vom 21. Juni 1922) folgende Ausnahme zugelassen worden:

Für Eier- und Schokoladenliköre wird der zulässige Mindestgehalt an Weingeist auf 20, für Kakao-, Tee- und Kaffeeliköre, sowie für schwedischen Punsch auf 25, für alle übrigen Liköre einschließlich der Bitterliköre auf 30 Raumbundertteile festgesetzt.

Als Liköre im Sinne dieser Vorschriften gelten nur solche süßen Branntweine, die mindestens 20 vom Hundert Extrakt enthalten.

Ferner ist am 27. April 1923 (RGBl. S. 257) ein Gesetz über den Verkehr mit Absinth ergangen. Es verbietet, Absinthbranntwein oder die dazu dienenden Grundstoffe herzustellen, einzuführen, feilzuhalten und zu verkaufen, unbeschadet der Verwendung

¹ Wacholder, nur 35% Alkohol.

kleiner Mengen von Wermutkraut zur Geschmacksverbesserung von Trinkbranntweinen. Wermutöl oder Thujon (Tanaceton) darf bei der Herstellung von Trinkbranntweinen oder alkoholischen Getränken anderer Art nicht verwendet, vorrätig gehalten oder in den Verkehr gebracht werden. Auch dürfen keine Anweisungen zur Herstellung dieser verbotenen Getränke angekündigt oder verkauft werden.

G. Büttner¹ hat im Auftrage des Vereins deutscher Nahrungsmittelchemiker auf Grund der neuen gesetzlichen Bestimmungen die an die verschiedenen Branntweine zu stellenden Anforderungen übersichtlich wie folgt zusammengestellt:

Begriffsbestimmungen.

Trinkbranntweine sind alkoholische Getränke, die entweder durch Destillation alkoholhaltiger Flüssigkeiten oder auf kaltem Wege aus Alkohol verschiedenen Ursprungs, Wasser, sowie Geruch- und Geschmacksstoffen verschiedenen Ursprungs hergestellt werden.

Als Alkohol im Sinne dieser Begriffsbestimmungen ist nur Äthylalkohol anzusehen.

1. Weinbrand.

Trinkbranntwein, dessen Alkohol ausschließlich aus Wein gewonnen, und der nach Art des Kognaks hergestellt ist², darf im geschäftlichen Verkehr als Weinbrand bezeichnet werden.

Trinkbranntwein, der neben Weinbrand Alkohol anderer Art enthält, darf als Weinbranntverschnitt bezeichnet werden, wenn mindestens $\frac{1}{10}$ des Alkohols aus Weinbrand stammt.

Andere Getränke und Grundstoffe zu Getränken dürfen nicht als Weinbrand oder mit einer das Wort Weinbrand enthaltenden Wortverbindung oder Wortzusammensetzung bezeichnet werden, auch darf das Wort Weinbrand kein Bestandteil anderer Angaben der Flaschenaufschrift sein. Die Bezeichnung Eierweinbrand ist jedoch zulässig.

Über das Wort „Kognak“ und seinen gesetzlichen Schutz im Verkehr mit Trinkbranntwein vgl. § 18 des Weingesetzes vom 7. April 1909 in der Fassung vom 1. Februar 1923 (S. 293).

Weinbrand und Weinbrandverschnitt müssen in 100 Raumteilen mindestens 38 Raumteile Alkohol enthalten. An Zusätzen zu Weinbrand sind nur die in der Verordnung vom 27. Juni 1914 in der Fassung vom 7. April 1923 aufgeführten Stoffe gestattet (S. 296).

Die Verwendung von Teerfarbstoffen bei der Herstellung von Weinbrandverschnitt sollte künftig schlechthin verboten werden.

2. Rum.

Als Rum ist zur Zeit solcher Trinkbranntwein anzusehen, der in den Erzeugungsländern nach den dort üblichen und anerkannten Verfahren aus dem Saft, dem Ablauf, dem Abschaum sowie auch aus anderen Rückständen des Zuckerrohres durch Gärung und Destillation gewonnen ist.

Rum, der unter Bezeichnungen in den Verkehr gebracht wird, die eine Originalware erwarten lassen (z. B. Original-Jamaika-Rum), muß sich in dem Zustande befinden, in dem er in dem Erzeugungslande, nach dem er benannt ist, gewonnen ist.

Im Inlande in Anlehnung an die Verfahren, die in den Erzeugungsländern des Rums Verwendung finden, durch Vergärung aus zuckerhaltigen Stoffen hergestellter, dem Rum ähnlicher Trinkbranntwein darf als „Deutscher Rum“ bezeichnet werden.

Trinkbranntwein, der neben Rum Alkohol anderer Art enthält, darf als Rumverschnitt bezeichnet werden, wenn mindestens $\frac{1}{10}$ des Alkohols aus Rum stammt und das Getränk in Geruch und Geschmack noch ohne weiteres den Charakter von Rum erkennen läßt.

Auf Trinkstärke herabgesetzter Rum sowie Rumverschnitt müssen in 100 Raumteilen mindestens 38 Raumteile Alkohol enthalten.

Zum Färben von Rum und Rumverschnitt sollte künftig nur noch gebrannter Zucker (Zuckerouleur) Verwendung finden.

Kunstrum ist ein ganz oder teilweise künstlich rumähnlich aromatisierter Trinkbranntwein, der in 100 Raumteilen mindestens 35 Raumteile Alkohol³ enthalten muß.

Bezeichnungen wie z. B. „Fassonrum“, „Rumfasson“ sind unzulässig.

¹ Zeitschr. f. Untersuch. d. Lebensmittel. Bd. 52. S. 102. 1926.

² Unter „Nach Art des Kognaks hergestellt“ ist vor allem eine längere Lagerung in eichenen Fässern zu verstehen.

³ Richtiger würden 38 Raumteile sein, weil der Kunstrum den Rum und Rumverschnitt ersetzen soll.

3. Arrak.

Als Arrak ist zur Zeit solcher Trinkbranntwein anzusehen, der in den Erzeugungsländern nach den dort üblichen und anerkannten Verfahren aus Reis oder aus dem Saft der Blütenkolben der Cocospalme durch Gärung und Destillation gewonnen ist.

Arrak, der unter Bezeichnungen in den Verkehr gebracht wird, die eine Originalware erwarten lassen, muß sich in dem Zustande befinden, in dem er in dem Erzeugungslande, nach dem er benannt ist, gewonnen ist.

Trinkbranntwein, der neben Arrak Alkohol anderer Art enthält, darf als Arrakverschnitt bezeichnet werden, wenn mindestens $\frac{1}{10}$ des Alkohols aus Arrak stammt und das Getränk im Geruch und Geschmack noch deutlich den Charakter von Arrak erkennen läßt.

Arrak und Arrakverschnitt müssen in 100 Raumteilen mindestens 38 Raumteile Alkohol enthalten.

Zum Färben von Arrak und Arrakverschnitt darf nur gebrannter Zucker (Zuckercoleur) Verwendung finden.

Kunstarrak ist ein ganz oder teilweise künstlich aromatisierter Trinkbranntwein, der in 100 Raumteilen mindestens 38 Raumteile Alkohol enthalten muß.

4. Obstbranntweine.

Unter der Bezeichnung Kirschwasser, Zwetschenwasser, Heidelbeergeist oder unter ähnlichen Bezeichnungen, die auf die Herstellung aus Kirschen, Zwetschen, Heidelbeeren oder aus sonstigen Obst- und Beerenarten hinweisen (Kirschbranntwein, Kirsch, Zwetschenbranntwein, Steinobstbranntwein, Kernobstbranntwein usw.) darf nur solcher Branntwein in den Verkehr gebracht werden, der ausschließlich aus den betreffenden Obst- und Beerenarten hergestellt ist¹.

Mischungen von Kirschwasser, Zwetschenwasser usw. mit weingeisthaltigen Erzeugnissen anderer Art dürfen nicht unter der Bezeichnung Kirschwasserverschnitt, Zwetschenwasserverschnitt usw. oder unter einer ähnlichen Bezeichnung, die auf die Herstellung aus Kirschwasser usw. schließen läßt, in den Verkehr gebracht werden.

Unter der Bezeichnung Steinhäger darf nur solcher Trinkbranntwein in den Verkehr gebracht werden, der ausschließlich durch Abtrieb unter Verwendung von Wacholderlutter aus vergorener Wacholdermaische hergestellt ist.

Obstbranntweine und Steinhäger müssen in 100 Raumteilen mindestens 38 Raumteile Alkohol enthalten.

Geringe Mengen Methylalkohol, die als natürlicher Bestandteil von Obstbranntweinen anzusehen sind, sind nicht zu beanstanden.

Als charakteristische Bestandteile enthalten das Kirsch- und Zwetschenwasser neben den für die Fruchtart bezeichnenden Geruch- und Geschmacksstoffen gewisse Mengen Blausäure, Benzaldehyd, Benzoesäureester und Essigsäure sowie häufig Spuren von Kupfer².

Der Gehalt der Branntweine an Blausäure schwankt und ist abhängig vom Jahrgang, von der Obstsorte und deren Reifegrad, davon, ob die Steine der Früchte vor der Vergärung mehr oder weniger stark zerkleinert werden, sowie von der Dauer des Stehenlassens der Maische und vom Alter der Branntweine.

Die Verwendung künstlicher Farbstoffe, sowie blausäure-, benzaldehyd- und nitrobenzolphaltiger Zubereitungen zur Herstellung künstlicher Steinobstbranntweine ist unzulässig.

5. Kornbranntweine.

Unter der Bezeichnung Kornbranntwein darf nur solcher Branntwein in den Verkehr gebracht werden, der ausschließlich aus Roggen, Weizen, Buchweizen, Hafer oder Gerste hergestellt und nicht im Würzverfahren gewonnen ist. Mischungen von Kornbranntwein mit weingeisthaltigen Erzeugnissen anderer Art dürfen nicht unter der Bezeichnung Kornverschnitt oder unter einer ähnlichen Bezeichnung, die auf die Herstellung aus Korn (Roggen, Weizen, Buchweizen, Hafer oder Gerste) schließen läßt, in den Verkehr gebracht werden.

Kornbranntwein muß in 100 Raumteilen mindestens 35 Raumteile Alkohol enthalten.

¹ Zur Herstellung dieser Branntweine werden die Früchte, meist ohne die Steine hierbei zu zerkleinern, in geeigneten Gefäßen eingestampft und in diesen der alkoholischen Gärung unterworfen. Nach Abschluß der Gärung, vielfach aber auch erst monatelang später, wird die Maische abdestilliert. Auf den in den kleinen Betrieben meist noch zur Anwendung gelangenden Destillierapparaten wird zuerst ein schwacher „Lutter“ gewonnen, der durch eine zweite Destillation auf höhere Alkoholstärke gebracht wird. Häufig wird hierbei ein zum unmittelbaren Genuß noch nicht geeignetes, hochprozentiges Destillat gewonnen, das durch Zusatz von Wasser auf die übliche Genußstärke herabgesetzt wird.

² Der technisch nicht vermeidbare Gehalt des Kirschwassers an Kupfer ist, zumal bei Verwendung sehr einfacher Brennapparate, durch die Berührung der sauren Destillate mit den kupfernen Kühlschlängen bedingt.

6. Sonstige Trinkbranntweine.

Hierher gehören alle unter 1—5 nicht genannten Trinkbranntweine, sofern sie weniger als 20% Extrakt enthalten. Sie werden in der Regel unter Phantasienamen in den Verkehr gebracht.

Diese Trinkbranntweine werden zum Teil durch Destillation, zum Teil auf kaltem Wege (durch Mischung von Alkohol, Wasser, alkoholischen Abtrieben und sog. Würzen) hergestellt. Die Würzen sind aromatische Flüssigkeiten, die mit Hilfe von alkoholischen Auszügen aus aromatischen Pflanzenteilen, ätherischen Ölen, künstlichen Essenzen, Ätherarten und dgl. hergestellt werden.

Da es sich im allgemeinen um Nachahmungen handelt, dürfen diese Trinkbranntweine nicht unter zur Täuschung geeigneten Bezeichnungen in den Verkehr gebracht werden.

Sie müssen in 100 Raumteilen mindestens 35 Raumteile Alkohol enthalten.

Sie müssen, ebenso wie alle anderen Trinkbranntweine, frei von Holzgeist, Branntweinschärfen aller Art sowie von gesundheitsschädlichen Stoffen sein.

Ihr Gehalt an alkoholischen Verunreinigungen (Fusel) darf, auf absoluten Alkohol berechnet, 0,6 Vol.-% nicht überschreiten.

7. Bittere.

Die hierher gehörigen Trinkbranntweine werden aus Alkohol, Wasser, Auszügen aus bitteren und aromatischen Pflanzenteilen, sowie auch unter Zusatz von aromatischen Destillaten, ätherischen Ölen, natürlichen Essenzen und Zucker hergestellt.

Ihr Alkoholgehalt soll, sofern sie weniger als 20% Extrakt enthalten, in 100 Raumteilen mindestens 35 Raumteile Alkohol, sofern sie 20% und mehr Extrakt enthalten, in 100 Raumteilen mindestens 30 Raumteile Alkohol enthalten.

Sie müssen frei von Branntweinschärfen — abgesehen von solchen scharfschmeckenden Bestandteilen von Drogen, die einen integrierenden Bestandteil bestimmter Branntweinsorten bilden —, sowie von gesundheitsschädlichen Stoffen sein. Falls sie eine Bezeichnung tragen, die die Verwendung von Wein andeutet, greifen die Bestimmungen des Weingesetzes, sowie der hierzu erlassenen Bekanntmachung des Reichskanzlers Platz.

8. Liköre.

a) Fruchtsaftliköre.

Fruchtsaftliköre (Himbeer¹, Kirsch-, Johannisbeer-, Erdbeer-, Preiselbeer-, Brombeer- Ebereschenlikör) sind Zubereitungen aus den Säften der Früchte, nach denen sie benannt sind, Alkohol, Zucker und Wasser.

Sie müssen mindestens 20% Extrakt enthalten.

Fruchtsaftliköre sollen in 100 Raumteilen mindestens 30 Raumteile Alkohol enthalten.

Bei allen Fruchtsaftlikören ist der Zusatz von künstlichen Farbstoffen schlechthin unzulässig.

Die Färbung von Fruchtsaftlikören mit Fruchtsäften oder Fruchtsaftlikören anderer Art ist zulässig, falls der stattgehabte Zusatz einwandfrei — insbesondere ohne weiteres sichtbar und verständlich — gekennzeichnet wird.

b) Cherry-Brandy.

Cherry-Brandy ist im wesentlichen eine Zubereitung aus Kirschwasser und Kirschsirup. Mithin sind an ihn dieselben Anforderungen zu stellen, die für seine Bestandteile gelten.

Er soll mindestens 20% Extrakt, sowie in 100 Raumteilen mindestens 30 Raumteile Alkohol enthalten.

c) Eierweinbrand und Eierlikör.

1. Eierweinbrand ist eine gewürzte Zubereitung aus Weinbrand, frischem Eigelb und Zucker.

¹ Unter „Himbeerlikör“ im Sinne obiger Ausführungen fallen aber nicht jene nur sog. Himbeerliköre, die nicht zum unmittelbaren Genuß als „Likör“, sondern als Zusatz zu Weißbier, kohlenensäurehaltigem Wasser usw. an Stelle von Himbeersirup Verwendung finden. Der zu diesem Zwecke hergestellte sog. Himbeerlikör muß ausschließlich aus Himbeermuttersaft, Alkohol und Zucker bestehen. Die Verwendung eines alkoholischen Destillates aus Himbeeren oder Bestandteilen von Himbeeren an Stelle von Alkohol ist nur zulässig, sofern der Alkoholgehalt des Destillates ein derartiger ist, daß durch ihn praktisch eine Wässerung nicht stattfindet.

Diese Ausführungen finden bei anderen Fruchtsaftlikören sinngemäß ebenfalls Anwendung, sobald es sich nicht um die zum unmittelbaren Genuß bestimmten Liköre, sondern um Getränke handelt, die dazu bestimmt sind, an Stelle der entsprechenden Fruchtsirupe Verwendung zu finden.

2. Eierlikör (auch Eicreme genannt) kann an Stelle von Weinbrand verdünnten Alkohol anderer Art enthalten.

Eierweinbrand und Eierlikör sollen in 100 Raumteilen mindestens 20 Raumteile Alkohol enthalten.

Zur Verhinderung der Entmischung dürfen bei der Herstellung kleine Mengen Eiklar Verwendung finden. Andere Stoffe als die vorgenannten, insbesondere Farbstoffe, Verdickungsmittel aller Art, Ersatzstoffe für Eigelb oder Zucker und chemisch konserviertes Eigelb dürfen bei der Herstellung von Eierweinbrand und Eierlikör nicht Verwendung finden.

Ihr Eigelbgehalt sollte nicht weniger als 240 g im Liter betragen.

d) Die übrigen Liköre.

Die übrigen Liköre sind mehr oder weniger Phantasieerzeugnisse, für die sich bestimmte Normen nicht aufstellen lassen. Sie werden im allgemeinen aus verdünntem Alkohol unter Zusatz von Zucker oder Stärkesirup (von letzterem namentlich bei den sog. öligen Likören), aromatischen Stoffen verschiedenster Art, sowie von natürlichen und künstlichen Farbstoffen hergestellt.

Vom Standpunkte der öffentlichen Gesundheitspflege ist zu verlangen, daß bei ihrer Herstellung keinerlei gesundheitsgefährliche Stoffe Verwendung finden.

An Alkohol sollen Schokoladenliköre in 100 Raumteilen mindestens 20 Raumteile, Kaffee-, Tee- und Kakaoliköre, sowie Schwedischer Punsch mindestens 25 Raumteile, alle übrigen mindestens 30 Raumteile enthalten.

9. Punsch-, Glühwein-, Grog-Essenzen und -Extrakte.

Sofern diese Genußmittel auch unmittelbar als Trinkbranntwein Verwendung finden sollen, unterliegen sie den an diese zu stellenden Anforderungen. Außerdem sind die einschlägigen Bestimmungen des Weingesetzes, insbesondere der §§ 15 und 16, sowie der hierzu erlassenen Ausführungsbestimmungen zu beachten.

Soweit es sich um Phantasieerzeugnisse handelt, die als solche in den Verkehr gelangen, gelten die unter 8d aufgestellten allgemeinen Grundsätze.

Alkoholfreie Getränke.

Man kann die alkoholfreien Getränke in folgende Gruppen einteilen:

1. Die natürlichen und künstlichen Mineralwässer.
2. Die Frucht- und Brauselimonaden.
3. Die künstlichen Limonaden.
4. Alkoholfreie Weine, Biere und sonstige Getränke.

Die Mineralwässer.

Als Mineralwasser bezeichnet man nach dem deutschen Bäderbuch ein Wasser, welches mehr als 1 g feste, gelöste Stoffe in einem Liter enthält oder durch einen besonders hohen Gehalt an Kohlensäure, oder durch das Vorhandensein von Stoffen, die in einem natürlichen Wasser meist nicht vorkommen, ausgezeichnet ist oder dessen Temperatur dauernd über 20° liegt.

Viele dieser Wässer haben krankheitenheilende Eigenschaften. Sie werden aber auch, wenn sie nicht abnorm schmeckende Stoffe enthalten, vielfach als tägliches Erfrischungsgetränk genossen.

Im allgemeinen soll ein natürliches Mineralwasser in dem Zustande, in dem es aus dem Boden kommt, verwendet werden. Das ist aber nicht immer möglich, da gelegentlich schlecht schmeckende Stoffe vorher zu beseitigen sind, z. B. Eisen. Dieses wird in Enteisungsanlagen, die für Mineralwässer meist nach dem offenen System (S. 350) gebaut werden müssen, entfernt. Dem zu enteisenenden Wasser wird dann bei der Abfüllung die komprimierte Quellsäure wieder zugesetzt. Bei dem Lüften des Wassers wird auch ein etwaiger Gehalt an Schwefelwasserstoff mitbeseitigt. Die vorgenommene Enteisung muß gekennzeichnet werden.

Über die Frage, welche Eingriffe in ein natürliches Mineralwasser statthaft sind, ohne daß dieses den Charakter des natürlichen Mineralwassers verliert, gilt heute unbestritten das folgende:

Ein kurz als „natürliches Mineralwasser“ bezeichnetes Wasser muß in seiner Zusammensetzung dem Quellenwasser gleich sein, bzw. es darf nur soweit verändert sein, als dieses beim Abfüllen unvermeidlich ist. Eine Benennung nach einer bestimmten Quelle setzt voraus, daß das Wasser in seiner Zusammensetzung der Quellzusammensetzung, nach welcher das Wasser benannt ist, entspricht.

Wenn Kohlensäure zugeleitet wird, so muß dieses angegeben werden. Wird die Kohlensäure der Quelle entnommen, so kann dies hervorgehoben werden, z. B.: Mineralwasser, mit seiner eigenen Kohlensäure versetzt.

Man kann die natürlichen Mineralwässer, die als alkoholfreie Erfrischungsgetränke in Frage kommen, wie folgt einteilen: Einfache Säuerlinge, viel freie Kohlensäure, wenig feste Bestandteile enthaltend (Vilbeler Wasser, alkalische Säuerlinge, neben Kohlensäure auch viel Natriumbicarbonat enthaltend (Neuenahr), alkalisch muriatische Quellen, wie vorher, nur daß auch noch beträchtliche Kochsalzmengen vorhanden sind (Niederselters, Ems).

Die Zusammensetzung einiger bekannter Mineralwässer ist nach dem Deutschen Bäderbuch¹ die folgende:

In 1000 g Wasser sind enthalten (g):

	Apollinarisbrunnen	Fachinger	Niederselters	Viktoriaquelle (Bad Ems)
Kationen:				
Natrium-Ion (Na ⁺)	0,8051	1,348	1,302	1,021
Calcium-Ion (Ca ⁺⁺)	0,0989	0,1740	0,1235	0,06294
Magnesium-Ion (Mg ⁺⁺)	0,143	0,1095	0,05845	0,03811
Ferro-Ion (Fe ⁺⁺)	0,0026	0,001826	0,001456	0,001304
Kalium-Ion (K ⁺)	—	0,04243	0,03010	0,01971
Lithium-Ion (Li ⁺)	—	0,000863	0,000594	0,000873
Ammonium-Ion (NH ₄ ⁺)	—	0,000519	0,001800	0,001872
Strontium-Ion (Sr ⁺⁺)	—	0,001843	0,001298	0,001275
Barium-Ion (Ba ⁺⁺)	—	0,000171	0,000115	0,000194
Mangano-Ion (Mn ⁺⁺)	—	0,003031	0,000254	0,000107
Aluminium-Ion (Al ⁺⁺⁺)	—	—	0,000099	—
Anionen:				
Chlor-Ion (Cl ⁻)	0,265	0,4022	1,425	0,6161
Sulfat-Ion (SO ₄ ^{''})	0,167	0,02631	0,02549	0,3684
Hydrocarbonat-Ion (HCO ₃ ['])	2,484	4,009	1,688	2,026
Brom-Ion (Br ⁻)	—	0,000189	0,000708	0,000382
Jod-Ion (J ⁻)	—	0,000008	0,000028	0,000010
Hydrophosphat-Ion (HPO ₄ ^{''})	—	—	0,000504	0,000276
Nitrat-Ion (NO ₃ ['])	—	0,000704	0,004529	—
	3,966	6,121	4,664	3,827
Kieselsäure (meta) (H ₂ SiO ₃)	0,030	0,03310	0,02758	0,06323
Borsäure (meta) (HBO ₂)	—	0,000355	—	—
	3,996	6,154	4,692	3,890
Freies Kohlendioxyd (CO ₂)	2,042	1,784	2,238	1,050
Freier Stickstoff (N ₂)	—	—	0,004070	—
	6,038	7,938	6,934	4,940

Als tägliches Erfrischungsgetränk werden auch vielfach künstlich hergestellte Mineralwässer verwendet, welche meist den Namen Sodawasser oder künstliches Selterswasser tragen. Diese Produkte erzeugt man in der

¹ Verlag von Weber, Leipzig 1907.

Weise, daß man in einem Mischkessel Lösungen von Kochsalz-, Natriumcarbonat und kleinen Mengen anderer Salze herstellt. Auf den geschlossenen Kessel wird dann mit Hilfe einer Bombe mit flüssiger Kohlensäure Kohlendruck gesetzt und damit die Flüssigkeit mit Kohlensäure imprägniert. Mit besonderen Vorrichtungen wird das Wasser dann auf Flaschen abgezogen.

Bewährte Mischungen für 100 l Leitungswasser sind 100–150 g kristallisiertes Natriumcarbonat und 150–200 g Kochsalz.

Bei Verwendung von weichem oder destilliertem Wasser sind noch 67 g kristallisiertes Chlorcalcium und 50 g kristallisiertes Chlormagnesium zuzugeben.

Die Frucht- und Brauselimonaden.

Diese Getränke sind Mischungen von echtem Fruchtsaft mit Mineralwasser. Sie werden kurz vor dem Genusse zusammengemischt. Es ist recht schwierig, diese Getränke auch auf Vorrat herzustellen. Wahrscheinlich infolge enzymatischer Wirkungen finden beim Aufbewahren derartiger Mischungen Zersetzungen des Farbstoffes, der Aromastoffe, sowie der Proteinstoffe der Fruchtsäfte statt, welche ein Verfärben, Niederschlagbildung und Vernichtung oder starke Schädigung des Aromas im Gefolge haben. Auch wird die Fruchtsäure durch das Natriumbicarbonat neutralisiert.

Die künstlichen Limonaden.

Diese Schwierigkeiten haben zur Herstellung der künstlichen Brauselimonaden geführt. Diese werden durch Verdünnung eines konzentrierten Grundstoffes, des sog. Limonadensirups, mit Wasser oder Mineralwasser und Imprägnierung mit Kohlensäure (wie oben) gewonnen. Die Limonadensirupe sind wässrige Lösungen von Zucker, organischen Säuren, wie Weinsäure, Citronensäure u. a. und Essenzen, die ein Fruchtaroma besitzen. Diese Essenzen werden gewonnen durch Wasserdampfdestillation der betreffenden Frucht mit oder ohne Alkohol. Die wichtigsten Aromastoffe sind an die ätherischen Öle in den Früchten gebunden. Es sind in ihnen Stoffe vertreten, die zu sehr verschiedenen Körperklassen gehören, nämlich Kohlenwasserstoffe und sauerstoffhaltige Abkömmlinge dieser Kohlenwasserstoffe wie Alkohole, Aldehyde, Ketone, Säuren, Phenole und deren Abkömmlinge, Lactone, sowie stickstoff- und schwefelhaltige Verbindungen. Das Verfahren der Herstellung der Essenzen kann je nach der Art der Essenzen vielfach variiert werden, je nachdem ob das Aroma bei der Destillation zerstört wird, ob es bei vorheriger Vergärung des Zuckers zu- oder abnimmt, ob es von Preßrückständen mehr oder weniger festgehalten wird u. a. m. Bisweilen werden auch künstlich hergestellte Ester, welche ein Fruchtaroma besitzen, verwendet. So finden z. B. Ameisensäurer, buttersaurer und essigsaurer Äthyl- und Amylester Verwendung, welche stark obstartig aromatischen Geruch und Geschmack besitzen. Auch salpetrigsaurer Äthylester soll in Betracht kommen. Hergestellt werden diese Ester, indem die Natriumsalze der betreffenden Säuren gelöst in Äthyl- bzw. Amylalkohol mit konzentrierter Schwefelsäure gekocht und der dabei sich bildende Ester abdestilliert wird. Diese Kunstessenzen sind meist gefärbte alkoholische Lösungen dieser Ester. Eine vom Verein deutscher Nahrungsmittelchemiker¹ angestrebte Forderung ist, diese Kunstester ganz zu verbieten. Die künstlichen Brauselimonaden mit Fruchtaroma werden auch gewöhnlich künstlich mit Teerfarbstoffen meist braun, gelb, grün oder rot gefärbt. Die natürlichen Fruchtsäfte haben die

¹ Beythien: Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 12, S. 35. 1906.

Eigenschaft, beim Zugießen von kohlenensäurehaltigem Wasser zu schäumen. Um bei den künstlichen Limonaden diesen Schaum ebenfalls hervorzubringen, werden vielfach Schaummittel zugesetzt. Manche Pflanzen enthalten Saponine, welche, mit Wasser zusammengebracht, ein Schäumen bewirken. Es werden deshalb Auszüge aus Quillajarinde, Seifenwurzel, Roßkastanie und anderen Pflanzen verwendet. Es gibt zwar auch Schaummittel, die ausgesprochen giftige Eigenschaften haben, es gibt aber auch solche Saponine, welche von verschiedenen medizinischen Sachverständigen für ungiftig erklärt worden sind. Giftig wirkende Schaummittel zu verwenden ist natürlich nach § 12ff. des Nahrungsmittelgesetzes verboten. Aber auch die Verwendung der ungiftigen Schaummittel ist zum mindesten nicht erfreulich. Da es sich aber bei diesen Erzeugnissen um Kunstprodukte handelt, so ist gegen ungiftige Schaummittel in diesen Getränken nicht viel auszurichten. Der Verein deutscher Nahrungsmittelchemiker (a. a. O.) hat auch hier die Forderung erhoben, die Verwendung von Saponin ganz zu verbieten.

Luhmann gibt folgende Zusammensetzung für nachstehende Limonadensirupe:

Art des Sirups	Zuckersirup 60%	Citronen- oder Weinsäure- lösung 58%	Frucht- essenz	Farblösung 5%	Saponin- lösung 10%
Aroma von	kg	kg	kg	kg	kg
Apfel.	100	1,0	2,5	0,5 (gelb)	0,5
Apfelsinen	100	0,9	1,5	0,5 (gelb)	0,5
Erdbeer	100	0,5	2,5	0,3 (rot)	0,5
Himbeer	100	0,5	2,5	0,5 (rot)	0,5
Johannisbeer	100	1,0	2,5	0,5 (rot)	0,5
Kirsch	100	0,5	1,5	0,3 (rot)	0,5
Waldmeister	100	0,5	2,0	0,2 (grün)	0,5
Citronen	100	1,0	1,5	0,5 (gelb)	0,5

Diese Limonadensirupe sind zur Herstellung der fertigen Getränke 10fach mit kohlenensäurehaltigem Wasser zu verdünnen.

Durch eine Provinzialverordnung über den Verkehr mit kohlenensäurehaltigen Getränken vom Jahre 1913, die in allen preußischen Provinzen ergangen ist, ist bestimmt, daß unter der Bezeichnung Frucht- oder Brauselimonade nur Produkte aus Fruchtsäften, Zucker und Mineralwasser verkauft und feilgehalten werden dürfen. Enthalten diese Erzeugnisse andere als die genannten Stoffe, wie Farbe, Essenz, Schaummittel, so müssen sie deutlich als Kunstprodukte gekennzeichnet werden.

Nach den Ausführungsbestimmungen des Süßstoffgesetzes dürfen Limonaden auch unter Verwendung von künstlichem Süßstoff hergestellt werden, wobei natürlich die Verwendung des Süßstoffes deklariert werden muß (S. 218).

Alkoholfreie Weine, Biere und sonstige Getränke.

Die alkoholfreien Weine werden in der Weise bereitet, daß man fertige Weine von Alkohol und dem Fuselöl befreit, sich dabei aber bemüht, das Bukett sonst möglichst zu erhalten. Vielfach wird die Herstellung dieser Erzeugnisse mit der Herstellung von Weinbrand verbunden¹. Der Rückstand von der Destillation des Weinbrandes wird nach Abkühlung in die Vorlage des Vakuumdestillierapparates gebracht, damit er die zuerst übergehenden

¹ Nach Lehmann.

flüchtigen Bukettstoffe des Weines aufnimmt. Da der Wein bei der Destillation Säure verloren hat, wird dem mit den Bukettstoffen in dieser Weise wieder versetzten Rückstand meist etwas Weinsäure und Invertzucker zugesetzt. Darauf wird mit destilliertem Wasser auf das ursprüngliche Weinvolumen wieder verdünnt. Meist bringt man durch diese Zusätze den Zucker- und Säuregehalt auf den Gehalt, wie ihn normaler Traubenmost aufweist. Die geklärte Flüssigkeit wird dann noch mit Kohlensäure behandelt. Da das Erzeugnis nicht haltbar ist, muß es in Flaschen pasteurisiert und in sterilem Zustande aufgehoben werden.

Die auf diese Weise gewonnenen Erzeugnisse haben einen weinähnlichen Geschmack, wenn das Bukett auch wegen des fehlenden Alkoholgehaltes und des Fehlens der Fuselöle und anderer Bukettstoffe wesentlich von dem eigentlichen Weinbukett abweicht.

Alkoholfreie Biere in ähnlicher Weise herzustellen, hat sich nicht bewährt. Alkoholarme Biere erzeugen viele Brauereien in der Weise, daß die gehopfte Würze teilweise vergoren wird und das vergorene Getränk dann mit weiteren Mengen unvergorener Würze verdünnt wird. Gewöhnlich wird das Getränk dann durch Farbmalz dunkel gefärbt. Den Alkoholgehalt kann man dabei auf 1% herunterdrücken. Sein Aroma verdankt das Getränk dem Malz, dem vergorenen Malz und dem Hopfen. Auch diese Getränke halten sich natürlich nicht und müssen in pasteurisiertem Zustande in Flaschen aufgehoben werden. Diese alkoholarmen Biere werden als Kräftigungsgetränke von werdenden und stillenden Müttern, sowie von Kindern viel genossen. Durch den beträchtlichen Zuckergehalt sind sie als Nahrungsmittel anzusehen. Ihren besonderen Wert als Kräftigungsmittel verdanken sie wohl dem Gehalt an Vitaminen, besonders an C-Vitamin, welches im Malz in großen Mengen vorhanden ist. Lu h m a n n fand in einem derartigen alkoholarmen Bier des Höchster Brauhauses folgende Zusammensetzung in 100 ccm: Extrakt: 7,048 g, Zucker 3,333 g, Protein: 0,284 g, Asche: 0,116 g, Phosphor: 0,041 g, Alkohol: 1,302 g, Kohlensäure: 0,285 g.

Schließlich sei noch erwähnt, daß auch durch Gärung aus zuckerhaltigen Flüssigkeiten mit anderen Organismen als Hefen, insbesondere den Milchsäurebakterien, Getränke hergestellt werden, welche keinen Alkohol enthalten. Auf diesem Weg wird z. B. das Chabesogetränk, ein aus Magermilchmolke durch Milchsäuregärung hergestelltes alkoholfreies Erfrischungsgetränk gewonnen.

Von allen als „alkoholfrei“ bezeichneten Getränken verlangt die Nahrungsmittelkontrolle, daß der Alkoholgehalt höchstens 0,5 g in 100 ccm beträgt. Die oben erwähnten Getränke sind also keine alkoholfreien, sondern alkoholarme Biere und sind als solche zu kennzeichnen.

Neunter Abschnitt.

Die Würzmittel.

Essig.

Der Essig ist das bekannte saure Gewürz- und Genußmittel, welches in der Hauptsache aus verdünnter Essigsäure besteht. Der Essig wird auf verschiedenem Wege hergestellt. Das Reichsgesundheitsamt hat in den unten angegebenen Begriffsbestimmungen vorgeschlagen, nur den durch Gärung gewonnenen Essig als Essig zu bezeichnen, während Holzessig und anderer

Essig Kunstessig genannt werden soll. Diese Vorschläge sind vor dem Kriege gemacht worden, unter anderen wirtschaftlichen Verhältnissen. Es ist nicht anzunehmen, daß sie gesetzlich bindende Kraft erhalten werden. Man kann also vorläufig daran festhalten, daß jeder Essig, wie er auch hergestellt sei, als Essig bezeichnet werden darf, und daß die Bezeichnung Kunstessig nicht für bestimmte Erzeugnisse angewendet werden braucht.

Gärungsessig.

Herstellung, Der Gärungsessig wird gewonnen, indem man verdünnte alkoholische Flüssigkeiten über die sog. Essigbildner laufen läßt. Diese sind Gefäße, welche mit Hobelspänen oder ähnlichem sperrenden Material mit großer Oberfläche gefüllt sind (Abb. 57). Die alkoholischen Flüssigkeiten, welche auf etwa 6–10 % Alkohol verdünnt werden, tropfen bei Temperaturen von 26–27° durch die Gefäße. Die Hobelspäne bedecken sich bald mit einer weißen Haut, welche die Praktiker die Essigmutter nennen. Diese Essigmutter besteht aus zahllosen Essigbakterien (*Mycoderma aceti*). Diese Pilze sind sehr luftbedürftig und verwandeln durch ihren Lebensvorgang den Alkohol der Flüssigkeit in Essigsäure, gemäß folgender Gleichung:



Die Essigpilze wurden schon im Kapitel Wein erwähnt. Sie bewirken beim Wein den unangenehmen Essigstich. Was bei dem Wein eine Krankheit ist, wird bei der Essigfabrikation absichtlich begünstigt und hervorgerufen, das Wachstum der *Mycodermapilze*. Die durchgelaufene Flüssigkeit wird mehrfach wieder zurückgegossen auf die Bildner. Ein drei- bis viermaliges Durchlaufen der alkoholischen Flüssigkeit durch den Essigbildner bei geeigneter Temperatur genügt, um praktisch allen Alkohol der Flüssigkeit in Essigsäure zu verwandeln.

Bei dem gewöhnlichen Verfahren, wie es oben geschildert wurde, werden nun höchstens 4–6% Essigsäure gebildet. Man erhält einen höheren Essigsäuregehalt wenn man zu dem so gewonnenen Erzeugnis nochmals Alkohol zusetzt und nun das Durchlaufen durch die Bildner wiederholt. Es gelingt aber nicht auf diesem Wege durch öftere Wiederholung des Verfahrens einen höheren Essigsäuregehalt zu gewinnen als 12–14%. Ebenso wie es nicht möglich ist, durch Gärung einen höheren Alkoholgehalt als 12% herzustellen, ebensowenig kann man den Essigsäuregehalt über eine bestimmte Grenze bringen. Alkohol sowohl wie Essigsäure sind nämlich die Stoffwechselprodukte der betreffenden Mikroorganismen, der Hefe- und der *Mycodermapilze*. Reichern

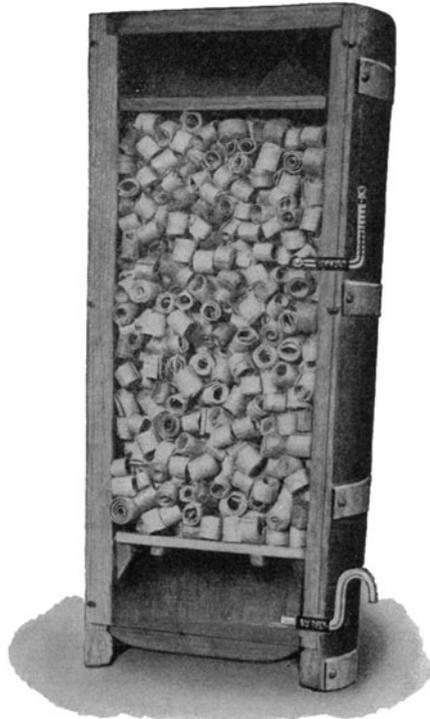


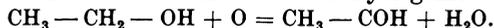
Abb. 57. Schnitt durch einen Essigbildner. (Nach Muspratt.)

sich diese Stoffwechselprodukte in der Flüssigkeit über eine bestimmte Menge hinaus an, so wirken sie für die Organismen giftig, die dann die weitere Produktion einstellen.

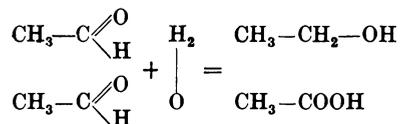
Weinessig. Eine besonders wertvolle Art des Gärungsessigs ist der Weinessig. Nach Handelsgebrauch muß Weinessig aus einer Maische hergestellt sein, die wenigstens 20% Wein enthalten hat. Ein Essig, der aus einer Maische bereitet ist, die keinen Alkohol anderer Art als solchen aus Wein enthielt, heißt im Handel „reiner Weinessig“. Die Grundsätze des Reichsgesundheitsamtes (S. 325) verlangen, daß ein Erzeugnis, welches Weinessig genannt wird, restlos aus Wein bereitet sein muß. Der 20%ige Weinessig soll Weinessigverschnitt genannt werden. Dieser Standpunkt ist recht erfreulich und wird hoffentlich im neuen Lebensmittelgesetz bindende Kraft erhalten. Einstweilen ist das noch nicht der Fall. Der Weinessig wird gewöhnlich nach dem Orleans-Verfahren hergestellt. Ein Essigbildner wird zunächst mit Essig etwa halb gefüllt, wenig Wein zugegeben und diese Weinzugaben jeden Tag so lange wiederholt, bis das Faß gefüllt ist, also ebensoviel Wein als Essig erhalten hat. Dann zieht man erstmalig die Hälfte des Inhaltes ab. Nun wird wieder Wein aufgegeben und nach einer gewissen Zeit wieder Essig abgezogen. Im allgemeinen kann man einem Bildner alle 8 Tage 10 Liter Wein zugeben und aus ihm ebensoviel Weinessig abziehen.

Aus einer Biermaische gewinnt man in entsprechender Weise den Bieressig, aus verdünntem Obstwein den Obstweinessig usw.

Der Verlauf der Essiggärung. Neuberg und seine Mitarbeiter¹, welche den Verlauf der alkoholischen Gärung aufgeklärt haben, haben auch neuerdings den Verlauf der Essiggärung studiert und dabei die interessante Beobachtung gemacht, daß die Essiggärung in ähnlicher Weise wie die alkoholische Gärung halb vorwärts und halb rückwärts verläuft. Die Essigsäurebakterien verwandeln zunächst den Alkohol in Acetaldehyd gemäß der Gleichung:



Ein Enzym, welches von den Essigbakterien gebildet wird, die Aldehydrase, bewirkt die sog. Dismutation des Aldehyds. 2 Moleküle Acetaldehyd gehen mit Wasser eine Canizarrosche Reaktion ein, gemäß der nachstehenden Gleichung:



Ein Molekül Aldehyd wird also zu Essigsäure oxydiert, ein anderes Molekül wird dagegen wieder zu Alkohol reduziert. Der Alkohol wird wiederum in Aldehyd verwandelt. Dieser zerfällt abermals in Essigsäure und Alkohol usw. bis schließlich aller Alkohol in Essigsäure umgebildet ist.

Andere Stoffe im Gärungsessig. Im Gärungsessig sind in kleinen Mengen einige andere Körper als Essigsäure vorhanden, so Alkohol, Acetaldehyd, Furfurol, Glycerin und in ganz winzigen Mengen auch Ameisensäure. Weinessig enthält als charakteristischen Bestandteil Methylacetylcarbinol² $\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{OH}) - \text{COCH}_3$, und wie Verfasser mit Kiesgen³ feststellte, formoltitrierbare Stoffe, wodurch er von gewöhnlichem Gärungsessig unterschieden werden kann. Auch die im Wein vorkommenden organischen Säuren (Weinsäure, Äpfelsäure, Bernsteinsäure, Milchsäure) kommen natürlich im Weinessig vor.

¹ Die Naturwissenschaften. Bd. 14, S. 758. 1926.

² Reif: Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 48. 1924.

³ Zeitschr. f. Untersuch. d. Lebensmittel. Bd. 53, S. 131. 1927.

Der Holzessig.

Unterwirft man Holz der trockenen Destillation unter Luftabschluß, so erhält man ein wässeriges und ein teeriges Destillat. Letzteres ist der Holzteer, ersteres der rohe Holzessig. Es ist eine braune, stark empyreumatisch riechende Flüssigkeit, die beträchtliche Mengen von Essigsäure enthält. Daneben sind alle möglichen chemischen Körper vorhanden wie Methylalkohol, Aceton, Formaldehyd, Phenol, Ameisensäure u. a. Aus diesem rohen Holzessig gewinnt man in folgender Weise reine Essigsäure: Man neutralisiert zunächst mit Kalk und dampft ein; so erhält man den noch durch andere Substanzen verunreinigten essigsauren Kalk. Von diesen Verunreinigungen wird er durch Erhitzen auf 220–230° befreit, wobei die meisten Verunreinigungen sich zersetzen, während essigsaurer Kalk bei dieser Temperatur unangegriffen bleibt. Das so behandelte Acetat wird nun durch Schwefelsäure oder Salzsäure zersetzt und die Essigsäure wird durch Destillation gewonnen. Unter Umständen wird das Destillat nochmals behandelt, z. B. mit Kaliumbichromat und abermals destilliert. Man erhält so eine recht reine, hochkonzentrierte Essigsäure.

Der Holzessig kann, je nach dem Grade, in dem er gereinigt worden ist, in mehr oder weniger beträchtlichen Mengen andere Stoffe enthalten, so Alkohole (Methyl, Äthyl, Allyl), Aldehyde und Ketone (Acetaldehyd, Aceton, Furfurol, Formaldehyd), andere organische Säuren (Ameisensäure, Buttersäure, Propionsäure, Crotonsäure u. a.), schließlich Kohlenwasserstoffe und Phenole, Kresole, Guajacole. Gut gereinigter Holzessig und die aus ihm hergestellten Essenzen können auf 100 g Essigsäure 0,3–0,5 g Ameisensäure aufweisen.

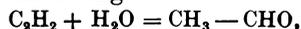
Der Holzessig wird gewöhnlich in Form der Essigessenz für Speisezwecke in den Verkehr gebracht. Die Essigessenz ist eine mit Geruchs- und Geschmacksstoffen versehene Essigsäure, die auf 80% Essigsäuregehalt gestellt wird. Der Verbrauchessig wird aus dieser Essigessenz durch Verdünnung mit Wasser hergestellt.

Auf Grund des § 5 des Nahrungsmittelgesetzes hat der Bundesrat am 14. Juli 1908 eine Verordnung erlassen (RGBl. S. 475), welche folgende Anordnungen trifft: Die Essigessenz darf nur in ganz besonderen Flaschen in den Handel gebracht werden, die mit besonderem Verschuß versehen sind, der nur eine tropfenweise Entnahme der Essenz aus der Flasche gestattet. Diese müssen ferner verschiedene Angaben tragen, insbesondere die mit besonderer Farbe hergestellte Schrift: Vorsicht! Unverdünnt lebensgefährlich. Schließlich bestimmt die Verordnung noch, daß der Essigsäuregehalt bei Essigessenz wenigstens 80% betragen muß.

Carbidessig.

In den letzten Jahren ist in immer steigendem Maße Essigsäure auch aus Acetylen bzw. Calciumcarbid fabriziert worden. Die J. G. Farbenindustrie A.-G. Frankfurt a. M., sowie die ihr nahestehende D. A. Wacker, Gesellschaft für elektrische Industrie, München, haben große Anlagen für die Herstellung von Carbidessig geschaffen. Die ursprünglich von Kutschelow herrührende Überführung von Acetylen und Acetaldehyd mittels Hg-Salzen ist in diesen Werken (Duden, Mugdan und J. Heß) zu einem rationalen Betriebsverfahren ausgebildet worden. Der Fabrikationsvorgang ist etwa folgender:

Durch Einbringen von Calciumcarbid in Wasser wird Acetylen bereitet. Das Gas wird in einen Mischkessel eingeleitet, welcher als Katalysator Quecksilber bzw. Quecksilbersalze enthält. Unter Köhlen wird an das Acetylen unter dem Einfluß des Katalysators Wasser angelagert. Es geht also in Acetaldehyd über gemäß der Gleichung:



während die diese Reaktion vermittelnden Hg-Verbindungen allmählich unwirksam werden und in geeigneter Weise regeneriert werden müssen. Der gebildete Acetaldehyd verdampft aus dem Mischkessel, wird durch Kühlung verdichtet und dann sorgfältig destilliert.

Das nicht umgewandelte Acetylen wird in den Betrieb zurückgeleitet. Der reine Acetaldehyd wird nun mit Sauerstoff, der nach Lindes Verfahren hergestellt wird, im Mischkessel unter Zusatz gewisser Salze als Katalysatoren in Essigsäure übergeführt. Die so gewonnene Rohsäure wird durch Destillation gereinigt. Für die Herstellung von Speiseessig wird dieses Destillat mit Kaliumpermanganat behandelt und dann nochmals destilliert. Das so gewonnene Produkt ist nahezu reine Essigsäure und kann unbedenklich auch für Speisezwecke Verwendung finden. Es wird in derselben Weise wie der Holzessig auch zu Essigessenz verarbeitet.

Nach Reif¹ kann der Carbidessig an Nebenprodukten enthalten Quecksilber, etwaige andere zur Verwendung gelangten Metallkatalysatoren und organische Verunreinigungen. Unter den letzteren können vorhanden sein Crotonaldehyd und Crotonsäure ($\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CHO}$ bzw. $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{COOH}$), β -Oxybuttersäure, Acetaldehyd, Paraldehyd, Aceton, Formaldehyd und Ameisensäure. Er untersuchte eine Rohsäure, eine technisch reine Säure und eine chemisch reine Säure (für Lebensmittelzwecke) auf diese Verunreinigungen. Die Rohsäure enthielt beträchtliche Mengen an Metallen und organischen Verunreinigungen, die technisch reine Säure enthielt nur geringe Mengen davon und die chemisch reine Säure war frei von gesundheitsschädlichen Stoffen.

Unterscheidung der verschiedenen Essigarten.

Man kann den Essig unterscheiden nach der Art der Herstellung in Gärungsessig, Holzessig, Carbidessig, wie oben näher erläutert. Bei dem Gärungsessig kann man nach der Art der verwendeten Rohstoffe wiederum Weinessig, Bieressig, Obstweinessig und gewöhnlichen Spritessig unterscheiden.

Man unterscheidet den Essig aber auch nach dem Gehalt an Essigsäure:

Gewöhnlicher Handelsessig, Tafelessig usf. Dieser muß mindestens 3,5% Essigsäure enthalten.

Einmachessig, der wenigstens 5% Essigsäure enthalten muß.

Doppelessig, der wenigstens 7% Essigsäure enthalten muß.

Dreifachessig, auch Essigsprit genannt, der wenigstens 10,5% Essigsäure enthalten muß.

Jeder Weinessig muß wenigstens 5% Essigsäure aufweisen.

Verfälschung, Verunreinigung und Verdorbenheit.

Essig wird vielfach verdünnt. Das macht das Erzeugnis nicht nur minderwertiger, sondern es leistet auch der Entwicklung von kleinen Würmern, den Essigälchen (*Anguillula*) Vorschub. Diese sind Würmchen, die bis 1 mm lang werden und sich in lebhaft schlängelnder Bewegung durch den Essig bewegen. Vereinzelt Essigälchen sind häufig in Essig vorhanden. Krankheiten bewirken die Essigälchen nicht, sie sind also nicht als gesundheitsschädlich anzusehen; aber ihre Anwesenheit in größeren Mengen macht einen Essig ekelregend und für den Genuß für Menschen ungeeignet.

Es soll gelegentlich vorgekommen sein, daß ein Essig durch Zusatz von Mineralsäure (Schwefelsäure oder Salzsäure) verfälscht worden ist. Das ist selbstverständlich in hohem Grade gesundheitsgefährlich. Indessen dürfte

¹ Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 48, S. 277. 1924.

diese Verfälschung nur sehr selten vorkommen. Häufiger dagegen kommt es vor, daß andere organische Säuren Verwendung finden. Ohne weiteres unstatthaft ist es, Oxalsäure zu verwenden, weil diese gesundheitsschädlich ist. Citronensäure dem Essig zuzusetzen, ist gegen Deklaration gestattet. Wenn der Essig Citronenessig genannt werden soll, so muß echter Citronensaft zugesetzt sein.

Bisweilen kommt Essig mit Metallgefäßen in Berührung; es finden sich dann infolge der lösenden Wirkung der Säure auf die Metalle in kleinen Mengen Metallsalze im Essig vor. Eisensalze machen schon in kleinen Mengen den Essig trübe, unansehnlich (basische Eisenacetate) und tintig schmeckend. Derartige Essig ist verdorben. Das Vorhandensein von Schwermetallsalzen, besonders Blei, ist in hohem Maße gesundheitlich bedenklich.

Ein Weinessig muß aus einer Maische bereitet sein, die wenigstens 20% Wein enthalten hat. Reiner Weinessig muß restlos aus Wein gewonnen sein. Es kommt sehr häufig vor, daß gewöhnliche Essige mit etwas höherem Essigsäuregehalte irreführend Weinessig genannt werden.

Künstliche Färbung von Essig ist bisher nicht verboten.

Grundsätze des Reichsgesundheitsamtes.

Das Reichsgesundheitsamt hat in seinen Entwürfen zu Festsetzungen über Lebensmittel (Berlin 1912, Verlag Julius Springer) folgende Begriffsbestimmungen, Verbote zum Schutze der Gesundheit und Grundsätze für die Beurteilung von Essig und Essigessenz aufgestellt.

I. Begriffsbestimmungen.

Essig (Gärungseßig) ist das durch die sog. Essiggärung aus alkoholhaltigen Flüssigkeiten gewonnene Erzeugnis mit einem Gehalt von mindestens 3,5 g Essigsäure in 100 ccm.

Essigessenz ist gereinigte wässerige, auch mit Aromastoffen versetzte Essigsäure mit einem Gehalt von etwa 60—80 g Essigsäure in 100 ccm.

Essenzessig ist verdünnte Essigessenz mit einem Gehalt von mindestens 3,5 g und höchstens 15 g Essigsäure in 100 ccm.

Kunstessig ist mit künstlichen Aromastoffen versetzter, oder mit gereinigter Essigsäure (auch Essenzessig oder Essigessenz) vermischter Essig mit einem Gehalt von mindestens 3,5 g und höchstens 15 g Essigsäure in 100 ccm.

Als Essigsorten werden unterschieden:

1. Nach den Rohstoffen des Essigs oder der Essigmaische: Branntweinessig (Spritessig, Essigsprit), Weinessig (Traubenessig), Obstweinessig, Bieressig, Malzessig, Stärkezuckeressig, Honigessig u. a.
2. Nach dem Gehalte an Essigsäure: Speise- oder Tafelessig mit mindestens 3,5 g Essigsäure, Einmachessig mit mindestens 5 g Essigsäure, Doppelessig mit mindestens 7 g Essigsäure und Essigsprit sowie dreifacher Essig mit mindestens 10,5 g Essigsäure in 100 ccm.

Kräuteressig (z. B. Estragonessig), Fruchtessig (z. B. Himbeeressig), Gewürzessig und ähnlich bezeichnete Essigsorten sind durch Ausziehen von aromatischen Pflanzenteilen mit Essig hergestellte Erzeugnisse.

II. Verbote zum Schutze der Gesundheit.

1. Essig, Essigessenz, Essenzessig oder Kunstessig, die unter Zusatz der nachbezeichneten Stoffe hergestellt sind, dürfen für Genußzwecke nicht in den Verkehr gebracht werden:

Ameisensäure, Benzoesäure, Borsäure, Eisencyanverbindungen, Flußsäure, Formaldehyd und solche Stoffe, die bei ihrer Verwendung Formaldehyd abgeben, Methylalkohol, Salicylsäure, schweflige Säure (abgesehen von sachgemäßem Schwefeln der Fässer), Salze und Verbindungen der vorgenannten Säuren.

2. Essig, Essigessenz, Essenzessig oder Kunstessig, die Blei oder mehr als Spuren von Kupfer, Zink oder Zinn enthalten, dürfen für Genußzwecke nicht in den Verkehr gebracht werden.

3. Essigessenz darf nur gemäß den Vorschriften der Kaiserlichen Verordnung, betreffend den Verkehr mit Essigsäure, vom 14. Juli 1908 in den Verkehr gebracht werden.

III. Grundsätze für die Beurteilung.

Als verdorben anzusehen sind Essig, Essigessenz, Essenzessig und Kunstessig, die Essigälchen oder gallertartige oder andere durch Kleinlebewesen gebildete Wucherungen oder Trübungen in erheblichem Maße enthalten oder kahmig sind; die unmittelbar oder nach dem Verdünnen fade oder fremdartig riechen oder schmecken, die sonst stark verunreinigt sind, die aus den vorbezeichneten verdorbenen Erzeugnissen zubereitet sind.

Als verfälscht, nachgemacht oder irreführend bezeichnet sind anzusehen:

1. Als Essig, Essigessenz, Essenzessig oder Kunstessig bezeichnete Flüssigkeiten, die den Begriffsbestimmungen nicht entsprechen;
2. als Einmachessig oder gleichsinnig bezeichneter Essig, sowie entsprechend bezeichneter Essenzessig und Kunstessig, die weniger als 5 g Essigsäure in 100 ccm enthalten;
3. als Doppelessig oder gleichsinnig bezeichneter Essig, sowie entsprechend bezeichneter Essenzessig und Kunstessig, die weniger als 7 g Essigsäure in 100 ccm enthalten;
4. als dreifach oder gleichsinnig bezeichneter Essig, Essenzessig und Kunstessig, die weniger als 10,5 g Essigsäure in 100 ccm enthalten;
5. als Weinessig (Traubenessig) oder Weinessigverschnitt (Traubenessigverschnitt) bezeichneter Essig, der weniger als 5 g Essigsäure in 100 ccm enthält;
6. als Essigsprit bezeichneter Essig, der weniger als 10,5 g Essigsäure in 100 ccm enthält;
7. Essig, der nach einem bestimmten Rohstoffe benannt ist, sofern er nicht ausschließlich aus diesem Rohstoffe, gegebenenfalls unter Verdünnung mit Wasser, hergestellt ist, unbeschadet des Zusatzes kleiner Mengen von Nährstoffen für die Essigbakterien zu Branntwein;
8. als Weinessig (Traubenessig) bezeichneter Essig, dessen Rohstoff (Wein, Traubenmost, Traubenmaische) nicht verkehrsfähig im Sinne von § 13 des Weingesetzes vom 7. April 1909 gewesen ist;
9. als Weinessigverschnitt (Traubenessigverschnitt) bezeichneter Essig, dessen Essigsäure nicht mindestens zum fünften Teile den in Nr. 8 bezeichneten Rohstoffen für Weinessig entstammt;
10. als Weinessigverschnitt (Traubenessigverschnitt) bezeichneter Essig, der unter Verwendung von Weinschlempe hergestellt ist;
11. Weinessig (Traubenessig) und Weinessigverschnitt (Traubenessigverschnitt), deren Bezeichnung auf die Art oder die Herkunft der verwendeten Traubenerzeugnisse hindeutet, sofern sie diesen Angaben nicht entsprechen;
12. ganz oder zum Teil durch Zerlegung essigsaurer Salze gewonnene, dem Essig oder der Essigessenz ähnliche, zu Genußzwecken bestimmte Flüssigkeiten, sofern sie nicht als Essenzessig, Kunstessig oder Essigessenz bezeichnet sind;
13. Essig, der unter Zusatz von fremden Säuren, scharf schmeckenden Stoffen, Konservierungsmitteln oder künstlichen Aromastoffen hergestellt oder künstlich gefärbt ist, jedoch unbeschadet des Zusatzes von Kohlensäure, des sachgemäßen Schwefelns der Fässer, der Verwendung von aromatischen Pflanzenteilen, des Zusatzes von Wein und der Färbung mit kleinen Mengen gebrannten Zuckers;
14. Essig und Kunstessig, die unter Verwendung von vergälltem Branntwein hergestellt sind, sofern zur Vergällung andere Stoffe als Essig verwendet sind;
15. Essigessenz, Essenzessig und Kunstessig, die unter Zusatz von fremden Säuren, scharf schmeckenden Stoffen oder Konservierungsmitteln hergestellt sind, jedoch unbeschadet des Zusatzes von Kohlensäure und des sachgemäßen Schwefelns der Fässer;
16. Essigessenz, Essenzessig und Kunstessig, die mehr als 0,5 g Ameisensäure auf 100 g Essigsäure oder andere Verunreinigungen in größeren als den technisch nicht vermeidbaren Mengen enthalten.

Kochsalz.

Das Kochsalz wird zu fast allen Speisen verwendet. Es besteht bekanntlich aus Chlornatrium, enthält aber daneben noch verschiedene andere Substanzen, hauptsächlich geringe Mengen von Wasser, Gips, Natriumsulfat, Chlormagnesium und Magnesiumsulfat. Diese in kleinen Mengen vorhandenen Salze scheinen den Geschmack des Kochsalzes beeinflussen zu können. Die Anwesenheit des Chlormagnesiums im Kochsalz ist unangenehm; denn dieses Salz bewirkt Wasseranziehung aus der Luft. Infolgedessen werden die Salze, welche Chlormagnesium enthalten, leicht feucht.

Das Kochsalz findet sich in der Natur außerordentlich weit verbreitet vor. Es ist im Boden vorhanden, im Staube, in allen Abfällen, in fast allen Nahrungsmitteln, im Wasser, Abwasser und Flußwasser, kurzum, fast überall. Meistens sind es natürlich geringe Kochsalzmengen, die in diesen Stoffen vorliegen. Da Kochsalz im Wasser leicht löslich ist, so löst das Wasser aus dem Boden alle löslichen Bestandteile, mit denen es in Berührung kommt auf, u. a. auch Kochsalz. Da diese löslichen Bestandteile durch die Flüsse fortgesetzt ins Meer geschwemmt werden, so ist im Laufe der Jahrtausende immer mehr von den löslichen Bestandteilen der Erdkruste, insbesondere auch Kochsalz, in das Meer abgeschwemmt worden. Aus dem Meer verdunstet das Wasser wieder, verdichtet sich in der Atmosphäre zu Wolken, die in Form von Regenwasser wieder auf die Erde kommen. Der Wasserdampf ist natürlich reines Wasser, läßt also die löslichen Bestandteile im Meeresbecken zurück. Infolge dieses Kreislaufes muß deshalb das Meerwasser sich immer mehr mit Kochsalz und anderen löslichen Salzen anreichern. In bestimmten Gegenden gibt es Binnenseen, die so salzhaltig sind, daß das ganze Meerbecken eine konzentrierte Salzlösung ist, in der ein organisches Leben nicht mehr existieren kann. Dies ist z. B. beim Toten Meer der Fall. Überall da, wo in früheren Entwicklungsperioden der Erde Meere vorhanden waren, haben sich Salzlagerstätten ausgebildet. Eine der größten ist das Salzlager von Staßfurt in Mitteldeutschland.

Die technische Kochsalzgewinnung geschieht zunächst aus diesen Salzlagerstätten. In erster Linie werden hier die wertvollen Kalisalze gewonnen, daneben dann Kochsalz. Dieses so gewonnene Kochsalz führt den Namen Berg- oder Steinsalz. An manchen Stellen des Erdreiches entspringen stark kochsalzhaltige Quellen. Aus diesem Quellwasser, den sog. Solquellen, wird ebenfalls Kochsalz hergestellt. Die Salzlösung wird zunächst dadurch konzentriert, daß man sie über sog. Gradierwerke laufen läßt. Es sind dies eine Art von Hecken, die aus dichtem, verzweigtem Material bestehen, über welche die Salzlösung tropft. Bei der Auflösung des Wassers in viele feine Tropfen verdunstet sehr viel Wasser. Die stark konzentriert ablaufende Lösung wird dann in Pfannen vollständig eingedampft. Dieses so gewonnene Salz führt den Namen Siedesalz oder auch Sudsalz. Schließlich wird auch Salz aus Meerwasser gewonnen, indem man das Meerwasser in wärmeren Ländern in große flache Becken ableitet, die man vom Meere abschließt. Durch die Sonnenwärme verdunstet dann allmählich das Wasser. Man erhält einen festen Rückstand. Das so gewonnene Salz führt den Namen Meersalz oder Baysalz, weil es in Meerbuchten, Bays genannt, gewonnen wird. Die Becken, in welche das Meerwasser eingeleitet wird, führen den Namen Salzgärten.

Von diesen Erzeugnissen ist das Berg- oder Steinsalz das reinste. Es enthält nur sehr wenig fremder Stoffe, etwa 95–96% Kochsalzgehalt und wird nicht feucht an der Luft. Es ist sehr hart und wird deshalb zu Speisezwecken seltener benutzt. Meist dient es zu technischen Zwecken, insbesondere zur Herstellung von Soda. Die Hauptmasse des in der Küche verwendeten Salzes ist Siedesalz oder Meersalz. Die fremden Bestandteile, die dabei in reichlichen Mengen vorhanden sind, werden durch einen Krystallisationsprozeß entfernt. Die im Handel vertriebenen Siede- und Meersalze enthalten etwa 93–95% Kochsalz, 2–4% Wasser und geringe Mengen von anderen Salzen. Bei schlechten Sorten kann der Kochsalzgehalt auf 80% heruntergehen.

Für Genußzwecke wird das Kochsalz bekanntlich versteuert. Für die Ernährung des Viehs und für gewerbliche Zwecke ist es dagegen steuerfrei. Damit nun Steuerhinterziehungen unmöglich gemacht werden, verschneidet die Steuerbehörde das steuerfreie Kochsalz mit Denaturierungsmitteln. So wird

für Denaturierung von Viehsalz meistens rotes Eisenoxyd zugesetzt, für andere gewerbliche Zwecke dienendes Salz wird mit geringen Mengen bitter schmeckenden Wermutpulvers und mit Tran, Ruß, Braunstein, Braunkohle, Torf, Petroleum oder anderen Denaturierungsmitteln versetzt.

Gewürze.

Die Gewürze sind Teile von Pflanzen, welche durch in ihnen vorhandene Körper bestimmter Art den Speisen einen angenehmen Geruch und Geschmack verleihen und gleichzeitig einen günstigen Einfluß auf die Verdauungstätigkeit ausüben.

Die ätherischen Öle.

Unter den angenehm riechenden und schmeckenden Stoffen spielen die ätherischen Öle die Hauptrolle.

Es sind meist flüchtige, flüssige, z. T. aber auch feste Körper, welche meist nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehen. Es gibt aber auch viele Körper dieser Art, welche sauerstoffhaltig sind. Die neuere Forschung hat gezeigt, daß diese, auch Terpene genannten Körper in naher genetischer Beziehung zum Isopren $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH}$ stehen.



Man unterscheidet:

Die eigentlichen Terpene von der Zusammensetzung $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$.

Die Sesquiterpene von der Formel $\text{C}_{15}\text{H}_{24}$.

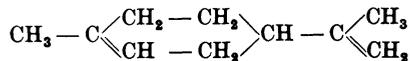
Die Diterpene von der Formel $\text{C}_{20}\text{H}_{32}$.

Die Polyterpene $(\text{C}_5\text{H}_8)_n$, deren wichtigster Vertreter der Kautschuk ist.

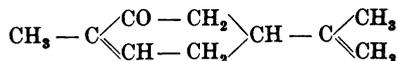
Für die Gewürze interessieren nur die drei ersten Gruppen. Die sauerstoffhaltigen Terpene sind sauerstoffhaltige Abkömmlinge dieser Gruppen.

Die meisten eigentlichen Terpene sind cyclische Verbindungen, welche sich vom Hexamethylenring ableiten und mancherlei Substitutionsprodukte aufweisen können. Sie verändern sich leicht und zeigen an der Luft große Neigung zum Verharzen.

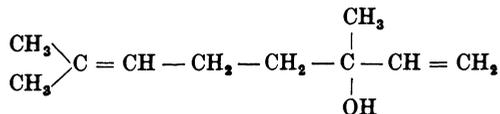
Als Beispiel eines cyclischen Terpens sei das im Citronenöl vorkommende Limonen erwähnt, dessen Konstitutionsformel die folgende ist:



Das im Kümmelöl vorkommende, sauerstoffhaltige Carvon (S. 332) ist wie folgt gebaut:



Ein Terpen mit offener Kette ist das im Pfirsich vorkommende Linalool (S. 220):



Die Sesquiterpene ($\text{C}_{15}\text{H}_{24}$) sind viel weniger genau untersucht als die eigentlichen Terpene und ihre sauerstoffhaltigen Substitutionsprodukte. Ihr Siedepunkt liegt wesentlich höher als der der Terpene (ca. 100°), weshalb sie von diesen in Naturprodukten leicht getrennt werden können. Sie können eine offene,

mono-, bi- oder tricyclische Struktur besitzen. Zu den Sesquiterpenen gehört z. B. das im Ingweröl vorkommende Zingiberen (S. 335). Auch viele sauerstoffhaltige Sesquiterpene kommen in der Natur vor.

Noch weniger studiert sind die Diterpene ($C_{20}H_{32}$). Sie kommen in der Natur wenig vor.

Die ätherischen Öle werden vielfach aus den Gewürzen auf fabrikatorischem Wege hergestellt. Das geschieht entweder durch Auspressen oder durch Extraktion. So wird Anisöl, Bittermandelöl, Fenchelöl, Kardamomöl, Kümmelöl, Pfefferminzöl, Mandelöl, Muskatöl, Majoranöl, Nelkenöl, Citronenöl aus den betreffenden Stoffen gewonnen.

Verfälschungen.

Die Gewürze werden häufig verfälscht. Wir können vornehmlich folgende Verfälschungsarten unterscheiden:

Eine durch Extraktion von ihrem ätherischen Öle befreite Substanz wird normaler und extrahierter Ware beigemischt.

Fremde pflanzliche Bestandteile, die mit dem betreffenden Gewürz nichts zu tun haben oder mineralische Stoffe, wie Ton, Kreide, Schwerspat werden beigemischt.

Höchstzulässiger Gehalt der Gewürze an Asche und Sand
und andere Angaben in Prozenten.

Gewürz	Asche	Sand	Sonstige Angaben
Lorbeerblätter . .	—	—	3—5% ätherisches Öl.
Majoran			1% ätherisches Öl.
geschnitten . . .	12	2,0	
gerebelt	16	3,5	
Safran	8	1	Wasser bis 15, Griffel bis 10.
Gewürznelken . .	8	1	Stiele bis 10, ätherisches Öl 17—20%.
Anis	10	2,5	2—3 ätherisches Öl.
Fenchel	10	2,5	3—6 ätherisches Öl.
Kümmel	8	2	4—7 ätherisches Öl.
Koriander	7	2	ätherisches Öl etwa 1.
Kardamomen . . .	10	4	ätherisches Öl nicht unter 3.
Muskatnuß	3,5	0,5	ätherisches Öl 6—15%.
Macis	3	0,5	ätherisches Öl 4,5—10%.
Paprika	6,5	1	wenigstens 25% alkoholischen Extrakt.
Weißer Pfeffer . .	4	1	Rohfaser 7.
Schwarzer Pfeffer	7	2	Rohfaser 17,5; im ganzen Zustande nicht mehr als 15% taube Körner, Fruchtspindeln, Stiele.
Piment (Nelkenpfeffer)	6	0,5	ätherisches Öl 2—3%, überreife Früchte bis 5, Stiele und Blätter bis 2%.
Vanille	5	—	Vanillin 1,5—3, Wasser 21—26.
Ingwer	8	3	ätherisches Öl 2—5%.
Zimt	5	2	wenigstens 1,5% Zimtaldehyd.
Bruchzimt	7	3,5	

Die Gewürze sind sämtlich Naturprodukte. Sie werden geerntet und kommen dabei leicht mit dem Erdboden in Berührung. Infolgedessen ist es nicht zu vermeiden, daß sie geringe Mengen von mineralischen Bestandteilen des Erdbodens und Sand aufnehmen. Es muß für menschliche Genußzwecke aber

verlangt werden, daß diese unvermeidbaren Mengen von Mineralstoffen und Sand sich auf einer gewissen Höhe halten, die nicht überschritten werden darf. Deswegen haben der Verein deutscher Nahrungsmittelchemiker und der Bund deutscher Nahrungsmittelfabrikanten und -Händler gewisse Grenzzahlen für den Gehalt an Asche und Sand bei den einzelnen Gewürzen aufgestellt, die nicht wesentlich überschritten werden dürfen. Eine Überschreitung dieses Gehaltes bedeutet eine Abweichung von der normalen Beschaffenheit des Lebensmittels und damit eine Verfälschung. In der vorstehenden Tabelle sind die höchstzulässigen Gehalte an Asche und Sand für die einzelnen Gewürze aufgeführt¹. Es sind ferner noch einige weitere Angaben über sonstige Bestandteile der Gewürze angefügt.

Die wichtigsten Gewürze.

Man kann die Gewürze nach der Art der Pflanzenteile, aus denen sie gewonnen sind, wie folgt einteilen: Blätter- und Blütenteile, Samen und Früchte, unterirdische Pflanzenteile und Rinden.

Blätter- und Blütenteile.

Die wichtigsten Gewürze dieser Art sind die Lorbeerblätter, der Majoran, die Kapern, der Safran und die Gewürznelken.

Lorbeerblätter. Die Lorbeerblätter sind die getrockneten Blätter des im Mittelmeergebiet angebauten Lorbeerbaumes (*Laurus nobilis*). Die getrockneten Blätter enthalten etwa 3–5% ätherisches Öl. Die Lorbeerblätter werden in der Küche zu allen möglichen Speisen als Würzmittel verwendet.

Majoran. Der Majoran ist das getrocknete Kraut einer Pflanze, die auch bei uns angebaut wird und im Juli und August blüht. Sie ist ausdauernd und gehört zur Familie der Lippenblütler (*Majorana hortensis*). Dieser Majoran wird bei uns vornehmlich zur Würzung von Würsten, insbesondere von Leberwürsten, verwendet. Der eigenartige Leberwurstgeruch ist dem Zusatz dieses Krautes zu danken. Der Gehalt an dem stark würzhaften ätherisch riechenden Öle ist beim getrockneten Kraut im Mittel etwa 1%. Man unterscheidet den zerschnittenen und den gerebelten Majoran. Der geschnittene ist aus allen oberirdischen Teilen des Krautes, der gerebelte aus der von Stielen und Zweigen befreiten Blättermasse hergestellt.

Kapern oder Kappern. Die Kapern des Handels sind die Blütenknospen des Kapernstrauches (*Capparis spinosa*). Diese Pflanze wächst im Mittelmeergebiet sowohl wild, als auch wird sie zur Gewinnung des Gewürzes angebaut. Es ist ein dorniges, dem Mohn und Kreuzblütlern verwandtes Gewächs aus der Familie der Capparideen. Sie werden meist in Essig und Salz eingelegt und kommen in Flaschen in den Handel. Die besten Kapern liefert Frankreich. Bisweilen werden sie durch grüne Farbstoffe künstlich grün gefärbt, oder durch Kupfersalze gegrünt (S. 240). Beides bedeutet die Vortäuschung einer besseren Beschaffenheit und damit eine Verfälschung. Gelegentlich ist es auch vorgekommen, daß an Stelle der Blütenknospen des Kapernstrauches andere Knospen, insbesondere die der Besenpfrieme und der Wiesendotterblume verwendet wurden, was selbstverständlich ebenfalls eine grobe Verfälschung bedeutet.

In den Kapern ist ein Glucosid Rutin vorhanden, welches bei der Spaltung in einen gelben Körper und l-Rhamnose zerfällt.

¹ Die Zahlen des Vereins deutscher Nahrungsmittelchemiker. Die Zahlen des Verbandes deutscher Nahrungsmittelfabrikanten und -Händler sind oft höher (Deutsches Nahrungsmittelbuch. 2. Aufl. S. 208).

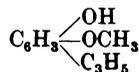
Safran. Der Safran ist wohl das teuerste und wertvollste Gewürz. Safran sind die Narben der Blüte eines kleinen zwiebelartigen Gewächses (*Crocus sativus*), dessen Heimat Griechenland ist, welches sich aber frühzeitig nach Mittel-, West- und Südeuropa hin verbreitet hat. Bei uns wird Safran wenig, in großem Stile aber in Spanien kultiviert.

Die Fortpflanzungsorgane einer Blüte sind bekanntlich Staubgefäße und Stempel. Der Stempel zerfällt wieder in drei Teile, nämlich Narbe, Griffel und Fruchtknoten. Die Narben sind der einzig wertvolle Bestandteil. Sie allein stellen das richtige Gewürz dar. Sie sind intensiv rotbraun gefärbt, fühlen sich glänzend und fettig an und haben einen durchdringenden, würzigen Geruch. Der Gewürz- sowohl wie der Farbwert des Safrans sind bedingt durch etwa 1% ätherisches Öl und zwei Farbstoffe, das Crocin und Pikrocrocine. Der erstgenannte Farbstoff ist im Wasser leicht löslich und leicht dadurch zu charakterisieren, daß er mit konzentrierter Schwefelsäure eine tiefe Blaufärbung ergibt. Crocin ist ein Glucosid, welches bei der Hydrolyse in Crocetin und eine Zuckerart zerfällt. Crocetin ist ein roter unlöslicher Körper. Dem Pikrocrocine verdankt der Safran den bitteren Geschmack. Bei Hydrolyse mit Alkali oder Säure tritt Zerfall in eine Zuckerart und ätherisches Öl ein. An Kohlenhydraten scheint der Safran vornehmlich Invertzucker neben kleinen Saccharosemengen zu enthalten.

Die Gewinnung des Safrans ist überaus mühevoll. Die Narben müssen zur Zeit der Blüte mit den Händen aus den Blüten herausgezupft werden. Es ist dabei natürlich nicht möglich, die Beimengung von Griffeln ganz zu vermeiden. Die Griffelmenge soll aber nicht mehr als 10% betragen. Aus dem gewonnenen Safran (naturell) werden die Griffeln nochmals ausgelesen. Man erhält den „elegierten“ Safran, der keine Griffeln mehr enthalten darf.

Wegen des hohen Preises wird der Safran in umfangreichem Maße gefälscht. Die wichtigsten Verfälschungsarten sind Beimengung von Griffeln und anderen Blütenteilen des Safrans, Extraktion von Safran und damit Entzug der einzig wertvollen Bestandteile, des ätherischen Öles und des Farbstoffes, Verwendung ähnlich aussehender anderer Pflanzenteile und schließlich Beschwerungsmittel. Zu den beiden letzteren Verfälschungsarten ist noch ergänzend folgendes hinzuzufügen. Nicht selten wird an Stelle von Safran der Saflor, das sind die Blüten eines tropischen Farbkrautes, als Safran verkauft. Ferner werden nicht selten die Blüten der Ringelblume (*Calendula*) als Safran unterschoben. Diese Calendulablüten führen auch häufig den Namen Feminell oder auch unechter Safran. Auch Maisgriffel werden gelegentlich als Verfälschungsmittel zugesetzt. Eine besonders unlautere Manipulation ist das Beschweren des leichten Safranmaterials. Zu diesem Zwecke werden alle möglichen löslichen und unlöslichen Salze auf die Narben, die das Safrangewürz darstellen, gebracht, damit es schwerer wiegt. So hat man eine Beschwerung mit Schwerspat (Bariumsulfat) mit Magnesiumsulfat, mit Kochsalz, kohlen-saurem Kalk und anderen Mineralstoffen festgestellt.

Gewürznelken. Dieses Gewürz sind die nicht vollständig entwickelten und getrockneten Blüten des Gewürznelkenbaumes (*Eugenia caryophyllata*). Der Baum ist ursprünglich auf den Molukken heimisch, wird aber jetzt in fast allen tropischen Ländern angebaut. Die weißen Blüten mit rotem Anflug haben einen dunkelroten Kelch und zahlreiche gelbe Staubfäden. Die noch nicht ganz geöffneten Blüten werden von den Bäumen auf Tücher heruntergeschlagen und dann in der Sonne getrocknet. Die Gewürznelken enthalten viel ätherisches Öl, welches zu etwa 80% aus Eugenol, dem Methyläther des Allylbrenzchatechins,



besteht. Infolgedessen erzeugt schon ein Druck mit dem Fingernagel Ölaustritt. Auch schwimmen sie infolge ihres hohen Ölgehaltes auf Wasser. Sie werden ebenfalls, besonders in gemahlenem Zustande, viel verfälscht. Die wichtigsten Verfälschungen sind Beimengung der Stiele, der Blüten und Beimengung der sog. Mutternelken. Das sind die Früchte des Nelkenbaumes. Da bei der Art der Gewinnung eine Anwesenheit von Stielen sich nicht ganz vermeiden läßt, so wird ein Höchstgehalt von Nelkenstielen bis zu 10% geduldet.

Früchte und Samen.

Die weitaus meisten Gewürze des Handels sind Früchte und Samen.

Die Umbelliferenfrüchte. Es sind Spaltfrüchte, die beim Reifen zum Teil von selbst in die zweiteiligen Früchte zerfallen. Die wichtigsten Umbelliferenfrüchte sind der Anis, der Fenchel, der Kümmel und der Koriander. Der Anis sind die getrockneten Spaltfrüchte von *Pimpinella anisum*, eine Pflanze, die heute überall kultiviert wird. Der Gehalt an ätherischem Öl beträgt beim Anis etwa 2–3%. Der Fenchel sind die getrockneten und reifen Spaltfrüchte von *Foeniculum capillaceum*, welches heute überall in Europa in Gärten angebaut wird. Der Kümmel ist die Spaltfrucht der ebenfalls in Europa überall angebauten Pflanze *Carum carvi*. Der Gehalt des Fenchels an ätherischem Öl beträgt 3–6%. Der Koriander sind die getrockneten Spaltfrüchte von *Coriandrum sativum*, einer Pflanze, die ursprünglich aus dem Mittelmeergebiet stammt, die jetzt aber auch bei uns angebaut wird. Er ist ein Kuchengewürz, welches zu vielen Kuchen zugesetzt wird. Unreife Früchte haben einen widerwärtigen Geruch nach Wanzen. Der Gehalt an ätherischem Öl beträgt beim Koriander etwa 1%.

Das ätherische Öl des Anis besteht vornehmlich aus festem Anethol $C_{10}H_{12}O$; auch im Fenchelöl ist dieser Körper vorhanden neben einem Terpen der Formel $C_{10}H_{16}$. Kümmel enthält ein leichter flüchtiges Terpen. Carven ($C_{10}H_{16}$) und ein sauerstoffhaltiges schwerer flüchtiges Carvon ($C_{10}H_{14}O$). Das Korianderöl hat die Zusammensetzung $C_{10}H_{18}O$.

Andere Früchte und Samen. Außer den Umbelliferenfrüchten gibt es noch zahlreiche andere Früchte und Samen, die als Gewürz Verwendung finden.

Kardamomen. Man unterscheidet zweierlei Kardamomen. Die meist gebrauchten kleinen Kardamomen, die auch den Namen Malabar-Kardamomen führen und längere Früchte, die langen oder Ceylonkardamomen. Die Kardamomen sind die Früchte einer in den Tropen gedeihenden schilfartigen Pflanze aus der Familie der Ingwergewächse (*Ellettaria cardamomum*). Die Früchte sind Kapseln, welche aus drei Fächern bestehen. Dicht gedrängt in den Fächern liegen, von einem zarten Häutchen umhüllt, zahlreiche Samen. Die Samen sind das eigentliche Gewürz. Die Fruchtschale ist viel weniger würzig. Deshalb dürfen gemahlene Kardamomen nur aus den Samen bestehen. Der Gehalt an ätherischem Öl soll nicht unter 3% betragen. Im Kardamomöl sollen drei verschiedene Körper vorliegen, von denen zwei die Formeln $C_{10}H_{16}$ und $C_{10}H_{18}O$ haben.

Muskatnuß. Die Muskatnuß ist der Samenkern des Muskatnußbaumes, eines lorbeerähnlichen Baumes, der in vielen Tropenländern, insbesondere auf den Banda-Inseln, angebaut wird (*Myristica fragrans*). Die Frucht ist unserer Aprikose ähnlich. Die Samen sind von einem zerschlitzen Samentmantel umgeben. Durch Holzfeuer werden die Samen getrocknet, dann läßt sich der zerschlitzte Samentmantel ablösen. Dieser ist selbst ein Gewürz und führt den Namen Macis oder Muskatblüte. Die übrigbleibenden Samen

sind die Muskatnüsse. Sie werden häufig in einen Brei aus Seewasser und Kalk gelegt und dann getrocknet, um sie vor Insektenfraß zu schützen. Daher haben die Muskatnüsse meist weiße Überzüge. Der Gehalt an ätherischem Öl schwankt in den Muskatnüssen etwa zwischen 6 und 15%. Außerdem enthalten die Muskatnüsse noch viel fettes Öl. Die aus den Muskatnüssen für medizinische Zwecke durch Fettlösungsmittel gewonnene „Muskatbutter“ besteht aus einer Mischung von ätherischem Öl mit fettem Öl; letzteres enthält erhebliche Mengen (etwa 50%) von Glyceriden der Myristinsäure. Es ist bisweilen vorgekommen, daß zwischen die echten Nüsse künstliche Muskatnüsse, aus Ton hergestellt, eingeschuggelt wurden.

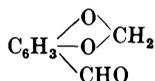
Muskatblüte (Macis) ist, wie schon erwähnt wurde, der getrocknete Samenmantel der Muskatnuß. Frisch ist dieser Samenmantel dunkelrot und fleischig, getrocknet wird er gelb und brüchig. Die Muskatblüte oder Macis riecht und schmeckt stark würzig. Gepulverte Macis ist ein orangegelbes Pulver. Sehr häufig wird die Macis durch die sog. Bombaymacis verfälscht. Die Bombaymacis ist eine wilde Art von einem nahen Verwandten des Muskatnußbaumes, welche aber kein Aroma besitzt. Beimengungen von Bombaymacis sind also völlig wertlos. Der Gehalt an ätherischem Öl beträgt in der Macis etwa 4,5—10%. Die echte Macis kann von der wilden durch eine Reihe von Eigenschaften unterschieden werden. Erstere hat einen höheren Gehalt an ätherischem Öl, welches auch einen viel aromatischeren Geruch besitzt, letztere hat höheren Harzgehalt. Bandamacis besitzt im Gewebe verteilt einen Farbstoff, der charakteristische Reaktionen gibt, in Bombaymacis fehlt dieser Farbstoff.

Paprika. Dieses Gewürz heißt auch türkischer Pfeffer. Es ist die reife Frucht verschiedener Capsicumarten, zur Familie der Solanaceen gehörend, die im warmen südlichen Europa viel angebaut werden. Sie sind stark rot gefärbte Schoten, welche zahlreiche kleine, gelbe, scheibenförmige Samen enthalten. Die roten Schalen sind viel aromatischer als die Samen. Deshalb soll ein Paprikapulver aus den gemahlene Schalen bestehen. Das Paprikagewürz zeigt einen sehr scharfen, pfefferartigen Geschmack. Dieser scharfe Geschmack ist veranlaßt vor allem durch das Capsaicin, eine scharf und bitter schmeckende Substanz von der allgemeinen Formel $C_{18}H_{28}NO_2$, worin ein Hydroxyl und eine Methoxylgruppe vorkommt. Der rote Farbstoff ist dem Carotin verwandt. Der Cayennepfeffer, welcher in Amerika und England viel verwendet wird, stammt von den viel schärfer schmeckenden Früchten von *Capsicum fastigatum*, die viel kleinere Schoten haben. Diese Pflanze wird in tropischen Ländern kultiviert.

Pfeffer. Der Pfeffer ist wohl das wichtigste Gewürz. Pfeffer sind die Früchte von *Piper nigrum*, einer strauchartigen Pflanze, welche in Hinterindien heimisch ist, von dort aber nach allen Tropenländern gelangt ist, wo sie angebaut wird.

Man unterscheidet den schwarzen Pfeffer von dem weißen Pfeffer. Der schwarze Pfeffer ist die unreife, getrocknete Frucht. Der weiße Pfeffer wird in der Weise gewonnen, daß man die äußere Fruchtschale abtrennt, und zwar entweder von den reifen Früchten, nachdem man sie im Wasser eingeweicht hat, durch Rollen zwischen den Händen oder aus dem schwarzen Pfeffer (unreife Früchte) durch Abschälen der äußeren Partien. In jedem Falle ist also der weiße Pfeffer das von der Fruchtschale befreite Pfefferkorn. Der weiße Pfeffer schmeckt weniger scharf und hat einen feineren Geruch als der schwarze Pfeffer. Vor allem der schwarze Pfeffer, aber auch der weiße Pfeffer werden verfälscht. Der schwarze Pfeffer wird vielfach durch Zusatz von Schalenteilen, die bei der Fabrikation des weißen Pfeffers abfallen, verfälscht. Da der schwarze Pfeffer dieselben Teile als normale

Krieges und der Nachkriegszeit verboten gewesen. Es ist ein naher Verwandter des Vanillins von der Formel



Senf. Hierunter versteht man Samen verschiedener Kreuzblütler, welche scharf schmecken oder riechen. Man unterscheidet hauptsächlich schwarzen und weißen Senf. Der weiße Senf, von *Sinapis alba* stammend, einer Pflanze, welche überall in Europa angebaut wird, zeigt nach dem Kauen einen scharfen Geschmack. Es besitzt indessen keinen Geruch. Der scharfe Geschmack rührt von dem im Senf vorhandenen Glucoside Sinalbin ($\text{C}_{30}\text{H}_{44}\text{N}_2\text{S}_2\text{O}_{10}$) her. Dieses zerfällt unter dem Einfluß eines gleichzeitig vorhandenen Fermentes, des Myrosins, in scharf schmeckendes, aber geruchloses Sinalbinsenöl ($\text{C}_7\text{H}_7\text{O} \cdot \text{NCS}$), einen Ester des Cholins und der Sinapinsäure ($\text{C}_{11}\text{H}_{12}\text{O}_5$), saures schwefelsaures Sinapin ($\text{C}_{16}\text{H}_{24}\text{NO}_5 \cdot \text{HSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) und Zucker. Der schwarze Senf stammt von *Brassica nigra*, die ebenfalls überall angebaut wird. Zerstößt man den schwarzen Senf und vermengt ihn mit Wasser, so erhält man eine scharf riechende Flüssigkeit, die die Augen zu Tränen reizt und äußerst brennend schmeckt. Das in dem schwarzen Senf vorhandene Glucosid, das Sinigrin oder myronsaure Kalium ($\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{KNS}_2\text{O}_{10} \cdot \text{H}_2\text{O}$) wird durch dasselbe Ferment, das Myrosin, in Allylsenföl ($\text{C}_3\text{H}_5\text{CNS}$) und Kaliumbisulfat sowie Zucker gespalten. Das Allylsenföl ist die stechend riechende und schmeckende Substanz.

Mostrich. Der Senf wird gewöhnlich in Form des Mostrichs genossen. Der Mostrich wird hergestellt, indem man gemahlene Senfsamen mit Wasser, Essig und unter Umständen weiteren Gewürzen zu einem feinen Brei anrührt. Der Mostrich darf nur gemahlene Senfsamen enthalten, dagegen nicht andere Stoffe wie Rübensamen und Curcumawurzel, welche gelegentlich als Verfälschungsmittel benutzt werden. Der Zusatz von gelbem Farbstoff zu Mostrich ist eine Verfälschung, weil er den Käufer über die Güte zu täuschen vermag. Er muß also deklariert werden.

Unterirdische Pflanzenteile.

Auch einige Gewürze, welche unterirdische Pflanzenteile sind, werden verwendet. Es kann sich um Stengelteile oder um Wurzeln handeln. Die größte Bedeutung kommt von dieser Art Gewürzen dem Ingwer zu.

Ingwer. Der Ingwer ist der getrocknete Wurzelstock der Ingwerpflanze (*Zingiber officinale*). Es ist dies eine staudenartige Pflanze, welche in allen wärmeren Ländern gedeiht und welche der Familie der Zingiberaceen angehört. Man läßt vor Gewinnung der Wurzeln erst das oberirdische Kraut welken und gräbt dann die Wurzeln, ähnlich wie die Kartoffeln, aus der Erde. Die Wurzelstöcke werden dann in Stücke geschnitten und getrocknet. Man unterscheidet geschälten und ungeschälten Ingwer. Bei dem geschälten wird die Rinde vor dem Trocknen entfernt. Der ungeschälte Ingwer wird häufig vor dem Trocknen in Kalkwasser eingelegt. Der Gehalt an ätherischem Öl beträgt ungefähr 2–5%. Es scheint in der Hauptsache aus einem Terpen der Formel $\text{C}_{15}\text{H}_{24}$ zu bestehen (Zingiberen).

Rinden.

Auch Rinden werden als Gewürze benutzt. Das wichtigste Rindengewürz ist der **Zimt**. Die zahllosen Zimtsorten, welche im Handel vorkommen, lassen sich in drei Hauptgruppen unterbringen, nämlich Ceylonzimt, chinesischer Zimt, Holzzimt oder Malabarzimt.

Über die mittlere Zusammensetzung der Gewürze in Prozenten unterrichtet die nachstehende Tabelle (nach König).

Name des Gewürzes	Wasser	N-Subst.	Äther-Öl	Fett-Äther-extr.	Zucker	Stärke	Pentose	Rohfaser	Asche	Sonstiges
Lorbeerblätter (getrocknet)	9,73	9,45	3,09	5,34	—	—	12,49	29,91	4,35	—
Majoran (getrocknet)	7,61	14,31	1,72	5,60	—	—	7,68	22,06	9,69	—
Kapern (Essig)	86,95	3,79	—	0,51	—	—	0,52	1,45	1,23	—
Safran	12,62	10,41	0,60	5,63	20,49	12,98	4,79	4,48	5,67	—
Gewürznelken	7,86	6,06	18,51	7,06	—	+ Dextrin 2,67	6,89	8,07	5,78	Eugenol 16,24 Gerbsäure 18,24
Anis	12,33	17,52	2,24	9,58	4,27	5,13	4,92	14,32	8,44	—
Fenchel	12,26	17,15	3,96	9,17	4,79	14,89	5,16	14,50	7,88	—
Kümmel	13,15	13,84	2,23	16,50	3,12	4,53	6,64	14,07	6,20	—
Koriander	11,37	11,49	0,84	19,15	1,92	10,53	10,29	28,43	4,98	—
Kardamomen	14,29	12,97	3,49	1,64	—	31,13	2,04	14,03	8,91	—
Muskatnuß	10,62	6,22	3,59	34,35	—	23,67	2,22	5,60	3,02	—
Macis	10,48	6,33	7,43	23,25	—	24,54	4,11	4,20	2,11	—
Paprika	11,21	15,47	1,12	11,49	—	1,50	—	19,76	5,77	—
Weißer Pfeffer	13,50	11,73	1,51	8,00	—	55,70	1,50	4,39	1,90	Piperin 7,87 Peperidin 0,32
Schwarz. Pfeffer	12,50	12,72	2,27	9,17	—	33,46	5,00	14,00	5,15	Piperin 7,51 Piperidin 0,60
Piment	9,69	5,19	4,07	6,37	—	3,04	10,28	20,90	4,75	—
Vanille	20,39	4,91	0,82	10,19	10,12	—	4,38	17,43	3,78	Vanillin 1,78
Senfmehl	5,63	32,55	0,66	32,21	—	—	3,25	5,85	4,40	Myron- saurer Kalium 2,17
Mostrich	77,62	6,23	0,21	4,89	2,48	—	1,15	—	3,74	NaCl=2,66 CH ₃ COOH = 2,73
Ingwer	11,84	7,17	1,55	3,68	—	54,53	6,73	4,16	4,56	—
Zimt (chines.)	10,88	3,56	1,55	1,96	—	—	7,79	21,82	3,35	—

Der Ceylonzimt, auch echter Zimt genannt, ist die beste Sorte. Er wird aus der Rinde des Zimtbaumes (*Cinnamomum Ceylanicum*) gewonnen. Der Zimtbaum war ursprünglich auf Ceylon heimisch. Er wird aber jetzt auch in anderen Tropenländern angebaut. Er gehört zur Familie der Lauraceen. Zweimal im Jahre wird der mit vielen Zweigen versehene Baum geschält und die Rinde vom Kork befreit. Der Ceylonzimt kommt gewöhnlich in 25 cm bis 1 m langen doppelt gerollten Röhren in den Handel. Die Rinde ist ursprünglich weiß. Die gelbe Farbe entsteht erst beim Trocknen.

Der chinesische Zimt ist die gebräuchlichste Zimtsorte. Sie ist nicht so fein wie der Ceylonzimt und stammt von *Cinnamomum cassia*, einem ursprünglich in China heimischen Baum, der jetzt auch überall in den Tropen angebaut wird. Der Baum ist größer und dicker als der Ceylonzimtbaum. Der Ceylonzimt ist nur etwa $\frac{1}{2}$ mm, der chinesische Zimt 1–2 mm stark. Die Zimtröhren sind derber und gröber, mattbraun und weniger von Kork befreit.

Der Malabar- oder Holzzimt ist der am wenigsten würzigste. Er stammt von verschiedenen Abarten des Zimtbaumes, insbesondere von *Cinnamomum Burmanni*. Er kommt hauptsächlich aus Südwestchina und Sumatra.

Der Zimt soll nicht weniger als 1,5% ätherisches Öl enthalten. Dieses besteht im wesentlichen aus Zimtaldehyd $C_6H_5-CH=CH-CHO$, es enthält aber auch einen Kohlenwasserstoff (Terpen).

Bei der Fabrikation von Zimt entsteht naturgemäß viel Abfall. Die beim Schälen des Zimtbaumes sich ergebenden Abfälle werden unter dem Namen Zimtbruch oder Chips in den Handel gebracht. Zimtbruch muß deutlich als Zimtbruch bezeichnet werden und darf nicht kurzweg Zimt genannt werden.

Zehnter Abschnitt.

Das Wasser.

Das auf unserer Erde vorhandene Wasser ist in einem ständigen Kreislaufe begriffen. Aus dem Meere, den Seen, den Flüssen, Teichen, Bächen, dem Erdboden verdunstet es fortgesetzt. Es gelangt als Wasserdampf in die Atmosphäre, in deren höheren Schichten es sich zu Wolken verdichtet. In Form von meteorischen Niederschlägen, als Regen, Schnee, Hagel, Tau, kommt dieses Wasser auf die Erdoberfläche zurück. Ein Teil verdunstet sofort wieder. Ein anderer Teil fließt zu dem nächsten niedriger gelegenen Gewässer ab; ein dritter Teil aber dringt in den Erdboden ein. Das Wasser sinkt hier so lange tiefer, bis es auf eine für Wasser undurchlässige Erdschicht, wie Stein, Lehm, Ton, gelangt, auf der es sich ansammelt, indem es die Poren und Hohlräume des darüberstehenden Erdreichs anfüllt. Dieses Wasser nennen wir Grundwasser. Das Grundwasser steht auf der wasserundurchlässigen Schicht nicht still, sondern es bewegt sich, mit allerdings sehr geringer Geschwindigkeit, zu dem in Frage kommenden nächsten niedriger gelegenen Flußlaufe hin. In diesem Sinne spricht man von einem Grundwasserstrom. Quellwasser ist ein im Gebirge entstehendes Grundwasser, welches bei seinem unterirdischen Wege an einer der zahlreichen, in jedem Gebirge vorhandenen Spalten oder Risse plötzlich als Quelle zutage tritt.

Für die Zwecke der Wasserversorgung haben wir nun zu unterscheiden zwischen diesem Grund- und Quellwasser einerseits und dem Oberflächenwasser andererseits. Oberflächenwasser ist jedes Wasser, welches nicht, wie das Grund- und Quellwasser, durch den Boden der Berührung mit der äußeren Luft entzogen ist, sondern welches mit der Außenwelt in Berührung ist. Oberflächenwasser ist also das Wasser der Seen, Flüsse, Teiche, Bäche, Talsperren, Stauweiher usw.

Ein für menschliche Genußzwecke dienendes Wasser soll farblos, geruchlos, geschmacklos, von zusagender Temperatur sein (beste Temperatur etwa 10–12°), keine ungelösten Bestandteile enthalten, überhaupt so beschaffen sein, daß es gern genossen wird. Vor allem aber darf Trinkwasser keine krankheitserregenden Bakterien enthalten.

Wasserversorgung mit Grund- oder Quellwasser.

Normales Grund- oder Quellwasser entspricht meistens diesen Anforderungen. Da die Erdschichten schon in einer Tiefe von 4 m völlig bakterienfrei sind, so ist auch das Grundwasser oder Quellwasser aus normalen Bodenschichten und aus genügender Tiefe bakterienfrei. Bei seinem Eindringen in

den Boden läßt das Wasser, während es den Boden durchdringt, die etwa in ihm vorhandenen Bakterien an den Sandkörnern der obersten Schichten des Erdreiches hängen, während es selbst in größere Tiefen heruntersickert.

Nun kann aber auch Grundwasser für Trinkzwecke bedenklich werden, nämlich dann, wenn es bei der Beförderung nach oben von außen verunreinigt wird. Durch Spalten im Boden, durch undichte Brunnen und auf manchen anderen Wegen können äußere Zuflüsse dem Grundwasser ohne genügende vorherige Filtration einverleibt werden. Die untenstehende Abbildung zeigt in drastischer Weise die vielen Möglichkeiten, welche bei schlechter Beschaffenheit des Brunnens und bei Rissen im Erdreich einen Zutritt des Schmutzwassers zum Grundwasser gestatten. Derartige schlechte Brunnen sind vielfach die Ursache von Erkrankungen gewesen. Vor Einrichtung der zentralen Wasserver-

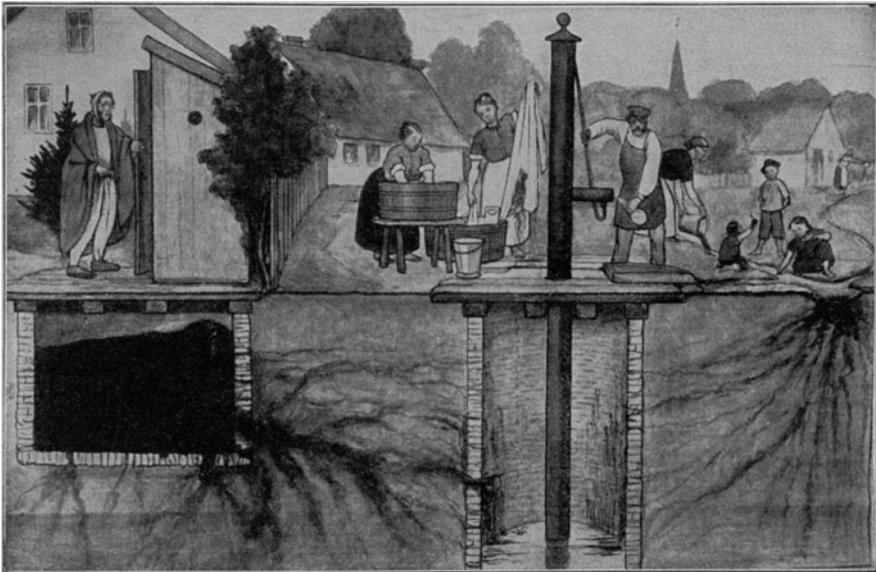


Abb. 58. Darstellung der Verschmutzungsmöglichkeiten eines Grundwassers bei schlechter Brunnenanlage.

sorgung in den Städten waren die ansteckenden Krankheiten Cholera, Pest und andere aus den Städten nicht zum Verschwinden zu bringen. Eine der Ursachen hierfür ist sicher die schlechte Beschaffenheit der Brunnen gewesen. Die Abwässer versickerten in der Nähe der menschlichen Wohnungen und traten durch Risse und Spalten zum Grundwasser wieder zu, indem mit ihnen dem Grundwasser die von den Menschen ausgeschiedenen Krankheitserreger wieder einverleibt wurden. Das genossene Grundwasser erzeugte dann immer wieder von neuem die Krankheiten.

Auch ohne daß direkte Zuflüsse durch Risse im Boden, undichte Brunnen usw. von außen zum Grundwasser zutreten können, soll ein Grundwasser auch durch sog. unterirdische Zuflüsse aus verschmutzten Bodenschichten verunreinigt werden können. Dieser Weg ist vielfach behauptet und bestritten worden. In Betracht kommen hier frühere, jetzt zugeschüttete Unratgruben, Senkgruben, Klosetts usw., die durch unterirdische Spalten, beispielsweise Rattengänge oder dergleichen mit dem Brunnen verbunden sind und durch die das Grundwasser zum Brunnen fließt. Man nimmt auch, ohne daß direkte

Spalten oder Gänge vorhanden sind, dann eine Gefährdung des Grundwassers durch ungenügende Filtration an, wenn in einem Umkreise von 10 m derartige Unratgruben, Misthaufen, Klosetts usw. in der Nähe des Brunnens vorhanden sind.

Diese Erkenntnisse haben mit zwingender Gewalt auf den Weg der zentralen Wasserversorgung gewiesen. Das Wasser wird weitab von Verschmutzungsstellen und vor allem weitab von menschlichen Wohnungen, am besten im bewaldeten Gebiete, dem Boden mit Brunnen entnommen. Diese Brunnen müssen so gebaut sein, daß eine Verunreinigung des Wassers von außen unmöglich ist. In ganz geschlossener Leitung wird das so gewonnene Wasser in die Stadt geleitet, ohne daß Menschenhände mit dem Wasser in Berührung kommen können. Derartig gewonnenes Grundwasser oder Quellwasser, bei dem natürlich auch die Quellenfassungen so gestaltet sein müssen, daß eine Verunreinigung von außen nicht möglich ist, vermag die menschliche Gesundheit nicht zu beschädigen.

Über die richtige Gestaltung der Brunnen hat sich ein besonderer Zweig der Hygiene, die Brunnenhygiene entwickelt. Die wichtigsten Punkte sind folgende: Die Brunnen müssen stets ein Stück über den Boden herausragen. Um den Brunnen herum soll wasserundurchlässiges Material (Ton) in einem gewissen Umkreis festgestampft werden. Der Brunnendeckel muß einen übergreifenden Rand besitzen. Die Wasserentnahme darf nie direkt über dem Brunnen erfolgen, das Entnahmerohr soll vielmehr knieförmig abgebogen sein. Die Abflußrinne muß aus wasserundurchlässigem, gemauertem Material bestehen. Alle diese Maßnahmen sollen eine Verunreinigung von außen verhindern. Näheres siehe bei Opitz¹ und Kisskalt².

Wasserversorgung mit Oberflächenwasser.

Im Gegensatz zu Grundwasser oder Quellwasser enthält das Oberflächenwasser stets sehr zahlreiche Bakterien, was nicht verwundern kann, da es ja jeder Verschmutzung mit Abwässern oder sonstigen Abfallstoffen mehr oder weniger schutzlos preisgegeben ist. Die Keimzahl, das ist die Anzahl der in 1 ccm des Wassers vorhandenen Bakterien, kann beim Oberflächenwasser viele Tausende und Hunderttausende betragen. Diese Bakterien sind allerdings in der weitaus größten Mehrzahl keine Krankheitserreger. Es handelt sich vielmehr in den meisten Fällen um harmlose Wasserbakterien, welche von der im Wasser vorhandenen toten organischen Substanz ihr Leben fristen. Indessen können unter ihnen auch Krankheitserreger vorhanden sein. Für die bei uns vorliegenden Verhältnisse kommen hauptsächlich die Erreger der ansteckenden Darmerkrankungen Typhus und Ruhr in Frage. Man könnte nun der Meinung sein, daß uns die Anwesenheit der harmlosen Wasserbakterien in einem Wasser doch gleichgültig sein könne, und ein Wasser nur dann als verdächtig zu betrachten wäre, wenn durch die Untersuchung wirklich Krankheitserreger nachgewiesen werden. Dem ist indessen entgegenzuhalten, daß die Krankheitserreger ja nur gelegentlich in das Wasser hineinkommen, und vor dem Zeitpunkte der Aufnahme bis zum Ausbruch der Krankheit stets eine gewisse Zeit vergeht, z. B. beim Typhus etwa 14 Tage. Wenn also auftretende Erkrankungen auf die Untersuchung hinlenken, ist es gewöhnlich zum Nachweise zu spät. Außerdem stößt aber auch der Nachweis von Krankheitserregern unter den zahllosen anderen Bakterien oft auf technische Schwierigkeiten. Nach einem

¹ Brunnenhygiene. Berlin 1910.

² Brunnenhygiene. Leipzig 1916.

hübschen Bilde des verstorbenen Hamburger Hygienikers Dunbar ist das Suchen nach Krankheitserregern in einem stark bakterienhaltigen Oberflächenwasser dem Suchen nach einer Stecknadel in einem Heuhaufen zu vergleichen. Wenn also ein Wasser viele Bakterien enthält, muß es als Trinkwasser als verdächtig angesehen werden. Die Verdächtigkeit des Oberflächenwassers in gesundheitlicher Richtung ist im übrigen nicht sein einziger Fehler. Oberflächenwasser ist meistens gefärbt. Es riecht und schmeckt schlecht, und es hat auch gewöhnlich eine unzusagende Temperatur, welche ja völlig von der Außenwelt abhängig ist. Im Sommer ist es also meistens zu warm, im Winter zu kalt.

Aus allen diesen Gründen ist das Grund- oder Quellwasser dem Oberflächenwasser für die Benutzung zu Trinkzwecken meistens erheblich überlegen. Viele deutsche Städte, z. B. auch Frankfurt, sind in der glücklichen Lage, die Versorgung der Bevölkerung mit Trinkwasser ausschließlich aus bakterienfreiem Grund- oder Quellwasser zu decken. Die Anzahl der deutschen Städte aber, welche in dieser guten Lage sind, in ihrer Nähe über Grundwasserströme von der notwendigen Ergiebigkeit und zweckmäßigen Wasserzusammensetzung zu verfügen, ist eine verhältnismäßig beschränkte, gar nicht zu sprechen von außerdeutschen Städten. So decken z. B. Breslau, Hamburg, Altona, Bremen, Magdeburg, Stuttgart ihren Trinkwasserbedarf ganz oder zu einem Teil aus den in ihrer Nähe vorbeifließenden Flüssen. Wo aber ein Oberflächenwasser für die Wasserversorgung herangezogen wird, muß es stets wenigstens von seinem schwersten Fehler, nämlich dem der Gesundheitsgefährlichkeit, befreit werden, d. h. die Bakterien müssen vollständig oder zum allergrößten Teile entfernt werden.

Die Entfernung der Bakterien aus dem Wasser.

Die Beseitigung von Bakterien aus dem Wasser kann geschehen durch die Verfahren der Filtration oder der Sterilisation. Im ersteren Falle werden die Bakterien mechanisch beseitigt, im zweiten Falle durch hinzugefügte keimtötende Mittel abgetötet.

Die Verfahren der Filtration.

Die langsame Sandfiltration. Das älteste Filtrationsverfahren ist die langsame Sandfiltration. Sie wurde zum ersten Male im Jahre 1839 von James Simpson auf den Londoner Wasserwerken angewendet. Simpson ahnte allerdings damals nichts von der Wirkung, die sein Verfahren bezüglich der Entfernung der Bakterien besaß. Er konnte das schon einfach aus dem Grunde nicht wissen, weil man damals noch keine Bakterien und keine Bakteriologie kannte. Er glaubte, das Wasser zu schönen. Die Sandfiltration ist dann sehr in Aufnahme gekommen und wird auch heute noch vielfach angewendet, da sie ein sicheres und sehr gut untersuchtes Verfahren ist. Die Sandfilter stellen große, von einer Mauer umgebene Flächen dar, die auf dem Boden eine Drainage besitzen und mit Kies und Sand gefüllt sind. Das Wasser tritt oben auf den Sand, durchfließt ihn langsam, und wird von der Drainage in den Reinwasserbehälter geführt. Vielfach erfolgt die Filtration in mehreren Stufen. So erfolgt z. B. im Magdeburger Wasserwerk die Filtration des Elbwassers zunächst durch Vorfilter aus gröberem Sand (System Puech-Chabal). Das so vorfiltrierte Wasser wird dann durch verhältnismäßig schnell filtrierende Feinsandfilter geführt und dann erst durch eine große Zahl von langsam filtrierenden Feinsandfiltern. Im Grunde genommen ahnen also die Sandfilter

die Reinigung des Wassers nach, wie sie bei der Entstehung des Grundwassers vor sich geht. Indessen haben die späteren Untersuchungen gezeigt, daß das Wesen der Filtration hier doch in anderen Momenten begründet liegt. Nach und nach bildet sich nämlich auf dem Sand eine schleimige, zusammenhängende

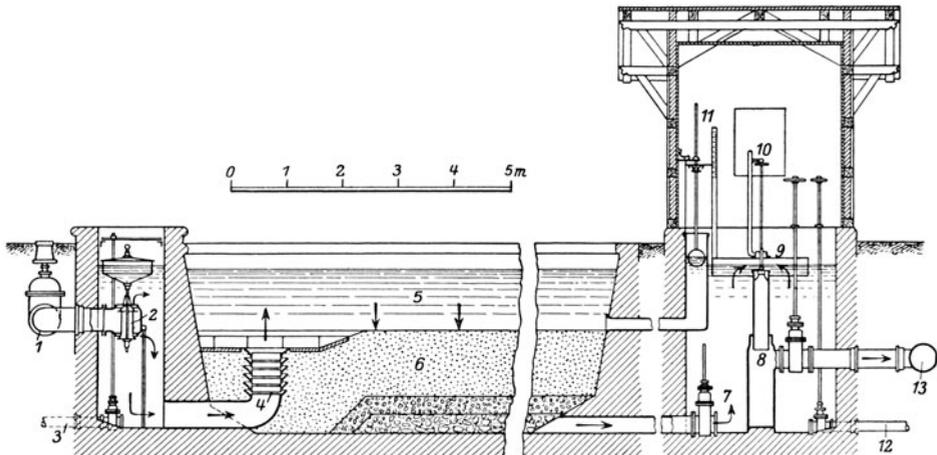


Abb. 59. Langsame Sandfiltration.

1 = Rohwasserleitung mit Schieber. 2 = Schwimmerventil für die Regulierung des Zuflusses. 3 = Rohwasserleerlauf. 4 = Rohwassereinlauf mit abnehmbaren Ringen. 5 = Rohwasserraum. 6 = Sand, Kies und Steine. 7 = Reinwassereinlauf mit Schieber in die Filtratkammer. 8' = Teleskoprohr des Ablaufreglers. 9 = Schwimmer des Ablaufreglers, reguliert den Filterdruck automatisch. 10 = Zeiger für Filtergeschwindigkeit. 11 = Zeiger für Filterdruck. 12 = Filtratleerlauf. 13 = Reinwasserablauf zur Stadt. (Nach Gärtner.)

Decke aus, welche auch ein kurzes Stück in die Sandschicht sich fortsetzt und aus zusammengeklebten Bakterien, Algen, Protozoen, anderen Organismen und Detrituspartikeln besteht. Diese Schleimdecke ist der eigentliche, wirk-same Bestandteil des Filters. Erst wenn sie sich in genügender Stärke ausgebildet hat, sind die Bakterien aus dem ablaufenden Wasser genügend entfernt. Mit Hilfe der langsamen Sandfiltration gelingt es allerdings meist nicht, die

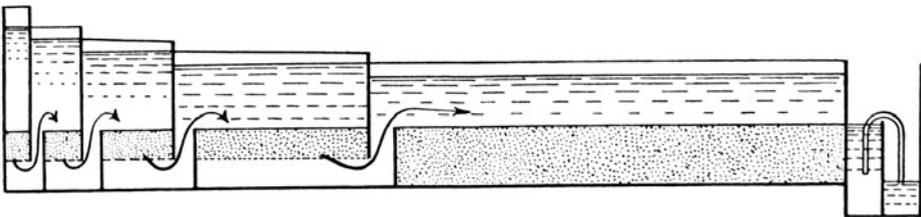


Abb. 60. Schema eines Stufenfilters nach Puech-Chabal. (Nach Rubner, Gruber und Ficker.)

Bakterien restlos zu entfernen. Völlig keimdicht ist also ein solches Sandfilter nicht. Stets passieren einige Keime die Filter. Filtriert man allerdings in mehreren Stufen, so gelingt es, auch das bakterienreichste Rohwasser bis auf vereinzelte Keime von den Bakterien zu befreien. Der Begründer der modernen Bakteriologie, Robert Koch, hat zuerst die Forderung aufgestellt, daß ein filtriertes Oberflächenwasser höchstens noch 100 Bakterienkeime in einem Kubikzentimeter enthalten soll. Diese Forderung hat sich in der Praxis durchaus bewährt, und durch Ministerialverfügung ist die

Innehaltung dieser Grenze den Wasserwerken zur Pflicht gemacht worden. Wenn man bedenkt, daß von den vielen Tausenden und Hunderttausenden von Keimen

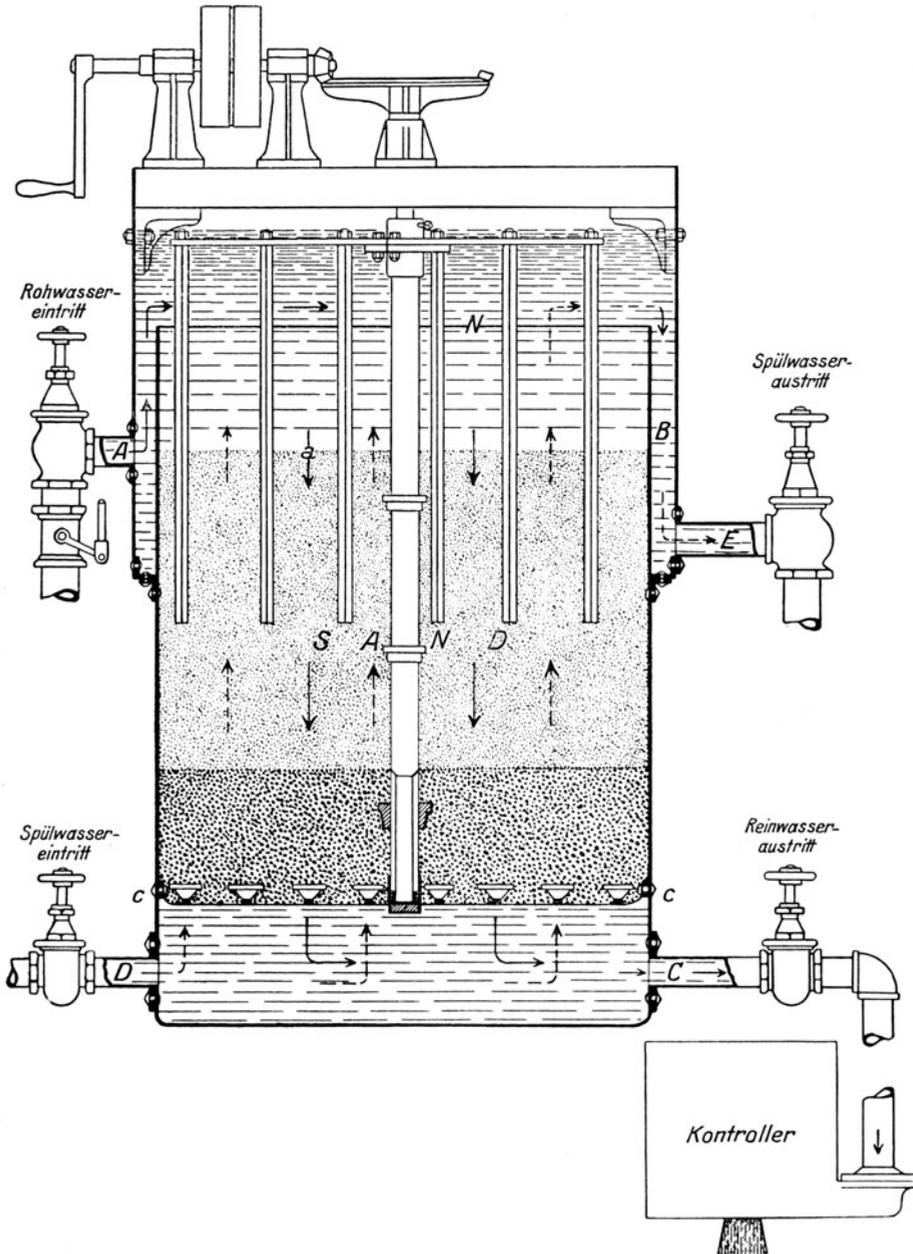


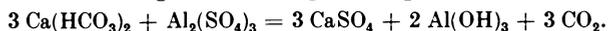
Abb. 61. Schnitt durch ein Schnellfilter, System Jewell. (Nach Rubner, Gruber und Ficker.)

des Rohwassers ja nur die wenigsten Krankheitserreger sind, wenn man ferner erwägt, daß zum Auftreten einer Infektionskrankheit, geschweige denn einer Epidemie, ja nicht der Genuß eines Krankheitserregers genügt, sondern daß

mehrere in den Organismus gelangen müssen, so ist die dadurch geschaffene Sicherheit schon eine recht weitgehende.

Ihre Feuerprobe haben die langsamen Sandfilter während der Hamburger Choleraepidemie im Jahre 1892 bestanden. Während Hamburg unfiltriertes Elbwasser benutzte, hatte die mit Hamburg fast völlig verwachsene Nachbargemeinde Altona schon die langsame Sandfiltration eingeführt. Trotzdem nun den Altonaer Filtern das mit sämtlichen Abgängen Hamburgs verseuchte Elbwasser zugeführt wurde, blieb Altona von der Choleraepidemie verschont.

Die Schnellfiltration. Die für eine Sandfiltration erforderlichen großen Räume, und die geringe Ergiebigkeit dieser großen Apparate mußten der Technik den Gedanken nahe legen, ähnliche Wirkungen mit kleineren Apparaten zustande zu bringen. Aus diesem Gedanken heraus entstanden die Schnellfilter. Schnellfilter sind kleine eiserne Cylinder, die mit Sand gefüllt sind, durch welche aber das Wasser unter Druck hindurch filtriert wird. Bei dieser schnellen Filtration kann sich nun die Schleimdecke nur langsam oder unvollständig bilden. Daher wird durch Zusatz von Chemikalien zum Wasser eine künstliche Schleimdecke erzeugt. Gewöhnlich fügt man dem Wasser Alaun zu. Dieser Körper setzt sich mit den in fast allen natürlichen Wässern enthaltenen Bicarbonaten des Calciums und Magnesiums unter Entbindung von Kohlensäure und Bildung von im Wasser gelöst bleibendem Gips zu Tonerdehydrat, einem flockigen, schleimigen Körper, um.



Diese schleimigen Flocken lagern sich nun auf dem Sand ab und übernehmen die Wirkung der natürlichen Schleimdecke. Es gibt sehr zahlreiche Systeme von Schnellfiltern, so das Jewell-Filter, das Reisert-Filter, das Bollmann-Filter, das Kröhnke-Filter u. a. m. Sie beruhen alle auf dem gekennzeichneten Prinzip, unterscheiden sich aber in konstruktiven Einzelheiten, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann. Die zahlreichen von maßgebenden Sachverständigen vorgenommenen Untersuchungen der Wirkung von Schnellfiltern haben ergeben, daß gut beaufsichtigte Schnellfilter in bezug auf die Entfernung der Bakterien ebenso sicher arbeiten, wie die langsamen Sandfilter. In bezug auf die Entfernung von Trübungen und Färbungen des Wassers leisten diese Filter sogar gewöhnlich mehr, indem die zugesetzten Chemikalien eine bessere Entfernung dieser Eigenschaften gewährleisten¹.

Es sind denn auch schon eine ganze Reihe von Städten dazu übergegangen, sich ihr Trinkwasser durch große Schnellfilteranlagen zu bereiten. Eine bekannte, mehrfach beschriebene Anlage ist die der Stadt Alexandrien, welche durch Filter nach System Jewell das Nilwasser von Bakterien und tonigen Trübungen befreit. Auch in Deutschland sind mehrere große Schnellfilteranlagen nach deutschen Systemen ausgeführt worden.

Die Verfahren der Sterilisation.

Für die Abtötung der in einem Wasser vorhandenen Bakterien sind sehr zahlreiche Mittel vorgeschlagen worden. Die meisten dieser Mittel müssen aber ohne weiteres ausscheiden. Entweder wirken sie nicht sicher, oder aber sie verändern das Wasser in bezug auf Aussehen, Geruch, Geschmack und Bekömmlichkeit derartig, daß von einer praktischen Verwendung der Stoffe keine Rede sein kann. Bewährt haben sich in der Praxis eigentlich nur zwei

¹ p_{H} ist für die gute Klärung von größter Bedeutung. Es soll zwischen 7 und 8 liegen. Die Entfärbung erfolgt durch Aluminium-Ion, am besten bei $p_{\text{H}} = 5,4$ (s. Haupt, Zeitschr. f. angew. Chemie. Bd. 40, S. 783. 1927).

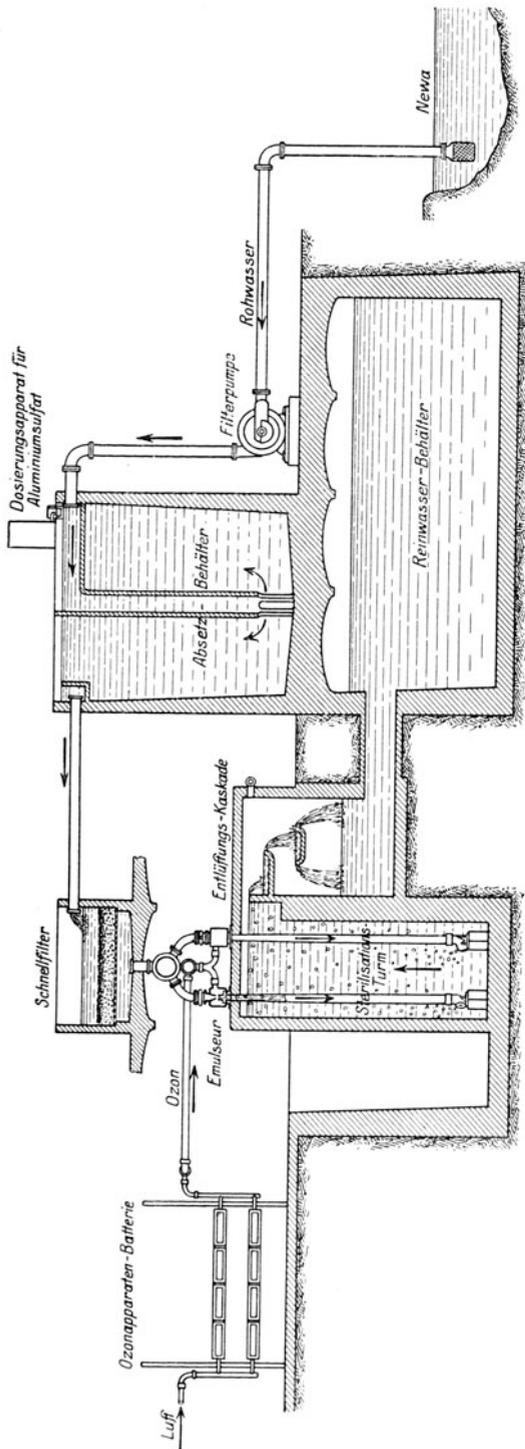


Abb. 62. Ozon-Sterilisierungsanlage (St. Petersburg).

chemische Mittel, nämlich das Ozon und das freie Chlor. Dazu kommt ein interessantes physikalisches Mittel, die ultravioletten Strahlen.

Das Ozonverfahren. Ozon ist bekanntlich eine allotrope Modifikation des Sauerstoffs. Während der gewöhnliche Sauerstoff aus zwei Atomen besteht, kommt dem Ozonmoleküle die Formel O_3 zu. Die Wirkung der Sterilisation besteht nun darin, daß das Ozonmolekül leicht in O_2 (gewöhnlichen Sauerstoff) und O (atomaren Sauerstoff) zerfällt. Der atomare Sauerstoff übt im Entstehungszustande heftige Oxydationswirkungen aus. Er bindet sich z. B. an das Plasma der Bakterien, wobei diese abgetötet werden.

Eine Ozonanlage (Abb. 62) ist folgendermaßen eingerichtet. Die Anlage besteht aus zwei Teilen, der Ozonbatterie und den Sterilisationstürmen. In der Ozonbatterie wird dadurch, daß hochgespannte elektrische Ströme sich zwischen zwei Metallen, Glasplatten usw., dunkel entladen, der Sauerstoff der gleichzeitig durchgesaugten Luft zum Teil in Ozon verwandelt. Durch eine Art Wasserstrahlpumpe, sog. Emulseur, wird die Ozonluft aus der Batterie angesaugt und gemischt mit dem Wasser auf die Sterilisationstürme gebracht. Das mit Ozon gemischte Wasser tritt nun durch die Türme, welche mit taubeneigroßen Kiesstücken gefüllt sind und in denen die Sterilisation vor sich geht. Es fließt dann

in den Reinwasserbehälter bzw. in die Stadtleitung ab. Vor der Ozonisierung des Wassers findet meist eine Filtration zum Zwecke der Entfernung von ungelösten Stoffen durch Schnellfilter statt.

Ein Überschuß von Ozon beeinflusst den Geruch und Geschmack des Wassers nicht, da das Ozon von selbst nach kurzer Zeit in gewöhnlichen Sauerstoff übergeht, also aus dem Wasser verschwindet. Nach zahlreichen Untersuchungen ist die Wirkung des Ozons auf die Bakterien eine vorzügliche. Viele Hunderttausende von Keimen werden in kürzester Zeit abgetötet. Voraussetzung für die gute Funktion des Ozonverfahrens ist aber, daß das Wasser nicht zu große Mengen toter organischer Substanz- oder Eisenverbindungen enthält. In diesen Fällen wird nämlich ein erheblicher Teil des zugeführten Ozons zur Oxydation der toten organischen Stoffe oder des Ferroeisens verbraucht. Es bleibt nicht genug Ozon für die Abtötung der Bakterien übrig, womit die Wirkung unsicher wird.

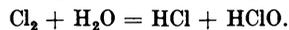
Vor dem Kriege hatte das Ozonverfahren für die Wassersterilisierung einen großen Aufschwung genommen. Eine ganze Reihe von Städten sterilisierten kurz vor dem Kriege ihr Wasser mit Hilfe von Ozon. Ich nenne die Städte Paderborn, Chemnitz, St. Petersburg, Paris, Nizza, Florenz. Die Wirren des Krieges und der Nachkriegszeit haben nun vielfach dazu geführt, daß die Sterilisation, die ja für die Zwecke der Ozonerzeugung der Kohle bedarf, einfach aus Kohlenmangel bzw. der Kosten wegen nicht mehr durchgeführt werden konnte. Man kam immer mehr zu dem jetzt zu besprechenden viel billigeren Chlorverfahren. Neuerdings machen sich aber viele Bestrebungen geltend mit dem Eintritt normaler Verhältnisse allmählich auch wieder zum Ozonverfahren zurückzukehren.

Das Chlorverfahren. Im Jahre 1894 berichtete ein deutscher Forscher, Traube, über eine Beobachtung, wonach geringe Mengen von freiem Chlor, dem Wasser beigemischt, eine sehr erhebliche Bakterienabtötung bewirkten. Diese Beobachtung Traubes wurde nun in der Folgezeit mit deutscher Gründlichkeit nachgeprüft. Dabei wurden sehr viele absprechende Urteile laut. Man behauptete vielfach, daß die Abtötung der Bakterien nicht sicher genug erfolge. Zum Teil erklärten sich diese absprechenden Urteile daraus, daß den meisten späteren Forschern als Zweck des Verfahrens vorschwebte, eine schnelle Sterilisierung des Wassers für die Truppen im Felde zu erreichen. Während Traube die Keimtötung erst 1—2 Stunden nach dem Zusatz des Chlors festgestellt hatte, konnte man für den genannten Zweck natürlich so lange nicht warten, sondern das Wasser mußte nach wenigen Minuten trinkfähig sein. Wirkt aber das Chlor nur sehr kurze Zeit, so braucht man für eine gute Sterilisation so erhebliche Mengen an Chlor, daß das Wasser in seinem Geruch und Geschmack so stark beeinflusst wird, daß es nicht mehr genußfähig erscheint.

Trotz dieser ungünstigen Berichte hat ein Wasserbaupraktiker, nämlich der Ingenieur Johnson in Chicago in Amerika im Jahre 1908 das Verfahren in die Praxis eingeführt. In den amerikanischen Städten lagen in bezug auf die Wasserversorgung vielfach eigenartige Verhältnisse vor. Die Städte sind sehr schnell gewachsen. Sie besitzen in ihrer Nähe keine großen Grundwasserströme und wenn sie sie besaßen, so langten bei dem sonst vielfach erforderlichen Bau von Straßen, Kanälen usw. die öffentlichen Mittel für den Bau der teuren Grundwasserversorgungen nicht aus. Dagegen liegen die amerikanischen Städte vielfach an großen Flüssen oder Seen. Die Wasserversorgungen waren deshalb vielfach so eingerichtet, daß man nach kurzem Absetzen des Fluß- oder Seewassers oder nach durchaus ungenügender Filtration, welche nur die suspendierten Stoffe, aber nicht die Bakterien entfernte, das Wasser in das

Leitungsnetz brachte. Die Folge war, daß recht erhebliche Erkrankungs- und Sterblichkeitsziffern für Typhus und andere Darmerkrankungen in diesen amerikanischen Städten zu verzeichnen waren, Ziffern, welche die entsprechenden Zahlen in europäischen Städten mit guter Grundwasserversorgung um ein Vielfaches dauernd überstiegen. Um diesem Mangel abzuhelpfen, kam Johnson auf den Gedanken, das Verfahren der Sterilisierung mit dem billigen Chlor anzuwenden. In vielen Tausenden von Wasserwerken ist das Verfahren heute in Gebrauch. Auch in Deutschland hat es sich an manchen Stellen, insbesondere nach dem Kriege, eingebürgert, nachdem sehr sorgfältige Untersuchungen, insbesondere des Gelsenkirchener Bakteriologen, Professor Bruns¹, einwandfrei dargetan hatten, daß das Verfahren sehr geeignet sei, bei richtiger Anwendung die in einem Wasser etwa vorhandenen Krankheitserreger sicher zu vernichten. Die Akten über die Brauchbarkeit des Chlorsterilisierungsverfahrens für Trinkwasser sind heute als geschlossen anzusehen. Es steht fest, daß man je nach der Wasserbeschaffenheit mit 0,3—1,5 mg aktiven Chlors pro Liter eine Vernichtung der Krankheitserreger des Wassers bewirken kann.

Ursprünglich wurde mit Chlorkalklösungen gearbeitet. Der Chlorkalk wurde mit Wasser gelöst und das Filtrat lief mit Dosierungsvorrichtungen dauernd dem Wasser zu. Später ist auch Natriumhypochlorit angewendet worden. Neuerdings werden aber diese beiden Salze immer mehr durch das bequemere zu handhabende flüssige Chlor verdrängt. Das gasförmige Chlor wird entweder direkt als solches dem Wasser zudosiert (Bamag-Verfahren) oder es wird zunächst konzentrierte Chlorwasserlösung gemacht, die nun dem übrigen Wasserstrom in der gewünschten Menge zugeführt wird (Verfahren von Dr. Ornstein-Triton). Nach 1—2stündiger Einwirkung des Chlors kann das Wasser genossen werden. Leitet man Chlor in Wasser ein, so ergibt sich zwischen Chlor und Wasser folgende Umsetzung:



Es entsteht also neben Spuren von Salzsäure, die sich an den stets vorhandenen Bicarbonaten abbindet und Kohlensäure in Freiheit setzt, HClO, dieselbe Säure, welche in Form des Calcium- oder Natriumsalzes mit Chlorkalk bzw. Natriumhypochlorit in das Wasser gebracht wird. Das HClO unterliegt nun der Spaltung in HCl und O, atomaren Sauerstoff, welcher im Entstehungszustande nun dieselben starken Oxydationen entfaltet wie das Ozon. Hieraus erklärt sich die Wirkung auf die Bakterien.

Die bakteriologischen Effekte sind gewaltig. Allerdings bleiben einige Wasserbakterien am Leben, insbesondere diejenigen, welche Dauersporen bilden. Krankheitserregende Bakterien bilden mit Ausnahme des Milzbrandes keine Dauersporen. Das Übrigbleiben derartig harmloser Wasserbakterien ist also gänzlich belanglos.

Der größte Vorteil des Verfahrens ist seine große Billigkeit. 100 cbm Wasser zu sterilisieren kostet nur etwa 10 Pfennige, auch die Einfachheit der Apparatur ist hervorzuheben. Man braucht nur eine Chlorbombe mit komprimiertem Chlorgas und einige Dosierungsapparate. Die ganze Anlage nimmt sehr wenig Raum ein. Ein gewisser Nachteil des Verfahrens liegt aber darin begründet, daß empfindliche Nasen und Zungen schon sehr kleine Mengen, auch schon diese winzigen Mengen von Chlor zu schmecken vermögen. Man hat allerdings, besonders dann, wenn wegen der Wasserbeschaffenheit größere Chlormengen angewendet werden müssen, versucht, durch Zusatz von Natriumthiosulfat, Wasserstoffsuperoxyd, Filtrieren über Holzkohle und ähnliches mehr, dem Wasser diesen Chlorgeschmack wieder zu nehmen. Indessen

¹ Bruns: Das Gas- und Wasserfach. Bd. 65, S. 713, 734, 752, 764. 1922.

scheinen diese Methoden im allgemeinen wenig Anklang gefunden zu haben. Seit einigen Jahren wird die Chlorierung des Wassers auch für Schwimmbad-zwecke angewendet. Das Wasser wird in bestimmten Zwischenräumen mit Chlor sterilisiert und blank filtriert, und kann dann wieder als Schwimmbade-wasser Verwendung finden. Dabei braucht man viel weniger oft das Wasser zu erneuern und spart also sehr an Wasser und an Kohle, da ja die großen Wasser-massen stets von etwa 12°, die das Grundwasser durchweg besitzt, auf etwa 20° angewärmt werden müssen. Derartige Anlagen sind u. a. im Frankfurter städtischen Schwimmbade und in der Stadionanlage Frankfurts in Betrieb. Für die Trinkwassersterilisierung wird ferner das Verfahren noch dann häufig angewendet, wenn ein Wasser vorübergehend gefährdet erscheinen kann. Dies ist z. B. der Fall, wenn eine Brunnenanlage von Hochwasser überflutet werden kann. Dann ist es trotz aller Sicherungen nicht unmöglich, daß das verdächtige Wasser, welches das Gelände überflutet, bis zum Grundwasser zutritt. Manche Wasserwerke haben für solche Fälle eine Chloranlage stets in Bereitschaft stehen. Tritt verdächtige Beschaffenheit des Grundwassers auf, so wird sofort die Chloranlage eingeschaltet.

Voraussetzung für richtige Wirkung des Chlors ist auch hier völlige Abwesenheit von Trübungen, Eisen und Anwesenheit von nur geringen Mengen an organischer Substanz. Liegt letztere in größeren Mengen vor, so kann das Wasser zwar auch noch sterilisiert werden, es bedarf dann aber wesentlich größerer Chlormengen.

Die Wassersterilisierung mittels ultravioletter Strahlen. Bekanntlich lassen sich über dem äußersten sichtbaren, blauen Teil des Spektrums des weißen Lichtes hinaus noch Strahlen nachweisen, welche zwar als Farbe nicht mehr wahrgenommen werden, denen aber erhebliche chemische Wirkungen, z. B. auf die photographische Platte, zukommen. Daß diesen ultravioletten Strahlen auch bakterientötende Kraft innewohnt, ist schon von verschiedenen Seiten festgestellt worden. Das Verdienst, als erste die ultravioletten Strahlen zur Wassersterilisierung herangezogen zu haben, gebührt den französischen Forschern Courmont und Nogier¹.

Man erzeugt die Strahlen in der sog. Quecksilberdampf-Quarzlampe. Das ist eine aus Quarz hergestellte, evakuierte und mit Quecksilberdampf gefüllte Lampe, durch welche der elektrische Strom geleitet wird. Der Queck-silberdampf gerät ins Glühen und sendet dabei ultraviolette Strahlen aus, welche durch Quarz glatt hindurchgehen, während sie vom Glas zurückgehalten werden. Man verwendet diese Lampen sowohl in der Weise, daß man sie auf dem Wasser, als auch ins Wasser eingetaucht brennen läßt. Das zu sterilisierende Wasser fließt langsam an den Lampen vorbei, wodurch durch die Wirkung der Strahlen die in ihm vorhandenen Bakterien abgetötet werden.

Voraussetzung für die Verwendbarkeit des Verfahrens ist die völlige Farb-losigkeit und Klarheit des zu sterilisierenden Wassers. Färbungen oder Trübungen, selbst geringen Grades, machen die Wirkung unsicher. Aus diesem Grunde kann die Methode auch nicht verwendet werden zur Sterilisierung von Milch, Bier, Wein und ähnlichen Nahrungs- und Genußmitteln. Die Strahlen dringen in derartigen Flüssigkeiten zum Teil nur bis zu Bruchteilen von einem Millimeter ein und werden absorbiert, womit die Wirkung eine ungenügende, bzw. das Verfahren unwirtschaftlich wird. Beim Bestrahlen des Wassers gehen so gut wie keine Umsetzungen mit den Salzen des Wassers vor sich. Lang andauernde Tierversuche haben ferner dargetan, daß das bestrahlte Wasser gesundheitlich völlig unbedenklich ist.

¹ Compt. rend. Tome 148, Nr. 8. 1909.

Der Hauptnachteil liegt aber in den hohen Kosten des Verfahrens begründet. Die Quarzlampen sind einstweilen noch recht teuer, und der Verschleiß ist ein nicht unerheblicher. Wenn es gelingt, die Kosten herabzusetzen, so dürfte das Verfahren eine Zukunft haben. Bei Kriegsausbruch sollen in Frankreich mehrere Wasserwerke für die Sterilisierung mit ultravioletten Strahlen im Bau gewesen sein.

Vielfach sind auch für den Kleinbetrieb Kleinfilter sowie kleine Wassersterilisierungsanlagen nach den beschriebenen Systemen gebaut worden. Es liegt in der Natur der Dinge, daß alle derartigen Kleinapparate, da sie nicht dauernd beaufsichtigt werden können, in ihrer bakteriellen Wirkung mehr oder weniger unzuverlässig sein müssen. Völlig zuverlässig arbeiten von Kleinapparaten zur Wassersterilisierung nur die Abkochapparate, die von verschiedenen Firmen geliefert werden.

Reinigung des Wassers in anderer als hygienischer Richtung.

Wenn auch, wie ich oben dargelegt habe, normales Grundwasser gewöhnlich einer Reinigung zum Zwecke der Entfernung von Bakterien nicht bedarf, so muß es doch oft, bevor es dem Gebrauch zugeführt werden kann, in anderer als hygienischer Richtung behandelt werden. Manche Grundwässer enthalten nämlich Stoffe, welche beim Gebrauch des Wassers sehr stören oder aggressive Wirkungen auf Hochbehälter und Leitungsrohre veranlassen.

Eisenhaltiges Wasser.

Viele Grundwässer, insbesondere die der Diluvial- und Alluvialschichten der norddeutschen Tiefebene enthalten Eisensalze.

Nachteile eisenhaltigen Wassers.

Ein eisenhaltiges Wasser zeigt einen eigentümlichen, tintenartig metallischen Geschmack. Frisch gezapft ist es stets vollständig klar. Das Eisen ist nämlich immer in Form des Ferrosalzes im Wasser vorhanden, und derartiges Wasser ist stets sauerstofffrei. In sauerstofffreiem Wasser sind diese Salze ohne Veränderung löslich. Kommt aber das Wasser nun nach dem Heraufpumpen mit dem Sauerstoff der Luft in Berührung, so beginnt sofort eine Zersetzung der Ferrosalze, wobei rotgefärbtes, unlösliches Eisenoxydhydrat ausgeschieden wird. Das Wasser wird also gar bald schillernd gelblich und läßt dann einen roten Niederschlag ausfallen. Gesundheitlich wäre das zwar ohne Belang, indessen ist natürlich derartiges Wasser nicht nur unansehnlich und unappetitlich, sondern es bewirkt auch beim Gebrauch des Wassers große wirtschaftliche Störungen. So wird die Wäsche gefleckt. In allen möglichen Industrien, z. B. der Färberei, der Brauerei, der Herstellung von photographischen Platten und anderen Betrieben mehr, kann dieses Wasser nicht benutzt werden. Eisenhaltiges Wasser zeigt ferner noch die interessante Eigentümlichkeit, daß es bestimmten Algenarten Gelegenheit zum Wachstum gibt (Abb. 63). Diese sog. eisenspeichernden Algen haben die Eigenschaft, dem Wasser die Ferrosalze zu entziehen, sie in ihre Scheiden einzulagern und hier bei ihrem Lebensprozeß in Eisenoxyd zu verwandeln. Durch Wachstum derartiger Algen wird also ebenfalls das Wasser unansehnlich und gefärbt. Die Kalamitäten, welche durch starkes Wachstum dieser Algen entstehen, können so gewaltig werden, daß Rohrverstopfungen auftreten.

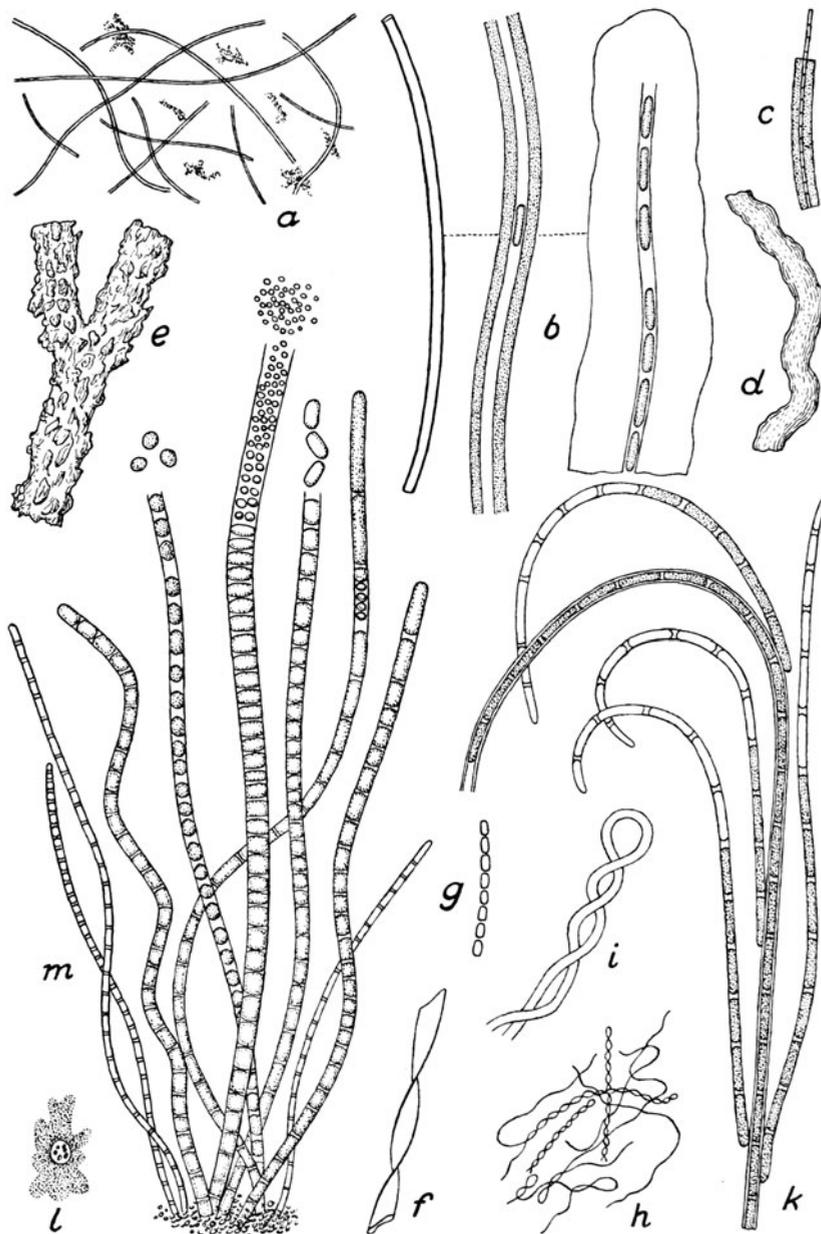


Abb. 63. Eisen- und manganspeichernde Algen.

a = *Chlamydothrix ochracea*, Scheiden und Flöckchen von Eisenoxydhydrat. b = *Chlamydothrix ochracea*, Scheiden mit und ohne Gallert, im Innern einzelne Zellen. c = *Chlamydothrix ochracea*, Faden mit deutlich inkrustierter Scheide. d = *Chlamydothrix ochracea*, alte Scheide mit starken Einlagerungen von Eisenoxydhydrat. e = *Chlamydothrix ochracea*, zwei mit ihren Scheiden verklebte alte Fäden; mit Ein- und Manganoxydhydrat. f = *Gallionella ferruginea*, zwei verklebte Fäden (Spirophyllum?). g = *Gallionella ferruginea*, mutmaßlicher junger Faden. h = *Gallionella ferruginea*, gekrümmte und verschlungene Fäden. i = *Gallionella ferruginea*, verschlungener Faden, stark vergrößert. k = *Chlonothrix fusca*, Faden mit unechten Verzweigungen. l = *Siderocapsa Treubii*, Vergr. etwa 700fach. m = *Crenothrix polyspora*, Fäden in verschiedenen Entwicklungsstadien. (Nach Kolkwitz, Pflanzenphysiologie.)

Enteisenung.

Ein Wasser, welches Eisensalze enthält, muß daher stets vor dem Gebrauch vom Eisen befreit werden. Die Enteisenungstechnik ist heute sehr entwickelt, und es gelingt im allgemeinen ohne Schwierigkeiten, ein eisenhaltiges Wasser von seinem Eisengehalte bis auf 0,1 mg Eisen für einen Liter oder auch darunter zu befreien. Ein Eisengehalt von 0,1 mg im Liter bereitet keine Störungen mehr, so daß das gereinigte Wasser ohne weiteres für alle Zwecke benutzt werden kann. Die Methodik der Enteisenung macht sich die Zersetzbarkeit der Ferroverbindungen durch den Sauerstoff der Luft zunutze. Die Enteisenungsmethoden beruhen also darauf, daß das Wasser mit dem Sauerstoff der Luft in Berührung gebracht, und nun das ausgeschiedene Eisenoxyd durch nachgeschaltete Sandfilter abfiltriert wird. Bei den zahllosen verschiedenen Enteisenungssystemen kann man zwei große Gruppen unterscheiden, nämlich die offenen und die geschlossenen Anlagen.

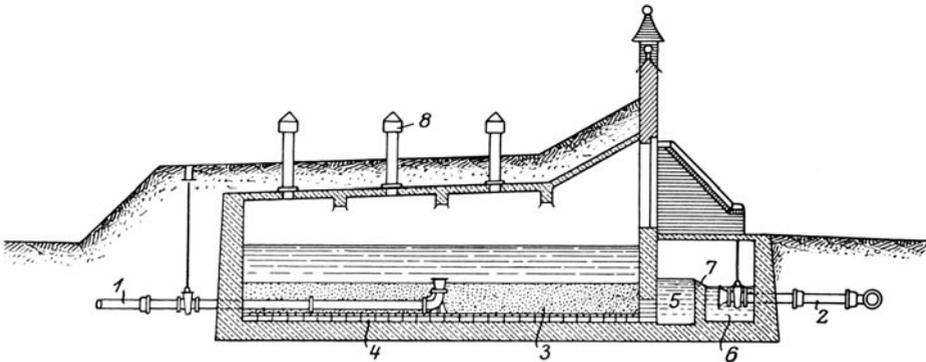


Abb. 64. Enteisenungsfilter hinter offener Enteisenungsanlage.

1 = Wasserzufluß vom Rieseler. 2 = Abfluß zum Reinwasserbehälter. 3 = Sandfilter-schichten. 4 = Ziegelsammelrinne. 5 = Reinwasservorkammer. 6 = Reinwasserkammer. 7 = Reinwasserüberfall. 8 = Entlüftungsrohre. (Nach Scheven, Düsseldorf.)

Die offenen Anlagen bewirken die Mischung des Wassers mit dem Sauerstoff der Luft in der Weise, daß sie das Wasser über große Körper aus Ziegelbrocken, Koks und ähnlichen Materialien an freier Luft herabrieseln oder es aus Brausen austreten lassen, oder es auf Prellteller aufprallen lassen, oder es durch Ausspritzen aus feinen Düsen sehr fein zerstäuben. Dabei sättigt sich das Wasser mit dem Sauerstoff der Luft. Es nimmt Sauerstoff bis an die Sättigungsgrenze auf. Dieser Sauerstoff bewirkt die oben schon gekennzeichnete Oxydation des Ferrosalzes zu Eisenoxydhydrat unter Entbindung von freier Kohlensäure. Das Eisenoxydhydrat ist aber vielfach in Form des Sols im Wasser vorhanden. Um das Wasser klar zu erhalten, fällt demnach noch dem nachgeschalteten Sandfilter eine wichtige Aufgabe zu. Es muß die ausgeschiedenen Eisenflocken abfiltrieren und muß ferner das Eisensol in das Eisengel verwandeln. Letzteres geschieht nur dann, wenn das Filter schon gut mit Eisenoxydschlamm durchsetzt ist. Das Filter muß deswegen „eingearbeitet“ sein. Die Praktiker sprechen daher von einer katalytischen Wirkung des eingearbeiteten Filters.

Die geschlossenen Anlagen nehmen die Vermengung mit geringeren Mengen von Sauerstoff als bis zur Sättigungsgrenze in geschlossenen Räumen vor. Es wird einfach in die Druckleitung ein Kessel eingebaut, der oben eine Schicht von zackigem Schlackenmaterial oder ähnlichen Substanzen erhält. Durch Schnüffelventile oder Pumpen wird dem Wasser Sauerstoff beigemischt,

wodurch die Oxydation des Eisens erfolgt. An das Schlackenfilter schließt sich dann ein gewöhnliches Sandfilter an, welches sich unter der Schlackenschicht

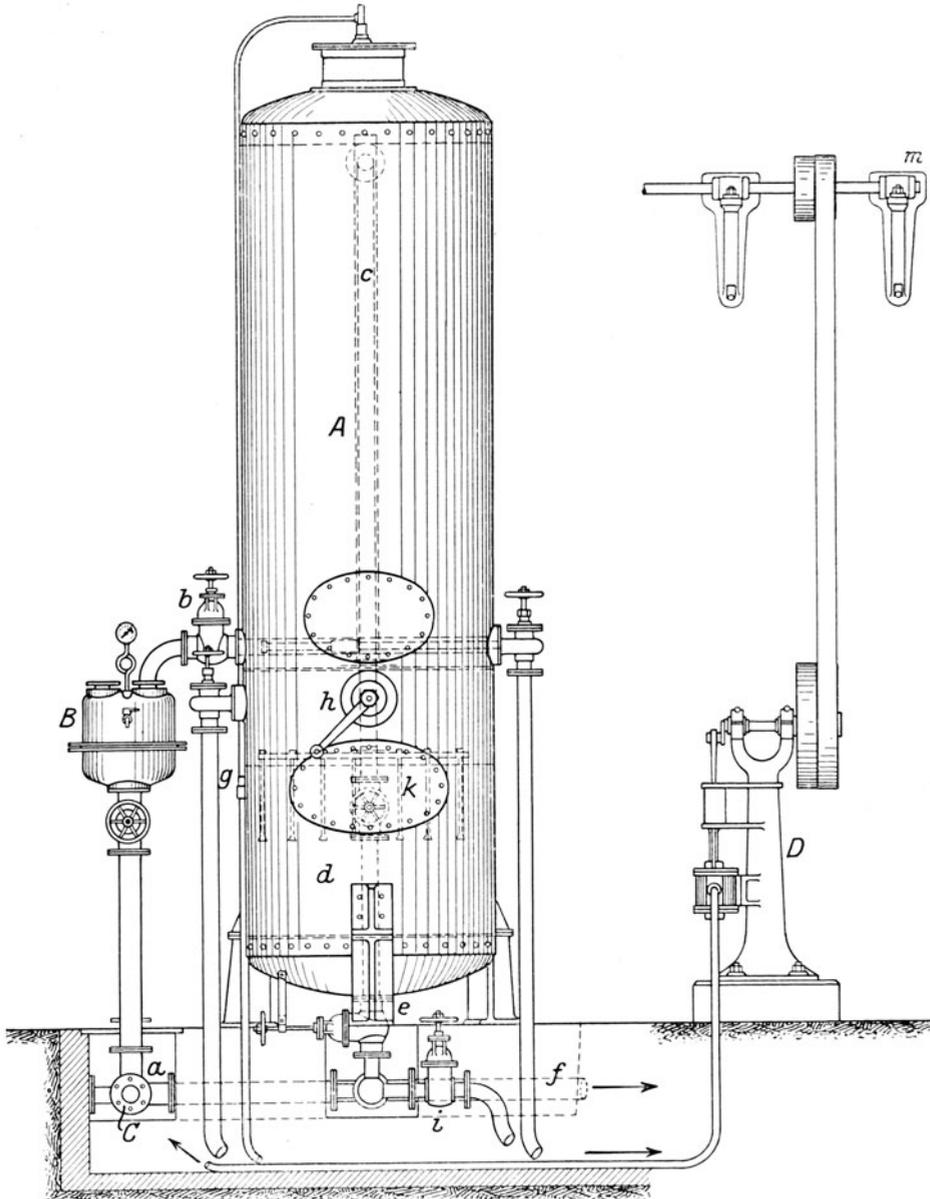


Abb. 65. Geschlossene Enteisenungsanlage, System Halvor Breda.

A = Kontaktbehälter. d = Filterraum. h = Filterkurbel. k = Filterrührwerk. B = Mischtopf für Wasser und Luft. b = Einlaßschieber. C = Eintritt von Wasser und Luft. i = Schlammventil. f = Spülwasserablaß. g = Spülwasserablaß. D = Luftkompressor. m = Vorgelege. c = zentrales Rohr. (Nach Rubner, Gruber und Ficker.)

in demselben Cylinder befindet, in dem nun die Filtration des Wassers vorgenommen wird.

Beide Systeme, sowohl das geschlossene wie das offene, haben ihre Vor- und Nachteile. Bei offenen Enteisungsanlagen muß das Wasser meist zweimal gepumpt werden, einmal an der Gewinnungsstelle und dann für die Zwecke des Rieselns. Die offenen Systeme haben aber den Vorteil, daß sie gewöhnlich auch die Kohlensäure, welche oft sehr schädliche Wirkungen entfalten kann (S. 356), bei der Rieselung mitentfernen, was beim geschlossenen System nicht möglich ist. Dafür haben aber die geschlossenen Systeme einmal den Vorteil, daß das Wasser nur einmal gepumpt werden braucht, ferner den hygienischen Vorteil, daß das Wasser mit der Außenluft nicht in Berührung kommt, da ja die Behandlung in einem geschlossenen Gefäß vor sich geht. Immerhin ist die Infektion eines Wassers durch die Luft, besonders durch die Luft, wie sie in Grundwassergewinnungsgegenden beschaffen ist, ziemlich belanglos. Eine Infektion des Wassers durch krankheitserregende Keime von der Luft aus ist nahezu ausgeschlossen.

Eisenhaltige Wässer, welche gleichzeitig einen höheren Humingehalt besitzen, scheiden das Eisen bei der Lüftung nur unvollkommen ab. Bei der Enteisung solcher Wässer muß man deshalb zur Fällung des Eisens Chemikalien anwenden (meist wird Kalk verwendet).

In Gemeinschaft mit W. Seidenfaden¹ hat Verfasser die Oxydationsgeschwindigkeit des Eisens in ferrosalzhaltigen Wässern studiert. Wir fanden, daß diese in jedem Augenblick dem Eisengehalte, dem Sauerstoffgehalt und mit einiger Annäherung der Hydroxylionenkonzentration gerade proportional oder, was dasselbe sagt, der Wasserstoffionenkonzentration umgekehrt proportional ist. Wir konnten auch eine völlige und längere Enteisung bei völliger Abwesenheit von Sauerstoff unter Stickstoffatmosphäre durchführen. In diesem Falle wird also das Ferroeisen nur durch das verschlammte ($\text{Fe}(\text{OH})_3$) Filter in ganz entsprechender Weise wie bei der Entmanganung (S. 353) vorgenommen. Zwischen $\text{Fe}(\text{OH})_3$ und Ferrosalz dürften ähnliche adsorptive Verbindungen dabei auftreten. Dieser Befund wirft ein bezeichnendes Licht auf die „katalytische“ Wirkung eines Enteisungsfilters. Sollte durch ungenügendes Lüften die Oxydation nicht ausreichend sein, so würde ein eingearbeitetes Filter trotzdem eisenfreies Wasser liefern, weil das übrigbleibende Ferrosalz auf adsorptivem Wege durch das Eisenoxyhydrat des Filters fortgenommen würde.

Manganhaltiges Wasser.

Seit etwa 30 Jahren weiß man, daß Mangansalze im Grundwasser vorhanden sind.

Die Breslauer Katastrophe.

Das Vorhandensein von Mangansalzen im Wasser, auf die schon Proskauer im Jahre 1891 hinwies, blieb völlig unbeachtet, bis die Katastrophe, welche im Jahre 1906 das Breslauer Wasserwerk ereilte, die Aufmerksamkeit der ganzen Welt auf die Mangansalze hinlenkte. Die Stadt Breslau hatte mit einem Kostenaufwande von Millionen kurz vorher ein neues Grundwasserwerk angelegt. Nach kaum einjährigem Gebrauche des Wassers wurden aber plötzlich in der Stadt über die Beschaffenheit des Wassers lebhaft Klagen laut. Die angestellten Ermittlungen und Untersuchungen ergaben, daß ein gewaltiger Einbruch von Eisen- und Mangansalzen in das Wasser stattgefunden haben mußte. Auf die näheren Ursachen der Wasserverschlechterung in Breslau kann hier nicht eingegangen werden. Es sei dazu auf die

¹ Inaug.-Diss. Frankfurt a. M. 1923; naturw. Fakultät. Siehe auch Vortrag des Verf. auf der Vers. d. Vereins deutscher Chemiker. Zeitschr. f. angew. Chem. 1927. Im Druck.

Literatur¹ verwiesen. Trotz großer Anstrengung ist es der Stadt Breslau nicht gelungen, das Wasserwerk zu retten. Der größte Teil des Werkes ist verloren gegangen, und die Stadt ist wieder für die Deckung eines großen Teils ihres Trinkwasserbedarfes zur Filtration von Oderwasser übergegangen.

Nachteile manganhaltigen Wassers.

Die Mangansalze bereiten ganz ähnliche Schwierigkeiten wie die Eisensalze. Sind nur $1-1\frac{1}{2}$ mg Mn-Ionen in einem Liter vorhanden, so zeigt sich beim Waschen der Wäsche mit diesem Wasser ein Auftreten von starker Wäscheverderbnis. Die Manganverbindungen setzen sich mit den alkalischen Zuschlägen, wie Soda und Seife, zunächst in Manganohydrat um, welches durch den Sauerstoff der Luft in gelbes, bis braunes, bis schwarzes Manganihydrat verwandelt wird. Dieser Braunstein setzt sich in Form von gelben bis braunen Flecken in der Wäsche ab. Ferner gedeihen in manganhaltigen Wässern wiederum verschiedene Algenarten, in ähnlicher Weise, wie dies für eisenhaltiges Wasser schon geschildert wurde. Es gibt viele Algenarten, die sowohl Mangan, als auch Eisen zu speichern vermögen. Sie entziehen das Ferro-Ion bzw. Mangan-Ion dem Wasser, verwandeln es in Eisenoxyd bzw. Braunstein und lagern das gelbe Eisenoxyd oder den schwarzen Braunstein in ihre Scheiden ein. Die Algen sind im manganhaltigen oder eisenhaltigen Wasser stets in frischer Bildung vorhanden, ebenso wie stets ein ganzer Posten laufend abstirbt. Die lebendigen Algen halten sich zäh an der Rohrwand fest und können auch durch größte Wasserdrucke nicht entfernt werden. Die abgestorbenen Algen dagegen werden von jeder Wasserbewegung mitgenommen. Sie sind mit tiefschwarzem Braunstein verkrustet, und so bemerkt man denn im manganhaltigen Wasser häufig folgendes. Dreht man die Wasserleitung auf, so kommen mit dem Wasser tiefschwarze und tintig gefärbte Schleimmassen und Flocken mit. Diese sind natürlich geeignet, das Wasser überaus unappetitlich erscheinen zu lassen. Die Algen können auch so stark wuchern, daß große Rohrleitungen vollkommen zuwachsen, was natürlich die größten Schwierigkeiten mit sich bringt. Ein Mittel, die Algen abzutöten, ohne das Wasser zu schädigen, gibt es nicht. Das einzige Mittel, welches zur Beseitigung der Algenkalamität in Frage kommt, ist die Entfernung des Mangans aus dem Wasser. Leitet man manganfreies Wasser in ein solches durch Algen durchseuchtes Rohrnetz ein, so sterben die Algen sehr bald Hungers und sind dann leicht durch einfache Wasserdrucke von der Wand loszulösen und auszuspülen. Manganhaltige Wässer bereiten auch für die Verwendung zu allen möglichen industriellen Zwecken große Schwierigkeiten.

Entmanganung.

Eine umfangreiche Entmanganungstechnik hat sich seit den Zeiten der Breslauer Wasserkatastrophe entwickelt. Die Geschichte der Entwicklung dieser Entmanganungstechnik ist recht interessant. Wegen der nahen Verwandtschaft von Eisen und Mangan und dem recht ähnlichen Verhalten hat man zunächst versucht, die Manganverbindungen in ganz derselben Weise aus dem Wasser abzuscheiden, wie das durch die längst bewährte Enteisungstechnik mit dem Eisen geschah, nämlich durch Lüften und nachträgliche Sandfiltration. Dabei bemerkte man aber bald, daß die Ausscheidung des Mangans in ganz anderer Weise erfolgt als die des Eisens. Der wesentliche Unterschied der Entmanganung gegenüber der Enteisung liegt darin begründet, daß das Eisen schon bei der Lüftung oxydiert wird. Zwar hat das

¹ Lühlig: Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 13, S. 441 und Bd. 14, S. 40. 1907.

Filter, wie schon oben erwähnt, auch noch eine wesentliche Wirkung. Diese liegt aber mehr auf mechanischem Gebiete. Bei der Entmanganung indessen liegt die Wirkung allein im Filter. Die Lüftung kann auch völlig überflüssig sein, weil eine Oxydation des Mangan-Ions nicht stattfindet. Die Lüftung bewirkt freilich die Entfernung der freien Kohlensäure, was, wie noch ausgeführt werden wird, die Entmanganung erleichtert. In einem Vortrage auf der Jahresversammlung des Vereins von Gas- und Wasserfachmännern im Jahre 1914 in München hat der Verfasser diese Verhältnisse zuerst ausführlich theoretisch behandelt¹. Es wurde gezeigt, daß das chemische Verhalten des Mangan- und des Ferroions bei der Oxydation durch Sauerstoff völlig verschieden ist. Nach

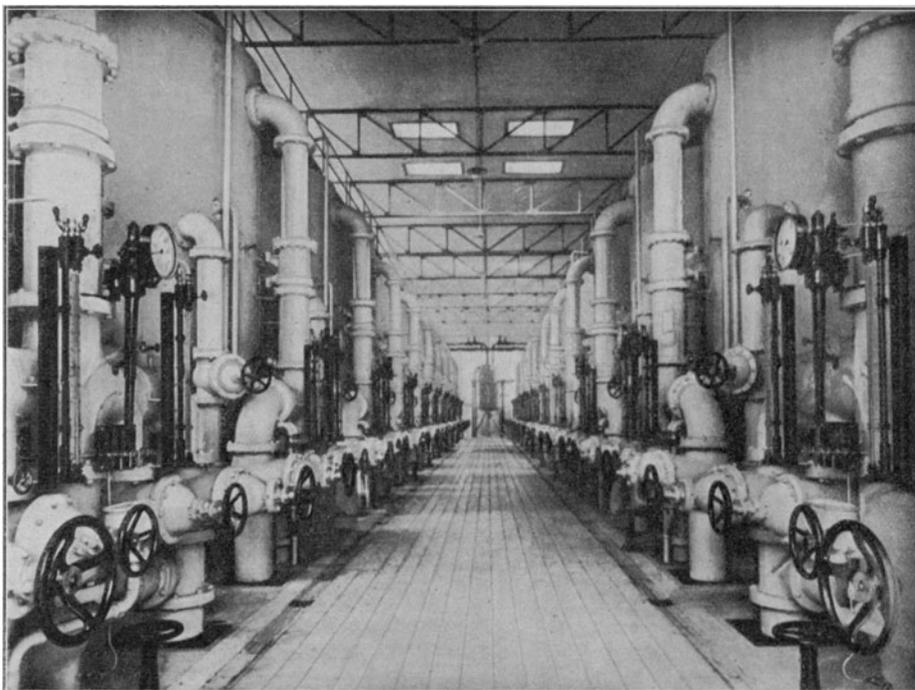


Abb. 66. Entmanganungsanlage im Wasserwerk Dresden-Tolkewitz.

den weiter von uns gesammelten Erfahrungen kann man das Verhalten von Mangan- und Ferrosalzen im Wasser gegenüber dem Sauerstoff wie folgt charakterisieren: Das Ferroion zeigt bei allen Wasserstoffionenkonzentrationen eine wesentlich größere Tendenz zur Oxydation durch den Luftsauerstoff als das Manganion. Bei denjenigen Wasserstoffstufen, welche für Trinkwasser in Frage kommen, also bei etwa p_H 8—6,5 wird Manganion überhaupt nicht oxydiert, sondern ist völlig beständig. Erst in deutlicher alkalischen Lösungen zeigt das zweiwertige Mangan ebenfalls ein erhebliches Bestreben in Braunstein überzugehen. Indessen ist auch in alkalischen Stufen die Tendenz zur Oxydation wesentlich geringer als bei Ferroverbindungen.

Es ist nun eine bekannte Tatsache, daß, wenn man ein manganohaltiges Wasser durchlüftet und durch Sand filtrierte, der Manganengehalt im filtrierte Wasser wochen- und monatelang unverändert bleibt. Allmählich

¹ Journ. Gasbel. u. Wasserversorg. Bd. 57, S. 713. 1914.

aber fängt das Filter an sich durch abgeschiedenes Mangan, welches in Braunstein übergeht, dunkel zu färben. Zeigt sich die erste Verfärbung, so wird der Sand schnell stärker gefärbt, er wird immer dunkler und schließlich von ausgeschiedenem Braunstein pechschwarz. Das Filter arbeitet sich ein, wie die Praktiker sagen. Ein derartig eingearbeitetes Filter entfernt nun laufend das Mangan aus dem Wasser. Es wird fortgesetzt Manganosalz durch die schwarzen Schichten des Filters aufgenommen. Das Manganosalz oxydiert sich mit dem Luftsauerstoff von selbst allmählich zu Braunstein, und man hat nun nichts Weiteres nötig, als von Zeit zu Zeit, wenn der Filterdruck durch die aufgenommenen Manganmassen zu groß wird, das Zuviel an Braunstein durch rückwärtige Spülung des Filters wegzuspülen. Dann arbeitet das Filter sofort wieder normal weiter.

Die geschilderte Art der Entmanganung ist die übliche. Auch hier muß die Entfernung des Mangans bis auf 0,1 mg Mn im Liter gebracht werden. Das erste Einarbeiten des Sandes erklärt sich wohl durch ganz langsame Adsorption von dem in kleinen Mengen im Wasser infolge hydrolytischer Spaltung der Mangansalze stets vorhandenen Manganhydrat und seiner allmählichen Oxydation. Statt das Filter in dieser Weise langsam einarbeiten zu lassen, hat man auch versucht direkt über mineralischen Braunstein oder andere braunsteinhaltige Materialien, wie Manganpermutit, zu filtrieren. Das Manganpermutit ist ein mit Mangansalz gewaschenes Natriumpermutit, das dann mit Kaliumpermanganat behandelt wurde. Dabei scheidet sich Braunstein in äußerst feiner Verteilung in dem alkalischen Permutitmaterial ab.

Auch mit diesen Materialien kann man Wasser gut manganfrei machen, indem man das Wasser über diese Stoffe filtriert. Indessen sind beide Verfahren teurer als das zuerst geschilderte Verfahren und werden daher heute weniger angewandt.

Die physikalisch-chemischen Vorgänge in einem Entmanganungsfilter.

Wenn so auch die Entmanganungstechnik heute völlig durchgebildet ist, so wußte man bis jetzt noch gar nichts über diejenigen Vorgänge, die sich in einem Manganfilter abspielen. In einer Experimentalarbeit hat der Verfasser zusammen mit Dr. Hirsch und Dr. Häffner¹ diese Vorgänge studiert und folgendes festgestellt.

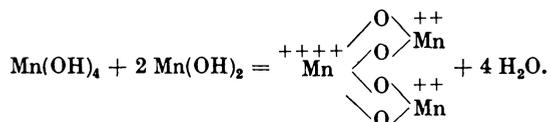
Die Aufnahme von zweiwertigem Mangan an Braunstein folgt der Freundlich'schen Adsorptionsisotherme. Trägt man die adsorbierten Manganwerte und die Endwerte des nicht adsorbierten Mangans in ein Koordinatensystem ein, wo erstere Ordinaten und letztere Abszissen sind, so erhält man typische Freundlich'sche Adsorptionskurven.

Die Frage, in welcher Form das Mangansalz adsorbiert wird, wurde durch die Versuche dahin beantwortet, daß das Mangan nicht als Sulfat, Bicarbonat oder Carbonat adsorbiert wird. Es ist nach dem Ergebnis der Versuche auch recht unwahrscheinlich, daß Manganhydrat adsorbiert wird. Aus dem Einflusse der Wasserstoffionenkonzentration (S. 356) ist vielmehr zu folgern, daß Manganion und nicht Hydrat adsorbiert wird.

Wenn die Aufnahme des Mangan-Ions vom Braunstein auch nach der Freundlich'schen Isotherme verläuft, so handelt es sich doch sicherlich nicht um eine reine Oberflächenwirkung, sondern es scheinen dabei chemische Kräfte mitzuspielen. Das folgt einmal aus der Tatsache, daß alle Oberflächen Adsorptionen momentan erfolgen, die Adsorption des Mangan-Ions aber Zeit gebraucht. Ferner folgt dies daraus, daß die Adsorption mit steigender

¹ Das Gas- und Wasserfach. Bd. 70, S. 30 u. 58. 1927 und Häffner: Inaug.-Diss. Frankfurt a. M. 1927.

Temperatur zunimmt, während die echten Oberflächenwirkungen durchweg mit steigender Temperatur abnehmen. Endlich konnten wir mit allen sonst als guten Adsorbentien bekannten Stoffe, wie Kieselgur, Tierkohle, Ton, Kieselsäure, überhaupt keine Adsorption von Manganosalz erzielen. Es muß also neben der Oberflächenwirkung eine gewisse Art von chemischer Bindung zwischen Mangan und Braunstein einhergehen. Man könnte an eine Art Salzbildung denken, da ja Manganohydrat basische, Manganihydrat saure Eigenschaft besitzt. Es könnte sich also eine Art Mangano-Manganit ausbilden gemäß der Gleichung:



Im übrigen handelt es sich bei der Fortnahme des Mangans um Gleichgewichtszustände. Durch Verdünnung einer konzentrierten Manganolösung geht der adsorbierte Betrag zurück auf den Betrag, wie ihn eine von vornherein auf diese Konzentration gebrachte Lösung zeigt. Die Aufnahme des Mangans ist abhängig von der Braunsteinmenge. Es wurde gefunden, daß Braunsteinmenge und adsorbierter Betrag in linearer Beziehung stehen.

Die Adsorption ist nicht umgekehrt proportional dem Quadrate der Wasserstoffionenkonzentration, wie sie es sein müßte, wenn Hydrat adsorbiert würde. Die Hydratbildung durch Hydrolyse ist nämlich dem Quadrate der Hydroxylionenkonzentration gerade, oder was dasselbe sagt, der Wasserstoffionenkonzentration umgekehrt proportional. Unsere Versuche ergaben aber die merkwürdige Tatsache, daß die Adsorption in guter Annäherung proportional dem Logarithmus der Wasserstoffionenkonzentration verlief.

Vielfach liest man in der Literatur die Angabe, daß das Mangan sich aus Wasser nach der üblichen Entmanganungsmethode nicht ausscheiden lasse, wenn es als Mangansulfat vorläge und nicht als Bicarbonat. Für die seltenen Fälle, wo dem Manganion kein anderes Anion als Sulfation oder ein anderes Mineralsäureion das elektrostatische Gleichgewicht halten kann, ist das ganz richtig. Die Wasserstoffionenkonzentration steigt dann viel zu hoch an. Doch ergibt sich aus manchen Angaben der Literatur, daß bisweilen das Wesentliche nicht begriffen wird. Steht dem Manganion mehr als die äquivalente Menge Hydrocarbonation gegenüber, so ist es völlig gleichgültig, ob das Mangan ursprünglich als Mangansulfat aus dem Boden in das Wasser übergetreten ist. Das Mangan muß sich dann mit der üblichen Methodik gerade so gut abscheiden lassen, als wenn es in Form von Hydrocarbonat vom Wasser gelöst worden wäre.

Kohlensäurehaltiges Wasser.

Ein weiterer Körper, welcher in vielen Grundwässern vorkommt und Anlaß zu wirtschaftlichen Störungen gibt, ist die freie Kohlensäure. Kohlensäurehaltige Wässer greifen die Hochbehälter, die aus Zementbeton erbaut sind, und die eisernen Leitungsrohre heftig unter Rosten an. Diese Rosttrübungen teilen sich dem Wasser mit. So ist das Wasser fortgesetzt durch Eisenoxyd getrübt.

Entsäuerungsmethoden.

Auch hier haben sich eine Reihe von technischen Verfahren ausgebildet. Man entfernt die Kohlensäure aus dem Wasser in der Praxis hauptsächlich nach folgenden Verfahren: Erstens fügt man dem Wasser

durch geeignete Dosierungsapparate alkalische Zuschläge hinzu, wie Kalk, Soda und Natronlauge, welche die Kohlensäure in Bicarbonate überführen. Hier kommt es vor allem auf die richtige Dosierung an. Das zweite Verfahren ist von Baurat Dr. Scheelhaase, dem früheren Direktor der Frankfurter städtischen Wasserwerke, ausgebildet worden. Es besteht in einer Filtration des Wassers über Marmor. Die Kohlensäure löst den Marmor auf unter Bildung von doppeltkohlensaurem Kalk, der als lösliches Salz ins Wasser übertritt. Schließlich wendet man auch das Zerstäuben oder Rieseln an, wie es schon für die Zwecke der Enteisung geschildert wurde. Da es bei eisenhaltigem Wasser auch vielfach nötig ist, die Kohlensäure zu entfernen, so ist dieses Verfahren bei eisenhaltigen Wässern oft sehr zweckmäßig, da es zwei Fliegen mit einer Klappe schlägt, nämlich einmal den nötigen Sauerstoff in das Wasser bringt und zweitens die gasförmige Kohlensäure entsprechend dem Partialdruck der Kohlensäure der Atmosphäre aus dem Wasser entbindet.

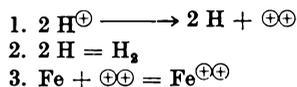
Man hat das Zerstäuben des Wassers auch mit Hilfe der sog. Vakuumrieselung im luftverdünnten Raume vorgenommen, um auf diese Weise Kohlensäure- und Sauerstoffgehalt gleichzeitig so weit als möglich zu reduzieren. Für Trinkwasser hat sich dieses Verfahren, hauptsächlich aus technischen Gründen wegen der Schwierigkeit des Betriebes, wenig bewährt. Jedenfalls sind größere Entsäuerungs- und Entsauerstoffungsanlagen nach dem System der Vakuumrieselung für Zwecke der Trinkwasserversorgung nicht bekannt geworden.

Immer wieder hat die Praxis die Beobachtung gemacht, daß ein stark angreifendes Wasserleitungswasser, welches dauernd Rosttrübungen zeigt, durch diese Entsäuerungsverfahren praktisch unaggressiv gemacht werden kann.

Mit diesem Problem habe ich mich seit vielen Jahren beschäftigt, und es ist mir in jüngster Zeit zusammen mit meinen Mitarbeitern Dr. Hirsch und Weintraud¹ gelungen, die Verhältnisse aufzuklären. Um volle Aufklärung zu geben, muß ich zunächst kurz auf das Eisenlösungs- und Rostproblem eingehen.

Das Verhalten sauerstofffreier Wässer gegen Eisen.

Ist metallisches Eisen mit Wasser in Berührung, so hat es das Bestreben, seine Ionen in Lösung zu schicken. Die dafür notwendigen positiven Ladungen werden den im Wasser vorhandenen Wasserstoffionen entzogen. Der Vorgang der Eisenlösung verläuft solange weiter, bis der osmotische Druck des gebildeten Eisensalzes dem Lösungsbestreben das Gleichgewicht hält. Für praktische Verhältnisse kommt er aber nie zum Stillstande, da wir berechnen haben, daß die Eisenlösung 15fach molar sein müßte bei einer Wasserstoffionenkonzentration von 7, bis der Vorgang aufhört. Verringert man die Wasserstoffionenkonzentration bis auf 1×10^{-10} , so muß der Rostvorgang bei kleinen Eisenmengen im Wasser, wie sie praktisch noch keine Schwierigkeiten bereiten, zum Stillstande kommen. In Gemeinschaft mit B. Klarman² hat der Verfasser nun gefunden, daß die Geschwindigkeit der Eisenlösung in jedem Augenblicke der Wasserstoffionenkonzentration geradlinig proportional ist. Die Vorgänge bei der Eisenlösung kann man in die drei durch die nachstehenden Gleichungen dargestellten Teilvorgänge auflösen:



¹ Inaug.-Diss. Frankfurt a. M. 1927, naturw. Fakultät der Universität. Ferner: Das Gas- und Wasserfach. 1927. Im Druck.

² Zeitschr. f. angew. Chem. Bd. 36, S. 94, 103, 111 und 113. 1923 und B. Klarman: Inaug.-Diss. Frankfurt a. M. 1923.

Davon müssen Teilvorgang 2 und 3 momentan verlaufen. Der Teilvorgang 1, die Entladung der H-Ionen wird aber einen zeitlichen Verlauf haben. Daraus muß geschlossen werden, daß diejenige Reaktion, welche die Geschwindigkeit des Reaktionsverlaufes, des Vorganges der Eisenlösung, bestimmt, die Entladung der Wasserstoffionen ist. Bei dieser Annahme wird auch unser Befund verständlich, daß die Geschwindigkeit der Eisenlösung der ersten Potenz der Wasserstoffionenkonzentration in jedem Augenblick proportional ist. Würde z. B. der Teilvorgang 3 die Geschwindigkeit des Vorganges bestimmen, so müßte nach dem Massenwirkungsgesetz eine Abhängigkeit der Geschwindigkeit der Eisenlösung von dem Quadrate der H-Ionenkonzentration erwartet werden.

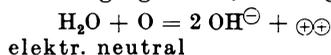
Diese Frage der Eisenlösung ist von hoher Bedeutung für die praktischen Verhältnisse. Sauerstofffreie Trinkwässer gibt es in großer Zahl. Sie lösen um so schneller Eisen, je höher die Wasserstoffionenkonzentration liegt. Derartige Wässer verhalten sich dann genau so, als wären sie von Natur aus eisenhaltig und zeigen alle unangenehmen Eigenschaften eisenhaltigen Wassers. Sie schmecken und riechen schlecht, scheiden an der Luft bald rostige Trübungen aus, geben Wäscheverderbnis usw. Es handelt sich hier um das Problem der Wiedervereisung von Wässern. Nach den praktischen Erfahrungen kann man sagen, daß ein Wasser dann in den in Frage kommenden Zeiten nicht befähigt ist, Eisenmengen aufzunehmen, die praktisch bemerkt werden (über 0,3 mg im Liter), wenn die Wasserstoffionenkonzentration höchstens etwa $0,2 \times 10^{-7}$ beträgt.

Das Verhalten sauerstoffhaltiger Wässer gegen Eisen.

In diesem System der Eisenlösung bringt nun der Sauerstoff eine völlige Revolution zustande. Für das eigentliche Rosten, d. h. Eisenoxydbildung, muß natürlich immer Sauerstoff vorhanden sein. Die zweite Phase des Rostens besteht nun nach der Eisenlösung darin, daß durch den Sauerstoff das gebildete Eisenhydrocarbonat sofort und dauernd aus dem Wasser unter Entbindung von freier Kohlensäure und Niederschlagung von Rost (Eisenoxydhydrat) zersetzt wird. Der Sauerstoff befördert den Angriff auf ein Rohrnetz (S. 363). Er kann aber in gewissen Fällen auch dadurch günstig wirken, daß er passivierend, d. h. veredelnd auf das Eisenpotential wirkt. Die von uns gemessenen Potentiale, bezogen auf die Normalwasserstoffelektrode, lagen im allgemeinen bei -450 Millivolt. Höhere Sauerstoffgehalte konnten das Potential stark veredeln und damit den Angriff stark verlangsamen.

Wir studierten nun ferner in Pufferlösungen von Natriumbicarbonat und Kohlensäure die Geschwindigkeit des Rostvorganges bei Gegenwart von Sauerstoff. Dabei erhielten wir das überraschende Resultat, daß die Rostgeschwindigkeit, jedenfalls innerhalb derjenigen Wasserstoffionenkonzentrationen, welche für natürliche Wässer in Frage kommen (6,5–8,3) unabhängig von der Wasserstoffionenkonzentration war. Während also in sauerstofffreien Wässern für die Vereisung des Wassers die Geschwindigkeit der Eisenlösung der Wasserstoffionenkonzentration in jedem Augenblicke gerade proportional war, bewirkte der Sauerstoff eine völlige Verwischung dieser Verhältnisse. Wir haben uns das so erklärt, daß die den zeitlichen Ablauf der Eisenlösung bestimmende Reaktion, nämlich die Entladung der Wasserstoffionen bei Gegenwart von Sauerstoff in Wegfall kommt. Für die Richtigkeit dieser Annahme spricht sehr die Beobachtung, daß man bei Berührung von Eisen mit sauerstofffreiem Wasser stets die Entwicklung von elementarem Wasserstoff beobachtet, nie aber wenn Eisen in sauerstoffhaltigem Wasser rostet. Die für

den Übergang von Eisen in Ionenform erforderlichen positiven Ladungen würden dann auf anderem Wege geliefert, z. B. gemäß der Gleichung



Dieses Ergebnis ist aber zunächst außerordentlich auffallend. Es wurde oben erwähnt, daß durch Entsäuerung eines Wassers mit Marmor, durch Lüften oder alkalische Zuschläge der Rostangriff leicht zum Stehen zu bringen ist. Die einfachste Erklärung hierfür wäre, daß durch die Entsäuerung die Wasserstoffionenkonzentration des Wassers so weit herabgesetzt wird, daß der Rostvorgang stark verlangsamt ist. Nun finden wir aber, daß die Herabsetzung der Wasserstoffionenkonzentration, wie sie durch Entsäuerung entstehen würde, für den Rostangriff gleichgültig ist. Es erhebt sich also die Frage, worin besteht nun eigentlich die Wirkung einer solchen Entsäuerungsanlage, wenn sie nicht in der Herabsetzung der $[\text{H}^+]$ beruht? Für die Beantwortung dieser Frage muß man sich zunächst darüber klar werden, daß die Zusammensetzung der natürlichen Wässer insofern wesentlich von den Natriumbicarbonat-Kohlensäure-Pufferlösungen, mit denen bei unseren Versuchen über die Rostgeschwindigkeit gearbeitet wurde, abweicht, als in den natürlichen Wässern das Bicarbonat nur in sehr seltenen Fällen als Natriumbicarbonat vorliegt, vielmehr in erster Linie in Form von Calciumhydrocarbonat vorhanden ist. Man wird also zu dem Schlusse gedrängt, daß in dem Gehalt der natürlichen Wässer an Calciumion noch ein sehr wesentlicher Bestandteil vorliegt, der in irgendeiner Weise die für die Rostgeschwindigkeit maßgebenden Verhältnisse beeinflußt.

Die kalkaggressive Kohlensäure.

Über den Angriff der natürlichen Wässer auf Eisenrohre haben sich nun im Laufe der letzten 15 Jahre bei den Wasserfachleuten Anschauungen entwickelt, die an den Begriff der aggressiven Kohlensäure gebunden sind. Da wir den Beweis erbringen konnten, daß diese aggressive Kohlensäure auch ausschlaggebende Bedeutung für die Rostungen besitzt, so ist es auch nützlich, die historische Entwicklung des Begriffes der aggressiven Kohlensäure zu erläutern.

Im Jahre 1911 veröffentlichte der Verfasser in Gemeinschaft mit Heublein im Gesundheits-Ingenieur Nr. 35 eine Arbeit, betitelt „Über die kohlen-sauren Kalk angreifende Kohlensäure der natürlichen Wässer.“ In Frankfurt ist ein Wasserleitungswasser vorhanden, das sog. Stadtwaldwasser, über dessen Beschaffenheit und Verbesserung durch Marmor Scheelhaase ausführlich berichtet hat; es enthält etwa 30 mg freie Kohlensäure im Liter. Dieses Wasser griff den aus Zementbeton hergestellten Behälter, in den es eingeleitet wurde, heftig an. Es griff ferner die eisernen Rohrleitungen heftig an, und die mit diesem Wasser versorgten Stadtteile klagten dauernd über Rosttrübungen des Wassers. Nachdem man erkannt hatte, daß die Ursache wohl in dem Kohlensäuregehalt des Wassers zu suchen sei, erschien es außerordentlich auffallend, daß aus anderen Städten Berichte kamen, wonach Wässer, die einen viel höheren Gehalt an Kohlensäure aufwiesen, gar keine angreifenden Eigenschaften zeigten. Diese eigentümlichen Verhältnisse zu erforschen und aufzuklären, war der Zweck der Arbeit des Verfassers mit seinem Mitarbeiter Heublein. Wir stellten fest, daß der Unterschied zwischen angreifenden und nicht angreifenden Wässern mit gleichem Kohlensäuregehalt in dem gleichzeitigen Gehalt an gebundener Kohlensäure zu suchen ist. Es konnte gezeigt werden, daß zu jedem Gehalt an gebundener Kohlen-säure eine ganz bestimmte Menge freier Kohlensäure gehört, welche die

„zugehörige Kohlensäure“ genannt wurde, sie dient dazu, das Calc umcarbonat in Lösung zu halten. Wird diese zugehörige Kohlensäure fortgenommen, so ist das Calciumbicarbonat nicht mehr beständig. Es zersetzt sich, je nach dem vorliegenden Härtegrad, in längerer oder kürzerer Zeit, indem es einen Teil des kohlensauren Kalks in unlöslicher Form abscheidet unter Abspaltung

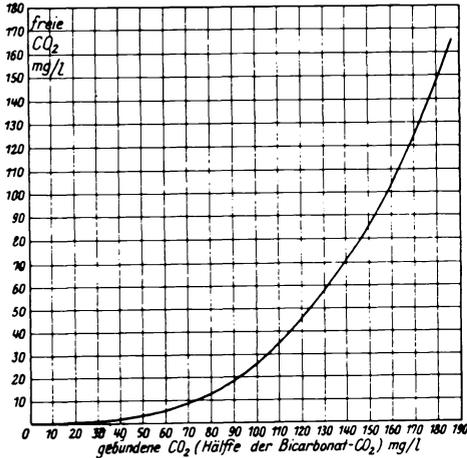


Abb. 67. Die kalkaggressive Kohlensäure.
(Nach Tillmans und Heublein.)

der „halbgebundenen Kohlensäure“ in Form von freier Kohlensäure. Es liegt, mit anderen Worten, zwischen der gebundenen Kohlensäure in Form von Calciumbicarbonat und der freien Kohlensäure ein ganz bestimmtes Gleichgewicht vor. Die Resultate wurden in Form einer Kurve zur Darstellung gebracht, die den zu jedem Gehalt an gebundener Kohlensäure zugehörigen Gehalt an freier Kohlensäure zur Darstellung bringt (Abb. 67). Betrachtet man nun den Angriff eines Wassers auf kalkhaltige Mauerwerke, wie Hochbehälter usw., so ist es klar, daß die zugehörige Kohlensäure keinen kohlensauren Kalk zu lösen vermag, da bei Vorliegen nur der zugehörigen Kohlensäure Kalksättigung im Wasser schon erreicht ist. Enthält aber ein Wasser neben der gebundenen Kohlensäure mehr als die zugehörige Kohlensäure, so kann der Überschuß zum Teil angreifend wirken. Verfasser und Heublein prägten daraufhin den Begriff der aggressiven Kohlensäure, indem wir nur den Teil, der Kalk zu lösen vermag, aggressive Kohlensäure nannten. Für die Zerstörung von Hochbehältern, Kanälen und sonstigen Bauwerken war damit Klarheit geschaffen.

Die rostschutzverhindernde Kohlensäure.

Nun war es außerordentlich auffallend, daß bald nach Erscheinen unserer Arbeit fast alle Praktiker den Begriff der kalkaggressiven Kohlensäure ohne weiteres mit dem der eisenaggressiven Kohlensäure identifizierten. Es wurde das auch mehrfach klar ausgesprochen. Die Praktiker beobachteten, daß ein Wasser, welches keinen kohlensauren Kalk zu lösen vermag, auch in eisernen Rohren keine nennenswerte Rostung bildete, und daß in solchen Fällen das Wasser ohne Rosttrübungen blieb. Diese Ansicht war vom wissenschaftlich-chemischen Standpunkte aus zunächst nicht zu erklären. Es war nicht einzusehen, warum die freie Kohlensäure, die keinen Kalk zu lösen vermag, nicht doch Eisenlösung bewirken könne. Da aber die Ansicht der Praktiker wohl auf sehr sorgfältigen Beobachtungen der Praxis aufgebaut war, so mußte sie offenbar richtig sein, und es entstand nun die Frage, wie man sich die Verhältnisse chemisch zu deuten habe. In einem auf der Naturforscherversammlung im Jahre 1912 in Münster gehaltenen Vortrage versuchte der Verfasser¹ folgende Erklärung zu geben. Er führte aus, daß zunächst die zugehörige Kohlensäure das Eisen angreifen würde unter Bildung von Eisenbicarbonat. Sobald dies aber geschehen sei, also ein Teil der zugehörigen Kohlensäure in Ferrobicarbonat übergeführt sei,

¹ Journ. f. Gasbeleuchtung u. Wasserversorgung 1913, Nr. 15 u. 16.

stimmten die oben erwähnten Gleichgewichtsverhältnisse für freie und gebundene Kohlensäure nicht mehr. Die Folge müßte also sein, daß das nun an kohlen-saurem Kalk übersättigte Wasser kohlen-sauren Kalk ausfallen ließe. Verfasser vermutete, daß diese Ausfällung des kohlen-sauren Kalks in der Weise geschehe, daß der kohlen-saure Kalk sich an der Rohrwandung niedersetze, womit nach einiger Zeit eine festhaftende Schutzschicht von kohlen-saurem Kalk sich auf dem Rohr bilde, diese verhindere nun eine weitere Berührung des metallischen Eisens mit dem Wasser, womit dann natürlich die Rostbildungen und Trübungen des Wassers aufhören müßten.

Verfasser sowohl als auch Klut¹-Berlin und Noll-Hamburg beobachteten nun Fälle, in denen Wasser vorlagen, die mit ihrem Kohlensäuregehalt nach der Kurve zu der gebundenen Kohlensäure gerade im Gleichgewicht standen und trotzdem im Rohrnetz stark vereisenten. Bemerkenswert ist aber, daß die Wasser sauerstofffrei waren. Hier war es also nicht zur Ausbildung der Schutzschicht gekommen. Klut² kommt nun neuerdings auf die Schutz-schichttheorie in ähnlicher Weise, wie sie vom Verfasser im Jahre 1912 in Münster erläutert wurde, zurück. Er glaubt nur, daß der Sauerstoff dabei von Bedeutung ist. In sauerstoffhaltigen Wässern, so nimmt Klut an, tritt die Einstellung des Gleichgewichts ein, während in sauerstofffreien Wässern die Einstellung des neuen Gleichgewichtes unter Ausfallen von kohlen-saurem Kalk versagt.

Wir haben nun, um diese Verhältnisse näher zu studieren, eine Reihe von Versuchen ausgeführt, welche mit künstlich hergestellten Mischungen von Calciumbicarbonat und freier Kohlensäure hergestellt wurden. Bei einem Teil der Versuche war das Kalkkohlen-säuregleichgewicht vorhanden, bei einem anderen Teil der Versuche war ein beträchtlicher Teil aggressiver Kohlensäure vorhanden. In diese Lösungen hingen wir nun Klavierdraht ein und erneuerten die Lösungen im allgemeinen alle 12—20 Stunden. Wir beobachteten dann das Auftreten der Rosttrübungen, die Art des gebildeten Rostes und die Wasserbeschaffenheit. Ferner maßen wir die elektrischen Potentiale. Dabei ergab sich nun folgendes. Enthielt das Wasser aggressive Kohlensäure, so blieb der Rost weich, fiel leicht vom Draht ab und trübte das Wasser. Bei Erneuerung des Wassers war dieses sehr bald wieder rost-trübe. Enthielt das Wasser aber keine aggressive Kohlensäure, sondern nur die zugehörige, so bildete sich ebenfalls zunächst Rost, der aber durch gleich-zeitig sich ausscheidenden kohlen-sauren Kalk verkittet wurde, und fest auf dem Draht haftete. Die mikroskopische Untersuchung der Niederschläge ergab ein starkes Durchsetzsein der rostigen Masse mit kohlen-saurem Kalk. Beim Abziehen des Wassers und Einbringen von neuem Wasser wurde schon nach dem zweiten Wechsel das Wasser nicht mehr trübe, sondern blieb voll-ständig klar.

Aus diesen Versuchen ergibt sich also mit voller Klarheit, daß es in calcium-bicarbonathaltigen Wässern, die nur die zugehörige Kohlensäure enthalten, zunächst einige Zeit lang zum Rosten kommt. Mit dem Rost scheidet sich aber eine sehr kräftige Schicht von kohlen-saurem Kalk aus. Der kohlen-saure Kalk durchsetzt überall den Rost in Form von feinen Krystallen und bildet sehr bald eine völlig deckende Schicht aus, die nun den weiteren Rostangriff verhindert. In den Fällen aber, in denen mehr als die zugehörige Kohlen-säure vorhanden ist, kommt es nicht oder wahrscheinlich nur außerordentlich langsam zur Ausscheidung von kohlen-saurem Kalk. Der gebildete Rost haftet nicht. Er wird nicht von Krystallen des kohlen-sauren Kalkes verkittet, sondern

¹ Die Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle. Berlin: Julius Springer 1916.

² Das Gas- und Wasserfach. Bd. 69, S. 463. 1926.

fällt immer vom Eisen ab. Das neu zugefügte Wasser wird immer wieder trübe. Es bilden sich neue Mengen von Rost und so fort.

Wie die Tatsache, daß die Ausbildung der Schutzschicht nur bei Gegenwart von Sauerstoff auftritt, zu deuten ist, ist noch nicht geklärt. Es sind verschiedene Möglichkeiten denkbar. Mit der Erforschung dieses Gegenstandes sind wir eben beschäftigt. Wir werden demnächst über die Ergebnisse dieser Untersuchungen in der Zeitschrift „Das Gas- und Wasserfach“ berichten.

Interessant ist, daß sich in diesen Wässern, die keine überschüssige Kohlensäure enthalten, das durchaus normale Rostpotential etwa — 450 Millivolt (gegen die Wasserstoffelektrode) in ganz derselben Weise wie bei den Wässern, welche aggressive Kohlensäure enthalten, einstellt. Das Eisen hat also in beiden Fällen dasselbe Bestreben zu rosten. Da aber Wasser und Eisen bei Fehlen von aggressiver Kohlensäure nach Ausbildung der Schutzschicht nur in ganz winzigem Maße noch miteinander in Berührung kommen können, kann dieses Bestreben des Eisens zu rosten, sich nun, gleichgültig, welcher Sauerstoffgehalt vorliegt, nicht mehr betätigen.

Es sei hier ferner Untersuchungen Erwähnung getan, welche vom Verfasser zusammen mit Heublein im Jahre 1912 ausgeführt wurden, die wir niemals veröffentlicht haben, weil ihre Ergebnisse uns damals unerklärlich waren. Wir hingen dünne Eisenplatten in Gefäße ein, die von unentsäuertem (etwa 25 mg aggressive Kohlensäure) enthaltendem und dem mit Marmor entsäuertem Stadtwaldwasser durchflossen wurden. Alle 1—3 Tage wurde der gebildete Rost abgewischt und durch Wiegen der Gewichtsverlust der Eisenplatten festgestellt. Das Ergebnis der Versuche war, daß die Rostungen bei beiden Wässern etwa in gleichem Ausmaße vor sich gingen; nur eine sehr unwesentlich geringere Rostung war bei dem entsäuerten Wasser vorhanden. Danach hätte die Marmoranlage gar keinen Zweck gehabt. Daß sie aber sehr gut gewirkt hatte, wußte jeder Einwohner von Frankfurt. Im Lichte unserer heutigen Erkenntnisse klären sich nun auch die Ergebnisse dieser Untersuchungen völlig auf. Das einzig Wesentliche, was eine Differenzierung der Rostungen bei Wässern mit aggressiver und ohne aggressive Kohlensäure herbeiführt, die Schutzschicht, die sich beim Wasser ohne Überschußkohlensäure bildet, wischten wir alle 1—3 Tage fort und überließen die blanke Eisenplatte erneutem Rosten. Da, wie oben erläutert, das Rostungsbestreben (Potential) in beiden Fällen das gleiche ist, so konnten sich in den Gewichtsabnahmen der Platten keine wesentlichen Unterschiede ergeben. Diese schon vor 15 Jahren ausgeführten Versuche bestätigen also vollkommen unsere jetzigen Versuchsergebnisse.

Diese Untersuchungen bringen mithin den Beweis, daß für die Verhältnisse in Wasserleitungsrohren es bei der Rostverhütung in allererster Linie auf die Verhältnisse von freier und Calciumbicarbonatkohlensäure ankommt. Enthält das Wasser nur die zugehörige Kohlensäure und gleichzeitig Sauerstoff, so müssen nach kurzer Zeit das Rosten und die Trübungen des Wassers aufhören. Damit ist nun auch eine völlige Erklärung für die Wirkung der Entsäuerungsanlagen gegeben. Entsäuerungsanlagen entfernen im allgemeinen die Kohlensäure bis auf denjenigen Teil, der als zugehörige zum Calciumbicarbonat gehört. In einem entsäuerten Wasser ist also immer ungefähr das Gleichgewicht zwischen freier und gebundener Kohlensäure vorhanden, womit es sehr bald zur Ausbildung der genannten Schutzschicht kommen muß.

Kalkaggressive Kohlensäure und eisenaggressive Kohlensäure sind also in der Tat, wie die Praktiker schon lange gefühlt haben, praktisch gesprochen identisch, indessen doch nicht ganz. Die kalkaggressive Kohlensäure ist immer nur, wie in der Arbeit des Verfassers mit Heublein gezeigt ist, ein Teil der Überschußkohlensäure. Da beim Angriff auf kohlensauren Kalk die gebundene

Kohlensäure ansteigt, mit dieser aber die zugehörige Kohlensäure stark ansteigt, so ist die kalkaggressive Kohlensäure derjenige Teil der Überschußkohlensäure, welcher bei dem neuen Gleichgewicht gleich dem Zuwachs an gebundener Kohlensäure ist und zusammen mit der nun zugehörigen gleich der gesamten Kohlensäure des Wassers ist. Für den Angriff auf Eisen ist aber der gesamte Überschuß bedenklich. Da im übrigen die Überschußkohlensäure ja nicht selbst das Rosten bewirkt, sondern nur das Auftreten der Schutzschicht verhindert, so nennen wir die Überschußkohlensäure besser „rostschutzverhindernde Kohlensäure“ als eisenaggressive Kohlensäure. Unter der rostschutzverhindernden Kohlensäure ist mithin der gesamte Überschuß über die zugehörige Kohlensäure der Kurve des Verfassers und Heubleins zu verstehen.

Voraussetzung für die Anwendung unserer Kurve ist stets, daß Calciumion und Hydrocarbonation im Wasser ungefähr äquivalent sind. Für die verhältnismäßig seltenen Fälle, wo dieses nicht der Fall ist, hat J. M. Kolthoff¹ gezeigt, wie man dann die zugehörige Kohlensäure berechnen kann. Die zugehörige Kohlensäure wird größer, wenn mehr Calciumionen als Hydrocarbonationen vorliegen, wie das z. B. bei stark gipshaltigen Wässern der Fall sein kann. Die zugehörige Kohlensäure wird kleiner, wenn dem Bicarbonation noch nennenswerte Mengen von anderen Kationen außer Kalk, wie z. B. Magnesium oder Natrium das elektrostatische Gleichgewicht halten. In solchen Fällen muß dann nach J. M. Kolthoff die zugehörige Kohlensäure gesondert berechnet werden. Im großen und ganzen aber liegen die Verhältnisse bei den allermeisten Trinkwässern so, daß nur geringe Mengen dieser Stoffe, wie Gips, Natriumbicarbonat, Magnesiabicarbonat vorhanden sind, unsere Kurve also in den allermeisten Fällen der Praxis für die Berechnung der rostschutzverhindernden Kohlensäure die Grundlage bleiben kann.

Ein Wasser, welches rostschutzverhindernde Kohlensäure aufweist, wirkt nun stets sehr viel schlimmer auf eiserne Rohrleitungen zerstörend ein, wenn es gleichzeitig sauerstoffhaltig ist, als wenn es keinen Sauerstoff aufweist. Diese in der Praxis immer wieder beobachtete Tatsache ist auf den ersten Blick auffallend. Die erste Phase des Rostvorganges ist die Eisenlösung, die zweite die Niederschlagung des gelösten Ferroeisens in Form von Rost. Die erste Phase, so scheint es zunächst, müßte doch für den Vorgang mit oder ohne Sauerstoff das ausschlaggebende hinsichtlich der Zerstörung der Rohre sein. Bei Sauerstoffanwesenheit müßten Rostungen, bei Sauerstoffabwesenheit Zerfressungen der Rohre ohne Rostbildung zustande kommen. Diese Ansicht geht von der Annahme aus, daß der Lösungsvorgang bei Sauerstoffan- und -abwesenheit mit der gleichen Energie verläuft. Das ist aber unrichtig und darin liegt die Erklärung für die viel schlimmere Zerstörung der Eisenrohre in Wasser mit Überschußkohlensäure bei gleichzeitiger Anwesenheit als bei Abwesenheit von Sauerstoff. Die Geschwindigkeit der Eisenlösung wird bei Gegenwart von Sauerstoff durch folgende Momente erhöht. Zunächst wird bei Gegenwart von Sauerstoff das gelöste Eisen dauernd als Rost ausgefällt, dadurch bleibt das Potential und damit das Lösungsbestreben dauernd auf derselben Höhe, während es bei fehlendem Sauerstoff durch die bleibende Gegenwart der Ferroionen heruntergedrückt wird. Ferner können sich zwischen an bestimmten Stellen angehäuften Rost und metallischem Eisen Lokalelemente ausbilden, welche eine Beschleunigung des Lösungsvorganges mit sich bringen. Das Hauptmoment der Beschleunigung der Geschwindigkeit der Eisenlösung bei Gegenwart von Sauerstoff sehen wir aber in den

¹ Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 41. S. 97, 1921.

Umständen, die schon auf S. 357 erläutert wurden. In sauerstofffreiem Wasser ist die Geschwindigkeit der Eisenlösung in jedem Augenblick gerade proportional der H⁺-Ionenkonzentration. Die Entladung der Wasserstoffionen braucht Zeit; sie verläuft verhältnismäßig langsam. In sauerstoffhaltigem Wasser kommt es nicht zur Entladung von Wasserstoffionen. Die positiven Ladungen für die Bildung von Ferroionen werden durch offensichtlich viel glatter und schneller verlaufende Umsetzung von Sauerstoff und Wasser geliefert. Deshalb kann hier auch der Lösevorgang viel schneller verlaufen als in sauerstofffreiem Wasser.

Die Zusammensetzung der natürlichen Wässer.

Die natürlichen Wässer nehmen bei ihrem Durchgang oder bei der Berührung mit dem Boden und der Atmosphäre stets eine ganze Anzahl von Salzen, Gasen und sonstigen Bestandteilen auf. Je nach der Beschaffenheit der mit dem Wasser in Berührung gekommenen Bodenschichten weist das Wasser mehr oder weniger derartige Stoffe auf.

Die Härte.

Unter Wasserhärte versteht man die im Wasser gelösten Salze des Calciums und Magnesiums. Größere Härte ist für häusliche Gebrauchszwecke und industrielle Verwertung des Wassers von Nachteil. Eine gesundheitliche Bedeutung hat dagegen die Härte des Wassers nicht, da ganz hohe Härten im Trinkwasser ohne jede Gesundheitsschädigung vertragen werden. Hartes Wasser bedingt aber einen hohen Seifenverbrauch, da die Seife sich mit den Kalk- und Magnesiumverbindungen zu unlöslichen, als Seife unwirksamen Körpern umsetzt. Für Kesselspeisezwecke setzen harte Wässer an der Kesselwand den unangenehmen Kesselstein ab, welcher hohen Kohlenverbrauch bedingt und auch andere wirtschaftliche Nachteile mit sich bringt. Er besteht aus kohlen-saurem Kalk oder kohlen-saurem Magnesia oder Gips, unter Umständen aus Mischungen dieser Stoffe.

Man mißt die Härte nach deutschen oder französischen Härtegraden. 1 mg CaO oder die äquivalente Menge MgO in 100 ccm Wasser ist ein deutscher Härtegrad. 1 mg CaCO₃ oder die äquivalente Menge MgCO₃ in 100 ccm ist ein französischer Härtegrad. Ein Wasser bis zu 10° deutscher Härte bezeichnet man als weich, ein solches mit 10–20° als mittelhart, über 20° als hart und über 30° als sehr hart. Man unterscheidet die Härte in die Carbonathärte und die Nichtcarbonathärte, auch Mineralsäurehärte genannt. Die Carbonathärte ist durch die doppeltkohlen-sauren Salze des Calciums und Magnesiums (Ca(HCO₃)₂ und Mg(HCO₃)₂) bedingt. Erhitzt man das Wasser, so findet eine Spaltung dieser löslichen Hydrocarbonate in freie CO₂ und unlöslich ausfallende einfach kohlen-saure Salze statt gemäß der Gleichung



Da also diese Härte beim Kochen ausfällt (vorübergeht), so wurde sie früher vorübergehende oder temporäre Härte genannt. Da aber die Carbonathärte keineswegs völlig unlöslich wird beim Kochen, neutraler kohlen-saurer Kalk, besonders aber Magnesiumcarbonat in beträchtlichen Mengen wasserlöslich sind, so hat man diese Bezeichnung verlassen.

Die Nichtcarbonat- oder Mineralsäurehärte, früher aus den erläuterten Gründen im Gegensatz zur Carbonathärte bleibende oder permanente Härte genannt, ist aus den Chloriden, Sulfaten und Nitraten des Calciums und Magnesiums gebildet.

Für industrielle Zwecke, insbesondere für Kesselspeisezwecke hat sich eine umfangreiche Wasserenthärtungstechnik entwickelt. Eine Enthärtung des Wassers zu Trinkzwecken wird bislang nicht vorgenommen. Wenn ein Wasser für Verwendung zu Trink- und häuslichen Zwecken unbequem hart ist, so ist es gewöhnlich billiger, nach besserem Wasser zu suchen, als das vorhandene zu enthärten. Eine Enthärtung kommt für Trinkwasser auch aus dem Grunde kaum in Frage, weil selbst Härtegrade von über 30–40° noch nicht dazu zwingen, das Wasser als Trinkwasser zu verwerfen. Für Kesselspeisezwecke sind aber so harte Wässer ohne Enthärtung ganz unbrauchbar. Man muß also für industrielle Zwecke schon beim Vorliegen viel geringerer Härtegrade die Härte vor der Verwendung des Wassers beseitigen.

Andere gelöste Salze.

Die Härte macht meistens den größten Teil der gelösten Salze eines natürlichen Wassers aus. In geringen Mengen sind fast in allen Wässern Alkalichloride, insbesondere Kochsalz vorhanden. Der Gehalt an Chlorkalium macht meist nur einen Bruchteil der Chlornatriumgehaltes aus. Nur in verschmutzten Wässern ist dieses Verhältnis oft zugunsten des Kaliums verschoben. Hoher Gehalt an Kaliumionen ist daher oft ein Beweis von Verschmutzung. Dasselbe gilt für hohen Gehalt an Alkalichloriden (meist am Chlorionengehalt zu messen) überhaupt, weil diese Salze gewöhnlich aus Schmutzstoffen stammen. Es gibt aber auch Wässer mit hohem Gehalt an Chloriden, bei denen der hohe Kochsalzgehalt mineralischer Herkunft und dann hygienisch ohne Bedenken ist. Gewöhnlich enthalten die natürlichen Wässer auch einen geringen Gehalt an salpetersauren Alkalien oder Erdalkalien. Die Salpetersäure ist das Endprodukt der Zersetzung des organischen Stickstoffs des Bodens. Die Höhe des Gehaltes an Salpetersäureionen ist also auch ein Kriterium der Reinheit oder Verschmutzung eines Wassers. An sich sind auch hohe Salpetergehalte im Wasser ohne gesundheitliche Bedeutung. Salpetrigsaure Salze und Ammoniumverbindungen zeigen schon durch spurenweises Vorkommen im Wasser an, daß das Wasser mit verschmutzten Bodenbestandteilen in Berührung gekommen ist, da sie in unverschmutzten Bodenschichten nicht vorkommen. Nur in Wässern, die aus großer Tiefe kommen und meist gleichzeitig eisenhaltig sind, können spurenweise NH_4 -Ionen vorkommen, die mineralischer Herkunft und damit hygienisch belanglos sind.

Über den Eisen- und Mangangehalt vieler Wässer ist schon S. 348, 353 das Nötige gesagt. Gesundheitlich bedenklich sind diese Stoffe nicht, sie veranlassen aber die geschilderten schweren wirtschaftlichen Störungen. Die Eisengehalte der meisten eisenhaltigen Wässer bewegen sich nur selten über 4 mg/l. Das gleiche gilt für Mangan. Gehalte von 0,5 mg/l können aber noch recht bemerkbare Schwierigkeiten veranlassen.

In den meisten natürlichen Wässern ist Kieselsäure in Mengen von 5–20 mg/l vorhanden. Diese Kieselsäure liegt fast nie als Salz vor, sondern in freier Form, kolloid im Wasser gelöst. Gesundheitlich ist der Gehalt an Kieselsäure ganz belanglos.

Organische Substanz.

In unverschmutzten Wässern werden nur Spuren organischer Stoffe angetroffen, in verschmutzten kann die organische Substanz zu beträchtlichen Höhen ansteigen. Im letzteren Falle trifft man vornehmlich stickstoffhaltige organische Körper, wie lösliche Proteine und ihre Abbauprodukte,

doch können auch stickstofffreie kohlenhydratartige Körper vorhanden sein. In unverschmutztem Wasser sind die Spuren organischer Substanz meist huminartige Körper. Wässer aus moorigem Untergrund können soviel Huminstoffe enthalten, daß das ganze Wasser stark gelb gefärbt ist.

Gelöste Gase.

Das Wasser enthält meist gelöste Gase. Kohlensäure, die aus dem Erdinnern in das Wasser gelangt, ist wohl in jedem natürlichen Wasser in mehr oder weniger großer Menge vorhanden. Die meisten natürlichen Wässer enthalten auch Sauerstoff und Stickstoff. Letzteres Gas ist ohne jeden Belang. Eisenhaltige und manganhaltige Wässer kommen stets sauerstofffrei aus dem Boden, nehmen aber sehr bald beim Zusammentreffen mit Luft Sauerstoff in mehr oder minder beträchtlichen Mengen auf. Die Löslichkeit des Sauerstoffs im Wasser ist in erster Linie von der Temperatur abhängig, in wesentlich geringerem Maße auch vom Barometerstande. Für praktische Zwecke kann der letztgenannte Umstand meist ohne weiteres vernachlässigt werden. Die Wässer sind oft mit Sauerstoff gesättigt, oft auch enthalten sie nur Mengen, die mehr oder weniger weit unter der Sättigungsgrenze liegen. Die nachstehende Tabelle gibt die Sättigungswerte für die Temperaturen von 0–30° bei Normaldruck (760 mm) an.

Temp : ° C	Sättig.-Wert mg/l	Temp : ° C	Sättig.-Wert mg/l
0	14,57	16	9,85
1	14,17	17	9,65
2	14,17	17	9,65
2	13,79	18	9,45
3	13,43	19	9,27
4	13,07	20	9,10
5	12,74	21	8,91
6	12,41	22	8,74
7	12,11	23	8,58
8	11,81	24	8,42
9	11,53	25	8,27
10	11,25	26	8,11
11	11,00	27	7,95
12	10,75	28	7,81
13	10,51	29	7,67
14	10,28	30	7,52
15	10,07		

Über die große wirtschaftliche Bedeutung des Kohlensäure- und Sauerstoffgehaltes ist auf S. 356 ff. das Notwendige ausgeführt.

Geschmack des Wassers.

Der Geschmack eines natürlichen Wassers hängt von vielerlei Faktoren ab. Sehr wesentlich für den erfrischenden und angenehmen Geschmack ist die Temperatur. Wässer mit hoher Temperatur (über 15°) schmecken um so schaler, je höher die Temperatur ansteigt. In geringerem Grade sind auch die gelösten Stoffe von Bedeutung. Harte Wässer schmecken im allgemeinen angenehmer als weiche. Dagegen ist die freie Kohlensäure ohne Bedeutung. Ein Gehalt an freier Kohlensäure wird erst geschmeckt, wenn wesentlich größere Kohlensäuremengen vorliegen als sie in natürlichen Trinkwässern vorkommen. Deshalb ist auch die bisweilen von Laien

ausgesprochene Vermutung, daß durch eine Entsäuerungsanlage der Geschmack des Wassers verschlechtert werden könne, ohne weiteres als unbegründet zu bezeichnen. Schon geringe Gehalte an Ferroeisen erteilen dem Wasser einen tintenartigen und metallischen Geschmack. Organische Stoffe verdächtiger Herkunft können dem Wasser einen muffigen und moderigen Geschmack verleihen. Die übrigen Stoffe, welche im Wasser vorkommen, sind, wenn sie nicht in ganz ungewöhnlichen Mengen vorliegen, ohne Einfluß auf den Geschmack des Wassers.

Nachträge.

Das neue Lebensmittelgesetz (S. 5) ist nun mittlerweile auch im Reichstag angenommen worden und im Reichsgesetzblatt 1927, I. Teil, S. 134 vom Herrn Reichspräsidenten veröffentlicht worden. Es hat den nachstehenden Wortlaut:

Gesetz über den Verkehr mit Lebensmitteln und Bedarfsgegenständen (Lebensmittelgesetz) vom 5. Juli 1927.

Der Reichstag hat das folgende Gesetz beschlossen, das mit Zustimmung des Reichsrates hiermit verkündet wird:

§ 1.

Lebensmittel im Sinne dieses Gesetzes sind alle Stoffe, die dazu bestimmt sind, in unverändertem oder zubereitetem oder verarbeitetem Zustand von Menschen gegessen oder getrunken zu werden, soweit sie nicht überwiegend zur Beseitigung, Linderung oder Verhütung von Krankheiten bestimmt sind.

Den Lebensmitteln stehen gleich: Tabak, tabakhaltige und tabakähnliche Erzeugnisse, die zum Rauchen, Kauen oder Schnupfen bestimmt sind.

§ 2.

Bedarfsgegenstände im Sinne dieses Gesetzes sind:

1. Eß-, Trink-, Kochgeschirr und andere Gegenstände, die dazu bestimmt sind, bei der Gewinnung, Herstellung, Zubereitung, Abmessung, Auswägung, Verpackung, Aufbewahrung, Beförderung oder dem Genuß von Lebensmitteln verwendet zu werden und dabei mit diesen in unmittelbare Berührung kommen.
2. Mittel zur Reinigung, Pflege, Färbung oder Verschönerung der Haut, des Haares, der Nägel oder der Mundhöhle.
3. Bekleidungsgegenstände, Spielwaren, Tapeten, Masken, Kerzen, künstliche Pflanzen und Pflanzenteile.
4. Petroleum.
5. Farben, soweit sie nicht zu den Lebensmitteln gehören.
6. Andere Gegenstände, welche die Reichsregierung mit Zustimmung des Reichsrats und nach Anhörung des zuständigen Ausschusses des Reichstages bezeichnet.

§ 3.

Es ist verboten:

1. a) Lebensmittel für andere derart zu gewinnen, herzustellen, zuzubereiten, zu verpacken, aufzubewahren oder zu befördern, daß ihr Genuß die menschliche Gesundheit zu schädigen geeignet ist.
- b) Gegenstände, deren Genuß die menschliche Gesundheit zu schädigen geeignet ist, als Lebensmittel anzubieten, zum Verkaufe vorrätig zu halten, feilzuhalten, zu verkaufen oder sonst in den Verkehr zu bringen.
2. a) Bedarfsgegenstände der im § 2 Nr. 1 bis 4, 6 bezeichneten Art so herzustellen oder zu verpacken, daß sie bei bestimmungsgemäßem oder vorauszusehendem Gebrauche die menschliche Gesundheit durch ihre Bestandteile oder Verunreinigungen zu schädigen geeignet sind.
- b) So hergestellte oder verpackte Bedarfsgegenstände dieser Art anzubieten, zum Verkaufe vorrätig zu halten, feilzuhalten, zu verkaufen oder sonst in den Verkehr zu bringen.

§ 4.

Es ist verboten:

1. Zum Zwecke der Täuschung im Handel und Verkehr Lebensmittel nachzumachen oder zu verfälschen.

2. Verdorbene, nachgemachte oder verfälschte Lebensmittel ohne ausreichende Kenntlichmachung anzubieten, feilzuhalten, zu verkaufen oder sonst in den Verkehr zu bringen; auch bei Kenntlichmachung gilt das Verbot, soweit sich dies aus den auf Grund des § 5 Nr. 4 getroffenen Festsetzungen ergibt.

3. Lebensmittel unter irreführender Bezeichnung, Angabe oder Aufmachung anzubieten, zum Verkaufe vorrätig zu halten, feilzuhalten, zu verkaufen oder sonst in den Verkehr zu bringen.

§ 5.

Die Reichsregierung kann mit Zustimmung des Reichsrates und nach Anhörung des zuständigen Ausschusses des Reichstages

1. Zum Schutze der Gesundheit verbieten oder nur unter Beschränkung zulassen, daß

a) Lebensmittel für andere auf bestimmte Weise gewonnen, hergestellt, zubereitet, verpackt, aufbewahrt oder befördert werden.

b) Lebensmittel von bestimmter Beschaffenheit angeboten, zum Verkaufe vorrätig gehalten, feilgehalten, verkauft oder sonst in den Verkehr gebracht werden.

c) Bedarfsgegenstände der in § 2 Nr. 1 bis 4, 6 bezeichneten Art von bestimmter Beschaffenheit hergestellt, angeboten, zum Verkaufe vorrätig gehalten, feilgehalten, verkauft oder sonst in den Verkehr gebracht werden.

d) Gesundheitsschädliche Farben für bestimmte Zwecke verwendet oder unter einer ihre gesundheitsschädliche Beschaffenheit verschleiern den Bezeichnung, Angabe oder Aufmachung angeboten, zum Verkaufe vorrätig gehalten, feilgehalten, verkauft oder sonst in den Verkehr gebracht werden.

2. Verbieten oder nur unter Beschränkung zulassen, daß Gegenstände oder Stoffe, die zur Nachahmung oder Verfälschung von Lebensmitteln bestimmt sind oder deren Verwendung bei der Gewinnung, Herstellung oder Zubereitung von Lebensmitteln unzulässig ist, für diese Zwecke hergestellt, angeboten, feilgehalten, verkauft oder sonst in den Verkehr gebracht werden.

3. Vorschreiben, daß und wie auf den Packungen oder Behältnissen, in denen Lebensmittel an den Verbraucher abgegeben werden oder auf den Lebensmitteln selbst Angaben über denjenigen, der sie in den Verkehr bringt, über die Zeit der Herstellung sowie über den Inhalt nach Art und nach Maß, Gewicht oder Anzahl oder einem anderen Maßstab für den Gebrauchswert angebracht werden.

4. Begriffsbestimmungen für die einzelnen Lebensmittel aufstellen und Grundsätze darüber festsetzen, unter welchen Voraussetzungen Lebensmittel als verdorben, nachgemacht oder verfälscht unter die Verbote des § 4 fallen, sowie welche Bezeichnungen, Angaben oder Aufmachungen als irreführend diesen Verboten unterliegen.

5. Vorschriften über das Verfahren bei der Durchführung dieses Gesetzes erforderlichen Untersuchung von Lebensmitteln und Bedarfsgegenständen erlassen.

§ 6.

Vor Erlaß von Verordnungen nach § 2 Nr. 6 und § 5 ist der Reichsgesundheitsrat, verstärkt durch Sachverständige aus den Kreisen der Erzeuger, der Händler, der Verbraucher und der Fachwissenschaft, zu hören.

§ 7.

Die mit der Überwachung des Verkehrs mit Lebensmitteln und Bedarfsgegenständen beauftragten Beamten der Polizei und die von der zuständigen Behörde beauftragten Sachverständigen, bei Gefahr im Verzug auch die sonstigen Beamten der Polizei, sind befugt, in die Räume, in denen

1. Lebensmittel gewerbsmäßig oder für Mitglieder von Genossenschaften oder ähnlichen Vereinigungen gewonnen, hergestellt, zubereitet, abgemessen, ausgewogen, verpackt, aufbewahrt, feilgehalten oder verkauft werden,

2. Bedarfsgegenstände zum Verkaufe vorrätig gehalten oder feilgehalten werden, während der Arbeits- oder Geschäftszeit einzutreten, dort Besichtigungen vorzunehmen und gegen Empfangsbescheinigung Proben nach ihrer Auswahl zum Zwecke der Untersuchung zu fordern oder zu entnehmen. Soweit nicht der Besitzer ausdrücklich darauf verzichtet, ist ein Teil der Probe amtlich verschlossen oder versiegelt zurückzulassen und für die entnommene Probe eine angemessene Entschädigung zu leisten; in den nach § 11 Abs. 3 aufzustellenden Grundsätzen kann angeordnet werden, daß bei bestimmten Arten von Lebensmitteln und Bedarfsgegenständen ein Teil der Probe auch dann zurückzulassen ist, wenn der Besitzer zu verzichten bereit ist.

Soweit Erzeugnisse vorwiegend zu anderen Zwecken als zum menschlichen Genuß bestimmt sind, beschränkt sich die im Abs. 1 Nr. 1 bezeichnete Befugnis auf die Räume, in denen diese Erzeugnisse als Lebensmittel zum Verkaufe vorrätig gehalten oder feilgehalten werden.

Die Befugnis zur Besichtigung erstreckt sich auch auf die Einrichtungen und Geräte zur Beförderung von Lebensmitteln, die Befugnis zur Probeentnahme auch auf Lebensmittel und Bedarfsgegenstände, die an öffentlichen Orten, insbesondere auf Märkten, Plätzen, Straßen oder im Umherziehen, zum Verkaufe vorrätig gehalten, feilgehalten oder verkauft werden.

Als Sachverständige (Abs. 1) können auch die von den Berufsvertretungen und Berufsverbänden der Landwirtschaft, der Industrie, des Handwerks und des Handels zur Überwachung der Betriebe bestellten technischen Berater berufen werden.

§ 8.

Die Landesregierungen können bestimmen, daß die Polizeibehörde ihre Sachverständigen ermächtigen kann, zum Schutze der Lebensmittel gegen Verunreinigung oder Übertragung von Krankheitserregern unaufschiebbare Anordnungen vorläufig zu treffen oder beanstandete Lebensmittel vorläufig zu beschlagnahmen. Die getroffenen Anordnungen sind unverzüglich dem Besitzer oder dessen Vertreter zu Protokoll oder durch schriftliche Verfügung zu eröffnen und der Polizeibehörde mitzuteilen. Die Mitteilung einer Beschlagnahme kann an den Besitzer der beschlagnahmten Gegenstände oder dessen Vertreter auch mündlich erfolgen. Die Polizeibehörde hat die getroffenen Anordnungen unverzüglich entweder durch polizeiliche Verfügung zu bestätigen oder aufzuheben.

§ 9.

Die Inhaber der im § 7 bezeichneten Räume, Einrichtungen und Geräte und die von ihnen bestellten Betriebs- oder Geschäftsleiter und Aufseher sowie die Händler, die an öffentlichen Orten, insbesondere auf Märkten, Plätzen, Straßen oder im Umherziehen Lebensmittel oder Bedarfsgegenstände zum Verkaufe vorrätig halten, feilhalten oder verkaufen, sind verpflichtet, die Beamten und Sachverständigen bei der Ausübung der im § 7 bezeichneten Befugnisse zu unterstützen, insbesondere ihnen auf Verlangen die Räume zu bezeichnen, die Gegenstände zugänglich zu machen, verschlossene Behältnisse zu öffnen, angeforderte Proben auszuhändigen, die Entnahme von Proben zu ermöglichen und für die Aufnahmen der Proben geeignete Gefäße oder Umhüllungen, soweit solche vorrätig sind, gegen angemessene Entschädigung zu überlassen.

§ 10.

Die Beamten der Polizei und die von der zuständigen Behörde beauftragten Sachverständigen sind, vorbehaltlich der dienstlichen Berichterstattung und der Anzeige von Gesetzwidrigkeiten, verpflichtet, über die Tatsachen und Einrichtungen, die durch die Ausübung der im § 7 bezeichneten Befugnisse zu ihrer Kenntnis kommen, Verschwiegenheit zu beobachten und sich der Mitteilung und Verwertung von Geschäfts- oder Betriebsheimnissen zu enthalten, auch wenn sie nicht mehr im Dienste sind.

Die Sachverständigen sind hierauf zu beedigen.

§ 11.

Die Zuständigkeit der Behörden und Beamten für die im § 7 bezeichneten Maßnahmen richtet sich nach Landesrecht.

Landesrechtliche Bestimmungen, die den Behörden weitergehende Befugnisse als die im § 7 bezeichneten geben, bleiben unberührt.

Der Vollzug des Gesetzes liegt den Landesregierungen ob. Die Reichsregierung stellt mit Zustimmung des Reichsrates die zur Sicherung der Einheitlichkeit des Vollzuges erforderlichen Grundsätze, insbesondere für die Bestellung von geeigneten Sachverständigen und die Gewährleistung ihrer Unabhängigkeit fest.

§ 12.

Wer vorsätzlich einem der Verbote des § 3 oder einer nach § 5 Nr. 1 erlassenen Vorschrift zuwiderhandelt, wird mit Gefängnis und mit Geldstrafe oder mit einer dieser Strafen bestraft.

Der Versuch ist strafbar.

Ist durch die Tat eine schwere Körperverletzung oder der Tod eines Menschen verursacht worden, so tritt an Stelle des Gefängnisses Zuchthaus bis zu zehn Jahren.

Neben der Freiheitsstrafe kann auf Verlust der bürgerlichen Ehrenrechte, neben Zuchthaus auch auf Zulässigkeit von Polizeiaufsicht erkannt werden.

Ist die Zuwiderhandlung fahrlässig begangen, so tritt Geldstrafe und Gefängnis oder einer dieser Strafen ein.

§ 13.

Wer vorsätzlich einem der Verbote des § 4 oder einer nach § 5 Nr. 2, 3 erlassenen Vorschrift zuwiderhandelt, wird mit Gefängnis bis zu sechs Monaten und mit Geldstrafe oder mit einer dieser Strafen bestraft.

Ist die Zuwiderhandlung fahrlässig begangen, so tritt Geldstrafe bis zu einhundertfünfzig Reichsmark oder Haft ein.

§ 14.

In den Fällen des § 12 ist neben der Strafe auf Einziehung oder Vernichtung der Gegenstände, auf die sich die Zuwiderhandlung bezieht, zu erkennen, auch wenn die Gegenstände dem Verurteilten nicht gehören. In den Fällen des § 13 kann dies geschehen.

Kann keine bestimmte Person verfolgt oder verurteilt werden, so kann auf Einziehung oder Vernichtung der Gegenstände selbständig erkannt werden, wenn im übrigen die Voraussetzungen hierfür vorliegen.

§ 15.

Ergibt sich in den Fällen der §§ 12, 13, daß dem Täter die erforderliche Zuverlässigkeit fehlt, so kann ihm das Gericht in dem Urteil die Führung eines Betriebes ganz oder teilweise untersagen oder nur unter Bedingungen gestatten, soweit er sich auf die Herstellung oder den Vertrieb von Lebensmitteln oder Bedarfsgegenständen erstreckt. Vorläufig kann es eine solche Anordnung durch Beschluß treffen.

Die zuständige Verwaltungsbehörde kann die nach Abs. 1 Satz 1 getroffene Anordnung aufheben, wenn seit Eintritt der Rechtskraft des Urteils mindestens drei Monate verflossen sind.

Wer der Untersagung zuwiderhandelt, wird mit Gefängnis und mit Geldstrafe bestraft.

§ 16.

In den Fällen der §§ 12, 13 kann neben der Strafe angeordnet werden, daß die Verurteilung auf Kosten des Schuldigen öffentlich bekanntzumachen ist. Auf Antrag des freigesprochenen Angeklagten kann das Gericht anordnen, daß der Freispruch öffentlich bekanntzumachen ist; die Staatskasse trägt in diesem Falle die Kosten, soweit sie nicht dem Anzeigenden auferlegt worden sind (§ 469 der Strafprozeßordnung).

In der Anordnung ist die Art der Bekanntmachung zu bestimmen; sie kann auch durch Anschlag an oder in den Geschäftsräumen des Verurteilten oder Freigesprochenen erfolgen.

§ 17.

Wer der durch § 9 auferlegten Verpflichtung zuwiderhandelt, wird mit Geldstrafe bis zu einhundertfünfzig Reichsmark oder mit Haft bestraft.

§ 18.

Wer der durch § 10 Abs. 1 auferlegten Verpflichtung zuwiderhandelt, wird mit Gefängnis bis zu einem Jahre oder mit Geldstrafe bestraft.

Die Verfolgung tritt nur auf Antrag des Verletzten ein; die Zurücknahme des Antrages ist zulässig.

§ 19.

Im § 15 Abs. 2 des Gesetzes betreffend den Verkehr mit Butter, Käse, Schmalz und deren Ersatzmitteln vom 15. Juni 1897 (Reichsgesetzbl. S. 475) und im § 27 Abs. 1 des Weingesetzes vom 7. April 1909 (Reichsgesetzbl. S. 393) treten an Stelle der Worte „bis zu drei Monaten“ die Worte „bis zu einem Jahre“.

§ 20.

Wenn im Verfolg der behördlichen Untersuchung von Lebensmitteln oder von Bedarfsgegenständen eine rechtskräftige Verurteilung eintritt, fallen dem Verurteilten die der Behörde durch die Beschaffung und Untersuchung der Proben erwachsenen Kosten zur Last. Sie sind zugleich mit den Kosten des gerichtlichen Verfahrens festzusetzen und einzuziehen.

§ 21.

Sind die technischen Unterlagen für eine Verurteilung durch eine öffentliche Anstalt zur Untersuchung von Lebensmitteln erbracht worden, so fallen die auf Grund dieses Gesetzes auferlegten Geldstrafen der Kasse zu, welche die Kosten der Unterhaltung der Anstalt trägt; kommen mehrere Anstalten oder mehrere Kassen in Betracht, so sind die Beiträge angemessen zu verteilen.

§ 22.

Die Reichsregierung kann mit Zustimmung des Reichsrates die Untersuchung bestimmter Lebensmittel bei der Einfuhr anordnen.

§ 6 findet entsprechende Anwendung.

§ 23.

In den nach §§ 5, 22 zu erlassenden Verordnungen dürfen an die aus dem Ausland eingeführten Lebensmittel und Bedarfsgegenstände keine geringeren Anforderungen gestellt werden als an gleichartige inländische.

§ 24.

Dieses Gesetz tritt am 1. Oktober 1927 in Kraft.

Mit diesem Zeitpunkt treten der § 367 Nr. 7 des Strafgesetzbuches, das Gesetz, betreffend den Verkehr mit Nahrungsmitteln, Genußmitteln und Gebrauchsgegenständen, vom 14. Mai 1879 (Reichsgesetzbl. S. 145), die Verordnung gegen irreführende Bezeichnung von Nahrungs- und Genußmitteln vom 26. Juni 1916 (Reichsgesetzbl. S. 588) und der III. Abschnitt der Verordnung über Handelsbeschränkungen vom 13. Juli 1923 (Reichsgesetzbl. I S. 699, 706) außer Kraft. Die auf Grund des Gesetzes vom 14. Mai 1879 erlassenen Verordnungen gelten weiterhin als Verordnungen auf Grund des § 5 dieses Gesetzes.

Soweit in anderen Gesetzen oder Verordnungen auf die im Abs. 2 Satz 1 bezeichneten Vorschriften bezug genommen ist, treten an deren Stelle die entsprechenden Vorschriften dieses Gesetzes.

Die Reichsregierung kann mit Zustimmung des Reichsrates mit Inkrafttreten der nach § 5 Nr. 1 bis 5 zu erlassenden Verordnungen die durch diese Verordnung ersetzten Vorschriften des Gesetzes über das Branntweinmonopol vom 8. April 1922 (Reichsgesetzblatt I S. 335, 405), des Biersteuergesetzes vom 9. Juli 1923 (Reichsgesetzbl. I S. 557) und des Gesetzes betreffend die Verwendung gesundheitsschädlicher Farben bei der Herstellung von Nahrungsmitteln, Genußmitteln und Gebrauchsgegenständen vom 5. Juli 1887 (Reichsgesetzbl. S. 277) außer Kraft setzen.

Berlin, den 5. Juli 1927.

Der Reichspräsident
von Hindenburg.

Der Reichsminister des Innern
Dr. von Keudell.

Abgesehen von den schon auf S. 5 erwähnten Änderungen, welche das neue Gesetz bringt, ist noch folgendes hervorzuheben: Eine wesentliche Änderung gegenüber dem alten Gesetz bringt der § 7. Früher mußte auf Verlangen die Polizei bei der Probeentnahme eine versiegelte Gegenprobe hinterlassen. Heute muß diese Gegenprobe immer hinterlassen werden, wenn nicht der Besitzer ausdrücklich darauf verzichtet. Auch in dem § 21 ist eine wesentliche Änderung gegenüber dem bisherigen Zustande bezüglich der Überweisung der Geldstrafen, die auf Grund des Gesetzes auferlegt werden, an die amtlichen Anstalten zur Untersuchung von Lebensmitteln zu verzeichnen. Heute erhält die Anstalt die Geldstrafen, wenn sie die technischen Unterlagen für die Verurteilung erbracht hat.

Das Gesetz tritt am 1. Oktober 1927 in Kraft. Mit diesem Zeitpunkte treten eine Reihe von Gesetzen (§ 24) außer Kraft. Indessen gelten die Bestimmungen des Blei- und Zinkgesetzes, des Farbensgesetzes, der Petroleumverordnung (S. 2, 3) vorläufig unverändert weiter. Es liegt ein Entwurf eines Gesetzes über den Verkehr mit blei-, zink- und antimonhaltigen Gegenständen vor, der das bisherige Blei- und Zinkgesetz ersetzen soll.

Vitamine.

Die Vitamine wurden bisher mit den Buchstaben A, B und C charakterisiert, wie es auch in dem vorliegenden Buch auf S. 65—67 geschehen ist. Neuerdings treten verschiedene Forscher wegen der Verwirrung, welche die Einführung neuer Buchstaben in diese Bezeichnungenarten veranlaßt hat, für andersartige Bezeichnung der Vitamine ein, so vor allem Abderhalden und Ragnar Berg in der zweiten Auflage seines Lehrbuches. Das Vitamin A besteht, wie schon auf S. 66 erläutert ist, aus zwei Faktoren. Man unterscheidet also jetzt fettlösliches A oder antixerophthalmisches Vitamin von dem fettlöslichen Antirachiticum, vielfach auch D genannt. Von der Gruppe B

ist schon auf S. 67 erwähnt, daß sie von vielen Forschern in drei verschiedene Gruppen geschieden wird. Diese sollen jetzt heißen:

Atmungsstoff (früher Funksches Vitamin), Erhaltungsstoff (früher wasserlösliches D) und wasserlöslicher Wachstumsstoff (früher wasserlösliches B). Die Bezeichnung wasserlösliches C oder auch Antiskorbuticum ist unverändert.

Literaturverzeichnis.

Baier, E., Gemüse- und Obstdauerwaren (Konserven). Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. 1920. — *Berg, R.*, Die Vitamine. 2. Aufl. Leipzig: S. Hirzel 1927. — *Derselbe*, Die Vitamine. Leipzig: S. Hirzel 1922. — *Beythien, A.*, Die Nahrungsmittelverfälschung, ihre Erkennung und Bekämpfung. Stuttgart: Ferd. Enke 1910. — *v. Braun, J.*, Lehrbuch der organischen Chemie. Leipzig: S. Hirzel 1925. — *v. Buckha, K.*, Die Nahrungsmittelgesetzgebung im Deutschen Reiche. Berlin: Julius Springer 1912.

Chodounsky, F., Die Bierbrauerei. (Aus der Bibliothek der gesamten Technik. 128. Bd.) Hannover: Dr. Max Jänicke. — *Cluß, Ad.*, Brennerei. 2. Aufl. Leipzig: Dr. Max Jänicke 1922. — *Cohnheim, O.*, Chemie der Eiweißkörper. 3. Aufl. Braunschweig: Friedr. Vieweg & Sohn 1911.

Diels, O., Einführung in die organische Chemie. 4. Aufl. Leipzig: J. J. Weber 1922.

Funk, C., Die Vitamine. 2. Aufl. München und Wiesbaden: J. F. Bergmann 1922.

Gärtner, A., Hygiene des Wassers. Braunschweig: Fr. Vieweg & Sohn 1915. — *Gerlach, V.*, Deutsches Nahrungsmittelbuch. 3. Aufl. Heidelberg: Karl Winter 1922. — *Gramberg, E.*, Pilze der Heimat. Leipzig: Quelle & Meyer 1913. — *Grimmer, W.*, Lehrbuch der Chemie und Physiologie der Milch. 2. Aufl. Berlin: Paul Parey 1926. — *Günther, A.*, Der Wein. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. 1918.

Hammarsten, O., Lehrbuch der physiologischen Chemie. 11. Aufl. München: J. F. Bergmann 1926. — *Hartwich, C.*, Die menschlichen Genußmittel. Leipzig: Christian Hermann Tauchnitz. 1911. — *Hasterlik, A.*, Kaffee und Kaffee-Ersatzstoffe. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. 1919. — *Derselbe*, Tee, Tee-Ersatzmittel und Paraguaytee. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. 1919. — *Hildebrand, O.*, Herstellung von Fleischextrakt, Bouillonwürfeln, Suppenwürfeln und Suppenwürze. Wien und Leipzig: A. Hartleben 1917. — *Huth, P.*, Punsch, Glühwein, Grog und andere alkoholische Luxusgetränke. Leipzig: Dr. Max Jänecke 1914.

Jacobsen, E., Handbuch für die Getränke-Industrie, Getränke-Fabriken und den Getränke-Großbetrieb. Berlin: Paul Parey 1925. — *Juckenack, A.*, Unsere Lebensmittel vom Standpunkt der Vitaminforschung. (Die Volksernährung, 4. Heft.) Berlin: Julius Springer 1923. — *Derselbe*, Was haben wir bei unserer Ernährung im Haushalt zu beachten? (Die Volksernährung, 6. Heft.) Berlin: Julius Springer 1923.

Kallert, E., Die Konservierung von Fleisch durch das Gefrierfleischverfahren. Berlin: Richard Schoetz 1926. — *Karrer, P.*, Polymere Kohlenhydrate (Band 3 der Kolloidforschung in Einzeldarstellungen). Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. 1925. — *Klut, H.*, Die Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle. 4. Aufl. Berlin: Julius Springer 1922. — *König, J.*, Chemie der Nahrungs- und Genußmittel sowie der Gebrauchsgegenstände. 5. Aufl. Berlin: Julius Springer 1920. — *Kolkwitz, R.*, Pflanzenphysiologie. Jena: G. Fischer 1914. — *Kossowicz, A.*, Einführung in die Mykologie der Nahrungsmittelgewerbe. Berlin: Gebr. Borntraeger 1911. — *Derselbe*, Lehrbuch der Chemie, Bakteriologie und Technologie der Nahrungs- und Genußmittel. Berlin: Gebr. Borntraeger 1914. — *Kreutz, A.*, Kakao und Schokolade. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft 1919.

Lange, W., Süßstoffe. — *Lebbin, G.*, Allgemeine Nahrungsmittelkunde. Berlin: Leonhard Simion Nachf. 1914. — *Löhnis, F.*, Handbuch der landwirtschaftlichen Bakteriologie. Berlin: Gebr. Borntraeger 1910. — *Luhmann, E.*, Die Industrie der alkoholischen Getränke. Wien und Leipzig: A. Hartleben 1905. — *Derselbe*, Kakao und Schokolade. (Aus der Bibliothek der gesamten Technik, 114. Bd.) Hannover: Dr. Max Jänecke 1909. — *Derselbe*, Fabrikation alkoholfreier Getränke. (Aus der Bibliothek der gesamten Lebensmittelindustrie, Bd. 3.) Leipzig: Dr. Max Jänecke 1913.

Moeller, J., Mikroskopie der Nahrungs- und Genußmittel aus dem Pflanzenreiche. 2. Aufl. Berlin: Julius Springer 1905. — *Muspratt*, Chemische Technologie der Gährungsgewerbe der Nahrungs- und Genußmittel. Braunschweig: Fr. Vieweg & Sohn 1915.

Neumann, M. P., Brotgetreide und Brot. Berlin: Paul Parey 1914.

Oppenheimer, C., Lehrbuch der Enzyme. Leipzig: Georg Thieme 1927. — *v. Ostag, R.*, Handbuch der Fleischbeschau. Stuttgart: F. Enke.

Plimmer-Matula, Die chemische Konstitution der Eiweißkörper. Dresden und Leipzig: Theodor Steinkopff 1914. — *Preuß, E.*, Die Fabrikation des Stärkezuckers. Leipzig: Dr. Max Jänecke 1925. — *Pringsheim, H.*, Die Polysaccharide. 2. Aufl. Berlin: Julius Springer 1923.

Rubner, Gruber und Ficker, Die Hygiene von Wasser und Abwasser. Leipzig: S. Hirzel 1911.

Saldau, E., Die Schokolade- und Kakaopulverfabrikation. 3. Aufl. Wien und Leipzig: A. Hartleben 1924. — *Siegfried, M.*, Über partielle Eiweißhydrolyse. Berlin: Gebr. Borntraeger 1916. — *Strohecker, R.*, Chemische Technologie der Nahrungs- und Genußmittel. Leipzig: Otto Spamer 1926. — *Sucharipa, R.*, Die Pektinstoffe. Braunschweig: Dr. Serger & Hempel 1925.

Tillmans, J.: Wasserreinigung und Abwässerbeseitigung. Halle (Saale): Wilhelm Knapp 1912. — *Derselbe*, Die chemische Untersuchung von Wasser und Abwasser. Halle (Saale): Wilhelm Knapp 1915. — *Tollens, B.*, Kurzes Handbuch der Kohlenhydrate. 3. Aufl. Leipzig: Johann Ambrosius Barth 1914.

Weigmann, H., Die Pilzkunde der Milch. 2. Aufl. Berlin: Paul Parey 1924. — *Windisch, K.*, Die chemischen Vorgänge beim Werden des Weins. Stuttgart: Eugen Ulmer 1906. — *Witte, H.*, Essig und Essigersatz. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. 1919. — *Derselbe*, Tabak und Tabakerzeugnisse. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. 1919.

Zellner, J., Chemie der höheren Pilze. Leipzig: Wilhelm Engelmann 1907.

Sachverzeichnis.

- Absinth 311.
— -Gesetz 312.
Acetaldehyd 220, 277, 288,
322, 323, 324.
— Dismutation 322.
Aceton 323, 324.
Acetylen (Essig) 323, 324.
Achroodextrin 43.
Acidalbuminate 19.
Acidosis 62.
Ackerbohne 176.
Adamkiewiczsche Reaktion
16.
Adenin 18, 74.
Äpfelsäure 52, 219, 234, 274,
288, 289, 322.
Äpfelwein 285.
Akaroidharz 257.
Akrolein 23, 283.
Aktivator 49.
Akzessorische Nährstoffe 64.
Alanin 8.
Albumin 17, 21, 168, 233.
Albuminoide 20.
Albumosen 19, 21.
Aldehydkatalase 105.
Aldosen 31, 32, 47.
Ale 302.
Alexine 20.
Alkalialbuminate 19.
Alkaloidhaltige Genußmittel
249.
Alkohol 277, 288, 310, 311,
322, 323.
Alkohole, höhere 278, 288, 304.
Alkoholfreie Getränke 316.
Alkoholische Genußmittel 275.
Allylalkohol 288, 304, 307,
323.
Allylsenfö 234, 335.
Allylsulfid 234.
Ameisensäure 52, 224, 289,
322, 323, 324.
Amidasen 50.
Amidulin 43.
Amidpeptid 12, 15.
Aminosäuren 8, 9.
— Anhydride 11, 12, 13.
— Carbaminoquotient 10.
— Eigenschaften 9.
— Formoltitration 10.
— Zwitterion 10.
Ammonium in Lebensm. 48.
Amygdalin 53, 220.
Amylodextrin 43.
Amylopektin 39.
Amylose 39.
Amylosen, kristallisierte 40.
Anethol 332.
Anhydrotrifruktose 43.
Animalische Nahrungsm. 71.
Anis 332.
Anthranilsäure 220.
Antifermente 50.
Antineuriticum 67.
Antirachiticum 65.
Antiskorbuticum 67.
Antitoxine 20.
Arabian 44.
Arabinose 34, 35, 44, 45, 46,
268.
Arabinsäure 44, 45.
Arachinsäure 24.
Arginin 9.
Arrak 308.
— deutscher 308.
— Riechstoffe 308.
Asparaginsäure 9.
Asparagose 233.
Aspirateur 180.
Ausleseweine 279, 284, 288.
Avenin 173.
Bacillus botulinus 85.
— bulgaricus 135.
Backfehler 199, 200.
Backmasse 213.
Backprozeß 196.
Backpulver 193.
— Arten 194.
— gute und schlechte 195.
— Nachtrieb 195.
— Trennungsmittel 194.
— Triebkraft 194.
— Vortrieb 195.
— Zersetzung 195.
Bacterium enteritidis 84.
Bakterienentfernung aus Was-
ser 340.
Bakterien in Wasser 337, 338,
339, 340.
Bandamacis 333.
Baudouinsche Reaktion 26,
154.
Baumwollsaatöl 155.
Bausalz 327.
Behensäure 24.
Benzoessäure 53, 200, 224.
— in Eikonserven 100.
Benzoessäuresulfid 215.
— Verhalten beim Erhitzen
216.
Bergsalz 327.
Beriberi 67.
Bernsteinsäure 53, 219, 278,
289, 304, 322.
Bier 298.
— alkoholfrei 319, 320.
Bierbereitung 298.
— Brauvorgang 300, 301, 302.
— Einmaischen 300.
— Gärung 301, 302.
— Gerste 208.
— Hopfen 298, 299.
— Maische 300.
— Rohstoffe 298.
— Wasser, Bedeutung für
die — 305.
— Würze 301.
Bieressig 324.
Bierhefen 275.
Bier, Kohlensäuregehalt 304.
Rierkrankheiten 303.
— bitteres Bier 303.
— fadenziehendes Bier 303.
— Hefegeschmack 303.
— Kohlensäuremangel 303.
— Pechgeschmack 303.
— tintiger Geschmack 303.
— Trübungen 303.
Bier, Malzbereitung 299.
Biersorten 302.
— Ale 302.
— Altbier, westfälisches 302.
— Bock 302.
— Export 302.
— Frisch 302.
— Import 302.
— Kriegs 302.
— Märzen 302.
— Malz 302.
— Obergärig 302.
— Porter 302.
— Salvator 302.
— Untergärig 302.
— Wöchnerinnen 302.
Biersteuergesetz 306.
Bierzusammensetzung 303 bis
305.

- Bierzusammensetzung, Alkohol 304.
 — Alkohole, höhere 304.
 — Extrakt 304.
 — Glycerin 305.
 — Kohlenhydrate 305.
 — Mineralstoffe 305.
 — Säuren 304.
 — Schaum 305.
 — Stammwürze 304.
 — Stickstoffsubstanz 305.
 — Vergärungsgrad 304.
 Biologische Wertigkeit der Proteine 134.
 Bienen 29, 36, 38, 47.
 Biosterin 66.
 Brotation 32, 33.
 Bisaccharide 29, 36, 38, 47.
 Bitterwerden von Hafer 187.
 — von Wein 283.
 Biuretreaktion 15.
 Blattfallkrankheit (Weinstock) 281.
 Blausäurebohne 177, 178.
 Blei- und Zinkgesetz 2.
 Blut 76.
 Blutbrot 77.
 Blut, defibriertes 77.
 Bluteiweiß, Gehalt an Aminosäuren 77.
 Blutgerinnung 76.
 Blutkuchen 76.
 Blut, Trocken- 77.
 Blutwein 285.
 Blutwurst 77.
 Böckser (Wein) 283, 284.
 Bohnengift (Phasin) 177.
 Bohnenmehl 178.
 Bombaymacis 333.
 Bombieren von Büchsenkonserven 89.
 Bonbons 212.
 Bonbonzucker 205.
 Bordelaiser Brühe 281.
 Borsäure, Eikonserven, Ministerialerlaß 99.
 Botrytispilz (Wein) 279, 288.
 Botulismus 82, 85.
 Bouillon 82.
 Brandsporen 170.
 Branntwein 306.
 Branntweinarten 306.
 — andere alkoholische Flüssigkeiten 311.
 — gewöhnliche Trinkbranntweine 311.
 — Kirsch 309.
 — Korn 309.
 — Liköre 311.
 — Obst 309.
 — Pflaumen 309.
 — Steinhäger 309.
 — Wacholder 309.
 Branntweinersatz 311.
 Branntweinmonopolgesetz 312.
 Branntweinschärfen 311.
 Branntwein, Vereinbarungen des Vereins deutscher Nahrungsmittelchemiker 313 bis 316.
 Brauselimonade 318.
 Brennwein 307.
 Brenztraubensäure 276, 277.
 Brot 190.
 — Altbackenwerden 198.
 — chemische Umsetzungen beim Backprozeß 196, 197.
 — Herstellung 190.
 — — Backprozeß 196.
 — — Knetapparat 191.
 — — Streumehl 196.
 — — Teigbereitung 190.
 — — Teiglockerung 191.
 — Krankheiten und Fehler 198.
 — — fadenziehendes Brot 198.
 — — rotes Brot 200.
 — — Schimmeln 198.
 Brotsorten 200.
 — Finklanbrot 201.
 — Grahambrot 200.
 — Klopferbrot 201.
 — Pumpernickel 200.
 — Schlüterbrot 201.
 — Simonsbrot 201.
 — Steinmetzbrot 201.
 — Vollkornbrot 201.
 Brot, Veränderungen beim Aufbewahren 198.
 — Verdaulichkeit 203.
 — weißes oder schwarzes 201.
 — Zusammensetzung 201.
 Bruch, weißer (Wein) 283.
 Bruchreis 174.
 Brunnenhygiene 339.
 Buchweizen 175.
 Buchweizenmehl 188.
 Buchweizen, Protein 175.
 Büchsenkonserven 89, 240, 241.
 Buketstoffe (Wein) 290.
 Buschbohne 176.
 Butter 143.
 — Bakterien in der — 146.
 Butterfälschung 147.
 Butterfarbe 145.
 Butterfehler 146.
 — fleckige Butter 147.
 — käsig Butter 147.
 — krümelige Butter 147.
 — durch Pergamentpapier 147.
 — Ranzigwerden 146.
 — Rübengeschmack 114, 147.
 — sonstiges 146.
 — Verschimmeln 146.
 — Vertalgen 146.
 Butter, Fettsäuren 145.
 Buttergebäck 204.
 Buttergewinnung 144.
 Butter, Glyceride 145.
 — Krankheitserreger in der — 146.
 Buttermilch 129.
 Butter, Nährwert 147.
 Buttersäure 24, 323.
 Butter, Zusammensetzung 145.
 Butylalkohol 288, 304.
 Canizarrosche Reaktion 277, 322.
 Caprinsäure 24, 289.
 Capronsäure 24.
 Caprylsäure 24.
 Capsaicin 444.
 Caramel 31, 36, 37.
 Carbidsig 323.
 Carbohydrase 50.
 Carboligase 278.
 Carboxylase 51, 276.
 Cardamomfett 161.
 Carmin 74.
 Carnitin 74.
 Carotin 19, 234, 235.
 Carven 332.
 Carvon 328, 332.
 Casein 18, 21.
 — Gehalt an Aminosäuren 105.
 Caseoglutin 136.
 Cellobiose 37, 38, 41.
 Cellon 78.
 Cellulose 37, 38, 41.
 Celluloid 42.
 Cellulose 39, 41, 47.
 — Vergärer 41.
 Cephalin 25.
 Chabeso 320.
 Chaulmugrafett 161.
 Chips 337.
 Chlorophyll 19, 234.
 Chlorophyllase 234.
 Chlorverfahren (Wasser) 345.
 Cholesterin 24, 25, 26, 96, 102, 145, 149, 151.
 Chondrigen 20.
 Chromoproteide 18, 21.
 Cigarren, nicotinfrei, nicotinusgeschädlich 275.
 Citronensäure 53, 219, 234, 253, 274, 289, 325.
 Citronensaft 225.
 — künstlicher 226.
 Clupenadonsäure 152.
 Cocosfett 157.
 — Fettsäuren 157, 158.
 — Glyceride 158.
 Coffein 74, 252, 253, 260, 268.
 Coffeinfreier Kaffee 253, 254.
 Cognac 306.
 Coriander 332.
 Cottonöl 155.
 Crocetin 331.
 Crocin 331.
 Crotonaldehyd 324.

- Crotonsäure 323, 324.
 Cutin 46, 47.
 Cystin 9.
- Dakinscher Abbau (Fette) 28.**
 Därme 78.
 Darrmalz 300.
 Dauererhitzte Milch 120, 121.
 Dehydrasen 51.
 Dekoktionsverfahren (Bier) 301.
 Depside 54.
 Desmolasen 51.
 Dessertweine 284.
 Deuteroalbumosen 19.
 Dextrine 43, 44, 268, 299, 301, 305.
 Dextrose 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 209.
 Diaminomonocarbonsäuren 8, 9.
 Diastase 39, 310.
 Diazoreaktion (Protein) 16.
 Diffuseure 206.
 Diglyceride 22.
 Diketopiperazine 11—14.
 Diosen 29, 36, 38, 47.
 Dioxopiperazine 11—14.
 Diphtherie 117.
 Disaccharide 29, 36, 38, 47.
 Diterpene 328, 329.
 Doppelessig 324.
 Dreifachessig 324.
 Dulzin 216.
 Dulzit 34.
 Dunst 182.
 Dunstobst 224.
- Edelbranntweine 306.
 Edelfäule (Wein) 278.
 Eibischschleim 45.
 Eidotter 96.
 — Enzyme 96.
 — Mineralstoffe 96.
 — Phosphatide 96.
 — Purinbasen 96.
 — Zusammensetzung 96.
- Eier 95.
 — Gewicht 95.
 Eiereiweiß 95.
 — Gehalt an Aminosäuren 95.
 — Mineralstoffe 96.
 — Zusammensetzung 95.
- Eier, Keratinhäute 95.
 Eierkonservierung 97.
 — Einlegen in sterile Stoffe 97.
 — Imprägnierung 97.
 — Kalkverfahren 98.
 — Kälteverfahren 97.
 — Wasserglasverfahren 98.
- Eier, Luftkammer 97.
 Eiernudeln 203.
 — Hausmacher 203.
 Eierprüfung 98.
- Eiersatz 100.
 Eierschalen 95.
 Eiertrocknung 99.
 Eier, Verderben 97.
 Eikonserven, flüssige 99.
 — borsäurehaltig 99.
 Eipulver 99.
 — Zersetzung 100.
 — Zusammensetzung 100.
- Eis-Speiseeis 214, 215.
 Eisenbakterien 348, 349.
 Eisenhaltige Wässer 348.
 Eisenlösung sauerstofffreier Wässer 357.
 Eiweißkörper 7.
 Elastin 20, 22.
 Elbkaviar 101.
 Emulsion 220.
 Enteisung 350.
 — Filterwirkung 352.
 — geschlossene 350, 351, 352.
 — huminhaltiger Wässer 352.
 — offene 350, 352.
 — Oxydationsgeschwindigkeit 352.
- Entmanganung 352.
 Entmanganungsanlage Dresden 354.
 Entmanganung mit Braunstein 355.
 — Manganpermutit 355.
 — phys.-chem. Vorgänge 355, 356.
- Entsäuerung (Wasser) 356.
 Enzyme 48.
 — Darstellung 50.
 — Einfluß chem. u. phys. Mittel 50.
 — Entstehung 49.
 — Nachweis der Wirkungen 49.
 — optimale pH 50.
 — Temperatureinfluß 50.
 — Wesen 49.
- Erbsen 178.
 Erbsenkäfer 178.
 Erbsenmehl 188.
 Erbsenwurst 188.
 Erdnußöl 154.
 Ergosterin 25, 66.
 Ergotin 170.
 Ergotin 170.
 Ergotinin 170.
 Ergänzungsnährstoffe 64.
- Ernährungslehre 54.
 — Bedeutung der Mineralstoffe 62.
 — biologische Wertigkeit der Proteine 60—62.
 — Fettminimum 59.
 — Kalorienbedarf des Menschen 59.
 — Minimumgesetz 61.
 — Stickstoffminimum 59.
- Ernährung, vegetarische 62.
 Erucasäure 24.
 Erythrodextrin 43.
- Eselsbohne 176.
 Eßbachsche Reagens 17.
 Essig 320.
 Essigälchen 324.
 Essigbakterien 321, 322.
 Essig, Bier- 324.
 Essigbildner 321.
 Essig, Carbid- 323, 324.
 — Citronen- 325.
 — Doppel- 324.
 — Dreifach- 324.
 — Einmach- 324.
 Essigessenz 323, 324.
 — Bundesratverordnung 323.
 Essigfärbung 325.
 Essig, formoltitrierbare Stoffe 322.
 Essiggärung 322.
 Essig, Gärungs- 321, 324.
 — — andere Stoffe im 322.
 — Gehalt an Essigsäure 324, 325.
 — Grundsätze des Reichsgesundheitsamtes 325, 326.
- Essiggurken 240.
 Essig, Mineralsäurezusatz 324.
 Essigmutter 321.
 Essig, Obstwein- 324.
 Essigsäure 46, 52, 274, 277, 304, 320, 321, 322, 323, 324, 325.
- Essigsprit 324.
 Essigtich (Wein) 283, 286.
 Essig, Tafel- 324.
 Essigverfälschung 324.
 Essigverunreinigung 324.
 Essig, Wein- 324.
- Estereasen 50.
 Esterpeptid 12.
 Eugenol 331.
- Farbensetz 2, 240.
 Farbmaltz 300.
 Federweißer 279.
 Fehlingsche Lösung 30, 35, 36, 37, 38, 40, 42, 43.
 Feigenkaffee 256.
 Feldbohne 176.
 Feminell 331.
 Fenchel 332.
 Fermente 48.
 — Aktivator 49.
 — Anti- 50.
 — Kinetik 51.
 — Ko- 49.
- Ferrocyanalkaliumbehandlung von Wein 283.
 Fette und Öle 143.
 — Begriffsbestimmung des Reichsgesundheitsamtes 162—165.
 — Einteilung 143.
 — Elementarzusammensetzung 23.
 — Entstehung 28.
 — von Fischen 151.

- Fette, Gewinnung 144.
 Fetthärtung 155.
 — Apparat 156.
 — Bedingungen 157.
 — Fettsäuren 157.
 — Pflanzenölreaktionen 156.
 Fette, Kuhbutter 143.
 — landwirtschaftlicher Haustiere 147.
 Fette, Ranzigwerden 26.
 — Säuregrad 27.
 — Vertalung 28.
 Fettmischungen 159.
 Fettsäuren 23, 24, 52.
 Fettsäuren, freie 26, 27.
 Fibrin 18, 19, 77.
 Fibrinferment 76.
 Fibrinogen 18, 19, 76.
 Finalbrot 201.
 Finklanbrot 201.
 Finnen 83.
 Fische 79.
 — Ammoniakgehalt 80.
 — Eiweiß, Gehalt an Aminosäuren 80.
 — Extraktivstoffe 80.
 — Fischgift 80, 81.
 — Proben auf alte und frische 81.
 — Zusammensetzung 79.
 Fleisch 71.
 — Abhängigkeit der Zusammensetzung 75.
 — altgeschlachtet 71.
 Fleischbasen 73.
 Fleischbrüheratzwürfel 92.
 Fleischbrühwürfel 92.
 — und -ersatz, Verordnung 93.
 Fleisch, Einfluß von Kochen und Braten 82.
 Fleischersatz 93, 179.
 Fleischextrakt 90.
 — Herstellung 90.
 — Kreatinengehalt 91.
 — Würzkraft 91.
 — Zusammensetzung 91.
 Fleischextraktersatz 91.
 Fleisch, Fäulnisbakterien 83.
 Fleischfehler 82.
 Fleisch, Fett 73.
 — Finnen 83.
 — frisch geschlachtet 71.
 — innere Organe 78.
 Fleischkonservierung 85.
 — Büchsenkonserven 88.
 — chemische Zusätze 89.
 — Kälteverfahren 86.
 — Pökelfverfahren 86.
 — Räucherverfahren 86.
 Fleisch, Leuchtbackterien 83.
 — Maden 82.
 Fleischmilchsäure 52, 71.
 Fleischparasiten 82.
 Fleischpeptone 92.
 Fleischpräparate 90.
 Fleischsaft 71.
 Fleischsalze 73.
 Fleisch, Schimmelbildung 83.
 — Totenstarre 71.
 — Trichinen 84.
 Fleischtrocknung 88.
 Fleischvergiftung 84.
 Fleischzusammensetzung 72.
 — Albumin 73.
 — Kollagen 73.
 — Myosin 72.
 — Protein 72, 73.
 — — Gehalt an Aminosäuren 73.
 — Purinbasen 72.
 — Säure 72.
 — stickstofffreie Extraktstoffe 72.
 — stickstoffhaltige Extraktstoffe 72, 73.
 Fliegenpilz 248.
 Fluornatrium 224.
 Fondant 213.
 Formaldehyd 323, 324.
 Frauenmilch 115.
 Frauenmilchersatz 115.
 Fruchtbranntwein 306.
 Fruchtlimonade 318.
 Fruchtsäfte 215.
 — Färbung 226.
 — Herstellung 225.
 — Muttersäfte 225.
 — Nachpresse 226.
 — Stärkesirup 226.
 — Zusammensetzung 226.
 Fruchtsaftstatistik 226.
 Fruchtsirupe 225.
 Fruchtzucker s. Fructose und Lävulose.
 Fructose 33, 34, 36, 37, 38, 40, 42, 43, 234, 288.
 Furfurol 35, 288, 307, 322, 323.
 Fuselöl 288, 307, 309, 310.
 Galaktane 44, 47, 268.
 Galaktose 33, 34, 36, 38, 44, 45, 46, 268.
 Galakturonsäure 46.
 Gallisieren (Wein) 280.
 Gallussäure 54.
 Gänsefett 151.
 — Fettsäuren 151.
 — Glyceride 151.
 — Verfälschung 151.
 — Zusammensetzung 151.
 Gärung, alkoholische 276.
 — — chemische Vorgänge 276.
 — — Nebenprodukte 278.
 Gärungen, andere 277, 278.
 Gärung, Buttersäure — 277.
 Gärungsessig 321.
 Gärungsgemüse 237.
 Gefrierfleisch 87.
 — Herstellung 87, 88.
 Gehärtete Pflanzenöle 155.
 Gelatine 20, 21.
 Geldnährwerteinheiten 60.
 Gelees 227.
 — Beurteilung 230.
 — fehlerhafte Herstellung 228.
 — Herstellung 228.
 — Leitsätze 230.
 — Pektinpräparate 228.
 — Verfälschungen 229.
 — Zusammensetzung 229.
 Gemüse 232.
 — fehlerhafte Zubereitung 236.
 Gemüsekonserven 236.
 — Büchsen 240.
 — — Aufbewahrung 241.
 — — Grünen 240.
 — — Herstellung 240, 241.
 — — Ministerialerlasse über Grönung 240, 241.
 — Sauerkraut 237.
 — — biologische Vorgänge 237, 238.
 — — Herstellung 237.
 — — Zusammensetzung 238.
 — saure Gurken 239.
 — — — biologische Vorgänge 239.
 — — — Essiggurken 240.
 — — — Herstellung 239.
 — — — Weichwerden 239.
 — — — Zusammensetzung 240.
 — Schnittbohnen 238.
 — — biologische Vorgänge 239.
 — — Herstellung 238.
 — — Zusammensetzung 239.
 — Trockengemüse 236.
 — — Zusammensetzung 237.
 — Vitamine 240.
 Gemüse, Zusammensetzung 232.
 — — Farbstoffe 234.
 — — Fett 234.
 — — Glucose 234.
 — — Kohlenhydrate 233.
 — — Mineralstoffe 235.
 — — Säuren 234.
 — — schwefelhaltige Körper 234.
 — — Stickstoffsubstanz 232.
 — — Vitamine 235, 236.
 Genußmittel 6.
 — alkaloidhaltige 249.
 — alkoholische 275.
 Gerbsäure 220, 288, 289, 299, 304.
 Gerbstoffe 54, 268.
 Gerste 173, 298.
 Gerstengraupen 187.
 Gerstenmehl 187.
 Gerstenzucker 205.
 Gerüstcellulose 43.

- Gesetze und Verordnungen
 — — — Absinth- 312.
 — — — äußere Kennzeich-
 nung 5.
 — — — Blei- und Zink- 2.
 — — — Biersteuer- 306.
 — — — Branntweinmono-
 pol- 312.
 — — — Butter, Käse,
 Schmalz u. Ersatzmittel,
 Verkehr mit 165, 166.
 — — — Farben- 2.
 — — — Fleischbeschau- 94.
 — — — Fleischbrühwürfel
 93.
 — — — irreführende Be-
 zeichnung 4.
 — — — Lebensmittelgesetz
 (neues) 5, 367.
 — — — Margarine- 165,
 166.
 — — — Nahrungsmittel-
 gesetz (altes) 2.
 — — — Petroleum- 3.
 — — — Süßstoff- 217.
 — — — Wein — 291—293.
 — — — — Ausführungs-
 best. 293—298.
 Getränke, alkoholfreie 316,
 319.
 Getreide 166.
 Getreidearten 171.
 — Buchweizen 175.
 — Hafer 173.
 — Mais 174.
 — Reis 174.
 — Roggen 172.
 — Weizen 171.
 — Zusammensetzung 175.
 Getreide, Bewertungsnormen
 169.
 — — Farbe 169.
 — — Hektolitergewicht 169.
 — — Keimfähigkeit 169.
 — — Reinheitsgrad 169.
 — — Schalen 169.
 Getreidefehler und Krank-
 heiten 169.
 — Auswachsen 171.
 — Brand 170.
 — fremdes Getreide 169.
 — Kornwurm 171.
 — Mutterkorn 170.
 — Schimmel 171.
 — Unkrautsamen 170.
 Getreide, Haltbarkeit 169.
 Getreidekaffee 156.
 Getreidekorn, Bau 179.
 Getreideprotein, Gehalt an
 Aminosäuren 172.
 Getreide, Zusammensetzung
 167.
 — — — andere Kohlenhydrate
 167.
 — — — Fett 168.
 — — — Mineralstoffe 168.
 Getreide, Zusammensetzung
 — — — Protein 167.
 — — — Stärke 167.
 — — — Vitamine 169.
 — — — Wasser 167.
 Gewürze 328.
 — ätherisches Öl 328, 329.
 — Asche und Sand 329, 330.
 — Blätter- und Blütenteile
 330.
 — — — — Kapern 331.
 — — — — Lorbeerblätter
 330.
 — — — — Majoran 330.
 — — — — Nelken 331, 332.
 — — — — Safran 331.
 — — — — Früchte und Samen 332.
 — — — — Anis 332.
 — — — — Fenchel 332.
 — — — — Kardamomen
 332.
 — — — — Koriander 332.
 — — — — Kümmel 332.
 — — — — Macis 333.
 — — — — Mostrich 335.
 — — — — Muskatnuß 332.
 — — — — Nelkenpfeffer
 334.
 — — — — Paprika 333.
 — — — — Pfeffer 333.
 — — — — Piment 334.
 — — — — Senf 335.
 — — — — Vanille 334.
 — — — — Rinden 335.
 — — — — Zimt, chinesischer 336.
 — — — — Holz- 337.
 — — — — Malabar- 337.
 — — — — unterirdische Pflanzenteile
 335.
 — — — — Ingwer 335.
 — — — — Verfälschung 329, 330.
 — — — — Zusammensetzung 336.
 Gewürznelken 331, 332.
 Glasmalz 300.
 Gliadin 18, 21, 171, 172.
 Globin 19, 75.
 Globulin 18, 21.
 Glucin 217.
 Glucosamin 18, 247.
 Glucose 32, 33, 34, 261, 268,
 288.
 Glucoseschweflige Säure 223.
 Glucoside 35, 53, 261, 330,
 331, 335.
 Glucosidasen 50.
 Glucosin 209.
 Glucoproteide 18.
 Glucuronsäure 234.
 Glühwein 311.
 Glutaminsäure 9.
 Glutenin 168, 171.
 Glutin 20.
 Glyceride 22, 23.
 Glycerin 22, 23, 277, 278, 322.
 Glycinin 178.
 Glykogen 42, 75.
 Glykoll 8.
 Grahambrot 200.
 Graupen 182.
 Grog 311.
 Grünmalz 300.
 Grünung von Gemüse 240.
 — — — von Kapern 330.
 Grundwasser 337.
 Grundwasserstrom 337.
 Grundwasserverschmutzung
 338.
 Guajacol 323.
 Guanin 18, 74.
 Hämatin 19.
 Hämochromogen 75.
 Hämoglobin 19, 75, 76, 79, 82.
 Hafer 173.
 Haferflocken 187.
 Hafergrütze 187.
 Haferkakao 268.
 Hafermehl 187.
 Haferproteine, Gehalt an
 Aminosäuren 173, 174.
 Harnsäure 74.
 Haselnußschokolade 267.
 Hefe 192, 275, 310.
 — Anforderungen 192.
 — Art der Anwendung 192,
 193.
 — Bier- 275.
 — biologische und chemische
 Vorgänge 192.
 — Kahl- 275.
 — Kultur- 275.
 — Lufthefeverfahren 192.
 — obergärige 275, 302.
 — Sproßverbände 192.
 — untergärige 275, 302.
 — Wein- 275, 279.
 — Wiener Verfahren 192.
 — wie 275.
 Hefenextrakt 92.
 Heliotropin 334, 335.
 Hemicellulosen 44, 46, 47.
 Heptosen 29, 32.
 Hesperidin 220.
 Heterocyclische Aminosäuren
 8, 9.
 Heuwurm 281, 282.
 Hexenpilz 248.
 Hexosane 44, 46, 47.
 Hexosen 29, 31, 47.
 — Eigenschaften und Ver-
 halten 31.
 — Konstitution 31.
 — natürliche 32.
 — zugehörige Alkohole 33.
 Hexylalkohol 288, 307.
 Himbeersirup 225.
 Hirn, Kalbs- 78.
 Hirse 175.
 Histidin 9.
 Hoherhitze Milch 120, 121.
 Holzessig 323.
 Holzzucker 35.

- Honig 210.
 — Arten 210.
 — Begriffsbestimmungen des Reichsgesundheitsamtes 211, 212.
 — Eigenschaften 210.
 — giftiger 210.
 — Herstellung 210.
 Honigkuchen 204.
 Honig, Zusammensetzung 210, 211.
 Hopfen 298, 299, 301.
 Hopfenextraktionsapparat 301.
 Hopfenharze 299, 304, 305.
 Hordein 18.
 — Gehalt an Aminosäuren 173.
 Hordendarre 299.
 Hühnerweiß 95.
 Hülsenfrüchte 176.
 — Zusammensetzung 176.
 Hülsenfruchtproteine, Gehalt an Aminosäuren 177.
 Huminstoffe 31, 36.
 Humphriesverfahren 183.
 Hydnocarpusfett 161.
 Hydrazone 31, 36, 37.
 Hydrolasen 50.
 Hypogäasäure 24.
 Hypoxanthin 18, 74.

 Ichthulin 101, 102.
 Ingwer 335.
 Inosinsäure 75.
 Inosit 75.
 Inulase 42.
 Inulin 42.
 Invertase 36.
 Invertzucker 33, 36, 209, 331.
 Irreführende Bezeichnung, Verordnung über 5.
 Isoleucin 8.
 Isomaltose 37.
 Isopren 328.

 Jamaikarum 307, 308.
 Jams 226.
 Jewellfilter 342, 343.
 Jodstärke 39.

 Käse 135.
 — alkohollösliches Protein (Caseoglutin) 136.
 — Bakterien bei der Reifung 136.
 — Begriffsbestimmungen des Reichsgesundheitsamtes 141, 142, 143.
 — chemische Vorgänge bei der Reifung 136, 137.
 — Fehler 138.
 — — Blähen 138.
 — — bitterer 138.
 — — farbige Flecken 139.
 — — giftiger 139.
 Käse, Fehler, glasiger 138.
 — — Krankheitserreger 139.
 — — tierische Parasiten 140.
 — — überreifer 139.
 — Herstellung 135.
 — Lab 135.
 — Löcherbildung 137.
 — Maden 140.
 — Margarine- 140.
 — Milben 140.
 — Quark 135.
 — Reifung 135, 136, 137.
 — — Dakinscher Abbau der Fettsäuren 137.
 — — Gasbildung 137.
 — Sauermilch 135.
 — Sorten, Unterscheidung 140.
 — — — nach Fettgehalt 141.
 — — — halbfetter Käse 141.
 — — — nach Herstellung 140.
 — — — Magerkäse 141.
 — — — Rahmkäse 141.
 — — — nach Tierart 140.
 — — — vollfetter Käse 141.
 — — — Zusammensetzung 137.
 Kaffee 249.
 Kaffeearoma 251, 253.
 Kaffeebaum 249, 250.
 — Krankheiten 250.
 Kaffee, Begriffsbestimmungen des Reichsgesundheitsamtes 254, 255.
 — Bohnengewinnung 250.
 — — nasse Methode 250, 251.
 — — trockene Methode 250.
 — chemische Umsetzungen beim Rösten 253.
 — coffeinfrei 253, 254.
 — Dämpfen 251.
 — Einwurf 251.
 Kaffee-Ersatz 255.
 — Begriffsbestimmungen des Reichsgesundheitsamtes 257, 258.
 — — Essenz 256.
 — — Feigen- 256.
 — — Getreide- 256.
 — — Mischung 256.
 — — Rüben- 256.
 — — sonstige Stoffe 256.
 — — Zichorien- 256.
 — — Zusammensetzung 257.
 Kaffee-Essenz 256.
 Kaffee, Färben 252.
 — glasiert 252.
 — — Akaroidharze 251.
 — Hag 254.
 — havariert 251.
 — kandiert 251.
 — Mischung 256.
 — Rahm 128.
 — Rösten 251.
 — — Schönen 251.
 — schwarze Samen 251.
 Kaffee, Zusammensetzung 252.
 — — Citronensäure 253.
 — — Coffein 252.
 — — Fett 252.
 — — Gerbsäure 253.
 — — Kohlenhydrate 252.
 — — Mineralstoffe 253.
 — — Rohrzucker 252.
 — — Stickstoffsubstanz 252.
 — — Trigonellin 252.
 — — Wachs 252.
 — — Wasser 252.
 Kahlmehfen 275.
 Kahlmigerwerden von Wein 283.
 Kakao 262.
 Kakaobaum 262.
 Kakaobohnen 262.
 Kakaocerzeugnisse, Beurteilungsnormen des Vereins Deutscher Nahrungsmittelchemiker 269, 270, 271, 272.
 — chemische Veränderungen bei Herstellung 269.
 Kakaokeime 263.
 Kakaomasse, Herstellung 263.
 — — Mahlung 264.
 — — Röstung 263.
 — — Schälung 263.
 — — Würzelchen (Keim) 263.
 Kakaomotte 267.
 Kakaomühle 264.
 Kakaopresse 265.
 Kakaopulver, Herstellung 264.
 — — Aufschließen 264, 265.
 — — Entfettung 265.
 — — Pressen 265.
 — — Vermahlen 265.
 Kakaorot 268.
 Kakao, Rottung 262, 263.
 — Schalen 262, 263, 267, 269.
 — — Bundesratsverordnung 269.
 — — Zusammensetzung 267.
 — — Aroma 268, 269.
 — — Coffein 268.
 — — Fett 268.
 — — Glyceride 268.
 — — Kakaorot 268.
 — — Mineralstoffe 268.
 — — Protein 267.
 — — sonstige Kohlenhydrate 268.
 — — Stärke 268.
 — — Theobromin 267.
 — — Vitamine 268.
 Kalium, myronsaures 335.
 Kalorien 54, 55.
 — Bedarf des Menschen 59.
 — Bedarf auf 1 kg Körpergewicht 60.
 — Gehalt der wichtigsten Nahrungsmittel 56, 57, 58.
 — Rein- 55.
 — Roh- 55.
 Kandierte Früchte 224.
 Kapern, Kappern 330.

- Kapern, Grünung 330.
 — Verfälschung 330.
 Kapillärsirup 209.
 Karamel s. Caramel.
 Kardamomen 332.
 Kartoffelbovist 248.
 Kartoffel, Erfrieren 242, 243.
 — Flocken 189.
 — Grünwerden der 243.
 Kartoffelkrankheiten 244.
 — Bakterienfäule 244.
 — Kräuselkrankheit 244.
 — Krebs 244.
 — Pilzfäule 244.
 Kartoffellagerung 243.
 Kartoffeln 241.
 Kartoffel, Stärke 168.
 — Süßwerden der — 243.
 — Walzmehl 189.
 — Zusammensetzung 242.
 — — Kohlenhydrate 242.
 — — Mineralstoffe 243.
 — — Solanin 242.
 — — Stärke 242.
 — — Stickstoffsubstanz 242.
 — — Vitamine 243.
 — — Wasser 242.
 Katalasen 51.
 Kaviar 101.
 — Elb- 101.
 — Ersatz 102.
 — Herstellung 101.
 — Molosol- 101.
 — Zusammensetzung 101.
 Kefir 133, 134.
 Kefirkörner 134.
 Keks 204.
 Kelttern 279.
 Kennzeichnung, äußere von
 Waren, Verordnung über 5.
 Kephalin 25.
 Keratin 20, 22, 95, 96.
 Keratomalacie 65.
 Ketosen 31, 33, 47.
 Kieselsäure in Lebensmitteln
 48.
 Kirschbranntwein 309.
 Kleber 171.
 Kleie 182.
 Kleinapparate für Wasser-
 reinigung 348.
 Kleinflter 348.
 Klopferbrot 201.
 Knetapparate für Brot 191.
 Knochen 78.
 Knochenbrühe 79.
 Knochen, Zusammensetzung
 79.
 Knollenblätterpilz 248.
 Kochsalz 326.
 — andere Salze 326.
 — Baysalz 327.
 — Denaturierung 327, 328.
 — Gewinnung 327.
 — Meersalz 327.
 — Solquellen 327.
 Kochsalz, Steinsalz 327.
 — Viehsalz 328.
 Kofermente 49.
 Kognak 306.
 Kognaköl 290.
 Kohlenhydrate 28.
 — (Konfigurationsformeln)
 34, 38.
 Kohlensäure. Bier 304.
 — Gärung 277.
 — kalkaggressive 359.
 Kohlensäurehaltige Getränke,
 Polizeiverordnung 319.
 Kohlensäure, rostschutz-
 verhindernde 360.
 Kohlenstoffatom, asymmetri-
 sches 29.
 Kollagen 20, 78.
 Kcllodium 42.
 Kolonnenapparat (Spiritus)
 310.
 Komplette 64.
 Kondensierte Magermilch 130.
 — Vollmilch 130.
 Kondensmilch 129.
 Konfigurationsformeln.
 — Bisaccharide 38.
 — Monosaccharide 34.
 Konfitüren 226.
 Koriander 332.
 Korinthen 285.
 Kornbranntwein 309.
 Krabbenextrakt 92.
 Krause Trockenmilch 131.
 — — Eigenschaften 132.
 — — Herstellung 131.
 — — Zersetzung 132, 133.
 — — Zusammensetzung 133.
 Kreatin 73.
 Kreatinin 73.
 Kresol 323.
 Kriebelkrankheit 170.
 Kuchen 204.
 Kümmel 332.
 Künstliche Süßstoffe 215.
 — — Süßungsgrad 216.
 Kuhmilch 102.
 Kumys 133, 134.
 Kunsthonig 210.
 Kunstmilch 179.
 Kunstseide 42.
 Kunstspeisefett 161, 162.
 Kurve von Tillmans und
 Heublein 360.
 Kuttelfleck 78.
 Lab 103.
 Lactacidogen 42.
 Lactose 36, 37.
 Lävulinsäure 53.
 Lävulose 33, 36, 38, 209.
 Lävulosin 209.
 Laurinsäure 24.
 Lebensmittel, Beanstandung
 auf Grund des Nahrungs-
 mittelgesetzes, § 10 4.
 Lebensmittel, Ersatz- 5.
 — Gesetz (neues) 5, 367.
 — gesundheitsschädliche 4.
 Leber 78.
 Leberstärke 42.
 Lebertran 65, 151.
 Lebkuchen 204.
 Lecithalbumin 26.
 Lecithin 24, 25, 26, 96, 102,
 160, 247.
 Legumellin 177, 178.
 Legumin 18, 177, 178.
 Leguminosen 176.
 Leguminosenmehle 188.
 Leguminosenproteine, Gehalt
 an Aminosäuren 177.
 Leim 20, 21.
 Leinöl 155.
 Leinsamenschleim 45.
 Leucin 8.
 Leukosin 168, 171.
 Lichenase 43.
 Lignin 46, 47.
 Liköre 306, 311.
 Limonaden 318.
 — Brause- 318.
 — künstliche 318, 319.
 — Schaummittel 319.
 — -sirup 318, 319.
 Limonen 328.
 Linalool 220, 328.
 Linolensäure 24.
 Linolsäure 24.
 Linsen 178.
 — Mehl 179.
 Lipasen 50.
 Lipoide 24.
 Literaturverzeichnis 372.
 Lokalelemente (Wasser,
 Rostung) 363.
 Lorbeerblätter 330.
 Luft 7.
 Lunge 78.
 Lupinen 178.
 Lupulinsäure 299.
 Lutein 19, 96, 235.
 Lutter 207, 309.
 Lycopin 235.
 Lysin 9.
 Macis 332, 333.
 — echte 333.
 — wilde 333.
 Maden (Käse) 140.
 Magermilch 129.
 Maggis Suppenwürze 93.
 Mais 174.
 Maisgriß 188.
 Maisgriffel 331.
 Maismehl 188.
 Maisprotein, Gehalt an Amino-
 säuren 174.
 Maissstärke 169, 188.
 Majoran 330.
 Malosolkaviar 101.

- Maltose 37, 38, 40, 42, 268, 299, 301, 305.
 Malz 310.
 Malzkakao 266.
 Manganhaltiges Wasser 352.
 — Entmanganung 353.
 — Nachteile 353.
 Mangan in Lebensmitteln 48, 261.
 Manganspeichernde Bakterien 349, 353.
 Mannane 44, 47.
 Mannit 33, 34, 233, 238, 283, 288.
 Mannose 33, 34, 44.
 Margarine 159.
 — Bräunen 160.
 — Buttergeschmack 160.
 Margarinegesetz 165, 166.
 Margarine, gesundheitsschädlich 161.
 — Herstellung 159.
 — Käse 140.
 — Kirne 160.
 — Konservierung 160.
 — Nährwert 161.
 — Schäumen 160.
 — Zusammensetzung 161.
 Marmeladen 216.
 — Herstellung 227.
 — Leitsätze für die Beurteilung 229.
 — Vakuumkocher 227.
 — Verfälschung 229.
 — Zusammensetzung 227, 228.
 Marmorfilter (Wasser) 357.
 Marzipan 213.
 — Ersatz 213.
 — Leitsätze des Vereins deutscher Nahrungsmittelchemiker 213, 214.
 Masern 117.
 Mastitis 117.
 Maul- und Klauenseuche 117.
 Medizinalwein 284.
 Meersalz 327.
 Mehl 182.
 Mehlartern 186.
 — Zusammensetzung 189.
 Mehl, Ausmahlungsgrad 180, 187.
 — Backfähigkeit 182.
 — Bleichen 186.
 — Beurteilung 190.
 Mehlfehler und Krankheiten 183.
 — — — ausgewachsenes Korn 183.
 — — — Mehlmilben 184.
 — — — Mehlmotte 184, 185.
 — — — Mehlwurm 184.
 — — — Warmwerden 183.
 — — — Verschimmeln 184.
 Mehl, Kriegs- 180.
 Mehlmilben 184.
 Mehlmotte 185.
 Mehl, Pekarprobe 187.
 Mehlsieb 183.
 Mehltau 281.
 Melangeur 265.
 Melasse 207, 208, 307.
 — Entzuckerung 208.
 — Strontianitverfahren 208.
 — Verwertung 208.
 Melibiose 37, 38.
 Melitose, Melitriose 37.
 Mesoweinsäure 52.
 Metapektin 45, 46.
 Metapektinsäure 45, 46.
 Methylacetylcarbinol 322.
 Methylalkohol 45, 46, 288, 307, 308, 311, 322.
 Methylglyoxal 276, 277.
 Methylpentosen 35.
 Milben im Mehl 184.
 Milch 102.
 — Albumin 105.
 — Aldehydkatalase 105, 106.
 — Asche 107.
 — altmelker Kühe 109, 110.
 — Aufrahmen 103.
 — äußere Beschaffenheit und Verhalten 102.
 — Bakterien, alkoholerzeugende 109.
 — — in erhitzter und un-
 erhitzter Milch 109.
 — — gaserzeugende 109.
 — — peptonisierende 109, 123.
 — — und Krankheitserreger 108.
 — — Enzyme 107.
 — Bieft- 110.
 Milchbehandlung, molkerei-
 mäßig 120.
 Milch, Casein 104.
 — Citronensäuregehalt 104.
 — Colostral 110.
 — Einfluß auf Zusammen-
 setzung 109.
 — — — Alter 103.
 — — — Arbeit 111.
 — — — Fütterung 110, 111.
 — — — Individualität 110.
 — — — Körperpflege 111.
 — — — Krankheiten 111.
 — — — Melken 111.
 — — — Rasse 110.
 — — — Temperatur 111.
 Milcheiweiß 134.
 Milch, Entstehung 102.
 — Enzyme 105.
 — Erhitzer 120.
 — Farbe 102, 105.
 Milchfehler und Krankheiten 114.
 — — — andere Fehler 115.
 — — — bittere Milch 114.
 — — — blaue Milch 114.
 — — — fadenziehende Milch 114.
 — — — grießige, sandige Milch 114.
 — — — käsige Milch 115.
 — — — nicht gerinnende Milch 114.
 — — — nicht säuernde Milch 114.
 — — — rote Farbe 114.
 — — — Rübengeschmack 11, 114.
 — — — salzige Milch 114.
 Milch, Fett 107.
 — Fetthülle 107.
 — frischmelker Kühe 110.
 — Gase 107.
 Milchgefahren 116.
 — Menschentuberkulose 116, 117.
 — Rindertuberkulose 116, 117.
 — Ruhr 117.
 — Typhus 117.
 — Verfälschung 117, 118.
 — Zersetzung 117.
 Milchgerinnung 103.
 — durch Lab 103, 104, 105.
 Milch, Globulin 105.
 — Homogenisieren 103.
 Milchhygiene 116.
 — anzustrebende Ziele 126.
 — Gesetz v. 10. 12. 26. 126.
 — Konzessionierung d. Händler 125.
 — Milchkontrolle 127.
 — Polizeiverordnung 126, 127.
 — Reichsmilchgesetz 126.
 — Verordnung des Reichsernährungsministeriums v. 6. 6. 24 125.
 Milchkakao 266.
 Milchkatalase 105, 106.
 Milch, Kochgeschmack 103, 112.
 — Kochhaut 102.
 — Kohlensäuregehalt 104.
 Milchkonservierung 112, 113.
 Milchkühler 119.
 Milch, Lactationsperiode 109.
 — Milchzucker 107.
 — Neutralisation 113.
 — Pasteurisierung 112.
 — Peroxydasen 105, 106.
 Milchpräparate 127, 128.
 Milchproduktion 118.
 — Dauererhitzung 120, 121.
 — Hoherhitzung 120, 121.
 — hygienische 118.
 — Kannenspülung 119.

- Milchproduktion, Kühlung 118, 119, 122.
 — Melkmaschinen 118.
 — molkereimäßige Behandlung 119.
 — Reinigung 120.
 — Schmutz 118.
 — Stallhygiene 118.
 — Zentrifugenschlamm 120.
 Milchpulver 130.
 — Zerstäubungs-, Eigenschaften 132.
 — — Herstellung 131.
 — — Zersetzung 133.
 — — Zusammensetzung 133.
 — Walzen- 130.
 Milch, Reduktaseprobe 107.
 — roh oder erhitzt 122.
 Milchsäure 52, 85, 193, 238, 239, 283, 304, 322.
 Milchsäurebakterien 37, 85, 103, 109, 238, 239, 283.
 Milch, Säuregrad nach Soxhlet und Henkel 104.
 — Säuren der — 104.
 Milchsäurestich von Wein 283.
 Milchsokolade 267.
 Milchtransport 119.
 Milchtrocknung nach Krause 131.
 Milch, Unterscheidung kranker von gesunder 111.
 — Vitamine 107.
 Milchversorgung der Großstädte, Entwicklung der — 124.
 — — im Kriege 124.
 — — nach dem Kriege 124.
 — Mannheims 119.
 Milchzentrifuge 120.
 Milch, Zerteilung der Bestandteile 108.
 Milchezucker 33, 36, 37, 38, 134.
 Milchezusammensetzung 104.
 Millons Reaktion 15.
 Milzbrand 85.
 Mikrobin 222.
 Mineralstoffe 47.
 Mineralwässer 316.
 — künstliche 317, 318.
 — natürliche 316, 317.
 — Zusammensetzung 317.
 Minimumgesetz bei der Ernährung 61.
 Miso 179.
 Mohnöl 155.
 Molken 134.
 Molkeneiweiß 134.
 Monoaminomonocarbonsäuren 8.
 — mit aromatischen Radikalen 8, 9.
 — mit Oxy- und Schwefelgruppen 8, 9.
 Monocaminodicarbonsäuren 8, 9.
 Monopolgesetz 312.
 Monosaccharide, Konfigurationsformeln 34.
 Morattifett 161.
 Most 279, 284, 285, 288, 290.
 — gespritzt 284.
 Mostrich 335.
 Mülerei 179.
 — Aspirateur 180.
 — Gieß- oder Hoch- 181.
 — Mahlerzeugnisse 182.
 — Mahlgang 180.
 — Mehl- oder Flach- 181.
 — Spitz- und Schälmaschine 180, 181.
 — Trieur 180.
 — Vermahlung 180.
 — Vorreinigung 180.
 — Walzenstuhl 180, 181.
 Münsterländer 309.
 Mukoide 18.
 Multirotation 32.
 Muscarin 246.
 Muse 226.
 Muskatblüte 332, 333.
 Muskatbutter 333.
 Muskatnuß 332, 333.
 Mutterkorn 170.
 Muzin 18, 20.
 Mycoderma, aceti 321.
 Myosin 18.
 Myristinsäure 24.
 Myrosin 335.
 Nachmachen der Lebensmittel 3.
 Nachträge 367.
 Nährstoffe 6.
 Nährwert, Bestimmung 54.
 — Einheiten 55.
 — Geld-Einheiten 60.
 — Kalorien 54, 55.
 — der Nahrungsmittel 56 bis 58.
 — Preiswürdigkeit der Nahrungsmittel 60.
 — Stickstoffsubstanz, Sonderstellung der 59.
 Nahrung 6.
 Nahrungsmittel 6.
 — animalische 71.
 Nahrungsmittelbuch 1.
 Nahrungsmittelgesetz (altes) 2.
 Nahrungsmittel, Vitamingehalt der wichtigsten 62.
 Nelken 331.
 Nelkenpfeffer 334.
 Nelkenstiele 332.
 Nicotellin 274.
 Nicotin 274.
 Nicotinin 274.
 Nieren 78.
 Nitrocellulose 41.
 Nonosen 29.
 Nordhäuser 309.
 Novain 74.
 Nucleinbasen 18.
 Nucleinsäure 18.
 Nucleoalbumine 18.
 Nucleoproteide 18.
 Nucleoverbindungen 18.
 Nudelfabrik 202.
 Nutramine 64.
 Oberflächenwasser 337.
 — Nachtele 340.
 Obst 218.
 — Blausäurebehandlung 222.
 Obstbranntwein 309.
 Obst, chemische Vorgänge bei Reife und Nachreife 221.
 — Dunst- 224.
 Obsterzeugnisse 222.
 — Essig- und Brantweinflüchte 225.
 — Früchte in Zuckerlösung 224.
 — Kandieren 224.
 — Konservierungsmittel, chemische 224.
 — Trockenobst 223.
 — Weckverfahren 222.
 Obst, frisches, Zusammensetzung 218.
 — — — Fett 219.
 — — — Geruchs- und Geschmacksstoffe 220.
 — — — Invertzucker 219.
 — — — Mineralstoffe 220.
 — — — Oxalsäure 219.
 — — — Pektine 219.
 — — — Saccharose 219.
 — — — Säuren 219.
 — — — sonstige Bestandteile 220.
 — — — sonstige Kohlenhydrate 219.
 — — — Stickstoffsubstanz 218.
 — — — Vitamine 221.
 — — — Wasser 218.
 Obstkocher 227.
 Obstkrankheiten 221.
 — Fäulnis 221.
 — Fusicladiumschorf 221.
 — Insektenlarven u. a. 221.
 — Rost 221.
 — Stachelbeermehltau 221.
 Obstkraut 231.
 — Leitsätze 231, 232.
 Obstmost 286.
 Obstmühle 225.
 Obst, Nährwert 221.
 Obstpresse 226.
 Obstschaumwein 285.
 Obstwein 285, 286.
 Obstweinessig 324.
 Oechslegrade 279, 280.

- Öle, ätherische 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337.
— siehe Pflanzenöle.
Ölersatz 158.
Öle, Trocknen der 28.
Ölsäure 24.
Oenanthäther 290, 306, 307.
Oidium Tuckeri 281.
Oktosen 29, 32.
Olivenöl 154.
Originalrum 307.
Orleansverfahren (Weinessig) 322.
Osazone 31, 33, 36, 37.
Osteomalacie 56.
Ovoalbumin 95.
Ovoglobulin 95.
Ovomukoid 95.
Ovovitellin 96.
Oxalsäure 52, 234, 274.
Oxazolinpeptid 12, 15.
 β -Oxybuttersäure 324.
Oxydasen 51.
Oxydationstheorie Wieland 51.
Oxydoreduktasen 51.
Oxyhämoglobin 75.
Oxyprolin 9.
Ozonverfahren (Wasser) 344.
- Palmbutter 158.
Palmfett 158.
Palmitinsäure 24.
Palmöl 158.
Paprika 333.
Paracasein 105.
Paraldehyd 324.
Paranuclein 18.
Parapektin 45, 46.
Parapektinsäure 45, 46.
Paratyphus B 84, 139.
Passivierung von Eisen durch Sauerstoff 358.
Pasteurisierung von Milch 112.
Pekarprobe 187.
Pektase 45.
Pektinpräparate 228, 229.
— Leitsätze 230, 231.
Pektinsäure 45, 46.
Pektinstoffe 45, 46, 47, 219, 247, 305.
Pelagra 174.
Pentosane 35, 44, 46, 47, 268.
Pentosen 29, 32, 35, 44, 47, 288.
Peptidasen 50.
Peptide 10, 12, 13, 14.
Peptone 19, 21.
Pergamentpapier 41.
Peronospora 201.
Peroxydasen 51, 105.
Persipan 213.
Petroleumverordnung 2, 3.
Pfeffer 333.
- Pfefferschalen 333.
— schwarzer 333.
— weißer 333.
Pferdebohne 176.
Pferdezahnmals 174, 188.
Pflanzenfette 152.
Pflanzengummi 44, 47.
Pflanzenkaseine 179.
Pflanzenöle 152.
— Baumwollsaatöl 155.
— Erdnußöl 154.
— feste 157
— — Cocosfett 157.
— — Fettsäuren 157, 158.
— — Glyceride 158.
— — Palmfett 158.
— — Fettsäuren 158.
— — Glyceride 158.
— freie Fettsäuren 153.
— gehärtete 155.
— — Bedingungen 157.
— — Fettsäuren 157.
— — Pflanzenöl-Reaktionen 156.
— Herstellung 152, 153.
— Leinöl 155.
— Mohnöl 155.
— Olivenöl 154.
— Phytosterine 153.
— Raffinierung 153.
— Rüböl 155.
— Sesamöl 154.
— trocknende Öle 153.
— Zusammensetzung 153.
Pflanzenschleime 44, 45, 47.
Pflanzliche Nahrungsmittel 166.
Phaseolin 177.
Phaseolunatin 53, 177.
Phaseolusbohne 176, 177.
Phasin 177.
Phenylalanin 9.
Phlobotannin 220.
Phosphatide 24, 25, 26, 96.
Phosphorfliechsäure 74.
Phosphorproteide 18.
Phosphorsäure in Lebensmitteln 48.
Phytosterinacetatprobe 25.
Phytosterine 24, 25, 26, 153.
Pilze 244.
— Asche 276.
— Bau der Blätterschicht 245.
— Farbstoffe 247.
— Fett 246.
— Gerbstoffe 247.
— Gifte 248.
— Kohlenhydrate 247.
— — Milchsaft 247, 248.
— Pektine 247.
— Sterine 246.
— Stickstoffsubstanz 246.
— Trocken- 248.
— Unterscheidung von Speisepilzen und giftigen 248.
- Pilze, Vitamine 248.
— Wasser 246.
— Zusammensetzung 245, 246.
Pilzwachstum 245.
Pilzvergiftung 248.
Piment 334.
Piperin 334.
Piperonal 334, 335.
Planschichter 183.
Pluszucker 37.
Pökeln von Fleisch 85.
Polyosen, Polysaccharide 13, 29, 38.
Polypeptide 19.
Polysaccharide, Polyosen 13, 29, 38.
— den — nahestehend 44, 47.
Polyterpene 328.
Porter 302.
Potentiale bei Rost 362, 363.
Pralinen 213.
Präserven 236.
Preßhefe, siehe Hefe 192.
Prolamine 168.
Prolin 9.
Propionsäure 323.
Propylalkohol, normal 288, 304, 308.
Protamine 17, 21.
Proteasen 50.
Proteinähnliche Körper 20.
Proteinstoffe 7.
— alkohollöslich 18, 21.
— Bau 10, 11, 14.
— biologische Wertigkeit 60, 61, 62, 244.
— denaturierte 19.
— Eigenschaften 15.
— einfache, genuine, native 17.
— Einteilung 17.
— Fällungsreaktionen 17.
— Färbungsreaktionen 15.
— Gehalt an Aminosäuren 20.
— koagulierte 19.
— Stickstoffgehalt 15.
— toxische 20.
— zusammengesetzte 18.
Protopektin 45, 46.
Provitamin 66.
Pseudoasparagose 233.
Puddingpulver 190.
Puffbohne 176.
Pumpernickel 200.
Punsch 311.
Punschextrakt 311.
Purinbasen 18, 74, 96.
- Quecksilberdampfquarzlampe 347.
Quellwasser 337.
Quirlbutterfaß 144.
Quittenschleim 45.

- Rachitis 56.
 Raffinose 37.
 Raggi 308.
 Rahm 128.
 Rahmfälschungsmittel 128.
 Rahmpasteurisierung 128.
 Rangoonbohnen 177.
 — Blausäuregehalt 178.
 Ranzige Butter 146.
 Ranzigwerden der Fette 27.
 — — — Dakinscher Abbau 28.
 — — — Keton-Parfum Ranzigkeit 27, 28.
 — — — Olsäure Ranzigkeit 27.
 Räuchern von Fleisch 86.
 — — — Schnell- 86.
 Reblaus 281.
 Reduktaseprobe (Milch) 107.
 Reinkalorien 55.
 Reis 174.
 — Bruch- 174.
 Reismehl 188.
 Reis, Schwefeln und Talken 187.
 Reisstärke 169.
 Reizker 248.
 Reservecellulose 43.
 Reticulin 78.
 Rhamnose 35, 330.
 Ringelblume 331.
 Roggen 172.
 Roggenmehl 187.
 Roggenproteine, Gehalt an Aminosäuren 172.
 Roggenstärke 167.
 Rohkalorien 55.
 Rohrzucker 36, 38, 205.
 Rosinen 285.
 Rostgeschwindigkeit 358.
 — Abhängigkeit von pH 358.
 Rostschuttschicht in Röhren 361, 362.
 Rostschutzverhindernde Kohlensäure 360—363.
 Rübenzucker 36, 38, 206.
 Rüböl 155.
 Rübenkaffee 256.
 Rübenkraut 231.
 — Leitsätze 231, 232.
 Rum 307.
 — deutscher 308.
 — Kunst- 308.
 — Mickoprobe 308.
 — Riechstoffe 308.
 Rumverschnitt 308.
 Rutin 330.

 Saccharate 21, 36.
 Saccharin 215.
 Saccharomyces 192.
 Saccharose 331.
 Sättigungsvermögen der Nahrungsmittel 62.

 Säuren, organische in Lebensmitteln 51.
 Saflor 331.
 Safran 331.
 — Beschwerungsmittel 331.
 — elegiert 331.
 — Griffel 331.
 — unechter 331.
 Sahne 128.
 Sahnefälschungsmittel 128.
 Sahnepasteurisierung 128.
 Salepschleim 45.
 Salicylsäure 218, 224.
 Salpetersäure in Fleisch 85.
 — — — Lebensmitteln 48.
 — — — Milch 48.
 — — — Wein 290.
 Samosweine 285.
 Sandfilter 340, 341.
 Saponine 53, 319.
 Sarkin 18, 74.
 Sarkolemma 71.
 Satanspilz 248.
 Sauerkraut, biologische Vorgänge 237, 238.
 — Herstellung 237.
 — Mannit 238.
 — Milchsäure 238.
 Sauerrahmbutter 144.
 Sauerstoffwirkung bei Eisenangriff durch Wasser 359.
 Sauer Teig 193.
 Sauerwurm 281, 282.
 Schafmilch 116.
 Schardinger Reaktion 106.
 — — Mechanismus 106.
 Scharlach 117.
 Schaummittel 319.
 Schaumweine 285.
 Schießbaumwolle 42.
 Schlachtabfälle 76.
 Schlachtvieh- und Fleischbeschau, Gesetz betr. 94.
 Schlagrahm 128.
 Schlagrahmersatz 128.
 Schleimigwerden von Bier 303.
 — — Brot 198.
 — — Milch 114.
 — — Wein 283.
 Schlüterbrot 201.
 Schmalz, siehe Schweineschmalz.
 Schnellfilter 342, 343.
 Schnittbohnen 238.
 — biologische Vorgänge 239.
 — Herstellung 238.
 Schokolade 262.
 Schokoladefabrikation 266.
 Schokolade, Gewürze 266.
 — Herstellung 266.
 — — Melangeur 266.
 — Milch — 267.
 Schokoladepulver 267.
 — Zusammensetzung 267.
 Schrot 182.
- Schwefelbleireaktion (Protein) 16.
 Schwefeln von Reis und Graupen 187.
 — — — — Ministerial-Erlaß 187.
 Schwefelsäure in Lebensmitteln 48.
 Schweflige Säure in Wein 279, 283, 284.
 — — in Fleisch 89.
 — — in Obat 223.
 Schweineschmalz, Handelsmarken 148.
 — Chociclard 148.
 — Leaflard 148.
 — Neutrallard 148.
 — Fettsäuren 149.
 — Glyceride 149.
 — Haltbarkeit 150.
 — Härtung 149.
 — Herstellung 148.
 — Kadaverfett 150.
 — prime steam lard 149.
 — Raffinierung 149.
 — Verfälschung 150.
 — Zusammensetzung 149.
 Schweitzers Reagens 41, 42.
 Scotts Emulsion 152.
 Secalonsäure 170.
 Senf 335.
 Senföl 234, 237.
 Serin 9.
 Sesamin 154.
 Sesamöl 154.
 Sesquiterpene 328, 329.
 Sherry Brandy 311.
 Siedesalz 327.
 Sinalbin 335.
 Sinalbinsenöl 335.
 Sinigrin 53, 335.
 Simonsbrot 201.
 Sithosterin 25.
 Skleroproteine 20.
 Skorbut 67, 86, 107.
 Sojabohnen 178.
 Sojaprotein 178.
 Solanin 243.
 Somatose 92.
 Sorbit 34.
 Sorbose, Sorbinose 33, 34.
 Spargel 234.
 Speckbohne 176.
 Speiseeis 214, 215.
 Speisefette siehe Fette.
 Speiseöle siehe Pflanzenöle.
 Speiteufel 248.
 Spinazin 233.
 Spiritus 310.
 Spitz- und Schälmaschine 181.
 Spritessig 324.
 Stachyose 38.
 Stallhygiene (Milch) 118.
 Stammwürze (Bier) 304.
 Stangenbohne 176.
 Stärke 39.

- Stärkearten, Zusammen-
 setzung 189.
 Stärke, Elementarmolekel 40.
 — Getreide- 167, 168, 169.
 — Kartoffel- 188.
 — — Walzmehl 189.
 — Mais- 188.
 — Mannihot- 189.
 — Mehle 188.
 — Molekulargewicht 40.
 — Palmen- 189.
 — Reis- 188.
 — Röntgenspektroskopie 41.
 — Sago- 189.
 — Sirup 208.
 — Tapioka- 189.
 — Weizen- 188.
 — Zucker 208.
 Stearinsäure 24.
 Steinhäger 309.
 Steinmetzbrot 201.
 Steinsalz 327.
 Stereoisomerie 29, 30, 32.
 Sterine 24, 25.
 Stickstoffsubstanz 15.
 Strohweine 284.
 Stroma 71.
 Stutenmilch 116.
 Sudsalz 327.
 Sudwerk 300.
 Südweine 284.
 — gespritete 284.
 — konzentrierte 284.
 Süßstoffe, künstliche 215.
 — — Süßungsgrad 216.
 Süßstoffgesetz 217, 218, 319.
 Süßrahmbutter 144.
 Süßweine 284.
 Suppenmehle 189.

 Tabak 272.
 Tabakfermentation 273.
 Tabak, Fett 274.
 Tabakgärung 273.
 Tabakherstellung 272, 273.
 Tabak, Kau- 273.
 — Nicotellin 274.
 — Nicotin 274.
 — nicotinfrei und nicotin-
 unschädlich 275.
 — Nicotinin 274.
 — organische Säuren 274.
 — Pflanze 272.
 — Rauch 273.
 — — Zusammensetzung 274.
 — Schnupf- 273.
 — Stärke 274.
 — Veränderung der Bestand-
 teile bei Fermentation 274.
 — Zusammensetzung 273.
 Tafelessig 324.
 Talg 150.
 — Fettsäuren 150.
 — Glyceride 150, 151.
 — Haltbarkeit 151.
 — Hammel- 150.

 Talg, Rinds- 150.
 — Verfälschung 151.
 — Zusammensetzung 150.
 Talken von Reis und Graupen
 187.
 — — — — — Ministerial-
 erlaß 187.
 Tannine 54.
 Tee 258.
 Teearoma 260, 261.
 Tee, Asche 261.
 — ätherisches Öl 261.
 — chemische Veränderung bei
 Herstellung 261.
 — Coffein 260.
 — Ersatz 261.
 — Fermentation 259, 260.
 — Fett 260.
 — gelber 260.
 — Gerbstoff 261.
 — Gewinnung 259.
 — grüner 259.
 — Kohlenhydrate 261.
 — Mangan 261.
 — Protein 260.
 — Rollen 259.
 — roter 260.
 — schwarzer 259.
 — Strauch 258, 259.
 — Thein 260.
 — Theophyllin 260.
 — Ziegel- 260.
 — Zusammensetzung 260.
 Teigwaren 203.
 — Eierware 203.
 — Färbung 203.
 — Wasserware 203.
 — Zusammensetzung 204.
 Terpene 307, 308, 328, 332,
 337.
 Tetragalakturonsäure 36.
 Tetrosen, Tetrasaccharide 29,
 88.
 Thein 260.
 Theobromin 74, 267.
 Theophyllin 260.
 Thrombia 76.
 Tofu 179.
 Tokayerwein 284.
 Torten 204.
 Totenstarre 71, 81.
 Toxalbumin 20.
 Toxine 20.
 Tragant 44, 46.
 Tran 151.
 — gehärtet 157.
 Traubensäure 52.
 Traubenwickler 282.
 Traubenzucker s. Dextrose
 und Glucose.
 Trehalose 37.
 Trester 279.
 Tresterwein 291.
 Trichinen 83, 84.
 Trichinose 84.
 Trieur 180.

 Trinkbranntwein 310.
 Trinkwasser s. Wasser.
 Triolein 22.
 Triosen, Trisaccharide 29, 37,
 47.
 Tripalmitin 22.
 Tristearin 22.
 Trockenblut 77.
 Trockenei 99.
 — irreführende Bezeichnung
 100.
 — Zersetzung 100.
 — Zusammensetzung 100.
 Trockenmilch 130.
 — Zerstäubungs- 131.
 — — Eigenschaften 132.
 — — Herstellung 131.
 — — Zersetzung 132, 133.
 — — Zusammensetzung 133.
 — Walzen- 130.
 Trockenobst 223.
 — Milben 224.
 — Schwefeln 223.
 — — Ministerialerlaß 223.
 — Zusammensetzung 223.
 Tryptophan 9.
 Tuberkulose 85, 139, 146.
 Typhus 85, 139, 146, 339, 346.
 Typhusträger 117.
 Tyrosin 9.
 — im Leguminosenmehl 178.

 Ultraviolettstrahlung (Vita-
 min) 66.
 — (Wasser) 347.
 Umbelliferenfrüchte 332.
 Umschlagen (Wein) 283.

 Valin 8.
 Vanille 334.
 Vanillin 334.
 Vanillinzucker 334.
 Vegetarische Ernährung 62, 63.
 Verdorbenheit 3.
 Vereisung (Wasser) 358.
 Verfälschen 3.
 Vergärungsgrad (Bier) 304.
 Viciabohne 176, 177.
 Vicillin 177, 178.
 Vihsalz 328.
 Vietsbohne 176.
 — eingemachte s. Schnitt-
 bohne.
 Vinylsulfid 234.
 Vitamin antineuritisches 67,
 371.
 — antirachitisches 65, 371.
 — antiskorbutisches 67, 371.
 — antixerophthalmisches 66.
 — Ergosterin 66.
 — Faktor A 65, 66, 371.
 — — B 67, 371.
 — — C 67, 371.
 — — D 66, 371.
 — — E 68.
 — Pro- 66.

- Vitamine 7, 68, 75, 78, 86, 96, 112, 121, 145, 153, 161, 174, 175, 200, 221, 235, 236, 237, 240, 241, 243, 248, 268, 320, 371.
 — fettlösliche 65, 66.
 — Gehalt der wichtigsten Lebensmittel 68—71.
 — Ultraviolettstrahlung 66.
 — Untersuchung auf 64.
 Vitellin 18, 26.
 Vollkornbrote 200.
- Wacholder 309.
 Walzenstuhl 181.
 Wasser 337.
 — Anforderungen an Trinkwasser 337.
 — Bakterien, eisenspeichernde 349.
 — Bakterienentfernung 340.
 — — Filtration 340.
 — — Sandfiltration 340, 341.
 — — nach Puech-Chabal 340, 341.
 — — Schnellfilter 342, 343.
 — — Sterilisation 343.
 — — Chlorverfahren 345.
 Chlorgeschnack 347.
 — — — in Schwimmbädern 347.
 — — — Wirkung von Eisen und organischen Stoffen 347.
 — — — Ozonverfahren 344.
 — — — Ultraviolettstrahlung 347.
 — Enteisung 350, 351.
 — — Filtrationswirkung 350.
 — — geschlossen 350—352.
 — — huminhaltiges 352.
 — — offen 350, 352.
 — — Oxydationsgeschwindigkeit 352.
 — Entmanganung 353.
 — — Braunstein 355.
 — — Dresdener Anlage 354.
 — — Einarbeitung des Filters 355.
 — — Manganpermutit 355.
 — — physikalisch-chemische Vorgänge 355—356.
 — Entsäuerungsmethoden 356, 357.
 — Geschmack 366, 367.
 — gelöste Gase 366.
 — gelöste Salze 365.
 — Grund — 337.
 — Härte 364.
 — — bleibende 364.
 — — deutsche 364.
 — — französische 364.
 — — Karbonat — 364.
 — — Mineralsäure — 364.
 — — Nichtcarbonat — 364.
 — — permanente 364.
- Wasser, Härte, temporäre 364.
 — — vorübergehende 364.
 — Keimzahl 339.
 — — höchst zulässige 341.
 — Kleinfiler 348.
 — kohlen säurehaltig 356.
 — — kalkaggressive Kohlen säure 359.
 — — rostschutzhindernde Kohlen säure 360.
 — — sauerstofffrei, Verhalten gegen Eisen 357.
 — — sauerstoffhaltig, Verhalten gegen Eisen 358.
 — — manganhaltig 352.
 — — Breslauer Katastrophe 352, 353.
 — — Nachteile 353.
 — Oberflächen- 337.
 — organische Substanz 365.
 — Quell- 337.
 Wasserreinigung in anderer als hygienischer Richtung 348.
 — — — — eisenhaltiges Wasser 348.
 — — — — manganhaltiges Wasser 352.
 — — — — kohlen säurehaltiges Wasser 356.
 Wasser, Sauerstoffsättigungswerte 366.
 Wasservereisung 358.
 Wasserversorgung, Grund- und Quellwasser 337.
 — Oberflächenwasser 339.
 — zentrale 339.
 Wasserzusammensetzung 364.
 Weckverfahren 222.
 Wein 278.
 — -ähnliche Getränke 285.
 — alkoholfrei 319.
 — -arten 275.
 — -asche 290.
 — -bereitung 278, 279.
 — — Entsäuerung d. kohlen sauren Kalk 281.
 — — Filtration 280.
 — — Gallisieren 280.
 — — grüner 280.
 — — heuriger 280.
 — — junger 280.
 — — Klärung 280.
 — — Rotwein 279.
 — — Schönung 280.
 — — Schwefeln der Fässer 279.
 — — Zubereitung 280.
 Wein, biologischer Säureabbau 289.
 — Blume 290.
 Weinbrand 306.
 — Verschnitt 307.
 Wein, Bukettstoffe 290.
 — chemische Umsetzungen bei Entstehung 288.
- Wein, Destillat 306, 307.
 — Essig 322, 324, 325.
 — — reiner 322.
 — Geläger 290.
 — Gesetz 291—293.
 — — Ausführungsbestimmungen 293—298.
 — Hauptgärung 279.
 — Krankheiten 279, 282, 283, 284.
 — — Bitterwerden 283.
 — — Böckser 283, 284.
 — — Essigstich 283.
 — — Kahmigwerden 283.
 — — Milchsäurestich 283.
 — — Schleimigwerden 283.
 — — Umschlagen 282.
 — — weißer Bruch 283.
 Weinlese 278.
 Weinnachgärung 279.
 Wein, Obst- 285.
 — Obstschäum- 285.
 — Salpetersäure 390.
 — Säure 52, 219, 288, 289, 322.
 — Schaum- 285.
 — stein 52, 289, 290.
 — Stickstoffsubstanz 290.
 — Stock, Krankheiten 281.
 — — Heu- und Sauerwurm 281, 282.
 — — — Mehltau 281.
 — — — Peronospora 281.
 — — — Reblaus 281.
 — Süd-, Süß-, Dessert- 284.
 — Traubenwickler 282.
 — Wasserstoffionenkonzentration 289.
 — Zusammensetzung 286, 287.
 Weizengrieß 187.
 Weizenmehl 186.
 Weizenstärke 167.
 Wermut 311.
 Whisky 309.
 Würste 81.
 — Mehlzusatz 82.
 — Wasserverlust beim Räuchern 82.
 — Wasserzusatz 81.
 Würzen 93.
 Würzmittel 320.
- Xanthin 18, 74.
 Xanthinkörper 18, 74.
 Xanthophyll 96, 235.
 Xanthoprotein, Reaktion 16.
 Xerophthalmin 65.
 Xylan 44.
 Xylose 34, 35.
- Yoghurt 134.

- Zein 18, 174.
-- Gehalt an Aminosäuren 174.
Zentrifugenschlamm (Milch) 120.
Zichorienkaffee 256.
Ziegeltee 260.
Ziegenmilch 116.
Zimt 335, 336.
Zimtaldehyd 337.
Zimtbruch 337.
Zingibereen 329, 335.
Zoosterine 24.
Zucker 204.
- Zucker, Bestimmung 30.
-- Bezeichnung (d, l) 30.
-- Drehungsvermögen 30.
Zuckerfabrikation 205.
-- Bläuung 207, 208.
-- Diffuseure 206.
-- erstes Produkt usw. 207.
-- Melasse 207.
-- Melasseverwertung und -entzuckerung 208.
-- Raffinierung 207.
-- Rübenzucker 205.
-- Rohrzucker 206.
- Zuckerfabrikation.
-- Saturation 206.
-- Scheidung 206.
-- Schnitzelmaschinen 206.
-- Verdampfapparat 207.
-- Zentrifugen 207.
Zuckerformen 208
Zuckerrohr 205.
Zuckervergärung 30, 275.
Zuckerwaren 212.
Zunge 78.
Zyklon 186.
Zymase 49, 51, 192, 276.

VERLAG VON J. F. BERGMANN IN MÜNCHEN 27

Die Vitamine

Ihre Bedeutung für die Physiologie und Pathologie

von

Casimir Funk

Associate in Biological Chemistry, College of Physicians and Surgeons,
Columbia University, New York City

Vorstand der Biochemischen Abteilung, Staatliche Hygieneschule in Warschau

Dritte, gänzlich umgearbeitete Auflage. Mit 93 Abbildungen im Text

VIII, 522 Seiten. 1924. RM 27.—, gebunden RM 29.40

Aus dem Inhalt:

Vorwort. Einleitung. Historische Übersicht. — I. Der Vitaminbedarf der Pflanzen und Tiere. — II. Die Chemie, Physiologie und Pharmakologie der Vitamine. Vitamingehalt von verschiedenen Nahrungs- und Genußmitteln in natürlichem und zubereitetem Zustande. — III. Die menschlichen Avitaminosen. (Die menschlichen Avitaminosen sowie Zustände, bei welchen die Vitamine eine Rolle spielen.) Schiffsberiberi. Skorbut. Ernährungskrankheiten bei Kindern vom Avitaminosentypus. Rachitis. Die Ernährung des Menschen (Eine Anleitung zum Studium von Pellagra und Hungerödem). Pellagra. Sprue. Hungerödem. Tuberkulose. Lepra. Einfluß der Ernährungsweise (bezüglich der Vitamine) auf die Wirkung mancher Gifte sowie auf pathologische Zustände nicht infektiöser Natur. Anhang. Literatur. Autoren- und Sachregister.

Aus den Besprechungen: Es ist bezeichnend für die Bedeutung, welche den Vitaminen beigemessen wird, daß schon nach zwei Jahren der Schöpfer des Begriffs der Vitamine eine wesentlich umgearbeitete und in bezug auf Tatsachen stark vergrößerte Neuauflage seines bekannten Werkes herausgeben mußte. Über tausend Literaturangaben finden sich in der Neuauflage. Abgesehen von den vielen neuen Tatsachen, ist diese neue Auflage noch bereichert durch eine große Anzahl von Methodenbeschreibungen, die namentlich dem praktischen Bearbeiter des Gegenstandes wertvoll sein werden und durch schöne Abbildungen, wie man sie vom Bergmannschen Verlage gewohnt ist. Der Autor hat auch vielfach eine kritische Revision der Beziehungen zwischen mannigfachen Krankheiten und den Vitaminen vorgenommen. In jeder Beziehung behält in dieser Neuauflage das Funksche Werk eine führende Stellung in der Vitaminliteratur bei. „Schweizer Medizinische Wochenschrift.“

Mikroanalyse nach der Mikro-Dennstedt-Methode

von

Casimir Funk

Vorstand der Biochemischen Abteilung, Staatliche Hygieneschule in Warschau

15 Seiten mit 3 Tafeln. 1925. RM 1.50

„Gedacht als Ergänzung von Pregls „Quantitativer organischer Mikroanalyse“ enthält es eine genaue Anleitung für die Bestimmung von CH und N in kleinen Mengen organischer Substanz. Neu und überraschend einfach erscheint namentlich die Übertragung der Elementaranalyse von Dennstedt auf Mikrodimensionen. Dankenswert sind namentlich die guten und übersichtlichen Abbildungen, die das Arbeiten an Hand des Büchleins ungemein erleichtern.“ „Ärztliche Nachrichten“ Prag.

Chemie der Enzyme

von

Professor Dr. Hans v. Euler

in Stockholm

I. Teil: Allgemeine Chemie der Enzyme

Dritte, nach schwedischen Vorlesungen vollständig umgearbeitete Auflage.

Mit 50 Textabbildungen und 1 Tafel. XII, 422 Seiten. 1925.

RM 25.50, gebunden RM 28.—

Aus den Besprechungen: Die neue Auflage des Werkes zeigt so recht, welche großen Fortschritte in der Enzymchemie in den letzten Jahren erzielt worden sind. Es gelang dem Verfasser, die Enzymchemie in das Lehrgebäude der allgemeinen und physikalischen Chemie einzuordnen, wobei den Theorien die ihnen gebührende Rolle zugemessen wird. Nach einer Einleitung über die Darstellung, Reinigung und Aufbewahrung der Enzympräparate wird zunächst die Bedeutung der Enzyme als Elektrolyte und Kolloide, dann die chemische Kinetik der Enzymreaktionen, die Hemmungen und Aktivierungen dieser, den Einfluß der Temperatur und Strahlung, die Gleichgewichte und Endzustände bei solchen Reaktionen, die enzymatischen Synthesen, die Wärmetönung und Energiewandlung, die spezifischen Wirkungen der Enzyme und zuletzt die Enzyymbildung in der Lebezelle erläutert. Verfasser schöpft aus dem vollen, daher ist das Werk das beste Handbuch über das Thema, es ist ein Markstein.
„Zentralblatt für Bakteriologie.“

II. Teil: Spezielle Chemie der Enzyme

1. Abschnitt: Die hydrolysierenden Enzyme der Ester, Kohlenhydrate und Glukoside.

Zweite, nach schwedischen Vorlesungen vollständig umgearbeitete Auflage.

Mit 44 Textabbildungen. X, 314 Seiten. 1922. RM 12.—

Aus den Besprechungen: Dem ersten Bande seines großangelegten Werkes über die Enzyme, der sich mit der allgemeinen Chemie dieser für viele Wissensgebiete so wichtigen und interessanten Körper beschäftigt, läßt der Verfasser den zweiten Teil folgen, in dem er auf die präparative Chemie der Enzyme näher eingeht und eine in jeder Hinsicht erschöpfende Übersicht über die an den einzelnen Enzymen gewonnenen speziellen Ergebnisse bringt. Alle Vorzüge des Werkes, die bereits in der Besprechung des I. Bandes rühmend hervorgehoben waren, finden sich in dem vorliegenden Bande in erhöhtem Maße vereinigt, und es steht zu hoffen, daß mit dem bald zu erwartenden Abschluß dieses ausgezeichnet disponierten und tiefgründig schürfenden Unternehmens ein Standardwerk geschaffen wird, das für den Forscher, den Biologen, den Mediziner und Technologen als Lehr- und Nachschlagebuch gleich unentbehrlich werden dürfte.
„Die Naturwissenschaften.“

II. Teil: Spezielle Chemie der Enzyme

2. Abschnitt: Die hydrolysierenden Enzyme der Nucleinsäuren, Amide, Peptide und Protaine.

Bearbeitet von Hans von Euler und Karl Myrbäck.

Zweite und dritte, nach schwedischen Vorlesungen vollständig umgearbeitete Auflage.

Mit 47 Textfiguren. VII, Seite 315—624. 1927. RM 24.—

Aus den Besprechungen: Die Zahl der Bücher über Fermente, die in letzter Zeit erschienen sind, ist nicht gering. Eines der hervorragendsten wird immer das Werk von Euler bleiben weil es von einem Autor verfaßt ist, der selbst auf diesem Gebiete durch eine Fülle hervorragender Arbeiten Großes geleistet hat. Es braucht kaum hervorgehoben zu werden, daß es sich nicht allein um eine lückenlose Wiedergabe aller wichtigen Daten handelt, sondern daß das Werk auch viele eigene Erfahrungen der Verfasser bringt. Dem speziellen Arbeitsgebiete der Autoren entsprechend, finden die kinetischen und physikalisch-chemischen Grundlagen der Fermentprozesse in besonders meisterhafter Form ihren Ausdruck. In kritisch abwägender Weise nehmen die Verfasser vielfach auch zu den neuesten Ergebnissen der Forschung in anregender Weise Stellung.
„Zeitschrift für angewandte Chemie.“

VERLAG VON J. F. BERGMANN IN MÜNCHEN 27

Anleitung zur chemischen Analyse des Weines

Von

Th. Wilhelm Fresenius

Dritte unter Mitwirkung von L. Grünhut † gänzlich neubearbeitete Auflage
von Eugen Borgmanns Anleitung zur Analyse des Weines.

Mit 28 Textabbildungen. XII, 184 Seiten. 1922. RM 6.—

Aus den Besprechungen: . . . Das Buch bildet durch die Erläuterungen zu den Vorschriften der amtlichen Anweisung eine sehr dankenswerte, die Aus-
führung von Weinuntersuchungen erleichternde Ergänzung für diese und in seinem
zweiten Teil eine Anleitung für die Beurteilung von Wein auf Grund der Unter-
suchung, die für jeden Weinanalytiker von größtem Nutzen sein wird. Man muß
dem ausgezeichneten Buch eine möglichst weite Verbreitung wünschen.

„Berichte über die ges. Physiologie und experim. Pharmakologie.“

Beiträge zur chemischen Analyse des Weines

Von

W. Fresenius und L. Grünhut

(Sonderdruck aus: Zeitschrift für analytische Chemie Bd. 59 und 60.)

190 Seiten. 1921. RM 6.—

Aus den Besprechungen: . . . Es liegt in den vorliegenden Mitteilungen
eine Reihe geradezu klassischer chemischer Arbeiten vor, die weit über den Rahmen
der Weinuntersuchung hinausgreifen. Die Verfasser haben sich nicht nur durch
ihre eingehenden und überaus sorgfältigen Untersuchungen ein großes Verdienst
erworben, sondern auch dadurch, daß sie diese Arbeiten durch einen Sonderdruck
auch den Kollegen zugänglich gemacht haben, in deren Bibliothek die Zeitschrift
für analytische Chemie fehlt. Dieses Buch wird sich jeder Nahrungsmittelchemiker
anschaffen müssen.

„Zeitschrift für angewandte Chemie.“

Zeitschrift für analytische Chemie

Begründet von R. Fresenius

Herausgegeben von

Wilhelm Fresenius

Remigius Fresenius und Ludwig Fresenius

Inhalt:

1. Originalabhandlungen. 2. Bericht über die Fortschritte der analytischen Chemie.

12 Hefte bilden einen Band. Jährlich 2—3 Bände.

Zur Zeit erscheint der 72. Band. Preis eines Bandes RM 20.—

— Serienangebot steht auf Wunsch gerne zur Verfügung. —

VERLAG VON J. F. BERGMANN IN MÜNCHEN 27

Handbuch der Milchkunde

(Ergänzungsheft)

Die bakteriologische und biologische Untersuchung der Milch und Milchprodukte

von

Professor Dr. Paul Sommerfeld

Abteilungs-Direktor am Städtischen Kaiser- und Kaiserin-Friedrich-Kinderkrankenhaus zu Berlin

Mit 4 Abbildungen im Text. 37 Seiten. 1926. RM 2.70

... das Ergänzungsheft ist als Anhang zu dem bekannten Handbuch der Milchkunde des Verfassers besonders zu begrüßen. Der Vorteil dieses Heftes besteht darin, daß er eine zusammenfassende Übersicht über die fraglichen Untersuchungsmethoden der Milch und ihrer Produkte bietet, wobei zu betonen ist, daß nur wirklich bewährte Methoden angegeben sind. Nach dem Kapitel „Keimzählung“ folgen solche über Milchbakterien und deren Nachweis, ferner solche über erhitzte Milch, dann biologische Methoden, sowie Untersuchungen von Milchprodukten, wie Rahm, Butter, Buttermilch, Kondensmilch u. a. m. Der Gesamtstoff ist in leichtfaßlicher knapper Form gehalten und wird dem Nahrungsmittelanalytiker ausgezeichnete Dienste leisten.

„Medizin- u. pharmazeut. Rundschau.“

Die Zersetzung und Haltbarmachung der Eier

Eine kritische Studie mit zahlreichen eigenen Untersuchungen

von

Professor Dr. Alexander Kossowicz

Privatdozent für Mykologie der Nahrungsmittelgewerbe an der k. k. Technischen Hochschule in Wien

V, 74 Seiten. 1913. RM 4.—

Bei der großen Bedeutung, die den Eiern als Nahrungsmittel und Handelsartikel zukommt, ist es auffallend, daß ein zusammenfassendes Werk über ihre Zersetzung und Haltbarmachung bisher nicht vorhanden war. Diese Lücke ausgefüllt zu haben ist ein Verdienst des Verfassers, der als Spezialforscher auf diesem Gebiet längst bekannt ist. Die vorliegende Schrift bringt im ersten Teil eine kritisch gesichtete Zusammenstellung der älteren und der neueren Literatur über die Zersetzung der Eier durch Kleinwesen. Der zweite Teil enthält die Ergebnisse eigener Untersuchungen des Verfassers über den Bakteriengehalt frischer Eier, die in Markteiern gefundenen Schimmelpilze und das Eindringen von Kleinwesen durch die unverletzte Eierschale ins Innere. Von besonderer Wichtigkeit ist dabei der bisher noch fehlende Nachweis für das Eindringen des Proteus vulgaris in das unverletzte Ei. Im dritten Teil werden die verschiedenen Verfahren zur Frisshaltung der Eier erörtert. Das Buch bildet für jeden Fachmann, insbesondere jeden Nahrungsmittelchemiker ein vorzügliches Nachschlagewerk, das aber auch weiteren Kreisen nur angelegentlichst empfohlen werden kann. „Zeitschrift für angewandte Chemie.“

Ergebnisse und Probleme der modernen Ernährungslehre

von

Dr. B. Sjollema

Professor an der tierärztlichen Hochschule Utrecht

III, 206 Seiten. 1922. RM 8.—

„Die Ergebnisse der ‚modernen Ernährungslehre‘ werden in Form eines ausführlichen, gut geordneten Sammelreferates besprochen. Die Lehre von den Vitaminen erfährt eine klare, übersichtliche Beschreibung. Der Frage von der Ungleichwertigkeit der Eiweißstoffe sowie der vom Bedürfnis des tierischen Organismus an bestimmten anorganischen Stoffe widmet der Verfasser besondere Abschnitte. Die Eigenschaften einiger pflanzlicher sowie tierischer Produkte werden vom Standpunkte der modernen Ernährungslehre beleuchtet. Auch in bezug auf die ‚Ausfallkrankheiten‘ gestattet die Darstellung des Verfassers eine gute, völlig ausreichende Orientierung. Jedem, der sich in die Probleme der modernen Ernährungslehre vertiefen will, kann das Studium dieses Sammelreferates warm empfohlen werden.“

„Zentralblatt f. d. gesamte Kinderheilkunde.“

VERLAG VON J. F. BERGMANN IN MÜNCHEN 27

Deskriptive Biochemie

mit besonderer Berücksichtigung der chemischen Arbeitsmethoden

von

Professor Dr. Sigmund Fränkel

Wien

Mit einer Spektraltafel

XII, 640 Seiten. 1907. RM 17.—, gebunden RM 18.60

.... Es ist ein besonderes Verdienst S. Fränkels, aus der fast unübersehbaren Literatur im vorliegenden Werk nach kritischer Sichtung das Wertvolle in übersichtlicher und vollständiger Form zu bringen, da das inhaltreiche Buch unter vielem anderen in besonderen Kapiteln auf die Bedürfnisse des Arztes (Chemie der Organe, Sekrete und Exkrete) Rücksicht nimmt und durch sorgfältige Register die Benutzung erleichtert ist, dürfte das Buch für jeden Biochemiker unentbehrlich sein.

Deutsche Medizinische Wochenschrift.

Das ungeheuer anwachsende Material der biochemischen Literatur erschwert das Arbeiten auf diesem Gebiete ungemein. Deshalb verdient der Verfasser besonderen Dank, daß er die einschlägige Literatur mit fast beispielloser Vollständigkeit in diesem Werke vereinigt hat. Eine angemessene Kritik hat die Aufnahme unerprobter oder unzuverlässiger Methoden verhindert. Ein besonderes Kapitel, das 100 Seiten umfaßt, behandelt die Chemie der Organe, Sekrete und Exkrete, so daß auch den Bedürfnissen des praktischen Mediziners das Fränkelsche Buch in weitem Maße gerecht wird. Ein Arbeiten auf biochemischen Gebiete scheint ohne dieses Werk unmöglich.

„Berliner Klin. Wochenschrift.“

Dynamische Biochemie

Chemie der Lebensvorgänge

von

Professor Dr. Sigmund Fränkel

Wien

XII, 601 Seiten. 1911. RM 18.60, gebunden RM 20.20

..... Die deutsche Literatur ist nicht arm an guten Lehrbüchern der physiologischen Chemie — ich erinnere an das geistsprühende Werk Bunes, an die mustergültigen Leistungen Neumeisters und Hammarstens und schließlich an das berlinisch angehauchte Buch Abderhaldens.

Nun Fränkel kann den Vergleich mit diesen Autoren mit Ehren bestehen!

Auch sein Buch hat Eigenfarbe! Je größer die Zahl der Einzel Tatsachen, je breiter der Arbeitenstrom wird, desto schwerer der Überblick. Einen solchen über das Gesamtgebiet der physiologischen Chemie bringt das vorliegende Werk. Charakteristisch für dasselbe ist, daß eine moderne physikalisch-chemische Auffassung der chemischen Lebensphänomene das Ganze durchzieht. Die Darstellung ist klar, sicher und gerade bei den schwierigsten Materien durchsichtig. Hervorzuheben ist die kritische Umspannung eines ganz gewaltigen literarischen Materials.

Das Buch ist ganz vorzüglich, sein Studium warm zu empfehlen.

„Prager Medizinische Wochenschrift.“