



HANDBUCH ERFRISCHUNGS- GETRÄNKE



Sugar & Beyond

DISCLAIMER

Südzucker übernimmt keinerlei Haftung für die Vollständigkeit und inhaltliche Richtigkeit sämtlicher Angaben und Daten. Die Veröffentlichung erfolgt ohne Rechtsverbindlichkeit, besonders auch im Hinblick auf lebensmittelrechtliche Auslegungsfragen. Die inhaltliche Richtigkeit kann insbesondere bei komplexen Themen nicht gewährleistet werden, sodass wir empfehlen, bei wichtigen Informationen die zuständigen Stellen anzufragen.

Alle Inhalte entsprechen dem Stand unserer Kenntnisse und Erfahrungen aus den Jahren 2011/2012. Der Stand dieses Dokuments ist aus dem Jahr 2012 und wird seitdem nicht mehr aktualisiert.

Alle Rechte vorbehalten. Eine Vervielfältigung oder Verbreitung, ganz oder in Auszügen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung von Südzucker zulässig. Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Buch berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Südzucker does not assume and accept any liability for the completeness and accuracy of all information and data in the subsequent document. The publication is not legally binding, especially with regard to questions of interpretation under food law. The accuracy of the content cannot be guaranteed, especially in the case of complex topics, so that we recommend to contact the relevant authorities for important information.

All contents correspond to the state of our knowledge and experience in 2011/2012. The status of this document is from 2012 and has not been updated since then.

All rights reserved. Reproduction or distribution, in whole or in part, is only permitted with the written consent of Südzucker. The reproduction of common names, product designations, etc. in this book, even without special identification, does not justify the assumption that such names would be considered free within the meaning of trademark and brand protection legislation and may therefore be used by anyone.

E-Mail Adresse für Fragen:
info@suedzuckergroup.com



VORWORT

Das seit September 1977 herausgegebene Handbuch „Alkoholfreie Erfrischungsgetränke“ hat in der Getränke-Industrie, in der Ausbildung und bei der Lebensmittelüberwachung eine starke Resonanz gefunden.

Seit 1995 wird das Handbuch mit Austauschkapiteln aktualisiert. Der aktuelle Stand der jeweiligen Kapitel ist bei Kapiteln, die nach 1987 überarbeitet wurden, auf jedem Blatt ersichtlich.

Das Handbuch „Erfrischungsgetränke“ ist für den Praktiker im Getränkebetrieb konzipiert; es enthält aber auch Grundlagen für den wissenschaftlich Interessierten und Methoden für den mit der Qualitätskontrolle befaßten Experten sowie die notwendigen Erläuterungen für die lebensmittelrechtliche Deklaration von alkoholfreien Erfrischungsgetränken.

Wissenswerte Stichworte begleiten alle Kapitel, so daß es dem interessierten Leser leichtfällt, mit Hilfe des Sachregisters bestimmte Informationen über einzelne Sachgebiete zu finden.

Für die engagierte und sachkundige Mitarbeit an diesem Handbuch danken wir folgenden Damen und Herren:

Dr. Rolf Betz	Dr. Klaus Litzenburger
Dr. Peter Biedenkopf	Jiri Mikule
Dr. Alexander Birnbaum	Dr. Michael Packert
Peter Christiansen	Peter Peters
Theodor Cronewitz	Dr. Hanjo Puke
Josef Englmann	Dr. Markus Rammert
Dr. Karin Gehrich	Dr. Michael Klingenberg
Dr. Sonja Ehrhardt	Dr. Knut Rapp
Brigitte Grothe	Prof. Dr. Karl-Heinz Rosenwinkel
Dr. Hartmut Evers	Dr. Jürgen Schnell
Gabriela Haunschild	Kurt Schork
Christa Jersch	Frank Schneidermann
Klaus Kaltenbacher	Hans-Jürgen Spanier
Dr. Franz Xaver Kammerer	Dr. Georg Steinle
Dr. Wolfgang Kelm	Hans-Jürgen Sussann
Sabrina Klein	Franco Trani
Franz Köll	Dr. Joachim Tretzel
René Kopp	Dr. Heinrich Vogelpohl
Dr. Helmut Graf	Dr. Markus Wydra
Birgit Lehr	Dr. Susanne C. Ziesenitz



INHALTSVERZEICHNIS

- 1 ROH- UND HILFSSTOFFE
 - 1.1 Wasser
 - 1.2 Zucker und Süßungsmittel
 - 1.3 Grundstoffe und Aromen
 - 1.4 Säuerungsmittel (Genusssäuren)
 - 1.5 Kohlendioxid (Kohlensäure) -E 290
 - 1.6 weitere Getränkeinhaltsstoffe
- 2 GETRÄNKEREZEPTUREN
- 3 QUALITÄTSKONTROLLE
 - 3.1 Probenahme
 - 3.2 analytische Bestimmungsmethoden für Zuckerarten
 - 3.3 Betriebskontrolle
- 4 VERARBEITUNGSTECHNIK
 - 4.1 Wasseraufbereitung
 - 4.2 Einsatz kristalliner Zucker
 - 4.3 Einsatz flüssiger Zucker
 - 4.4 Reinigung und Desinfektion
 - 4.5 Messtechnik in der Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie
 - 4.6 Ausmischtechnik
 - 4.7 Entlüften und Karbonisieren
 - 4.8 Füllen und Rinsen
 - 4.9 Verschleißtechnik
 - 4.10 Abwasser
 - 4.11 Gesetzliche Einheiten in der Technik

5 LEBENSMITTELRECHTLICHE BESTIMMUNGEN UND PRODUKTHAFTUNG

- 5.1 Systematik des Lebensmittelrechts
- 5.2 Allgemeine Rechtsgrundlagen
- 5.3 Produktspezifische Rechtsgrundlagen
- 5.4 Herstellbestimmungen
- 5.5 Allgemeine Kennzeichnungsvorschriften
- 5.6 Produktspezifische Kennzeichnung
- 5.7 Eichgesetz und Fertigpackungsverordnung
- 5.8 Grundpreisangabe
- 5.9 Produkthaftung
- 5.10 Produktsicherheitsgesetz

ABKÜRZUNGEN

LEBENSMITTELRECHTLICHE BESTIMMUNGEN

SACHREGISTER

- 1 ROH- UND HILFSSTOFFE
 - 1.1 Wasser
 - 1.2 Zucker und Süßungsmittel
 - 1.3 Grundstoffe und Aromen
 - 1.4 Säuerungsmittel (Genusssäuren)
 - 1.5 Kohlendioxid (Kohlensäure) -E 290
 - 1.6 weitere Getränkeinhaltsstoffe

- 1.1 WASSER
 - 1.1.1 Wasserbedarf und Wasserkreislauf
 - 1.1.2 Physikalische und chemische Eigenschaften des Wassers
 - 1.1.3 Wasserversorgung
 - 1.1.4 Mineralwässer, Quellwässer, Tafelwässer
 - 1.1.4.1 Natürliches Mineralwasser
 - 1.1.4.2 Quellwasser, Tafelwasser
 - 1.1.5 Trinkwasser
 - 1.1.5.1 Trinkwasserverordnung
 - 1.1.5.2 DIN-Normen für Trinkwasser
 - 1.1.5.3 Wasserhaushaltsgesetz
 - 1.1.6 Hygienische Anforderungen an das Wasser

1.1 WASSER

1.1.1 Wasserbedarf und Wasserkreislauf

Wasser ist das wichtigste Lebensmittel; der Mensch braucht täglich etwa 40 g pro kg Körpergewicht. Darüber hinaus werden etwa 5 g pro kg Körpergewicht durch den Abbau unserer Nahrungsmittel zusätzlich im Körper gebildet. Der durchschnittliche tägliche Wasserbedarf in privaten Haushalten beträgt in der Bundesrepublik Deutschland 122 l pro Person für die Zubereitung der Nahrung, Körperpflege, Wohnungsreinigung u.a.. Aufgrund von rationellerem Verbraucherverhalten und des vermehrten Einsatzes wassersparender Geräte ist der Verbrauch in den letzten Jahren sinkend. Der Jahresverbrauch in den privaten Haushalten liegt z. Zt. (2000) bei ca. 3,3 Milliarden m³. Hinzu kommt der Bedarf der Industrie, wobei die Kühlwassermengen gesondert zu betrachten sind. Der Gesamtbedarf der deutschen Wasserwirtschaft liegt bei ca. 5,9 Millionen m³/a.

Der Wasserkreislauf setzt sich aus zahlreichen, z. T. sehr vielschichtigen Vorgängen zusammen, die in erster Linie durch das Klima und die Bodenformen beeinflusst werden. Das Grundschema dieser Vorgänge ist verhältnismäßig einfach: Die Sonnenenergie verursacht die Verdunstung des Wassers aus den Ozeanen und dem Festlandbereich zu Wasserdampf und Nebel. Diese verdichten sich zu Wolken, die nach der Abkühlung als Regen oder Schnee wieder zur Erdoberfläche zurückkehren. Hinzu kommt Niederschlag in Form von Tau, durch den in erheblichem Maße Wasserdampf der Luft, dem Boden oder aber den darauf wachsenden Pflanzen zugeführt wird. Ein Teil dieses Wassers fließt oberirdisch ab, ein anderer gelangt in das Erdreich, von wo er in Form von Quellen sowie Grundwasserübertritten in Flüsse, durch Pflanzen oder durch Wassergewinnungsmaßnahmen des Menschen wieder in den Kreislauf eintritt. Von der Gesamtmenge des Wassers sind nur 0,015% Grundwasser und ebenso 0,015% Süßwasser (Seen, Flüsse); 83,51 % befinden sich in den Ozeanen, 15,45% in der Lithosphäre, 0,0008% in der Atmosphäre und 1,007% sind als Eis gebunden (1). Von den Niederschlägen über der Bundesrepublik Deutschland gelangen 37,9% unmittelbar in den Abfluss, 35,4% verdunsten durch die Vegetation und 12,5% an der Erdoberfläche. Lediglich 13,9% gehen in das Grundwasser.

Wasser-
molekül

Dichte des
Wassers

Verdamp-
fungswärme

Löslichkeit
von Gasen
Henrysches
Gesetz

1.1.2 Physikalische und chemische Eigenschaften des Wassers

Um die vielfältigen Aufgaben des Wassers zu verstehen, ist es notwendig, auf seine besonderen physikalischen und chemischen Eigenschaften einzugehen. Wasser setzt sich aus zwei Atomen Wasserstoff und einem Atom Sauerstoff zusammen, ausgedrückt durch die Formel H₂O. Besondere Bedeutung kommt der Anordnung dieser Atome zu. Das Wassermolekül ist nicht zentralsymmetrisch gebaut, die drei Atome sind viel mehr an den Endpunkten eines gleichschenkligen Dreiecks angeordnet. Die Wasserstoffkerne bilden mit dem Mittelpunkt des Sauerstoffatoms einen Winkel von etwa 105°. Die ungleichmäßige Verteilung der Elektronen hat zur Folge, daß das Wassermolekül den Charakter eines Dipols (die Schwerpunkte der positiven und negativen Ladung fallen nicht zusammen) zeigt. Die wasserlöslichen Substanzen treten in Wechselwirkung mit dem Wasser, indem sie Wasserstoffbrücken zu den Dipolmolekülen des Wassers oder geladene Gruppen bilden, die von einer Hülle von Wassermolekülen umgeben sind.

In flüssigem Zustand tritt eine starke Assoziation der Wassermoleküle ein. Dies bedingt im Vergleich zu anderen, sonst ähnlich gebauten Verbindungen, dass die Spanne des flüssigen Zustands bei Wasser von 0° C bis zum Siedepunkt 100° C verhältnismäßig groß ist. Auch das ungewöhnliche Verhalten des Wassers, dessen größte Dichte bei 4° C liegt, gründet sich auf die Struktur des Wassermoleküls.

Diese Eigenschaft führt dazu, dass im Winter in den untersten Schichten eines Teiches die Temperatur nicht unter 4° C absinkt und das Eis auf dem Wasser schwimmt. Nur bei extremer Kälte kommt es zur Bildung von Grundeis und damit zum völligen Erstarren des Teiches zu Eis.

Nach der Eichordnung wird als Dichteeinheit 1 die Dichte des reinen Wasser bei 4° C unter atmosphärischem Druck definiert, d. h. 1 g Wasser von 4° C nimmt den Raum von 1 cm³ ein. Bemerkenswert ist die hohe Verdampfungswärme des Wassers, die bei 100° C 2257kJ/kg (539 kcal/kg) Wasser beträgt. Auf die Tatsache, dass neben normalem Wasserstoff (¹H) im Wasser auch Moleküle mit schwerem Wasserstoff = Deuterium (²H = D) und überschwerem Wasserstoff = Tritium (³H = T) sowie vom Sauerstoff die Isotopen ¹⁶O, ¹⁷O und ¹⁸O vorkommen, sei nur hingewiesen. Daraus lassen sich die verschiedenen möglichen Molekülarten des Wassers ableiten, die gelegentlich auch eine praktische Rolle spielen.

Von besonderer Bedeutung ist das Wasser als Lösungsmittel. Für die Löslichkeit von Gasen in Wasser gilt das Henrysche Gesetz. Dieses sagt aus, dass Gase, die mit dem Wasser nicht chemisch reagieren, proportional dem Partialdruck des Gases über der Flüssigkeit gelöst werden (s. auch 4.7 Imprägnierung -Absorptionskoeffizient-). Im allgemeinen nimmt mit steigender Wassertemperatur die Löslichkeit ab. Bei Kohlendioxid ist zu berücksichtigen, dass es sich in geringem Umfang (etwa 1%) unter Bildung

von Kohlensäure mit dem Wasser chemisch umgesetzt. Dies bedingt aber nur eine unbedeutende Abweichung vom Henryschen Gesetz. Die Löslichkeit der einzelnen Gase weist große Unterschiede auf: So ist z. B. die Lösung von Stickstoff oder Sauerstoff im Vergleich zu Kohlendioxid wesentlich geringer.

Wasser stellt ein ausgezeichnetes Lösungsmittel für Salze dar (siehe Tabelle 1). Theoretisch lässt sich dies durch seine hohe Dielektrizitätskonstante erklären. Im Unterschied zu den Gasen nimmt im allgemeinen die Löslichkeit mit steigender Temperatur zu; einige Verbindungen zeigen aber mit steigender Temperatur verminderte Löslichkeit.

Tab. 1: Löslichkeit fester Stoffe in Wasser bei 20° C

Substanz	Bezeichnung	Löslichkeit in g/100g Wasser
NaCl	Natriumchlorid	35,9
Na ₂ CO ₃	Natriumcarbonat	21,6
Na ₂ SO ₄ -10H ₂ O	Natriumsulfat	19,1
KCl	Kaliumchlorid	34,4
KNO ₃	Kaliumnitrat	31,5
NH ₄ NO ₃	Ammoniumnitrat	188
MgCl ₂ -6H ₂ O	Magnesiumchlorid	54,3
MgCO ₃	Magnesiumcarbonat	0,011
CaCl ₂ -6H ₂ O	Calciumchlorid	74,5
Ca(HCO ₃) ₂	Calciumbicarbonat	16,6
CaSO ₄ -2H ₂ O	Calciumsulfat (Gips)	0,204
Ca(OH) ₂	Calciumhydroxid	0,118
CaCO ₃ (Calcit)	Calciumcarbonat	1,4-10 ⁻³
Ca ₃ (PO ₄) ₂	Calciumphosphat	4-10 ⁻⁴
FeSO ₄ -7H ₂ O	Eisensulfat	26,6
FeCl ₃ -6H ₂ O	Eisenchlorid	91,9
MnCl ₂ -4H ₂ O	Manganchlorid	73,5
Mn(HCO ₃) ₂ in CO ₂ ges. H ₂ O	Manganbicarbonat	0,05 (10°C)
MnO(OH) ₂	Manganoxidhydrat	4,3-10-5(18°C)
Al ₂ (SO ₄) ₃ -18H ₂ O	Aluminiumsulfat	36,3
Al ₂ O ₃ -3H ₂ O	Aluminiumoxid	1,5-10 ⁻⁴
PbCO ₃	Bleicarbonat	0,11-10 ⁻³
SiO ₂ (amorph)	Siliciumdioxid (Kieselsäure)	0,012

Der Gehalt eines Wassers an Calcium-Ionen (Ca²⁺) und Magnesium-Ionen (Mg²⁺) wird als Wasserhärte bezeichnet. Dieser Begriff hat z. B. Eingang in das Wasch- und Reinigungsmittelgesetz (2) gefunden und wird häufig bei der Beurteilung eines Wassers benutzt. Am 1. Februar 2007 wurde vom Bundestag die Neufassung des Wasch- und Reinigungsmittelgesetzes (WRMG) beschlossen.

Löslichkeit

Härtegrade

Darin wurden u.a. die Härtebereiche an europäische Standards angepasst und die Angabe „Grad deutscher Härte“ (°dH) wird durch die Angabe „Millimol Calciumcarbonat je Liter“ ersetzt. Die neuen Härtebereiche unterscheiden sich kaum von den alten, nur werden die Bereiche 3 und 4 zum Härtebereich „hart“ zusammengelegt und die Ziffern 1,2,3 und 4 werden durch die Beschreibungen „weich“, „mittel“ und „hart“ ersetzt.

Die neuen Härtebereiche sind wie folgt definiert:

Tab. 2: Härtebereiche nach dem Waschmittelgesetz

Härtebereich weich weniger als 1,5 Millimol* Calciumcarbonat je Liter (entspricht 8,4 °dH)
Härtebereich mittel 1,5 bis 2,5 Millimol* Calciumcarbonat je Liter (entspricht 8,4 bis 14 °dH)
Härtebereich hart mehr als 2,5 Millimol* Calciumcarbonat je Liter (entspricht mehr als 14 °dH)

* Mol - Molekulargewicht einer Verbindung in g
mmol = 1/1000 mol

Als Carbonathärte bezeichnet man den Anteil an Hydrogencarbonat und Carbonat, denen Härte-Äquivalente von Ca²⁺ und Mg²⁺ zugeordnet werden können. Unter „Entcarbonisierung“ ist die Verringerung der Konzentration an Hydrogencarbonat- und Carbonat-Ionen aus Wässern zu verstehen, um Ablagerungen von Calciumcarbonat zu vermeiden. Im Getränkewasser entcarbonisiert man zur Vermeidung von Carbonathärte-Ausfällungen im Produkt und zur Vermeidung eines Geschmacksabbaues.

Leitfähigkeit

Die elektrische Leitfähigkeit von Wässern beruht auf der Anwesenheit von Ionen. Ihre Bestimmung ist von Bedeutung, weil sie Rückschlüsse auf den Gehalt bzw. die Konzentration an gelösten, dissoziierbaren Stoffen (im Allgemeinen von anorganischen Ionen) ermöglicht.

Die elektrische Leitfähigkeit (in S = Siemens) wird ausgedrückt durch den reziproken Wert des elektrischen Widerstandes in Ohm ($S = 1/\Omega$) bezogen auf einen Wasserwürfel von 1 cm Kantenlänge bei 20° C (spezifische elektrische Leitfähigkeit). Sie wird angegeben in $\mu S \cdot cm^{-1}$. Destilliertes Wasser soll Werte unter 0,3 $\mu S \cdot cm^{-1}$ haben.

Die Feststellung des Gehaltes bzw. der Konzentration von dissoziierbaren Stoffen, insbesondere bei in bestimmten Zeitabschnitten regelmäßig sich wiederholenden Messungen, erweist sich als wichtig bei der Kontrolle von Vorflutern und Flussläufen, die wechselnde Mengen von Abwässern aufnehmen (Flussversalzung), sowie von Grundwasser, das durch Oberflächenwasser beeinflusst wird. Zur Überwachung von Wasser-Entsalzungs-

anlagen oder um Schwankungen im Salzgehalt von Wässern generell zu bestimmen, sind die Leitfähigkeitsmessungen ebenfalls von Bedeutung.

Eine für die Praxis wichtige Eigenschaft des Wassers wird durch die jeweilige Wasserstoff-Ionen-Konzentration (pH-Wert) definiert.

Wasserstoff-Ionen sind die kleinsten Masseteilchen (H^+). In jeder wässrigen Lösung vorhanden, beeinflussen sie die meisten chemischen Prozesse.

Wasserstoff-Ionen entstehen neben Hydroxidionen durch Dissoziation von Wassermolekülen ($H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$). In „reinem“ Wasser ist die H^+ Konzentration sehr gering, in Säuren mehr oder weniger groß, je nachdem, ob es sich um eine „starke“ oder „schwache“ Säure handelt.

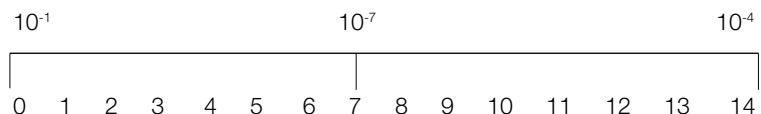
Als starke Säuren gelten z. B. Schwefelsäure, Salpetersäure; Salzsäure; als schwache Säure die meisten organischen Säuren wie Milch- oder Essigsäure.

Laugen bzw. Basen kann man dagegen als Antipoden ansehen, d. h. die Konzentration der (H^+)-Ionen ist umso geringer, je stärker die Base ist. Dementsprechend ist die Konzentration der Hydroxidionen (OH^-) größer. Ammoniak ist eine schwache, Natronlauge eine starke Lauge. Die Wasserstoff-Ionen-Konzentration entscheidet demnach darüber, ob eine Lösung sauer, neutral oder alkalisch reagiert. Die Wasserstoff-Ionen-Konzentration in „reinem“ neutralem Wasser beträgt 10^{-7} mol/l. Werte mit kleineren Exponenten charakterisieren Säuren, größere dagegen Laugen. Um den Umgang mit diesen Werten einfacher zu gestalten, hat SÖRENSEN den Begriff „pH“ geprägt (pondus hydrogenii = Gewicht des Wasserstoffs). Der pH-Wert ist der negative, dekadische Logarithmus der Wasserstoffionen-Konzentration. Gemessen wird die Wasserstoff-Ionen-Konzentration (auch als aktuelle Acidität bezeichnet) mit Indikatorpapieren (Farbumschlag) oder genauer nach elektrometrischen Verfahren (Elektroden). Die pH-Messung stellt ein unentbehrliches Hilfsmittel bei physikalisch-chemischen Untersuchungen dar.

Die Wasserstoff-Ionen-Konzentration beträgt in chemisch reinem, neutralem Wasser 1×10^{-7} mol/l entsprechend der vom Massenwirkungsgesetz herleitbaren Dissoziationskonstanten des Wassers $K_w = 10^{-14}/\text{mol}^2/\text{l}^2$ bei 22°C .

Abb. 1: pH-Wert-Skala Wasserstoff-Ionen-Konzentration [mol/l]

pH-Wert



pH-Wert

Wasseraufbereitung

Wassermischung

1.1.3 Wasserversorgung

Für die Versorgung mit Trinkwasser zeigt sich Grund- und Quellwasser aus Tiefbrunnen als besonders geeignet. Bei Bezug aus Trinkwassertalsperren ist darauf zu achten, dass keine Verunreinigung durch Abwässer erfolgt. Der durch derartige Verunreinigung verursachte hohe Phosphatgehalt kann zu erheblichen biologischen Veränderungen des Talsperrenwassers führen. In manchen Gebieten spielt das sogenannte Uferfiltrat eine Rolle. Hier wird aus Brunnen das durch Bodenschichten mehr oder minder filtrierte und meist schon mit Grundwasser vermischte Flusswasser entnommen.

Wenn alle diese Möglichkeiten zur Versorgung nicht ausreichen, ist es in wachsendem Maße notwendig, das Wasser direkt aus Seen (z. B. Bodensee) oder Flüssen (z. B. Rhein) zu entnehmen. Dieses Wasser bedarf naturgemäß einer zusätzlichen Aufbereitung unter Anwendung z. B. von Eisen- und Aluminiumverbindungen, zur Flockung von suspendierten Teilchen und unter Zusatz von Chlor und Chlorverbindungen zur Desinfektion. Die Anwendung von Ozon sowie die Verwendung verschiedener Filtrationssysteme, gegebenenfalls unter Einsatz von Aktivkohle, dienen dazu, geruchlich und/oder geschmacklich unerwünschte, aber auch gesundheitsschädliche Stoffe zu entfernen (s. auch 4.1 Wasseraufbereitung).

Die Versorgung eines einheitlichen Gebietes durch Trinkwasser unterschiedlicher Zusammensetzung führt zu nicht unerheblichen Problemen. So können bei der Mischung zweier Wässer, die einzeln korrosionsmäßig unproblematisch sind, Korrosionsprobleme auftreten. Zur Behebung dieser Schwierigkeiten werden einerseits zentrale Aufbereitungs- und Mischstationen gefordert, andererseits werden besondere Behandlungsmaßnahmen durchgeführt. Insgesamt betrachtet nimmt der Fernbezug von Trinkwasser zu. Es muss jedoch erwähnt werden, dass das Abpumpen großer Wassermengen für die Fernwasserversorgung in der betroffenen Region eine Absenkung des Grundwasserspiegels und damit ökologische Probleme verursachen kann. Abgesehen von Notwasserversorgungen besteht die Tendenz, Einzelbrunnen für die Versorgung der Bevölkerung, aber auch von kleineren Betrieben auszuschalten, da eine ständige Überwachung hier nicht mehr gewährleistet ist.

1.1.4 Mineralwässer, Quellwässer, Tafelwässer

Die Mineral- und TafelwasserVO (Min/TafelWW) unterscheidet zwischen natürlichem Mineralwasser, Quellwasser und Tafelwasser.

1.1.4.1 Natürliches Mineralwasser

Natürliches Mineralwasser ist Wasser, das folgende besondere Anforderungen erfüllt:

Mineralwasser

1. Es hat seinen Ursprung in unterirdischen, vor Verunreinigungen geschützten Wasservorkommen und wird aus einer oder mehreren natürlichen oder künstlich erschlossenen Quellen gewonnen;
2. Es ist von ursprünglicher Reinheit und gekennzeichnet durch seinen Gehalt an Mineralien, Spurenelementen oder sonstigen Bestandteilen und gegebenenfalls durch bestimmte, insbesondere ernährungsphysiologische Wirkungen;
3. Seine Zusammensetzung, seine Temperatur und seine übrigen wesentlichen Merkmale bleiben im Rahmen natürlicher Schwankungen in der Schüttung werden sie nicht verändert.

1.1.4.2 Quellwasser, Tafelwasser

Quellwasser ist Wasser, das

1. seinen Ursprung in unterirdischen Wasservorkommen hat und aus einer oder mehreren natürlichen oder künstlich erschlossenen Quelle gewonnen worden ist,
2. bei der Herstellung keinen oder lediglich den nach § 6 Abs. 1 der Min/TafelWV auch in Verbindung mit Abs. 2 und 3 zulässigen Verfahren unterworfen worden ist.

Tafelwasser ist Wasser, das eine oder mehrere der von § 11 Abs. 1 der Min/TafelWV erfassten Zutaten enthält.

1.1.5 Trinkwasser

1.1.5.1 Trinkwasserverordnung

Die Umsetzung der EG-Richtlinie 98/83/EG des Rates über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch vom 3. November 1998 zur Trinkwasserverordnung-TrinkwV 2001 erfolgte am 21.05.2001, trat am 1.1.2003 in Kraft und wurde in der Fassung vom 28. November, die durch Artikel 2 Absatz 19 des Gesetzes vom 22. Dezember 2011 geändert worden ist, bekanntgemacht (10). Diese Verordnung enthält Anforderungen an die chemische und mikrobiologische Beschaffenheit des Trinkwassers und des Wassers für Lebensmittelbetriebe sowie Regelungen zur Trinkwasserauf-

TrinkwV

bereitung und zu Pflichten des Unternehmers oder sonstigen Inhabers einer Wasserversorgungsanlage. Daneben finden sich Regelungen zur Überwachung durch das Gesundheitsamt in hygienischer Hinsicht.

An die Beschaffenheit des Wassers für die Lebensmittelbetriebe werden prinzipiell dieselben Anforderungen wie die an Trinkwasser gestellt.

Auf die TrinkwV wird im Kapitel 5 dieses Handbuches näher eingegangen.

1.1.5.2 DIN-Normen für Trinkwasser

DIN 2000
DIN 2001

Die DIN 2000 (11) enthält Normen für die „Zentrale Trinkwasserversorgung“, die DIN 2001 (12) enthält Normen zur „Einzeltrinkwasserversorgung“. Hier wird die Forderung aufgestellt: „Trinkwasser soll appetitlich sein und zum Genuss anregen. Es soll farblos, klar, kühl, geruchlos und geschmacklich einwandfrei sein.“ Die Temperatur soll möglichst zwischen 5° C und 15° C liegen. Der Gehalt an gelösten Stoffen soll sich in Grenzen halten. Dies gilt z. B. für Chloride, den Gehalt an Calcium- und Magnesium-Ionen (Härtebildner), Eisen- und Manganverbindungen. Nitrit-Ionen sind unerwünscht; sie können aber als Zwischenprodukt der Nitrifikation auftreten. Ammonium-Ionen können auf frische Fäkalverunreinigungen hindeuten; vielfach handelt es sich jedoch um das Endprodukt eines Reduktionsprozesses im Grundwasser. Gelöste organische Stoffe sollten nur in geringen Mengen im Wasser vorhanden sein. Zur Vermeidung von Korrosionsschäden finden sich in DIN 2000 zahlreiche Hinweise.

1.1.5.3 Wasserhaushaltsgesetz

Vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 2 Absatz 67 des Gesetzes vom 22. Dezember 2011 (BGBl. I S. 3044) geändert worden ist. Da die Gesamtmenge des Wassers begrenzt und nicht vermehrbar ist, wird die Verwendung von Wasser in der Bundesrepublik Deutschland im Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushaltes (Wasserhaushaltsgesetz WHG) (13), geregelt. Dieses Gesetz gilt für oberirdische Gewässer (ständig oder zeitweise in Betten fließende oder stehende oder aus Quellen wild abfließende Wässer), für Küstengewässer und das Grundwasser. Eine besondere Erlaubnis bzw. Bewilligung ist beispielsweise für das Entnehmen und Ableiten von Wasser aus oberirdischen Gewässern, das Entnehmen, Zutagefördern, Zutageleiten und Ableiten von Grundwasser sowie für das Einleiten von Stoffen in das Grundwasser erforderlich. Zum Schadenersatz ist verpflichtet, wer in ein Gewässer Stoffe einbringt oder einleitet, die seine Beschaffenheit verändern.

Die zugehörigen Ausführungsbestimmungen sind in der Direkteinleiter-VO und der Indirekteinleiter-VO zusammengefasst.

1.1.6 Hygienische Anforderungen an das Wasser

Im Infektionsschutzgesetz (14) wird in § 37 für die Beschaffenheit von Wasser für den menschlichen Gebrauch gefordert, dass durch den Genuss oder Gebrauch des Wassers eine Schädigung der menschlichen Gesundheit, insbesondere durch Krankheitserreger, nicht erfolgen darf. Daneben wird in der DIN 2000 festgestellt: Durch verunreinigtes Trinkwasser können Infektionskrankheiten übertragen werden, vor allem Typhus, Paratyphus A und B und andere Salmonellosen, Cholera, Enteritis Infectiosa (Breachdurchfall), Leptospirosen (z. B. Weilsche Krankheit), Hepatitis infectiosa sowie Wurmkrankheiten. Die Erreger von Infektionskrankheiten können mit den Ausscheidungen von Kranken, Krankheitsverdächtigen oder gesunden Menschen (Ausscheidern) und Tieren in das Wasser gelangen. In der Trinkwasserhygiene sind alle menschlichen und tierischen Ausscheidungen so anzugeben, als enthielten sie Krankheitserreger. Wenn solche Ausscheidungen in das Trinkwasser gelangen, ist eine Infektionsgefahr gegeben.

Weitere detaillierte Anforderungen mikrobiologischer Art werden in der TrinkwasserV und der Mineral- und TafelwasserV festgelegt, siehe auch Kapitel 5 dieses Handbuches.

Infektions-
schutz-
gesetz
DIN 2000

Quellenangabe

- (1) Handbuch der Lebensmittelchemie, achter Band, Teil 1 Wasser und Luft. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York (1969).
- (2) Gesetz über die Umweltverträglichkeit von Wasch- und Reinigungsmitteln (Wasch- und Reinigungsmittelgesetz) vom 29. April 2007 (BGBl. I S. 600) geändert durch Art. 2 G v. 2.11.2011 I 2162
- (3) Deutscher Normenausschuß: Normblatt DIN 38409, Teil 6: Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung. Summarische Wirkungs- und Stoffkenngrößen. Härte eines Wasser, vom Januar 1986, Beuth-Verlag, Berlin.
- (4) Richtlinie des Rates über die Gewinnung von und den Handel mit natürlichen Mineralwässern vom 15. 7.1980 (80/ 777/ EWG, ABl. L 229).
- (5) Verordnung über natürliches Mineralwasser, Quellwasser und Tafelwasser (Mineral- und TafelwasserV) vom 1. August 1984 (BGBl. I, 1036), i.d.F. vom 1.12.2006 I 2762
- (6) Richtlinie 96/70/EG des Europ. Parlamentes und des Rates zur Änderung der Richtlinie 80/777/EWG (Amtsblatt der EG vom 28. 10. 1996, Brüssel, S. 26 ff).
- (9) EG-Richtlinie über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch vom 15.7.1980 (80/ 778/ EWG, ABl. L 229).
- (9a) Richtlinie 98/83/EG des Rates vom 3. November 1998 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Amtsblatt der EG vom 5.12.98, L 330/32).
- (10) Verordnung über Trinkwasser und über Wasser für Lebensmittelbetriebe (TrinkwasserV-TrinkwV, (Neufassung vom 28.11.2011 I 2370 i.d.F. vom 22.12.2011
- (11) Deutscher Normenausschuß: Normblatt DIN 2000: Leitsätze für Anforderungen an Trinkwasser-Planung, Bau und Betrieb der Anlagen, Ausgabe 1973/11, Beuth-Verlag, Berlin (z. Z. in Überarbeitung).
- (12) Deutscher Normenausschuß: Normblatt DIN 2001: Leitsätze für die Einzel-Trinkwasserversorgung vom Februar 1983, Beuth-Verlag, Berlin (z. Z. in Überarbeitung).
- (13) Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushaltes (Wasserhaushaltsgesetz -WHG) vom 31.07.2009, i.d.F. vom 22.12.2011 I 3044.
- (14) Infektionsschutzgesetz, vom 20. Juli 2000 (BGBl. I S. 1045), zuletzt geändert durch Art. 1 G v. 28.7.2011 I 1622

1.2	ZUCKER UND SÜSSUNGSMITTEL
1.2.1	Allgemeines und Einteilung
1.2.2	Süßer Geschmack und Süßkraft
1.2.3	Kristalline Zucker
1.2.3.1	Bildung von Saccharose durch Photosynthese
1.2.3.2	Zuckergewinnung
1.2.3.3	Struktur der Saccharose
1.2.3.4	Sensorische Merkmale
1.2.3.5	Physikalisch-technische Kennzahlen
1.2.3.6	Kristallgrößen
1.2.3.7	Chemisch-analytische Merkmale
1.2.3.8	Mikrobiologische Merkmale
1.2.3.9	Lieferformen
1.2.3.10	Zucker in der Ernährung
1.2.4	Flüssige Zucker
1.2.4.1	Produktion flüssiger Zucker
1.2.4.2	Löslichkeit
1.2.4.3	Dichte
1.2.4.4	Viskosität
1.2.4.5	Inversionsgrad
1.2.4.6	Spezifische Wärmekapazitäten, Wärmeleitfähigkeit
1.2.4.7	Oberflächenspannung
1.2.4.8	Spezifische elektrische Leitfähigkeit
1.2.4.9	Qualitätskriterien flüssiger Zucker
1.2.4.10	Lieferformen
1.2.5	Glukosesirupe
1.2.5.1	Herstellung von Glukosesirupen
1.2.5.2	Rechtlicher Status
1.2.5.3	Physikalisch-chemische Kenndaten
1.2.5.4	Dextroseequivalent
1.2.5.5	Süßkraft
1.2.5.6	Viskosität
1.2.5.7	Fruktosehaltige Glukosesirupe-Isoglukose für die Getränkeindustrie
1.2.6	Maltodextrine und Dextrose
1.2.7	Fruchtzucker (D-Fructose)
1.2.8	Lactose (Milchzucker)
1.2.9	Palatinose (Isomaltulose)

1.2.10	Polyole (Zuckeralkohole)
1.2.11	Süßstoffe
1.2.11.1	Saccharin - E 954
1.2.11.2	Cyclamat - E 952
1.2.11.3	Aspartam - E 951
1.2.11.4	Acesulfam- K - E 950
1.2.11.5	Aspartam-Acesulfamsalz - E 962
1.2.11.6	Thaumatococcus - E957
1.2.11.7	Neohesperidin DC (Dihydrochalcon) -E 959
1.2.11.8	Sucralose - E 955
1.2.11.9	Neotam - E 961
1.2.11.10	Steviolglycoside - E 960

1.2 ZUCKER UND SÜSSUNGSMITTEL

1.2.1 Allgemeines und Einteilung

Seit Jahrtausenden sind süße Stoffe wie Honig, eingedickte Obstsäfte, aber auch Rohrzucker in Sirupform bekannt und beliebt. Als Süßungsmittel werden im allgemeinen Sprachgebrauch alle Stoffe bezeichnet, die zum Süßen von Lebensmitteln (Speisen und Getränke) und Arzneimitteln dienen. Der Gesetzgeber hat jedoch festgelegt, dass unter Süßungsmitteln nur noch die "Lebensmittelzusatzstoffe, die dazu verwendet werden, Lebensmitteln einen süßen Geschmack zu verleihen bzw. als Tafelsüßen verwendet werden", verstanden werden dürfen. Süßungsmittel sind also laut Lebensmittelrecht nur Zuckeralkohole (Polyole) und Süßstoffe. Alle anderen süßen Stoffe werden unter dem Oberbegriff Zucker zusammengefasst. So bedeutet "ohne Zuckerzusatz" nach dem Lebensmittelrecht ohne Zusatz von Monosacchariden oder Disacchariden und ohne Zusatz von Lebensmitteln, die wegen ihrer süßenden Eigenschaften verwendet werden. Einen Überblick über die Zucker und Süßungsmittel gibt Abbildung 1.

Die Gruppe der Zucker kann des Weiteren in Produkte gemäß der Zuckerartenverordnung (Raffinade, Weißzucker etc.) und andere süßschmeckende Kohlenhydrate und kohlenhydrathaltige Lebensmittel wie Honig, Fruchtkonzentrate etc. unterteilt werden.

Zuckeralkohole (Polyole) können aus Zucker hergestellt werden, als Kohlenhydratderivate können sie auch der Gruppe der Kohlenhydrate zugeordnet werden.

Die süßschmeckenden, heute verkehrsüblichen Kohlenhydrate sind mit Ausnahme der Polyole Lebensmittel im Sinne des Lebensmittelrechts, d. h. Nicht-Zusatzstoffe. Zuckeralkohole (Polyole) und Süßstoffe zählen lebensmittelrechtlich zu den Zusatzstoffen.

Unter Zuckeraustauschstoffen werden üblicherweise Stoffe verstanden, die anstelle von Zucker eingesetzt werden können, neben dem Süßgeschmack eine vergleichbare Masse einbringen und die mehr oder weniger insulinunabhängig verstoffwechselt werden können und daher für Diabetikerlebensmittel geeignet sind. Neben den Zuckeralkoholen gehört auch Fruchtzucker zu den Zuckeraustauschstoffen, wobei der physiologische Brennwert für Zuckeralkohole mit 10 kJ (2,4 kcal) pro g, bei Fruchtzucker dagegen wie bei den anderen Kohlenhydraten mit 17 kJ (4 kcal) pro g festgelegt wurde.

Unter chemischen Gesichtspunkten werden die Kohlenhydrate (Saccharide) in Monosaccharide (Einfachzucker) wie z. B. Glucose (Traubenzucker) und Fructose (Fruchtzucker), Disaccharide (Zweifachzucker) wie z. B. Saccharose (Rohr- und Rübenzucker) Maltose (Malzzucker) und Lactose (Milchzucker) und in sogenannte Oligo- und Polysaccharide (längerkettige Saccharide) wie z. B. Stärke und Cellulose eingeteilt.

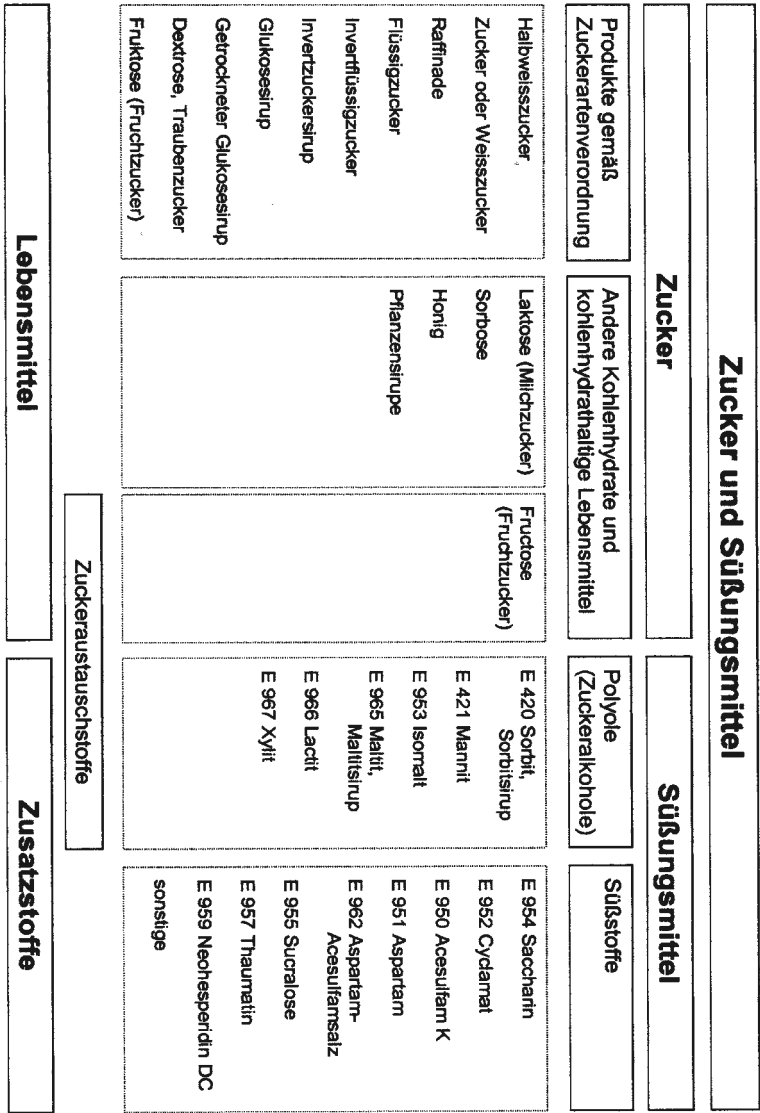
Abb.1: Einteilung der Zucker und Süßungsmittel

Süßungsmittel

ohne
Zuckerzusatz

Lebensmittel

Zuckeraus-
tauschstoffe



Zu den Süßstoffen zählen nur Stoffe die deutlich süßer sind und daher in einer wesentlich geringeren Konzentration als süße Kohlenhydrate oder Zuckeralkohole eingesetzt werden. Die Süßstoffe gehören sehr verschiedenen chemischen Substanzklassen an.

Sie werden zum Teil aus Pflanzen gewonnen und zum Teil synthetisch hergestellt, daher wurde früher oft zwischen natürlichen und künstlichen Süßstoffen unterschieden.

Saccharin, Cyclamat, Acesulfam, Neohesperidin DC und Sucralose haben einen physiologischen Brennwert von 0. Aspartam und Thaumatin besitzen einen Brennwert von 17 kJ (4 kcal) pro g, der aber aufgrund der geringen Einsatzmengen kaum ins Gewicht fällt.

1.2.2 Süßer Geschmack und Süßkraft

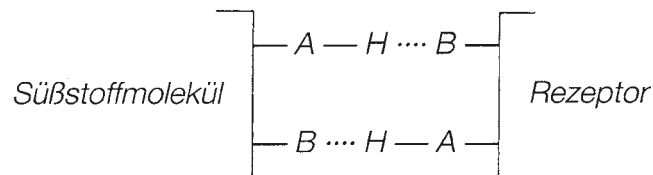
Der Geschmack zählt zu den wesentlichen Eigenschaften von Lebensmitteln. Die bekannten vier Grundgeschmacksrichtungen sind süß, sauer, salzig und bitter. Seit einigen Jahren wird zur Beschreibung von Geschmackseindrücken zusätzlich der Begriff "umami" eingesetzt. Unter umami wird eine geschmacksabrundende (Vollmundigkeit, Wohlgeschmack) oder auch -intensivierende Wirkung beschrieben.

Der Geschmack wird vorwiegend auf der Zunge wahrgenommen. Dabei sind die Geschmacksrezeptoren für salzig und sauer an den Zungenrändern, für bitter am Zungenende und für süß an der Zungenspitze zu finden.

Die Vorliebe des Menschen für süße Stoffe ist seit langem bekannt. Es gibt eine große Vielfalt von Substanzen mit deutlichem Süßgeschmack, die in Nahrungsmitteln Verwendung finden. "Was" für die Geschmacksempfindung süß verantwortlich ist, ist immer noch nicht genau geklärt.

Süßer Geschmack wird von sehr verschiedenartigen Verbindungen hervorgerufen. Für die Abschätzung des Süßgeschmacks von chemischen Verbindungen gibt es Theorien die Zusammenhänge zwischen chemischer Struktur und Süßgeschmack aufzeigen.

SHALLENBERGER (1) stellte 1967 die Theorie auf, dass die Süße am besten als Ausdruck zweier Wasserstoffbrückenbindungen zwischen einem Protonen-Donator (AH) und einem Protonen-Akzeptor (5) an Süßungsmittel und Rezeptor beschrieben werden kann, in dem der Abstand beider Gruppen am Süßstoffmolekül zwischen 0,25 und 0,4 nm liegt.



Süßstoffe

Brennwert

Grundgeschmacksrichtungen

umami

Süßkraft

Süßer Geschmack

Isosüße

Aufgrund dieses Modells müssen die Membranen, der für den Geschmackseindruck verantwortlichen Rezeptorzellen der Zunge, ein dem AH/B-System komplementäres System enthalten. In Zuckern wird das sog. AH/B-System durch die α -Glycol-Gruppe repräsentiert, und auch in den verschiedensten süßen Substanzen konnten diese Gruppen aufgezeigt werden. Sowohl Variationen des Abstandes zwischen AH und B als auch die Konfiguration der Verbindung können den Geschmackseindruck verschieben. Sehr oft resultiert aus solchen Varianten ein bitterer Geschmack.

Es ist bisher nicht gelungen, genaue Aussagen über die Natur des für die süße Wahrnehmung verantwortlichen Rezeptors zu machen. Offensichtlich existieren auf der Zunge aber mehrere Typen von Geschmacksrezeptoren, die auf verschiedene süße Substanzen unterschiedlich ansprechen.

Zur Charakterisierung süßender Stoffe sind zwei Eigenschaften besonders wichtig:

- die Süßkraft als Maß für die Intensität der Süße bzw. das Süßungsvermögen
- die Geschmacksqualität zur Beschreibung der Süße.

Da beide Eigenschaften objektiv nicht messbar sind, ist die sensorische Analyse unerlässlich.

Das Süßungsvermögen eines Stoffes wird mit dem der Saccharose verglichen und als Süßkraft angegeben. Es wird durch sensorische Prüfverfahren festgestellt. Dabei wird die Süßkraft der Saccharose gleich 1 gesetzt,

Süßkraft:

Die Süßkraft eines Süßungsmittels ist dann:

Konzentration der Saccharose-Vergleichslösung in Gew.-%

Konzentration einer gleichsüßen Süßungsmittellösung in Gew.-%

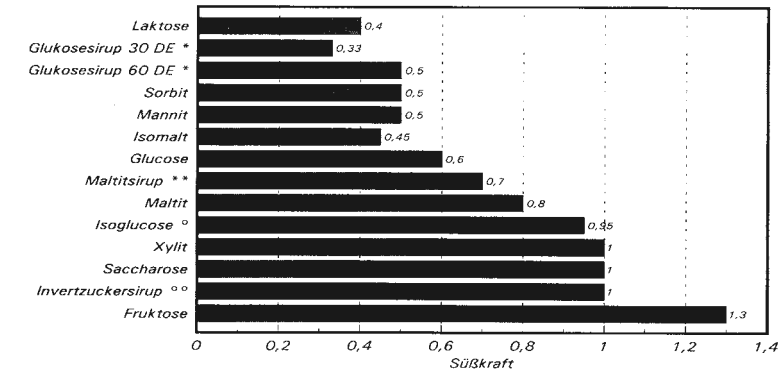
Beispiel: Sensorische Tests ergaben, dass bei Raumtemperatur eine 7,7%ige wässrige Fructoselösung gleich süß ist wie eine 10%ige Saccharoselösung (Isosüße). Die Süßkraft von Fructose ist dann $10/7,7 = 1,3$.

Für die Süßkraft einzelner Süßungsmittel existieren oft unterschiedliche Werte, bedingt durch unterschiedliche sensorische Prüfverfahren und viele, die Süßkraft beeinflussende, Faktoren.

Daher sind Süßkraftwerte für die Praxis grundsätzlich nur als Orientierungswerte geeignet und müssen bei Rezepturänderung für jedes Getränk bzw. Lebensmittel eigens ermittelt werden.

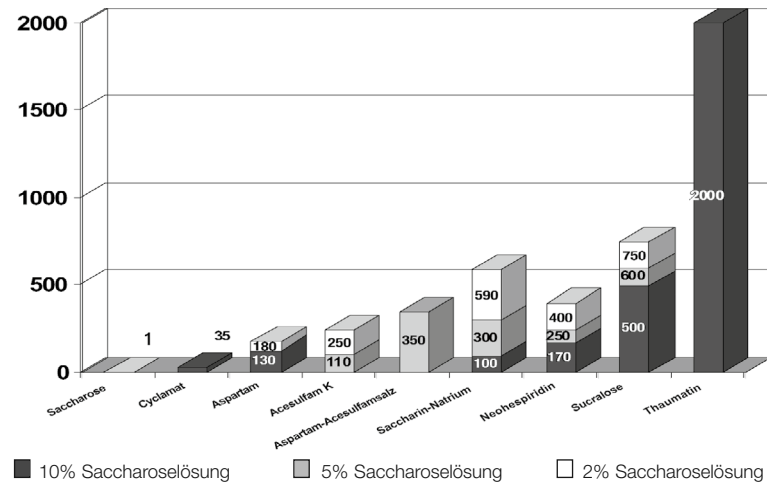
Orientierende Werte für die Süßkraft einiger Kohlenhydrate und Süßstoffe im Vergleich zu Saccharose sind in den folgenden Abbildungen 3 und 4 dargestellt.

Abb. 3: Orientierende Werte für die Süßkraft einiger Kohlenhydrate im Vergleich zu 10%iger wässriger Saccharoselösung bei 20°C (2)



* ohne Fructose ° hochfructosehaltig (mind. 42% i. Ts.)
 ** Maltitgehalt 75%
 *** Inversionsgrad ca. 67%

Abb. 4: Orientierende Werte für die Süßkraft einiger Süßstoffe im Vergleich zu verschiedenen konzentrierten wässrigen Saccharoselösungen (2,3,4)

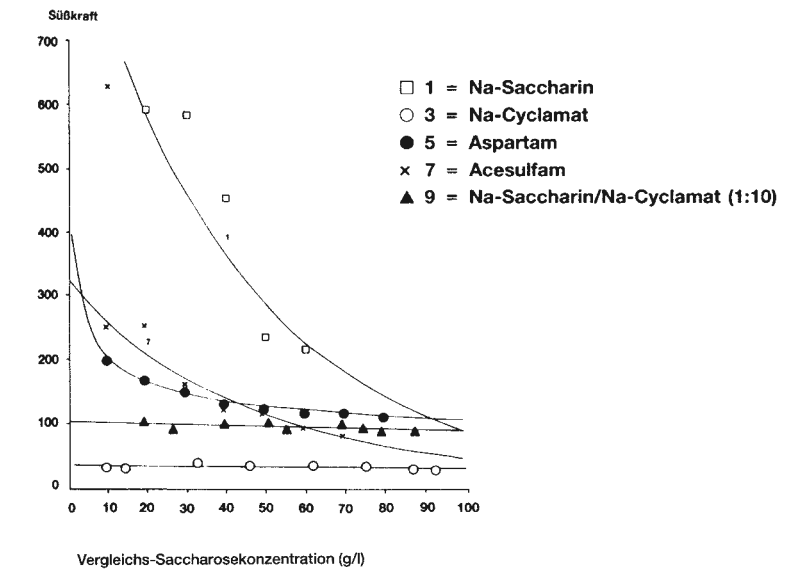


Wichtige Faktoren, von denen die Süßkraft abhängen kann, sind:

- Konzentration

Während die Süßkraft einiger Süßungsmittel mit steigender Konzentration praktisch gleich bleibt, zeigen z.B. einige Kohlenhydrate, wie Maltose und Laktose sowie die meisten Zuckeralkohole, eine leichte Zunahme der Süßkraft mit steigender Konzentration, einige Süßstoffe (siehe Abb. 5) eine starke Abnahme der Süßkraft mit steigender Konzentration.

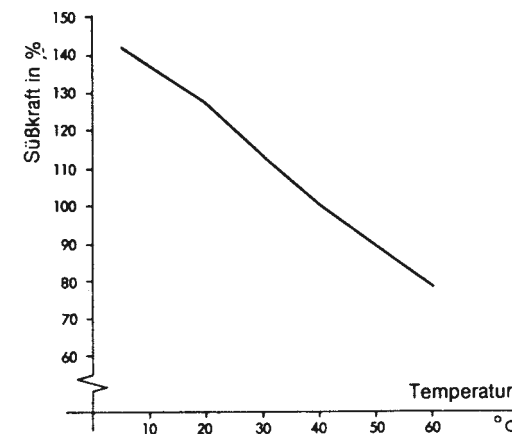
Abb. 5: Vergleich der Süßkraftveränderungen der wichtigsten Süßstofflösungen in Abhängigkeit von der Konzentration bei der Temperatur von 20°C (2)



- Temperatur

Insbesondere die Süßkraft der Fructose ist stark temperaturabhängig. Sie sinkt mit steigender Temperatur, wie Abb. 6 zeigt.

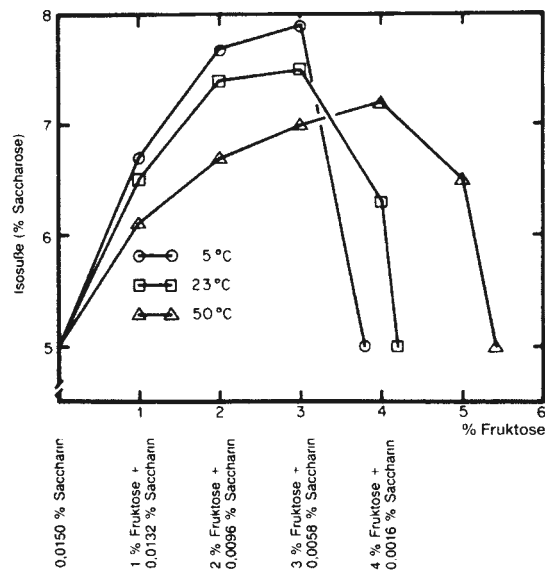
Abb. 6: Abhängigkeit der Süßkraft von Fructose in 10%iger wässriger Lösung von der Temperatur (3)



- Synergistische Wirkung

Darunter versteht man den Effekt, dass eine Mischung verschiedener Süßungsmittel eine höhere Süßkraft hat als die durch Addition der einzelnen anteilmäßigen Süßkraftwerte rechnerisch ermittelte. Diese Synergien treten vor allem bei Mischungen verschiedener Süßstoffe und bei Mischungen von Kohlenhydraten mit Süßstoffen (siehe z.B. Abb. 7) auf.

Abb. 7: Tatsächliche Süßkraft wässriger Lösungen von Fructose- Saccharin-Mischungen, ausgedrückt in % Saccharose (Isosüße), bei Einstellung der Lösungen auf die theoretische Süßkraft einer 5%igen Saccharoselösung bei 5, 23 und 50°C. Die Konzentrationsangaben für Saccharin gelten für 23°C (4)



- andere Lebensmittel

Die Süßkraft wird auch stark von der Matrix des zu süßenden Lebensmittels beeinflusst. So ist z.B. die Süßkraft von Fructose in Tee und in sauren Getränken geringer als in Trinkwasser (siehe Abb. 8 und 9)

Synergistische Wirkung

Abb. 8: Süßkraft von Fructose in Tee (nach (3))

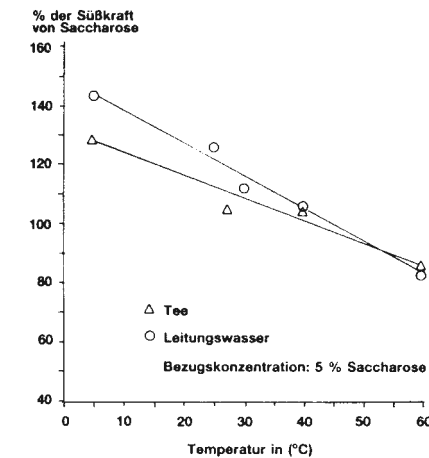
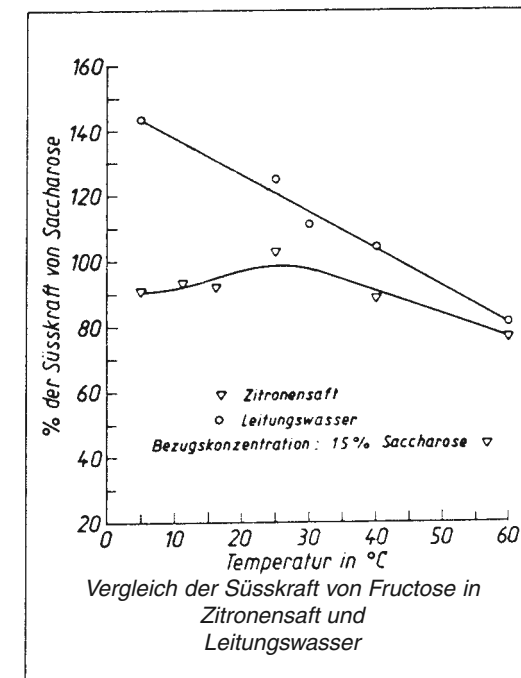


Abb. 9: Vergleich der Süßkraft von Fructose in Zitronensaft und Leitungswasser bei verschiedenen Temperaturen (nach 3)



Das Vorhandensein eines Stoffes ist erst ab einer gewissen Konzentration feststellbar (Schwellenwert). Für Saccharose liegt dieser Wert bei etwa 0,2% (wässrige Lösung, 20°C).

Oberhalb dieses Schwellenwertes ist eine Abweichung zu reinem Wasser erkennbar, ohne dass die Geschmacksqualität identifiziert werden kann. Dies ist ab der Wiedererkennungsschwelle möglich. Die Wiedererkennungsschwelle für Saccharose in wässriger Lösung liegt bei etwa 0,46%. Ab diesem Wert ist mit zunehmender Konzentration, nur bis zur Sättigungsschwelle, eine Zunahme der Süße festzustellen. Die Sättigungsschwelle für Saccharose in wässriger Lösung liegt bei etwa 12% (5).

Abhängig von anderen Inhaltsstoffen sind diese Schwellenwerte häufig stark nach oben hin verschoben.

Neben der Süßkraft ist die Geschmacksqualität der einzelnen Süßungsmittel entscheidend. So müssen sowohl Süßeigenschaften als auch Neben- / Fremdkomponenten berücksichtigt werden.

Schwellenwert

Wiedererkennungsschwelle

Sättigungsschwelle

Geschmacksqualität

GESCHMACKSQUALITÄT

Süßungseigenschaften

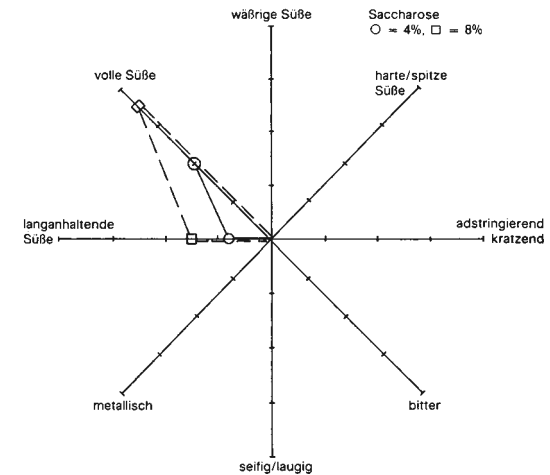
- volle Süße
- wässrige Süße
- spitze Süße
- langanhaltende Süße

Neben-/Fremdkomponenten

- adstringierend
- bitter
- seifig/laugig
- metallisch
- lakritzartig
- andere

Je nach Intensität und Auftreten dieser einzelnen Komponenten und Eigenschaften ergibt sich ein sehr unterschiedliches Geschmacksbild. Für eine durchschnittliche Saccharosekonzentration von 4% ergibt sich eine mittlere Intensität der vollen Süße, wobei die Süße nicht zu lange anhält, im oberen Konzentrationsbereich bei 8%, ist die Intensität der vollen Süße deutlich erhöht und hält auch länger an, ohne aufdringlich zu wirken. Saccharose hat daher das Idealprofil, mit dem die Geschmacksprofile anderer Süßungsmittel verglichen und eingeschätzt werden können.

Abbildung 10: Süßeprofil von Saccharose (2)



1.2.3 Kristalline Zucker

Zucker

Unter Zucker werden im allgemeinen Sprachgebrauch die aus Zuckerrüben oder Zuckerrohr gewonnenen Kristalle verstanden.

Der Begriff "Zucker" bezieht sich in diesem Kapitel ausschließlich auf Produkte mit der chemischen Bezeichnung "Saccharose" (engl. sucrose). Zum Sammelbegriff "Zucker" für süß schmeckende Zuckerarten etc. siehe Kapitel 1.2.1.

Die chemischen und physikalischen Eigenschaften von kristallinem Zucker aus Zuckerrohr und Zuckerrüben sind identisch. Es bestehen nur geringe Unterschiede (hauptsächlich bei braunen Zuckern) in der Art und Menge einzelner an der Zuckeroberfläche absorbierter Nichtzuckerstoffe.

Zuckergehalt

Zu den Pflanzen, die große Mengen Saccharose als Reservekohlenhydrat einlagern und daher hauptsächlich zur Zuckerproduktion eingesetzt werden, gehören das Zuckerrohr mit einem Zuckergehalt von 11-16% und die Zuckerrübe mit 14-20%.

Nur regionale oder als Spezialitäten mit bestimmten Geschmacksnoten begrenzte Bedeutung haben Zucker bzw. Sirupe aus Ahornbäumen, bestimmten Palmenarten, Datteln und Zuckerhirse.

1.2.3.1 Bildung von Saccharose durch Photosynthese

Zucker gehört zu den Kohlenhydraten, die durch Photosynthese in der Pflanze entstehen. Von allen Pflanzen der Erde werden laut Berechnungen im Laufe eines Jahres 150 Milliarden Tonnen Zucker (Saccharose) als Zwischenprodukt synthetisiert. Von dieser großen Menge werden für die menschliche Ernährung pro Jahr weltweit lediglich etwa 120 Millionen Tonnen Saccharose gewonnen, d.h. knapp 0,1%.

Die grüne Pflanze ist im Gegensatz zum Mensch in der Lage, aus anorganischen Bestandteilen organische Substanz aufzubauen. So entstehen aus Wasser und dem Kohlendioxid der Luft mit Hilfe der Sonnenenergie unter Mitwirkung des grünen Blattfarbstoffes (Chlorophyll) die lebensnotwendigen Kohlenhydrate.

Abb. 11: Zuckerrübe

Schematische Darstellung der Photosynthese

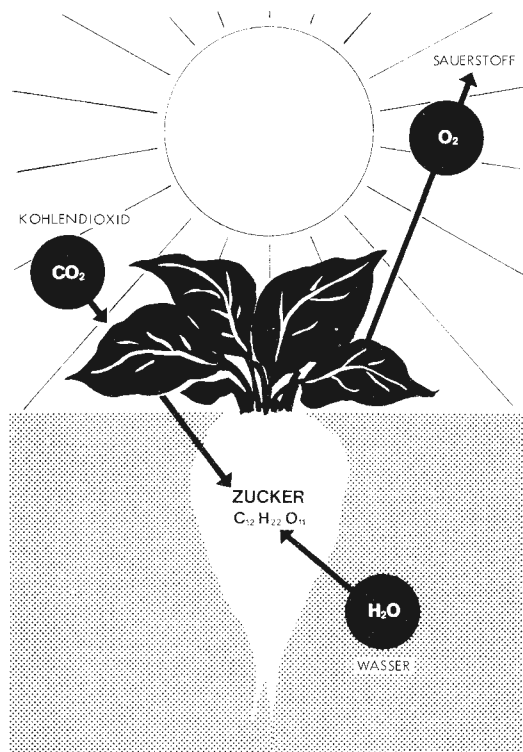
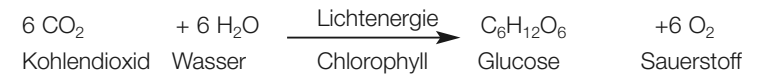


Photo-
synthese

Dabei entsteht als Nebenprodukt Sauerstoff, der an die Luft zurückgegeben wird. Diesen Vorgang nennt der Wissenschaftler "Photosynthese". Dabei werden die anorganischen Stoffe Wasser und Kohlendioxid in die organische Substanz Zucker umgewandelt. Die chemische Gleichung dafür lautet:



Die in den Blättern auf natürliche Weise gebildete Glucose wandert in alle anderen Pflanzenorgane und wird dort für das Wachstum genutzt oder als Energiereserve eingelagert. In der Zuckerrübe und im Zuckerrohr wird sie als Disaccharid (Zweifachzucker) Saccharose gespeichert. In den meisten anderen Pflanzen, z.B. in Kartoffeln oder Getreide, wird sie dagegen in eine langkettige Verbindung, in der viele Einfachzuckermoleküle miteinander verbunden sind, z.B. Stärke umgebildet.

Über die menschliche Ernährung schließt sich der Kreislauf der Natur. In den Körperzellen wird die Energie des Zuckers für alle wichtigen Lebensvorgänge genutzt. Dabei wird Sauerstoff aus der Atemluft aufgenommen und Wasser und Kohlendioxid, die Ausgangsstoffe des Zuckers, werden wieder an die Umwelt abgegeben.

1.2.3.2 Zuckergewinnung

Die Zuckerrübe ist eine zweijährige Pflanze. Im ersten Jahr bildet sie ihren Wurzelkörper, in dem der durch Photosynthese gebildete Zucker (Saccharose) gespeichert wird. Der Zuckergehalt schwankt je nach Wachstumsbedingungen zwischen 14 und 20% (zum Vergleich: Das Zuckerrohr hat einen Zuckergehalt von 11-16 %).

Aus dem geernteten Wurzelkörper, der Zuckerrübe, wird der zuckerhaltige Saft gewonnen. Die Rübenblätter finden vorzugsweise zur Tierfütterung Verwendung.

Die Zuckerrüben werden witterungsbedingt ab Mitte September bis Ende November gerodet und der Zuckerfabrik durch Straßenfahrzeuge oder Bahnwagen geliefert. Hier werden sie durch Abkippen oder mit Hilfe von Wasser entladen und nach kurzer Zwischenlagerung gewaschen und verarbeitet.

Das Schwemm- und Waschwasser wird nach Abtrennung der Rüben Erde wieder verwendet. Überschüssiges Wasser wird durch biologischen Abbau organischer Substanzen aufbereitet und in gereinigten Zustand in einen Vorfluter eingeleitet.

Saftgewinnung

Die gewaschenen Rüben werden in Schneidemaschinen geschnitzelt. Die Schnitzel gelangen in einen Wärmeaustauscher, in dem sie auf ca. 70°C erwärmt werden, um die Zellwände für den Zucker durchlässig zu machen. Anschließend löst man in Extraktionstürmen, die nach dem Gegenstromprinzip arbeiten, den Zucker mit heißem Wasser aus den Schnitzeln heraus.

Saftreinigung

Der durch Extraktion gewonnene Rohsaft enthält neben ca. 15% Zucker auch weitere natürliche Inhaltsstoffe der Rübe, die zum größten Teil bereits in der Saftreinigung abgetrennt werden. Zur Reinigung wird der Saft zunächst mit Kalkmilch versetzt, die in den Zuckerfabriken zusammen mit dem Kalkofengas (CO₂) durch Brennen von Kalk gewonnen wird. Durch Einleiten des beim Kalkbrennen entstehenden kohlenstoffhaltigen Kalkofengases wird der Kalk wieder ausgefällt und bindet dabei einen großen Teil der pflanzlichen Nichtzuckerstoffe. Dieser Niederschlag wird über Eindick- und Pressfilter abgetrennt und dient als Düngekalk (Carbokalk). Das Filtrat ist klar, hellgelb und wird als Dünnsaft bezeichnet.

Safteindickung und Energieerzeugung

Zur Zuckergewinnung ist Strom und Dampf (Kraft/ Wärme- Kopplung) erforderlich. Der Bedarf wird i. A. durch eigene Kraftwerke gedeckt. Mit dem in Hochdruckkesseln erzeugten Dampf werden Turbogeneratoren angetrieben, die Strom liefern. Der Turbinendampf dient als Prozessdampf zur Beheizung der Verdampfstation, in der Dünnsaft von 15 auf 70- 75% Trockensubstanzgehalt eingedickt wird. Um die eingesetzte Primärenergie in rationeller Weise zu nutzen, wird der beim Eindicken des Dünnsaftes entstehende Wasserdampf für die Saftanwärmung und die Kristallisation verwendet. Der Dicksaft ist hochviskos, zähfließend, klar und goldgelb

Kristallisation

Die Eindickung des aus Dünnsaft erzeugten Dicksafts wird in dampfbeheizten Kristallisationsapparaten bei Unterdruck und entsprechend niedriger Temperatur (70- 75°C) bis zur Kristallisation fortgesetzt. Durch diese schonende Behandlung wird eine Verfärbung des Zuckers verhindert. Wenn die Zuckerkristalle eine bestimmte Größe erreicht haben, wird die Kochmasse (ein Gemisch von Zuckerkristallen und umgebenden Muttersirup) zur Abkühlung und weiteren Kristallisation in Maischen gelassen. In Zentrifugen erfolgt die Trennung des Sirups von den Zuckerkristallen. Der gewonnene Weißzucker wird getrocknet und nach Absiebung von Fein- und Grobanteilen in Großsilos gelagert.

Der abgetrennte Sirup wird noch zwei weiteren Kristallisationsstufen (Roh- und Nachprodukt) unterzogen, die anfallenden Produkte aufgelöst und

Saft-
gewinnung

Melasse

erneut kristallisiert. Als Sirup der letzten Kristallisationsstufe fällt Melasse an, die den nicht auskristallisierbaren Zucker und die aus der Zuckerrübe stammenden Nichtzuckerstoffe enthält. Sie wird vorwiegend zur Herstellung von Hefe, Alkohol und – durch Antrocknung an extrahierte, abgepresste Schnitzel – als Futtermittel (Melasseschnitzel) verwendet.

Außerdem können aus Melasse fermentativ Milchsäure, Zitronen- und Glutaminsäure für die Lebensmittelherstellung und die pharmazeutische Industrie gewonnen werden.

Rohsaft

Raffinade

Durch Auflösen von kristallisiertem Zucker, Filtrieren der Lösung und erneuter Kristallisation entsteht Raffinade von besonders hoher Reinheit. Diese hohe Reinheit wird dadurch erreicht, dass Zucker in reiner Form kristallisiert und die Nichtzuckerstoffe im Sirup verbleiben.

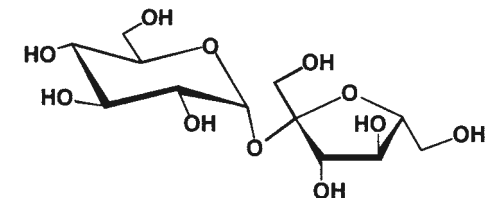
Carbokalk
Dünnsaft

1.2.3.3 Struktur der Saccharose

Saccharose ist chemisch gesehen ein Disaccharid, d.h. in einem Molekül sind D-Glucose und D-Fructose miteinander verknüpft. Wird die Sauerstoffbrücke, chemisch als glycosidische Bindung bezeichnet, durch Einwirken von Säure oder Enzymen gespalten, so entsteht "Invertzucker", ein Gemisch aus gleichen Teilen Trauben- und Fruchtzucker. Der Name „Invertzucker“ kommt dadurch zustande, dass sich bei der Reaktion das Vorzeichen des Drehwertes der Lösung ändert, d.h. die Polarisationssebene von linear polarisiertem Licht wird in die andere Richtung gedreht.

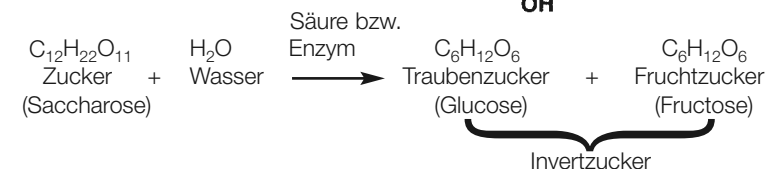
Strukturformel

Abb.12: Strukturformel der Saccharose



Dicksaft

Inversion



Zucker-
kristalle

1.2.3.4 Sensorische Merkmale

Aussehen: weiße, farblose Kristalle
Geruch: geruchlos, evtl. leicht produkttypisch
Geschmack: süß, rein. Neutral, rel. Süßkraft 100%
(Standard für die Süßkraft anderer Stoffe)

1.2.3.5 Physikalisch-technische Kennzahlen

Molekulargewicht von Saccharose: 342,32
Kristalldichte (bei 15°C): 1,59 g/cm³
spez. Volumen, Kristall (15°C): 0,63 cm³/g
Lösungswärme (25°): 18,1 J/g

Zur spezifischen Oberfläche, Schüttgewicht und Teilchenanzahl siehe folgende Tabelle.

Zuckersorte	Korngrößenbereich für 90 Gew.-% des Zuckers	Schütt-dichte* (kg/m³)	Stampf-dichte** (kg/m³)	Spezifische Oberfläche (m²/kg)	Teilchen-anzahl in 100 g
G(grob)	1,0–1,60	822	987	3	35 · 10³
M(mittel)	0,5–1,25	864	987	5	293 · 10³
F(fein 1)	0,2–0,75	887	987	11	8 · 10⁶
FS(fein 2)	0,2–0,50	894	987	13	5 · 10⁶
FF(fein 3)	0,1–0,35	902	987	22	57 · 10⁶
P(Puder)	80% < 0,1 mm	565	830	109	19 · 10⁹

*) mit 250 ml Meßzylinder (DIN 53 912)

**) nach DIN 53 194

Schmelzbereich: 185- 189°C (je nach Reinheit, unter Verfärbung, abhängig von Messbedingungen)

Durch Erhitzen über den Schmelzpunkt hinaus entstehen Zuckerschmelzen, die je nach Temperatur goldgelb bis intensiv braun gefärbt sind. Der so gewonnene Karamellzucker findet wegen seines typischen Geschmacks Verwendung in Getränken, Süßwaren und anderen Lebensmitteln.

Durch Zugabe bestimmter Brennzusätze zur Zuckerschmelze wird aus dem Lebensmittel Karamellzucker der Zusatzstoff bzw. Farbstoff "Zuckerulör" (E 150).

Karamellzucker und Zuckerulör werden vorwiegend in flüssiger Form als Sirup eingesetzt. Es sind jedoch auch Trockenprodukte lieferbar.

1.2.3.6 Kristallgrößen

Bei der Zuckergewinnung erhält man in Abhängigkeit von Kristallisationsbedingungen Zuckerkristalle von feiner bis grober Körnung. Mit Hilfe von Vibrationssichtern wird der Zucker in verschiedene Standard-Kristallgrößenbereiche abseibt.

Für die Einteilung der Zuckersorten nach Kristallgrößen bestehen keine gesetzlichen Vorschriften. Von Südzucker werden unter Berücksichtigung der unterschiedlichsten Anwendungsbereiche folgende Kristallgrößenbereiche angeboten.

Kristalldichte

Spezifische Oberfläche, Schüttgewicht

Zuckerarten-verordnung

Schmelz-bereich

Qualitäts-kriterien

Karamell-zucker

Zuckerulör

Kristallgrößen

Tab. 1: Korngrößenstandards für kristalline Zuckersorten bei Südzucker

	Sorte	Symbol	Kristallgröße
Kristallgrößenbereich für mind. 90 Gew.% des Zuckers	grob	G	1,00 - 1,60 mm
	mittel	M	0,50 - 1,25 mm
	fein	F	0,20 - 0,75 mm
	fein F	FS	0,20 - 0,50 mm
	fein S	FF	0,10 - 0,35 mm
	Puder	P	mind. 80% < 100µm

1.2.3.7 Chemisch- analytische Merkmale

Qualitätskriterien kristalliner Zuckerarten

Die Begriffsbestimmungen und Beschaffenheitsvorschriften für Zucker sind in der Zuckerartenverordnung bzw. in der Zuckermarktordnung festgelegt.

Hinsichtlich der Qualität werden die kristallinen Zuckerarten Raffinade (EU-Kategorie 1) und Weißzucker (EU-Kategorie 2 oder Grundsorte) unterschieden. Schlechtere Qualitäten (EU-Kategorie 3 oder 4) werden in Deutschland nicht gehandelt. Raffinade (siehe auch Schema Zuckergewinnung) ist der hochwertigere Zucker, der sich durch eine höhere Reinheit auszeichnet und daher bevorzugt für die Herstellung von alkoholfreien Erfrischungsgetränken eingesetzt wird. Weißzucker hat einen höheren Restanteil an oberflächenaktiven Substanzen (u. a. Saponine) als Raffinade und kann daher bei der Verwendung zu Flockung, Opaleszenz und unruhiger Füllung führen.

In Tabelle 2 werden die Qualitätskriterien für Raffinade und Weißzucker gegenübergestellt.

Tab. 2: Qualitätskriterien kristalliner Zuckerarten

Messgröße	Einheit	Raffinade (EU-Kategorie I)		Weißzucker (EU-Kategorie II)*	
		Grenzwerte der		Grenzwerte der	
		Zucker-arten-verordnung	Zucker-markt-ordnung (ZMO)	Zucker-arten-verordnung	Zucker-markt-ordnung (ZMO)
Farbtype	Punkte	max. 4	max. 4	max. 9	max. 9
Farbe in Lösung	Punkte	max. 3	max. 3	-	max. 6
Aschegehalt	Punkte	max. 6	max. 6	-	max. 15
Gesamtpunktzahl	Punkte	max. 8	max. 8	-	max. 22
Polarisation	°Z	min. 99,7	min. 99,7	min. 99,7	min. 99,7
Invertzucker-gehalt	%	max. 0,04	max. 0,04	max. 0,04	max. 0,04
Feuchtigkeit	%	max. 0,06	max. 0,06	max. 0,06	max. 0,06

Bei beiden Sorten handelt es sich um "gereinigte und kristallisierte Saccharose von einwandfreier und handelsüblicher Qualität".

Grundsätzlich unterscheiden sich beide Sorten durch 3 Merkmale:

- Farbtype: Die Farbtype gibt den Eindruck von Zucker auf das menschliche Auge wieder.
- Farbe in Lösung: Die Farbe in Lösung wird durch eine photometrische Extinktionsmessung einer 50%igen Zuckerlösung ermittelt.
- Aschegehalt: Hierbei wird die elektrische Leitfähigkeit der Weißzuckerlösung ermittelt und dadurch der Gehalt an löslicher Asche ermittelt.

Die dabei ermittelten analytischen Werte werden in Punktzahlen umgerechnet. Dabei sind:

Farbtype: 1 Punkt = 0,5 Einheiten
 Farbe in Lösung: 1 Punkt = 7,5 ICUMSA*-Einheiten
 Asche: 1 Punkt = 0,0018 % Asche

* ICUMSA = International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis

Neben den bereits erwähnten Zuckerarten Raffinade und Weißzucker gibt es eine Reihe von weiteren kristallinen Zuckersorten wie z.B. Hagelzucker, Würfelzucker, Gelierzucker, braune Zucker, Compri-Zucker (direkt verpressbarer Zucker), Kandiszucker, die aber zur industriellen Herstellung von Getränken keine Rolle spielen und auf die hier daher nicht näher eingegangen wird. Nähere Informationen erhalten Sie z.B. unter www.suedzucker.de oder über die Anwendungstechnische Beratung der Südzucker AG (siehe Vorwort).

Wassergehalt, Sorptionsisotherme

Zucker kristallisiert ohne Kristallwasser aus und enthält bei einer Oberflächenfeuchte von 0,02 – 0,04% einen Gesamtwassergehalt von ca. 0,05 %. Unter dem Wassergehalt wird die gesamte in einem Produkt vorhandene Feuchtigkeit verstanden. Er wird durch Karl-Fische-Titration von vollständig aufgelöstem Zucker ermittelt. Die Oberflächenfeuchte dagegen wird durch Messung des Gewichtsverlustes einer Substanz bei definierten Trocknungsbedingungen ermittelt. Beide werden in Prozent des feuchten Produktes ausgedrückt.

Die Wasseraktivität ist ein Maß für die Beweglichkeit von in einem Produkt „frei verfügbaren“ Wassers. Als Messgröße dient der a_w -Wert, der das Verhältnis des Wasserdampf-Partial-Druckes über dem Messgut (p) zum Wasserdampf-Partial- Druck von reinem Wasser (p_0) ausgedrückt.

Die Wasseraktivität entspricht damit zahlenmäßig der Gleichgewichtsfeuchte (GF), die als relative Luftfeuchte bezeichnet wird. Bei der

Farbtype

Farbe in
Lösung
Aschegehalt

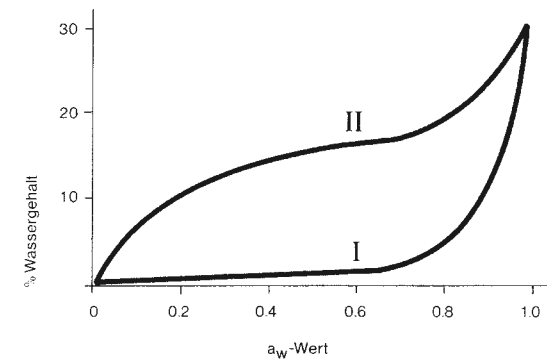
Sorptions-
isotherme

Gleichgewichtsfeuchte nimmt ein Lebensmittel weder Wasser auf noch gibt es Wasser ab.

Der a_w -Wert wird als Bruchteil von 1 angegeben; die Gleichgewichtsfeuchte in Prozent. In reinem Wasser beträgt der a_w -Wert 1, in einer absolut trockenen Substanz (ohne Restfeuchte) liegt der Wert bei 0.

Der Zusammenhang zwischen Wassergehalt und Wasseraktivität kann graphisch in einer Kurve dargestellt werden, die als Sorptionsisotherme bezeichnet wird (Abb. 13)

Abb.13: Zusammenhang zwischen Wassergehalt und Wasseraktivität, Sorptionsisotherme.



Wassergehalt

Wasseraktivität

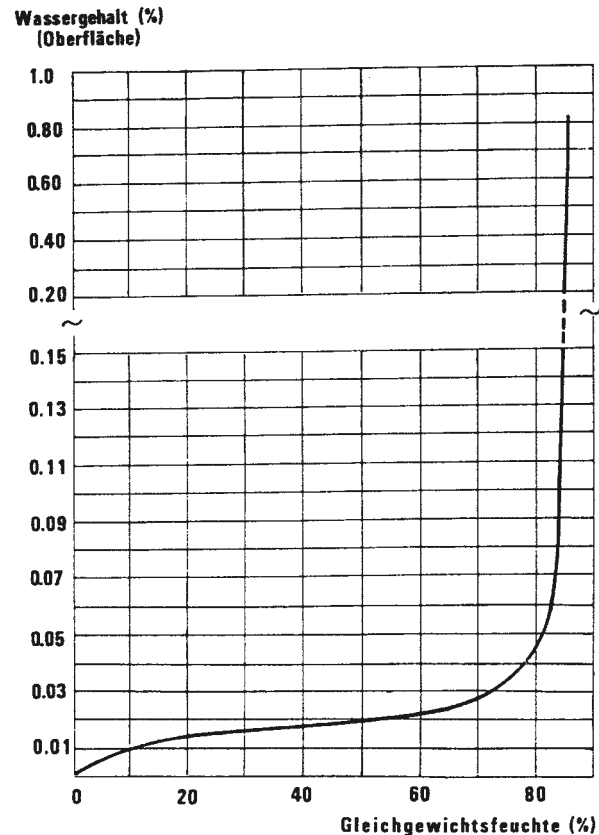
Lagerfähigkeit
des Zuckers

In Abbildung 13 deutet die Kurve 1 auf ein nichthygroskopisches, die Kurve 2 auf ein hygroskopisches Produkt hin. Bei gleichem Wassergehalt besitzt das Produkt 1 durchweg eine höhere Wasseraktivität als das hygroskopische Produkt 2. Aus der Sorptionsisotherme eines Produktes kann auf Feuchtigkeitsveränderungen infolge unterschiedlicher relativer Luftfeuchte und damit auf die Lagerfähigkeit geschlossen werden.

Zucker verhält sich nur schwach hygroskopisch.

Die Sorptionsisothermen für verschiedene Zuckersorten zeigen eine gewisse Abhängigkeit vom Aschegehalt und der Korngrößenverteilung und damit der Oberfläche des Zuckers. Der Sorptionstherme in Abbildung 14 ist zu entnehmen, dass eine einwandfreie Lagerfähigkeit des Zuckers bei einer Gleichgewichtsfeuchte zwischen 20 und 60% bei 20°C gewährleistet ist.

Abb. 14: Sorptionsisotherme für kristalline Saccharose bei 20°C (2)



Für die Haltbarkeit von Lebensmitteln ist weniger der Wassergehalt als vielmehr die Wasseraktivität von Bedeutung, da mikrobiologische Verderbsercheinungen wie Hefe- und Schimmelwachstum nur in Gegenwart von freiem Wasser auftreten können. Die untere Grenze für die Wasseraktivität, die noch ein Wachstum von Mikroorganismen ermöglicht, ist aus Tabelle 3 zu ersehen.

Wasseraktivität

Wachstums-
grenze für
Mikro-
organismen

Tab. 3: Untere Wachstumsgrenze für Mikroorganismen (11)

Mikroorganismen	a_w - Wert
lebensmittelvergiftende Bakterien	0,94
Bakterien allgemein	0,90
Hefen allgemein	0,88
Schimmelpilze (Penicillium)	0,85
Schimmelpilze (Aspergillus)	0,75
osmophile Hefen	0,60

Unterhalb der angeführten a_w -Werte ist das absorbierte Wasser zu fest gebunden. Die genannten Mikroorganismen können sich nicht weiter entwickeln und folglich auch keinen Verderb hervorrufen.

Eine Verzögerung des Verderbs lässt sich durch Verminderung der Wasseraktivität erzielen. Konservierungsverfahren wie Trocknen, Zuckern und Salzen führen zu einer Herabsetzung der Wasseraktivität und fördern damit die Haltbarkeit.

Die Senkung der Wasseraktivität unter den kritischen a_w -Wert von 0,75 lässt sich in Lebensmitteln mit höherem TS-Gehalt durch Auswahl der richtigen Zuckerart und Erhöhung des Zuckereinsatzes erzielen (siehe Tab. 4).

Tab. 4 : Wasseraktivität verschiedener Lösungen bei 20°C (12)

	a_w -Wert	Konzentration (%)
Glucoselösung	0,92	47
Glukosesirup 38 DE	0,89	80
Flüssigzucker	0,86 - 0,89	66,5
Invertzuckersirup (Inversionsgrad ca. 67 %)	0,74 - 0,75	72,7
Fruchtzuckersirup	0,63	78,8
Sorbitlösung	0,3 - 0,32	76 - 78

Zucker in kristalliner Form hat eine in mikrobiologischer Hinsicht problemlose Haltbarkeit.

Konzentrierte wässrige Lösungen von Zuckerarten mit einer verminderten Wasseraktivität besitzen einen hohen osmotischen Druck, der zu einem Wasserentzug aus Mikroorganismenzellen führt.

Osmotischen
Druck

In Tabelle 5 sind Werte für den osmotischen Druck einiger Zuckerarten aufgeführt.

Tab. 5: Osmotischer Druck von Zuckerarten bei 10°C (13)

Zuckerart	osmotischer Druck von 100 g/l H ₂ O in bar
Saccharose	7
Saccharose/Invertzucker 1:1	10
Invertzucker	13
Glucose (Dextrose)	13
Fructose	13
Glukosesirup 49 DE	9
Glukosesirup 33 DE	5,5

Die Konservierende Wirkung der verschiedenen Zuckerarten, bei gleichem Trockensubstanzgehalt, nimmt aufgrund des osmotischen Drucks von Fructose und Invertzucker über Saccharose zu Glukosesirup mit niedrigem DE-Wert ab.

Steht die mikrobiologische Stabilität bzw. Haltbarkeit eines Produktes im Vordergrund, sollte Invertzucker mit höherem osmotischen Druck eingesetzt werden.

Maillard-Reaktion

Während reine Saccharose keine reduzierenden Eigenschaften besitzt und bis zum Schmelzpunkt eine relativ stabile Verbindung darstellt, verhalten sich Glucose und Fructose bei Hitzeeinwirkung labiler. Wegen ihrer reduzierenden Eigenschaften reagieren sie mit Aminosäuren in der so genannten "Maillard-Reaktion" unter Bildung von nicht-enzymatischen Bräunungsprodukten (Melanoide genannt). In Milchprodukten und alkoholfreien Erfrischungsgetränken wird eine solche Verfärbung in der Regel als nachteilig empfunden.

1.2.3.8 Mikrobiologische Merkmale

Zucker gilt weltweit als eines der keimärmsten Grundnahrungsmittel. Aus diesem Grund hielten es die Organe der Internationalen Organisationen "WHO/ FAO" (World Health Organization/Food and Agriculture Organization) bisher nicht für erforderlich, die Frage eines mikrobiologischen Standards für Zucker zu diskutieren. Auch die ICUMSA (International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis), ein weltweit angesehenes Gremium, das sich um die Vereinheitlichung von Methoden der Zuckeruntersuchung erfolgreich bemüht, hat bisher nur eine Vereinheitlichung der Bestimmungsmethoden angestrebt. In einzelnen Staaten wurden in Zusammenarbeit von Verbrauchern und Herstellern für die Praxis Standards erstellt, die jedoch nur gutachtlichen und keinen lebensmittelrechtlichen Charakter besitzen.

Mikrobiologischer Standard für Zucker

Einen internationalen mikrobiologischen Standard für Zucker gibt es nicht. Auch gibt es in Deutschland keine allgemeingültigen Richtlinien für die mikrobielle Qualität von Zucker.

In Tabelle 6 ist der mikrobiologische Standard von SÜDZUCKER für kristalline und flüssige Zucker wiedergegeben, der sich seit Jahren bewährt hat. Er umfasst die Keimgruppen, auf die untersucht wird, die verwendeten Untersuchungsmethoden und die mikrobiologischen Anforderungen bezüglich der einzelnen Keimgruppen. Diese Anforderungen sind bei kristallinen Zuckern auf 10 bzw. 25 g und bei flüssigen Zuckern auf 15 bzw. 35 g Produkt bezogen und damit bei beiden Produktgruppen auf etwa die gleichen Mengen an Trockensubstanz. In den Fällen, wo entsprechende Methoden der ICUMSA existieren, werden diese Methoden eingesetzt.

Seit Jahrzehnten wird der in Süddeutschland hergestellte Zucker regelmäßig auf seine mikrobiologische Beschaffenheit untersucht. Aus den Untersuchungsergebnissen geht hervor, dass die tatsächlichen Keimzahlen, insbesondere bei flüssigen Zuckern, wesentlich unter den Grenzwerten liegen.

Hinweise zu den Methoden findet man in Kapitel 3.2, Seite 30ff.

Tab. 6: Mikrobiologische Merkmale (SÜDZUCKER – Standard)

	koloniebildende Einheiten*	von SÜDZUCKER angewandte Methode
Mesophile aerobe Keime	max. 150/10 g	ICUMSA ⁽¹⁾
Coliforme	neg./25 g	Colichrom - NKS - Membranfiltration, 37° C
E. coli	neg./25 g	
Hefen	max. 10/10 g	ICUMSA ⁽¹⁾
Schimmel	max. 10/10 g	ICUMSA ⁽¹⁾
thermophile Sporenbildner	max. 100/10 g	ICUMSA ⁽¹⁾
mesophile Schleimbildner	max. 150/10 g	ICUMSA ⁽¹⁾

* Bei flüssigen Zuckern werden statt 10g 25 g und statt 25 g 35 g eingewogen
(1) ICUMSA = International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis

1.2.3.9 Lieferformen

Kristalline Zucker werden für den gewerblichen Bereich in Papiertüten mit einem Handelsgewicht von 25 und 50 kg oder in Big-Bags mit 500-1000 kg geliefert. Bei Bedarf größerer Mengen können die meisten Sorten auch lose in Silofahrzeugen und Behälterwaggons der Bahn geliefert werden.

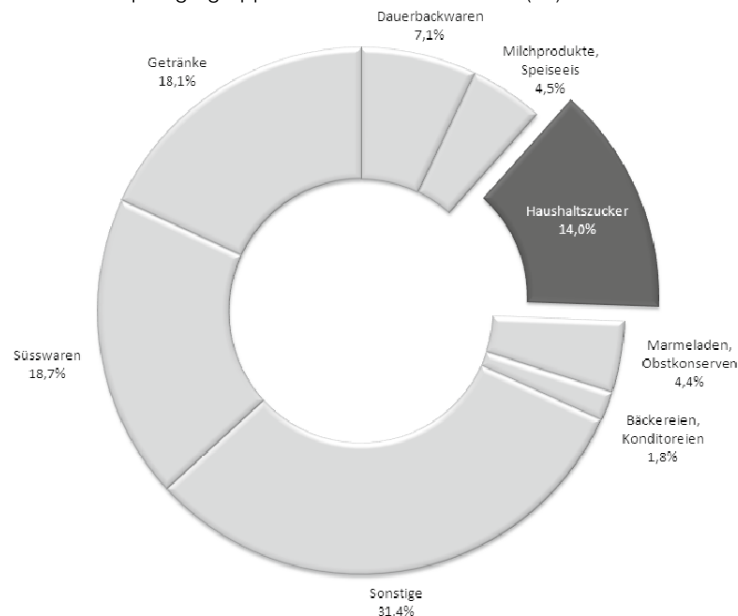
1.2.3.10 Zucker in der Ernährung

Die Saccharose, der Zucker, ist bei uns in Deutschland wie auch in Europa das traditionelle Süßungsmittel für Speisen und Getränke. Die gute Bekömmlichkeit, der reine Süßgeschmack und die natürliche Herkunft zeichnen den Zucker aus, der in der Ernährung des Menschen nach Stärke das bedeutendste Kohlenhydrat ist. Saccharose kommt von Natur aus in Obst und Gemüse und in Zuckerrüben bzw. in Zuckerrohr vor. In Europa wird nur die Zuckerrübe, nicht dagegen Zuckerrohr, angebaut.

Zuckerverbrauch in Deutschland

Der durchschnittliche Zuckerabsatz pro Person und Jahr wird auf Basis von Agrarstatistiken berechnet. In Deutschland hat sich der durchschnittliche Zuckerabsatz seit den 70er Jahren des letzten Jahrhunderts auf etwa 34 kg pro Kopf und Jahr eingependelt. Von dem Zucker, der als Lebensmittel vermarktet wird, läuft längst nicht alles in den Lebensmittelbereich; Zucker wird zum Teil auch zu technischen Zwecken eingesetzt. Daher überschätzen Absatzstatistiken die konsumierte Menge. Nur ca. 14 % des Zuckerabsatzes entfallen auf die Haushalte, der größte Teil erreicht den Konsumenten über verarbeitete Erzeugnisse (Süßwaren, Backwaren, Obstkonserven, Konfitüren, Erfrischungsgetränke, Speiseeis usw.). Der durchschnittliche Saccharosekonsum liegt bei etwa 27 kg pro Person und Jahr. (14). Siehe auch Abb. 15.

Abb. 15: Empfängergruppen für Zucker 2008/2009 (15)



Zucker in der Ernährung

Energie-lieferant

Zuckerabsatz

Leistungs-fähigkeit

Empfängergruppen

Gesund-heitliche Bewertung

Ernährungs-empfehlungen

Kohlenhydrate und Zucker – Energielieferanten

Zucker (Saccharose) ist in der Ernährung des Menschen nach der Stärke das mengenmäßig bedeutsamste Kohlenhydrat. Die wesentliche Funktion der Kohlenhydrate – und damit auch des Zuckers – in der Ernährung ist die Bereitstellung von Energie. Zucker ist auch „Nervennahrung“. Das bestätigen z. B. die positiven Wirkungen von Saccharose auf die Konzentrationsfähigkeit z. B. beim Autofahren, die in Experimenten festgestellt wurden. Saccharose verbessert die zerebralen Funktionen und die damit einhergehende Konzentrationsfähigkeit.

Andere Studien an Erwachsenen und Kindern ergaben, dass nach Konsum von zuckerhaltigen Süßigkeiten und Getränken, sowie nach einer kohlenhydrathaltigen Mahlzeit oder einer süßen Zwischenmahlzeit die geistige Leistungsfähigkeit kurzfristig verbessert war. Dies äußerte sich in einer besseren Merkfähigkeit, erhöhten Aufmerksamkeit und kürzeren Reaktionszeiten.

Die Beurteilung von zuckerhaltigen Erfrischungsgetränken ist aus sportmedizinischer Sicht positiv, da sie eine schnelle Rehydrierung während oder nach sportlicher Anstrengung ermöglichen.

Zur gesundheitlichen Bewertung des Zuckers

Zucker ist, wie im Übrigen alle anderen Lebensmittel und Nährstoffe auch, Gegenstand vieler Untersuchungen über seine Bedeutung für die Ernährung. Saccharose hat seit 1982 den sogenannten „GRAS-Status“ – „generally recognized as safe (GRAS)“ der FDA (Food and Drug Administration, USA), die den Zucker somit als sichere Lebensmittelzutat einstuft.

Immer wieder haben sich seither Expertengremien mit der gesundheitlichen Bewertung des Zuckers in der Ernährung befasst und zahlreiche Fehlmeinungen über den Zucker ausgeräumt. Sie kamen zu dem Fazit, dass Zucker kein kausaler Faktor bei der Entstehung von diversen Zivilisationskrankheiten (bzw. sog. ernährungsmitbedingter Krankheiten) wie beispielsweise Übergewicht, Herz-Kreislaufkrankheiten, Diabetes und Bluthochdruck, abgesehen von Zahnkaries, ist.

Ernährungsempfehlungen zu Zucker

In der Ernährungspolitik wird von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) dennoch eine Begrenzung des Verzehrs von zugesetztem Zucker auf maximal 10 Prozent der Energiezufuhr bei einer insgesamt kohlenhydratreichen Ernährungsweise propagiert. Begründet wurde dieser Wert mit dem Argument, Übergewicht und den damit einhergehenden chronischen Krankheiten vorzubeugen.

Diverse Experten-Gremien haben sich mit dieser Frage auseinandergesetzt und kamen zu dem Fazit, dass ein solcher Wert wissenschaftlich nicht

begründbar ist. Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) bestätigte im Jahr 2010 in ihrer „Stellungnahme zu den Referenzwerten für die Kohlenhydrat- und Ballaststoffzufuhr“ (16), die sie im Auftrag der EU-Kommission erstellt hat, erneut, dass ein solcher Grenzwert für Zucker wissenschaftlich nicht begründbar ist, und zwar weder für zugesetzten Zucker noch für die Summe aller Zuckerarten. Die EFSA empfiehlt insgesamt eine kohlenhydratreiche Ernährung, wobei die Kohlenhydrate einen Anteil von 45 bis 60 % des Energiebedarfs ausmachen sollen.

Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) steht mit ihrer Empfehlung für eine hohe Kohlenhydratzufuhr von mehr als 50 % des Energiebedarfs mit der Empfehlung der EFSA im Einklang. Die DGE empfiehlt eine moderate Aufnahme von Zucker.

Zahngesundheit in Deutschland

Verschiedene Faktoren spielen bei der Entstehung von Karies eine Rolle. Mundbakterien bilden auf der Zahnoberfläche einen Zahnbelag, die sog. Plaque aus. Die Bakterien des Zahnbelags verwenden leicht vergärbare Kohlenhydrate (Zucker, Stärke) als ihre Nährstoffe und bilden daraus Säuren, die den harten Zahnschmelz angreifen, d.h. demineralisieren. Puffersubstanzen im Speichel können den Säureangriff auf die Zähne abmildern. Mineralstoffe (Calcium, Phosphat, Fluorid) im Speichel können der Demineralisation der Zähne entgegenwirken, was Remineralisation genannt wird. Fluorid fördert die Remineralisation der Zähne.

Karies

Abbildung 17: Die multifaktoriellen Ursachen der Karies (17,18)



Alle kohlenhydrathaltigen Lebensmittel sind bei schlechter Mundhygiene potentiell kariogen. Dabei ist die Verzehrhäufigkeit von vergärbaren Kohlenhydraten für die Kariesentwicklung von größerer Bedeutung als die verzehrte Menge. Dem Speichel kommt aufgrund seines Gehalts an Mineralstoffen und Puffersubstanzen eine wichtige Schutzfunktion für die Zahngesundheit zu.

Als eine der wirkungsvollsten Maßnahmen zur Kariesvorbeugung hat sich die regelmäßige Mundhygiene unter Verwendung von Zahnpflegemitteln mit mineralisationsfördernden Zusätzen, vor allem Fluorid erwiesen.

Die Zahnkaries kann nicht allein dem Zucker zugeschrieben werden, sondern allen Kohlenhydraten, wie sie in Honig, Obst, Brot, Kartoffeln, Teigwaren und Reis enthalten sind. Die Bakterien des Zahnbelags fermentieren nicht nur Zucker, sondern auch Abbauprodukte der Stärke zu Säuren. Für das Kariesrisiko sind deshalb Mundhygiene und die Verzehrhäufigkeit von größerer Bedeutung als die verzehrte Nahrungsmenge.

Die Zahngesundheit in Deutschland und Europa hat sich in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich verbessert. Dies geht aus dem Bericht der Weltgesundheitsorganisation (2003) über die weltweite Mundgesundheit bei den 12-jährigen Kindern hervor. In Deutschland haben heutzutage nach den Erhebungen der Vierten Deutschen Mundgesundheitsstudie von 2005 (DMS IV) die 12-Jährigen durchschnittlich nicht mehr als einen kranken Zahn (DMF-T: 0,7), während in den achtziger Jahren im Durchschnitt 7 Zähne kariös waren. Siebzig Prozent der 12-jährigen Kinder und 46 % der Jugendlichen haben heutzutage ein völlig gesundes Gebiss. In diesem Zeitraum des Kariesrückgangs blieb der durchschnittliche Zuckerkonsum pro Person und Jahr in Deutschland praktisch unverändert. Zu dieser positiven Entwicklung der Zahngesundheit in der jungen Generation haben die verbesserten individuellen Mundhygienegewohnheiten sowie die Prophylaxe-Maßnahmen unter Verwendung fluoridhaltiger Zahnpflegemittel beigetragen.

Diabetes mellitus: „Zuckerkrankheit“

Diabetes mellitus: „Zuckerkrankheit“

Der im Volksmund übliche Begriff „Zuckerkrankheit“ wurde von dem Krankheitsphänomen „überhöhter Blutglukosespiegel“ abgeleitet. Die Krankheit ist jedoch nicht auf den Konsum von Zucker – wie der Name fälschlicherweise suggeriert – zurückzuführen. Diabetes mellitus Typ 1 entsteht aufgrund eines Hormonmangels. Das körpereigene Hormon Insulin, das zur Blutzuckerregulation gebraucht wird, fehlt. Typ 2 Diabetes entwickelt sich meist in Folge von Übergewicht, der Körper reagiert nicht mehr auf das Hormon Insulin. Durch Gewichtsreduktion und Bewegung lässt sich eine bestehende Insulinresistenz günstig beeinflussen.

Saccharose und saccharosehaltige Lebensmittel sind jahrelang in ihrer

Wirkung auf den Blutzucker überschätzt worden, denn Saccharose hat eine viel geringere Wirkung auf den postprandialen Blutglukosespiegel als reine Glukose und viele komplexe Kohlenhydrate. Das Saccharoseverbot für Diabetiker wurde von den Diabetesfachgesellschaften (in Deutschland, Europa und den USA) aufgehoben. Inzwischen wurde die deutsche Diätverordnung an diese wissenschaftlichen Erkenntnisse angepasst und die bisherige Regelung für Diabetikerlebensmittel, die auf der Vermeidung von Saccharose, d.h. auf dem Zuckeraustausch basierte, im Jahr 2010 ersatzlos gestrichen.

Übergewicht und Fettsucht – ein gesellschaftliches Problem

Die Ursachen der Übergewichts- und Adipositasproblematik in unserer Gesellschaft sind äußerst vielschichtig. Genetik, Ernährung, Bewegung, sozioökonomische Faktoren sowie Einflüsse in der frühen Kindheit oder sogar vor der Geburt zählen zu den Risikofaktoren (18), aber auch situative und psychologische Faktoren.

Ungleichgewicht zwischen Kalorienzufuhr und Kalorienverbrauch

In den Industriegesellschaften besteht ein Ungleichgewicht zwischen Kalorienzufuhr und Kalorienverbrauch. Die Kalorienaufnahme ist in den letzten Jahren nicht etwa noch gestiegen, sondern die Alltagsbewegung hat abgenommen. Die Experten sind der Auffassung, dass der Rückgang der körperlichen Aktivität im Alltag mit einem sitzenden, inaktiven Lebensstil entscheidend zur Übergewichtsproblematik beiträgt.

Energiebilanz zählt: Zucker liefert 4 kcal/g wie alle Kohlenhydrate

Wenn beim Essen und Trinken mehr Energie aufgenommen wird, als der Körper verbraucht, dann wird die überschüssige Nahrungsenergie in Form von Fett gespeichert. Dabei sind es nicht bestimmte Nahrungsmittel, die dick machen, sondern es ist allein der Überschuss an zugeführter Nahrungsenergie. Die einzelnen Nährstoffe unterscheiden sich hinsichtlich ihres Kaloriengehalts: Fette liefern 9 kcal/ Gramm, Alkohol 7 kcal/ Gramm, Proteine und Kohlenhydrate je 4 kcal/ Gramm. Zucker ist ein Kohlenhydrat und hat mit 4 kcal/ Gramm keine besonderen „dickmachenden“ Eigenschaften gegenüber den anderen energieliefernden Nährstoffen.

Gewichtsreduktion ist mit zuckerhaltiger Diät möglich

Auch die weit verbreitete Fehlmeinung, auf Zucker solle während einer Abmagerungsdiät verzichtet werden, weil angeblich eine zuckerhaltige Reduktionskost zu einer langsameren Gewichtsabnahme führen würde als eine zuckerfreie, dafür an komplexen Kohlenhydraten reiche Kost, wurde inzwischen widerlegt. Unter vergleichbarer Kalorienbeschränkung ist der Zuckeranteil, ob hoch oder niedrig, unerheblich. Trotzdem: Wer erfolgreich abnehmen oder sein Gewicht halten will, muss nicht speziell auf Zucker verzichten, sondern seine Kalorienzufuhr insgesamt drosseln und den Kalo-

Softdrinks und
Übergewicht

Übergewicht
und Fettsucht

Kaloriengehalt

rienverbrauch anpassen. Insgesamt wird zur Bekämpfung überflüssiger Pfunde eine fettreduzierte, aber kohlenhydratreiche Kost von den ernährungsmedizinischen Fachgesellschaften empfohlen.

Softdrinks in der Diskussion

Besonders kontrovers ist das Thema „Softdrinks und Übergewicht“. Vor allem aufgrund von Studienberichten aus den USA wird der Konsum von Softdrinks mit der zunehmenden Zahl von übergewichtigen und fettstichtigen Kindern und Jugendlichen in einen ursächlichen Zusammenhang gestellt. Doch die Studienergebnisse aus den USA sind zumindest widersprüchlich. Einige Studien fanden einen Zusammenhang zwischen dem Konsum von Softdrinks und Übergewicht, andere Studien jedoch nicht (20, 21). Eine Studie, die bei Jugendlichen in den USA sogar über einen längeren Zeitraum als sonst üblich, nämlich über einen Zeitraum von 5 Jahren, den Konsum von zuckergesüßten Softdrinks und Säften und die Entwicklung des Körpergewichts beobachtet hatte, fand keinen Zusammenhang zwischen dem Konsum von Softdrinks und von Säften und der Gewichtszunahme (22).

Auch in Deutschland stehen Softdrinks wegen ihres Kaloriengehaltes in der Kritik. Dabei ist in Deutschland der durchschnittliche Konsum deutlich geringer als in den USA. Auch die EFSA hält einen Zusammenhang des Verzehrs von Erfrischungsgetränken und Übergewicht für möglich. Die wissenschaftliche Datenlage ist nicht eindeutig.

Die DGE ist der Auffassung, dass „bei Jugendlichen und jungen Erwachsenen der Konsum „zuckergesüßter Getränke“ besonders hoch ist und dass insbesondere in diesen Altersgruppen das Adipositasrisiko durch einen verringerten Konsum zuckergesüßter Getränke gesenkt werden könnte.“ Die DGE empfiehlt daher, den Konsum von sog. „zuckergesüßten Getränken“ (kohlenensäurehaltige Getränke und Limonaden) wegen ihres kalorischen Beitrags einzuschränken bzw. „das Angebot und den Konsum von zuckerfreien, bzw. kalorienfreien oder zuckerreduzierten Alternativen zu fördern“. Bei dieser kritischen Bewertung von kalorienhaltigen Getränken fokussiert sich die DGE nur auf die zuckergesüßten Softdrinks, schließt jedoch aus ihrer Bewertung von vornherein die Säfte aus, die in ihrem Kaloriengehalt vergleichbar sind, oder sogar einen noch höheren Kaloriengehalt aufweisen.

Offenbar fanden die Ergebnisse des Forschungsinstituts für Kinderernährung (FKE) in Dortmund keine Beachtung. Dort wurde der Konsum von Softdrinks und Säften bei Kindern und Jugendlichen über einen Zeitraum von 5 Jahren untersucht (23). Einen Zusammenhang zwischen dem Konsum von Softdrinks und dem Übergewicht bzw. dem Körperfettgehalt konnte nicht gefunden werden.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass keine wissenschaftliche Evidenz dafür vorliegt, dass der Verzehr einzelner Lebensmittel für die Entstehung von Übergewicht verantwortlich gemacht werden kann. Lebensmittel sind nicht per se gesund oder ungesund, vielmehr finden alle Lebensmittel in einer kalorisch ausgewogenen Ernährung ihren Platz.

Herstellung

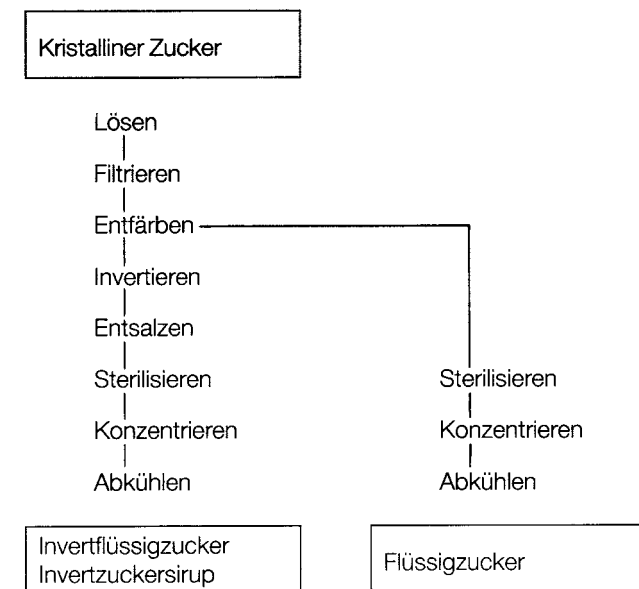
1.2.4 Flüssige Zucker

Flüssige Zucker sind kristallklare, farblose Lösungen, frei von Begleitstoffen, schaumfrei mit mildem, rein süßem Geschmack.

1.2.4.1 Produktion flüssiger Zucker

Ausgangspunkt für die Herstellung flüssiger Zucker ist kristalline Saccharose, die bei 80°C in vollentsalztem Wasser (zur Vermeidung von Einflüssen durch die Wasserqualität) bis zu einer Konzentration von ca. 60% TS gelöst wird.

Der Herstellungsprozess gliedert sich in folgende Verfahrensstufen:



Lösen

Die wichtigsten Einflussgrößen auf die Lösegeschwindigkeit von Zucker sind Temperatur, Kristallgröße und Intensität der Durchmischung. Die Konzentrationseinstellung beim Lösen erfolgt zweckmäßigerweise durch Messung der beiden Teilmengen Zucker und Wasser. Die Messung wird bei Wasser volumetrisch oder gravimetrisch, beim Zucker vorwiegend gravimetrisch durchgeführt. Eine optimale technische Lösung stellt das Verwiegen beider Komponenten im Lösebehälter dar, der auf Kraftmessdosen steht.

Lösen

Filtrieren

An das Lösen des Zuckers schließt sich unmittelbar die Filtration der Lösung an. Die Filtrierleistung wird von der Temperatur der Lösung, der Verwendung von Filterhilfsmitteln, wie z.B. Kieselgur, Zellulose oder Perlite, und vom Feststoffgehalt des gelösten Zuckers beeinflusst.

Entfärben, Invertieren, Entsalzen

Der filtrierte Rohsirup wird zunächst über Entfärbungsaustauscher geleitet, bei denen es sich um spezielle Anionenaustauscher handelt. In einer weiteren Säule erfolgt der Kationenaustausch, bei dem die vorhandenen Kationen gegen H^+ -Ionen ausgetauscht werden. Bei der Herstellung von Invertzuckersirup wird ein weiterer Filter mit dem so genannten Inversionsharz verwendet, das in seiner Wirkung als Festsäure aufzufassen ist, an deren aktiven, mit H^+ -Ionen beladenen Gruppen die Saccharose-Inversion stattfindet. Die Inversionsgeschwindigkeit ist abhängig vom verwendeten Ionenaustauscher und der Temperatur sowie dem pH-Wert der Lösung.

Die Inversion mit Ionenaustauschern hat gegenüber der Säureinversion den Vorteil, dass nicht – wie bei der Zugabe von Säure und Neutralisationsmitteln – unerwünschte Nebenreaktionen auftreten. Außerdem wird der Aschegehalt nicht durch Zugabe von Säure und Neutralisationsmitteln erhöht.

Der letzte Schritt, die Entsalzung, erfolgt über einen Anionenaustauscher in OH^- -Form.

Sterilisieren

Obwohl das Ausgangsprodukt für die Flüssigzuckerherstellung, der kristalline Zucker, ein keimarmes Produkt ist, werden während der Herstellung verschiedene Maßnahmen zur Sterilisation des flüssigen Zuckers ergriffen:

Schon der heiße Lösevorgang ist mit einem Sterilisationseffekt verbunden, bei dem ein Abtöten bzw. die Inaktivierung vegetativer Keime erfolgt. Die zusätzliche Kurzzeithochtemperatur-Sterilisation stellt eine wirkungsvolle verfahrenstechnisch relativ problemlose Lösung dar. Die entfärbten, entsalzten, gegebenenfalls invertierten flüssigen Zucker werden dabei durch kurzzeitige Erwärmung im Plattenwärmetauscher auf 125 - 130 °C erhitzt, so dass praktisch alle Keime – auch sporifiziert vorliegende, hochthermophile Mikroorganismen – abgetötet werden.

Des weiteren können durch eine Entkeimungsfiltration neben möglichen noch lebenden Keimen auch bereits abgetötete Keime und Sporen entfernt werden.

Durch diese Maßnahmen wird ein praktisch keimfreies Produkt erzeugt, das sich bei Beachtung entsprechender Bedingungen beim Transport, bei der Lagerung und der Verarbeitung nicht verändert.

Filtration

Zellulose

Entfärbung

Inversion

Entsalzung

Löslichkeit

Sterilisation

Konzentrieren und Abkühlen

In einer mehrstufigen Verdampfanlage werden die flüssigen Zucker auf die gewünschte Konzentration eingedickt. Hierbei kommt eine Vakuum-Fallstrom-Verdampfung zum Einsatz, in der Zuckersirup durch kurze Aufenthaltszeit bei niedrigen Temperaturen sehr schonenden Bedingungen ausgesetzt wird, so dass keine nachträgliche Verfärbung eintritt.

Am Ausgang der Verdampfstation werden der TS-Gehalt und der optische Drehwert (Maß für den Inversionsgrad) des Fertigsirups kontinuierlich gemessen und der TS-Gehalt über die Heizdampfmenge sowie der Inversionsgrad durch Veränderung der Inversionstemperatur gesteuert.

Flüssige Zucker verlassen mit ca. 50°C die Verdampfstation und werden über Plattenkühler auf die gewünschte Lagertemperatur von 20°C gekühlt. Damit ist der Herstellungsprozess beendet.

Die nach dem beschriebenen Verfahren hergestellten flüssigen Zucker werden laufend auf Trockensubstanzgehalt, Invertzuckergehalt, Aschegehalt, Farbe, pH-Wert und Keimgehalt untersucht, so dass die Gewähr für gleich bleibende Qualität gegeben ist.

1.2.4.2 Löslichkeit

Zucker wird für die Getränkeherstellung und für andere Lebensmittel in gelöster Form verwendet, so dass Kenntnisse über die Löseigenschaften von besonderer Bedeutung sind.

Unter Löslichkeit ist die maximale Menge eines Stoffes (hier Zucker) zu verstehen, die das Lösungsmittel (hier Wasser) bei einer bestimmten Temperatur in Lösung halten kann.

Die Löslichkeit wird meist in g Zucker/100g Lösung = Prozente (%)

angegeben. Zucker ist in Wasser leicht löslich, in verdünntem Alkohol schwer und in absolutem Alkohol oder reinem Fett nicht löslich.

Die maximale Löslichkeit oder die Sättigungsgrenze reiner wässriger Zuckerlösungen für den Temperaturbereich von 0- 90°C ist Tabelle 7 zu entnehmen.

Tabelle 7: Löslichkeit von reiner Saccharose in Wasser (Z. Bubnik, P. Kadlec, D.Urban, M.Bruhns, Sugar Technologists Manual, 8th edition Bartens 1995)

t	S	t	S	t	S
0	64,45	30	68,29	60	74,26
1	64,53	31	68,46	61	74,48
2	64,62	32	68,63	62	74,70
3	64,71	33	68,81	63	74,92
4	64,80	34	68,99	64	75,15
5	64,90	35	69,17	65	75,37
6	65,00	36	69,35	66	75,59
7	65,10	37	69,54	67	75,81
8	65,21	38	69,72	68	76,03
9	65,32	39	69,91	69	76,26
10	65,43	40	70,10	70	76,48
11	65,54	41	70,30	71	76,70
12	65,66	42	70,49	72	76,92
13	65,78	43	70,69	73	77,14
14	65,91	44	70,89	74	77,37
15	66,04	45	71,09	75	77,59
16	66,17	46	71,29	76	77,81
17	66,30	47	71,50	77	78,03
18	66,44	48	71,70	78	78,24
19	66,58	49	71,91	79	78,46
20	66,72	50	72,12	80	78,68
21	66,86	51	72,33	81	78,89
22	67,01	52	72,54	82	79,11
23	67,16	53	72,75	83	79,32
24	67,31	54	72,96	84	79,53
25	67,47	55	73,18	85	79,74
26	67,63	56	73,39	86	79,95
27	67,79	57	73,61	87	80,16
28	67,95	58	73,83	88	80,37
29	68,12	59	74,05	89	80,57
				90	80,77

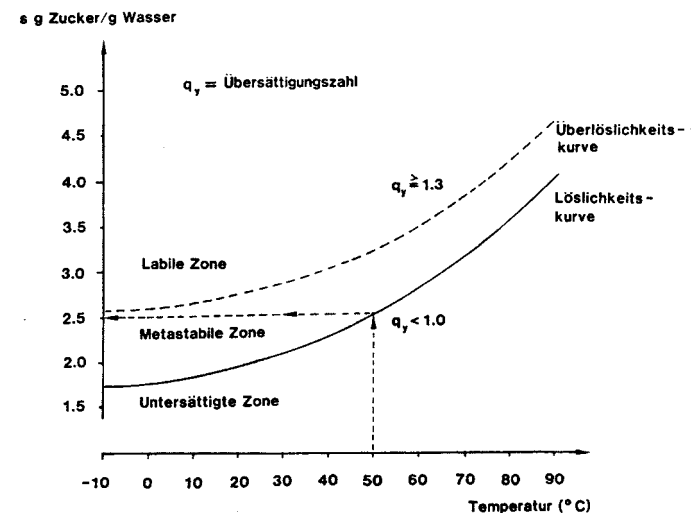
t= Temperatur in °C, S = g Saccharose/100g Lösung = %

Sättigungskennlinien

Wird eine gesättigte Zuckerlösung abgekühlt (übersättigt), kommt es bis zur so genannten Überlöslichkeitsgrenze zu keiner spontanen Auskristallisation des Zuckers, wenn keine Kristallkeime vorliegen.

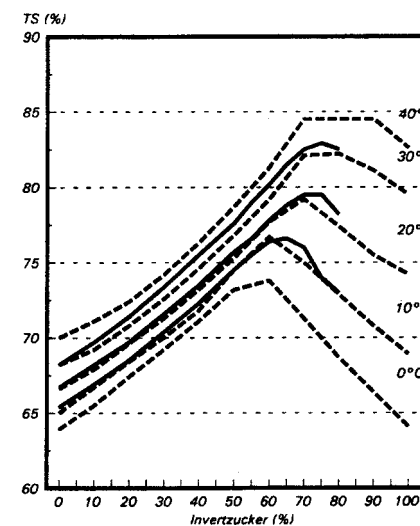
Die Zone zwischen Löslichkeits- und Überlöslichkeitskurve wird als metastabile Zone bezeichnet. In der metastabilen Zone wachsen nur bereits vorhandene Kristalle. Erst beim Überschreiten der Überlöslichkeitskurve (labile Zone) findet eine spontane Kristallbildung statt (siehe Abb. 19).

Abb. 19: Sättigungskennlinie von Saccharoselösungen (2)



Die maximale Trockensubstanzgehalte flüssiger Zucker abhängig vom Invertzucker-Anteil und der Temperatur können aus der Abb. 20 entnommen werden.

Abb. 20: Maximale Trockensubstanzgehalte flüssiger Zucker



Durchgezogene Linie = Werte aus Ermolaeva, G. & Galban, I. Cuba Arucar, Oct.-Dec. 1983, P. 41
Gestrichelte Linie = Werte aus Miller, E., Mattice K., Lloyd, P. R., Western Canner and Packer, June 1956, P. 23-24

Bei Invertzuckersirup 72,7/67 ist bei Temperaturen unter 10°C und bei Flüssigzucker 66,5 bei Temperaturen unter 20°C die Gefahr der Kristallisation gegeben.

Die Löslichkeit invertzuckerhaltiger Saccharoselösungen nimmt bis zu einem Inversionsgrad von ca. 70% zu, d.h. dass bei gleicher Temperatur ein höherer TS-Gehalt erzielt werden kann. Daher kann Invertzuckersirup mit 67% Invertzucker i. TS auch mit 72,7 % TS-Gehalt ausgeliefert werden.

1.2.4.3 Dichte

Die Dichte d eines Stoffes ist für die Umrechnung von Volumen in Masse oder umgekehrt erforderlich. Sie wird als die Masse der Volumeneinheit, also die in 1 cm³ (bzw. 1dm³ oder 1m³) enthaltenen Masse in g (bzw. kg oder t) definiert.

Die Maßeinheit der Dichte ist: g/cm³.

Da sich das Volumen eines Stoffes mit der Temperatur ändert, ist auch die Dichte temperaturabhängig.

Die Dichte von Zuckerlösungen wird außer durch Konzentration und Temperatur auch von der Zuckerart und bei Mischungen vom Mengenverhältnis der Komponenten zueinander bestimmt.

Die Dichte von Saccharoselösungen bei verschiedenen Konzentrationen und Temperaturen kann Tabelle 8 entnommen werden.

Tab. 8: Dichte von Saccharoselösungen bei verschiedenen Konzentrationen und Temperaturen

Konz. der Saccharose-Lösg (Gew.-%)	Dichte in g/cm ³ bei				
	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C
0	0,9997	0,9991	0,9982	0,9970	0,9956
1	1,0036	1,0030	1,0021	1,0009	0,9995
2	1,0076	1,0069	1,0060	1,0048	1,0033
3	1,0115	1,0109	1,0099	1,0087	1,0072
4	1,0155	1,0148	1,0138	1,0126	1,0111
5	1,0196	1,0188	1,0178	1,0165	1,0150
6	1,0236	1,0229	1,0218	1,0205	1,0190
7	1,0277	1,0269	1,0258	1,0245	1,0230
8	1,0318	1,0310	1,0299	1,0286	1,0270
9	1,0360	1,0351	1,0340	1,0326	1,0311
10	1,0401	1,0393	1,0381	1,0367	1,0351
11	1,0444	1,0434	1,0423	1,0409	1,0393
12	1,0486	1,0476	1,0464	1,0450	1,0434
13	1,0528	1,0519	1,0507	1,0492	1,0476
14	1,0571	1,0561	1,0549	1,0534	1,0518
15	1,0615	1,0604	1,0592	1,0577	1,0560
16	1,0658	1,0648	1,0635	1,0619	1,0602
17	1,0702	1,0691	1,0678	1,0663	1,0645
18	1,0746	1,0735	1,0722	1,0706	1,0688
19	1,0791	1,0779	1,0766	1,0750	1,0732
20	1,0836	1,0824	1,0810	1,0794	1,0776
21	1,0881	1,0869	1,0854	1,0838	1,0820
22	1,0926	1,0914	1,0899	1,0883	1,0864
23	1,0972	1,0959	1,0944	1,0928	1,0909
24	1,1018	1,1005	1,0990	1,0973	1,0954
25	1,1065	1,1051	1,1036	1,1019	1,1000
26	1,1111	1,1098	1,1082	1,1065	1,1046
27	1,1158	1,1145	1,1129	1,1111	1,1092
28	1,1206	1,1192	1,1176	1,1158	1,1138
29	1,1254	1,1239	1,1223	1,1205	1,1185
30	1,1302	1,1287	1,1270	1,1252	1,1232
31	1,1350	1,1335	1,1318	1,1300	1,1280
32	1,1399	1,1384	1,1366	1,1348	1,1327
33	1,1448	1,1433	1,1415	1,1396	1,1376
34	1,1498	1,1482	1,1464	1,1445	1,1424
35	1,1548	1,1531	1,1513	1,1494	1,1473
36	1,1598	1,1581	1,1563	1,1543	1,1522
37	1,1648	1,1631	1,1613	1,1593	1,1572
38	1,1699	1,1682	1,1663	1,1643	1,1622
39	1,1750	1,1733	1,1714	1,1694	1,1672
40	1,1802	1,1784	1,1765	1,1745	1,1723
41	1,1854	1,1836	1,1817	1,1796	1,1774
42	1,1907	1,1888	1,1868	1,1847	1,1825
43	1,1959	1,1941	1,1921	1,1899	1,1877
44	1,2012	1,1993	1,1973	1,1952	1,1929
45	1,2066	1,2047	1,2026	1,2004	1,1982
46	1,2120	1,2100	1,2079	1,2058	1,2034
47	1,2174	1,2154	1,2133	1,2111	1,2088
48	1,2228	1,2208	1,2187	1,2165	1,2141
49	1,2283	1,2263	1,2242	1,2219	1,2195
50	1,2339	1,2318	1,2297	1,2274	1,2250
51	1,2395	1,2374	1,2352	1,2329	1,2305
52	1,2451	1,2430	1,2407	1,2384	1,2360
53	1,2507	1,2486	1,2463	1,2440	1,2416
54	1,2564	1,2542	1,2520	1,2496	1,2472
55	1,2621	1,2599	1,2576	1,2553	1,2528
56	1,2679	1,2657	1,2634	1,2610	1,2585
57	1,2737	1,2714	1,2691	1,2667	1,2642
58	1,2795	1,2773	1,2746	1,2725	1,2699
59	1,2854	1,2831	1,2807	1,2783	1,2757
60	1,2913	1,2890	1,2866	1,2841	1,2816
61	1,2973	1,2949	1,2925	1,2900	1,2875
62	1,3033	1,3009	1,2985	1,2960	1,2934
63	1,3093	1,3069	1,3045	1,3019	1,2993
64	1,3154	1,3130	1,3105	1,3079	1,3053
65	1,3215	1,3190	1,3166	1,3140	1,3114
66	1,3276	1,3252	1,3227	1,3201	1,3175
67	1,3338	1,3313	1,3288	1,3262	1,3236

Dichte

Dichte Invertzuckersirup 72.7/67 (bei 20°C): 1,358g/ cm³

1.2.4.4 Viskosität

Die Viskosität oder Zähigkeit wird durch "innere Reibung" beim Fließen einer Flüssigkeit oder eines Gases bewirkt. Zuckerlösungen sind idealviskose Flüssigkeiten.

Die dynamische Viskosität wird in Pa · s (Pascalsekunden) oder mPa · s (Millipascalsekunden) angegeben. 1 mPa · s entspricht der früher verwendete Einheit 1cP (Centipoise).

Tab. 9: Viskosität von Saccharoselösungen bei verschiedenen Temperaturen (in mPa · s = cP) (8)

TS %	Temperatur					
	0° C	5° C	10° C	20° C	30° C	40° C
50	45	33	25	15	10	7
60	236	159	111	59	34	21
65	768	481	313	147	77	44
66,6	1184*	719*	456	205	104	58

* extrapolierte Werte, Temperaturen unterhalb der Sättigungsgrenze

Die Viskosität von Invertzuckerlösungen liegt aufgrund der geringeren Molekülgröße von Glucose und Fructose bei gleichem Trockensubstanzgehalt niedriger als bei einer entsprechenden Saccharoselösung.

Bei niedrigen Temperaturen steigt die Viskosität stark an. Invertzuckersirup 72,7/67 sollte daher bei ca. 20°C gelagert werden.

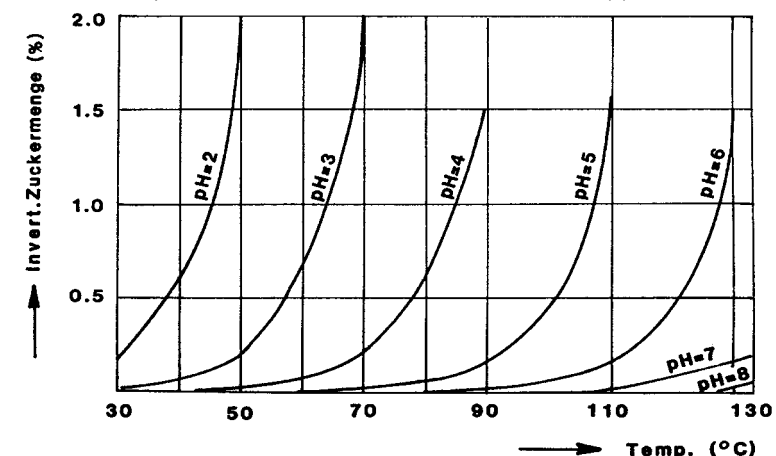
Tab. 10: Viskosität von invertzuckerhaltigen flüssigen Zuckern bei verschiedenen Temperaturen, Trockensubstanzgehalt 72,7°Bx in mPa · s.

Inversions-grad	Temperatur			
	10° C	20° C	30° C	40° C
20	2250	830	355	175
40	1650	640	280	140
67	1100	448	212	105
80	900	380	180	90
95	725	315	150	78

1.2.4.5 Inversionsgrad

Unter Einwirkung von Säuren, durch mit H⁺-Ionen beladene Gruppen von Ionenaustauschern oder durch spezifische Enzyme (z.B. Invertase), wird das Disaccharid Saccharose in die Monosaccharide Fructose und Glucose gespalten. Der Vorgang wird als Inversion bezeichnet, weil sich dabei die Drehrichtung von linear polarisiertem Licht in der Lösung ändert. Die Inversionsgeschwindigkeit ist bei Säurehydrolyse vor allem abhängig von dem pH-Wert und der Temperatur der Lösung (siehe Abb. 21).

Abb. 21: Zusammenhang zwischen invertierter Zuckermenge, pH-Wert und Temperatur nach einer Einwirkdauer von 10 min. (2)



Mit reinem Zucker (Saccharose) hergestellte Erfrischungsgetränke verändern sich in der Flasche, indem sie "ausbauen", d.h. Saccharose invertiert nach der Abfüllung in unterschiedlichem Ausmaß, je nach pH-Wert und Temperatur, in Abhängigkeit von der Lagerdauer. Daher entwickelt das Getränk erst nach einer bestimmten Lagerzeit seine Geschmacksreife.

Invertzuckersirup dagegen führt gleich nach dem Abfüllen zu dem gewünschten Geschmackszustand, der sich bei normaler Umschlagzeit kaum verändert. Auf diese Weise wird eine Geschmacksstandardisierung erleichtert. Invertzucker fördert außerdem die Entfaltung von Fruchtaromen: man spricht vom "flavour transfer".

1.2.4.6 Spezifische Wärmekapazitäten, Wärmeleitfähigkeit

Wärmekapazitäten und Wärmeleitfähigkeit werden zur Berechnung von Wärmeaustauschern (z.B. Sterilisation) oder im Fall von unerwünschtem Wärmeübergang zur Berechnung von Isolationsschichten benötigt:

Tab. 11: Spezifische Wärmekapazitäten Saccharose- Wasser- Lösungen (9)

Trockensubstanz	Temperatur	kJ/kgK	kcal/kg°C
72,7 %	60°C	2,6	0,63
	100°C	2,8	0,67
65 %	20°C	2,6	0,63
	60°C	2,8	0,67
60 %	100°C	3,0	0,72
	20°C	2,75	0,66
	60°C	2,9	0,70
	100°C	3,1	0,75

Tab.12 : Wärmeleitfähigkeit für Saccharose-Wasser-Lösungen* (9)

Trockensubstanz	Temperatur	W/mK	kcal/m h°C
72,7 %	40°C	0,36	0,33
	80°C	0,41	0,35
	120°C	0,42	0,36
65 %	20°C	0,39	0,33
	40°C	0,41	0,35
	80°C	0,44	0,36
60 %	120°C	0,45	0,39
	20°C	0,41	0,35
	40°C	0,42	0,37
	80°C	0,45	0,39
	120°C	0,47	0,4

* diese Werte werden auch bei Invertzuckersirupen verwendet

1.2.4.7 Oberflächenspannung

Das Schäumen bei der Abfüllung von Erfrischungsgetränken wird häufig mit einer veränderten Oberflächenspannung in Zusammenhang gebracht. Unter Oberflächenspannung versteht man die Kraft in Flüssigkeiten, die parallel zur Grenzfläche wirkt und das Bestreben hat, deren Oberfläche auf ein Minimum zu reduzieren. Durch grenzflächenaktive Substanzen wird die Oberflächenspannung des Wassers erniedrigt; die Flüssigkeit neigt dann stärker zum schäumen. Einheit der Oberflächenspannung: Newton pro Meter (N/m), frühere Maßeinheit dyn/ cm.

Oberflächenspannung (bei 20°C):

Flüssigzucker 66,5 (66,5% TS-Gehalt) 79 mN/m

Invertzuckersirup 72,7/67 82 mN/m

Wasser 73 mN/m

Die Messung der Oberflächenspannung von Limonaden hat gezeigt, dass bei der Verwendung der o. g. flüssigen Zucker nur geringe Unterschiede auftreten, so dass eine spürbare Auswirkung auf den Abfüllvorgang nicht erkennbar ist.

Im Vergleich zu reinem Wasser (73 mN/m) ist die Oberflächenspannung flüssiger Zucker höher, so dass keine Schaumbildung zu erwarten ist.

1.2.4.8 Spezifische elektrische Leitfähigkeit

Bei Zuckern wird der Aschegehalt durch Messung der elektrischen Leitfähigkeit, die durch den Gehalt an löslicher Asche verursacht wird bestimmt. Dabei entsprechen 0,0018% Asche = 3,13µS/cm.

Aufgrund des Herstellungsprozesses kann die spezifische elektrische Leitfähigkeit bei flüssigen Zuckern sehr gering sein und liegt oft unter 9µS/ cm.

Wärmeleitfähigkeit

Qualitätskriterien

Oberflächenspannung

Stärke

Spezifische Elektrische Leitfähigkeit

1.2.4.9 Qualitätskriterien flüssiger Zucker

Nach der Zuckerarten-Verordnung unterscheiden sich die flüssigen Zuckerarten vor allem nach dem Invertzuckergehalt in der Trockenmasse.

Für die Herstellung süßer alkoholfreier Erfrischungsgetränke wird bevorzugt Invertzuckersirup 72,7/67 eingesetzt. Dieser weist einen besonders niedrigen Aschegehalt und eine niedrige Farbe in Lösungen auf.

Tab. 13: Qualitätskriterien flüssiger Zucker

	Einheit	Invertzuckersirup		Flüssigzucker	
		Richtwerte der SÜDZUCKER AG*	Zuckerartenverordnung	Richtwerte der SÜDZUCKER AG*	Zuckerartenverordnung
Trockensubstanzgehalt	%	72,7 ± 0,2	mind. 62	66,5 ± 0,2	mind. 62
Invertzuckergehalt i.TS	%	67 ± 7	mind. 50	max. 3	max. 3
Verhältnis D-Fructose / D-Glucose		1,0 ± 0,09	1,0 ± 0,1		
Leitfähigkeitsaschegehalt i.TS	%	max. 0,01	max. 0,1*	max. 0,09	max. 0,1
Farbe in Lösung		max. 10	max. 25*	max. 23	max. 25*

* für Invertzuckersirup 72,7/67 ** für Flüssigzucker 66,5 * für Sirupe , die mit der Zusatzbezeichnung weiß gekennzeichnet werden

1.2.4.10 Lieferformen

Flüssige Zucker werden für den gewerblichen Bereich in Einweggebinden aus PE (Polyethylen) mit einem Handelsgewicht von 14 und 25 kg geliefert. Für die industrielle Verwendung kommen je nach Mengenbedarf Stapeltanks mit einem Handelsgewicht von 650 – 1250 kg oder Tankzugladungen mit 25 – 28 t zum Einsatz. Unter bestimmten Voraussetzungen ist auch eine tankzugkammerweise Lieferung ab 6 t möglich.

1.2.5 Glukosesirupe

Das wichtigste Reservekohlenhydrat der Pflanze ist Stärke. Sie ist in den Pflanzen in Form von mikroskopisch kleinen Körnern abgelagert. Diese weisen eine für die jeweilige Pflanzenart typische Form, Struktur und Größe auf. Die Durchmesser der Stärkekörner liegen zwischen 2 und 175 µm.

Die wichtigste Getreideart, die für die Gewinnung von Lebensmittelstärken herangezogen wird ist Mais, andere Rohstoffe sind Kartoffeln, Weizen, Tapiokawurzeln und Süßkartoffeln.

Fast alle Verfahren zur Gewinnung von Stärke sind so genannte Nassverfahren, bei denen die Stärke nach gründlicher Zerkleinerung des Rohmaterials mit Wasser aus dem Zellgewebe herausgewaschen wird.

Stärke ist eine Verbindung von aneinandergereihten alpha-D-Glucose-Einheiten. Sie besteht aus Amylose [lineare Verknüpfung der Glucosemolekülketten über α (1-4) Bindungen] und Amylopektin [verzweigte Ketten aus Glucosemolekülen α (1-4) und α (1-6) Bindungen]. Die meisten Stärken enthalten etwa zu 14-27% Amylose und bestehen also zur Hauptsache aus Amylopektin.

Durch physikalische und/ oder chemische Maßnahmen lassen sich die Eigenschaften der Stärken weitgehend verändern und somit speziellen Verwendungszwecken anpassen. Werden die Stärken nur soweit verändert, dass die Stärkekornstruktur, zumindest aber die Molekülstruktur weitgehend erhalten bleibt, so spricht man von modifizierten Stärken, die u. a. als Binde- und Verdickungsmittel eingesetzt werden.

Wird die Stärke hydrolytisch gespalten (verzuckert), erhält man je nach Abbaugrad unterschiedliche Stärkeverzuckerungsprodukte (Gemische mehr oder weniger süßer Saccharide). Dieser Abbau kann bis zur völligen Spaltung in Dextrose (Traubenzucker, alpha- D- Glucose) durchgeführt werden.

Bei geringfügigem Abbau des Stärkemoleküls (bis DE= 20) entstehen Dextrine und Maltodextrine, die aber nicht zu den süßenden Kohlenhydraten zählen. Wird das Stärkemolekül weiter abgebaut, entstehen Glukosesirupe mit unterschiedlicher Zusammensetzung der Saccharide.

1.2.5.1 Herstellung von Glukosesirupen

Die Herstellung erfolgt immer über eine teilweise Hydrolyse (Verzuckerung) von Stärke, dabei werden die langen Moleküle der Stärke (Amylose und Amylopektin) zu einem Gemisch wasserlöslicher Mono-, Di- und Oligosaccharide gespalten.

Bei der Herstellung von Glukosesirupen unterscheidet man drei wichtige Verfahrensvarianten:

1. Hydrolyse von Stärke mit Mineralsäuren (Salzsäure etc.) = reine Säure-Konversion; Einstellung der Zuckerzusammensetzung nur durch unterschiedliche Verzuckerungsgrade in gewissen Grenzen möglich.
2. Enzymatische Verflüssigung und Verzuckerung (siehe auch Abb. 22)
3. Kombiniertes Verfahren zur Verflüssigung und Verzuckerung mit Säuren und Enzymen.

Um den Forderungen der weiterverarbeiten Industrie nach Glukosesirupen mit speziellen Eigenschaften Rechnung zu tragen, führte die Stärkeindustrie die Enzymtechnologie ein.

Die Auswahl unterschiedlicher Arten von Enzymen (z.B. alpha-Amylase, beta-Amylase, Amyloglucosidase) macht es möglich, Glukosesirupen glei-

Amylose
Amylopektin

Dextrine und
Maltodextrine

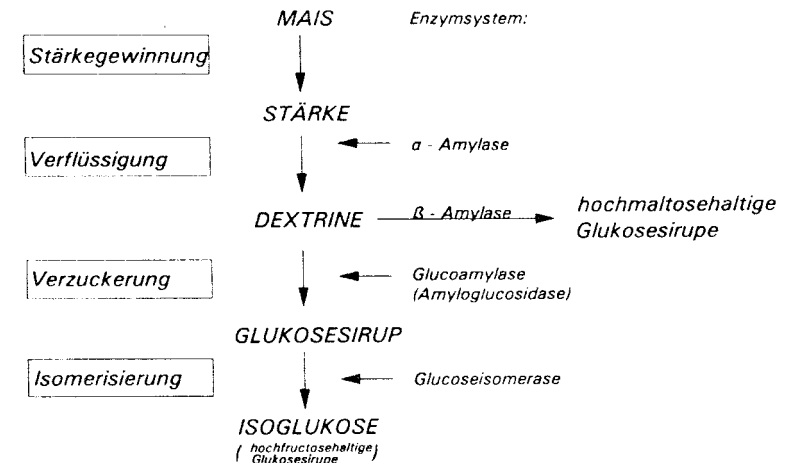
Herstellung

Isoglukose
Hochfructose-
haltige Gluko-
sesirupe

Glukose-
Fructose-
Sirup

chen Verzuckerungsgrades, aber unterschiedlicher Saccharid- Zusammensetzung (= unterschiedliche Eigenschaften) herzustellen.

Abbildung 22: Herstellung von Glukosesirupen durch enzymatische Verflüssigung und Verzuckerung.



Durch das Enzym "Isomerase", das eine Umwandlung von Glucose in Fructose bewirkt, können fruktosehaltige Glukosesirupe mit höherer Süßkraft hergestellt werden. Diese isomerisierten Glukosesirupe kommen als Isoglukose in den Handel. Sie werden auch als Isosirupe oder hochfructosehaltige Glukosesirupe (high fructose corn syrup) HFCS bezeichnet.

1.2.5.2 Rechtlicher Status

Der Begriff "Glukosesirup" ist nach der Zuckerarten- Verordnung eine "gereinigte und konzentrierte Lösung von zur Ernährung geeigneten, aus Stärke und/oder Inulin gewonnenen Sacchariden, mit folgenden Merkmalen":

- Trockenmasse (TS): mind. 70 Gew.- %
- Dextroseäquivalent (DE): mind. 20 Gew.- % in TS (ausgedrückt in D- Glucose)
- Sulfatasche: max. 1 Gew.- % in TS

Enthält der Glukosesirup mehr als 5 % -Fructose in der Trockenmasse, so ist er im Hinblick auf die Verkehrsbezeichnung und als Zutat als "Glukose-Fructose-Sirup" oder als "Fructose-Glukose-Sirup" zu kennzeichnen, je nachdem, ob der Glukose- oder Fructosebestandteil den größeren Anteil ausmacht.

1.2.5.3 Physikalisch- chemische Kenndaten

Der Trockensubstanzgehalt handelsüblicher Glukosesirupe liegt allgemein bei ca. 80%. Darüber hinaus werden Glukosesirupe auch in sprühgetrockneter Form angeboten.

Isoglukose (isomerisierter Glukosesirup) wird wegen ihres hohen Dextrosegehaltes und der dadurch bedingten Gefahr der Dextrosekristallisation mit ca. 71% TS ausgeliefert.

1.2.5.4 Dextroseequivalent

Der Grad der Stärkeverzuckerung wird durch den Gehalt an reduzierenden Zuckern, dem so genannten DE-Wert (Dextroseequivalent), angegeben.

Die endständigen D-Glucose-Einheiten, die am C-Atom in der Position 1 eine freie OH-Gruppe haben, besitzen reduzierende Eigenschaften. Daher nimmt mit wachsender Kettenlänge und damit abnehmendem Verzuckerungsgrad (DE- Wert) die Reduktionskraft ab. Für reine D-Glucose gilt der DE-Wert = 100.

Die Glukosesirupe können nach ihrem Verzuckerungsgrad eingeteilt werden:

Verzuckerungsgrad	DE- Wert
niedrig	20 – 38
normal	38 – 48
mittel	48 – 58
hoch	58 – 68
extra hoch	> 68

Der Verzuckerungsgrad ist eine wichtige Kennzahl für die Bestimmung der Eigenschaften eines Glukosesirups.

Beachtet werden muss jedoch, dass je nach Herstellungsverfahren und Herstellungsbedingungen Glukosesirupe mit gleichem Verzuckerungsgrad sehr unterschiedliche Saccharidzusammensetzungen (Gehalte an D-Glucose, Maltose, Oligo- und Polysacchariden) aufweisen können (siehe Tabelle 14).

Tab. 14: Zuckerspektren handelsüblicher Glukosesirupe (2)

DE-Wert	30	34-36	42-43	42	42	48	55	63	65	70
Konversionsart	S	S	S	S/E	E/E	S/E	S	S/E	E/E	S/E*
Kohlenhydrat	Gehalte in %, bezogen auf Trockensubstanz									
Glukose	10	13,5	19	6	2,5	9	31	37	34	43
Maltose	9	11,5	14	45	56	52	18	32	47	30
Maltotriose	10	10	12	12	16	15	13	11	3	7
Maltotetraose	8	9	10	3	1	2	10	4	2	5
Maltohexaose	6	6	7	2	1	2	5	3	1	2
Höhere Zucker	50	42	30	30	23	18	16	9	11,5	10

* S: Säure; E: Enzym

Trockensubstanzgehalt

Süßkraft

Dextroseequivalent

Verzuckerungsgrad

Viskosität

Isoglukose

Zuckerspektren

Die in der Getränkeindustrie fast ausschließlich eingesetzte Isoglukose hat einen DE-Wert von ca. 95, eine relative Süßkraft von ca. 91 – 95%, wobei ca. 42% der Kohlenhydrate Fructose und ca. 51% Glucose sind; der Rest besteht aus Maltose, Maltotriose und Polysacchariden.

1.2.5.5 Süßkraft

Die Süßkraft des Glukosesirups ist hauptsächlich abhängig von seinem Gehalt an Einfachzuckern (Glucose und Fructose) und Maltose. Da mit zunehmendem Verzuckerungsgrad der Gehalt an Glucose und Maltose zunimmt, steigt die Süßkraft.

Die relative Süßkraft von Glukosesirup mit 30 DE ist ca. 33%, bei 60 DE ca. 50%. Da Fructose süßer ist als Saccharose, sind isomerisierte Glukosesirupe (Isoglukose) je nach Fructosegehalt auch wesentlich süßer als konventionelle Glukosesirupe.

1.2.5.6 Viskosität

Die Viskosität von konventionellen Glukosesirupen liegt deutlich über der von Invertzucker- bzw. Saccharoselösungen; und zwar umso höher je niedriger der DE-Wert und je höher die Trockensubstanz bzw. der Trockensubstanzgehalt ist.

Bei 20°C hat z.B. ein Glucosesirup mit 81% TS und 30 DE eine Viskosität von ca. 300.000 mPa * s. Die in der Getränkeindustrie eingesetzten Isoglukose (ca. 71% TS, DE 95, Fructosegehalt ca. 42%) haben nur eine Viskosität von ca. 250 mPa * s.

1.2.5.7 Fruktosehaltige Glukosesirupe - Isoglukose für die Getränkeindustrie

Das Standardprodukt Isoglukose unterscheidet sich von Invertzuckersirup durch die Abwesenheit von Saccharose, ein höheres Dextrose-Fructose-Verhältnis, den Gehalt an Oligo- und Polysacchariden, durch einen höheren Aschegehalt und einen höheren Gehalt an stickstoffhaltigen Substanzen. Daraus leiten sich im Vergleich zu Invertzuckersirup abweichende anwendungstechnische und geschmackliche Eigenschaften ab.

Isoglukose mit ca. 70% TS ist bei Raumtemperatur (25°C) an Dextrose übersättigt, so dass Isoglukosesirup bei einer Temperatur von 35 – 40°C angeliefert, gelagert und verarbeitet werden muss, wenn ein Auskristallisieren verhindert werden soll. Dementsprechend sind zusätzliche Aufwendungen für die Temperierung und Isolierung von Lagertanks und Förderleitungen erforderlich.

Die höhere Liefer-, Lager- und Verarbeitungstemperatur von Isoglukose im Vergleich zu flüssigen Zuckern führt zu einem teilweisen Fructose-Abbau und damit zu unerwünschter bräunlicher Färbung. Ein Maßstab für den Grad der Zersetzung bildet außer der Farbzunahme, die bei manchen Getränken mit

einer fremden Karamellnote einhergeht, auch der HMF-Gehalt (Hydroxymethylfurfural). Dieser kann zu einem brenzigen Fehlgeschmack im Getränk führen.

Im Vergleich zu Invertzuckersirup 72,7/67 fällt die Süßkraft von Isoglukose rechnerisch um ca. 9% niedriger aus. SCALLET (21) hat im Vergleich zu Saccharose und Invertzuckersirup festgestellt, dass die Süßkraft von Isoglukose je nach Getränketyp nur bei 88-91% liegt. Um den gleichen Süßungsgrad wie bei Invertzuckersirup zu erzielen, ist die Menge von Isoglukose entsprechend zu erhöhen.

Untersuchungen über einen Geschmacksvergleich von Invertzuckersirup und Isoglukose in alkoholfreien Erfrischungsgetränken liegen von PAULUS (22) vor. Zusammenfassend lässt sich aus den Untersuchungsergebnissen feststellen, dass bei den geprüften Getränketypen und bei Zugrundelegung eines gleichen Extraktgehaltes die mit Invertzuckersirup gesüßten Erfrischungsgetränke in ihrer Geschmacksqualität deutlich besser abschneiden als die mit Isoglukose hergestellten Produkte.

Der osmotische Druck von Isoglukose liegt gegenüber Invertzuckersirup (13 bar für Lösungen von 100 g/l Wasser H₂O) um fast 50% höher (s. auch Kap. 1.2, Seite 21). Demnach ist bei Einsatz von Isoglukose die Imprägnierung erschwert und das CO₂-Haltevermögen in kohlensäurehaltigen Erfrischungsgetränken entsprechend verschlechtert.

Isoglukose enthält gegenüber Invertzuckersirup etwa die zehnfache Menge an Asche. Dieser höhere Aschegehalt verursacht eine beschleunigte Farb- bildung, insbesondere bei den erforderlichen höheren Lagertemperaturen.

Bedingt durch den Anteil an hochmolekularen Sacchariden besteht eventuell die Gefahr einer Flock-Bildung bei Getränken mit niedrigem pH-Wert.

1.2.6 Maltodextrine und Dextrose

Maltodextrine werden wie Glukosesirupe durch teilweise Hydrolyse von Stärke hergestellt, besitzt aber einen geringeren Hydrolysegrad. Entsprechend liegt der DE-Wert zwischen 3 und 20. Da sie kaum Süßkraft besitzen, zählen Maltodextrine nicht als Zucker im weiteren Sinn und fallen somit nicht unter die Zuckerartenverordnung, sondern unter die Richtlinie für Stärke und bestimmte Stärkeerzeugnisse.

Herstellung

Für die Herstellung von Maltodextrinen wird je nach Herkunft der Stärke und gewünschten Produkteigenschaften ein einstufiges oder ein zweistufiges Verfahren verwendet. In dem einstufigen Verfahren wird die Stärke bei ca. 105 °C mit Säure oder enzymatisch zum gewünschten DE-Wert gespalten, während in dem zweistufigen Verfahren der enzymatischen Spaltung eine Verflüssigung/Verkleisterung der Stärke in einem gesonderten Verfahrensschritt vorgeschaltet ist. (Schwenck, Hebeda)

HMF-Gehalt

Süßkraft

Gewinnung

Löslichkeit

Aschegehalt

Flock-Bildung

Rechtlicher Status

Nach der Richtlinie für Stärke und bestimmte Stärkeerzeugnisse ist Maltodextrin eine gereinigte und konzentrierte wässrige Lösung von zur Ernährung geeigneten, aus Stärke gewonnenen Sacchariden oder das daraus hergestellte Trockenprodukt mit einem Dextroseäquivalent (DE) von mindestens 3 %, jedoch weniger als 20 %. Maltodextrin ist bis auf technisch unvermeidbare Anteile frei von Stärke.

- Feuchtigkeit: max. 50 % für konzentrierte wässrige Lösung bzw. max. 8 % für Trockenerzeugnis
- Sulfatasche: max. 1,0 % TS
- Rohprotein: max. 0,3 % TS
- Rohfett: max. 0,01 % TS
- Schwefeldioxid: max. 50 mg/kg

Da Maltodextrine nur einen geringen Anteil an reduzierenden Zuckern enthalten, neigen sie wenig zur Karamellisierung und Maillard-Reaktion; diese Neigung nimmt mit sinkendem DE-Wert weiter ab (54)

Physikalisch-chemische Kenndaten

Maltodextrine sind sehr gut in Wasser löslich; allerdings können Reste von nicht genügend hydrolysierter Stärke zu einer leichten Trübung der Lösung führen. (54).

Da die Saccharide in Maltodextrinen (besonders in sprühgetrockneten Produkten) weitgehend in amorpher Form vorliegen, sind diese auch bei niedrigen relativen Feuchten hygroskopisch, allerdings weniger als sprühgetrocknete Glukosesirupe. Die Sorptionsisothermen zeigen eine ausgeprägte Hysterese. Je niedriger der DE-Wert ist, desto hygroskopischer sind die Maltodextrine bei geringen Umgebungsfeuchten. Bei Luftfeuchten oberhalb von 95 % zeigen Maltodextrine ein umgekehrtes Verhalten: je höher der DE-Wert ist, desto stärker hygroskopisch sind die Produkte, weil die Wasseraktivität von Lösungen weitgehend von der Anzahl der gelösten Moleküle abhängt. (55).

Die Viskosität von wässrigen Maltodextrin-Lösungen hängt hauptsächlich von der Molekülgröße und wenig von der Verknüpfung der Glucoseeinheiten innerhalb der Oligomere ab. Mit steigender Molekülgröße und somit mit sinkendem DE-Wert nimmt die Viskosität der Lösungen zu. (56)

Sensorik

Maltodextrine sind kaum süß und beinahe geschmacksneutral.

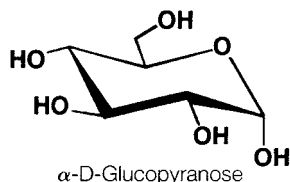
Anwendung

Maltodextrine werden in Sport- und Energiegetränken verwendet. (57)

Dextrose (D-Glucose, Traubenzucker)

Dextrose ist eine in der Natur in fast allen Pflanzen und Tieren vorkommende Zuckerart. D-Glucose wird im industriellen Maßstab durch vollständigen Abbau der Stärke durch Säuren oder Enzymen hergestellt.

Abb. 23: Strukturformel



D-Glucose kommt als Glucosemonohydrat und als Glucoseanhydrid in den Handel. Nach der Zuckerartenverordnung ist Dextrose, kristallwasserhaltig gereinigte und kristallisierte D-Glucose mit einem Molekül Kristallwasser mit folgenden Merkmalen:

Dextrose (D-Glucose)	mindestens 99,5 % in Gewicht der Trockenmasse
Trockenmasse	mindestens 90 % in Gewicht
Sulfatasche	höchstens 0,25 % in Gewicht der Trockenmasse

und Dextrose, kristallwasserfrei: gereinigte und kristallisierte D-Glucose ohne Kristallwasser mit mindestens 98% in Gewicht Trockenmasse, die in den anderen Punkten den Anforderungen für Dextrose, kristallwasserhaltig entspricht.

Physikalische-technische Kennzahlen

Molekulargewicht (Monohydrat):	198,17 g/mol
Molekulargewicht (Anhydrat)	180,16 g/mol
Schmelzpunkt (Monohydrat):	83°C
(Anhydrat):	146 – 150°C
Löslichkeit (Monohydrat 20°C):	47,3g/100g Lösung
(siehe auch Abb. 25)	
Viskosität (25°C):	50% wässrige Lösung ca. 90 mPa · s
Lösungswärme (Monohydrat, 25°C):	105,4 J/g
Lösungswärme (alpha-Anhydrat, 25 °C):	59,4 J/g (Ullmann)
Lösungswärme (beta-Form, 25 °C):	26,0 J/g (Ullmann)

Chemisch-analytische Merkmale

Osmotischer Druck
(100g / l H₂O bei 10°C): 13 bar
physiologischer Brennwert: 17 kJ/g (4 kcal/g)
Als reduzierender Zucker geht Glucose leicht Karamellisierungs- und Maillard-Reaktionen ein. Durch Hefe kann sie zu Alkohol, durch bestimmte Bakterien zu Milchsäure vergoren werden (58).

Süßkraft

Sensorik

Weißer Kristalle, geruchlos, süßer Geschmack mit Kühleffekt (besonders beim Monohydrat), Süßkraft einer 10%-igen Lösung bei Raumtemperatur ca. 66% (60). Etwas scharfe Süße, die alpha-Form ist süßer als die beta-Form (59).

Anwendung

Glucose wird in Sport- und Energiegetränken verwendet. Darüber hinaus können in Getränkekonzentraten bis zu 30 % des Zuckers durch Glucose ersetzt werden, bei kohlenensäurehaltigen Getränken bis zu 20% (58).

1.2.7 Fruchtzucker (D-Fructose)

Neben Saccharose und Glucose ist Fructose in freier Form das am häufigsten vorkommende Saccharid in Früchten. So enthalten z.B. Äpfel und Birnen 5,5 – 7% an freier Fructose.

In gebundener Form kommt Fructose u. a. als Bestandteil des Disaccharids Saccharose (Zucker) und in Form des Polysaccharids Inulin, das zu 60 – 80% aus Fructose besteht, vor.

Nach der Zuckerartenverordnung ist Fructose eine gereinigte und kristallisierte D-Fructose mit folgenden Merkmalen:

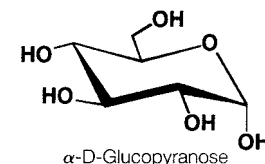
Zuckerartenverordnung

Fructose

Fructosegehalt	mindestens 98%
Glucosegehalt	höchstens 0,5 %
Trocknungsverlust	höchstens 0,5 %
Leitfähigkeitsasche	höchstens 0,1 %

Chemischer Aufbau

Abb. 24: Strukturformel



Löslichkeit

Gewinnung

Gewinnung

Fruchtzucker (Fructose) wird hergestellt durch
- Inversion der Saccharose und nachfolgender Trennung von Glucose und Fructose
- Isomerisierung von D-Glucose zu D-Fructose und anschließende Trennung dieser beiden Monosaccharide
- Spaltung des Polysaccharids Inulin (z.B. Inhaltsstoff der Zichorie).

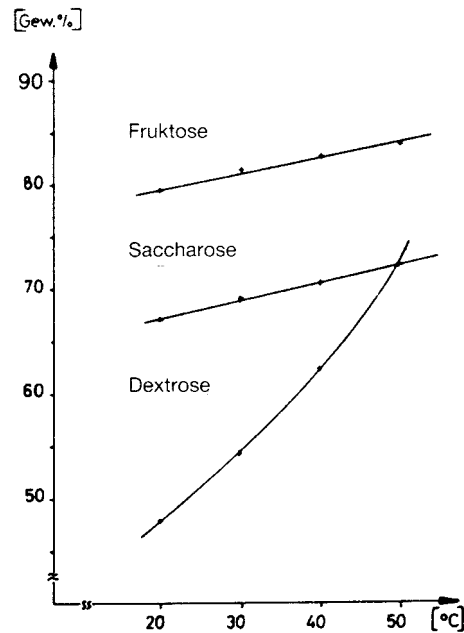
Physikalisch-technische Kennzahlen

Molekulargewicht:	180,16 g/mol
Schmelzbereich:	100 - 104°C
Kristalldichte:	1,59 g/cm ³

Löslichkeit:

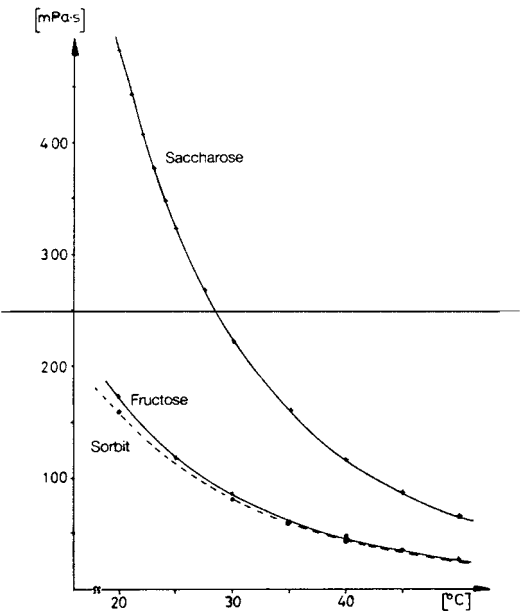
Fruchtzucker zeichnet sich durch eine besonders hohe Wasserlöslichkeit aus. In 100 ml Wasser können bei 20°C 380 g Fructose gelöst werden (79,3 g / 100 g Lösung). Abbildung 25 zeigt die Löslichkeit von Fructose, Saccharose und Dextrose (D-Glucose) in Abhängigkeit von der Temperatur

Abb. 25: Temperaturabhängigkeit der Löslichkeit verschiedener Saccharide in Wasser (61)



Die Viskositäten von Fructoselösungen liegen niedriger als die gleichkonzentrierter Saccharoselösungen (siehe Abb.26).

Abb. 26: Temperaturabhängigkeit der Viskosität die 70%igen Fructose-, Saccharose- und Sorbit-Lösungen (24)



Es wurde festgestellt, dass Fructose in Lösungen in 5 verschiedenen Strukturformen (Tautomeren genannt) vorliegt, die miteinander im Gleichgewicht stehen. Dieses Gleichgewicht kann durch bestimmte Einflüsse, wie z.B. die Temperaturerhöhung, zugunsten einer bestimmten Form (hier beta-Furanose) verschoben werden. Die Süßkraft von Fructose nimmt mit steigender Temperatur ab (Abb. 6). Da die β -pyranoid Form bei Raumtemperatur überwiegt und bei Senkung der Temperatur weiter zunimmt, ist diese Form als die Hauptkomponente der Süßempfindungen zu betrachten.

Chemisch-analytische Merkmale

Wassergehalt: max. 0,1%

Gesättigte wässrige Fructoselösung (79,3%ig bei 20°C) hat eine Wasseraktivität von 0,63. Daher eignet sich Fructose hervorragend zur Frischhaltung wasserarmer Lebensmittel, wie z.B. Backwaren etc.

Reaktionsfähigkeit: Fruchtzucker wird in chemischer Hinsicht im Vergleich zu Saccharose als reaktionsfreudig eingestuft. So entstehen bei Temperaturbelastung der

Fructose Umwandlungsprodukte, die den Geschmack des Lebensmittels beeinflussen können. Bei der Reaktion mit Aminosäuren und Eiweißstoffen entstehen braun gefärbte MAILLARD- Produkte. Im Säuren kommt es zur Bildung von 5- Hydroxymethyl- 2- furfural (HMF). Die gebildete Menge ist in erster Linie vom pH-Wert und der Temperatur abhängig.

Sensorik

Farblose Kristalle, geruchlos, intensiv süß. Die Süßkraft von Fructose in 10%iger wässriger Lösung bei 20°C beträgt ca. 130%.

Von allen bekannten Zuckerarten weist nur Fructzucker im Vergleich zu Saccharose eine höhere Süßkraft auf. Sein Süßungsvermögen steigt in wässriger Lösung mit fallender Temperatur (siehe auch Abb. 6).

Fructose zeigt synergistische Effekte mit Süßstoffen (besonders mit Cyclamat und Saccharin). So schmecken nach Untersuchungen von P. KOIVISTONEN und L. HYVÖNEN (4) wässrige Lösung von Fructose mit diesen Süßstoffen wesentlich süßer, als rechnerisch ermittelt wurde.

Neben dem "body-effect", der durch Einsatz von Fructose verbessert wird, beeinflusst Fructose in Kombination mit einem Süßstoff den Süßgeschmack. Es wurde nachgewiesen, dass Fructose den bitteren Nachgeschmack des Saccharins zu überdecken vermag (25).

Fructzucker bewirkt außerdem den von der Getränkeindustrie geschätzten "flavour transfer", d.h. Fruchtaromen kommen verstärkt zur Entfaltung.

Ernährungsphysiologie

Fructose ist als Zuckeraustauschstoff für Diabetiker geeignet, nach Einnahme von Fructose ist der Anstieg des Blutglucose- und Seruminsulinspiegels wesentlich geringer als bei Glucose. Die Aufnahme (Resorption) aus dem Verdauungstrakt verläuft wesentlich langsamer als bei Glucose.

Im Vergleich zu Sorbit zeichnet sich Fructose durch eine bessere Verträglichkeit aus. Diabetiker vertragen eine Fructosemenge von max. 60 g (bez. auf 70 kg Körpergewicht) gleichmäßig über den Tag verteilt. Physiologischer Brennwert: 17kJ/g (4 kcal/g).

Es ist seit langem bekannt, dass Fructose den Alkoholabbau beschleunigt. Hierbei kommt es zu einer Aktivierung der Enzyme, die für die Oxidation des Alkohols verantwortlich sind (26).

Anwendung

Aufgrund seiner besonderen geschmacklichen Eigenschaften wie hohe Süßkraft, Aroma- und Geschmacksverstärkung, sowie günstiger technologischer Eigenschaften (gute Löslichkeit, Frischhaltung etc.) wird Fructzucker mit Erfolg für die Herstellung verschiedener Erfrischungsgetränke eingesetzt. Fructzucker ist geeignet zur Herstellung diätetischer Lebensmittel für

Süßkraft

Synergistische Effekte

Body-Effekt

Fructzucker-sirup

Diabetiker und wird in kalorienreduzierten Erfrischungsgetränken oft in Kombination mit Süßstoffen eingesetzt.

In Getränken wird auch oft Fructzuckersirup eingesetzt. Südzucker Fructzuckersirup hat einen Trockensubstanzgehalt von 70% und einen Fructosegehalt von mindestens 95%.

Lagerung

Für die Lagerung von kristalliner Fructose empfehlen sich temperierte, trockene, sowie gegen direkte Sonneneinstrahlung geschützte Räume. Die relative Luftfeuchte von 45 % sollte weder bei der Lagerung noch bei der Verarbeitung überschritten werden.

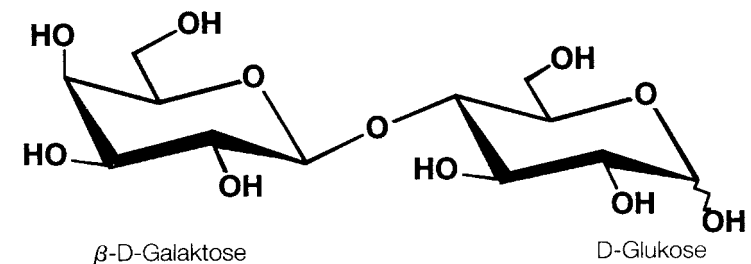
Kurzzeitige große Temperaturschwankungen sind zu vermeiden, die Temperatur im Lagerraum sollte den Temperaturbedingungen bei der späteren Verarbeitung angepasst sein. Nach langen Standzeiten bei niedrigen Temperaturen darf das Gebinde in warmen Räumen nur bei einer entsprechend niedrigen relativen Luftfeuchte geöffnet werden, sonst muss das Produkt im verschlossenen Gebinde auf die Raumtemperatur gebracht werden.

Werden die empfohlenen Bedingungen eingehalten, so ist Fructzucker praktisch unbegrenzt lagerfähig

1.2.8 Lactose (Milchzucker)

Lactose (Milchzucker) ist das typische Kohlenhydrat aller Milcharten. In Kuhmilch sind durchschnittlich 4,6% Lactose enthalten. Lactose ist ein Disaccharid (Zweifachzucker), das aus den beiden Monosacchariden D-Glucose und D-Galactose besteht. Die Verknüpfung der beiden Monosaccharide erfolgt über das C-Atom in Pos. 1 der Galactose zum C4-Atom der Glucose. Die Lactose ist daher ein reduzierendes Disaccharid.

Abb. 27: Strukturformel



Gewinnung

Zur industriellen Herstellung wird Molke (Käsewasser) auf rund 60% TS konzentriert. Durch gezielte Temperaturführung kristallisiert Laktose als Monohydrat (enthält 1 Mol Wasser) aus. Durch mehrere Reinigungsprozesse kann sie zu hoher Reinheit aufbereitet werden.

Eigenschaften von α -Lactose. Monohydrat

Schmelzpunkt (Zersetzung):	202°C
Löslichkeit (20°C):	18,7g/100g Wasser
Wassergehalt:	max. 5,5%
davon freies Wasser:	max. 0,5%
Physiologischer Brennwert:	17 kJ/g (4 kcal/g)

Sensorik

Süßkraft:	ca. 25%
-----------	---------

Anwendung

Bei Getränken spielt Lactose lediglich bei milch- und molkehaltigen Diätgetränken eine Rolle.

1.2.9 Palatinose (Isomaltulose)

Isomaltulose (6-O- α -D-glucopyranosyl-D-fructofuranose) kommt in Honig und Rohrzuckerextrakt vor. Als kristalline Form ist bisher nur das Monohydrat bekannt.

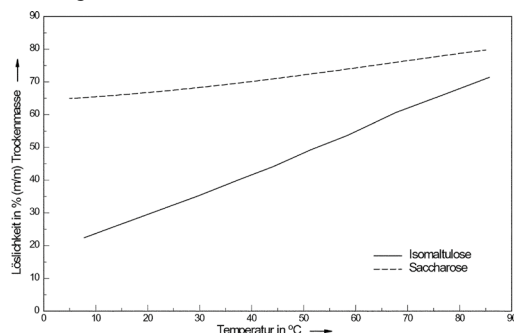
Gewinnung

Isomaltulose wird technisch aus Saccharose durch Umglycosidierung mit immobilisierten nichtlebenden Zellen von *Protaminobacter rubrum* und anschließender Kristallisation hergestellt. Sie wird von der BENEÖ-Palatinin unter dem Namen Palatinose™ verkauft.

Physikalisch-technische Kennzahlen

Molekulargewicht (Monohydrat)	360,32 g/mol
Schmelzbereich:	123 ... 124 °C
Die Viskosität von wässrigen Palatinoselösungen ist vergleichbar zu Saccharoselösungen.	
Lösungswärme (Monohydrat, 25°C):	65,1 J/g (15,5 cal/g)
Kristalldichte:	1,53 g/cm ³

Löslichkeit von Palatinose (Isomaltulose) bei verschiedenen Temperaturen im Vergleich zu Saccharose.



Chemisch-analytische Merkmale:

Mindestreinheit:	98 % TS
Aschegehalt: max.:	0,01% TS
Osmotischer Druck (100 g/ L H ₂ O bei 10°C):	9 bar
physiologischer Brennwert 17 kJ/g (4 kcal/g)	

Reaktionsfähigkeit

Die glycosidische Bindung in Isomaltulose wird durch Säure- und Temperatureinwirkung weniger stark gespalten als die in Saccharose. Eine 8%-ige (m/m) Isomaltulose-Lösung ist bei pH 3 (typischer Wert für Erfrischungsgetränke) bei Raumtemperatur für mindestens neun Monate lagerstabil. Daher bleiben isotonische Getränke mit Palatinose™ im Gegensatz zu solchen mit Saccharose auch während der Lagerung stabil bezüglich des osmotischen Druckes (27b).

Wegen der niedrigen Schmelztemperatur und der stabileren glycosidischen Bindung zeigt Isomaltulose bei thermischer Belastung eine geringere Karamellisierung als Saccharose. Mit Aminosäuren geht Isomaltulose als reduzierender Zucker Maillard-Reaktionen ein. Lebensmittel mit Isomaltulose sind mikrobiologisch ebenso stabil wie Lebensmittel mit einem vergleichbaren Anteil an Saccharose.

Isomaltulose gehört zu den Sacchariden mit den besten antioxidativen Eigenschaften. Das antioxidative Verhalten konnte mit verschiedenen Methoden wie TEAC, FRAP, Chapon oder MEBAK nachgewiesen werden. Verglichen mit klassischen Antioxidantien ist die Reaktion von Isomaltulose zwar geringer und langsamer, aber wegen der höheren Konzentration der Saccharide in Erfrischungsgetränken und der langen Lagerungsdauer kann der Einsatz von Palatinose™ die Lagerstabilität der Produkte erkennbar verbessern.

Sensorik

Das Süßprofil von Isomaltulose ähnelt dem von Saccharose. Die Süße wird schnell empfunden, ist erfrischend und vollmundig ohne Bei- oder Nachgeschmack. Die Süßkraft liegt im Vergleich zu einer 10%-igen Saccharose-Lösung bei 0,48, steigt aber mit höherer Konzentration an (27a). Es wird berichtet, dass Isomaltulose den Beigeschmack einiger Süßstoffe überdecken kann (27b).

Ernährungsphysiologie

Palatinose hat einen sehr niedrigen glykämischen Index von 32, Glucose wird nur langsam freigesetzt. Die Energiezufuhr erfolgt langsamer und länger anhaltend. Für Muskulatur und Gehirn bedeutet dies eine gleichmäßigere Energiezufuhr über einen längeren Zeitraum im Vergleich zu Kohlenhydraten, die schnell resorbiert werden (Sportgetränke).

Zahnfreundlichkeit:

Die besondere Molekülbindung macht Palatinose™ im Vergleich zu Zucker stabiler gegenüber ph-induzierter Hydrolyse und der enzymatischen Spaltung im Mund.

Anwendungen

Palatinose™ ist wegen ihrer physikalischen, chemischen und physiologischen Eigenschaften besonders gut für den Einsatz in isotonischen Getränken, Sportgetränken und Energiegetränken geeignet. Da der osmotische Druck von Palatinose™-Lösungen dem von Saccharose-Lösungen entspricht, hat ein isotonisches Getränk mit Palatinose™ den doppelten Energiegehalt verglichen mit einem auf der Basis von Glucose oder Fructose. Wegen der guten chemischen Stabilität wird Palatinose™ in Getränken mit niedrigem pH-Wert nicht hydrolysiert. Palatinose™ bleibt auch bei pH 3 stabil und kann als Zutat in isotonischen, hypotonischen und hypertonischen Getränken verwendet werden, da es dazu beiträgt, die Osmolalität der Produkte zu erhalten. Dieses Verhalten macht Palatinose™ geeignet für Getränkeanwendungen auf der Basis von Wasser, Fruchtsaft und Milchprodukten.

Der Einsatz von Palatinose™ in Erfrischungsgetränken führt zu einem Saccharose-ähnlichen natürlichem Süßeindruck ohne jeglichen Nachgeschmack. Da die Süßkraft bei etwa 50 % der von Saccharose-Formulierungen liegt, kann die Süße mit Zuckern wie Fructose oder mit Süßstoffen eingestellt werden. Palatinose™ kann außerdem als Süßungsmittel für zahnfreundliche oder nicht-kariogene Getränke eingesetzt werden, die keine laxative Wirkung haben und wenig oder keine Süßstoffe enthalten. Diese Getränke zeigen dasselbe natürliche Süßprofil wie solche mit Zucker sowie ein vollmundiges Mundgefühl.

Lagerung

Für kristalline Palatinose™ gelten die gleichen Lagerungsbedingungen wie für kristallinen Zucker.

1.2.10 Polyole (Zuckeralkohole)

Polyole sind mehrwertige Alkohole, die u. a. als Zuckeraustauschstoffe Verwendung finden. Ihr physiologischer Brennwert beträgt mit 10 kJ 7g (2,4 kcal/g) nur 60% des Brennwertes der verwertbaren Kohlenhydrate.

Wie die meisten wenig resorbierbaren Kohlenhydrate haben auch Zuckeralkohole bei übermäßigem Verzehr eine laxierende Wirkung. Von alkoholfreien Erfrischungsgetränken wird oft innerhalb kurzer Zeit eine große Menge getrunken. Zudem ist die Aufnahme von Zuckeralkoholen in Flüssigkeit die empfindlichste Art der Aufnahme. D.h. es ist bei dieser Art der Aufnahme eher möglich, dass die laxierende Wirkung auftritt, als bei

Aufnahme kleiner Mengen von Zuckeralkoholen über den Tag verteilt, wie es bei anderen Verzehrsituationen, z.B. bei Süßwaren, der Fall ist. Die Süßung von Getränken mit Zuckeralkoholen ist von Seiten des deutschen Gesetzgebers nicht zugelassen worden. Ausnahmen bestehen für Diät-Getränke.

1.2.11 Süßstoffe

Süßstoffe werden wegen ihrer intensiven Süßkraft Lebensmitteln zugesetzt. Im Gegensatz zu den Kohlenhydraten (inklusive Polyolen) haben Süßstoffe keinen bzw. einen vernachlässigbaren Energiebeitrag, da sie aufgrund ihrer hohen Süßkraft nur in sehr geringen Mengen eingesetzt werden.

Süßstoffe gehören zu den Lebensmittelzusatzstoffen, diese müssen vor Ihrer Verwendung zugelassen werden, nachdem ihre gesundheitliche Unbedenklichkeit durch ein internationales Expertengremium festgestellt wurde. Zur Zeit sind in Deutschland und der EU 10 Süßstoffe zugelassen: Saccharin, Cyclamat, Aspartam, Acesulfam, Aspartam-Acesulfamsalz, Thaumatin, Sucralose und Neohesperidin DC, Neotam und Steviosid.

Für Süßstoffe wurden bei der gesundheitlichen Bewertung jeweils akzeptable tägliche Aufnahmemengen (acceptable daily intake, ADI) abgeleitet. Diese ADI-Werte basieren auf den Ergebnissen von Tierversuchen.

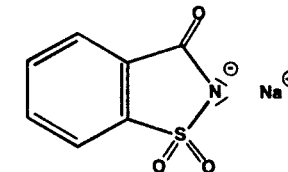
1.2.11.1 Saccharin – E 954

Saccharin ist im Jahre 1879 als erster künstlicher Süßstoff (28) von FAHLBERG und REMSEN synthetisiert worden. Chemisch gesehen handelt es sich hierbei um Benzoesäuresulfimid. Wegen seiner geringen Wasserlöslichkeit werden gewöhnlich die löslicheren Natrium- und Calciumsalze oder ein Gemisch aus Saccharin und Natriumbicarbonat eingesetzt.

Herstellung

Saccharin wird heute immer noch hauptsächlich nach dem REMSEN-FAHLBERG-Prozess gewonnen, bei dem Toluol sulfoniert wird (29). Bei diesem Verfahren treten als Hauptverunreinigungen o-Toluolsulfonamid (OTS) aber auch p-Toluolsulfonamid auf, die nach heutiger Kenntnis toxikologisch nicht unbedenklich sind. Vereinzelt folgt die Darstellung von Saccharin auch nach dem MAUMEE-Prozess, ausgehend von o-Chlortoluol und Phthalsäureanhydrid (30).

Abb. 36: Strukturformel



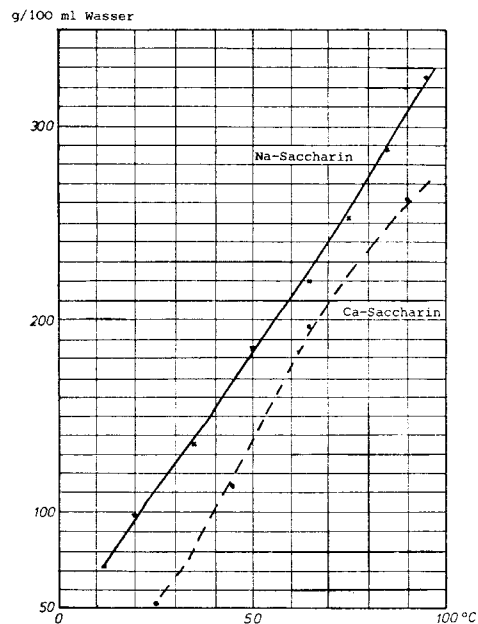
Saccharin-Natrium

Physikalisch-technische Kennzahlen

Saccharin besitzt einen Schmelzbereich von 228 – 229°C und sublimiert im Vakuum unzersetzt.

Die Löslichkeit der beiden Saccharinsalze in Abhängigkeit von der Temperatur sind in Abbildung 37 dargestellt.

Abb. 37. Löslichkeit von Natrium- und Calciumsaccharin in Wasser (31)



In seiner nicht handelüblichen Säureform kristallisiert Saccharin aus Wasser in farblosen, rhombischen Blättchen. Das Natriumsalz, Natriumsaccharin, kristallisiert mit 2 Mol Wasser, verwittert jedoch an der Luft unter Wasserverlust. Das Calciumsalz kristallisiert mit 3,5 Mol Wasser.

Chemisch-analytische Merkmale

Saccharin ist eine verhältnismäßig starke Säure ($pK_s = 1,6$).

Lösungen von Saccharin-Natrium sind in weiten Temperaturbereichen stabil. Saccharin wurde in den USA 1972 von der GRAS-List der FDA gestrichen (List of substances generally recognized as safe) (33). Ein vorübergehendes Verbot von Saccharin in Lebensmitteln und Kosmetika wurde aber in den USA aufgrund weiterer toxikologischer Untersuchungen wieder aufgehoben (34).

ADI-Wert: 5mg/ kg Körpergewicht und Tag (35).

Löslichkeit

Süßkraft

Sensorik

Schnell eintretender, sehr intensiver Süßgeschmack, in höheren Konzentrationen mit bitter-metallischem Nachgeschmack. Die Süßkraft von Saccharin-Natrium beträgt ca. 350 - 530, von Saccharin ca. 350 - 700.

Die bei Handelsbezeichnungen üblichen Angaben "Saccharin 550-fach" und "Saccharin 450-fach" beziehen sich auf eine etwa 3,5%ige Saccharaose-Vergleichslösung.

Zu den Substanzen, die den Saccharin-Beigeschmack maskieren können, zählen organische Stoffe wie Fructose, Isomalt, Laktose u. a. und anorganische Stoffe wie Magnesiumsulfat oder Natriumcarbonat. In fast allen Mischungen von Süßstoffen mit Saccharin wird die Süßintensität gesteigert, ebenso bei Fructose-Saccharin-Mischungen.

Anwendung

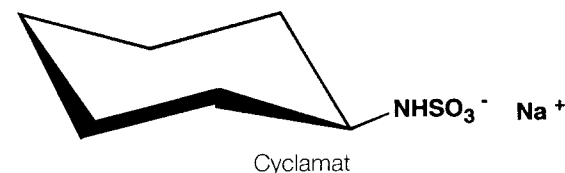
Saccharin und seine Salze können in allen Lebensmitteln verarbeitet werden, unter Beachtung der geltenden Regelungen und Verordnungen. Meistens wird es in Kombination mit anderen Süßstoffen verarbeitet. Die Verwendungshöchstmenge für brennwertverminderte oder ohne Zuckerzusatz hergestellte nicht alkoholische Getränke beträgt 80 mg/l.

1.2.11.2 Cyclamat – E 952

Der Süße Geschmack von Cyclamat wurde von AUDRIETH und SVEDA 1937 entdeckt (36).

Als Cyclamate werden die Metallsalze der N-Cyclohexylsulfaminsäure bezeichnet. Davon werden heute praktisch nur Natrium- und Calciumcyclamate verwendet.

Abb. 38: Strukturformel



Herstellung

In der Hauptsache werden Cyclamate durch Umsetzung von Cyclohexylamin mit Chlorsulfonsäure in Chloroform (36) oder mit Amidosulfonsäure in hochsiedenden Lösungsmitteln bei 130-195°C hergestellt (37).

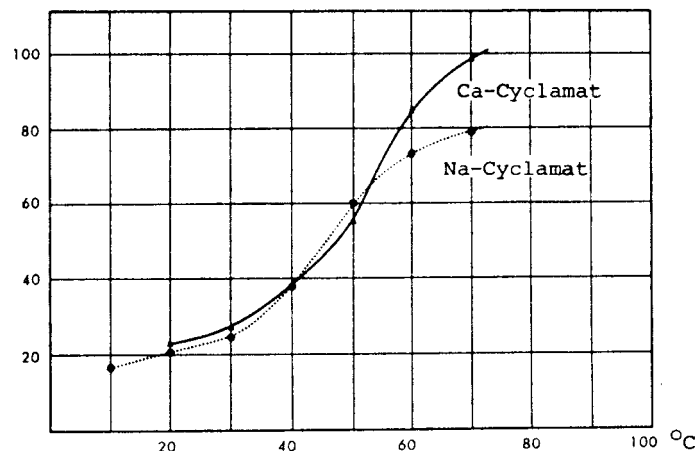
Physikalisch-technische Kennzahlen

Die Cyclohexylamidoschwefelsäure (N-Cyclohexylsulfaminsäure) besitzt einen Schmelzpunkt von 169-170°C.

Cyclamate zersetzen sich bei Temperaturen über 260°C.
Ihre Löslichkeit in Wasser ist aus Abbildung 39 ersichtlich.

Löslichkeit

Abb. 39. Löslichkeit von Cyclamaten in Wasser (38)



Chemisch-analytische Merkmale

Die N-Cyclohexylsulfaminsäure reagiert wie Saccharin sauer. Cyclamate sind koch- und backbeständig. Auch von Säuren und Laugen werden sie nicht zersetzt.

Im Jahre 1969 wurden bei Rattenversuchen in den USA nach sehr hohen Gaben Veränderungen in der Harnblase festgestellt (38). Daraufhin wurden die Cyclamate aufgrund der "Delaney-Klausel" (39) von der "GRAS-Liste" gestrichen. Die "Delaney-Klausel" verbietet in den USA jede Substanz in Lebensmitteln einzusetzen, die in einem Tierversuch, unabhängig von den Versuchsbedingungen, der Dosis und dem Anwendungszeitraum cancerogen wirkt (40). Die Untersuchungsergebnisse konnten jedoch nicht bestätigt werden. Vor kurzem ließ die EU-Kommission den Süßstoff erneut prüfen. Auch die neuen Daten geben keinen Hinweis darauf, dass Cyclamate für den Menschen schädlich sind. Allerdings ist ihre Umsetzungsquote im Körper höher als bisher angenommen. Daher wurde der ADI-Wert für diesen Stoff bereits 2001 von 11 auf 7 mg/kg gesenkt.

ADI-Wert

Sensorik

Die N-Cyclohexylsulfaminsäure, von der sich die Cyclamate ableiten, ist eine farblose, kristalline Substanz. Natrium-N-Cyclohexylsulfamat und Calcium-N-Cyclohexylsulfamat kristallisieren in farblosen Blättchen.

Die geschmacklichen Eigenschaften der Cyclamate sind günstiger als die des Saccharins. In höheren Konzentrationen kann aber auch ein metallischer Beigeschmack auftreten. Von allen Süßstoffen hat Cyclamat die geringste Süßintensität. allerdings wirkt es synergistisch in Kombination mit anderen Süßstoffen. Die Süßkraft verdünnter wässriger Cyclamat-Lösungen liegt bei der 30-35fachen von Saccharose.

Anwendung

Cyclamate sind für bestimmte Produktgruppen zugelassen und werden häufig in Kombination mit Saccharin eingesetzt. Die Verwendungshöchstmenge für brennwertverminderte oder ohne Zuckerzusatz hergestellte nicht alkoholische Getränke beträgt 250 mg/l.

1.2.11.3 Aspartam – E 951

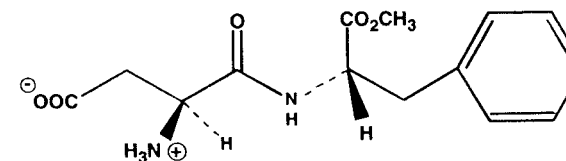
Der Süßgeschmack von Aspartam (N-L-Aspartyl-L-Phenylalanin-1-Methylester) wurde im Jahre 1965 von SCHLATTER, einem Mitarbeiter der Fa. Searle, zufällig bemerkt und erstmals beschrieben.

Bei Aspartam handelt es sich um ein Dipeptid der beiden Aminosäuren L-Asparaginsäure und L-Phenylalanin als Methylester. Handelsname ist u. a.: NutraSweet

Chemischer Aufbau

N- L-alpha- Aspartyl- L- Phenylalanin- 1- Methylester

Abb. 40: Strukturformel



Aspartam

Herstellung

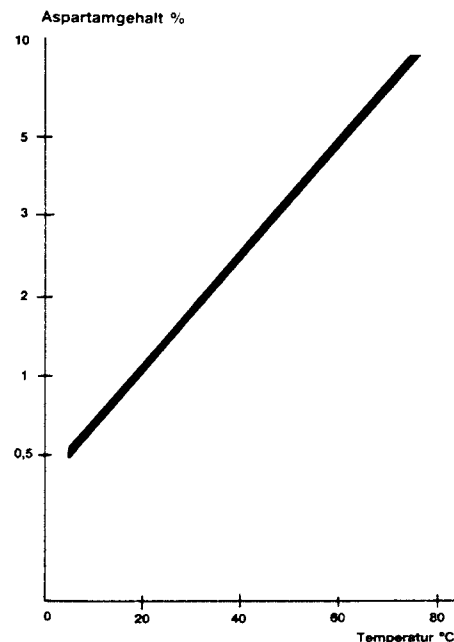
Zur Herstellung von Aspartam existieren mehrere Verfahren, die alle letztlich auf der Verknüpfung der beiden Aminosäuren beruhen. Die Wirtschaftlichkeit der einzelnen Methoden hängt davon ab, in welcher Weise die beiden Ausgangsstoffe gewonnen werden können.

Physikalisch-technische Kennzahlen

Aspartam besitzt keinen definierten Schmelzpunkt. Bei 196°C findet eine Umlagerung statt.

Aspartam ist wenig wasserlöslich, ca. 1g in 100g Wasser bei 20°C und pH 5,2 (isoelektrischer Punkt), die Löslichkeit steigt mit zunehmender Temperatur und fallendem pH-Wert.

Abb. 41: Löslichkeit von Aspartam in Wasser bei pH 5,2 (41)



Löslichkeit

Chemisch-analytische Merkmale

Aspartam ist kaum hygroskopisch. Das Aspartammolekül enthält eine Ester- sowie eine Säureamidbindung. Daher kann es bei bestimmten pH-, Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen zu einer Aufspaltung dieser Bindungen, Umlagerung und damit zu Süßkraftverlusten kommen. Aspartam wird aus diesem Grund häufig in Kombination mit anderen Süßstoffen eingesetzt. Auch Kombinationen mit Saccharose oder Fructose sind geeignet.

Stabilität in Lösungen: Die beste Stabilität wird im schwach sauren pH-Bereich erreicht, das Optimum liegt bei 4,2. Der Abbau ist bei tiefen Temperaturen wesentlich niedriger. So sind z. B. in einem Zitronengetränk pH 3,6, bei 5°C nach 33 Monaten, bei 20°C aber bereits nach 8 Monaten 30% des Aspartams abgebaut.

Aspartam wird kalorisch mit 17 kJ/g (4 kcal/g) berechnet. Aufgrund der geringen Einsatzmengen kann die Kalorienzufuhr meist vernachlässigt werden.

Für einen günstigen Ausgang der toxikologischen Prüfungen sprach von Anfang an die chemische Struktur des Aspartam. Es konnte erwartet werden, dass das Dipeptid nach seiner Einnahme in seine Aminosäurebausteine Asparagin und Phenylalanin zerlegt und diese wie andere Proteinabbauprodukte, vom Organismus für den Aufbau von Körperproteinen verwendet oder zur Energiegewinnung verwertet werden. In bis zu einem Jahr dauernden Toleranzstudien zeigten sich keine signifikanten Veränderungen biologischer Parameter. Phenylalanin ist eine essentielle Aminosäure, die dem Körper über die Nahrung zugeführt werden muss. Sie ist z.B. in Fleisch, Milch, Brot und Gemüse enthalten. Bei der selten auftretenden, angeborenen Stoffwechselkrankheit Phenylketonurie, bei der Phenylalanin nicht auf dem normalen Weg abgebaut wird und daher die Zufuhr streng kontrolliert werden muss, sollte eine Einnahme von Aspartam vermieden werden.

Lebensmittel, die Aspartam enthalten müssen den Hinweis "Enthält eine Phenylalaninquelle" tragen.

Der ADI-Wert beträgt 40 mg/kg Körpergewicht.

ADI-Wert

Sensorik

Aspartam ist ein weißes, geruchloses kristallines Pulver mit angenehmen, reinsüßem Geschmack, ohne bitter- metallischem Nachgeschmack. Auch bei höheren Konzentrationen in Lebensmitteln ist Aspartam geschmacksstabil. Süßkraft ca. 180-200fach im Vergleich zu Saccharose, in Erfrischungsgetränken bei 8°C ca.180 (Vergleichskonzentration Saccharose 10%) (5).

Süßkraft

Anwendung

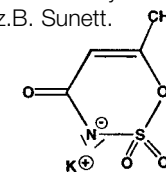
Aspartam wird, allein und in Kombination mit anderen Süßstoffen, häufig in kalorienreduzierten Erfrischungsgetränken eingesetzt. Probleme bereitet oft die geringe Stabilität des Aspartams. Die Verwendungshöchstmenge für brennwertverminderte oder ohne Zuckerzusatz hergestellte nicht alkoholische Getränke beträgt 600 mg/l.

1.2.11.4 Acesulfam- K – E 950

1967 wurde bei der Hoechst AG Acesulfam-K entwickelt, ein Acetessigsäureabkömmling, der ausgehend von tertiären Butylester der Acetessigsäure synthetisiert wird (46). Handelsname: z.B. Sunett.

Chemischer Aufbau

Abb. 42: Strukturformel



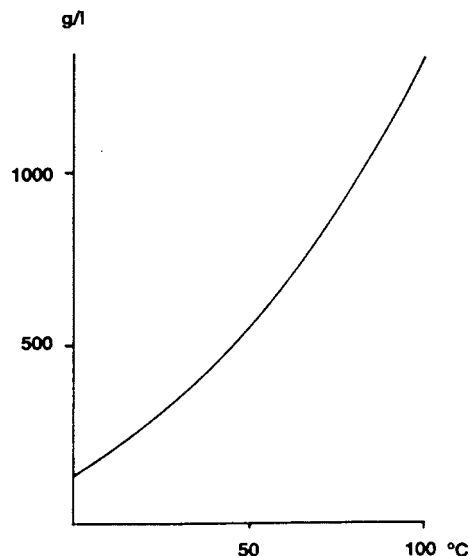
Acesulfam K

Physikalisch-technische Kennzahlen

Acesulfam-Kaliumsalz besitzt keinen definierten Schmelzpunkt. Ab ca. 225°C beginnt es sich unter Dunkelfärbung zu zersetzen.

Es ist gut wasserlöslich, bei Raumtemperatur ca. 270g in 1l Wasser. Mit zunehmender Temperatur steigt die Löslichkeit steil an. In 62,5% Zuckerlösungen liegt die Löslichkeit immer noch bei mind. 100g/kg (bei 20°C).

Abb. 43: Löslichkeit von Acesulfam in Wasser



Chemisch-analytische Merkmale

Der Wassergehalt beträgt max. 1%, Acesulfam-K ist nicht hygroskopisch.

Die Hitzestabilität ist gut, Pasteurisations- und Sterilisationsverfahren werden ohne Süßeverlust überstanden. Wegen seiner guten Hydrolysestabilität bei pH-Werten über 3 ist es bei Getränken gut einsetzbar.

In den vergangenen Jahren wurde das Produkt in toxikologischen Studien getestet. Diese zeigten, dass Acesulfam-K im Körper nicht metabolisiert und daher unverändert ausgeschieden wird. Es wurden bei den Untersuchungen auch keine kanzerogenen, mutagenen, teratogenen und pharmakologischen Effekte gefunden.

Der ADI-Wert für Acesulfam-K beträgt 9 mg/kg.

Sensorik

Die Süße setzt schnell ein, Bittergeschmack ist erst bei hohen Konzentrationen

Süßkraft

nen wahrnehmbar. Die Süßkraft im Vergleich zu 3-4%iger Saccharoselösungen beträgt ca. 200. In Mischungen mit anderen Süßungsmitteln zeigt Acesulfam meist mehr oder weniger ausgeprägte synergistische Effekte, besonders mit Aspartam und Cyclamat (3). Durch Mischungen mit Saccharose oder Fructose kann der Geschmack verbessert werden. Acesulfam-K bildet farblose und geruchlose Kristalle.

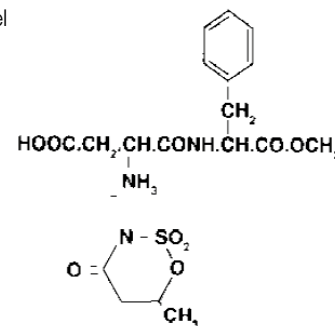
Anwendung

Acesulfam-K wird in kalorienreduzierten Getränken häufig in Form von Süßstoffmischungen eingesetzt. Die Verträglichkeit mit verschiedenen Grundstoffen ist unterschiedlich und muss vorher getestet werden (3). Die Verwendungshöchstmenge für brennwertverminderte oder ohne Zuckerzusatz hergestellte nicht alkoholische Getränke beträgt 350 mg/l.

1.2.11.5 Aspartam-Acesulfamsalz - E 962

Aspartam-Acesulfamsalz wird durch Erhitzen von Aspartam und Acesulfam-K im Verhältnis von etwa 64% Aspartam und 36% Acesulfam-K in saurer Lösung gewonnen. Anschließend lässt man es auskristallisieren.

Abb. 44: Strukturformel



schaftlichem Ausschuss auch die für Aspartam-Acesulfamsalz ab.
Die Verwendungshöchstmenge für brennwertverminderte oder ohne Zucker-
zusatz hergestellte nicht alkoholische Getränke beträgt 350 mg/l.

1.2.11.6 Thaumatococcus - E 957

Thaumatococcus ist ein Gemisch von süß schmeckenden Polypeptiden. Es wird
aus den westafrikanischen Früchten von *Thaumatococcus daniellii* Benth
(unter den Einheimischen "Katemfe" genannt) durch Extraktion gewonnen.
Aus 1 kg der Früchte lassen sich etwa 6g Thaumatococcus isolieren (47).

In Wasser ist Thaumatococcus sehr gut löslich (mehr als 60%ig).

Da es sich um Polypeptide handelt, sind Thaumatin chemisch nicht sehr
stabil.

Im menschlichen Körper wird Thaumatococcus voll verstoffwechselt, aufgrund der
sehr niedrigen Einsatzmengen kann der physiologische Brennwert praktisch
vernachlässigt werden.

Vom JECFA wurde kein ADI-Wert festgelegt, es wird als "akzeptabel" einge-
stuft.

Sensorik

Die Süße von Thaumatococcus setzt etwas verzögert ein und ist sehr nachhaltig. In
höheren Konzentrationen kann ein lakritzartiger Beigeschmack wahrgenom-
men werden. Die Süßkraft ist stark von der Konzentration abhängig und
beträgt ca. 2000-5000 im Vergleich zu Saccharose.

Thaumatococcus zeigt ausgeprägte aromaverstärkende Wirkung (u. a. bei Pfeffer-
minz, Zimt und Zitrone) (48).

Anwendung

Angewendet wird Thaumatococcus in erster Linie aufgrund seiner aromaverstär-
kenden bzw.-modifizierenden Wirkung. Laut Süßungsmittelrichtlinie ist
Thaumatococcus für Getränke nicht zugelassen.

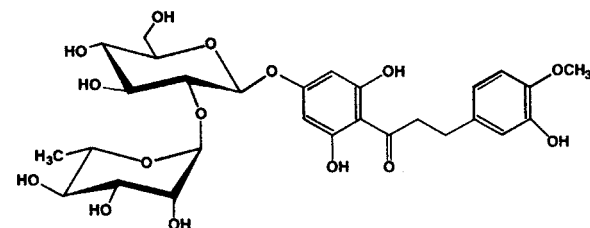
1.2.11.7 Neohesperidin DC (Dihydrochalcon) - E 959

Der süße Geschmack von Dihydrochalconen wurde von HOROWITH und
GENTLI entdeckt (49). Innerhalb der Stoffklasse der Dihydrochalcone hat
das Neohesperidin DC das größte Interesse als Süßstoff gefunden.

Ausgangsmaterial für die Gewinnung von Neohesperidin DC sind die in Zitrus-
schalen enthaltenen Flavone wie Naringin und Neohesperidin.

Chemischer Aufbau

Abb. 45: Strukturformel



Neohesperidin DC

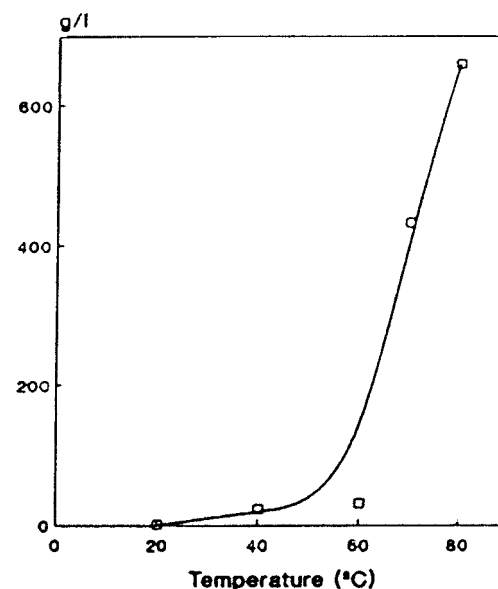
Physikalisch-technische Kennzahlen

Schmelzpunkt: 152- 154°C 850)

In Wasser ist Neohesperidin DC bei Raumtemperatur nur wenig löslich (ca.
0,4-0,5 g/ l), mit steigender Temperatur steigt die Löslichkeit steil an. Bei
80°C können bereits 650 g/l gelöst werden (siehe Abb. 46). In Alkohol-
Wasser-Mischungen löst sich Neohesperidin DC besser als in Wasser.

Löslichkeit

Abb. 46: Löslichkeit von Neohesperidin DC in Wasser (51)



Süßkraft

Chemisch-analytische Merkmale

Die Stabilität von Neohesperidin DC ist, auch in wässrigen Lösungen, gut. Neohesperidinlösungen (pH 5,0) überstehen z.B. Pasteurisation von Flüssigkeiten (30 min bei 75°C oder 1 min bei 100°C) ohne merklichen Süßkraftverlust (51). In Erfrischungsgetränken wurde nach einer Lagerdauer von 6 Monaten bei Raumtemperatur ebenfalls kein Süßkraftverlust festgestellt.

Der ADI-Wert wurde auf 5 mg/kg Körpergewicht festgelegt.

Sensorik

Weißes, geruchloses kristallines Pulver.

Die geschmacklichen Eigenschaften sind bei niedrigen Konzentrationen gut, bei höheren Konzentrationen tritt allerdings ein nachhaltiger mentholähnlicher und lakritzartiger Nachgeschmack auf, der durch geeignete Mischung mit anderen Süßstoffen nicht wahrgenommen wird (52).

Die hohe für Neohesperidin angegebene Süßkraft von ca. 1500-fach im Vergleich zu Saccharose gilt nur in sehr niedrigen Konzentrationen, mit zunehmender Konzentration fällt sie sehr schnell ab. In dem für die praktische Anwendung relevanten Bereich wurden Werte von 927-167 (entsprechend 5-100 g Saccharose/l Lösung) ermittelt (50).

In Kombination mit anderen Süßungsmitteln treten wie bei den meisten Süßstoffen synergistische Effekte auf.

Anwendung

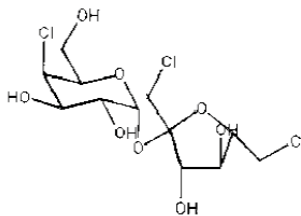
Neohesperidin ist in Kombination mit anderen Süßungsmitteln für viele Lebensmittel geeignet. Die Verwendungshöchstmenge für brennwertverminderte oder ohne Zuckerzusatz hergestellte nicht alkoholische Getränke beträgt 30 bzw. 50 mg/l.

1.2.11.8 Sucralose - E 955

1976 wurde bei gezielten Saccharosederivatisierungen entdeckt, dass die Substitution von OH-Gruppen in Kohlenhydraten durch Chlor zu einer erheblichen Intensivierung der Süße führen kann. Die süßeste der gefundenen halogenierten Kohlenhydrate war Sucralose.

Sucralose wird aus Saccharose durch Chlorierung hergestellt.

Abb. 48: Strukturformel: Sucralose (Trichlorgalactosaccharose, TGS)



ADI-Wert

Süßkraft

Löslichkeit

Sucralose ist eine weiße, kristalline, nichthygroskopische Verbindung. Sucralose ist etwa 500 - 600 mal so süß wie Saccharose. Vom Geschmacksprofil ist Sucralose dem Zucker sehr ähnlich. Es kommt nicht zu einem unerwünschten Neben- oder Nachgeschmack.

Die Löslichkeit in Wasser liegt bei ca. 28,3 g/ 100 ml Wasser bei 20°C.

Sucralose weist in vielen Lebensmitteln und Getränken eine sehr gute Stabilität auf. Wie Zucker hydrolysiert auch Sucralose in wässrigen Lösungen jedoch erst nach sehr langer Zeit, im stark sauren Bereich oder bei sehr hohen Temperaturen.

Sucralose wird vom Körper nicht verstoffwechselt, sondern unverändert ausgeschieden und hat daher keine Kalorien.

Der ADI-Wert liegt bei 15 mg/kg Körpergewicht. Die Verwendungshöchstmenge für brennwertverminderte oder ohne Zuckerzusatz hergestellte nicht-alkoholische Getränke beträgt 300 mg/l

1.2.11.9 Neotam - E961

Neotam (N-[N-(3,3-dimethylbutyl)-L-a-aspartyl]-L-phenylalanine 1-methylester) ist ein Aspartam-Derivat. Es wird durch Reaktion von Aspartam mit 3,3-Dimethylbutylaldehyd gewonnen.

Durch die enge chemische Verwandtschaft mit Aspartam sind auch die Einsatzgebiete vergleichbar. Neotam ist beim Erhitzen im neutralen pH-Bereich etwas stabiler. Unter wässrigen Bedingungen, wie z. B. in kohlen-säurehaltigen alkoholfreien Getränken, zerfällt es langsam unter Hydrolyse.

Neotam ist erst seit 2010 in der EU, u.a. für nichtalkoholische, brennwertverminderte oder ohne Zuckerzusatz hergestellte Getränke, zugelassen. (max. 20 mg/l)

Süßkraft

Die Süßkraft von Neotam ist je nach Lebensmittelanwendung zwischen 7.000- bis 13.000- mal so hoch wie die von Zucker und damit ca. 30 – 60 mal süßer als Aspartam. Neotam erzeugt einen lang anhaltenden, saccharoseähnlichen Süßgeschmack ohne metallische oder bittere Noten. Neotam kann verschiedene Aromen intensivieren und unerwünschte Geschmacksnoten maskieren.

ADI-Wert

Neotam wurde 2003 durch die JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) für sicher befunden. In 2007 erfolgte die Überprüfung durch die EFSA (European Food Safety Authority). Es wurde ein ADI-Wert von 0-2 mg/kg festgelegt.

Die U.S.-amerikanische Gesundheitsbehörde FDA (Food and Drug Administration) stufte Neotam 2002 als sicher ein entsprechend GMP (Good Manufacturing Practice).

1.2.10.10 Steviolglycoside – E960

Steviolglycoside werden durch Extraktion aus der in Südamerika beheimateten Pflanze *Stevia rebaudiana* (Bertoni) gewonnen. Die stark süßende Wirkung der Pflanze ist seit Jahrhunderten bekannt.

Verantwortlich für die süßende Wirkung der Blätter sind verschiedene Steviolglycoside. Es wurden bisher 10 dokumentiert, die sich in ihrer molekularen Struktur, im Süßungsverhalten und auch geschmacklich unterscheiden. Das Wichtigste, mit dem größten Anteil (ca. 5-10 % der Trockenmasse der Steviablätter) ist das Steviosid. Ein weiteres wichtiges Glycosid ist das Rebaudiosid A.

Die Anteile der einzelnen Steviolglycoside und der Anteil Steviolglycoside an der Gesamttrockenmasse (Reinheit) kann sehr stark variieren, was wiederum einen sehr großen Einfluss auf die Qualität, den Geschmack und die Süßkraft hat.

Steviosid schmeckt ca. 150mal süßer als Saccharose. Rebaudiosid A hat die höchste Süßkraft, bis ca. 450-fach im Vergleich zu Saccharose und hat einen besseren Geschmack als andere Steviolglycoside, die einen bitteren oder lakritzartigen Bei- oder Nachgeschmack hervorrufen können.

Der Schmelzpunkt liegt bei ca. 196-198°C. Die Wasserlöslichkeit ist mit ca. 1,2 - 1,3 g/l gering. Die Stabilität in wässrigen Medien ist recht gut.

Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit hat die Sicherheit von Steviolglycosiden, die aus den Blättern der *Stevia rebaudiana*-Bertoni-Pflanze extrahiert werden, als Süßungsmittel bewertet und hat für Steviolglycoside eine annehmbare tägliche Aufnahme (Acceptable Daily Intake, ADI) von 4 mg/kg Körpergewicht/Tag, berechnet als Stevioläquivalente, festgelegt.

Steviolglycoside wurden am 12. November mit Wirkung zum 2. Dezember 2011 in der EU unter der Bezeichnung E 960 als Lebensmittelzusatzstoff zugelassen.

Stevia ist u.a. für brennwertverminderte oder ohne Zuckerzusatz hergestellte aromatisierte Getränke zugelassen (Höchstmenge 80 mg/l)

Süßkraft

ADI-Wert

Quellenangabe:

- (1) Shallenberger, R. S. und Acree, T. E.: Molecular Theory of Sweet Taste Nature 216 (1967) 4, 480-482
- (2) Von Rymon Lipinski, G. W. und Schiweck, H.: Handbuch Süßungsmittel, Behr's Verlag, Hamburg (1991)
- (3) Fricker, A., Prochazka, E. und Gutschmidt, J.: Die Süßkraft von Fructose in Abhängigkeit von Temperatur, Konzentration und Substrat Lebensm.- Wiss. Und Technol. Vol. 6 (1973) Nr. 2, 63-65
- (4) Koivistoinen, P. und Hynönen, L.: Carbohydrate sweeteners in food and nutrition. Academic Press, London (1980)
- (5) Paulus, K. Reisch, A. M.: Chem. Senses 5, 11- 21 (1980)
- (6) Verordnung über einige zur menschlichen Ernährung bestimmter Zuckerarten (Zuckerarten-VO)
- (7) Schiweck, H.: Zucker, Rüben- und Rohr-, Ullmann Enzyklopädie der technischen Chemie, 4. Auflage (1984), Band 24, Verlag Chemie, Weinheim
- (8) Swindells; J. F., Snyder; C. F.; Hardy, R. C.; Golden, P. E. (1958). Natn. Bur. Stand. Suppl. to Circ. No. C440. Issued July. As quoted in BFMIRA Scientific and Technical Surveys No. 51., 1967
- (9) Baloh, T.: Wärmeatlas für die Zuckerindustrie, Verlag M. & H. Schaper, Hannover
- (10) Produktinformationen über Raffinade und Kristallzucker: Südzucker AG Mannheim/Ochsenfurt, Stand 2004
- (11) Flückinger, W. und Cleven, F.: Wasseraktivität – ihre Bedeutung für die Haltbarkeit von Gebäcken, Backtechnik 6 (1978), 13-15
- (12) Prof. Dr. Heiss, R.: Haltbarkeit und Sorptionsverhalten wasserarmer Lebensmittel, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York (1968)
- (13) Jost, U.: Kurzes Lehrbuch der physikalischen Chemie, Steinkopf-Verlag, Darmstadt (1966)
- (14) DGE: Ernährungsbericht 2004, S. 36 ff
- (15) Zucker in Zahlen, Wirtschaftliche Vereinigung Zucker, Oktober 2010
- (15a) Foster-Powell, K., Brand-Miller, J. (1995). International tables of gly-cemic index. Am. J. Clin. Nutr. 62, S 871- S893
- (15b) Brans Miller J., Pang E., Broomhead L. (1995). The glycemic index of foods containing sugars: comparison of foods with naturally-occurring v. added sugars. Br. J. Nutr. 73, 613-623
- (15c) Wolever, M. S. ; Brand-Miller, J. (1995). Sugars and blood glucose control. Am. J. Clin. Nutrition 62, (Suppl.), 212S-227S
- (15d) Lohmani E., Rickard K., Washburne L., Vandagriff J, Fineber N., Golden M. (1991). Glycemic response to sucrose- containing mixed meals in diets of children with insulin- dependent diabetes mellitus. J. Pediatr. 119, 531- 537
- (15e) Wang S. R., Chase H. P., Hoops S. L., Harris M. A. (1991). The effects of sugar cereal with and without a mixed meal on glycemic response in children with diabetes. J. Pediatr. Gastroenterol Nutr. 13, 155-160

- (15f) Santacroce G., Forlani G., Guangiulio S., Galuppi V., Pagani M., Vannini P. (1990). Longterm effects of eating sucrose on metabolic control of Type 1 (insulin-dependent) diabetic outpatients. *Acta. diabetol. lat.* 27, 365- 370
- (15g) Brand-Miller, J. C.; Lobbezoo, I. (1994). Replacing starch with sucrose in a high glycemic index breakfast cereal lowers glycemic and insulin responses. *Eur. J. Clin. Nutrition* 48,749- 752
- (16) EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA); Scientific Opinion on Dietary Reference Values for carbohydrates and dietary fibre. *EFSA Journal* 2010; 8(3): 1462. Doi:10.2903/j.efsa2010.1462.
- (16a) Frost G., Wilding J., Beecham J. (1993): Dietary advice based on the glycaemic index. *Diabetic Medicine* 11, 397- 401
- (16b) Ausschuss Ernährung der Deutschen Diabetes Gesellschaft (Vorsitz: Monika Toeller) (1995). Ernährungsempfehlungen für Diabetiker 1995. Stellungnahme der Diabetes and Nutrition Study Group of the European Association for the Study of Diabetes. *Ernährungs-Umschau* 42, 319-322
- (16c) Noack R., Karst H., Gerstmann U., Barth C. A. (1995): Macronutrient balance on diets with 10, 30 and 50 en% fat. *Int. J. Obesity* 19, Supplement 2, p 32,O35
- (16d) Pi-Sunyer, F.X. (1993). Metabolic efficiency of macronutrient utilization in humans. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 33, 359-61
- (17) Fejerskov, O. Thylstrup A.: Different concepts of dental caries and their implications. In: Thylstrup A., Fejerskov O. Eds. *Textbook of clinical cariology*. Munksgaard, Copenhagen, 1994, pp 209-218.
- (17a) Gazzaniga, J. M.; Burns, T. L. (1991). The relationship between diet composition and body fatness in pre-adolescent children. *Journal of the American Association* 91 (Suppl.): A-63
- (17b) Bolton-Smith C., Woodward M. (1993). The prevalence of overweight and obesity in different fat and sugar consumption groups. *Proc. Nutrition Soc* 52, 383A
- (17c) Bolton-Smith, Woodward M. (1994). Dietary composition and fat to sugar ratios in relation to obesity. *Int. J. Obesity* 18, 820-828
- (17d) Gibney M., Sigman-Grant M., Sranton J. L. Jr., Keast D. (1995). Consumption of sugar. *Am.J. Clin. Nutr.* 62 (Suppl.) 178S - 194S
- (17e) Adolf T., Schneider R., Eberhardt W., Hartmann S., Herwig A., Hesecker H., Hünchen K., Kübler W., Matiaske B., Moch K. J., Rosenbauer J. (1995). Ergebnisse der nationalen Verzehrsstudie (1985- 1988) über die Lebensmittel- und Nährstoffaufnahme in der Bundesrepublik Deutschland. Band 11 der VERA- Schriftenreihe. (Hrsg.: Kübler W., anders H. J., Heeschen W.), Wissenschaftlicher Fachverlag Dr. Fleck, Niederderkleen.
- (18) van Loveren C.: Oral and Dental Health – Prevention of dental Caries, Erosion, Gingivitis and Periodontitis. *ILSI Europe Concise Monograph Series*, 2009.
- (18a) Lewis C. J., Park Y. K., Dexter P. D., Yetley E. A. (1992). Nutrient intakes and body weights of persons consuming high and moderate levels of added sugars. *J. Am. Diet. Assoc.* 92, 708-713
- (18b) Bolton-Smith C., Woodward M., (1995) Antioxidant vitamin adequacy in relation to consumption of sugars. *Eur. J. Clin. Nutr.* 49, 124-133
- (18c) Naismith D. J., Nelson M., Burley V., Gatenby S. (1995). Does a high-sugar diet promote overweight in children an lead to nutrition deficiencies? *J. Hum. Nutr. And Dietet.* 8, 249-254
- (18d) Rugg-Gunn A. J., Hackett A. F., Jenkins G. N., Appellon D. R. (1991). Empty calories? Nutrient intake in relation to sugar intake in English adolescents. *J. Hum. Nutr. Dietet.* 4, 101-111
- (18e) Navia J. M. (1994). Carbohydrates in human nutrition: the importance of food choice in a high carbohydrate diet. *Am. J. Clin. Nutr.*; 59 (Suppl.) 719S-727S
- (19) Leitthema Adipositas; *Bundesgesundheitsbl.* 2010; 53 (7): 641-732
- (19a) World Health Organisation (1994): *World Health Statistics Quarterly (Oral Health)* 47, (2/ 1994), 42-94
- (19b) WHO, Oral Health (1993): *Dental Caries levels at 12 years*, May 1993
- (19c) White, B. A.; Caplan, D. J., Weintraub, J. A. (1995): A quarter century of changes in oral health in the United States. *J. Dent. Education* 59, 19-57
- (19d) Marthaler, T. M. (1995): The prevalence of dental caries in Europe, 1990-1995. *ORCA Symposium 1995*, Noordwijkerhout (im Druck)
- (19e) OPCS (1994): *Children's dental health in the United Kingdom*, 1993
- (19f) Cahen, P. M.; Obry- Musset, A. M.; Grange, D.; Frank, R. M. (1993): Caries prevalence in 6- 15- year old French children based on the 1987 and 1991 national surveys. *J. Dent. Res.* 72, 1581- 1587
- (20) Forshee R.A. et al.: Sugar-sweetened beverages and body mass index in children and adolescents: a meta-analysis. *Am J Clin Nutr.* 2008; 87 (6): 1662-1671
- (21) Gibson S.: Sugar-sweetened soft drinks and obesity: a systematic review of the evidence from observational studies and interventions. *Nutr Res Rev* 2008 ; 21 :134-147
- (22) Vanselow M.S. et al.: Adolescent beverage habits and changes in weight over time: findings from Project EAT. *Am J Clin Nutr.* 2009; 90 (6): 1489-1495
- (23) Libuda L. et al.: Pattern of beverage consumption and long-term association with body weight status in German adolescents – results from the DONALD study. *BR. J Nutr* 2008; 99(6);1370-9
- (25) (DP-OS 1961 769).s. Patentschrift
- (26) Schellmann, B.; Reinhardt, G.; Löser, L.: *Blutalkohol* 16, 168- 192 (1979) B. P. Crownover et al.: *J. Pharmacology and Experimental Therapeutics* 236, 574- 579 (1986).
- (27) Isomalt Infopac der Palatinit Süßungsmittel GmbH, Mannheim
- (27a) K. Paulus (1985) Abschlussbericht, Sensorische Untersuchungen zur Süßkraft von Palatinose, private Mitteilung, May 28.
- (27b) L. O'Brien Nabors editor (2012) *Alternative Sweeteners*, 4th edition, CRC Press, Boca Raton
- (28) Remsen, J. und Fahlberg, C.: On the oxidation of substitution products of aromatic hydrocarbons 4. On the oxidation of orthotoluenesulfamide, *Amer. Chem. J.* 1 (1879), 426-438

- (29) Beyer, O.: Handbuch der Saccharin-Fabrikation, Verlag Rascher & Co., Zürich, Teil 1 (1918), Teil 2 (1923)
- (30) Maumee development Co., Amer. Patent 2 667 503 von 27. Juli 1957
- (31) Furia, T. E.: CRC Handbook of Food Additives. 2nd Edition Vol. 2. CRC Press Inc., Boca Raton, Florida 1980
- (33) Federal Register, Vol 37 (1972), 2437
- (34) Federal Register, Vol 42 (1977), 33768
- (35) Evaluation of Food Additives and Contaminants 4th Report of the FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, WHO Technical Report Series No. 837, Genf 1993, 17
- (36) Audrieth, L. F. und Sveda, M.: Preparation and Properties on some n-substituted sulfamic acids, J. org. Chemistry 9 (1944), 89-101
- (37) Abbot Laboratories Brit. Patent 662 800 (1949)
- (38) Price, J. M.; Biava, C. G.; Oser, B. L.; Vogin, E. E.; Steinfeld, J.; Ley, H.L.: Science, 167, 1131 (1970)
- (39) US Federal Food, Drug and Cosmetic Act, Sec. 409, (c) (3) (A) Delaney-Klausel
- (40) Bungard, G.: Cyclamate zwischen Wissenschaft und Politik in den USA, Dtsch. Apotheker, 22, 506 (1970)
- (41) NUTRASWEET – Technical Bulletin Firmenschrift der NutraSweet AG, Zug 1987
- (42) Berichte des Wissenschaftlichen Lebensmittelausschusses, 21. Folge (EUR 11617), 1989
- (43) Homler, B. E.: Aspartame, Implications for the Food Scientists, in: "Aspartame, Physiology and Biochemistry" (Stegnik, L. D.; Filler, L. J.; ed.) M. Dekker, Inc. New York, (1984), 247-262
- (44) Clauß, K. und Jensen, H.: Oxathiazinondioxide, eine neue Gruppe von Süßstoffen, Angew. Chem. 85 (1973), 965-973
- (45) Higginbotham, J. D.; Protein Sweeteners in: Hough, C. A. M.; Parker, K. J. und Vitos, A. J.: (Hrsg.); Development in Sweeteners-1, Applied Science, London 1979, S. 87
- (46) Sunett, Die süße Alternative, Firmenschrift der Hoechst AG
- (47) twin sweet™, Firmenschrift der Holland Sweetener Company
- (48) Higginbotham, J. D.; Talin Protein (Thaumatococcus) in: O'Brien Nabors, L. und Gelardi, R.; Alternative Sweeteners, Marcel Dekker, New York und Basel 1986, S. 103
- (49) Horowitz, R. M. und Gentli, B.: Dihydrochalcone Sweeteners from Citrus Flavones, in: O'Brien Nabors, L. und Gelardi, R.; Alternative Sweeteners, Marcel Dekker, New York und Basel 1986, S. 135
- (50) Zuckeralkohole und Süßstoffe – Lebensmittelchemie, Lebensmittelqualität, Band 19; Hrsg.: Lebensmittelchemische Gesellschaft, Behr's Verlag, (1992)
- (51) Neohesperidin DC; Technical Information; Exquim, S. A. P. O. Box, 70 - 08190 S. Cugat del Valles (Barcelona)
- (52) Dr. F. Borrego und Dr. A. Bär; Neohesperidin DC – ein langbekannter Süßstoff mit neuen Perspektiven; Food Technology Magazin, Sept. 1991
- (53) Sucralose, Firmenschrift der Tate & Lyle group
- (54) Schwenck, F.W. und Hebeda, R.E. Starch Hydrolysis Products, 1992 VCH Weinheim,
- (55) Radosta, S., Schierbaum, F., Reuther, F. und Anger, H. Polymerwater interaction of Maltodextrins Starch/Stärke 41(10) (1989) 395-401
- (56) Dokic, L., Jankovljivic, J. und Dokic, P. Relation between viscous characteristics and Dextrose equivalent of Maltodextrins, Starch/Stärke 56 (2004) 520-525
- (57) Hegenbart, S. Formulating sport and energy beverages, Prep. Foods, 172(7) (2003) 65-66
- (58) Rosenplenter, K. und Nöhle, U. Handbuch Süßungsmittel, 2. Auflage, Behr's Verlag Hamburg, 2007
- (59) Hoffmann, H., Mach, W. und Untze, W. Zucker und Zuckerwaren Paul Parley Verlag, 1985 Berlin
- (60) Kammerer, F.X. Zuckeraustauschstoffe bei der Süßwarenherstellung Kakao und Zucker 24 (1972) 184-190
- (61) Mahrholz, J. Beitrag zur Kristallisation von Fructose aus wässriger Lösung, Dissertation TU Braunschweig 2001
- (62) Thieme Chemistry (Hrsg.): RÖMPP Online - Version 3.5. Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart 2009
- (63) VERORDNUNG (EU) Nr. 1131/2011 DER KOMMISSION vom 11. November 2011 zur Änderung von Anhang II der Verordnung (EG) Nr. 1333/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich Steviolglycosiden. Amtsblatt der Europäischen Union, L 295/205, 12. November 2011.

- 1.3 GRUNDSTOFFE UND AROMEN
 - 1.3.1 Fruchtsaftkonzentrate als Zwischenprodukte
 - 1.3.1.1 Zitrus- Saftkonzentrate
 - 1.3.1.2 Andere Saftkonzentrate
 - 1.3.1.3 Aromastoffe aus der Frucht
 - 1.3.2 Grundstoffe zur Getränkeherstellung
 - 1.3.2.1 Herstellung der Getränkegrundstoffe
 - 1.3.2.2 Grundstoffe für Fruchtsaftgetränke
 - 1.3.2.3 Grundstoffe für Limonaden
 - 1.3.2.4 Grundstoffe für Brausen
 - 1.3.2.5 Andere Getränkegrundstoffe
 - 1.3.3 Aromen (Essenzen) zur Getränkeherstellung

1.3 GRUNDSTOFFE UND AROMEN

Definitionen

Getränkgrundstoffe und Aromen bzw. Essenzen verleihen den Getränken ihr Aussehen, den Geruch und den Geschmack, wobei Zusätze weiterer Rohstoffe wie Wasser, Zucker und Zitronensäure oder andere Zutaten rezeptmäßig aufeinander abgestimmt sein müssen.

Aromen sind konzentrierte Gemische von aromatisierenden Substanzen meist in bestimmten Lösemitteln gelöst. Als Essenzen werden bisweilen durch Lösen und Verdünnen von aromatisierenden Substanzen in Ethanol erhaltene, gut wassermischbare Aromen bezeichnet.

Aromen stellen unentbehrliche Zutaten dar, durch deren Einsatz die Herstellung alkoholfreier Erfrischungsgetränke in großer geschmacklicher Vielfalt erst möglich wird. Aromen sind primär durch die EU-AromenV Nr. 1334/2008 geregelt, auf die im Kapitel 5 dieses Handbuches näher eingegangen wird.

Unter „Getränkgrundstoffen“ sind Halbfabrikate zu verstehen, die zur Herstellung von Getränken eingesetzt werden. Es handelt sich hierbei um konzentrierte Zubereitungen aus wahlweise Aromen, Fruchtsäften, Fruchtkonzentraten und -auszügen, Säuren sowie anderen Lebensmitteln und Zusatzstoffen.

Es gehört zu den Aufgaben der Hersteller von Aromen und Getränkgrundstoffen in Zusammenarbeit mit den Kunden geschmacklich ausgewogene Rezepturen für qualitativ hochwertige Getränke zu erarbeiten und dabei aus der großen Fülle der zur Verfügung stehenden Rohstoffe die am besten geeigneten Materialien auszuwählen. Im Rahmen der Qualitätskontrolle von Aromen und Getränkgrundstoffen sollten dabei sensorische Prüfungen vorgenommen werden. Darüber hinaus sollten bei Getränkgrundstoffen im Rahmen weitergehender Untersuchungen, je nach Art des Vorprodukts, auch Kriterien wie Extraktgehalt, Gesamtsäure, Gehalt an ätherischen Ölen sowie eventueller Gehalt an Zusatzstoffen überprüft werden.

1.3.1 Fruchtsaftkonzentrate als Zwischenprodukte

Als Rohstoffe für die Herstellung von Getränkgrundstoffen und Aromen kommen hauptsächlich Fruchtsäfte, Fruchtkonzentrate, aromatische Auszüge bzw. ätherische Öle von Früchten, Pflanzen und Drogen in Betracht.

Zur Erzeugung von Getränkgrundstoffen und Aromen werden in erster Linie Zitrusfrüchte verwendet, von denen Orangen, Zitronen und

Aroma,
Essenz

Getränk-
grundstoff

Qualität

Zitrusfrüchte

Grapefruits überwiegen.

Die Zitrusfrüchte werden vorwiegend in den subtropischen Klimazonen angebaut, da dort die Wachstumsfaktoren Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Boden günstig sind. Zu den Hauptanbau- und Lieferregionen für Zitrusfrüchte zählen Argentinien, Brasilien, Griechenland, Israel, Italien, Nord- und Südafrika, Spanien sowie USA (Florida und Kalifornien). Wegen der häufig großen Entfernungen vom Erzeuger zum Weiterverarbeiter werden die Säfte in konzentrierter Form transportiert und gelagert.

1.3.1.1 Zitrussaftkonzentrate

Saftgewinnung Der Saft von Zitrusfrüchten wird mit Hilfe von Pressen verschiedener Bauart (Extraktoren) gewonnen, nachdem zuvor die Früchte gewaschen und sortiert worden sind.

Der Saft enthält einen hohen Anteil an Fruchtfleisch (Pulpe), das in den fertigen Getränken zum Absetzen neigt. Die Pulpe wird mit Hilfe von Sieben (Finishern) und anschließender Behandlung mit Separatoren abgetrennt. Je stärker entpulpt wird, desto geringer wird die Ausbeute und desto mehr verliert der Saft an natürlicher Farbe.

Saft-Wärmebehandlung Der frisch gepresste Saft wäre ohne bestimmte Maßnahmen nicht haltbar. Deshalb schließt sich unmittelbar an das Entpulpen eine Wärmebehandlung (Kurzzeiterhitzung) an, um

- die vorhandenen Keime abzutöten, die zum baldigen mikrobiologischen Verderb des Saftes führen würden
- die im Saft vorhandenen Enzyme zu inaktivieren, die nach kurzer Zeit die Veränderung des natürlichen Pektin-Gehaltes bewirken und damit die Trubstabilität des Saftes vermindern würden.

Pasteurisation Der gewonnene Saft wird mehrere Sekunden auf mind. 95-105°C erhitzt (Pasteurisation). Danach wird er in Wärmeaustauschern abgekühlt oder direkt in den Verdampfer weitergeleitet. Bei entsprechender Bauart kann eine Kurzzeiterhitzung (KZE) in den ersten Stufen des Verdampfers durchgeführt werden.

Der erhitzte Saft ist mikrobiologisch haltbar und auch physikalisch stabil. Ein enzymatischer Abbau des Pektins tritt in der Regel nicht mehr auf. Sofern der Saft nicht in Flaschen, Dosen oder aseptisch in Fässer u.ä. abgefüllt wird, folgt im Anschluss an die Saftgewinnung die Konzentratherstellung, um die Saftmengen in wirtschaftlicher Hinsicht lager- und transportfähig zu machen.

Weiter werden erhitzte Saftkonzentrate (25 Sekunden bei 95°C) in aseptischen Verpackungseinheiten, die ohne Kühlung und ohne Zusatz von

Konservierungsstoffen haltbar sind, angeboten.

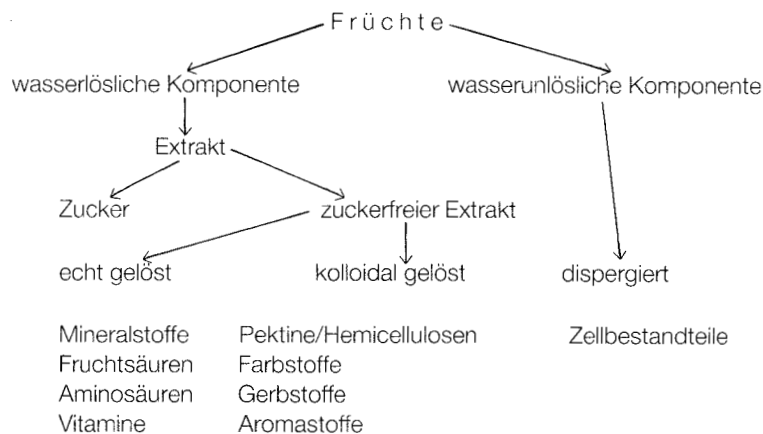
Die einfachen Presssäfte von Orangen und Grapefruits besitzen einen Extraktgehalt von 10- 12 %; der von Zitronensäften liegt bei ca. 7-9 %.

Unter Extraktgehalt versteht man den Trockensubstanzgehalt des Saftes, mit dem Refraktometer in Grad Brix gemessen. Da aber nur bei reinen Saccharoselösungen der Brix-Wert dem Trockensubstanzgehalt entspricht, gibt der in Grad Brix gemessene Extraktgehalt nur den „scheinbaren“ Trockensubstanzgehalt wieder (siehe dazu Kapitel 2, Seite 2).

In den Codes of Practice der AIJN (Association of the Industry of Juices and Nectars from Fruits and Vegetables of the European Union) werden Richtwerte und Schwankungsbreiten bestimmter Kennzahlen für Fruchtsäfte angegeben. Hier sind Analysedaten für Orangen-, Grapefruit- und Zitronensäfte angegeben. Der Extraktgehalt im Orangensaftkonzentrat beträgt 50 bis 65°Brix, der des Zitronensaftkonzentrates 40 bis 60°Brix.

Für die Konzentrierung stehen zwei verschiedene Verfahren zur Verfügung, nämlich das Eindampfen und das Ausfrieren des Saftes.

Abb. 1: Zusammensetzung von Früchten



Beim Konzentrieren des Saftes durch Wärme im Vakuum wird dem erhitzten Saft das überschüssige Wasser durch mehrstufiges Verdampfen entzogen, bis die gewünschte Konzentration (im Allgemeinen 50 bis 65 % Extraktgehalt) erreicht ist. Eine zu starke Wärmebelastung beeinträchtigt das Aroma. Gleichzeitig wird das Fruchtsaftaroma gewonnen.

Bei der technisch machbaren, aber üblicher Weise nicht im industriellen Maßstab gebräuchlichen Gefrierkonzentrierung wird der Saft so stark abge-

Extraktgehalt

AIJN

Konzentrierung

Gefrierkonzentrierung

Haltbarkeit

Konservierung

Tiefkühlung

Aseptische Verpackung

Zitruskonzentrate

kühlt, dass das Wasser als Eis gefriert, die Inhaltsstoffe des Saftes in wenig Flüssigkeit gelöst bleiben und das Eis durch Zentrifugieren abgetrennt wird. Da dieses Verfahren schonend, doch vergleichsweise teuer ist, wird es nur dort angewendet, wo es besonders auf die Erhaltung des vollen, frischen Aromas ankommt.

Konzentrierter Zitrussaft besitzt einen höheren Extrakt- und Säuregehalt, erweist sich aber dennoch bei normaler Temperatur als nur beschränkt lagerfähig, wenn er nicht vollkommen steril abgefüllt und verpackt wird und dem Angriff bestimmter Mikroorganismen ausgesetzt ist (bspw. osmophile Hefen, Schimmelpilze). Ebenso müssen zusätzliche weitere geeignete Maßnahmen die Haltbarkeit sichern, wie Kühlung zur Bewahrung des Aromas und der Farbe.

Die Art der Haltbarmachung richtet sich nach der beabsichtigten Verwendung und nach den einschlägigen lebensmittelrechtlichen Bestimmungen. Die einfachste Art bildete lange Zeit die Verlängerung der Haltbarkeit durch Konservierungsstoffe. In der Praxis werden vor allem Benzoesäure und / oder Sorbinsäure verwendet. Zusätzlich kann dem Konzentrat schwefelige Säure bis zu 0,3 g/kg zugesetzt werden. Derart konservierte Konzentrate können in Fässern oder Kanistern bei einer Temperatur zwischen 0 und 8°C längere Zeit gelagert werden. Die Verwendung von Konservierungsmitteln ist bei Rohware für Fruchtsäfte und Fruchtnektare laut EU Fruchtsaftrichtlinie verboten und auch für andere Getränke (z.B. Fruchtsaftgetränke, Limonaden,) heute kaum mehr üblich.

Stand der Technik ist heute die Haltbarmachung der Konzentrate durch Einfrieren. Das frisch hergestellte Konzentrat wird aus diesem Grunde im Durchfluss auf Temperaturen unter 0°C abgekühlt und in Behälter gefüllt (meist mit Poly-Innenbeutel versehene Stahlfässer mit 250 kg Inhalt). Diese werden dann bei Temperaturen von unter - 10 °C gelagert und in geschlossener Kühltaste mit Kühlschiffen oder Thermoswagen transportiert. Die Zwischenlagerung erfolgt ebenfalls im Tiefkühlraum. Die Konzentrate sind bei diesen Temperaturen noch nicht durchgefroren sondern fließfähig.

Alternativ besteht die Möglichkeit zur aseptischen Verpackung der Konzentrate. Dabei wird das Produkt ausreichend erhitzt (95-105°C), im in-Line Kühler abgekühlt und in einer aseptischen Apparatur hermetisch abgeschlossen in vorsterilisierte Versandgebinde (z.B. Stahlfässer mit sterilem Poly-Innenbeutel) abgefüllt. Aseptische Ware muß nicht tiefgefroren werden, eine Kühlung ist aber wegen der nicht mikrobiologischen Veränderungen (z.B. Bräunung, Oxidation, Hydrolyse) dennoch empfehlenswert.

Neben den Zitrussaftkonzentraten werden auch Zitruskonzentrate (Spezialkonzentrate) hergestellt, die eine sehr hohe Trübung besitzen. Hierfür werden neben dem Saft auch die Pulpe und Schalenteile der Zitrusfrüchte verwendet. Diese Konzentrate bringen in Getränken eine natürliche Trübung.

1.3.1.2 Andere Saftkonzentrate

Als Rohstoffe für alkoholfreie Erfrischungsgetränke werden ebenfalls andere Früchte wie Äpfel, Kirschen, Johannisbeeren und Himbeeren verwendet.

Zur Gewinnung solcher Säfte und Saftkonzentrate wird das angelieferte Obst nach dem Waschen und Sortieren zerkleinert. Dabei soll das Gut möglichst wenig mit der Luft in Berührung kommen, um den Vitaminabbau und die Aromaoxidation so gering wie möglich zu halten. Bereits auf der Stufe der grob zerkleinerten Frucht (Maische) ist der enzymatische Abbau von Gewebestrukturen und die enzymatische Reduktion von Pektinstoffen und anderen Hydrokolloiden üblich, wodurch die Saftausbeute erhöht und die Filtration erleichtert wird. Für die folgende Saftgewinnung steht eine Vielzahl von Presssystemen zur Verfügung (Kelterung).

Die Presssäfte sind trüb, stark pektinhaltig und besitzen noch Tresterteilchen. Darüber hinaus enthalten sie verschiedene unerwünschte Enzyme und Mikroorganismen. Für den Fall, dass keine „naturtrüben“ Produkte gewünscht werden, werden sie mit pektinspaltenden Enzymen, adsorbierenden Mineralien (Bentonite, Kieselgel), und Eiweißen (Gelatine) behandelt und filtriert. Diese Stabilisierung („Schönung“) ergibt glanzfeine Produkte, die bei der Weiterverarbeitung und Lagerung keinen Trub ausscheiden. Zur Inaktivierung der natürlichen und zugesetzten Enzyme sowie zur Abtötung der Mikroorganismen wird der Saft kurzzeiterhitzt. Er kann entweder eingelagert, in Flaschen abgefüllt oder zu Konzentrat verarbeitet werden.

Wegen des geringeren Platzbedarfes, der Verminderung von Transportkosten, der Haltbarkeit und aus Qualitätsgründen werden auch diese Säfte konzentriert. Hierfür stehen Anlagen zur Verfügung, in denen die Verdampfung des überschüssigen Wassers möglichst schonend unter Vakuum stattfindet. Da diese Säfte im Gegensatz zu Zitrus Säften meist geklärt und im Pektingehalt reduziert sind, lässt sich eine Konzentrierung bis zu etwa 70% Extraktgehalt ermöglichen, so dass solche Konzentrate ohne Verwendung von Konservierungsstoffen und ohne Tiefkühlung gelagert und transportiert werden können. Eine Kühlagerung ist aus Qualitätsgründen zu empfehlen.

1.3.1.3 Aromen aus der Frucht

Bei der Verarbeitung von Früchten und der Konzentrierung von Fruchtsäften werden verschiedene natürliche Aromastoffe und Aromaextrakte gewonnen, die zur Aromatisierung von alkoholfreien Erfrischungsgetränken Verwendung finden. Dabei werden ätherische Öle – hauptsächlich aus der Schale von Zitrusfrüchten – und das bei der Saftkonzentrierung aus dem Dampf zurückgewonnene Aroma, das im Gegensatz zum ätherischen Öl eine wässrige Flüssigkeit darstellt, unterschieden. Eine Besonderheit stellen

Gewinnung

Ätherische Öle

hier auch die Zitrusfrüchte dar, da aus dem Saft neben dem wässrigen Aroma (Wasserphase) auch ein farbloses ätherisches Öl anfällt (Ölphase, Saftöl).

Terpene

Die ätherischen Öle sind sehr reich an Aromastoffen. Bei Getränken mit niedrigem Saftgehalt werden sie daher als Hauptaromaträger eingesetzt. Bei der Verarbeitung von Zitrusfrüchten werden die ätherischen Öle entweder vor, während oder nach der Saftgewinnung gewonnen. Dabei wird die äußere Schale entweder abgeraspelt oder gepresst, oder die Schale wird angeritzt und das in den Zellen vorhandene Öl mit Wasser ausgespült. Anschließend wird das Öl in Zentrifugen vom Wasser getrennt.

Saft-
behandlung

Die Öle enthalten wenige Prozente hocharomatischer Stoffe, die in den Terpenen gelöst sind. Bei Terpenen handelt es sich um charakteristisch riechende, ungesättigte Kohlenwasserstoffe mit einer Isoprengrundstruktur. Sie stellen das Lösungsmittel für viele Aromastoffe in Pflanzen und Früchten dar. Ein Großteil der Terpene zeigt sich empfindlich gegen Sauerstoff. Sie neigen beim längeren Stehen zum Verharzen und können in höheren Konzentrationen den Geschmack und das Aroma der Getränke beeinträchtigen. Da sie nicht in Wasser löslich sind, müssen sie entfernt oder bei der Herstellung von Getränkegrundstoffen durch Homogenisierung in das Konzentrat eingearbeitet werden.

Lagerung

Ölringe

Bei starker Aromatisierung tendieren die ätherischen Öle im fertigen Getränk zur Abscheidung und sind verantwortlich für die gelegentlich auftretende Bildung von Ölringen im Flaschenhals.

Die genannten Schwierigkeiten lassen sich vermeiden, wenn konzentrierte ätherische Öle, die terpenfrei oder terpenarm sind, verwendet werden. Diese werden durch Entfernung der Terpene mittels Vakuumdestillation oder durch andere geeignete Trennverfahren hergestellt. Der Einsatz dieser konzentrierten Öle vereinfacht die Einarbeitung des Aromas in die Getränkegrundstoffe.

Aromarück-
gewinnung

Beim Konzentrieren der Fruchtsäfte geht ein sehr großer Teil der Aromastoffe des Saftes im Dampf verloren, soweit sie nicht daraus zurückgewonnen werden. Diesem Zweck dienen die mit den Verdampfern gekoppelten Aroma-Rückgewinnungsanlagen.

Die so gewonnenen Aromastoffe sind im Verhältnis zum Saft etwa 100 bis 200 mal stärker konzentriert. Sie werden getrennt vom Konzentrat kühl gelagert und erst unmittelbar vor der Weiterverarbeitung dem Saft wieder zugesetzt.

Bei Zitrusfrüchten, besonders bei Orangen, werden ebenfalls Saftaromen gewonnen. Da jedoch beim Pressen von Orangen auch Spuren von Schalenöl in den Saft gelangen und der Saft geringe Anteile an ätherischen

Aromastoffe
Aroma-
extrakte

Ölen enthält, besteht das Aroma aus einer Öl- und einer Wasserphase.

Die Orangenölphase ist sehr aromatisch und besitzt im Gegensatz zum ätherischen Öl aus der Schale ein typisches Orangensaftaroma, das durch die Präsenz von saftspezifischen Aromasubstanzen wie Ethylbutyrat, Hexanal, cis-3-Hexenal und Valencen hervorgerufen wird. Sie lässt sich nicht mit wässrigen Lösungen und Säften mischen und muss daher in das Saftkonzentrat eingearbeitet werden.

Die Wasserphase verleiht den Getränken ein weiches, safttypisches Aroma und ist direkt in Wasser löslich. Sie zeigt sich empfindlich gegen Temperaturerhöhungen und Sauerstoffeinfluss und wird daher bei tiefen Temperaturen gelagert und transportiert. Erst unmittelbar vor der Herstellung wird sie dem Getränk zugesetzt.

Mit diesen Aromastoffen, ergänzt durch alkoholische Auszüge und Destillate von Zitruschalen, Pflanzen, Wurzeln und anderen Drogen, verfügt die Aromenindustrie über ein reichhaltiges Angebot an aromatischen Stoffen für die Geschmacksgebung und Geschmacksabrundung von Getränkegrundstoffen und Aromen zur Herstellung von alkoholfreien Erfrischungsgetränken.

1.3.2 Grundstoffe zur Getränkeherstellung

Getränkegrundstoffe enthalten alle für den typischen Geschmack, eine ansprechende Farbe und eine stabile Trübung der daraus hergestellten Getränke notwendigen Zutaten. Die Zusammensetzung muss über die Haltbarkeit des Grundstoffs hinweg stabil bleiben und beim Ausmischen des Grundstoffs zum Fertiggetränk mit den vom Abfüller zugesetzten Komponenten kompatibel sein. Dies sind meistens MassenkompONENTEN wie Wasser, Zucker oder andere Süßungsmittel, Säuerungsmittel, und ggf. Kohlensäure. Gerade bei der Verwendung von Mineralwässern muss bereits bei der Grundstoffentwicklung die z.T. hohe Mineralisation beachtet werden, die Säure aus dem Grundstoff neutralisieren kann und deren Mineralien (vor allem Calcium und Magnesium) mit Rezepturkomponenten aus dem Grundstoff, wie z.B. Hydrokolloiden der Fruchtsäfte wechselwirken können. Dies kann bereits beim Ausmischen, aber auch bei der Lagerung des Fertiggetränks noch nach Wochen zu Qualitätsfehlern führen.

Grundstoffe können einteilig aufgebaut sein, dann enthalten sie bis auf die Kundenstoffe alle Zutaten. Sie können auch mehrteilig sein, wenn bestimmte Inhaltsstoffe mit bestimmten anderen in der konzentrierten Form des Grundstoffs unverträglich sind, wie z.B. Aromen mit starken Säuren in Colagrundstoffen.

Grundstoffe haben je nach Frucht- und Zusatzstoffgehalt Dosagen von etwa 3 Gramm bis über 500 Gramm pro Liter Fertiggetränk.

Ölphase

Wasserphase

Getränkegrundstoffe

Rezepturbestandteile

Homogenisierung

Pasteurisierung

Kontrolle

Abfüllung

1.3.2.1 Herstellung der Getränkegrundstoffe

Die Produktion der je nach Verwendungszweck unterschiedlich zusammengesetzten Getränkegrundstoffe beginnt mit der Auswahl geeigneter Rohstoffe und deren ständiger Kontrolle zur Sicherung einer gleich bleibenden Qualität.

Gemäß der vorgesehenen Rezeptur wird die entsprechende Mischung hergestellt. Neben den namensgebenden Saftkonzentraten werden dafür beispielsweise bei Limonadengrundstoffen Zitronensäure und die zur Aromatisierung benötigten ätherischen Öle oder Aromakonzentrate verwendet. Der Zusatz von Stabilisatoren, am gebräuchlichsten ist hierfür Johannisbrotkernmehl, verringert das Sedimentieren der Fruchtrübung oder das Aufrahmen von Ölbestandteilen aus den Aromen. Lebensmittelfarbstoffe, bei Orangenlimonaden bspw. Betacarotin helfen bei der Farbeinstellung. Antioxidantien, wie Ascorbinsäure oder Tocopherole, verzögern die Oxidation von Farbe und Aroma durch restlichen Sauerstoff im Fertiggetränk. Dies ist bei den heute durchweg üblichen gasdurchlässigen Kunststoffflaschen besonders wichtig. Je nach gewünschtem Getränkekonzentrat werden auch funktionelle Zutaten wie Vitamine, Mineralien und Kräuterauszüge verwendet. Wasserunlösliche Bestandteile müssen vor der Zugabe durch Emulgieren oder Feinsuspendieren in eine wassermischbare Form gebracht werden.

Ein wichtiger Arbeitsgang liegt in der Homogenisierung, die je nach Bedingung oft in mehreren Stufen und mit verschiedenen Vorrichtungen erfolgt. Die Homogenisierung zielt auf die Feinverteilung der nicht löslichen Anteile in der Öl/ Wasser-Emulsion ab, damit sie im fertigen Getränkegrundstoff nicht abscheiden und auch im Fertiggetränk selbst bei langer Lagerzeit keinen Ölring bilden. Ölringe treten auch dann auf, wenn zuviel ätherische Öle zugesetzt werden.

Um aus den Rohstoffen stammende Mikroorganismen abzutöten, wird jeder Ansatz im Plattenwärmeaustauscher pasteurisiert.

Der fertige Grundstoff wird vor Freigabe zur Abfüllung im Labor geprüft. Dabei werden in der Regel die Standardparameter Brix, Dichte, Säuregehalt und pH-Wert bestimmt. Außerdem wird ein optischer und geschmacklicher Vergleich mit den vorherigen Produktionschargen vorgenommen.

Die Getränkegrundstoffe werden zumeist direkt in transportfähige Einheiten abgefüllt. Kleingebinde umfassen vor allem Kanister oder Kunststoffbeutel in Kartons mit 10 kg Inhalt (Bag in Box). Geeignete Gebinde für mittlere Betriebe sind neben Stahl- oder Kunststofffässern, teilweise mit Kunststoff-Innenbeuteln, vor allem Palettentanks aus Edelstahl. Sie verfügen in der Regel über ein Fassungsvermögen von 1.000 kg und lassen sich mit Gabelstapler und Hubwagen transportieren. Vor Entnahme wird der

Getränkegrundstoff mechanisch mit einem Einsteckrührwerk oder durch Einblasen von Kohlensäure gemischt. Unterbleibt das Rühren, so können einzelne Chargen zu viel Farbe, Trübstoffe oder Aroma besitzen, während andere völlig blank und fade sind.

Großbetriebe der Getränkeindustrie bevorzugen die Belieferung durch Tankfahrzeuge, deren Ladung dann durch Umpumpen in stationäre Tanks übernommen werden kann.

Getränkegrundstoffe für alkoholfreie Getränke sind zum baldigen Verbrauch bestimmt.

Die bis zum Verbrauch erforderliche Lagerung soll bei gleich bleibender Temperatur von 6-8°C erfolgen. Lagerzeiten von einigen Wochen sind üblich und ohne merklichen Einfluss auf die Produktqualität. Eine Lagerung von mehr als 3 Monaten und eine Temperatur von mehr als 20°C können zu einer nicht-enzymatischen Bräunung des Getränkegrundstoffes und zu Aromaverlusten führen; auch leidet die Stabilität der Getränke. In der Flasche können sich Bodensatz oder Ölringe bilden.

Eine besondere Bedeutung kommt der produktgerechten Lagerung auch wegen ihrer Auswirkung auf die Mindesthaltbarkeitsdauer des Fertiggetränks zu.

1.3.2.2 Grundstoffe für Fruchtsaftgetränke

Nach den Leitsätzen für Erfrischungsgetränke können Fruchtsaftgetränke Fruchtsäfte, Fruchtsaftkonzentrate, Fruchtmark, Fruchtmarkkonzentrate oder eine Mischung dieser Erzeugnisse enthalten. Sie werden mit Kohlensäure und als stille Getränke ohne Kohlensäure hergestellt. Die Zusammensetzung der Grundstoffe für Fruchtsaftgetränke muss unter Berücksichtigung der Herstelleranweisungen der allgemeinen Verkehrsauffassung entsprechen.

Fruchtsaftgetränke werden als „Fruchtsaftgetränk“, häufig auch ergänzt durch Nennung der geschmacksgebenden Frucht, beispielsweise „Fruchtsaftgetränk Apfel“, bezeichnet. Bei Fruchtsaftgetränken ist auch ein vorangestellter Hinweis auf die Art des verwendeten Fruchtsaftes, beispielsweise „Orangenfruchtsaftgetränk“, üblich.

Grundstoffe für Fruchtsaftgetränke können durch Einsatz von Aromen mit natürlichen Aromastoffen und/ oder Aromaextrakte zusätzlich aromatisiert werden. Dadurch wird ermöglicht, auch bei einem relativ geringen Saftgehalt ein wohlschmeckendes, aromatisches Getränk herzustellen.

Lagerung

Ergiebigkeit

Auch wenn in Verbindung mit der Verkehrsbezeichnung auf eine geschmacksgebende Frucht hingewiesen wird, können zur Geschmacksabrundung ggf. Anteile anderer Früchte zugesetzt werden. So kann beispielsweise ein Grundstoff für das Fruchtsaftgetränk Orange unter Mitverwendung von Zitronensaft hergestellt werden, da der Säuregehalt des Orangensaftes für einen harmonischen Geschmack u. U. nicht ausreichen würde.

Die Ergiebigkeit der Grundstoffe, d.h. die Einsatzmenge auf 1000 Liter Fertiggetränk, hängt von mehreren individuellen Bedingungen, z.B. der Konzentration und Art des Fruchtsaftes, ab. Sie wird in der Spezifikation der Grundstoffe festgehalten. Hierdurch werden auch die Konzentrationen aller anderen Inhaltsstoffe festgelegt und damit der geschmackliche und deklaratorische Wert des Fertiggetränks. Die Abfüllbetriebe müssen die spezifikationsgemäße Einsatzmenge und die sich daraus ergebenden Ausmischrezepturen für die Grundstoffe einhalten, um die vereinbarte Qualität des Fertiggetränks zu erzielen.

1.3.2.3 Grundstoffe für Limonaden

Limonaden enthalten nach den Leitsätzen für Erfrischungsgetränke Aromen (Essenzen) mit natürlichen Aromastoffen und/ oder Aromaextrakten und in der Regel Zitronensäure sowie deren Salze. Für Zucker ist (außer im Falle brennwertverminderter/ brennwertarmer Erzeugnisse) ein unterer Wert von 7% (Summe von Dextrose, Fructose und Saccharose) festgelegt. Bei der Verwendung von Fruchtsaftanteilen enthalten Limonaden mindestens die Hälfte der in Fruchtsaftgetränken üblichen Fruchtsaftanteile.

Bittergetränke

Zur Herstellung von Bittergetränken („Bitter Lemon“, „Grapefruit Tonic“, „Bitter Orange“...) wird den Limonadengrundstoffen Chinin als Bitterstoff zugesetzt.

Colagetränke

Bei Colagetränken können die Limonadengrundstoffe Zuckercouleur und Orthophosphorsäure enthalten.

Dosierung

Bei Limonaden werden 10 kg bis 15 kg Grundstoff auf 1000 Liter Getränk verwendet. Limonadengrundstoffe sind säurereicher als Grundstoffe für Fruchtsaftgetränke. Dadurch wird ihre mikrobiologische Stabilität erhöht.

Aromatisierung

Brausegrundstoffe

Brausen unterscheiden sich von Fruchtsaftgetränken und Limonaden durch eine mögliche Verwendung von Aromen, die nicht natürlich sind, und/ oder Farbstoffen.

1.3.2.5 Andere Getränkegrundstoffe

In speziellen Fällen werden zur Herstellung von Erfrischungsgetränken auch Getränkegrundstoffe verwendet, die sich in ihrer Zusammensetzung von den vorgenannten Grundstoffen unterscheiden.

1.3.3 Aromen zur Getränkeherstellung

Aromen können durch unterschiedliche Verfahren aus unterschiedlichen Ausgangsmaterialien gewonnen werden. Dabei ist es unerheblich, ob es sich bei den Ausgangsstoffen um Lebensmittel oder um solche Materialien handelt, die erst durch ihre Verarbeitung zu Lebensmitteln werden. Über die Frage, ob bestimmte Stoffe bzw. Stoffgruppen für die Verarbeitung zu Lebensmitteln in Frage kommen, entscheidet in erster Linie deren gesundheitliche Unbedenklichkeit.

Wesentliche Bausteine eines Aromas sind die Aromastoffe (Geruchs- und Geschmacksstoffe), die seinen Charakter bestimmen. Aufgrund der sehr differenzierten Nachweismethoden, die man heute kennt, konnten bislang etwa 5000 verschiedene Aromastoffe in der Natur nachgewiesen werden. Von dieser Vielzahl von natürlichen Aromastoffen steht der Aromenindustrie bei der Herstellung von Aromen ca. 2000 zur Verfügung. Darüber hinaus können grundsätzlich noch die diesen Stoffen entsprechenden naturidentischen Aromastoffe verwendet werden.

Die europäische AromenV unterscheidet zwischen den nachfolgend dargestellten Kategorien von aromatisierenden Bestandteilen:

1. Aromastoffe:
Chemisch definierte Stoffe mit Aromaeigenschaften. Wenn sie durch geeignete physikalische, enzymatische oder biotechnologische Verfahren aus Ausgangsstoffen pflanzlicher oder tierischer Herkunft gewonnen wurden, handelt es sich um „natürliche Aromastoffe“.
2. Aromaextrakte:
Chemisch nicht definierte Erzeugnisse, deren Herstellung mit der der natürlichen Aromastoffe identisch ist (z.B. ätherische Öle, Wasserphasen etc.).
3. thermisch gewonnene Reaktionsaromen:
Erzeugnisse, hergestellt durch Erhitzen einer Mischung von Ausgangserzeugnissen, von denen mindestens eines Stickstoff enthält und ein anderes ein reduzierender Zucker ist, während einer Zeit von höchstens 15 min. auf nicht mehr als 180°C.

Rauch-
aromen

Aroma-
vorstufen

sonstige
Aromen

4. Raucharomen:
Zubereitungen aus Rauch, der bei den herkömmlichen Verfahren zum Räuchern von Lebensmitteln verwendet wird.

5. Aromavorstufen:
Erzeugnis, das nicht unbedingt selbst Aromaeigenschaften besitzt und das Lebensmitteln nur in der Absicht zugesetzt wird, sie durch Abbau oder durch Reaktion mit anderen Bestandteilen während der Lebensmittelverarbeitung zu aromatisieren.

6. sonstige Aromen
Aromatisierende Bestandteile, die nicht durch die oben genannten Kategorien erfasst sind.

Bei der Herstellung von Getränkearomen sind in der Praxis lediglich Aromastoffe und Aromaextrakte von Bedeutung. Aromastoffe sind unbeachtet der weiteren Einteilung chemisch definierte Stoffe, während ein Aromaextrakt ein komplexes, chemisch nicht definiertes Gemisch ist, welches natürlicher Herkunft ist und durch physikalische Verfahren gewonnen wurde.

Aromastoffe und Aromaextrakte sind im Aroma aus technologischen Gründen häufig mit Trägerstoffen und/ oder Lösungsmitteln vermischt, die ihrerseits in der Regel etwa 90% des Aromas ausmachen. Man kennt zahlreiche Trägerstoffe und Lösungsmittel, die als solche Nicht-Zusatzstoffe (Stärken, Zucker, Wasser, etc.) sind. Darüber hinaus sind aber auch entsprechende Zusatzstoffe zur Herstellung von Aromen grundsätzlich zugelassen.

Weitere Regelungen zur Zulassung und Kennzeichnung von Aromen, die sich u.a. aus der AromenV ergeben, werden in Kapitel 5 dieses Handbuchs behandelt.

Besondere Bedeutung für die Erfrischungsgetränkeindustrie besitzen die Destillate, die hauptsächlich zur Herstellung von klaren Limonaden und Brausen verwendet werden.

Destillate werden aus Fruchtbestandteilen wie z.B. Zitruschalen, -Ölen, Obstkernen und -steinen durch Ausziehen mit höhergrädigem Alkohol und ein- oder mehrfache Destillation des Extrakts gewonnen. So werden in der Aromenindustrie neben Zitronenschalendestillat auch Destillate aus Orangen, Limetten, Pomeranzen und anderen Früchten gewonnen. Sie werden vor allem zur Erzielung von Geschmacksabstufungen und -abrundungen benötigt.

Aus den Destillaten werden die fertigen Aromen für Limonaden insbesondere durch Einstellung auf einen standardisierten Gehalt an Aromastoffen, durch Mischen von verschiedenen Destillattypen und durch Geschmacks-

abrundung mit anderen natürlichen Aromastoffen hergestellt. Die auf diese Weise erzeugten Essenzen sind farblose, klare Flüssigkeiten mit einem intensiven - stark aromatischen - Geruch und Geschmack.

Neben den Zitrus-Essenzen zur Herstellung von klaren Limonaden besitzen vor allem die Cola-Essenzen eine große Bedeutung in der Erfrischungsgetränke-Industrie. Darüber hinaus gibt es Limonaden mit Kräutergeschmack, wie beispielsweise Ingwerlimonaden (Ginger-Ale). Die Essenzen zur Herstellung solcher Getränke werden aus pflanzlichen Ausgangsstoffen durch wässrige oder alkoholische Extraktion gewonnen. Je nach Art wird das Verfahren als Extraktion, Digestion, Mazeration oder Destillation bezeichnet. Die in Form von alkoholischen Lösungen oder wässrigen Emulsionen oder auch in konzentrierter Form vorliegenden Pflanzenextrakte werden gemäß der Rezeptur zusammengestellt und als Essenz oder vermischt mit anderen Zutaten als Getränkegrundstoff eingesetzt.

Pflanzen-
extrakte

Überarbeitet von Mitarbeitern der Doehler GmbH:

Herren Dr. Markus Wydra, Franco Trani, Kurt Schork
Verantwortlich Herr Dr. Joachim Tretzel

Quellenangabe:

- (1) Schobinger, Ulrich; Handbuch der Lebensmitteltechnologie - Frucht- und Gemüsesäfte, Eugen Ulmer Verlag 2001
- (2) Verordnung (EG) Nr. 1334/2008 des europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008
- (3) Leitsätze für Erfrischungsgetränke (Neufassung vom 27.11.2002)

- 1.4 Säuerungsmittel (Genusssäuren)
- 1.4.1 Citronensäure – E330
- 1.4.2 Weinsäure (L+) – E334
- 1.4.3 Äpfelsäure – E296
- 1.4.4 Milchsäure – E270
- 1.4.5 Phosphorsäure – E338

1.4 Säuerungsmittel

Säuerungsmittel (Genusssäuren) sind zum menschlichen Verzehr geeignete Säuren, die den Säuregrad im Lebensmittel erhöhen und einen sauren Geschmack bewirken. In Getränken verstärken sie meist den Fruchtgeschmack und verbessern die Haltbarkeit. Zusätzlich verstärken sie die Wirkung zugesetzter Konservierungsmittel, unterstützen Antioxidantien, bilden Komplexe mit Metallen etc.

Für Erfrischungsgetränke haben die Fruchtsäuren Citronen-, Wein-, Äpfel- und – in geringem Maße – Milchsäure Bedeutung. Für koffeinhaltige Erfrischungsgetränke ist die Phosphorsäure von großem Interesse. Die mit Abstand größte Bedeutung kommt der Citronensäure zu.

Säureregulatoren sind Substanzen mit Pufferwirkung, d.h. Salze von Säuren, in speziellen Fällen auch Laugen, die gewährleisten sollen, dass der pH-Wert des Lebensmittels während der Herstellung und Lagerung konstant bleibt.

Zu rechtlicher Situation siehe Kapitel 5 dieses Handbuches.

1.4.1 Citronensäure – E 330

Citronensäure (2-Hydroxy-1,2,3-propantricarbonsäure – $C_6H_8O_7$) ist in der Natur sehr weit verbreitet. In vielen Früchten (Zitrusfrüchte 4-9%, Beerenfrüchte 1-3%) bildet sie die Hauptsäurekomponente. Sie tritt als erstes Zwischenprodukt beim Abbau von Stärke, Fett und Eiweiß auf. Dieses Abbauschema wird daher auch als Zitronensäurezyklus bezeichnet. Die Salze der Citronensäure heißen Citrate.

Citronensäure wird von vielen Mikroorganismen gebildet und wird für den industriellen Bedarf auf mikrobiologischem Wege hergestellt. Aus Kostengründen hat sich weltweit die fermentative Herstellung aus Melasse mittels Schimmelpilzen wie *Aspergillus niger* durchgesetzt. Nach Abtrennung des Pilzmycel wird die Citronensäure durch Kalkmilch als schwerlösliches Calciumcitrat in der Hitze ausgefällt, abgetrennt und durch Umsetzung mit Schwefelsäure in Citronensäure und Abfallgips zerlegt. Die Citronensäurelösung wird über Ionenaustauscher weitergereinigt, aufkonzentriert und kristallisiert. Oberhalb von 36,5°C kristallisiert die wasserfreie Form, unterhalb des Umwandlungspunktes das Citronensäure-Monohydrat.

Citronensäure (Mono- und Anhydreat) bildet farb- und geruchlose Kristalle (Rhomben) bzw. ein weißes Pulver und weist einen angenehm rein-sauren, leicht zitrusartigen Geschmack ohne störende Nebennote auf. Citronensäure ist die mit Abstand am häufigsten verwendete Genusssäure in der Lebensmittelindustrie. Sie wird eingesetzt als Säuerungsmittel zur

pH-Wert-Einstellung und Geschmacksgebung, als Komplexbildner und als Synergist zu Antioxidantien sowie als Rohstoff für Emulgatoren.

	Citronensäure-monohydrat	Citronensäure-anhydrat
Molekulargewicht	210,14	192,12
Kristalldichte	1,54 g/cm ³	1,67 g/cm ³
Schmelzpunkt	ca. 100°C *	153°C
Wassergehalt	8,6% ± 0,2	max. 0,5%
Löslichkeit in Wasser		
bei 0°C	112 g/100 cm ³	102 g/100 cm ³
bei 10°C	128 g/100 cm ³	117 g/100 cm ³
bei 20°C	159 g/100 cm ³	145 g/100 cm ³
bei 40°C	237 g/100 cm ³	219 g/100 cm ³
bei 60°C	320 g/100 cm ³	278 g/100 cm ³
bei 100°C	574 g/100 cm ³	525 g/100 cm ³
pH-Wert, 1%ige Lösung	2,3	2,2
Dichte (Lösung)	1,225 g/cm ³ (45,7%ig)	1,245 g/cm ³ (50%ig)

* bei raschem Erhitzen, verfestigt sich nach Wasserabspaltung wieder, schmilzt erneut bei 153°C

Vorkommen

Funktion

Eigenschaften

Citronensäure hat einen Brennwert von 10,5 kJ/g (2,5 kcal/g), die Nährwertkennzeichnungsverordnung sieht allerdings für jede Säure einheitlich 13kJ/g (3kcal/g) vor. Der ADI-Wert ist „not specified“ (JECFA 1986).

Herstellung

Anwendung

Citronensäure wird meist in gelöster Form verwendet. Der Citronensäuregehalt sollte dabei im Bereich von 50% liegen, da bei höherer Konzentration die Gefahr der Rekristallisation besteht und bei zu niedriger Konzentration die Lösung mikrobiell, vor allem durch Schimmelpilze, angegriffen werden kann. Bei trockener Lagerung erweist sie sich als unbegrenzt haltbar.

Vorkommen

1.4.2 Weinsäure (L+) – E 334

Weinsäure (Dihydroxybernsteinsäure) kommt in vielen Früchten, insbesondere in Weintrauben (ca. 40% der Gesamtsäure) vor. Die Salze nennt man Tartrate.

Gewinnung

Weinsäure wird auch heute noch ausschließlich aus natürlichen Rohstoffen, Rückständen der Weinbereitung wie Weinhefe oder Trester sowie aus dem sich in Weinfässern abscheidenden Weinstein (Kaliumhydrogentartrat) ge-

wonnen. Durch Extraktion und Fällung mit Kalk führt man zunächst alles in Calciumtartrat über, das abgetrennt und mit Schwefelsäure in Weinsäure und Calciumsulfat zerlegt wird. Nach Abtrennung des Gipses wird die weinsäurehaltige Lösung weiter gereinigt (Ionenaustausch, A-Kohle), aufkonzentriert und kristallisiert.

Weinsäure ist eine zweibasische Dihydroxycarbonsäure. Der Schmelzpunkt beträgt 170°C. Sie ist leicht wasserlöslich; bei 20°C lösen sich 139 g in 100 ml Wasser (bei 40°C 176 g), so dass wie bei Citronensäure eine 50 %ige Lösung hergestellt werden kann. Die Dichte einer 50 %igen Lösung beträgt 1,268 g/cm³. Bei trockener Lagerung ist Weinsäure unbegrenzt haltbar.

L(+)- Weinsäure bildet farblose, geruchlose Prismen und besitzt einen kernigen, fruchtig- sauren Geschmack.

Weinsäure hat einen Brennwert von 13kJ/g (3kcal/g). Der ADI-Wert ist 30 mg/kg Körpergewicht (JECFA 1973).

Da Weinsäure eine stärkere Säure als Citronensäure darstellt, kann die Dosierung um ca. 15% vermindert werden. Für die Säuerung von alkoholfreien Getränken kommt der Weinsäure im Gegensatz zu früher keine große Bedeutung mehr zu. Der Grund dürfte vor allem darin liegen, dass Weinsäure entweder nicht ausreichend verfügbar oder zu teuer ist.

1.4.3 D, L-Äpfelsäure – E 296

L-Äpfelsäure (Monohydroxybernsteinsäure) ist neben Citronensäure die verbreitetste Fruchtsäure im Pflanzenbereich. Sie ist die Hauptsäure in vielen Obstarten. Daneben wird L-Äpfelsäure als Glied des Citronensäurecyclus beim Abbau von Kohlenhydraten, Fett und Eiweiß gebildet und sofort weiter verstoffwechselt.

Die Äpfelsäure ist eine zweibasische Carbonsäure, die Salze heißen Malate. In der Natur findet sich nur die L-Form.

Obwohl Verfahren zur biotechnologischen Herstellung von L-Äpfelsäure ausgehend von Fumarsäure beschrieben sind, wird L-Äpfelsäure großtechnisch noch nicht hergestellt. Die derzeit praktizierten Verfahren gehen alle von Maleinsäureanhydrid bzw. Fumarsäure aus. Durch katalytische Anlagerung von Wasser bei erhöhter Temperatur (> 150 °C) und unter Druck entsteht die optisch inaktive, racemische D, L-Äpfelsäure, die von der sie begleitenden Fumarsäure und nicht umgesetzter Maleinsäure durch fraktionierte Kristallisation getrennt wird.

Äpfelsäure ist wenig hygroskopisch und sehr gut wasserlöslich, bei 20°C 132g D, L-Äpfelsäure in 100 ml Wasser (bei 40°C 200 g). Der Schmelzpunkt beträgt ca. 127-132 °C, das Racemat schmilzt bei 131-132 °C. Die Dichte einer 50 %igen Lösung beträgt 1,223 g/ cm³ (bei 20 °C).

Eigen-
schaften

Anwendung

Vorkommen

Herstellung

Eigen-
schaften

Vorkommen

Eigenschaften

Herstellung

Vorkommen

Der ADI-Wert ist not specified (FEFCA 1986), der Brennwert liegt bei 3 kcal (13 kJ/g)

Äpfelsäure bildet zerfließliche Nadeln. Sie hat unter den Genuss säuren den stärksten Sauergeschmack (leicht herb) und kann daher in geringerer Konzentration eingesetzt werden. Im Vergleich zu Wein- und Citronensäure tritt der Sauergeschmack erst mit Verzögerung auf, hält aber länger an.

Trocken gelagerte Äpfelsäure ist unbegrenzt haltbar.

1.4.4 Milchsäure – E 270

Natürliche L(+)- Milchsäure kommt neben meist geringen Anteilen von D(-)- Milchsäure in Sauermilchprodukten wie auch in Sauerkonserven vor, findet sich aber auch in sehr vielen Früchten.

Milchsäure (2-Hydroxypropionsäure) ist eine einbasische Hydroxysäure und stellt im Gegensatz zu den zuvor besprochenen kristallinen Fruchtsäuren eine Flüssigkeit dar. Ihre Salze und Ester nennt man Laktate.

Milchsäure wird in Europa fermentativ aus zuckerhaltigen Rohstoffen mittels Lactobazillen hergestellt. Je nach Mikroorganismus entsteht die L(+)-Form in hoher Reinheit oder die racemische D,L- Form.

Milchsäure lässt sich in jedem Verhältnis mit Wasser mischen. Die Dichte einer 80%igen Lösung beträgt 1,198 g/cm³ (20°C). Milchsäure ist eine klare, farblose bis schwach gelbliche, leicht viskose, hygroskopische Flüssigkeit mit leicht beißendem Geruch. Der Geschmack wird als mild, rein und anhaltend beschrieben. Um die gleiche Säureintensität zu erzielen muss von Milchsäure im Vergleich zu den anderen Genuss säuren die größ- te Menge eingesetzt werden.

Milchsäure hat einen Brennwert von 13 kJ/g (3 kcal/g). Der ADI-Wert ist „not specified“ (JACFA 1986).

In der Lebensmittelindustrie wird meistens die 80%ige Konzentration verwendet.

1.4.5 Phosphorsäure – E 338

Phosphorsäure (Ortho- Phosphorsäure, Mono- Phosphorsäure) stellt die einzige Mineralsäure dar, die zur Säuerung von koffeinhaltigen alkoholfreien Erfrischungsgetränken, wie colahaltigen Limonaden und Brausen zugelassen ist (künftig gilt die Zulassung für alle nicht alkoholischen, aromatisierten Getränke – siehe Kapitel 5.2, S.13).

Phosphorsäure kommt in Form ihrer Phosphate und anderer Derivate wie Phospholipide und Nucleotide in der Natur wie auch im menschlichen Körper weit verbreitet vor.

Lebensmittelgeeignete Phosphorsäure wird durch Verbrennen von reinem elementarem Phosphor mit Luftsauerstoff und anschließender Umsetzung des reinen Phosphorpentoxids mit Wasser gewonnen.

Herstellung

Der Gehalt der Phosphorsäure in der Lösung liegt zwischen 85 und 90 %. Sie lässt sich in jedem Verhältnis mit Wasser mischen. Die Dichte einer 85%igen Lösung beträgt 1,690 g/cm³ (bei 29 °C). Phosphorsäure bildet Komplexe mit Metallionen. Durch Phosphorsäure wird in Getränken der tiefste pH-Wert bei Genussäuren erzielt.

Eigen-
schaften

Phosphorsäure ist eine klare, farblose, viskose Flüssigkeit.

In geschlossenen Behältern erweist sich Phosphorsäure als unbegrenzt haltbar.

Bei der Handhabung ist größte Vorsicht geboten, da die konzentrierte Säure stark ätzend wirkt.

Anwendung

Phosphorsäure wird in Fässern gehandelt. Für die Herstellung von Markengetränken wird die Phosphorsäure von den Lizenzgebern meist in chargengerechten Gebinden zur Grundstoffeinheit passend geliefert.

Literatur:

- Fachgruppe „Lebensmittelchemie und gerichtliche Chemie“, Band 14, Genussäuren und ihre Salze, Behr's Verlag Hamburg, 1989.
- Rudy, Hermann: Fruchtsäuren, Wissenschaft und Technik, Dr. Alfred Hüthig Verlag Heidelberg, 1967.
- Neumüller, O.-A.: Römpps Chemie Lexikon, Franckh'sche Verlagshandlung, 1979.
- Täfel, Ternes, Tunger, Zobel: Lebensmittel- Lexikon, Behr's Verlag, 1933
- Firmenschrift: Benckiser – Organische Säuren.
- Niederauer, Theo: Säuerungsmittel und Säureregulatoren – vielseitige Substanzen mit Mehrfachfunktion
- Acidulants: Ingredients that do more than meet the acid test, Food Technology, January, 1990.
- Löslichkeit und Lösegeschwindigkeit verschiedener Lebensmittel-säuren, ZSW Bd. 34 (1981) H.12.

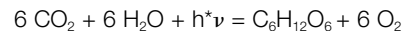
- 1.5 KOHLENDIOXID (KOHLENSÄURE) – E 290
 - 1.5.1 Vorkommen und Gewinnung
 - 1.5.2 Definition und chemische Eigenschaften
 - 1.5.3 Physikalische Kennzahlen
 - 1.5.4 Physiologische Wirkungen von CO₂
 - 1.5.5 Anwendungen in der Getränke- und Lebensmittelindustrie
 - 1.5.6 Lieferformen und rechtliche Rahmenbedingungen

1.5 KOHLENDIOXID (KOHLENSÄURE) – E 290

1.5.1 Vorkommen und Gewinnung

Kohlenstoffdioxid (Kohlendioxid, CO₂) kommt in der Natur in sehr großen Mengen vor, da CO₂ als Produkt bei nahezu jedem Atmungs-, Gärungs-, Verbrennungs- und Verwesungsprozess entsteht. Jeder Mensch atmet an einem Tag rund 700 g CO₂ aus, die Atemluft enthält rund 4 vol.% CO₂. Es ist ein normales Stoffwechselprodukt, enthalten in Körperflüssigkeiten und Gewebe, wo es ein Bestandteil der normalen chemischen Körperreaktionen ist. Im Körper fungiert es bei der Steuerung der Atmung, des Kreislaufes und der Gefäßreaktionen. Kohlendioxid ist nach Stickstoff, Sauerstoff und Argon der viert-häufigste Bestandteil getrockneter Luft. Der CO₂-Gehalt der Luft auf der Erde betrug 2010 rund 0,038 vol.% CO₂ (380 vppm). Deutlich höhere CO₂-Gehalte weist die Venus auf, deren Atmosphäre etwa zu 96,5 vol.% aus CO₂ besteht. Aufgrund der Nähe der Venus zur Sonne und aufgrund des Treibhauseffektes beträgt die Oberflächentemperatur der Venus etwa 480 °C.

CO₂ ist der wesentliche Nährstoff für Pflanzen, die CO₂, Wasser und Licht für die Fotosynthese zum Aufbau von Kohlenhydraten (Glukose) benötigen.



In gebundener Form findet man CO₂ auf der Erde in Form von Carbonaten. Calciumcarbonat ist der Hauptbestandteil des Marmors, Magnesium-Calcium-Carbonate sind der Hauptbestandteil der Dolomiten in Südtirol (Dolomitstein = (Ca,Mg)₂CO₃). Große Mengen an CO₂ werden zusätzlich gelöst im Meerwasser gefunden; in den Ozeanen ist rund 50 mal mehr CO₂ gespeichert als in der Atmosphäre.

Kohlendioxid wird in Europa überwiegend als Kuppelprodukt von chemischen Prozessen gewonnen. Der Gesamtmarkt für industrielles Kohlendioxid in Europa betrug 2008 rund 3 Mio. t, größter Markt für industrielles CO₂ ist Deutschland mit rund 700.000 t. Prinzipiell unterscheidet man vier "Sorten" Kohlendioxid:

- Quellsäure ("natürliche" Kohlensäure)
- Technische Kohlensäure
- Gärkohlsäure
- Biogene Kohlensäure

Die Gewinnung von Quellsäure ("natürliche Kohlensäure") erfolgt aus CO₂-reichem Quellwasser, welches überwiegend in vulkanischen Gesteinen (bspw. in der Eifel) gefunden wird. Bei der Gewinnung wird das CO₂-reiche Wasser aus 600 bis 1.200 m Tiefe zur Oberfläche gefördert und das Gas vom Wasser getrennt.

Vorkommen

Gewinnung

Eigenschaften

Technische Kohlensäure entsteht überwiegend als Kuppelprodukt von chemischen Prozessen (Ammoniaksynthese, Ethylenoxid-, Phosphin-, Wasserstoff-Herstellung). Kohlenstoffträger bei all diesen chemischen Produktionsprozessen sind fossile Brennstoffe (Erdgas, Erdöl), die als Energielieferant für den Druck- und Temperaturentwurf genutzt werden. Vereinzelt werden (insbesondere in Süd-Ost-Europa, Afrika und Asien aufgrund der oftmals fehlenden chemischen Industrie) fossile Brennstoffe verbrannt und aus der Abluft dieser Verbrennung wird CO₂ mithilfe von Mono-ethanolamin (MEA) oder Diethanolamin (DEA) ausgewaschen und von den restlichen Abgasbestandteilen getrennt, verdichtet und verflüssigt.

Gärkohlsäure entsteht bei der alkoholischen Gärung bspw. in Brauereien und wird in CO₂-Rückgewinnungsanlagen vor Ort verflüssigt. Bei der alkoholischen Gärung entstehen aus 100 kg Zucker rund 50 kg Kohlendioxid (endogene Kohlensäure). In Brauereien werden so pro Hektoliter Bier rund 2 kg CO₂ zurückgewonnen. Die Verflüssigungskapazität von CO₂ Rückgewinnungsanlagen in Brauereien liegt i.d.R. zwischen 250 kg/h bis zu 2 t/h, die erreichte Produktreinheit liegt zwischen 98,5 vol.% und 99,9 vol.% CO₂.

Biogene Kohlensäure entsteht als Kuppelprodukt der Bioethanolherstellung. Das CO₂-reiche Rohgas aus Bioethanolanlagen enthält neben CO₂ noch größere Anteile an Ethanol, Acetaldehyd, SO₂ und Stickoxiden und muss in aufwändigen Anlagen gereinigt werden. Die Verflüssigungskapazität von CO₂-Verflüssigungsanlagen an Bioethanolanlagen liegt i.d.R. zwischen 6 und 30 t/h, die erreichte Produktreinheit liegt zwischen 99,9 vol.% und 99,998 vol.% CO₂.

Gärkohlsäure und biogene Kohlensäure weisen im Gegensatz zu technischer und Quellsäure einen hohen Gehalt des Kohlenstoff-Isotops ¹⁴C auf. Hintergrund ist der natürliche Austausch der Kohlenstoffatome bei der Fotosynthese, der zur identischen ¹⁴C/¹²C-Verteilung wie in der Luft führt (rund 1 ppb ¹⁴C). Technische und Quellsäure weisen keine nachweisbaren Mengen des Isotops ¹⁴C auf, was als analytisches Unterscheidungsmerkmal zwischen technischer und endogener/biogener Kohlensäure herangezogen wird.

1.5.2 Definition und chemische Eigenschaften

Kohlendioxid ist ein drei-atomiges, linear aufgebautes Molekül, welches sehr reaktionsträge ist. Aus diesen Gründen wird es oft als Inertgas in chemischen, metallurgischen und biochemischen Prozessen eingesetzt. CO₂ ist oxidationshemmend, schwerer als Luft und wird aufgrund dieser Eigenschaften in vielen industriellen Prozessen auch als Feuerlöschmittel eingesetzt. CO₂ ist bakteriostatisch wirksam und wirkt ab bestimmten Konzentrationen aseptisch (keimtötend). Es ist ein farbloses, geruchloses, nicht brennbares Gas, welches unter hohem Druck (i.d.R. zwischen 15 und

25 bar) verflüssigt und gelagert wird. Verflüssigtes, unter Druck stehendes CO₂ wird fälschlicherweise unter dem Trivialnamen "Kohlensäure" vermarktet.

Kohlendioxid ist das Anhydrid der Kohlensäure (H₂CO₃). Kohlensäure ist eine schwache zweiprotonige Säure, die aus der Verbindung von H₂O und CO₂ entsteht.



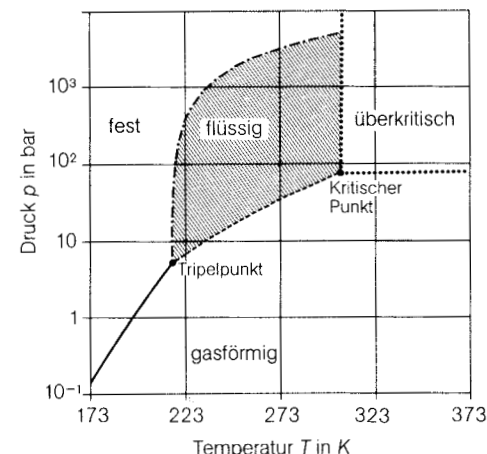
Kohlensäure entsteht überall dort, wo Kohlendioxid mit Wasser oder Carbonate mit Säure in Kontakt kommen – etwa im menschlichen Blut, in den Blättern von Pflanzen oder im Meerwasser. Die Salze der Kohlensäure nennt man Carbonate (CO₃²⁻) und Hydrogencarbonate HCO₃⁻. Bis vor kurzem war man sogar davon überzeugt, dass es Kohlensäure (H₂CO₃) als stabiles Molekül überhaupt nicht gibt. Erst 2010 gelang es Chemikern aus Wien und Innsbruck, das "chemische Phantom Kohlensäure" mithilfe eines eigens entwickelten Kälteverfahrens als Feststoff zu isolieren und spektroskopisch nachzuweisen. Inzwischen weiß man, dass in einem kohlen säurehaltigen Getränk doch Kohlensäure enthalten ist – allerdings nur in sehr geringer Konzentration (rund 0,1% des CO₂ bilden Kohlensäure). Zusätzlich wird vermutet, dass feste Kohlensäure auch natürlicherweise vorkommt, etwa in irdischen Zirruswolken.

1.5.3 physikalische Kennzahlen

Kohlenstoffdioxid ("Kohlendioxid") hat folgende physikalischen Eigenschaften:

Molekulargewicht:	44,01 g/mol
Dichte (bei 15 °C, 1 bar)	1,849 kg/m ³
Normdichte (bei 0 °C, 1,013 bar)	1,977 kg/m ³
Spezifisches Volumen:	0,5048 m ³ /kg
Kritische Temperatur:	31,06 °C bei 73,83 bar
Sublimationstemperatur:	-78,48 °C bei 1,013 bar
Tripelpunkt:	-56,57 °C bei 5,185 bar
Spezifische Gaskonstante:	0,1889 kJ/kg K
pH-Wert	ca. 3,7 (bei 20 °C, 1,013 bar und 1,72 g/l (H ₂ O))
relative Dichte, CO ₂ gasförmig	1,528 (Luft =1, jeweils bei 1,013 bar)
relative Dichte, CO ₂ flüssig	1,03 (Wasser = 1)

Abb. 1: Druck/Temperatur-Diagramm von CO₂ (1)



Kohlendioxid ist leicht zu verflüssigen, da seine kritische Temperatur mit rund 31 °C relativ hoch liegt. So kann man Kohlendioxid bei 0 °C schon durch einen Druck von ca. 35 bar zu einer farblosen Flüssigkeit verdichten. Technisch wird CO₂ bei einem Druck von rund 20 bar und einer Temperatur von -24 bis -27 °C verflüssigt.

CO₂ Schnee

Wird flüssiges CO₂ rasch auf Normaldruck entspannt, so kühlt sich die Flüssigkeit aufgrund der hohen Sublimationsenthalpie (rund 25 kJ/mol) sehr rasch ab, so dass es zur Temperaturabsenkung auf -78,5 °C und Bildung von festem CO₂-Schnee ("Kohlensäureschnee") kommt. Verdichteter CO₂ Schnee wird Trockeneis genannt. Trockeneis sublimiert rückstandsfrei: der feste Stoff CO₂ geht direkt in die Gasphase über, ohne über den flüssigen Aggregatzustand zu gehen.

Löslichkeit

CO₂ löst sich leicht in Wasser und gibt ihm einen leicht säuerlichen Geschmack. Die Löslichkeit hängt von der Temperatur und vom Druck ab (Zur Löslichkeit von Gasen in Getränken siehe auch Kapitel 4.7, Seite 1ff). Noch besser ist die Löslichkeit in Alkohol.

Abb. 2: Löslichkeit von CO₂ in Wasser als Funktion von Druck und Temperatur (1)

Temperatur °C	Löslichkeit g CO ₂ /l Wasser
0	3,42
5	2,78
10	2,32
15	2,04
20	1,76

1.5.4 Physiologische Wirkungen von CO₂

Kohlendioxid findet in vielen verschiedenen Industrien Anwendung. Die Auswirkung der Einatmung geringer Konzentrationen von CO₂ auf den menschlichen Organismus ist physiologisch unbedenklich, aber bei hohen Konzentrationen ist die Auswirkung giftig und schädlich. Kritisch hierbei ist, dass der Sauerstoffgehalt in der Luft keine wirksame Indikation der Gefahr ist. Es ist möglich, einen akzeptablen, niedrigen Sauerstoffgehalt von 18 vol.% und einen hohen CO₂-Gehalt zu haben, wobei 14 vol.% CO₂ für den Menschen sehr gefährlich sind.

Individuelle Toleranzen können je nach körperlicher Verfassung der Person sowie Temperatur und Feuchtigkeit der Luft stark variieren, jedoch mag als allgemeine Richtschnur gelten, dass die Wirkungen des Einatmens von variierenden Konzentrationen von Kohlendioxid wahrscheinlich folgendermaßen sein werden:

- 1-1,5 vol.%: Geringe Auswirkungen auf den chemischen Stoffwechsel nach der Aussetzung dieser Konzentration während mehrerer Stunden.
- 3 vol.%: Bei dieser Konzentration wirkt das Gas leicht narkotisch und führt zu intensiverer Atmung, reduziertem Hörvermögen in Verbindung mit Kopfschmerzen und erhöhtem Blutdruck mit erhöhter Pulszahl.
- 4-5 vol.%: Reizung der Atmungsfunktionen, die sich in tieferem und schnellerem Atmen auswirken, erste Vergiftungsercheinungen sind nach ca. 30 Minuten wahrscheinlich.
- 5-10 vol.%: Das Atmen wird sehr mühsam mit Kopfschmerz und Verlust des Urteilsvermögens.
- 10-100 vol.%: Wenn die CO₂ -Konzentration über 10 vol.% steigt, wird in weniger als einer Minute Bewusstlosigkeit eintreten und wenn nicht sofortige Hilfe eintritt, wird die weitere Aussetzung mit diesen hohen Konzentrationen zum Tode führen.

Die empfohlene Grenze der maximalen CO₂-Arbeitsplatzgrenzwert ist 5.000 mg/l (0,5 vol.%), berechnet als 8-stündige Durchschnittskonzentration in der Luft. Je nach Gesetzesvorschriften in einzelnen Ländern sind CO₂-Konzentrationsspitzen bis zu 30.000 mg/l (3,0 vol.%) CO₂ in der Luft zulässig. Hierbei ist die Dauer der erhöhten Konzentration auf 10 Minuten bis 1 Stunde begrenzt.

AGW-Wert

1.5.6 Anwendungen in der Getränke- und Lebensmittelindustrie

Kohlendioxid wird in der Lebensmittel- und Getränkeindustrie als Schutzgasbestandteil, als Inertisierungs- sowie als Frost- und Kühlmittel eingesetzt. Kohlensäure verlängert die Haltbarkeit von Getränken und Lebensmitteln (Verlängerung des Mindesthaltbarkeitsdatums MHD) und schützt Getränke gegen biologische Einflüsse. Die wesentlichen Anwendungen für Kohlendioxid in der Lebensmittelindustrie sind folgende:

MHD

Carbonisieren

- Carbonisieren von Getränken: CO₂ wird in größeren Mengen direkt in das Wasser eingebracht und wird Bestandteil des Produktes, wodurch die bekannten, prickelnden und erfrischenden Mineralwassersorten entstehen.

Inertisieren

- Inertisierung und aseptische Abfüllung: CO₂ wird in der Getränkeabfüllung als Inertisierungsmittel eingesetzt, um die Qualität von Getränken zu erhalten. Die inerte Atmosphäre reduziert unerwünschte Reaktionen zwischen Produkt und anderen Gasen wie bspw. Luftsauerstoff. Bei der Abfüllung von Fruchtsäften wird CO₂ eingesetzt, um die Anfälligkeit der Fruchtsäfte gegen Keimbefall zu reduzieren. Fruchtsäfte gehören aufgrund ihres hohen Zucker- und Fruchtgehaltes zu besonders keimanfälligen Getränken. Oberhalb der Mindestkonzentration von 7 g CO₂/l wird das Wachstum von getränkeschädigenden Keimen vollständig unterbunden, die Haltbarkeit der Fruchtsäfte steigt.

Kühlen

- Maischekühlung: Während der Weinlese können erhöhte Tagestemperaturen zu einem verfrühten Beginn des Gärprozesses führen. Durch Einsatz von Trockeneis oder CO₂-Schnee wird der Beginn der Gärung verzögert, die Maische bleibt frischer und neigt weniger zur Oxidation. Die Qualität des Weins steigt.

Frosten

- Kühlen und Frosten: CO₂ wird in vielen Bereichen der Lebensmittelindustrie zum Kühlen und Frosten eingesetzt. Warme bzw. heiße Produkte können mit CO₂ schnell und effizient abgekühlt werden, um einen höheren Durchsatz in der Produktion zu gewährleisten. Beim Frosten werden die Produkte sehr schnell eingefroren, was sich positiv auf die Produktqualität auswirken kann (Formstabilität des Produktes, kein Gefrierbrand, weniger Wasserverlust beim Wiederauftauen).

Trockeneis

- Reinigen mit Trockeneis in Produktionsprozessen: Festes CO₂ (Trockeneis) wird als Kühl- und Transportkältemittel eingesetzt. Feste CO₂ Pellets werden zum Reinigen in vielen Lebensmittelbetrieben als rückstandsloses Strahlmittel eingesetzt.

1.5.7 Lieferformen und rechtliche Rahmenbedingungen

Im festen Zustand wird Kohlensäure in gepresster Form, als Trockeneis in Form von Pellets, runden Nuggets und eckigen Blöcken angeboten. Trockeneis wird in isolierten, aber gasdurchlässigen Behältern bei einer Temperatur von -79°C angeliefert. Es dient meist zur direkten Kühlung und zeigt sich durch ständigen Gas- und damit Gewichtsverlust nur beschränkt beständig.

Im Normalfall wird Kohlensäure in flüssiger Form angeliefert und gelagert. Für den kleinen bis mittleren Bedarf werden Stahlflaschen, oft als Flaschenbündel eingesetzt. Bei größeren Bedarfsmengen erfolgt die Belieferung durch Straßentankwagen in stationäre Behälteranlagen. Die Entnahme gasförmigen Kohlendioxids wird hauptsächlich aus Hochdruckbehältern (bis 90 bar) gewährleistet.

Zur gasförmigen Verwendung muss Kohlensäure auf die notwendigen Drücke entspannt werden. Der Entspannungsvorgang ist durch die eintretende Verdampfung mit einer starken Abkühlung der Umgebung verbunden.

Die Versorgung mit flüssiger Kohlensäure (-25°C , tiefkalt) erfolgt über Straßentankwagen aus Niederdruckbehältern (bis 20 bar). Nach der Einstellung von isobaren Druckverhältnissen im Lagertank und Lieferfahrzeugbehälter wird sie in den Vorratstank des Verwenders gepumpt.

Unter Druck stehendes, flüssiges Kohlendioxid wird als Gefahrgut eingestuft (ADR/RID: Klasse 2 Ziffer 3A) und trägt die Kemler Zahl 22 (tiefgekühltes Gas, nicht-brennbar) und die UN Nummer UN 2187. Kohlendioxid wird als Lebensmittelzusatzstoff eingesetzt und trägt nach EG-Richtlinie 96/77 die Stoffnummer E-290.



Literatur:

- Eigenschaften der Kohlensäure; 3. Auflage 1989 vom Fachverband Kohlensäure
- Industriegaseverband Deutschland e.V. (IGV) – Köln
- A.F. Hollemann und N. Wiberg: Lehrbuch der Anorganischen Chemie, 101. Auflage (1995)
- International Society of Beverage Technologists
14070 Proton Rd. Suite 100, LB 9 - Dallas, Texas 75244 USA
Website: <http://www.bevtech.org>
- J. Bernard, M. Seidl, I. Kohl, K. Liedl, E. Mayer, O. Galvez, H. Grothe, T. Lörting: "Spectroscopic Observation of Gas-Phase Carbonic Acid Isolated in Matrix"; Angewandte Chemie, DOI 10.1002/ange.201004729
- Technische Informationen der Firmen:
Tyczka Kohlensäure GmbH & Co KG, Geretsried;
www.tyczka-co2.de

1.6	WEITERE GETRÄNKEINHALTSSTOFFE
1.6.1	Vitamine
1.6.1.1	Vitamin A und β -Carotin
1.6.1.2	Vitamin D
1.6.1.3	Vitamin E
1.6.1.4	Vitamin K
1.6.1.5	Vitamin B ₁ -Thiamin
1.6.1.6	Vitamin B ₂ -Riboflavin, Lactoflavin
1.6.1.7	Vitamin B ₆
1.6.1.8	Vitamin B ₁₂ -Cobalamin
1.6.1.9	Panthothensäure
1.6.1.10	Niacin
1.6.1.11	Folsäure
1.6.1.12	Biotin
1.6.1.13	Ascorbinsäure
1.6.2	Mineralstoffe
1.6.2.1	Phosphor
1.6.2.2	Calcium
1.6.2.3	Kalium
1.6.2.4	Magnesium
1.6.2.5	Natrium
1.6.3	Antioxidationsmittel
1.6.3.1	L-Ascorbinsäure
1.6.3.2	Andere Antioxidantien
1.6.3.3	Komplexbildner
1.6.4	Konservierungsstoffe
1.6.4.1	Sorbinsäure, Benzoessäure
1.6.4.2	Schwefelige Säure
1.6.4.3	Dimethyldicarbonat (DMDC), Velcorin®
1.6.5	Farbstoffe
1.6.6	Stabilisatoren
1.6.7	Inhaltsstoffe mit einem besonderen Zusatznutzen (Functional Ingredients)
1.6.7.1	Chinin
1.6.7.2	Coffein
1.6.7.3	Colanuss
1.6.7.4	Gelee Royale
1.6.7.5	Ginseng
1.6.7.6	Glucuronsäure-gamma-lacton
1.6.7.7	Grüntee-Extrakt
1.6.7.8	Guarana
1.6.7.9	Myo-Inosit
1.6.7.10	Omega-3-Fettsäuren
1.6.7.11	Taurin

1.6 Weitere Getränkeinhaltsstoffe

1.6.1 Vitamine

Der lebensmittelrechtliche Rahmen für die Anreicherung mit Vitaminen ist durch die EU-VO 1925/2006 und die EU-Richtlinie 2002/46/EG gesetzt. Bis zur vollständigen Harmonisierung der Vorschriften sind nationale Einschränkungen durch die Verordnung über vitaminisierte Lebensmittel zu berücksichtigen.

Unter Vitaminen versteht man lebensnotwendige organische Substanzen, die vom Körper zur Aufrechterhaltung der Stoffwechselvorgänge benötigt werden und nicht bzw. nicht ausreichend selbst gebildet werden können. Verbindungen, die im Körper auf einfache Weise in Vitamine umgewandelt werden können, nennt man Provitamine.

Vitamine sind essentielle Mikronährstoffe, die regelmäßig mit der Nahrung zugeführt werden müssen. Ist die Zufuhr zu gering, kommt es zu typischen Mangelkrankungen. Überversorgungen sind dagegen nur in einzelnen Fällen gefährlich.

Normalerweise wird bei einer ausgewogenen Ernährung die empfohlene Zufuhr an den einzelnen Vitaminen erreicht. Mangelzustände liegen meist dann vor, wenn der Bedarf erhöht oder die Aufnahme der Vitamine aus den Lebensmitteln vermindert ist (z.B. Wachstum, Schwangerschaft, Stillzeit, Sport, Stress, Alkoholmissbrauch, Nikotin, Arzneimittel, Krankheiten).

Chemisch gehören die Vitamine den verschiedensten Stoffgruppen an. Unterteilt wird in fettlösliche (Vitamin A, D, E, K) und wasserlösliche Vitamine (Vitamin C, B₁, B₂, B₆, B₁₂, Biotin, Folsäure, Niacin, Pantothersäure).

Die Vitamine werden großtechnisch überwiegend mit chemischen und mikrobiologischen Verfahren hergestellt.

1.6.1.1 Vitamin A und β -Carotin

Vitamin A (Retinol) ist ausschließlich in tierischen Nahrungsmitteln (z.B. Leber, Fisch, Milch, Eigelb) zu finden. Als Provitamin (Carotinoid) kommt es besonders in Karotten, Spinat, Bleichsellerie, Mangos, Aprikosen und Keimöl vor. Das verbreitetste und bekannteste Carotin ist das β -Carotin.

Da die Wirkung der Provitamine geringer ist als die des Retinols wird in Retinol-Equivalents (RE) umgerechnet. 1 RE = 6 μ g β -Carotin = 12 μ g andere Provitamin A Carotinoide.

1.I. E. (Internationale Einheit) = 0,3 μ g Retinol

fettlösliche
wasserlösliche

Vorkommen

Umrechnungen

Funktionen

Bedarf

Mangel

Überdosierung

Eigenschaften

Vitamin A ist in seiner Aldehydform als Bestandteil des Sehpurpurs (Rhodopsin) am Sehvorgang beteiligt. Es ist zur Erhaltung von Struktur und Funktion von Haut- und Schleimhautepithelien und Knorpelgewebe erforderlich.

Der Bedarf liegt nach der DGE (Deutsche Gesellschaft für Ernährung) für Frauen bei 0,8 mg RE/Tag (Schwangere + 0,3), für Männer bei 1,0 mg RE/Tag.

Mangelerscheinungen sind z. B. Nachtblindheit, Hautveränderungen und Abwehrschwächen gegen Infektionen und Wachstumsstörungen.

Bei Tagesdosen ab 15 mg Vitamin A sind Hautveränderungen, Kopfschmerzen, ab 30 mg Leberzellveränderungen, Missbildungen beim ungeborenen Kind möglich. Besonders im ersten Schwangerschaftsdrittel ist Vorsicht geboten. Dagegen konnten selbst bei sehr hohen Dosierungen für β -Carotin keine unerwünschten Nebenwirkungen festgestellt werden. In der in Finnland durchgeführten sogenannten CARET-Studie konnte lediglich für ohnehin mit einem erhöhten Lungenkrebsrisiko behaftete Raucher festgestellt werden, dass für diese Gruppe die Zufuhr erhöhter β -Carotinmengen zu einer nochmals erhöhten Wahrscheinlichkeit an Lungenkrebs zu erkranken führt.

Vitamin A ist vor allem in Gegenwart von Licht und Wärme empfindlich gegen Luftsauerstoff und andere Oxidationsmittel. Als Oxidationsschutz werden häufig Antioxidantien (z.B. Tocopherol) eingesetzt. Es ist stabil gegenüber Basen, empfindlich gegenüber Säuren. Vitamin A ist nahezu unlöslich in Wasser. Vitamin A ist erhältlich als Acetat oder Palmitat, gelöst in pflanzlichen Ölen als grüngelbliche bis goldgelbe ölige Flüssigkeit oder fein verteilt, in einer Matrix aus z.B. Gelatine und Zucker, als hellgelbes, feinkörniges Pulver.

Beta-Carotin bildet rotbraune bis tiefviolette Kristallpulver, die sehr wärme- und oxidationsempfindlich sind. Es ist unlöslich in Wasser, wenig löslich in Alkohol und Ölen. In Lösung ist es leuchtend gelb bis orange gelb und wird in der Lebensmittelindustrie hauptsächlich zur Färbung eingesetzt.

Carotinoide wirken nicht nur als A-Provitamine, sie werden auch unverändert resorbiert und sollen das Risiko vermindern an Lungen-, Speiseröhren- und Magenkrebs zu erkranken. Sie sind sehr wirksam beim Abbau von Sauerstoffradikalen u.a.

1.6.1.2 Vitamin D

Vorkommen

Als Vitamin D (Vitamin D₂-Ergocalciferol, Vitamin D₃-Cholecalciferol) ist es in Fischleberölen, Fettfischen, Leber und Margarine, als Provitamin Ergosterin in Pflanzen und als Provitamin 7-Dehydrocholesterin in tierischen Lebensmitteln enthalten.

Vitamin D steuert den Calcium- und Phosphatstoffwechsel im Blut sowie die Mineralisation der Knochen. Allgemein fördert es das Wachstum.

Die DGE empfiehlt bei fehlender endogener Synthese folgende Mengen an Vitamin D zuzuführen:

Erwachsene	20 µg/Tag
Schwangere und Stillende	20 µg /Tag

Bei entsprechender Sonneneinwirkung (UV-Licht) kann ein gesunder Erwachsener seinen Bedarf durch Eigensynthese in der Haut decken.

Ein Mangel führt zu Rachitis bei Kindern, Störungen der Calciumhomöostase und des Phosphatstoffwechsel (Knochenerweichung, Muskelschwäche etc.)

Durch Überdosierung wird eine Anhebung der Calciumkonzentration im Blutplasma ausgelöst, die zu schweren Organstörungen führen kann. Beim Erwachsenen beginnt die Gefahr der Überdosierung ab 500 µg pro Tag.

Vitamin D bildet weiße bis gelbliche Kristalle, die in organischen Lösungsmitteln gut, in Pflanzenölen mäßig und in Wasser nicht löslich sind.

Durch Licht, Sauerstoff und Säuren wird es rasch zerstört. Gegen Alkali ist es stabil, gegenüber Wärme relativ stabil, außer in öliger Lösung.

1.6.1.3 Vitamin E

Vitamin E (Tocopherole, Tocotrienol und deren Ester) ist in pflanzlichen Ölen, besonders Keimöl mit ungesättigten Fettsäuren und in geringeren Konzentrationen in Nüssen, Getreide, grünem Gemüse etc. zu finden.

1 Tocopherol-Equivalent (E) = 1mg RRR-α-Tocopherol (D-α-Tocopherol) = 1,1 mg D-α-Tocopherolacetat = 1,49 USP.

Vitamin E schützt vor Sauerstoffradikalen, verhindert die Lipidperoxidation und stabilisiert die Membranen der Nieren, Muskeln und im Herz-Kreislauf-System etc.

Der Bedarf beim Erwachsenen liegt laut DGE bei 14 (Männer, 25-51 Jahre) bzw. 12 mg (Frauen, 15-65 Jahre) Tocopherol-Equivalenten pro Tag (Schwangere +2 mg).

Als Folge der Anhäufung von Radikalen und der Lipidperoxidation zeigen sich verschiedene Ausfallerscheinungen im Muskelstoffwechsel, bei Membranfunktionen und im Nervensystem.

Orale Vitamin E-Gaben bis 200 mg/Tag werden von Erwachsenen ohne Nebenwirkungen toleriert.

Tocopherole sind hellgelbe Substanzen, die bei Raumtemperatur in Ölform vorliegen. Sie sind unlöslich in Wasser und leicht löslich in organischen Lösungsmitteln.

Funktionen

Bedarf

Mangel

Überdosierung

Eigenschaft

Vorkommen

Umrechnungen

Funktionen

Bedarf

Mangel

Überdosierung

Eigenschaft

Vorkommen

Funktionen

Bedarf

Überdosierung
Eigenschaft

Vorkommen

Funktionen

Bedarf

Freie Tocopherole oxidieren leicht unter Dunkelfärbung (Antioxidans), Ester sind erheblich stabiler.

Gegen Hitze, Säure und Alkali sind sie unempfindlich (außer Ester).

1.6.1.4 Vitamin K

Vitamin K (bakterielles Vitamin K2-Menachinon, pflanzliches Vitamin K1-Phyllochinon) ist in der Natur weit verbreitet. Vitamin K kommt reichlich in grünen Gemüsen vor, auch Milch, Milchprodukte, Muskelfleisch, Eier, Getreide etc. sind wichtige Quellen. Vitamin K2 kann auch von der Bakterienflora des menschlichen Dickdarms gebildet werden.

Vitamin K aktiviert Proteine, die an Blutgerinnungsvorgängen beteiligt sind und katalysiert die Biosynthese verschiedener Proteine in Niere, Plasma und Knochen.

Der Bedarf des Menschen ist nicht genau bekannt. Empfohlen wird von der DGE für Frauen 60-65 µg/Tag, für Männer 70-80 µg/Tag. Durch Vitamin K-Mangel kommt es zu Störungen der Blutgerinnung (beim Erwachsenen äußerst selten).

Vitamin K1 und K2 sind selbst in hohen Dosen nicht toxisch.

Vitamin K1 ist eine hellgelbe, ölige Flüssigkeit, die sich unter Einfluss von Licht und alkalischen Substanzen zersetzt.

Vitamin K2 ist kristallin, der Schmelzbereich liegt bei 35-60°C.

Gegen Hitze und Sauerstoff sind die K-Vitamine relativ stabil. In Wasser sind sie unlöslich, in Fetten und Ölen gut löslich.

1.6.1.5 Vitamin B₁-Thiamin

Getreide und Getreideprodukte sind die wichtigsten Thiaminquellen – vor allem Vollkornprodukte, daneben Kartoffeln, Hülsenfrüchte und Schweinefleisch.

Thiamin hat eine Coenzym-Funktion bei zentralen Reaktionen im Energie-, Fett- und Kohlenhydratstoffwechsel sowie spezifische Funktionen im Nervensystem (Reizübertragung).

Die DGE-empfohlenen Aufnahmemengen betragen:

Frauen	1,0 mg/Tag
Männer	1,0 – 1,3 mg/Tag

Eine Thiamin-Unterversorgung äußert sich zunächst in unspezifischen Symptomen (Müdigkeit etc.), ein Mangel ruft u. a. Ödeme, EKG- Veränderungen bis akutes Herz- Kreislaufversagen, Muskelschwäche, Koordinationsstörungen, Krämpfe, Lähmungen und Störungen im Kohlenhydratstoffwechsel hervor.

Auch bei 100-facher Überdosierung wurden nur selten unerwünschte Wirkungen beobachtet.

Vitamin B₁ ist erhältlich als Thiaminchloridhydrochlorid und als Thiaminnitrat. Beides sind weiße kristalline Pulver von charakteristischem Geruch und bitterem Geschmack, die bei ca. 250 bzw. 200°C unter Zersetzung schmelzen.

Vitamin B₁-chloridhydrochlorid ist leicht löslich in Wasser (ca. 100 g / 100 ml bei 25°C), Vitamin B₁-Mononitrat weniger löslich (ca. 3 g in 100 ml Wasser bei 15°C).

In schwach sauren Lösungen ist die Stabilität gegenüber Hitze und Sauerstoff am besten. Vitamin B₁ ist empfindlich gegenüber Alkalien, besonders unter Lichteinfluss und gegenüber Oxidations- und Reduktionsmitteln. Der Kontakt mit Metallen sollte vermieden werden.

1.6.1.6 Vitamin B₂ – Riboflavin, Lactoflavin

Viel Vitamin B₂ ist in Milch und Milchprodukten, Hefe, Eier, Fleisch (Innereien), Grünkohl, Bohnen, Erbsen und Vollkornprodukten vorhanden.

Vitamin B₂ ist Baustein von Coenzymen einer Vielzahl von Oxidations- und Reduktionsenzymen. Es greift in den Eiweiß-, Fett- und Kohlenhydratstoffwechsel sowie die Energiegewinnung ein.

Die DGE empfiehlt für Riboflavin eine tägliche Zufuhr von:

Frauen	1,2 mg/Tag (15-65 Jahre)
Männer	1,5 mg/Tag (19-65 Jahre)

Ein reiner Vitamin B₂-Mangel ist selten. Es treten orale Veränderungen wie Entzündungen der Mund- und Nasenschleimhaut, Hautveränderungen, Veränderungen im Bereich der Augen wie Linsentrübung etc. auf.

Beim Menschen sind bisher keine Nebenwirkungen bei oraler Einnahme bekannt.

Riboflavin ist ein gelbes bis orangegelbes, feinkristallines Pulver von anhaltend bitterem Geschmack. Es schmilzt bei ca. 280°C unter Zersetzung und ist in neutralem und saurem Milieu weitgehend hitzestabil, es wird jedoch durch Licht, Reduktionsmittel und Schwermetallsalze inaktiviert. Es ist schlecht wasserlöslich (ca. 7-8 mg/100 ml bei 25°C). Die Wasserlöslichkeit kann durch Zugabe von z.B. Nicotinsäureamid verbessert werden.

Mangel

Überdosierung

Eigen-schaften

Vorkommen

Funktionen

Bedarf

Mangel

Überdosierung

Eigen-schaften

Vorkommen

Funktionen

Bedarf

Mangel

Überdosierung

Eigen-schaften

1.6.1.7 Vitamin B₆ – Pyridoxin

Vitamin B₆ ist in Innereien, Hühner- und Schweinefleisch, Fisch, Milch und Milchprodukten, Kartoffeln, Hülsenfrüchten, Bananen, Vollkornprodukten etc. enthalten.

Vitamin B₆ hat eine zentrale Rolle im Aminosäurestoffwechsel. Es ist notwendig für die Synthese biogener Amine und verschiedener Funktionen im Kohlenhydratstoffwechsel, im Nervensystem, der Immunabwehr und der Hämoglobinsynthese.

Die DGE-Referenzwerte für die Pyridoxin-Versorgung lauten:

Frauen	1,2 mg/Tag
(Schwangere +0,7 mg)	
Männer	1,4 – 1,5 mg/Tag

Mangelsymptome sind Dermatitis im Nasen, Augen- und Mund- Bereich, neurologische Störungen, Anämien etc.

Bei dauerhafter Überdosierung (ca. 200 – 500fache Tagesdosis) sind Funktionsstörungen im Nervensystem möglich.

Pyridoxin ist ein weißes oder fast weißes kristallines, geruchloses Pulver mit saurem Geschmack, das bei ca. 156°C (206°C für das Hydrochlorid) unter Zersetzung schmilzt. Vitamin B₆ Hydrochlorid ist thermostabil und auch gegenüber Alkalien und Säuren beständig. Nur in verdünnter alkalischer oder neutraler Lösung in Verbindung mit Licht ist es instabil. Aufgrund von Verfärbungen wird von einer Kombination mit eisenhaltigen Stoffen abgeraten.

1.6.1.8 Vitamin B₁₂ – Cobalamin

Als Cobalamine werden verschiedene Verbindungen zusammengefasst, die ein Cobaltatom im Zentrum eines porphyrinähnlichen Ringsystems enthalten und deren wichtigster Vertreter das Vitamin B₁₂ (auch selbst als Cobalamin bezeichnet) ist.

Vitamin B₁₂ kommt nur in Lebensmitteln tierischer Herkunft, vor allem Leber, Muskelfleisch, Fisch, Eier, Milch und Käse vor.

Vitamin B₁₂ greift in verschiedene Stoffwechselreaktionen ein, z.B. Abbau von Fettsäuren und Übertragung von Methylgruppen und spielt eine wichtige Rolle bei der Blutbildung, bei Wachstums- und Entwicklungsprozessen.

Die DGE-Empfehlung für den Vitamin B₁₂-Konsum :

Jugendliche und Erwachsene	ca. 3 µg/Tag
----------------------------	--------------

Mangelercheinungen treten üblicherweise nur bei Störungen der Resorption auf. Es kommt zu Störungen der Zellbildung im Knochenmark, Blutarmut und Degeneration bestimmter Rückenmarksbezirke.

Auch in hohen Dosen wurden keine unerwünschten Nebenwirkungen beobachtet.

Cyanocobalamin kristallisiert als rubinrote, geruchs- und geschmacklose Nadeln, die sich zwischen 210°C und 220°C zersetzen. Die hygroskopischen Kristalle können an der Luft bis zu 12 Gew.-% Feuchtigkeit aufnehmen. In der wasserhaltigen Form sind sie stabil. Cyanocobalamin ist wenig löslich in Wasser, löslich in Alkohol.

Alkalien, starke Säuren und Reduktionsmittel zerstören Vitamin B₁₂ in kurzer Zeit. Licht und UV-Strahlen greifen Vitamin B₁₂ an, gegen Luft und Wärme ist es relativ beständig. Wässrige Lösungen sind bei pH-Werten von 4,5 - 5,0 am stabilsten.

1.6.1.9 Pantothensäure

Pantothensäure (Vitamin B₅) kommt in geringen Mengen in fast allen Lebensmitteln vor. Reiche Quellen sind Innereien, Muskelfleisch, Fisch, Milch, Hefe, Pilze, grünes Blattgemüse und Hülsenfrüchte.

Pantothensäure ist ein essentieller Bestandteil des Coenzym A und einiger Peptid-Coenzyme und somit an den zentralen Reaktionen des Aminosäure-, Fett-, Kohlenhydrat- und Energiestoffwechsels beteiligt.

Der Mindestbedarf konnte bisher nicht ermittelt werden. Schätzwerte für eine angemessene Zufuhr liegen bei ca. 6 mg/Tag.

Aufgrund des verbreiteten Vorkommens treten Mangelerscheinungen äußerst selten auf.

Auch bei 1000-facher Überdosierung wurden keine Nebenwirkungen beobachtet.

Pantothensäure ist ein hygroskopisches, gelbliches viskoses Öl, das in neutraler Lösung beständig ist, in saurer und alkalischer Lösung – vor allem durch Hitzeeinwirkung – jedoch rasch zerstört wird. Aus anwendungstechnischen Gründen kommt daher das Calcium- oder Natriumsalz in den Handel. Calcium-D-Pantothemat ein weißes, schwach hygroskopisches, leicht wasserlösliches Pulver.

1.6.1.10 Niacin

Niacin (Vitamin B₃) ist der Sammelname für Nicotinsäureamid und Nicotinsäure, die vom Organismus ineinander umgewandelt werden können. Fleisch, Innereien, Fisch, Milch, Eier, Vollkornbrot und Erbsen weisen hohe Gehalte an Niacin auf.

Niacin ist als Bestandteil der Coenzyme NAD und NADP in allen Zellen des Organismus vorhanden. Es ist am Auf- und Abbau von Kohlenhydraten, Fett- und Aminosäuren beteiligt. Aus der essentiellen Aminosäure Tryptophan wird unter hormoneller Kontrolle ebenfalls Nicotinsäureamid

Eigen-
schaften

Vorkommen

Funktionen

Bedarf

Mangel

Über-
dosierung

Eigen-
schaften

Vorkommen

Funktionen

Bedarf

Mangel

Über-
dosierungen

Eigen-
schaften

Vorkommen

Funktionen

Bedarf

Mangel

Eigen-
schaften

gebildet. Proteine enthalten durchschnittlich 1% Tryptophan.

Die DGE empfiehlt folgende Niacin-Zuführen:

1 mg Niacin- Äquivalent (NE) = 60 mg Tryptophan

Frauen	13 mg NE/Tag
Männer	13 – 17 mg NE/Tag

Mangelerscheinungen sind in Mitteleuropa selten. Es treten Hautveränderungen, Schleimhautveränderungen im Verdauungstrakt mit Erbrechen, Durchfall und nervöse Störungen auf.

Die Aufnahme hoher Nicotinsäure-, nicht aber Nicotinamiddosen kann zu Nebenwirkungen wie Gefäßerweiterung, Magenschleimhautentzündung, Leberzellschäden führen.

Nicotinsäure ist ein weißes, kristallines Pulver mit schwach saurem Geschmack. Es schmilzt bei 234°C - 238°C und löst sich nur wenig in Wasser (ca. 1,6 g/100 ml). Die Alkali- und Erdalkalisalze sind in Wasser leicht löslich.

Niacinamid ist ein weißes, kristallines Pulver mit bitterem Geschmack. Der Schmelzpunkt liegt bei 128°C – 131°C. Es ist leicht löslich in Wasser (ca. 100 g/100 ml).

Niacin ist stabil gegen Sauerstoff, Licht und Wärme, empfindlich gegenüber Feuchtigkeit.

1.6.1.11 Folsäure

Folsäure zählt zu den B-Vitaminen. Folate sind in einer Vielzahl von Lebensmitteln enthalten. Ergiebige Quellen sind Weizenkeime, Sojabohnen, Leber, Tomaten, Gurken, Spinat, Kartoffeln, Milchprodukte, Hefe, Eigelb etc.

Folsäure ist wichtig für zahlreiche essentielle Stoffwechselreaktionen. Sie ist vor allem an Prozessen der Zellteilung und damit an der Zellneubildung beteiligt und daher essentiell für ein normales Wachstum und die optimale Funktion des Knochenmarkes und des Nervensystems.

Erwachsene benötigen laut DGE pro Tag etwa 400 µg Folat-Äquivalente bzw. freie Folsäure (Schwangere + 200 µg/Tag). Folsäure kann in gebundener Form oft nur zu 20% verwertet werden.

Ein Folsäuremangel ist der verbreitetste Vitaminmangel. Nach unspezifischen Frühsymptomen wie Müdigkeit, Reizbarkeit kann er bis zu megaloblastischer Anämie führen (Knochenmark bildet vergrößerte unreife Blutkörperchen), die sich durch Übelkeit, Durchfall und schmerzhaftes Geschwüre äußert.

Folsäure bildet glänzende orangegelbe, geschmacklose Kristalle. Sie ist in Wasser sehr schwer löslich, in verdünnten Säuren löslich. Folsäurelösungen sind lichtempfindlich, hitzelabil, empfindlich gegenüber Säuren, Alkalien, Reduktions- und Oxidationsmittel.

1.6.1.12 Biotin

Biotin (Vitamin H) gehört zur B-Gruppe und ist besonders in Leber und Niere, in Sojabohnen, Eigelb, Nüssen, Haferflocken, Blumenkohl, Champignons, Linsen etc. zu finden.

Biotinabhängige Enzyme haben Schlüsselfunktionen in der Fettsäurebiosynthese, beim Abbau essentieller Aminosäuren und in der Gluconeogenese.

Referenzwert der DGE für eine angemessene Zufuhr liegt für Erwachsene bei 30 – 60 µg/Tag.

Biotin- Mangelsymptome sind selten.

Biotin ist eine schwefel- und stickstoffhaltige heterocyclische Carbonsäure, die farblose Nadeln bildet und in Wasser löslich ist. Der Schmelzpunkt beträgt 228°C – 232°C (Zersetzung).

Trockenes kristallines Biotin ist gegen Sauerstoff und Wärme ziemlich stabil, empfindlich gegenüber UV-Strahlen. In schwach sauren und schwach alkalischen wässrigen Lösungen ist es relativ beständig außer gegenüber UV-Licht und Sauerstoff.

1.6.1.13 Ascorbinsäure

Ascorbinsäure (Vitamin C) ist in tierischen und pflanzlichen Produkten weit verbreitet. Besonders hoch ist der Gehalt in frischen Früchten (Südfrüchte, schwarze Johannisbeere etc.), grünem Gemüse (Brokkoli, Paprika), Kartoffeln und Milch.

Ascorbinsäure nimmt als hochwirksames Reduktionsmittel an zahlreichen Redoxprozessen teil, z.B. Schutzmechanismen der Zellen gegenüber Sauerstoffradikalen. Von zentraler Bedeutung sind auch Hydroxylierungsreaktionen z.B. bei der Inaktivierung von Giften. Vitamin C hemmt außerdem die Bildung von kanzerogenen Nitrosaminen und biogenen Aminen. Außerdem ist es für die Hämoglobinsynthese von Bedeutung.

Erwachsene (DGE-Empfehlung) 100 mg/Tag.

Bei Mangel zeigen sich zunächst unspezifische Frühsymptome wie Erschöpfung, Gliederschmerzen, Infektanfälligkeit etc. Später kommt es in Folge mangelnder Bildung von kollagenem Eiweiß zu Blutungen in Haut, Schleimhaut, Muskulatur, inneren Organen und zum Ausfallen der Zähne (Skorbut) .

Ascorbinsäure wird in toxikologischer Hinsicht als absolut unbedenklich eingestuft. Erst ab 2,5 g/Tag kann leichter Durchfall auftreten.

Ascorbinsäure ist ein weißes bis schwach gelbliches Pulver von saurem Geschmack. Sie schmilzt bei ca. 190°C.

Vorkommen

Funktionen

Bedarf

Mangel

Eigen-schaften

Spuren-elemente

Vorkommen

Bioverfüg-barkeit

Funktion

Isotonisch

Bedarf

Mangel

Über-dosierung

Eigen-schaften

Ascorbinsäure ist ein starkes Reduktionsmittel und wird deshalb auch als Antioxidationsmittel (siehe auch dort) eingesetzt. In fester Form ist sie stabil, in wässrigen Lösungen in Gegenwart von Luftsauerstoff wird sie rasch zerstört. Die Zersetzungsgeschwindigkeit steigt mit dem pH-Wert und der Temperatur. Bei pH 4-6 ist die Stabilität am größten. Spuren von Schwermetallionen, vor allem Kupfer, beschleunigen die oxidative Zerstörung. Stabilisierung ist durch Schutzsubstanzen wie Citronensäure, Mono-, Di- (z.B. Zucker) und Polysaccharide möglich.

1.6.2 Mineralstoffe

Für die Anreicherung mit Mineralstoffen ist die EU-VO 1925/2006 zu beachten. Bis zur vollständigen Harmonisierung legt die Verordnung über den Übergang auf das neue Zusatzstoffrecht fest, dass hinsichtlich der national erlaubten Mineralstoffverbindungen Anhang I der Zusatzstoffzulassungs-VO 1981 gilt.

Unter Mineralstoffen werden bestimmte chemische Elemente und zumeist deren anorganische Verbindungen verstanden. Für den Menschen essenziell sind die „Mengenelemente“: Calcium, Phosphor, Natrium, Kalium, Schwefel, Chlor und Magnesium und die „Spurenelemente“ (d.h. Mineralstoffe, die in Konzentrationen unter 50 mg/kg in der Nahrung vorkommen): Cobalt, Chrom, Kupfer, Eisen, Fluor, Jod, Mangan, Molybdän, Selen und Zink. Bei einigen weiteren Spurenelementen ist die physiologische Bedarfssituation noch nicht geklärt.

Die Bioverfügbarkeit gibt an, welcher Anteil der zugeführten Nährstoffe unter festgelegten Bedingungen vom Körper zur Aufrechterhaltung physiologischer Prozesse und normaler Strukturen tatsächlich genutzt werden kann. So liegt die Bioverfügbarkeit von Magnesiumlactat ca. 14% höher als die von Magnesiumcarbonat.

Im Zusammenhang mit Mineralstoffgetränken taucht oft der Begriff „Isotonisches“ Getränk auf. Ein isotonisches Getränk weist die gleiche Konzentration an gelösten Salzen (mOsmol/kg) wie die körpereigene Flüssigkeit (gleiche Ionenkonzentration) auf und soll daher den durch Schwitzen entstehenden Flüssigkeits- und Mineralstoffverlust besonders schnell ausgleichen.

Der Begriff „Isotonie“ ist lebensmittelrechtlich nicht exakt festgelegt. So wird dafür im österreichischen Kodexkapitel B26 eine Osmolalität von 290 mOsmol/kg +/- 15% (somit 246 - 333 mOsmol/kg) angesetzt. Das SCF definiert „Isotonie“ hingegen in seinem „Report of the Scientific Committee on Food on composition and specification of food intended to meet the expenditure of intense muscular effort, especially for sportsmen“ aus 2001 mit 270 – 330 mOsmol/kg Wasser.

Ein Mangel an Mineralstoffen und Spurenelementen kann kurzfristig aus den Körperdepots ausgeglichen werden. Längerfristige Unterversorgung

führt zu Gesundheitsschäden.

Im folgenden wird nur auf die in Getränken allgemein zugelassen Mineralstoffe: Calcium, Kalium, Magnesium, Natrium, Chlor und Phosphor eingegangen.

1.6.2.1 Phosphor (P)

Phosphor ist in praktisch allen Lebensmitteln z.B. als Phytinsäure enthalten. Mehr als 85% des im menschlichen Körper vorhandenen Phosphors befinden sich als anorganische Verbindung mit Calcium im Skelett.

Organische Phosphorsäureverbindungen sind wichtige Bausteine lebender Zellen (Teil der Erbsubstanz DNS) und der wichtigsten Energieüberträger (in Form von ATP).

Obligate Zufuhr: 1200-1500 mg/Tag

Infolge der reichlichen Zufuhr mit der Nahrung sind keine Mangelerscheinungen bekannt.

Lebensmitteln zugesetzte Ortho- und Polyphosphate sind in dem vom Gesetz zugelassenen Umfang unbedenklich.

Salze der Orthophosphorsäure (H_3PO_4) und der Diphosphorsäure ($H_4P_2O_7$) sind meist weiße Pulver und je nach betrachtetem Salz sehr unterschiedlich in Wasser löslich.

1.6.2.2 Calcium (Ca)

Milch und Milchprodukte sind die wichtigsten Calciumquellen.

Calcium ist notwendig zur Bildung der Knochenstruktur, Reizübertragung im Nervensystem, Stabilisierung von Zellmembranen, Blutgerinnung und als Aktivator von Enzymen.

Die DGE gibt folgende Empfehlungen für die Calciumaufnahme :

Jugendliche/Erwachsene: 1000-1200 mg/Tag
Schwangere: 1200 mg/Tag

Mangelerscheinungen sind: Entkalkung der Knochen (Osteoporose), Krampfeigung (Tetanie), hormonelle Störungen (Nebenschilddrüse).

Auch in hohen Dosen sind bei Calcium Nebenwirkungen unbekannt.

In Mineralstoffgetränken häufig verwendete Ca-Verbindungen sind: Calciumchlorid ($CaCl_2 \cdot H_2O$, weißes Pulver, zerfließend, sehr leicht in Wasser löslich- 1g in 1,2 ml H_2O bei 25°C) und Calciumlactat (farbloses Pulver oder feine Nadeln, in Wasser löslich).

Vorkommen

Funktion

Bedarf

Mangel

Überdosierung

Eigen-schaften

Vorkommen

Funktion

Bedarf

Mangel

Überdosierung

Eigen-schaften

1.6.2.3 Kalium (K)

Vorkommen

Kalium ist vorwiegend in pflanzlichen Lebensmitteln (Bananen, Kartoffeln, Spinat, Champignons) in ausreichender Menge vorhanden.

Funktion

Kalium ist mit entscheidend für den intrazellulären osmotischen Druck und hat somit Einfluss auf die Wasserverteilung im Körper. Es ist wichtig für das Wachstum der Zellmasse, für die Muskelkontraktion und die Reizleitung des Herzens.

Bedarf

Der geschätzte tägliche Mindestbedarf eines Erwachsenen liegt bei 2000 mg.

Mangel

Mangelsymptome sind: Schwäche der Skelettmuskulatur, Erschlaffung der glatten Muskulatur bis zur Darmlähmung und Funktionsstörungen des Herzens.

Eigen-schaften

In Mineralstoffgetränken häufig verwendete K-Verbindungen sind: Kaliumchlorid (E508, farblose, kristallwasserfreie, salzig schmeckende Würfel, gut wasserlöslich) und Kaliumcitrate (E332, farblose, zerfließliche, hygroskopische Kristalle, leicht in Wasser löslich).

1.6.2.4 Magnesium (Mg)

Vorkommen

Magnesium ist vor allem in Milch, Fleisch, Vollkorn, Hülsenfrüchten und Nüssen enthalten.

Funktionen

Magnesium ist notwendig für den Aufbau der Knochensubstanz und Sehnen. Es ist wichtig für die Muskelfunktionen, Nervenreizbarkeit, Herz-Kreislauf und ist ein Aktivator verschiedener Enzyme und der Eiweißsynthese.

Bedarf

Die empfohlene tägliche Zufuhr liegt bei:

Frauen: 300- 350 mg/Tag
Männer: 350- 400 mg/Tag

Mangel

Bei Magnesiummangel treten Krämpfe, Muskelzuckungen, Migräne, Unruhe, Zittern und Herzrasen auf.

Eigen-schaften

In Mineralstoffgetränken wird am häufigsten Magnesiumcarbonat (weiße Kristalle, Wasserlöslichkeit 0,1 g/l) eingesetzt, das sich mit der meist getränkeeigenen Zitronensäure unter Freisetzung von Kohlendioxid zu gelösten Magnesiumcitrat und Wasser umsetzt.

1.6.2.5 Natrium (Na)

Vorkommen

Die Natriumzufuhr erfolgt hauptsächlich über Kochsalz.

Funktion

Natrium bestimmt das Volumen und den osmotischen Druck der extrazellulären Flüssigkeit. Es spielt eine wichtige Rolle im Säure-Basen Haushalt, im Verdauungsgeschehen, für das Membranpotenzial der Zellwände und für Enzymaktivitäten.

Der geschätzte tägliche Mindestbedarf für Erwachsene liegt bei 550 mg (Angabe der DGE).

1 g Kochsalz entspricht 400 mg Natrium.

Von einer Zufuhr über 10 g Kochsalz pro Tag ist abzuraten (Bluthochdruck).

In Mineralstoffgetränken häufig verwendete Na-Verbindungen sind: Natriumcitrate (E 331- farblose Kristalle, in Wasser leicht löslich) und Natriumchlorid (Kochsalz- farblose Würfel, in Wasser leicht löslich, 35,8 g in 100 g Wasser bei 20°C).

Die nachfolgenden Stoffe und Stoffgruppen 1.6.3 bis 1.6.6 sind Zusatzstoffe im Sinne der EU-VO 1333/2008, deren Anwendungszulassungen in Anhang II aufgeführt sind. Die entsprechenden Reinheitskriterien sind in der EU-VO 231/2012 niedergelegt.

Zusatzstoffe
im Sinne der
EU-VO
1333/2008

1.6.3 Antioxidantien

Unter Antioxidantien werden Verbindungen verstanden, die unerwünschte Veränderungen z.B. eines Lebensmittels im Rahmen seiner Herstellung oder Lagerung infolge Sauerstoffeinwirkung hemmen oder verhindern. Als schädliche Folgen der Sauerstoffaufnahme sind bei Getränken bekannt: Farbveränderung, der oxidative Verderb des Ölanteils in Essenzen und die Geschmacksveränderung durch Oxidation von Aromastoffen.

Um den Zusatz an Antioxidantien bei der Getränkeherstellung möglichst gering zu halten, haben sich gegen die Oxidation folgende vorbeugende Maßnahmen bewährt:

- Entlüftung des Wassers
- Imprägnierung mit CO₂
- Verhütung des Einzugs von Falschluf beim Pumpen und Mischen der Komponenten und des Getränkes.

Oxidationen werden begünstigt durch Licht, Wärme, Schwermetallspuren und eine große Kontaktfläche zwischen Lebensmittel und Umgebungsluft.

Viele Stoffe, die eine antioxidative Wirkung haben oder verstärken können, sind in der EU-VO 1333/2008 aufgeführt (Ascorbate, Citrate, Lactate, Tocopherole etc.).

1.6.3.1 L- Ascorbinsäure

In der Getränkeindustrie wird als Antioxidans vor allem die L- Ascorbinsäure verwendet. Sie wirkt stark reduzierend, bindet Sauerstoff und geht dabei reversibel in die Form der Dehydroascorbinsäure über.

Obwohl L-Ascorbinsäure synonym und identisch mit Vitamin C ist, ist ein

Hinweis auf Vitamin C weder in der Zutatenliste noch an sonstiger Stelle zulässig, sofern die überwiegende konkrete Zweckbestimmung des Zusatzes von L-Ascorbinsäure auf die technologische Funktion der Oxidationshemmung und nicht auf die ernährungsphysiologische Funktion der Vitaminisierung gerichtet ist.

1.6.3.2 Andere Antioxidantien

Weitere Stoffe, die eine antioxidative Wirkung haben bzw. diese Wirkung verstärken können sind z.B. stark tocopherolhaltige Extrakte natürlichen Ursprungs, synthetisches alpha-Tocopherol (siehe auch Vitamin E) und Schwefeldioxid. Sie wirken dadurch, dass sie Sauerstoff abfangen, da sie eher mit ihm reagieren als die zu schützenden Inhaltsstoffe. Insbesondere Schwefeldioxid und Sulfite hemmen darüber hinaus Oxidasen. Antioxidationsmittel wie Propylgallat, BHA und BHT sind für Erfrischungsgetränke nicht zugelassen, können jedoch z.B. mengenbegrenzt Aromen zugesetzt werden.

1.6.3.3 Komplexbildner

Komplexbildner sind Verbindungen, welche Metallionen, die in Lebensmitteln an unerwünschten Veränderungen beteiligt sein können, in eine unwirksame(re) Form überführen. So können z. B. Schwermetallspuren, die die Autoxidation beschleunigen, durch komplexierende Säuren wie Orthophosphorsäure, Milchsäure, Citronensäure und Weinsäure oder deren Salze und Lecithine gebunden werden.

1.6.4 Konservierungsstoffe

Konservierungsstoffe sind Verbindungen, die den mikrobiellen Verderb von Lebensmitteln verzögern oder verhindern. Konservierungsstoffe töten Mikroorganismen entweder ab oder verzögern ihr Wachstum über einen bestimmten Zeitraum, in welchem das Lebensmittel normalerweise konsumiert wird. Im allgemeinen wird die Zellwand und/oder die Zellmembran der Mikroorganismen zerstört oder der Konservierungsstoff beeinflusst die Enzymkapazität oder die genetische Feinstruktur der Protoplasten.

Unter den Nicht-Zusatzstoffen finden sich eine Reihe von Substanzen, die in bestimmten Anwendungsfällen konservierende Wirkung zeigen können, z.B. Zucker und Salz, die, in höheren Konzentrationen angewendet, die Wasseraktivität erniedrigen und somit das Wachstum bestimmter Mikroorganismen verhindern oder verzögern können. Auch durch Säuerung (Zitronensäure, Weinsäure etc.) kann eine konservierende Wirkung durch Absenkung des pH-Wertes erreicht werden (Mikroorganismen können nur innerhalb bestimmter pH-Grenzen wachsen – pH- Werte < 4,0 sind für die vegetativen Zellen fast aller Lebensmittelvergifter letal). Alkohol ist

besonders in höheren Konzentrationen ebenfalls ein wirksamer Konservierungsstoff. Konservierungsstoffe im engeren Sinne sind Zusatzstoffe, die bereits in geringen Konzentrationen wirken.

1.6.4.1 Sorbinsäure, Benzoessäure

Die Wirksamkeit der Konservierungsstoffe gegen Mikroorganismen ist stark vom pH-Wert des Lebensmittels abhängig. Sorbinsäure und Benzoessäure sind relativ schwache Säuren, deren Dissoziationsgrad mit steigendem pH-Wert zunimmt. Antimikrobiell wirksam ist jedoch nur die bei niederem pH-Wert vorliegende undissoziierte Säure, da nur sie infolge ihrer Lipidlöslichkeit die semipermeable (halbdurchlässige) Membran der Mikroorganismen zu durchdringen vermag, ehe sie sich auf das Protoplasma der Zelle verteilt. Das Wirkprinzip der Konservierungsstoffe beruht auf einer Überlagerung verschiedener Effekte, wie z.B. der Denaturierung von Proteinen oder der Hemmung von Enzymen.

Sorbinsäure ist in den Früchten der Eberesche enthalten, sie bildet farblose Nadeln und ist von ihrer chemischen Struktur her eine ungesättigte kurzkettige Fettsäure, die im Körper wie andere Fettsäuren abgebaut wird. Sie ist in kaltem Wasser sehr wenig (0,16 g/100 g Lösung bei 20°C), in heißem Wasser besser (3,9 g/100 g Lösung bei 100°C) löslich. Bei pH 3 sind 98%, bei pH 5 noch 37% der Sorbinsäure undissoziiert. Sorbinsäure wirkt in saurem Milieu vorzugsweise gegen Schimmelpilze und Hefen und hemmt Bakterien.

Benzoessäure ist die einfachste aromatische, natürlich vorkommende Carbonsäure. Sie ist unter anderem in Heidelbeeren, Preiselbeeren, Himbeeren und in Blättern, Blüten, Früchten vieler anderer Pflanzen zu finden. Sie kristallisiert in farblosen, geruchlosen Nadeln oder Blättchen. In der Hitze ist sie auch in Wasser löslich. Die Wirksamkeit von Benzoessäure gegen Bakterien, Hefen und Schimmelpilzen steigt mit fallendem pH-Wert. Daher eignet sie sich gut zum Haltbarmachen von sauren Lebensmitteln. Aufgrund der potentiellen Freisetzung von Spuren an Benzol durch eine Wechselwirkung mit Ascorbinsäure hat die Verwendung von Benzoessäure zugunsten von Sorbinsäure an Bedeutung verloren.

Die ADI – Werte liegen bei der Sorbinsäure bei 0 - 25 mg, bei Benzoessäure bei 0 – 5 mg.

1.6.4.2 Schwefelige Säure / Schwefeldioxid

Schwefelige Säure dient seit altersher zum Konservieren von Lebensmitteln, vor allem von Wein, Säften, Sirupen, Trockenobst, Obstpülpn etc. Zulässig ist schwefelige Säure u. a. für Zucker, Invertzuckersirup und Glucosesirup. Schwefelige Säure wirkt besonders in nicht-dissozii-

Sorbinsäure

Benzoessäure

ierter Form auf Mikroorganismen, deren Enzymsystem zunächst spezifisch gehemmt wird, ehe es infolge dieser Hemmung schließlich zur Abtötung kommt. Diese spezifische Wirkung schwefeliger Säure auf Enzyme wird auch technologisch ausgenutzt, um Bräunungsreaktionen bei der Lebensmittelherstellung zu unterbinden.

Der Einsatz von schwefeliger Säure in Konzentrationen von über 10 mg/L Fertiggetränk ist kennzeichnungspflichtig.

1.6.4.3 Dimethyldicarbonat (DMDC), Velcorin®

DMDC (E242) wird zur Kaltentkeimung von alkoholfreien Erfrischungsgetränken verwendet. Es tötet nach Herstellerangaben sowohl Hefen als auch Bakterien und Schimmelpilze bei geeigneter Anwendungskonzentration ab. Die Ausgangskeimbelastung sollte geringer als 500 Keime/ml sein. Um den Keimgehalt auf diesen Wert zu reduzieren, ist oftmals eine Vorentkeimung notwendig, die durch Entkeimungsfiltration oder Kurzzeiterhitzung erfolgen kann. Hygienisches Arbeiten mit regelmäßiger Reinigung und Desinfektion wird durch die Anwendung von DMDC nicht überflüssig. Ein Handelsname von DMDC ist Velcorin®.

DMDC löst sich gut in Wasser (3,65 Gew.-% unter Hydrolyse) und zerfällt in kurzer Zeit in Methanol und CO₂. DMDC ist in konzentrierter Form brennbar, daher sollen Schutzbrillen benutzt und Hautkontakt vermieden werden. Die Lagertemperatur sollte bei 20°C – 25°C liegen, da DMDC bei 17°C erstarrt.

DMDC wird unmittelbar vor dem Abfüllen in das fertige Getränk dosiert. Die Temperatur des Getränks ist von Bedeutung, da die Zerfallgeschwindigkeit mit steigender Temperatur stark zunimmt und zerfallenes DMDC antimikrobiell nicht mehr wirksam ist. Bei einem Getränk mit pH 2,8 sind z.B. nach 30 min bei 10°C noch 60%, bei 20°C noch 25% und bei 30°C nur noch 7% der Anfangsmenge zugegebenes DMDC vorhanden.

Während früher davon ausgegangen wurde, dass DMDC, das durch Hydrolyse praktisch vollständig in Methanol und Kohlendioxid zerfällt, den technischen Hilfsstoffen zuzurechnen ist und daher keiner Zulassung bedarf, ist DMDC nun als zulassungsbedürftiger Konservierungsstoff eingeordnet.

Für nicht-alkoholische, aromatisierte Getränke, alkoholfreien Wein, Apfel- und Birnenwein sowie FlüssigteeKonzentrat darf DMDC in Mengen bis 250 mg je Liter zugesetzt werden. Bei der Abgabe an den Verbraucher darf DMDC im Getränk nicht mehr nachweisbar sein (vgl. VO 1333/2008 Anhang II, Fußnote 24).

Generell ist davon auszugehen, dass der Einsatz von Konservierungsstoffen zurückgehen wird und durch die modernen Haltbarmachungs- und Verpackungsverfahren (Kaltaseptik) abgelöst wird.

1.6.5 Farbstoffe

Naturidentische und auch einige aus natürlichen Quellen gewonnene Farbstoffe wie Beta-Carotin, Carmin und Riboflavin werden genauso wie die vollkommen synthetischen und ohne Pendant in der Natur ausgestatteten Azo- und Triphenylmethanfarbstoffe (wie z.B. AlluraRot und Brilliantblau) als Zusatzstoffe gehandelt. Entsprechend sind für diese Stoffe über die entsprechenden EU-Verordnungen der Verwendungszweck, die zulässigen Dosagen, die Kennzeichnung und auch Reinheitskriterien definiert. Ihre Verwendung ist üblich bei Getränken jeglicher Art, abhängig von der zu erzielenden Optik des Getränks (klar oder trüb). Bei Fruchtsaftgetränken und Limonaden ist im Unterschied zu Brausen die Verwendung synthetischer Farben nicht üblich.

Zuckerulör wird hauptsächlich bei koffeinhaltigen Colagetränken und den diesen, in der Geschmacksrichtung entsprechenden, koffeinhaltigen Limonaden sowie bei klaren Kräuterlimonaden verwendet (siehe auch Kapitel 1.2, Seite 15).

1.6.6 Stabilisatoren

Stabilisatoren haben die Aufgabe, negative chemische und/oder physikalische Erscheinungen, wie Veränderungen im Geschmack, Aussehen und in der Konsistenz zu verhindern oder zu verzögern. Wichtige Stabilisatoren sind Verdickungs- und Geliermittel, Emulgatoren, Trubstabilisatoren, Feuchthaltemittel etc.

Verdickungs- und Geliermittel (Dickungsmittel) sind Hydrokolloide, die in Wasser löslich oder stark quellbar und dispergierbar sind. Sie können viskose Lösungen, Pseudogelee oder Gele bilden. Mit Ausnahme der Gelatine sind sie pflanzlichen oder mikrobiellen Ursprungs, die meisten sind Polysaccharide. Sie dienen dem Zweck, Struktur und Konsistenz von Lebensmitteln, deren Viskosität, Fließverhalten oder Elastizität zu erhalten oder zu verbessern.

Johannisbrotkernmehl ist ein Polysaccharid (Galactomannan) und wird aus den Samen des Johannisbrodbaumes gewonnen. Es quillt in kaltem Wasser, zur Lösung ist Erhitzung notwendig. Es bildet hochviskose Lösungen, die wenig pH-empfindlich sind.

Gummi arabicum ist ein Hydrokolloid mit einer Hauptkette aus β -1,3 verknüpften D-Galactose-Molekülen und wird aus den Milchsafteausscheidungen von Akazienarten gewonnen. Es ist ein helles, gelbliches bis leicht bräunliches Pulver, das sich leicht unter Bildung relativ niedrigviskoser Lösungen löst.

Pektin

Pektin stabilisiert die Getränke durch die Wechselwirkungen der elektrostatischen Ladungen der Trubpartikel und der Pektinmoleküle. Es erhöht die Dichte und die Viskosität des Getränks und wirkt dadurch einem Absinken der Schwebstoffe entgegen. Darüber hinaus kann Pektin aufgrund seiner emulgierenden Eigenschaften einen Beitrag zur Vermeidung sogenannter Ölringe leisten. Bei Getränken mit Süßstoffen können Pektine zur Verbesserung des Mundgefühls eingesetzt werden.

1.6.7 Inhaltsstoffe mit einem besonderen Zusatznutzen (Functional Ingredients)

Functional Ingredients sind Stoffe, die ernährungsbedingte Mängel ausgleichen (z.B. Vitamine, Mineralstoffe) oder die eine gesundheitliche oder allgemein physiologische Wirkung wie beruhigend, anregend, aufputschend, verdauungsfördernd etc. liefern, also Stoffe, welche wegen ihrer besonderen Wirkung konsumiert werden. Zusätze, die der Gesundheit des Konsumenten förderlich sind, werden auch als Nutraceuticals bezeichnet. In letzter Zeit werden auch besonders Rohstoffe alter oder anderer Kulturen, z.B. Guarana etc., für Erfrischungsgetränke eingesetzt.

Zu den Functional Drinks zählen unter anderem auch Sport- und Fitnessgetränke sowie Energy und probiotische Drinks.

Energy Drinks: Sie und ihre Bestandteile Koffein, Taurin, Myo-Inosit und Glucuronolacton sind in Deutschland in der „Verordnung über Fruchtsaft, einige ähnliche Erzeugnisse, Fruchtnektar und koffeinhaltige Erfrischungsgetränke“ geregelt. Per nationaler Definition sind sie koffeinhaltige Erfrischungsgetränke mit einem Zusatz von Taurin, Glucuronolacton oder Inosit.

1.6.7.1 Chinin

Chinin ist das Hauptalkaloid der Chinarinde.

Chinin ist eine pharmakologisch wirksame Substanz, die in verschiedenen Medikamenten als fiebersenkendes Mittel enthalten ist und z.B. bei Malaria eingesetzt wird.

Wegen seines angenehm bitteren Geschmacks wird Chinin in alkoholfreien Erfrischungsgetränken des Typs „Tonic Water“ und „Bitter Lemon“ verwendet. Es werden ca. 60 – 80 mg/l zugesetzt. Nach der nationalen Aromen-VO darf in derartigen Getränken eine Höchstmenge von 85 mg/l nicht überschritten werden.

Erst bei hohen, für Getränke nicht relevanten Dosagen können Vergiftungserscheinungen auftreten.

Johannis-
brotkernmehl

Gummi
arabicum

1.6.7.2 Coffein

Coffein (1,3,7- Trimethylxanthin, Kaffein, Thein, Guaranin) ist das Hauptalkaloid des Kaffees (bis zu 1,5%), des Tees (getrocknet bis zu 5%), des Kakaos, der Mate und der Kola-Nüsse.

Coffein wird technisch aus Kaffee, Tee oder durch Methylierung des aus Kakaoschalen isolierten Theobromins sowie synthetisch hergestellt.

Coffein stimuliert das Zentralnervensystem, beeinflusst in Maßen genossen, positiv die Psyche sowie die mentale und körperliche Leistungsfähigkeit. Coffein regt an, Intensität und Dauer der Coffein-Wirkung hängen von der Ausgangslage ab, bei Ermüdung und Schläfrigkeit sind sie stärker ausgeprägt. Überdosierungen können zu Bewusstseinsstörungen führen.

Als bittere Geschmackskomponente und als Anregungsmittel wird es z.B. Cola-Getränken zugegeben. Üblich ist eine Dosierung zwischen 65 und 250 mg/l. Eine 250 ml-Dose eines Energiedrinks mit 320 mg Coffein pro Liter enthält etwa soviel Coffein wie 1-2 Tassen Kaffee und damit mehr als in klassischen Cola-Getränken.

Die EU schreibt in der VO 1169/2011 vor, dass ein Koffeingehalt über 150 mg / Liter einer besonderen Kennzeichnung bedarf.

1.6.7.3 Colanuss

Die Colanuss ist die zitronenförmige Frucht der in Afrika beheimateten und kultivierten Colabäume. Sie enthält 4-10 Samenkerne mit je 5-30 g Masse. Die von der Schale befreiten Samenkerne werden von den Einheimischen wegen ihrer tonisierenden Wirkung gekaut. Vor der Verarbeitung (Extraktion) in der Getränkeindustrie werden sie getrocknet und pulverisiert.

Colanüsse enthalten hauptsächlich Kohlenhydrate aber, neben Eiweiß, Fett und Gerbstoffen, auch Theobromin und Coffein.

1.6.7.4 Gelee Royale

Soft, der von Jungbienen aus ihrer Speicheldrüse ausgeschieden und zur Fütterung von Bienenköniginnen-Larven verwendet wird. Gelee Royale besteht hauptsächlich aus Lipoproteinen, Aminosäuren und B-Vitaminen. Eine positive ernährungsphysiologische oder tonisierende Wirkung ist für den Menschen, besonders aufgrund der geringen empfohlenen Tagesdosis (ca. 50 mg), nicht nachgewiesen.

1.6.7.5 Ginseng

Eine in Nordkorea, Nordostchina und im Ussurigebiet heimische, äußerst langsam wachsende Pflanze (*Panax ginseng*), deren fleischige Wurzel verwendet wird.

Erst nach 5 bis 8 Jahren bilden sich 3 bis 5 g schwere Wurzeln, ältere Pflanzen können 40 bis 100 g schwere Wurzeln bringen.

Die knorrige Wurzel wird vielseitig genutzt und soll u. a. zur allgemeinen Leistungssteigerung und Körperkräftigung dienen.

Der Hauptwirkstoff ist das bitter schmeckende Panaquilon, das im Tierversuch muskellähmend, blutdrucksenkend und den Hormonstoffwechsel aktivierend wirkt. Weitere Wirkstoffe sind unterschiedliche Ginsenoside (die z.T. erst im Körper durch die Dickdarmflora aus Ausgangsginsenosiden generiert werden) diese sollen kräftigend, stoffwechselanregend und für das Nervensystem anregend sein.

1.6.7.6 Glucuronsäure- gamma- lacton

Glucuronsäure-gamma-lacton (Glucuronolacton) bildet farblose, süß schmeckende Kristalle, die in Wasser leicht löslich sind (hydrolysiert zu Glucuronsäure). Das in vielen Pflanzenschleimen und in tierischem Faser- und Bindegewebe vorkommende G. dient als entgiftendes Therapeutikum bei Hepatitis etc. Glucuronsäure wird auch in der Leber durch Oxidation von Glucose gebildet. Uronsäuren werden vom Organismus zur Entgiftung stoffwechselschädlicher Verbindungen (z.B. Phenol) verwendet.

1.6.7.7 Grüntee-Extrakt

Grüner Tee unterscheidet sich von schwarzem Tee nur durch die unterschiedliche Aufbereitung der Teeblätter.

Bei schwarzem Tee werden die Blätter des Teestrauches fermentiert und bis auf 3% Feuchtigkeit getrocknet. Durch die Fermentation erhält der Tee sein charakteristisches Aroma und die dunkle Farbe.

Grüner Tee ist ein unfermentiertes Erzeugnis. Die Inaktivierung oxydierend wirkender Enzyme erfolgt durch eine Dampfbehandlung, anschließend wird der Tee in der Sonne getrocknet und behält seine grüne Farbe. Unfermentierter Tee enthält mehr Coffein als fermentierter. Der Teeaufguss ist von hellstrohgelber bis hellgrüner Farbe.

Im grünen Tee sind hauptsächlich Polyphenole – Catechine aus der Gruppe der Flavanole, die zu den Gerbstoffen zählen – enthalten. In der Trockensubstanz frischer Teeblätter machen sie ca. 17 - 30% aus. Der hohe Gehalt an Polyphenolen bzw. hier Catechinen, begründet die, nach japanischer Meinung, lebensverlängernden Eigenschaften des unfermentierten Tees.

Polyphenole weisen eine starke antioxidative Kapazität auf und wirken wie z.B. Vitamin E und C gegen freie Radikale. Von Vorteil ist, dass sie sich im Gegensatz zu den genannten Vitaminen sowohl im lipophilen als auch im hydrophilen Milieu lösen und daher sowohl außerhalb als auch innerhalb der Zelle ihre Schutzwirkung entfalten können. In Grüntee-Extrakten kann der Polyphenolgehalt standardisiert werden. Sie können meist ca. 50 % enthalten.

Tee enthält außerdem Koffein (ca. 2- 4% i. TS) und eine Vielzahl anderer Substanzen wie Vitamin C und E, B-Vitamine, Fluor etc.

1.6.7.8 Guarana

Guarana ist eine im Amazonasurwald Brasiliens und Venezuelas beheimatete Schlingpflanze der Gattung Paullinia.

Für die Getränkeindustrie werden Extrakte hergestellt, die durch Extraktion der getrockneten Samenkerne mittels Ethanol/ Wasser-Gemischen gewonnen werden.

Guarana ist soweit bisher bekannt, die coffeinreichste Pflanze. Der Coffeinanteil im Samen (mind. 3%) ist wesentlich höher als in der Kaffeebohne. Der größte Teil des Coffeins liegt in gebundener Form (z.B. an Gerbstoffe) vor, dadurch bleibt die anregende, muntermachende und stimulierende Wirkung des Coffeins über Stunden gleichmäßig erhalten.

Guarana-Samen enthalten neben Coffein, Stärke, Zucker, Rohfasern, Protein, ca. 9% Gerbstoffe und ca. 2% Asche (hauptsächlich Phosphat und Kalium).

Die positiven, der Guarana zugeschriebenen Wirkungen wie Stärkungsmittel, Aphrodisiakum, gegen Müdigkeit, Migräne etc. werden in der wissenschaftlichen Bewertung lediglich auf den Coffeingehalt zurückgeführt.

1.6.7.9 Myo-Inosit

Myo-Inosit (Myo-Inositol) ist ein cyclischer 6-wertiger Alkohol, der u. a. in Kleien, Früchten, Pflanzensamen, Muskeln, Leber, Eiern und Milch vorkommt.

Es ist ein weit verbreiteter, für die lebende Zelle notwendiger Wirkstoff, der als B-Vitamin angesehen wird. Der Vitamincharakter ist jedoch umstritten.

Myo-Inosit bildet farblose, süßlich schmeckende Kristalle, die in Wasser leicht löslich sind.

1.6.7.10 Omega-3-Fettsäuren

Omega-3-Fettsäuren sind hauptsächlich in fettem Seefisch (Makrele, Lachs, Hering etc.) zu finden.

Omega-3-Fettsäuren (ω -3-Fettsäuren) sind ungesättigte Fettsäuren, die die erste Doppelbindung am dritten Kohlenstoffatom haben. Davon sind die wichtigsten mehrfach ungesättigten (PUFAs = Polyunsaturated fatty acids):

- Alpha- Linolensäure
- Eicosapentaensäure (EPA)
- Docosahexaensäure (DHA)

Alle drei sind essentielle Fettsäuren, die mit der Nahrung zugeführt werden müssen. EPA und DHA sind längerkettige Derivate der Alpha-Linolensäure mit einer höheren biologischen Wirksamkeit.

Sie sind für die Bildung von funktionell wichtigen Strukturlipiden in den

Geweben und von regulatorisch wirksamen Eicosanoiden nötig.

Sie sollen einen antiarrhythmischen Effekt besitzen, der sich auf bestehende Herz-Rhythmusstörungen und auf die Überlebensrate nach einem Herzinfarkt auswirken soll (EVI- Aktuell, Ausgabe 1/1996).

Omega-3-Fettsäuren sollen den Blutdruck senken, das Zusammenklumpen der Blutblättchen und das Verstopfen von Gefäßen hemmen (EVI-Aktuell 2/1995).

Die Empfehlung der DGE für ω -3-Fettsäuren liegt bei etwa 1g alpha-Linolensäure pro Tag (die Wirksamkeit von EPA ist mind. 2,5 mal höher). Das Verhältnis von ω -6 zu ω -3 Fettsäuren sollte bei etwa 5 : 1 bis 15 : 1 liegen (eine ω -6-Fettsäuren ist z.B. Linolsäure).

1.6.7.10 Taurin

Taurin wurde 1824 in einem Stierorgan entdeckt, daher auch der Name Taurin von Taurus, Lateinisch der Stier.

Taurin ist eine Aminosäure (jedoch keine Aminocarbonsäure, sondern eine β -Aminosulfonsäure) und kommt in fast allen Tieren und Pflanzen, besonders aber in Meerespflanzen in höheren Konzentrationen vor.

Der menschliche Körper enthält ebenfalls ca. 80 g Taurin, unabhängig davon wie viel durch Nahrungsmittel aufgenommen wurde. Taurin wird im menschlichen Organismus aus dem Eiweißbaustein Cystein gebildet. Im menschlichen Organismus sorgt Taurin für eine Stabilisierung der Nervenzellenmembran, vor allem im Gehirn und im Herzmuskel. Über einen Mangel an Taurin bei erhöhter Anstrengung ist bisher in der wissenschaftlichen Fachwelt wenig berichtet worden, zumal auch über Fleisch und Käse beträchtliche Mengen an Taurin aufgenommen werden. Eine Untersuchung an zehn ausdauertrainierten Sportlern lässt auf einen positiven Effekt von Taurin auf die hormonelle Reaktion bei Belastung schließen, die mit einer verzögerten Ermüdung einhergeht (Brauwelt Nr. 4 (1996), S.174).

Überarbeitet von Mitarbeitern der Doehler GmbH:

Herren Dr. Markus Wydra, Franco Trani, Kurt Schork
Verantwortlich Herr Dr. Joachim Tretzel

Literatur:

Verordnungstexte:

Verordnung (EG) Nr. 1925/2006 des europäischen Parlament und des Rates vom 20. Dezember 2006 über den Zusatz von Vitaminen und Mineralstoffen sowie bestimmten anderen Stoffen zu Lebensmitteln.

Verordnung über vitaminisierte Lebensmittel in der im Bundesgesetzblatt Teil III, Gliederungsnummer 2125-4-23, veröffentlichten bereinigten Fassung, die zuletzt durch Artikel 4 der Verordnung vom 29. September 2011 (BGBl. I S. 1996) geändert worden ist.

Verordnung über den Übergang auf das neue Zusatzstoffrecht (Artikel 25 der Verordnung zur Neuordnung lebensmittelrechtlicher Vorschriften über Zusatzstoffe) vom 29. Januar 1998 (BGBl. I S. 230, 308), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 16. Oktober 1998 (BGBl. I S. 3175) geändert worden ist.

Verordnung (EG) Nr. 1333/2008 des europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über Lebensmittelzusatzstoffe.

Verordnung (EU) Nr. 231/2012 der Kommission vom 9. März 2012 mit Spezifikationen für die in den Anhängen II und III der Verordnung (EG) Nr. 1333/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates aufgeführten Lebensmittelzusatzstoffe.

Fruchtsaft- und Erfrischungsgetränkeverordnung vom 24. Mai 2004 (BGBl. I S. 1016), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 21. Mai 2012 (BGBl. I S. 1201) geändert worden ist.

Verordnung (EU) Nr. 1169/2011 des europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2011 betreffend die Information der Verbraucher über Lebensmittel und zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 1924/2006 und (EG) Nr. 1925/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates und zur Aufhebung der Richtlinie 87/250/EWG der Kommission, der Richtlinie 90/496/EWG des Rates, der Richtlinie 1999/10/EG der Kommission, der Richtlinie 2000/13/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, der Richtlinien 2002/67/EG und 2008/5/EG der Kommission und der Verordnung (EG) Nr. 608/2004 der Kommission.

Weiterführende Literatur:

Voet, D.: Voet, L. Lehrbuch der Biochemie, 2. Aufl., Wiley-VCH Verlag, 2010.

Stryer, L. Biochemie, 7. Aufl. Springer Spektrum, 2012.

Rehner, G.; Daniel, H. Biochemie der Ernährung, 3. Aufl., Spektrum Akademischer Verlag, 2010.

Biesalski, K.-H.; Grimm, P. Taschenatlas Ernährung, 5. Aufl., Thieme, 2011.

Schäfer, B. Naturstoffe der chemischen Industrie, 1. Aufl., Spektrum Akademischer Verlag, 2006.

Beyer, H.; Walter, W. Lehrbuch der Organischen Chemie, 24. Aufl., Hirzel, 2004.

- 2 GETRÄNKEREZEPTUREN
 - 2.1 Rezepturplanung
 - 2.2 Rezepturaufbau
 - 2.3 Abstimmung der Rohstoffe auf die Wasserqualität
 - 2.4 Rohstoffmengeneinsatz
 - 2.4.1 Zuckereinsatz
 - 2.4.2 Getränkegrundstoffe
 - 2.4.3 Genußsäuren
 - 2.4.4 Essenzen und Getränkegrundstoffe unter Berücksichtigung der Ergiebigkeiten
 - 2.4.5 Sole oder Solelösungen
 - 2.4.6 Andere Rohstoffe
 - 2.5 Rezepturbeispiele für alkoholfreie Erfrischungsgetränke
 - 2.6 Ausbeuterechnung

2 GETRÄNKEREZEPTUREN

2.1 Rezepturplanung

Die Rezepturplanung ist abhängig vom gewünschten Charakter des Getränkes. Dabei sind die sensorischen Merkmale Aussehen, Geruch und Geschmack maßgebend. Die Qualität der einzusetzenden Rohstoffe sowie die unbedingte Rezepturtreue entscheiden über Qualität und Markterfolg eines Getränkes. Die natürlichen Rohstoffe wie Säfte und ätherische Öle müssen entweder in standardisierten Qualitäten eingesetzt werden, oder man trifft jährlich eine neue Auswahl der Rohstoffe, indem versucht wird, den Geschmack des Fertigproduktes so gleichbleibend wie möglich auszubilden.

Letztlich bestimmen aber auch kalkulatorische Faktoren die Einstufung des Getränkes als preiswertes Massenkonsumprodukt oder als hochwertige Markenware. Bei der Getränkealkulation dominieren die Kosten für Zucker, Säuren, Getränkegrundstoffe und Essenzen sowie gegebenenfalls auch die der Zuckeraustauschstoffe, Süßstoffe, Bitterstoffe und anderen Getränkeinhaltsstoffen, während der Aufwand für Wasser und Kohlendioxid weniger ins Gewicht fällt.

Die Berücksichtigung der jeweils gültigen lebensmittelrechtlichen Vorschriften ist bereits im Rezepturplanungsstadium geboten, um denkbare behördliche Beanstandungen auszuschließen. Gesetze, Verordnungen, Leitsätze und Richtlinien werden erfahrungsgemäß häufig novelliert. Es ist daher unumgänglich, durch Fachverbände und Rohstoffhersteller sowie über geeignete Fachorgane die Rechtslage bzw. die gültige Verkehrsauffassung zu erfragen und zu berücksichtigen.

Der Qualität des Wassers kommt für den Geschmack eines Produktes besondere Bedeutung zu. Voraussetzung ist darum dessen Klarheit, Geruchsfreiheit und einwandfreie hygienische und mikrobiologische Beschaffenheit.

2.2 Rezepturaufbau

Für die Kalkulation ist die Kostenbeziehung 'Einheit Rohstoff' zu 'Einheit Fertiggetränk' maßgebend. Getränke werden nach Volumen, also Liter, produziert und vertrieben, die Rohstoffe werden jedoch nach Gewicht gehandelt. Letztlich erweist sich jedoch das Rechnen auf der Basis 'Gramm Rohstoff' zu 'Kilogramm Getränk' als einfacher. Später kann über den TS-Gehalt des Getränkes die Dichte ermittelt werden; die Litermenge wird durch die entsprechende Flaschengröße dividiert.

Kalkulation

Lebensmittelrecht

Wasserqualität

Überwachung

Spindeln

Refraktometer

Grad Brix

Trockensubstanzgehalt

scheinbarer TS-Gehalt

Das Gewicht ist eine absolute Größe, unabhängig von Temperaturveränderungen, während sich das Volumen von Flüssigkeiten artspezifisch mit seiner Temperatur verändert. Den größten Ausdehnungskoeffizienten von den für die Herstellung alkoholfreier Erfrischungsgetränke erforderlichen Rohstoffen besitzen die alkoholhaltigen Essenzen. Er liegt wesentlich höher als bei den wasserhaltigen Medien wie Getränkegrundstoffen, Zuckersirupen und Säurelösungen.

Die amtlichen Überwachungsbehörden in der Bundesrepublik Deutschland, die Eichämter, kontrollieren die Getränkefüllungen nach der FertigpackungsV durch die Bestimmung des Gewichtes. Für die Umrechnung auf Volumen wird die Dichte (g/cm^3) benutzt, da eine genaue Volumenermittlung wesentlich schwieriger als die Gewichtsbestimmung ist.

Der Extraktgehalt der Fertigprodukte kann mit Hilfe von Spindeln ermittelt werden. Beim Spindeln der Getränke ist es notwendig, daß die Kohlen-säure vorher ausgeschüttelt wird, da die Kohlensäurebläschen, die an der Spindel haften, den Auftrieb vergrößern und zu Fehlergebnissen führen. Der Extraktgehalt läßt sich jedoch einfacher und weniger aufwendig mit Hilfe eines Refraktometers bestimmen, indem der Brechungsindex bei 20°C gemessen wird. Zuckerrefraktometer gestatten die Ablesung in % oder g/100g früher auch oft als Grad Brix (°Bx) bezeichnet.

Für reine Saccharoselösungen entspricht °Bx = Prozent Trockensubstanzgehalt (% TS-Gehalt) = g/100g.

Beispiel: 10 % bei 20°C in einer reinen wäßrigen Saccharoselösung gemessen, bedeuten, daß in 100 g dieser Lösung 10 g Saccharose enthalten sind.

Die refraktometrische Bestimmung gilt strengenommen nur, wenn zur Lösung der Saccharose reines Wasser, das frei von anderen Stoffen ist, verwendet wird. Die Beeinträchtigung der Lichtbrechung durch die im Wasser gelösten Mineralien, Säuren, Bitterstoffe, Zuckeraustauschstoffe etc. ist zu beachten. Wird beispielsweise in einer reinen Zitronensäurelösung 1:1 (100 g Zitronensäure-Monohydrat und 100 g destilliertes Wasser) mit einem Refraktometer der Brechungsindex $n_{D^{20}} = 1,4002$ gemessen, so wird bei einem Zucker-Refraktometer ein (scheinbarer) Trockensubstanzgehalt von 40% angezeigt, der jedoch nicht dem wahren TS-Gehalt entspricht. Nur bei reinen Saccharoselösungen ist der angezeigte TS-Gehalt gleich dem wahren TS-Gehalt.

Das gleiche trifft auch für die in Getränkegrundstoffen ermittelten Refraktometer-Werte zu. Die TS-Gehalte wäßriger Lösungen anderer Zuckerarten wie Glucose (Dextrose), Fructose oder Invertzucker lassen sich mit der notwendigen Genauigkeit ermitteln, indem der abgelesene Refraktometer-Wert unter Zuhilfenahme von Umrechnungstabellen beziehungsweise Formeln korrigiert wird. Beim Einsatz von höher konzentriertem Invertzuckersirup muß ebenfalls die Abweichung des abgelesenen Wertes

vom wahren TS-Gehalt berücksichtigt werden. Für invertzuckerhaltige Saccharoselösungen gibt es Umrechnungstabellen, deren Benutzung notwendig wird, wenn der TS-Gehalt mit Hilfe des Refraktometers gemessen werden soll (s. auch 4.3.3).

Die in Fertiggetränken ermittelten Refraktometer (Brix)-Werte werden zwar als Extraktgehalt bezeichnet, stellen aber nur den 'scheinbaren' Extraktgehalt oder 'scheinbaren' TS-Gehalt dar. Da der Refraktometer-Wert außer von den Bestandteilen der Getränkegrundstoffe, Essenzen und Zitronensäure auch von der Wasserzusammensetzung beeinflusst wird, erscheint es angebracht, alle erarbeiteten Rezepturen durch einen Laborversuch nach Zugabe aller Rezepturbestandteile auf den sich ergebenden Brix-Wert zu überprüfen. Der im Labor ermittelte Refraktometer-Wert, gemessen in g/100g, kann als Relativwert für die Betriebskontrolle herangezogen werden.

2.3 Abstimmung der Rohstoffe auf die Wasserqualität

Jedes Wasser, das Hydrogencarbonat- und Carbonat-Ionen enthält, beeinflusst den Säureanteil im Fertiggetränk. Das Zucker/Säure-Verhältnis, als Ratio bezeichnet, ist für den Geschmack eines Erfrischungsgetränkes von großer Bedeutung. Je Grad Carbonathärte werden 25 mg Zitronensäure-Monohydrat oder 26,8 mg Weinsäure verbraucht.

Bei der Herstellung von Markengetränken ist es üblich, das Produktionswasser durch Entcarbonisierung zu neutralisieren, so daß hier ein Zitronensäurezusatz zur Neutralisation entfallen kann. Wenn keine Aufbereitung des Wassers erfolgen kann, ein Getränkegrundstoff oder Sirup aber auf eine bestimmte geringe Carbonathärte eingestellt ist, muß ein entsprechender Zitronensäureanteil zur Neutralisation des Wassers hinzugegeben werden. Die errechnete Menge Zitronensäure wird in Wasser gelöst (Lösungsverhältnis 1:1) und dem Getränkegrundstoff beziehungsweise dem Sirup zugesetzt. Sollen beispielsweise 10.000 l Getränk hergestellt werden, so ist hierfür die notwendige Menge Zitronensäure zu errechnen, in Wasser zu lösen und mit der entsprechenden Sirupmenge zu vermischen. Der neu eingestellte Säurewert sollte im Sirup und im Fertiggetränk überprüft werden. Auf alle Fälle ist es empfehlenswert, die gegebene Wasserqualität den Essenzen- und Grundstoffherstellern mitzuteilen. Diese geben Rezepturempfehlungen für die Anwendung ihrer Produkte. Es ist auch branchenüblich, die zur Wasserneutralisation und zur Getränkesäuerung notwendige Zitronensäuremenge pro Grundstoffeinheit nach vorangegangener Analyse für klare Limonaden zu nennen oder bei trüben Limonaden dem Limonadengrundstoff direkt zuzusetzen.

Rohstoff-
abstimmung

Entcarboni-
sierung

Zuckerzusatz

Berechnung

Mit Ausnahme von Kernobstsafgetränken ist die Zugabe von Zitronensäure bei Fruchtsafgetränken in der Bundesrepublik Deutschland nicht erlaubt. Hier kann die Abstimmung auf die Wasserqualität mit Hilfe säurereicher Fruchtsäfte nur durch den Grundstoffhersteller erfolgen. Der Abfüller erhält so einen auf seine speziellen Wasserverhältnisse zugeschnittenen Getränkegrundstoff. Dies verdient besondere Beachtung, wenn ein Erfrischungsgetränke-Hersteller mehrere Abfüllbetriebe mit unterschiedlicher Wasserqualität betreibt.

2.4 Rohstoffmengeneinsatz

2.4.1 Zuckereinsatz

Beim Einsatz von kristallinem oder flüssigem Zucker sollte beachtet werden, daß eine gleichbleibend hohe Getränkequalität nur durch Raffinade oder Invertzuckersirup erzielt werden kann. Bei Kristallzucker (Weißzucker) ist keine ausreichende Sicherheit eines negativen Floc- oder Schaumtests gegeben, so daß klare Getränke nach einer gewissen Zeit Flocbildung aufweisen können. Ein Einsatz von Isoglukose sollte nur nach vorheriger geschmacklicher und chemischer Prüfung erfolgen. Je nach Menge des ausgetauschten Zuckers durch Isoglukose kann es zu Geschmacksabweichungen kommen (s. auch Kapitel 1.2). Ein Isoglukose-Zusatz ist entsprechend den Vorschriften der LMKV im Zutatenverzeichnis gesondert zu kennzeichnen (siehe Kapitel 5).

Die Süße des Getränkes wird vorwiegend durch die relative Süßkraft und die Menge des eingesetzten Süßungsmittels bestimmt. Beim Aufbau des Rezeptes wird der Zuckergehalt - entsprechend den gewünschten Brix-Graden im Getränk (Zuckeranteil in g/Zucker pro 100g Fertiggetränk) festgelegt.

Aus Tabelle 1 läßt sich die dem gewünschten Zuckeranteil in g/100g zuzuordnende Zuckermenge in g/l Fertiggetränk entnehmen.

Berechnung des Zuckereinsatzes:

Bei Verwendung von Invertzuckersirup und anderen flüssigen Zuckern wird die erforderliche Zuckersirupmenge in Abhängigkeit vom TS-Gehalt des Sirups nach folgender Formel errechnet:

$$\frac{100 \times \text{g Zuckereinsatz/l Getränk}}{\% \text{ TS des Zuckersirups}} = \text{g Zuckersirup/l Getränk}$$

Beim Einsatz von Invertzuckersirup ist die Abweichung des wahren TS-Gehaltes vom abgelesenen Refraktometer-Wert zu berücksichtigen (s. Tab. 2).

Tab. 1: Ermittlung des Zuckereinsatzes in g/l Fertiggetränk

Erwünschter Zuckergehalt in g/100g	Gewicht der Lösung (Dichte) in g/l bei 20°C	Zuckereinsatz in g/l Fertig- getränk
7,0	1.025,8	71,806
7,2	1.026,7	73,922
7,4	1.027,5	76,035
7,6	1.028,3	78,150
7,8	1.029,1	80,269
8,0	1.029,9	82,392
8,2	1.030,7	84,517
8,4	1.031,5	86,646
8,6	1.032,4	88,786
8,8	1.033,2	90,922
9,0	1.034,0	93,060
9,2	1.034,8	95,201
9,4	1.035,6	97,346
9,6	1.036,5	99,504
9,8	1.037,3	101,655
10,0	1.038,1	103,810
10,2	1.038,9	105,967
10,4	1.039,8	108,139
10,6	1.040,6	110,303
10,8	1.041,4	112,471
11,0	1.042,3	114,653
11,2	1.043,1	116,827
11,4	1.043,9	119,004
11,6	1.044,8	121,197
11,8	1.045,6	123,380
12,0	1.046,4	125,568
12,2	1.047,3	127,771
12,4	1.048,1	129,964
12,6	1.049,0	132,174

Tab. 2: Umrechnungstabelle bei Verwendung von Invertzuckersirup
(Invertierungsgrad 67% i. TS)

wahrer TS-Gehalt %	am Zucker- Refraktometer abgelesener Wert	Dichte bei 20°C g/cm ³
50,0	49,5	1,227
52,1	51,5	1,238
54,0	53,4	1,249
56,1	55,4	1,260
58,0	57,3	1,271
60,0	59,3	1,282
62,0	61,2	1,294
64,0	63,2	1,306
66,0	65,1	1,317
68,0	67,1	1,329
70,0	69,0	1,341
71,0	70,0	1,347
72,0	71,0	1,354
72,7	71,6	1,358
73,0	71,9	1,360
74,0	72,9	1,366
75,0	73,9	1,372

Aus Tabelle 3 ist die dem gewünschten Brix-Grad zuzuordnende Menge an Invertzuckersirup zu entnehmen.

Tab. 3: Ermittlung des Einsatzes von Invertzuckersirup 72.7/67 in g/l Fertiggetränk

wahrer TS-Gehalt %	am Zucker- Refraktometer abgelesener Wert Grad Brix	Gewicht der Lösung in g/l bei 20°C	Invertzuckersirupeinsatz in g/l Fertiggetränk
7,0	6,99	1.025,7	98,760
7,2	7,19	1.026,5	101,661
7,4	7,39	1.027,3	104,566
7,6	7,59	1.028,1	107,476
7,8	7,79	1.028,9	110,390
8,0	7,99	1.029,7	113,309
8,2	8,19	1.030,5	116,232
8,4	8,39	1.031,3	119,159
8,6	8,58	1.032,2	122,103
8,8	8,78	1.033,0	125,039
9,0	8,98	1.033,8	127,980
9,2	9,18	1.034,6	130,925
9,4	9,38	1.035,4	133,875
9,6	9,58	1.036,2	136,829
9,8	9,78	1.037,1	139,801
10,0	9,98	1.037,9	142,764
10,2	10,18	1.038,7	145,732
10,4	10,38	1.039,5	148,704
10,6	10,58	1.040,4	151,695
10,8	10,78	1.041,2	154,676
11,0	10,97	1.042,0	157,661
11,2	11,17	1.042,8	160,651
11,4	11,37	1.043,7	163,661
11,6	11,57	1.044,5	166,660
11,8	11,77	1.045,3	169,663
12,0	11,97	1.046,2	172,687
12,2	12,17	1.047,0	175,700
12,4	12,37	1.047,8	178,716
12,6	12,57	1.048,7	181,755

2.4.2 Getränkegrundstoffe

Getränkegrundstoffe enthalten in der Regel alle für die Getränke wichtigen Bestandteile außer Zucker, Wasser und gegebenenfalls CO₂. Die Hauptbestandteile der Grundstoffe sind je nach Getränkeart:

- Saftkonzentrat (ggf. mit Teilen der Flavedoschicht der Frucht)
- Säuerungsmittel
- Säureregulator
- Stabilisator
- Farbstoff
- Konservierungsstoff
- Koffein oder andere Getränkeinhaltsstoffe
- Antioxidationsmittel
- Aromastoffe

Ausmischung Anhand eines Beispiels werden nachfolgend die einzelnen Schritte zur Ausmischung eines Grundstoffes für eine fruchtsafthaltige Limonade mit einem Zucker/Säure-Verhältnis von 47,5 und einem Saftgehalt von 8% dargestellt.

1. Um das vorgesehene Zucker/Säure-Verhältnis zu erreichen, ist folgende Rechnung möglich:

$$\frac{9,5^\circ \text{ Brix}^*}{0,2\% \text{ Säure}} = 47,5 \text{ (Ratio)}$$

Das Getränk hat einen Brix*-Wert von 9,5° und einen Säuregehalt von 0,2% Zitronensäure.

2. Die Grundstoffzusammensetzung und die benötigte Zuckermenge er rechnen sich wie folgt: Bei 9,5° Brix beträgt das Gewicht des Fertiggetränkes (FG) pro 1 l, 11.036 g (s. Tab. 1). In dieser Menge befinden sich (1.036 g x 9,5° Brix* als g/100g oder %): 100 = 98,4 g TS. Um 200 g Sirup für 1 Liter FG zu dosieren, müssen in diesem Sirup 98,4 g TS enthalten sein. Die TS des Sirups muß demzufolge (98,4 g x 100): 200 g = 49,2 % betragen.
3. Aufgrund des Säuregehalts von 0,2% Zitronensäure im FG beträgt die Säuremenge 2 g in 1.000 g FG und aufgrund der Dichte des FG ergeben sich 2,072 g Säure in 1 Liter FG. (= 1.036 g FG). Diese 2,072 g Zitronensäure müssen in den 200 g Sirup enthalten sein. Der Säuregehalt des Sirups beträgt somit 1,036%.
4. Um den vorgegebenen Saftanteil zu berechnen, ist von der FG-Menge von 1.036 g auszugehen, die 82,9 g (8% von 1.036 g) Saft aufweisen muß. Im Sirup muß sich folglich ein Saftanteil von (82,9 g x 100): 200 g = 41,45% befinden.

*Brix als g/100g oder %

5. Im Anschluß an diese Berechnungen kann die Kalkulation des Getränkegrundstoffes erfolgen. Der Sirup besteht aus Grundstoff, Zucker und Wasser. Ausgehend von dem Beispiel, daß sich in 200 g Sirup 40 g Grundstoff befinden sollen, muß die Säure- und Saftkonzentration dieses Grundstoffes 5-fach verstärkt sein. Der Grundstoff enthält demnach jeweils das 5-fache von 1,036% Säure und von 41,45% Saft. Somit ergibt sich ein Zitronensäureanteil von 5,18% und ein rechnerischer Saftanteil von 207,25%. Dieser Saftanteil liegt im Grundstoff als Saftkonzentrat vor. Bei einer 5-fachen Konzentration des Saftes liegt der Saftkonzentratanteil bei $207,25:5 = 41,45\%$. Benötigt wird ein Grundstoff mit 41,45% Saftkonzentrat und 5,18% Gesamtsäure. Dieser Getränkegrundstoff hat beispielsweise einen TS-Gehalt von 40%. 40 g des Grundstoffes beinhalten somit 16 g TS. 200 g des Sirups haben jedoch $200 \text{ g} \times 0,492 = 98,4 \text{ g TS}$. Die Differenz zwischen 98,4 g und 16 g beträgt 82,4 g und ist der Zuckeranteil.

Zur Ausmischung des Sirups werden pro Liter Fertiggetränk folgende Komponenten benötigt:

40,0 g Getränkegrundstoff	△	16,0 g TS
82,4 g Zucker	△	82,4 g TS
77,6 g Wasser	△	0 g TS
200,0 g Sirup	△	98,4 g TS

6. Der Sirup kann nun zum Fertiggetränk ausgemischt werden. Da die Dichte des Sirups mit 49,2° Brix bei 1,2252 liegt (s. Tab. 8, Kapitel 1.2), ergibt sich eine Dosierung von 200 g bzw. 163,2 cm³ Sirup.

2.4.3 Genußsäuren

In der Erfrischungsgetränke-Industrie werden als Genußsäuren vorwiegend Zitronensäure, Weinsäure, Milchsäure und Äpfelsäure sowie deren Salze eingesetzt. Anhand der Tabellen ist eine Umrechnung einer Säureart in die andere möglich.

Tab. 4: Säure-Umrechnung

Die Gesamtsäure wurde titriert u. berechnet als:	Wein-säure	Äpfel-säure	Zitronen-säure	Milch-säure
Weinsäure	1,000	0,893	0,853	1,200
Äpfelsäure	1,119	1,000	0,955	1,343
Zitronensäure	1,172	1,047	1,000	1,406
Milchsäure	0,833	0,744	0,711	1,000

Für koffeinhaltige Erfrischungsgetränke wird auch Orthophosphorsäure verwendet.

Zitronen-säure

Entscheidend für die Bemessung der Zitronensäure ist die Wasserqualität. Über das zur Wasserneutralisation erforderliche Maß hinaus wird Limonaden, Brausen und diätetischen Erfrischungsgetränken - je nach gewünschtem Säuregrad - zur Geschmacksgebung zusätzlich Zitronensäure beigegeben. Die Gesamt-Zitronensäuremenge schwankt - je nach der Wassereinsatzmenge - zwischen 1,0 und 4,0 g/l. Bei extrem hoher Carbonathärte des Wassers wird der genannte Höchstwert gelegentlich überschritten.

Zitronensäure verwendet man in Form des Monohydrats und der wasserfreien Zitronensäure. Bei Verwendung der wasserfreien Zitronensäure ist zur Erzielung des gleichen Ansäureeffektes die Einsatzmenge geringer; und zwar Zitronensäure-Monohydrat-Menge x Faktor 0,914 = wasserfreie Zitronensäure-Menge.

Der Faktor ergibt sich aus dem Verhältnis der Molekulargewichte:

$$\frac{\text{wasserfreie Zitronensäure}}{\text{Zitronensäure-Monohydrat}} = \frac{192}{210} = 0,914$$

Beispiel: Umrechnung auf wasserfreie Zitronensäure

Gegeben: 1,5 g/l Zitronensäure-Monohydrat

Berechnung: $1,5 \times 0,914 = 1,371 \text{ g/l wasserfreie Zitronensäure}$

Zitronen-säure-Monohydrat

In vielen Betrieben wird mit Zitronensäure-Monohydrat-Lösungen gearbeitet. Dabei wird der Konzentrationsgrad in der Rezepturberechnung berücksichtigt. Für die Berechnung ist es einfach, wenn eine Zitronensäure-Monohydrat-Wasserlösung 1 + 1 verwendet wird. Um die Menge an kristallinem Zitronensäure-Monohydrat in g/l Getränk angeben zu können, muß der Rezepturwert, der in g Zitronensäure-Monohydrat-Lösung 1 + 1 errechnet wird, halbiert werden. Umgekehrt können Angaben, die auf g Zitronensäure-Monohydrat lauten, durch einfaches Verdoppeln auf g Zitronensäure-Monohydrat-Lösung 1 + 1 umgerechnet werden. Es ist zu berücksichtigen, daß diese Lösung nur einen Gehalt von 45,7% Zitronensäure besitzt, da das Monohydrat nur 91,4% reine Zitronensäure enthält. Der Rest ist das an Zitronensäure gebundene Kristallwasser. Beim Lösen von wasserfreier Zitronensäure 1 + 1 ergibt sich dagegen eine 50%ige Zitronensäure-Lösung.

wasserfreie Zitronensäure

Kristallines Zitronensäure-Monohydrat hat eine Dichte von 1,542 kg/Liter. Demnach hat 1 kg ein Volumen von 0,649 l. Hieraus errechnet sich das Volumen von 1 kg Zitronensäure-Monohydrat-Lösung 1 + 1 zu:

$$0,5 \times 0,649 + 0,5 = 0,825 \text{ l}$$

Säure-regulator Natriumcitrat

Bei einigen Zitruslimonaden, bei denen ein besonders weicher Geschmack gewünscht wird, kann durch Zusatz von Natriumcitrat als Säureregulator die geschmackliche Säurewirkung der Zitronensäure unter Erhöhung des pH-Wertes reduziert werden.

2.4.4 Essenzen und Getränkegrundstoffe unter Berücksichtigung der Ergiebigkeiten

Essenzen und Grundstoffe für alkoholfreie Erfrischungsgetränke werden von der Industrie nach dem bestehenden Handelsbrauch mit Angabe der Ergiebigkeit (Dosierungsempfehlung) in bezug auf das Fertiggetränk und den Zuckerzusatz, also mit einer Konzentrationsangabe, geliefert. Es empfiehlt sich, die auf das Fertiggetränk bezogene Ergiebigkeit genau zu beachten, da die Nichteinhaltung nicht nur kalkulatorische und qualitative Folgen, sondern auch lebensmittelrechtliche Konsequenzen haben kann.

Aufgrund der Zusammensetzung der Essenzen und Getränkegrundstoffe wird deren Ergiebigkeit angegeben und bestimmt. Ein Unter- oder Überschreiten schlägt sich in jedem Fall in der Ausbeute nieder. Angegebene Ergiebigkeit und erzielte Ausbeutezahl sollten nur wenig voneinander abweichen. Als Richtzahl sind +/- 1 % anzusetzen.

Essenzen-
und
Grundstoff-
Einsatz

Ergiebigkeit

2.4.5 Natursole

Als Natursole bezeichnet man natürliches salzreiches Wasser. Je nach den Gesteinsschichten, die durchlaufen werden, ist die Zusammensetzung von Natursole unterschiedlich. Der größte Anteil (bis zu 3%) ist Natriumchlorid (Kochsalz). Natursole wird zur Herstellung von Tafelwässern und zur geschmacklichen Abrundung von Erfrischungsgetränken benutzt.

Natursole

2.4.6 Andere Rohstoffe

Als weitere Rohstoffe kommen Bitterstoffe für Limonaden in Betracht. Der Bitterstoff Chinin wird vorwiegend für die Getränke 'Tonic Water', 'Bitter Lemon' und 'Bitter Orange' verwendet, wobei eine festgesetzte Höchstmenge von im Fertiggetränk nach den Vorschriften der AromenV nicht überschritten werden darf. Höhere Dosierungen schließen sich wegen der Bitternote aus geschmacklichen Gründen aus.

Bitterstoffe

Bei der Verwendung von Süßstoffen muss bei der Berechnung der Einsatzmenge die Süßkraft berücksichtigt werden. Beispielsweise beträgt die Süßkraft von Saccharin gegenüber Zucker rund das 500-fache, d. h. 1 g Saccharin besitzt etwa die Süßkraft von 500 g Zucker. Wird ein Getränk mit der Süßkraft von 80 g Zucker/Liter Getränk hergestellt, so werden 0,16 g Saccharin/Liter Fertiggetränk in die Rezeptur eingesetzt.

Süßstoffe

2.5 Rezepturbeispiele für Erfrischungsgetränke

Orangennektar mit 50% Saft	Orangensaft- getränk mit 30% Saft	Orangenfruchtsaft- getränk mit 8% Saft
Rohstoffe für 1.000 kg Sirup		
500 kg Orangennektar- Grundstoff 50:100 Saftgehalt 400% Extraktgehalt 50%	300 kg Orangensaftgetränke- Grundstoff 30:100 Saftgehalt 400% Extraktgehalt 50%	100 kg Fruchtsaftgetränke- Grundstoff 10:100 Saftgehalt 420% Extraktgehalt 45%
354 kg Zuckersirup 65% TS	508 kg Zuckersirup 65% TS	669 kg Zuckersirup 65% TS
146 kg aufbereitetes Trinkwasser	192 kg aufbereitetes Trinkwasser	231 kg aufbereitetes Trinkwasser
1.000 kg Sirup Saftgehalt 200% Extraktgehalt 48% [d(20°C)=1,2187g/cm³]	1.000 kg Sirup Saftgehalt 120% Extraktgehalt 48%	1.000 kg Sirup Saftgehalt 42% Extraktgehalt 48%
Rohstoffe für 1.000 l Getränk		
262 kg Sirup $\triangle$ 215 l Sirup 785 l aufbereitetes Trinkwasser	262 kg Sirup $\triangle$ 215 l Sirup 785 l aufbereitetes Trinkwasser	198 kg Sirup $\triangle$ 162 l Sirup 838 l aufbereitetes Trinkwasser 6 kg CO ₂
1.000 l Getränk $\triangle$ 1.046 kg Getränk	1.000 l Getränk $\triangle$ 1.046 kg Getränk	1.000 l Getränk $\triangle$ 1.035 kg Getränk
Saftgehalt 50% Extraktgehalt 12% [d(20°C) = 1,0464g/cm³]	Saftgehalt 30% Extraktgehalt 12%	Saftgehalt 8% Extraktgehalt 9,2% CO ₂ -Gehalt 0,6% [d(20°C) = 1,0348g/cm³]

Orangenlimonade mit 4% Saft	Zitronenlimonade blank ohne Saft	Koffeinhaltige Limonade (Cola) ohne Saft
Rohstoffe für 1.000 kg Sirup		
100 kg Limonaden- Grundstoff 10:100 Saftgehalt 240% Extraktgehalt 40%	30 kg Limonaden- Grundstoff 3:100 (2 Teile) Extraktgehalt 40%	30 kg Limonaden- Grundstoff 3:100 (2 Teile) Extraktgehalt 40%
677 kg Zuckersirup 65% TS	720 kg Zuckersirup 65% TS	720 kg Zuckersirup 65% TS
223 kg aufbereitetes Trinkwasser	250 kg aufbereitetes Trinkwasser	250 kg aufbereitetes Trinkwasser
1.000 kg Sirup Saftgehalt 24% Extraktgehalt 48% [d(20°C) = 1,2187g/cm³]	1.000 kg Sirup Extraktgehalt 48%	1.000 kg Sirup Extraktgehalt 48%
Rohstoffe für 1.000 l Getränk		
172 kg Sirup $\triangle$ 141 l Sirup 853 l aufbereitetes Trinkwasser 6kg CO ₂	172 kg Sirup $\triangle$ 141 l Sirup 851 l aufbereitetes Trinkwasser 8 kg CO ₂	217 kg Sirup $\triangle$ 178 l Sirup 814 l aufbereitetes Trinkwasser 8kg CO ₂
1.000 l Getränk $\triangle$ 1.030 kg Getränk	1.000 l Getränk $\triangle$ 1.030 kg Getränk	1.000 l Getränk $\triangle$ 1.038 kg Getränk
Saftgehalt 4% Extraktgehalt 8% CO ₂ -Gehalt 0,6% [d(20°C) = 1,0299g/cm³]	Extraktgehalt 8% CO ₂ -Gehalt 0,8%	Extraktgehalt 10% CO ₂ -Gehalt 0,8% [d(20°C) = 1,0381g/cm³]

2.6 Ausbeuterechnung

Ausbeute

Ausbeuterechnungen unter Zugrundelegung der eingesetzten Rohstoffmengen, bei denen das 'Soll' nach Rezeptur und das 'Ist' an Flaschenfüllungen am Lager gegenübergestellt wird, sollten am besten nach jeder Füllung - zumindest aber einmal monatlich - durchgeführt werden. Durch eine regelmäßige Überprüfung lassen sich maschinelle Einstellkorrekturen vornehmen und Konzentrationsschwankungen im Getränk ausgleichen bzw. verhindern. Schwankungen in alkoholfreien Erfrischungsgetränken sind oft bedingt durch Luft einschüsse bei volumetrischer Sirupdosage.

Ausbeute- Verluste

Ausbeuteverluste entstehen nicht nur durch Sirup-Fehl-Dosage, sondern auch durch unterschiedliche Volumina der Füllgefäße (Flaschen), wo meist - um das Risiko einer Unterfüllung des Nennvolumens abzudecken - überfüllt wird. Die Kontrolle der genauen Sirup-Dosage erfolgt im Getränk mit Hilfe des Refraktometers. Eine schnelle Kontrolle der genauen Füllmenge kann mit eichamtlich anerkannten Schablonen durchgeführt werden. Solche Schablonen gibt es bereits für mehrere Arten von Form-Flaschen und für die AMG-Flasche. Mit Hilfe dieser Schablonen kann die Füllmenge einer Flasche einfach und schnell gemessen werden. Als mögliche Fehlerquellen können auch hohe Verluste bei Beginn und Ende der Abfüllmenge auftreten.

Ausbeute- Berechnung

In Tabelle 5 wird ein Beispiel einer monatlichen Ausbeute-Berechnung unter Zugrundelegung der eingesetzten Rohstoffmengen und unter Berücksichtigung der von der Zulieferindustrie angegebenen maximalen Ergiebigkeiten wiedergegeben. In der Praxis sind Verluste von 1 bis 2% realistisch.

Fällt die Ausbeute jedoch wesentlich geringer aus, so sind die Anlauf- und Endphasen der Abfüllung verstärkt zu beobachten, inwieweit hier gegebenenfalls die Ursachen der Verluste zu finden sind. Oft werden Restmengen des Fertiggetränkes bzw. der Sirupe in Rohrleitungen unterschätzt und weggespült.

Weitere wichtige Faktoren sind der korrekte Brix-Gehalt des Fertiggetränkes (hierbei wird eine exakte Ausmischung zwischen Grundstoff und Zuckersirup vorausgesetzt) sowie die Füllhöhe der Flaschen. Geplatzte Flaschen am Füller haben in der Regel keinen großen Einfluß auf die Ausbeute.

Tab. 5: Beispiel einer Ausbeuteberechnung Produktions-Auswertung

Werk:	Monat:	Jahr:								
Rohstoff	Getränke Sorte	Verbrauch V _i	Rohstoff Faktor K	Flaschen- 'Soll' Fs	Flaschen- 'Ist' Fi	Ausbeute % A	Verbrauch 'Soll' Vs	Verlust kg V ₁	Verlust % V ₂	Be- mer- kung
		kg	g/Fl. 0,7l	V ₁ · 1.000 K	Anzahl Fla. 0,7l Fi	Fi · 100 Fs	Fi · K 1.000 Vs	V = V ₁ · Vs	V ₁ · 100 Vs	
CO ₂	Zitr.-FSG	205	5,0	41.000	36.708	89,53	183,54	21,46	11,69	
	Orang.-FSG	442	4,8	92.083	87.044	94,53	417,81	24,19	5,79	
	Ora.-Limo	245	6,0	40.833	40.404	98,95	242,42	2,58	1,06	
	Zitr.-Limo	180	6,0	30.000	29.416	98,05	176,44	3,56	2,02	
	Cola	185	6,0	30.833	27.644	89,66	165,86	19,14	11,54	
	Summe	1.257	—	234.749	221.216	94,24	1.186,07	70,93	5,98	
Zucker	Zitr.-FSG	2.925	81,9	35.890	36.708	102,28	3.006,0	—	-2,77	zu dünn
	Orang.-FSG	6.000	65,5	91.603	87.044	95,02	5.701,0	299,0	5,25	!
	Ora.-Limo	2.300	57,5	40.000	40.404	101,01	2.323,0	—	-1,00	zu dünn
	Zitr.-Limo	1.530	51,0	30.000	29.416	98,05	1.500,0	30,0	2,00	
	Cola	2.000	70,0	28.571	27.644	96,76	1.935,0	65,0	3,60	
	Summe	14.755	—	226.064	221.216	97,86	14.465,0	290,0	2,00	
Grundstoff	Ora.-Limo	300	7,5	40.000	40.404	101,01	303,03	—	-1,01	zu dünn
	Orang.-FSG	1.008	11,0	91.636	87.044	94,99	957,48	50,52	5,28	!
	Zitr.-FSG	450	12,6	35.714	36.708	102,78	462,52	—	-2,78	zu dünn
	Cola	120	4,2	28.571	27.416	95,96	115,15	4,85	4,21	
Zitronensäure Essenz Konzentrat	Zitr.-Limo	31,6	1,05	30.095	29.416	97,74	30,89	0,71	2,30	
	D.S.K.	1,5	0,05	30.000	29.416	98,05	1,47	0,03	2,04	
Flaschenbruch in %:										
Ges.-Prod. 221.216 + Fl.-Bruch 4.260 = Fl.-Einkl. 225.476										
Flaschenbruch x 100 = 1,89%										
Flascheneinlauf = 225.476										
ausgewertet:										
V ₁ = Ist-Verbrauch in kg K = Konstante = Rohstofffaktor in g/0,7-l-Flasche Fs = Flaschenzahl Soll Fi = Flaschenzahl Ist A = Ausbeute/100 Flaschen Vs = Soll-Verbrauch in kg V ₁ = Verlust in kg V ₂ = Verlust in % FG = Fertigertrag										

Flaschenbruch in %:

Ges.-Prod. 221.216 + Fl.-Bruch 4.260 = Fl.-Einkl. 225.476

Flaschenbruch x 100 = $\frac{4.260}{225.476} \times 100 = 1,89\%$

Flascheneinlauf

ausgewertet:

V_i = Ist-Verbrauch in kg
K = Konstante = Rohstofffaktor in g/0,7 l-Flasche
Fs = Flaschenzahl Soll

Fi = Flaschenzahl Ist
A = Ausbeute/100 Flaschen
Vs = Soll-Verbrauch in kg

V₁ = Verlust in kg
V₂ = Verlust in %
FG = Fertiggetränk

CO₂-Verluste

Bei Füllung verschiedener Flaschengrößen lassen sich diese in die in der Produktionsauswertung festgelegten Normgröße - hier beispielsweise 0,7 l - umrechnen.

Die Rohstoffverluste an CO₂ werden bei den einzelnen Getränken immer recht unterschiedlich und vergleichsweise hoch sein. Dies hängt einmal von dem für das betreffende Getränk vorgegebenen CO₂-Druck und zum anderen von dem CO₂-Einsatz ab, der nicht zur eigentlichen Getränke-Imprägnierung gehört. Dieser zusätzliche Verbrauch wird in der Regel nicht erfaßt. Hierzu gehören beispielsweise CO₂-Mengen zum Vorspannen des Füllers, zum Mischen von Getränkegrundstoffen in Containern oder Ansatzbehältern, zum Überlagern von infektionsgefährdeten Rohstoffen und auch zur Luftverdrängung in den verschiedenen Teilen der Abfüllanlage.

Erfahrungsgemäß ist bei Flaschenabfüllungen eine CO₂-Verlustquote bis zu 20% zu tolerieren. Treten wesentlich höhere Verluste auf, sollte die Dichtigkeit der CO₂-Anlagen und -Leitungen überprüft werden.

Verlust- relationen

Für jedes einzelne Getränk sollten in der Ausbeuteberechnung die hierzu verbrauchten Rohstoffe erfaßt werden; die entsprechenden Verlustzahlen sollten größtenteils gleich sein.

Beispiel: ZITRONENLIMONADE

Verlust Zucker	2,00%
Verlust Zitronensäure	2,30% (zu hoch, Abfallverlust)
Verlust Essenz	2,04%

Auch der Flaschenbruch und leistungsbezogene Angaben lassen sich in der Produktionsauswertung gut erfassen.

- 3 QUALITÄTSKONTROLLE
 - 3.1 Probenahme
 - 3.2 Analytische Bestimmungsmethoden für Zuckerarten
 - 3.3 Betriebskontrolle
 - Literaturverzeichnis

- 3.1 PROBENAHE
- 3.1.1 Begriffsbestimmungen
- 3.1.2 Vorschriften
- 3.1.3 Stichprobenumfang, Probemenge
- 3.1.4 Vorrichtungen zur Probenahme von kristallinem Zucker
- 3.1.5 Vorrichtungen zur Probenahme von flüssigem Zucker
- 3.1.6 Probenahme in AfG-Betrieben
- 3.1.7 Mikrobiologische Untersuchung
 - 3.1.7.1 Sterile Probenahme
 - 3.1.7.2 Stufenkontrolle

3.1 PROBENAHE

Bei der Herstellung von Erfrischungsgetränken kann eine gleichbleibende Qualität der Endprodukte nur dann gewährleistet werden, wenn sowohl die Rohstoffe als auch die Zwischenprodukte und schließlich die Endprodukte laufend kontrolliert werden. Die Untersuchungen erstrecken sich auf chemische, physikalische, mikrobiologische und sensorische Merkmale. Standardisierte Analysemethoden bieten die Gewähr, daß bei genauer Einhaltung der Untersuchungsvorschriften reproduzierbare Ergebnisse erzielt werden.

Da in den Laboratorien jeweils nur kleine Probenmengen untersucht werden können, muß sichergestellt werden, daß diese dem repräsentativen Durchschnitt von großen Chargen entsprechen. Von einer Lieferung von beispielsweise 20 t werden nur 200 g analysiert. Dies zeigt deutlich, wie wichtig eine Probenahme ist, die dem repräsentativen Durchschnitt der Gesamtmenge entsprechen soll.

Die zu prüfenden Materialien sind nicht immer homogen. So können z.B. bei Feststoffen Entmischungen aufgrund ungleichmäßiger Korngröße bzw. unterschiedlicher Dichte oder bei übersättigten Lösungen Veränderungen durch Rekristallisation auftreten.

Besondere Anforderungen werden an die Probenahme gestellt, wenn die mikrobiologische Beschaffenheit von Lebensmitteln zu prüfen ist (siehe Kapitel 3.1.6 und 3.2.2).

3.1.1 Begriffsbestimmungen

Unter Probenahme wird die Entnahme von Teilmengen aus einem Gut verstanden, um Aussagen über die stoffliche Zusammensetzung, physikalisch-chemische Eigenschaften oder die mikrobielle Beschaffenheit der Gesamtheit, z. B. eines Sackinhaltes, einer Lieferung oder einer Produktionscharge, machen zu können. Die Probe ist eine Teilmenge der Betrachtungseinheit. Von der Probe wird gefordert, daß sie einen repräsentativen Durchschnitt der Gesamtheit darstellt.

3.1.2 Vorschriften

Um Ungenauigkeiten bei der Probenahme zu vermeiden, wurden von einzelnen Industriezweigen diesbezügliche Richtlinien erarbeitet, wie z. B. DIN-Vorschriften für das Textilgewerbe, die Ölindustrie und für Trinkwasser (DIN 38.411). Für die Probenahme von Erfrischungsgetränken oder deren Rohstoffen bestehen keine amtlichen Bestimmungen. Die ICUMSA hat Empfehlungen zusammengestellt, die sich mit der Probenahme bei Weißzucker, Puderzucker und flüssigem Zucker befassen (1,2).

repräsen-
tativer
Durchschnitt

Entmischung

Durch-
schnittsprobe

Mindest-
proben-
gewicht

3.1.3 Stichprobenumfang, Probemenge

Gemäß der ICUMSA-Empfehlung soll eine Durchschnittsprobe immer durch Mischen von 10 Einzelstichproben der Grundgesamtheit gebildet werden. Diese Durchschnittsprobe ist dann der Analyse zuzuführen.

Im einzelnen bestehen für Weißzucker folgende Empfehlungen (2):

1. Bei der Lieferung von Zucker in loser Schüttung soll eine Durchschnittsprobe von jedem Behälter entnommen werden, wenn die Lieferung aus mehreren Behältern besteht.
2. Die Anzahl der aus einem Behälter gezogenen Primärstichproben (n) hängt vom Inhalt des Behälters ab und soll

$$n = 2\sqrt[2]{T}$$

betragen, wobei T das Zuckergewicht in Tonnen ist. Mindestens sollen jedoch 5 Einzelproben aus einem Behälter entnommen werden.

3. Bei in Paketen oder Säcken abgepacktem Zucker soll die benötigte Anzahl von Primärproben dadurch erhalten werden, daß eine entsprechende Anzahl von Packungen, die sich aus der Gesamtmenge nach der Formel

$$n = 2\sqrt[2]{T}$$

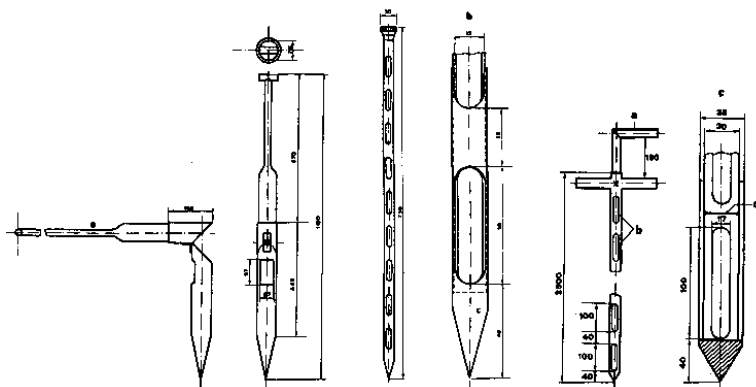
errechnet, stichprobenartig entnommen wird. Aus diesen wird dann die Gesamtprobe hergestellt.

in der 'EG-Richtlinie zur Festlegung gemeinschaftlicher Analysemethoden für die Kontrolle von zur menschlichen Ernährung bestimmten Zuckerarten' (3) wird gefordert, daß eine zur Analyse bestimmte Probe mindestens 200 g wiegen muß, und sofort in ein trockenes, luftdicht verschließbares Behältnis zu bringen ist. Diese Probe muß vor der Analyse nochmals sorgfältig homogenisiert werden.

3.1.4 Vorrichtungen zur Probenahme von kristallinem Zucker

Solange es sich um kleinere Liefermengen handelt, die in Säcken verpackt sind, haben sich Probestecher (Abb. 1) bewährt. Die durch Einstiche gewonnene Teilmengen werden zu einer Durchschnittsprobe vermischt. Sofern diese zur Analyse wieder unterteilt werden muß, ist zu beachten, daß Entmischungen durch sorgfältige Probeteilung vermieden werden.

Abb. 1: Probestecher (4)



Für Probenahme aus Säcken und Fahrzeugen, Containern, Schiffen

Um repräsentative Durchschnittsproben aus Silos oder Silofahrzeugen zu erhalten, genügt es nicht, diese lediglich von der Oberfläche zu entnehmen. In diesen Fällen sind Doppelrohrprobenehmer von 2 m Länge und ca. 25 mm Ø zu empfehlen (s. Abb. 2).

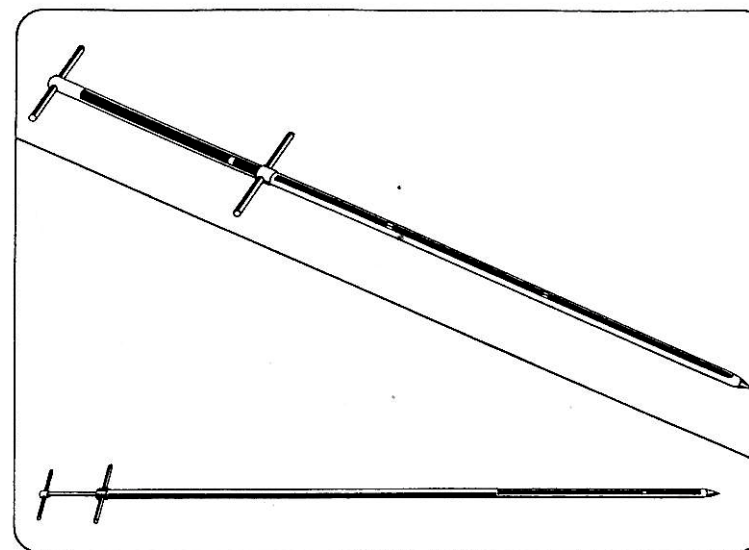
Probestecher

Doppelrohr-
probenehmer

Abb. 2: Doppelrohrprobenehmer (4)

Oben: Probenehmer als Doppelrohrprobenehmer gearbeitet, um ein Herausfallen des Probegutes zu verhindern. 1 m lang aus rostfreiem Stahlrohr.

Unten: Doppelrohrprobenehmer aus Messingrohr, ca. 2 m lang, ca. 25 mm Ø, mit Spitze zum Auflockern des Prüfgutes und einer Schürfkante von ca. 60 cm Länge.



Die Entnahme von Schüttgutproben aus dem Produktionsprozeß kann auch durch automatische, kontinuierlich arbeitende Probenehmer z. B. auf Schneckenbasis, mit Löffel, Zuteilrinne oder Bypass erfolgen.

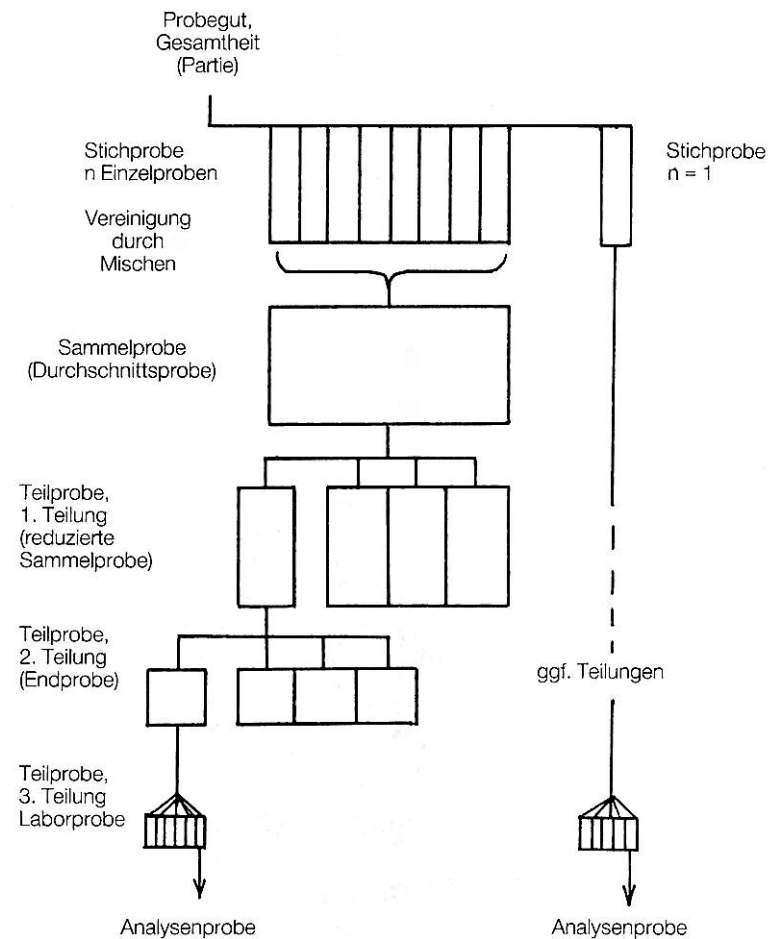
Drehprobe-
teller

Von den verschiedenen Geräten für die Probeteilung hat sich der Drehprobeteiler am besten bewährt (Abb. 3), da er erfahrungsgemäß Teilproben mit der größten Übereinstimmung liefert. Hierbei werden die an einer Drehvorrichtung hängenden Probeflaschen durch gesteuerte Dosierung gleichmäßig mit dem Probematerial beschickt.

Abb. 3: Probeteilung mit Drehprobeteiler (5, 6, 7)



Im nachstehenden Schema in Abbildung 4 wird eine Probeteilung erläutert.
Abb. 4: Schematische Darstellung einer Probeteilung (4)

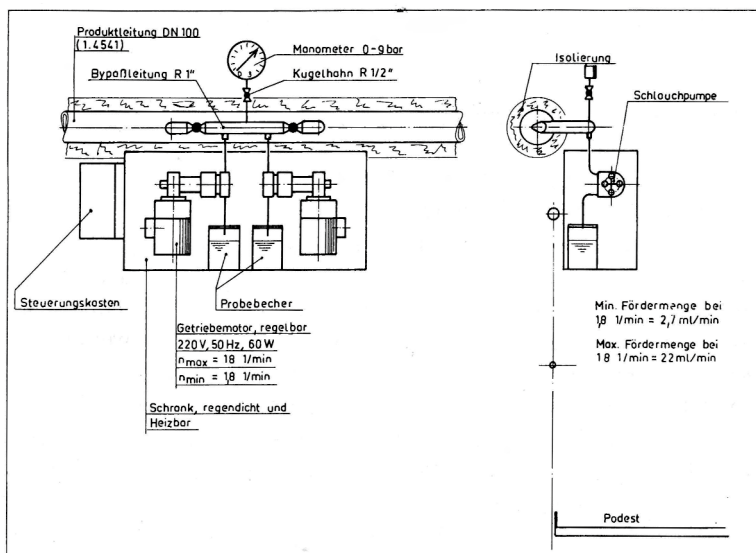


3.1.5 Vorrichtungen zur Probenahme von flüssigem Zucker

Bei Probenahmen von Flüssigkeiten aus Behältern werden meist Stechheber eingesetzt. Besser sind jedoch Verschlußstechheber oder Tauchflaschen sowie Rohrsonden geeignet, mit deren Hilfe man Schichtenproben ziehen kann.

Repräsentative Werte sind dann zu erhalten, wenn die Proben von Probebehältern oder über Bypass-Leitungen gezogen werden können. Für besondere Zwecke gibt es automatisch arbeitende Probenahmegeräte wie z. B. das System Rübelmann (s. Abb. 5), bei dem zwei steuerbar angetriebene Pumpen über Bypass je einen Probebecher für den Abnehmer und einen für den Lieferanten füllen. Sowohl der Zeitabstand als auch die jeweils zu entnehmende Menge können dabei eingestellt werden.

Abb. 5: Probenahmestation für pumpfähige Produkte mit Sammelproben in je einem Probebecher für den Abnehmer und den Lieferanten (4)



3.1.6 Probenahme in AfG-Betrieben

Soweit es sich in AfG-Betrieben um Probenahmen aus Zuckersilos oder Flüssigzuckertanks für chemisch-physikalische Untersuchungen handelt, finden die Empfehlungen der ICUMSA Anwendung.

Im Verlauf der Produktion sind aber noch weitere Probenahmen erforderlich, um die Qualität der Endprodukte sicherzustellen. Diese beginnen beim Rohstoff Wasser, dessen chemische Zusammensetzung und biologische Beschaffenheit von großem Einfluß auf Geschmack und Haltbarkeit der Getränke sind. Ferner sind die zur Verarbeitung bestimmten Fruchtsaftkonzentrate, Grundstoffe und Essenzen nicht nur auf ihre chemische Zusammensetzung sondern auch auf ihre sensorische Eignung zu prüfen.

Im Verlauf der Produktion sind weiterhin Probenahmen von Zwischenprodukten und Endprodukten notwendig. Hierzu zählen z. B. das Wasser nach der Imprägnierung oder das fertig ausgemischte Getränk vor dem Füller.

Für die Entnahme verschiedenartiger Proben bestehen im einzelnen keine speziellen Vorschriften. Soweit möglich, ist aber auch hier die Forderung zu erfüllen, durch mehrere Einzelproben und deren Mischungen einen repräsentativen Durchschnitt für die Analysen zu gewährleisten.

3.1.7 Mikrobiologische Untersuchung

Grundlegend andere Bedingungen sind dann gegeben, wenn die Proben dazu bestimmt sind, den mikrobiologischen Zustand von Rohstoffen, Zwischen- oder Fertigprodukten zu prüfen.

Das Probenmaterial zur chemisch-physikalischen Analyse kann für diesen Zweck nicht verwendet werden, da die Gefahr von Sekundärinfektionen und dadurch bedingte Fehler zu groß ist. Deshalb müssen für eine sterile Probenahme entsprechende Vorschriften beachtet werden.

Hierzu gehören sterile Gefäße zur Aufnahme der Proben und spezielle Methoden für die Entnahme, um jede Reinfektion zu vermeiden.

Die Wahrscheinlichkeit, eine Infektion in einer größeren Charge durch die Untersuchung von Proben zu erkennen, hängt vom Kontaminationsgrad und von der Menge und Anzahl der entnommenen Proben ab. Bei einer geringen Infektion ist die Wahrscheinlichkeit, Keime zu erfassen, niedrig, besonders dann, wenn das zu testende Material nicht homogen vermischt werden kann.

Beispiel: Enthält eine Charge im Durchschnitt je cm³ einen lebensfähigen Keim und wird hiervon 1 cm³ untersucht (z. B. mittels des üblichen Plattengußverfahrens), so folgen die erzielten Treffer den Wahrscheinlichkeitsgesetzen. Dieses Beispiel wird zu dem Ergebnis führen, dass

in 37-38% der Proben kein Keim
in 37-38% jeweils 1 Keim
in 18% 2 Keime und
in 6% 3 Keime gefunden werden.

Eine möglichst sichere Aussage ist lediglich dann zu erzielen, wenn eine größere Anzahl von Proben angesetzt oder eine entsprechend große Probe des Materials untersucht wird.

3.1.7.1 Sterile Probenahme

Die Probenahme hat so zu erfolgen, daß eine Fremdinfection ausgeschlossen ist. Die sterile Probenahme aus Zuckersilos oder Silofahrzeugen für kristallinen Zucker erfordert besondere Maßnahmen. Der Probestecher muß vorher mit heißem Wasser gereinigt, mit Dampf sterilisiert, mit Sterilluft getrocknet und in einem Plastikschlauch steril verpackt werden. Nach der Probenahme wird der Inhalt des Probestechers in sterilisierte Gefäße entleert.

Probestecher

Für die Entnahme von Proben aus flüssigen Medien sind an den jeweiligen Behältern und Leitungen Probefähne angebracht. Zur sterilen Probenahme sind folgende Vorbereitungen zu treffen:

Probefähne

Zuerst wird etwas Flüssigkeit abgelassen, dann wird der Hahn innen und außen mit einer Spritzflasche mit Wasser gereinigt und anschließend mit 70%igem Alkohol. Der Hahn wird einschließlich Ventilkegel kräftig mit einem Gasbrenner erhitzt. Zum Abkühlen muß eine größere Flüssigkeitsmenge ablaufen, bevor die Probe in eine sterile Flasche abgefüllt wird.

Für die Probenahme flüssiger Produkte ist die DIN-Vorschrift 38.411 zu empfehlen (s. auch Kapitel 3.1.2).

Werden Fertiggetränke aus Flaschen untersucht, müssen vor der Entnahme die Proben gut durchgemischt und die Verschlüsse abgeflammt werden. Aus CO₂-haltigen Getränken muß das CO₂ durch Ausrühren z. B. mit sterilen Glaskügelchen entfernt werden. Untersuchungsproben werden dann mit einer sterilen Pipette unter sterilen Bedingungen entnommen.

3.1.7.2 Stufenkontrolle

Außer einer planmäßigen Produktkontrolle müssen, vor allem bei der Suche nach Kontaminationsursachen, Stufenkontrollen durchgeführt werden. Eine Stufenkontrolle sollte auch die mikrobiologische Untersuchung von Geräten einbeziehen.

Abklatsch-
Test

Eine wertvolle Hilfe zur mikrobiologischen Überwachung von Geräten und Produktionsanlagen bieten qualitative Testverfahren. Die Abklatschprobe ist für glatte Flächen geeignet. Gefäße oder Teile der Anlage, die auf das Vorhandensein von Keimen zu testen sind, werden direkt mit einem Nährboden in Kontakt gebracht und dieser dann bebrütet.

Wischtest

An schwer zugänglichen Stellen ist die Verwendung von Tupfern vorteilhaft. Das Material hierfür bietet der Laborhandel in Form steriler Plastikröhrchen an, die mit einem an einem Stäbchen befestigten Wattebausch versehen sind. Mit diesem werden die zu prüfenden Stellen, z. B. Füllerventile, abgestrichen. Zu beachten ist, dass auf diese Weise nur Proben von nassen Stellen genommen werden können. Sollen trockene Stellen behandelt werden, so ist es zweckmäßig, vorher in die Röhrchen einige Kubikzentimeter sterile physiologische Kochsalzlösung einzufüllen. Nach Probenahme müssen die Tupfer auf dem entsprechenden Nährboden ausgestrichen werden. Bei einigen Tests kann das Wachstum der Mikroorganismen, außerdem durch die Trübung im fertigen Nährstoffröhrchen nach der Bebrütung festgestellt werden.

Eine Stufenkontrolle sollte die Untersuchungen der Rohstoffe einschließlich des Wassers, der Geräte des Prozessweges, der Mischer, der Carbonisierungs- und Abfüllanlagen, die Flaschen und Verschlüsse sowie die Reinigungsschritte einbeziehen.

- 3.2. ANALYTISCHE BESTIMMUNGSMETHODEN FÜR ZUCKERARTEN
 - 3.2.1 Chemische und physikalische Untersuchungsmethoden
 - 3.2.1.1 Wassergehalt bzw. Trockensubstanzbestimmung
 - 3.2.1.1.1 Gravimetrische Analyse des Trockensubstanzgehaltes von Weißzucker – Trockenschränk-Methode
 - 3.2.1.1.2 Titrimetrische Wassergehaltsbestimmung nach KARL FISCHER
 - 3.2.1.1.3 Trockensubstanzbestimmung von Zuckerlösungen - Refraktometrisch
 - 3.2.1.2 Invertzucker (Glucose und Fructose)
 - 3.2.1.2.1 Bestimmung des Invertzuckergehaltes in Weißzucker durch Reduktion von MÜLLER'scher Lösung (Für Gehalte von ca. 0,1 bis 10%)
 - 3.2.1.2.2 Bestimmung des Invertzuckergehaltes in hochinvertierten Sirupen nach der Methode LUFF-SCHOORL (für Gehalte von ca. 2 bis 60%)
 - 3.2.1.2.3 Bestimmung des Invertzuckergehaltes mit Hilfe der LANE-EYNON-Methode (Modifizierung auf konstantes Volumen) für Invertzuckerhaltige flüssige Zucker
 - 3.2.1.2.4 Enzymatische Bestimmung des Glucose und Fructosegehaltes
 - 3.2.1.3 Saccharosegehaltsbestimmung
 - 3.2.1.3.1 Polarimetrische Bestimmung des Zuckergehaltes
 - 3.2.1.3.2 Enzymatische Bestimmung des Saccharosegehaltes
 - 3.2.1.4 Aschegehaltsbestimmung
 - 3.2.1.4.1 Sulfatasche
 - 3.2.1.4.2 Leitfähigkeitsasche
 - 3.2.1.5 Farbe in Lösung
 - 3.2.1.6 Bestimmung der Farbtype von Weißzuckern
 - 3.2.2 Mikrobiologische Untersuchungsmethoden
 - 3.2.2.1 Kulturverfahren
 - 3.2.2.1.1 Ansetzen von Nährlösungen und Nährböden
 - 3.2.2.1.2 Plattengußverfahren
 - 3.2.2.1.3 Oberflächenkultur
 - 3.2.2.1.4 Membranfiltration
 - 3.2.2.1.5 Kultivierung unter sauerstoffarmen Bedingungen
 - 3.2.2.1.6 Verdünnungsreihe
 - 3.2.2.1.7 Rollkultur
 - 3.2.2.1.8 Austrichverfahren
 - 3.2.2.2 Untersuchungsmethoden zur Betriebskontrolle
 - 3.2.2.2.1 Methoden zum Nachweis der Zahl mesophiler Gesamtkolonien
 - 3.2.2.2.1.1 SÜDZUCKER-Methode
 - 3.2.2.2.1.2 Verschiedene Untersuchungsverfahren
 - 3.2.2.2.2 Methoden zur Bestimmung mesophiler Schleimbildner
 - 3.2.2.2.2.1 SÜDZUCKER-Methode
 - 3.2.2.2.2.2 Verschiedene Untersuchungsvorschriften
 - 3.2.2.2.3 Methoden zum Nachweis thermophiler Sporenbildner
 - 3.2.2.2.3.1 SÜDZUCKER-Methode
 - 3.2.2.2.3.2 Verschiedene Untersuchungsverfahren
 - 3.2.2.2.4 Methoden zum Nachweis von Hefen und Schimmelpilzen
 - 3.2.2.2.4.1 SÜDZUCKER-Methode
 - 3.2.2.2.4.2 Verschiedene Untersuchungsverfahren
 - 3.2.2.2.4.3 Nachweis von osmotoleranten Hefen
 - 3.2.2.2.4.4 Nachweis gärfähiger Hefen
 - 3.2.2.2.5 Methoden zum Nachweis von coliformen Bakterien einschließlich Escherichia coli
 - 3.2.2.2.5.1 SÜDZUCKER-Methode
 - 3.2.2.2.5.2 Untersuchungsverfahren zum selektiven Nachweis von coliformen Keimen und Escherichia coli
 - 3.2.2.2.5.3 Differenzierung von coliformen Keimen und E. coli mit Hilfe gebrauchsfertiger Testverfahren
 - 3.2.2.3 Mikroskopische Untersuchungen
 - 3.2.2.3.1 Lebendpräparat
 - 3.2.2.3.1.1 Vitalfärbung
 - 3.2.2.3.2 Ausstrichpräparat
 - 3.2.2.3.2.1 Methylenblaufärbung
 - 3.2.2.3.2.2 Negativfärbung
 - 3.2.2.3.2.3 Gramfärbung
 - 3.2.2.3.2.4 Sporenfärbung

3.2 ANALYTISCHE BESTIMMUNGSMETHODEN FÜR ZUCKERARTEN

3.2.1 Chemische und physikalische Untersuchungsmethoden

3.2.1.1 Wassergehalt bzw. Trockensubstanzbestimmung

Der Gesamtwassergehalt von Weißzucker setzt sich zusammen aus dem auf der Kristalloberfläche frei vorliegenden Wasser, dem in einer amorphen Schicht auf der Kristalloberfläche gebundenen Wasser und dem innerhalb der Kristallstruktur eingeschlossenen Wasser.

Das frei vorliegende Wasser sowie ein Teil des auf der Kristalloberfläche gebundenen Wassers wird als Feuchte bezeichnet. Die Feuchte lässt sich durch Trocknen entfernen. Das innerhalb des Zuckerkristalls eingeschlossene Wasser wird dagegen erst nach einer Zerstörung der Kristallstruktur frei. Für die Beurteilung der Lagerfähigkeit des Weißzuckers ist hauptsächlich die Kenntnis des Feuchtegehaltes von Bedeutung.

Der Feuchtegehalt kann entweder nach der Karl-Fischer-Methode oder nach der Trockenschrank-Methode (Gravimetrisch) bestimmt werden. Der Gesamtwassergehalt kann nach der Karl-Fischer Methode bestimmt werden.

3.2.1.1.1 Gravimetrische Bestimmung des Trockensubstanzgehaltes von Weißzucker - Trockenschrank-Methode

Prinzip: Der Trockensubstanzgehalt W_{TS} wird durch Bestimmung des Masseverlustes nach Trocknung bei 105°C ermittelt.

Geräte:

- Analysenwaage mit 0,1 mg Ablesegenauigkeit
- Trockenschrank
- Metallschale mit flachem Boden (Metall, das unter den Versuchsbedingungen nicht angegriffen wird, z. B. Aluminium) mit mindestens 100 mm Durchmesser und einer Höhe von mindestens 30 mm
- Exsikkator.

Durchführung: Die zur Bestimmung eingesetzte Metallschale wird im Trockenschrank bei $105 \pm 1^\circ \text{C}$ bis zur konstanten Masse getrocknet. Sie wird im Exsikkator mindestens 30 Minuten abgekühlt und auf $\pm 0,1 \text{ mg}$ genau ausgewogen. 20-30 g der Probe werden auf $\pm 0,1 \text{ mg}$ genau in die Schale eingewogen [Einwaage = m_0 (g)] und die Schale mit Inhalt dann drei Stunden lang im Trockenschrank bei $105 \pm 1^\circ \text{C}$ aufbewahrt. Nach Abkühlen im Exsikkator wird die Schale mit Inhalt wieder auf $\pm 0,1 \text{ mg}$ genau ausgewogen.

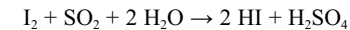
Berechnung:
$$W_{TS} = 100 - \frac{(m_0 - m_1)}{m_0} \cdot 100 (\%)$$

Gesamt-
wassergehalt

Feuchte

3.2.1.1.2 Titrimetrische Wassergehaltsbestimmung nach KARL FISCHER

Der Wassergehalt wird durch Titration mit Karl-Fischer-Reagenz bestimmt. Dieser Methode liegt die sogenannte Bunsen-Reaktion zugrunde.



Die Menge des verbrauchten Iods ergibt eine Maßzahl für die Menge des titrierten Wassers.

Es kann, abhängig von verwendeten Lösemitteln, der Gesamtwassergehalt des kristallinen Zuckers oder nur das an den Kristallaußenflächen anhaftende Wasser (Oberflächenwassergehalt) und ein Teil des in der amorphen Schicht gebundenen Wassers durch Extraktion freigesetzt und bestimmt werden.

Reagenzien:

- 1) Zweikomponenten-Reagenzien für die Karl-Fischer-Titration (Solvent + Titrant) z.B. von der Firma Merck oder Riedel-de Haen)
- 2) Natriumtartrat-Dihydrat (Urtitersubstanz)
- 3) VE-Wasser

Geräte

- Karl-Fischer-Apparatur mit einem Titriergefäß, Arbeitsvolumen 50-100 mL.
- Mikroliterspritze, Arbeitsvolumen 10 μL
- Analysenwaage, Ablesegenauigkeit 0,0001 g
- Trockenschrank
- Exsikkator

Bei der Untersuchung werden gesundheitsgefährdende Stoffe eingesetzt. Deshalb sind die Hinweise auf besondere Gefahren und Sicherheitsratschläge zu beachten.

Durchführung: 1) Trockentitrieren des Solvents: In das Titriergefäß 50 ml Solvent vorlegen und unter gelegentlichem Umschütteln mit Titrant austitrieren („trockentitrieren“).

2) Bestimmung des Titors (T): Der Titer ist ein Maß für die Stärke des Titrants 5 (1 mL entspricht ca. 5 mg Wasser). Da dieses Reagenz hygroskopisch ist, kann sich der Titer durch die Einwirkung der Luftfeuchtigkeit (Undichtigkeit der Apparatur) verändern; deshalb sollte er täglich überprüft werden. Dazu werden zum trockentitrierten Solvent mit Hilfe einer Mikroliterspritze 10 mg VE-Wasser zugesetzt (Differenzwägung, Ablesegenauigkeit 0,1 mg) und titriert. Der Titer (T) wird aus der Wassereinwaage (mW) und dem Titrant-Verbrauch (VT) ermittelt:

$$T = mW (\text{mg}) / VT (\text{ml})$$

Alternativ kann die Titer-Bestimmung mittels der Ur titersubstanz (Natriumtartrat-Dihydrat) durchgeführt werden. In diesem Fall errechnet sich die Wassereinwaage (mW) aus der eingewogenen Ur titersubstanz (mT) und deren Wassergehalt (wW):

$$mW \text{ (mg)} = mT \text{ (mg)} \cdot wW \text{ (\%)} / 100$$

- 3) Bestimmung der Drift (D): Da ein Eindringen von Luftfeuchtigkeit in die Apparatur während der Titration wegen Undichtheiten nicht vermeidbar ist, muss bei einer genauen Bestimmung des Feuchtegehaltes von Weißzucker die Drift ermittelt und bei der Berechnung der Ergebnisse berücksichtigt werden; bei modernen Karl-Fischer-Titratoren geschieht dies automatisch. Die Drift (D) wird definiert als der zum Trockenhalten des trockentitrierten Solvents benötigte Verbrauch an Titrant 5 (VD), bezogen auf die entsprechende Titrierzeit (tD):

$$D = VD \text{ (mL)} / tD \text{ (min)}$$

- 4) Zu dem auf 20-25 °C (Raumtemperatur) temperierten trockentitrierten Solvent werden unter Rühren schnell 8,0 ± 0,1 g Weißzucker zugesetzt (Differenzwägung, Ablesegenauigkeit 0,0001 g). Anschließend wird der Inhalt des Titriergefäßes 8 min ± 10 s gerührt und gleichzeitig autitriert. Während dieser Zeit wird das auf der Kristalloberfläche frei vorliegende Wasser sowie ein Teil des auf der Kristalloberfläche gebundenen Wassers durch das Suspensionsmittel freigesetzt und titrimetrisch erfasst. Nach einer Messung ist die Kapazität des Solvents erschöpft, das Kristall/Solvent-Gemisch ist zu entfernen. Für die zweite Messung (Doppelbestimmung) ist das Titriergefäß mit frischem Solvent zu beschicken.

Auswertung /

Berechnung: Der Feuchtegehalt der Probe wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$w = 100 \cdot (V - D \cdot t) \cdot T / m$$

w = Feuchtegehalt der Probe (% , g/100 g)

V = Verbrauch an Titrant 5 (mL)

D = Drift (mL/min)

t = Titrierzeit (min)

T = Titer des Titrants 5 (mg/mL)

m = Probeneinwaage (mg)

Moderne KF-Apparaturen führen diese Berechnung automatisch durch und auf einem Ausdruck erscheinen sowohl die technischen Daten als auch die Ergebnisse bzw. statistische Angaben.

Der Unterschied zwischen den Einzelergebnissen einer Doppelbestimmung darf nicht mehr als 0,020 % betragen, sonst ist die Doppelbestimmung zu wiederholen.

3.2.1.1.3 Refraktometrische Bestimmung des Trockensubstanzgehaltes von Zuckerlösungen

Brechungsindex

Der Brechungsindex reiner wässriger Zuckerlösungen steht in funktionellem Zusammenhang mit deren Zucker- bzw. Trockensubstanzgehalt. Letzterer kann daher mit Hilfe von Refraktometern bestimmt werden, wobei entweder die untenstehende Tabelle zur Umrechnung benutzt wird oder Geräte mit entsprechender Kalibrierung zum Einsatz kommen.

Geräte: Refraktometer zum Ablesen des Brechungsindex bis zur vierten Dezimalstelle bei 20 ± 0,5° C, oder Refraktometer mit einer auf Saccharose geeichten TS-Skala.

Durchführung: Der Brechungsindex der Probe wird mit dem Refraktometer bei 20°C gemessen. Bei Refraktometern mit einer auf Saccharose geeichten TS-Skala kann der Trockensubstanzgehalt direkt abgelesen werden. Sofern die Probe Kristalle enthält, werden diese aufgelöst, indem vor der Messung mit dest. Wasser 1 : 1 (m/m) verdünnt wird.

Berechnung: Anhand der Tabelle 1 der Brechungsindices von Saccharoselösungen wird der Gehalt an Trockenmasse für Saccharose ermittelt. Ggf. wird für je 1 % in der Probe enthaltenen Invertzuckers der abgelesene Trockensubstanzgehalt um 0,022% erhöht (s. dazu Tabellen 1+2 in Kapitel 4.3).

Tabelle 1: Brechungsindices von Saccharoselösungen für 20°C*

n. 20°	Sachar. %	n. 20°	Sachar. %	n. 20°	Sachar. %	n. 20°	Sachar. %	n. 20°	Sachar. %
1,3330	0,010	1,3375	3,123	1,3420	6,164	1,3465	9,137	1,3510	12,044
1,3331	0,079	1,3376	3,191	1,3421	6,231	1,3466	9,202	1,3511	12,108
1,3332	0,149	1,3377	3,259	1,3422	6,298	1,3467	9,268	1,3512	12,172
1,3333	0,219	1,3378	3,327	1,3423	6,364	1,3468	9,333	1,3513	12,235
1,3334	0,289	1,3379	3,396	1,3424	6,431	1,3469	9,398	1,3514	12,299
1,3335	0,359	1,3380	3,464	1,3425	6,498	1,3470	9,463	1,3515	12,363
1,3336	0,429	1,3381	3,532	1,3426	6,564	1,3471	9,528	1,3516	12,427
1,3337	0,499	1,3382	3,600	1,3427	6,631	1,3472	9,593	1,3517	12,490
1,3338	0,568	1,3383	3,668	1,3428	6,698	1,3473	9,658	1,3518	12,554
1,3339	0,638	1,3384	3,736	1,3429	6,764	1,3474	9,724	1,3519	12,618
1,3340	0,708	1,3385	3,804	1,3430	6,831	1,3475	9,789	1,3520	12,681
1,3341	0,777	1,3386	3,872	1,3431	6,897	1,3476	9,854	1,3521	12,745
1,3342	0,847	1,3387	3,940	1,3432	6,963	1,3477	9,918	1,3522	12,808
1,3343	0,916	1,3388	4,008	1,3433	7,030	1,3478	9,983	1,3523	12,872
1,3344	0,986	1,3389	4,076	1,3434	7,096	1,3479	10,048	1,3524	12,935
1,3345	1,055	1,3390	4,144	1,3435	7,163	1,3480	10,113	1,3525	12,999
1,3346	1,125	1,3391	4,212	1,3436	7,229	1,3481	10,178	1,3526	13,062
1,3347	1,194	1,3392	4,280	1,3437	7,295	1,3482	10,243	1,3527	13,125
1,3348	1,263	1,3393	4,348	1,3438	7,361	1,3483	10,307	1,3528	13,189
1,3349	1,333	1,3394	4,415	1,3439	7,427	1,3484	10,372	1,3529	13,252
1,3350	1,402	1,3395	4,483	1,3440	7,494	1,3485	10,437	1,3530	13,315
1,3351	1,471	1,3396	4,551	1,3441	7,560	1,3486	10,502	1,3531	13,379
1,3352	1,541	1,3397	4,618	1,3442	7,626	1,3487	10,566	1,3532	13,442
1,3353	1,610	1,3398	4,686	1,3443	7,692	1,3488	10,631	1,3533	13,505
1,3354	1,679	1,3399	4,753	1,3444	7,758	1,3489	10,695	1,3534	13,568
1,3355	1,748	1,3400	4,821	1,3445	7,824	1,3490	10,760	1,3535	13,631
1,3356	1,817	1,3401	4,888	1,3446	7,890	1,3491	10,824	1,3536	13,694
1,3357	1,886	1,3402	4,956	1,3447	7,956	1,3492	10,889	1,3537	13,757
1,3358	1,955	1,3403	5,023	1,3448	8,022	1,3493	10,953	1,3538	13,820
1,3359	2,024	1,3404	5,091	1,3449	8,088	1,3494	11,018	1,3539	13,883
1,3360	2,093	1,3405	5,158	1,3450	8,153	1,3495	11,082	1,3540	13,946
1,3361	2,162	1,3406	5,225	1,3451	8,219	1,3496	11,146	1,3541	14,009
1,3362	2,231	1,3407	5,293	1,3452	8,285	1,3497	11,211	1,3542	14,072
1,3363	2,299	1,3408	5,360	1,3453	8,351	1,3498	11,275	1,3543	14,135
1,3364	2,368	1,3409	5,427	1,3454	8,416	1,3499	11,339	1,3544	14,198
1,3365	2,437	1,3410	5,494	1,3455	8,482	1,3500	11,403	1,3545	14,261
1,3366	2,506	1,3411	5,561	1,3456	8,548	1,3501	11,468	1,3546	14,324
1,3367	2,574	1,3412	5,628	1,3457	8,613	1,3502	11,532	1,3547	14,386
1,3368	2,643	1,3413	5,696	1,3458	8,679	1,3503	11,596	1,3548	14,449
1,3369	2,712	1,3414	5,763	1,3459	8,744	1,3504	11,660	1,3549	14,512
1,3370	2,780	1,3415	5,830	1,3460	8,810	1,3505	11,724	1,3550	14,575
1,3371	2,849	1,3416	5,897	1,3461	8,875	1,3506	11,788	1,3551	14,637
1,3372	2,917	1,3417	5,963	1,3462	8,941	1,3507	11,852	1,3552	14,700
1,3373	2,986	1,3418	6,030	1,3463	9,006	1,3508	11,916	1,3553	14,762
1,3374	3,054	1,3419	6,097	1,3464	9,072	1,3509	11,980	1,3554	14,825

Fortsetzung von Tab. 1

n. 20°	Sachar. %	n. 20°	Sachar. %	n. 20°	Sachar. %	n. 20°	Sachar. %	n. 20°	Sachar. %
1,3555	14,887	1,3600	17,670	1,3645	20,394	1,3690	23,062	1,3735	25,675
1,3556	14,950	1,3601	17,731	1,3646	20,454	1,3691	23,121	1,3736	25,733
1,3557	15,012	1,3602	17,792	1,3647	20,514	1,3692	23,179	1,3737	25,790
1,3558	15,075	1,3603	17,853	1,3648	20,574	1,3693	23,238	1,3738	25,848
1,3559	15,137	1,3604	17,915	1,3649	20,634	1,3694	23,296	1,3739	25,905
1,3560	15,200	1,3605	17,976	1,3650	20,693	1,3695	23,355	1,3740	25,963
1,3561	15,262	1,3606	18,037	1,3651	20,753	1,3696	23,413	1,3741	26,020
1,3562	15,324	1,3607	18,098	1,3652	20,813	1,3697	23,472	1,3742	26,077
1,3563	15,387	1,3608	18,159	1,3653	20,872	1,3698	23,530	1,3743	26,135
1,3564	15,449	1,3609	18,219	1,3654	20,932	1,3699	23,589	1,3744	26,192
1,3565	15,511	1,3610	18,280	1,3655	20,992	1,3700	23,647	1,3745	26,249
1,3566	15,573	1,3611	18,341	1,3656	21,051	1,3701	23,706	1,3746	26,306
1,3567	15,635	1,3612	18,402	1,3657	21,111	1,3702	23,764	1,3747	26,363
1,3568	15,697	1,3613	18,463	1,3658	21,171	1,3703	23,822	1,3748	26,421
1,3569	15,760	1,3614	18,524	1,3659	21,230	1,3704	23,881	1,3749	26,478
1,3570	15,822	1,3615	18,584	1,3660	21,290	1,3705	23,939	1,3750	26,535
1,3571	15,884	1,3616	18,645	1,3661	21,349	1,3706	23,997	1,3751	26,592
1,3572	15,946	1,3617	18,706	1,3662	21,408	1,3707	24,055	1,3752	26,649
1,3573	16,008	1,3618	18,767	1,3663	21,468	1,3708	24,114	1,3753	26,706
1,3574	16,070	1,3619	18,827	1,3664	21,527	1,3709	24,172	1,3754	26,763
1,3575	16,132	1,3620	18,888	1,3665	21,587	1,3710	24,230	1,3755	26,820
1,3576	16,193	1,3621	18,948	1,3666	21,646	1,3711	24,288	1,3756	26,877
1,3577	16,255	1,3622	19,009	1,3667	21,705	1,3712	24,346	1,3757	26,934
1,3578	16,317	1,3623	19,070	1,3668	21,765	1,3713	24,404	1,3758	26,991
1,3579	16,379	1,3624	19,130	1,3669	21,824	1,3714	24,462	1,3759	27,048
1,3580	16,441	1,3625	19,191	1,3670	21,883	1,3715	24,520	1,3760	27,105
1,3581	16,502	1,3626	19,251	1,3671	21,942	1,3716	24,578	1,3761	27,162
1,3582	16,564	1,3627	19,311	1,3672	22,001	1,3717	24,636	1,3762	27,218
1,3583	16,626	1,3628	19,372	1,3673	22,061	1,3718	24,694	1,3763	27,275
1,3584	16,688	1,3629	19,432	1,3674	22,120	1,3719	24,752	1,3764	27,332
1,3585	16,749	1,3630	19,492	1,3675	22,179	1,3720	24,810	1,3765	27,389
1,3586	16,811	1,3631	19,553	1,3676	22,238	1,3721	24,868	1,3766	27,445
1,3587	16,872	1,3632	19,613	1,3677	22,297	1,3722	24,926	1,3767	27,502
1,3588	16,934	1,3633	19,673	1,3678	22,356	1,3723	24,984	1,3768	27,559
1,3589	16,995	1,3634	19,734	1,3679	22,415	1,3724	25,041	1,3769	27,615
1,3590	17,057	1,3635	19,794	1,3680	22,474	1,3725	25,099	1,3770	27,672
1,3591	17,118	1,3636	19,854	1,3681	22,533	1,3726	25,157	1,3771	27,729
1,3592	17,180	1,3637	19,914	1,3682	22,592	1,3727	25,215	1,3772	27,785
1,3593	17,241	1,3638	19,974	1,3683	22,650	1,3728	25,272	1,3773	27,842
1,3594	17,302	1,3639	20,034	1,3684	22,709	1,3729	25,330	1,3774	27,898
1,3595	17,364	1,3640	20,094	1,3685	22,768	1,3730	25,388	1,3775	27,955
1,3596	17,425	1,3641	20,154	1,3686	22,827	1,3731	25,445	1,3776	28,011
1,3597	17,486	1,3642	20,214	1,3687	22,886	1,3732	25,503	1,3777	28,068
1,3598	17,548	1,3643	20,274	1,3688	22,944	1,3733	25,560	1,3778	28,124
1,3599	17,609	1,3644	20,334	1,3689	23,003	1,3734	25,618	1,3779	28,180

Fortsetzung von Tab. 1

n. 20°	Sachar. %	n. 20°	Sachar. %	n. 20°	Sachar. %	n. 20°	Sachar. %	n. 20°	Sachar. %
1,3780	28,237	1,3825	30,748	1,3870	33,211	1,3915	35,627	1,3960	37,999
1,3781	28,293	1,3826	30,803	1,3871	33,265	1,3916	35,681	1,3961	38,051
1,3782	28,349	1,3827	30,859	1,3872	33,319	1,3917	35,734	1,3962	38,104
1,3783	28,406	1,3828	30,914	1,3873	33,374	1,3918	35,787	1,3963	38,156
1,3784	28,462	1,3829	30,969	1,3874	33,428	1,3919	35,840	1,3964	38,208
1,3785	28,518	1,3830	31,024	1,3875	33,482	1,3920	35,893	1,3965	38,260
1,3786	28,575	1,3831	31,079	1,3876	33,536	1,3921	35,946	1,3966	38,312
1,3787	28,631	1,3832	31,134	1,3877	33,590	1,3922	35,999	1,3967	38,364
1,3788	28,687	1,3833	31,189	1,3878	33,644	1,3923	36,052	1,3968	38,416
1,3789	28,743	1,3834	31,244	1,3879	33,698	1,3924	36,105	1,3969	38,468
1,3790	28,799	1,3835	31,299	1,3880	33,752	1,3925	36,158	1,3970	38,520
1,3791	28,855	1,3836	31,355	1,3881	33,806	1,3926	36,211	1,3971	38,572
1,3792	28,911	1,3837	31,409	1,3882	33,860	1,3927	36,264	1,3972	38,624
1,3793	28,967	1,3838	31,464	1,3883	33,914	1,3928	36,317	1,3973	38,676
1,3794	29,023	1,3839	31,519	1,3884	33,968	1,3929	36,370	1,3974	38,728
1,3795	29,079	1,3840	31,574	1,3885	34,022	1,3930	36,423	1,3975	38,780
1,3796	29,135	1,3841	31,629	1,3886	34,075	1,3931	36,476	1,3976	38,832
1,3797	29,191	1,3842	31,684	1,3887	34,129	1,3932	36,529	1,3977	38,884
1,3798	29,247	1,3843	31,739	1,3888	34,183	1,3933	36,581	1,3978	38,936
1,3799	29,303	1,3844	31,794	1,3889	34,237	1,3934	36,634	1,3979	38,988
1,3800	29,359	1,3845	31,849	1,3890	34,291	1,3935	36,687	1,3980	39,039
1,3801	29,415	1,3846	31,903	1,3891	34,344	1,3936	36,740	1,3981	39,091
1,3802	29,471	1,3847	31,958	1,3892	34,398	1,3937	36,792	1,3982	39,143
1,3803	29,526	1,3848	32,013	1,3893	34,452	1,3938	36,845	1,3983	39,195
1,3804	29,582	1,3849	32,068	1,3894	34,505	1,3939	36,898	1,3984	39,246
1,3805	29,638	1,3850	32,122	1,3895	34,559	1,3940	36,951	1,3985	39,298
1,3806	29,694	1,3851	32,177	1,3896	34,613	1,3941	37,003	1,3986	39,350
1,3807	29,749	1,3852	32,232	1,3897	34,666	1,3942	37,056	1,3987	39,401
1,3808	29,805	1,3853	32,286	1,3898	34,720	1,3943	37,108	1,3988	39,453
1,3809	29,861	1,3854	32,341	1,3899	34,774	1,3944	37,161	1,3989	39,505
1,3810	29,916	1,3855	32,395	1,3900	34,827	1,3945	37,213	1,3990	39,556
1,3811	29,972	1,3856	32,450	1,3901	34,881	1,3946	37,266	1,3991	39,608
1,3812	30,028	1,3857	32,504	1,3902	34,934	1,3947	37,319	1,3992	39,659
1,3813	30,083	1,3858	32,559	1,3903	34,988	1,3948	37,371	1,3993	39,711
1,3814	30,139	1,3859	32,613	1,3904	35,041	1,3949	37,423	1,3994	39,762
1,3815	30,194	1,3860	32,668	1,3905	35,094	1,3950	37,476	1,3995	39,814
1,3816	30,250	1,3861	32,722	1,3906	35,148	1,3951	37,528	1,3996	39,865
1,3817	30,305	1,3862	32,777	1,3907	35,201	1,3952	37,581	1,3997	39,917
1,3818	30,361	1,3863	32,831	1,3908	35,255	1,3953	37,633	1,3998	39,968
1,3819	30,416	1,3864	32,885	1,3909	35,308	1,3954	37,685	1,3999	40,020
1,3820	30,471	1,3865	32,940	1,3910	35,361	1,3955	37,738	1,4000	40,071
1,3821	30,527	1,3866	32,994	1,3911	35,415	1,3956	37,790	1,4001	40,123
1,3822	30,582	1,3867	33,048	1,3912	35,468	1,3957	37,842	1,4002	40,174
1,3823	30,637	1,3868	33,103	1,3913	35,521	1,3958	37,895	1,4003	40,225
1,3824	30,693	1,3869	33,157	1,3914	35,574	1,3959	37,947	1,4004	40,277

Fortsetzung von Tab. 1

n. 20°	Sachar. %	n. 20°	Sachar. %	n. 20°	Sachar. %	n. 20°	Sachar. %	n. 20°	Sachar. %
1,4005	40,328	1,4050	42,615	1,4095	44,862	1,4140	47,071	1,4185	49,242
1,4006	40,379	1,4051	42,665	1,4096	44,912	1,4141	47,119	1,4186	49,290
1,4007	40,430	1,4052	42,716	1,4097	44,961	1,4142	47,168	1,4187	49,338
1,4008	40,482	1,4053	42,766	1,4098	45,011	1,4143	47,217	1,4188	49,386
1,4009	40,533	1,4054	42,816	1,4099	45,060	1,4144	47,265	1,4189	49,434
1,4010	40,584	1,4055	42,867	1,4100	45,109	1,4145	47,314	1,4190	49,481
1,4011	40,635	1,4056	42,917	1,4101	45,159	1,4146	47,362	1,4191	49,529
1,4012	40,686	1,4057	42,967	1,4102	45,208	1,4147	47,411	1,4192	49,577
1,4013	40,737	1,4058	43,017	1,4103	45,257	1,4148	47,459	1,4193	49,625
1,4014	40,788	1,4059	43,068	1,4104	45,307	1,4149	47,508	1,4194	49,672
1,4015	40,840	1,4060	43,118	1,4105	45,356	1,4150	47,556	1,4195	49,720
1,4016	40,891	1,4061	43,168	1,4106	45,405	1,4151	47,605	1,4196	49,768
1,4017	40,942	1,4062	43,218	1,4107	45,455	1,4152	47,653	1,4197	49,815
1,4018	40,993	1,4063	43,268	1,4108	45,504	1,4153	47,702	1,4198	49,863
1,4019	41,044	1,4064	43,318	1,4109	45,553	1,4154	47,750	1,4199	49,911
1,4020	41,095	1,4065	43,368	1,4110	45,603	1,4155	47,799	1,4200	49,958
1,4021	41,146	1,4066	43,418	1,4111	45,652	1,4156	47,847	1,4201	50,006
1,4022	41,197	1,4067	43,468	1,4112	45,701	1,4157	47,895	1,4202	50,053
1,4023	41,248	1,4068	43,518	1,4113	45,750	1,4158	47,944	1,4203	50,101
1,4024	41,298	1,4069	43,569	1,4114	45,799	1,4159	47,992	1,4204	50,148
1,4025	41,349	1,4070	43,619	1,4115	45,848	1,4160	48,040	1,4205	50,196
1,4026	41,400	1,4071	43,668	1,4116	45,897	1,4161	48,089	1,4206	50,243
1,4027	41,451	1,4072	43,718	1,4117	45,947	1,4162	48,137	1,4207	50,291
1,4028	41,502	1,4073	43,768	1,4118	45,996	1,4163	48,185	1,4208	50,338
1,4029	41,553	1,4074	43,818	1,4119	46,045	1,4164	48,233	1,4209	50,386
1,4030	41,603	1,4075	43,868	1,4120	46,094	1,4165	48,282	1,4210	50,433
1,4032	41,654	1,4076	43,918	1,4121	46,143	1,4166	48,330	1,4211	50,481
1,4032	41,705	1,4077	43,968	1,4122	46,192	1,4167	48,378	1,4212	50,528
1,4033	41,756	1,4078	44,018	1,4123	46,241	1,4168	48,426	1,4213	50,575
1,4034	41,806	1,4079	44,068	1,4124	46,290	1,4169	48,474	1,4214	50,623
1,4035	41,857	1,4080	44,117	1,4125	46,339	1,4170	48,522	1,4215	50,670
1,4036	41,908	1,4081	44,167	1,4126	46,388	1,4171	48,571	1,4216	50,717
1,4037	41,958	1,4082	44,217	1,4127	46,437	1,4172	48,619	1,4217	50,765
1,4038	42,009	1,4083	44,267	1,4128	46,485	1,4173	48,667	1,4218	50,812
1,4039	42,060	1,4084	44,316	1,4129	46,534	1,4174	48,715	1,4219	50,859
1,4040	42,110	1,4085	44,366	1,4130	46,583	1,4175	48,763	1,4220	50,907
1,4041	42,161	1,4086	44,416	1,4131	46,632	1,4176	48,811	1,4221	50,954
1,4042	42,211	1,4087	44,465	1,4132	46,681	1,4177	48,859	1,4222	51,001
1,4043	42,262	1,4088	44,515	1,4133	46,730	1,4178	48,907	1,4223	51,048
1,4044	42,312	1,4089	44,565	1,4134	46,778	1,4179	48,955	1,4224	51,095
1,4045	42,363	1,4090	44,614	1,4135	46,827	1,4180	49,003	1,4225	51,143
1,4046	42,413	1,4091	44,664	1,4136	46,876	1,4181	49,051	1,4226	51,190
1,4047	42,464	1,4092	44,713	1,4137	46,925	1,4182	49,099	1,4227	51,237
1,4048	42,514	1,4093	44,763	1,4138	46,973	1,4183	49,147	1,4228	51,284
1,4049	42,565	1,4094	44,813	1,4139	47,022	1,4184	49,194	1,4229	51,331

Fortsetzung von Tab. 1

n. 20°	Sachar. %	n. 20°	Sachar. %	n. 20°	Sachar. %	n. 20°	Sachar. %	n. 20°	Sachar. %
1,4230	51,378	1,4275	53,480	1,4320	55,548	1,4365	57,584	1,4410	59,590
1,4231	51,425	1,4276	53,526	1,4321	55,594	1,4366	57,629	1,4411	59,634
1,4232	51,472	1,4277	53,572	1,4322	55,639	1,4367	57,674	1,4412	59,678
1,4233	51,519	1,4278	53,619	1,4323	55,685	1,4368	57,719	1,4413	59,723
1,4234	51,566	1,4279	53,665	1,4324	55,730	1,4369	57,764	1,4414	59,767
1,4235	51,613	1,4280	53,711	1,4325	55,776	1,4370	57,809	1,4415	59,811
1,4236	51,660	1,4281	53,757	1,4326	55,821	1,4371	57,854	1,4416	59,855
1,4237	51,707	1,4282	53,804	1,4327	55,867	1,4372	57,898	1,4417	59,899
1,4238	51,754	1,4283	53,850	1,4328	55,912	1,4373	57,943	1,4418	59,943
1,4239	51,801	1,4284	53,896	1,4329	55,958	1,4374	57,988	1,4419	59,988
1,4240	51,848	1,4285	53,942	1,4330	56,003	1,4375	58,033	1,4420	60,032
1,4241	51,895	1,4286	53,988	1,4331	56,049	1,4376	58,077	1,4421	60,076
1,4242	51,942	1,4287	54,034	1,4332	56,094	1,4377	58,122	1,4422	60,120
1,4243	51,989	1,4288	54,081	1,4333	56,140	1,4378	58,167	1,4423	60,164
1,4244	52,036	1,4289	54,127	1,4334	65,185	1,4379	58,212	1,4424	60,208
1,4245	52,082	1,4290	54,173	1,4335	56,230	1,4380	58,256	1,4425	60,252
1,4246	52,129	1,4291	54,219	1,4336	56,276	1,4381	58,301	1,4426	60,296
1,4247	52,176	1,4292	54,265	1,4337	56,321	1,4382	58,346	1,4427	60,340
1,4248	52,223	1,4293	54,311	1,4338	56,366	1,4383	58,390	1,4428	60,384
1,4249	52,270	1,4294	54,357	1,4339	56,412	1,4384	58,435	1,4429	60,428
1,4250	52,316	1,4295	54,403	1,4340	56,457	1,4385	58,480	1,4430	60,472
1,4251	52,363	1,4296	54,449	1,4341	56,502	1,4386	58,524	1,4431	60,516
1,4252	52,410	1,4297	54,495	1,4342	56,547	1,4387	58,569	1,4432	60,560
1,4253	52,456	1,4298	54,541	1,4343	56,593	1,4388	58,613	1,4433	60,604
1,4254	52,503	1,4299	54,587	1,4344	56,638	1,4389	58,658	1,4434	60,648
1,4255	52,550	1,4300	54,633	1,4345	56,683	1,4390	58,702	1,4435	60,691
1,4256	52,596	1,4301	54,679	1,4346	56,728	1,4391	58,747	1,4436	60,735
1,4257	52,643	1,4302	54,725	1,4347	56,774	1,4392	58,791	1,4437	60,779
1,4258	52,690	1,4303	54,770	1,4348	56,819	1,4393	58,836	1,4438	60,823
1,4259	52,736	1,4304	54,816	1,4349	56,864	1,4394	58,880	1,4439	60,867
1,4260	52,783	1,4305	54,862	1,4350	56,909	1,4395	58,925	1,4440	60,911
1,4261	52,829	1,4306	54,908	1,4351	56,954	1,4396	58,969	1,4441	60,954
1,4262	52,876	1,4307	54,954	1,4352	56,999	1,4397	59,014	1,4442	60,998
1,4263	52,923	1,4308	55,000	1,4353	57,044	1,4398	59,058	1,4443	61,042
1,4264	52,969	1,4309	55,045	1,4354	57,089	1,4399	59,103	1,4444	61,086
1,4265	53,016	1,4310	55,091	1,4355	57,135	1,4400	59,147	1,4445	61,129
1,4266	53,062	1,4311	55,137	1,4356	57,180	1,4401	59,191	1,4446	61,173
1,4267	53,109	1,4312	55,183	1,4357	57,225	1,4402	59,236	1,4447	61,217
1,4268	53,155	1,4313	55,228	1,4358	57,270	1,4403	59,280	1,4448	61,261
1,4269	53,201	1,4314	55,274	1,4359	57,315	1,4404	59,324	1,4449	61,304
1,4270	53,248	1,4315	55,320	1,4360	57,360	1,4405	59,369	1,4450	61,348
1,4271	53,294	1,4316	55,365	1,4361	57,405	1,4406	59,413	1,4451	61,392
1,4272	53,341	1,4317	55,411	1,4362	57,450	1,4407	59,457	1,4452	61,435
1,4273	53,387	1,4318	55,457	1,4363	57,495	1,4408	59,502	1,4453	61,479
1,4274	53,43	1,4319	55,502	1,4364	57,539	1,4409	59,546	1,4454	61,522

Fortsetzung von Tab. 1

n. 20°	Sachar. %	n. 20°	Sachar. %	n. 20°	Sachar. %	n. 20°	Sachar. %	n. 20°	Sachar. %
1,4455	61,566	1,4500	63,514	1,4545	65,434	1,4590	67,327	1,4635	69,195
1,4456	61,610	1,4501	63,557	1,4546	65,476	1,4591	67,369	1,4636	69,236
1,4457	61,653	1,4502	63,599	1,4547	65,518	1,4592	67,411	1,4637	69,278
1,4458	61,697	1,4503	63,642	1,4548	65,561	1,4593	67,452	1,4638	69,319
1,4459	61,740	1,4504	63,685	1,4549	65,603	1,4594	67,494	1,4639	69,360
1,4460	61,784	1,4505	63,728	1,4550	65,645	1,4595	67,536	1,4640	69,401
1,4461	61,827	1,4506	63,771	1,4551	65,688	1,4596	67,578	1,4641	69,442
1,4462	61,871	1,4507	63,814	1,4552	65,730	1,4597	67,619	1,4642	69,484
1,4463	61,914	1,4508	63,857	1,4553	65,772	1,4598	67,661	1,4643	69,525
1,4464	61,958	1,4509	63,900	1,4554	65,814	1,4599	67,703	1,4644	69,566
1,4465	62,001	1,4510	63,943	1,4555	65,857	1,4600	67,744	1,4645	69,607
1,4466	62,045	1,4511	63,985	1,4556	65,899	1,4601	67,786	1,4646	69,648
1,4467	62,088	1,4512	64,028	1,4557	65,941	1,4602	67,828	1,4647	69,689
1,4468	62,132	1,4513	64,071	1,4558	65,983	1,4603	67,869	1,4648	69,730
1,4469	62,175	1,4514	64,114	1,4559	66,025	1,4604	67,911	1,4649	69,771
1,4470	62,218	1,4515	64,157	1,4560	66,068	1,4605	67,953	1,4650	69,812
1,4471	62,262	1,4516	64,199	1,4561	66,110	1,4606	67,994	1,4651	69,853
1,4472	62,305	1,4517	64,242	1,4562	66,152	1,4607	68,036	1,4652	69,895
1,4473	62,348	1,4518	64,285	1,4563	66,194	1,4608	68,077	1,4653	69,936
1,4474	62,392	1,4519	64,328	1,4564	66,236	1,4609	68,119	1,4654	69,977
1,4475	62,435	1,4520	64,370	1,4565	66,278	1,4610	68,161	1,4655	70,018
1,4476	62,478	1,4521	64,413	1,4566	66,320	1,4611	68,202	1,4656	70,059
1,4477	62,522	1,4522	64,456	1,4567	66,363	1,4612	68,244	1,4657	70,100
1,4478	62,565	1,4523	64,498	1,4568	66,405	1,4613	68,285	1,4658	70,141
1,4479	62,608	1,4524	64,541	1,4569	66,447	1,4614	68,327	1,4659	70,181
1,4480	62,651	1,4525	64,584	1,4570	66,489	1,4615	68,368	1,4660	70,222
1,4481	62,695	1,4526	64,626	1,4571	66,531	1,4616	68,410	1,4661	70,263
1,4482	62,738	1,4527	64,669	1,4572	66,573	1,4617	68,451	1,4662	70,304
1,4483	62,781	1,4528	64,711	1,4573	66,615	1,4618	68,492	1,4663	70,345
1,4484	62,824	1,4529	64,754	1,4574	66,657	1,4619	68,534	1,4664	70,386
1,4485	62,868	1,4530	64,797	1,4575	66,699	1,4620	68,575	1,4665	70,427
1,4486	62,911	1,4531	64,839	1,4576	66,741	1,4621	68,617	1,4666	70,468
1,4487	62,954	1,4532	64,882	1,4577	66,783	1,4622	68,658	1,4667	70,509
1,4488	62,997	1,4533	64,924	1,4578	66,825	1,4623	68,700	1,4668	70,550
1,4489	63,040	1,4534	64,967	1,4579	66,867	1,4624	68,741	1,4669	70,590
1,4490	63,083	1,4535	65,009	1,4580	66,909	1,4625	68,782	1,4670	70,631
1,4491	63,126	1,4536	65,052	1,4581	66,951	1,4626	68,824	1,4671	70,672
1,4492	63,169	1,4537	65,094	1,4582	66,992	1,4627	68,865	1,4672	70,713
1,4493	63,212	1,4538	65,137	1,4583	67,034	1,4628	68,906	1,4673	70,754
1,4494	63,256	1,4539	65,179	1,4584	67,076	1,4629	68,948	1,4674	70,794
1,4495	63,299	1,4540	65,222	1,4585	67,118	1,4630	68,989	1,4675	70,835
1,4496	63,342	1,4541	65,264	1,4586	67,160	1,4631	69,030	1,4676	70,876
1,4497	63,385	1,4542	65,306	1,4587	67,202	1,4632	69,071	1,4677	70,917
1,4498	63,428	1,4543	65,349	1,4588	67,244	1,4633	69,113	1,4678	70,957
1,4499	63,471	1,4544	65,391	1,4589	67,285	1,4634	69,154	1,4679	70,998

Fortsetzung von Tab. 1

n. 20°	Sachar. %	n. 20°	Sachar. %	n. 20°	Sachar. %	n. 20°	Sachar. %	n. 20°	Sachar. %
1,4680	71,039	1,4725	72,859	1,4770	74,656	1,4815	76,431	1,4860	78,186
1,4681	71,079	1,4726	72,899	1,4771	74,696	1,4816	76,470	1,4861	78,224
1,4682	71,120	1,4727	72,939	1,4772	74,735	1,4817	76,510	1,4862	78,263
1,4683	71,161	1,4728	72,979	1,4773	74,775	1,4818	76,549	1,4863	78,302
1,4684	71,202	1,4729	73,019	1,4774	74,815	1,4819	76,588	1,4864	78,341
1,4685	71,242	1,4730	73,060	1,4775	74,854	1,4820	76,627	1,4865	78,379
1,4686	71,283	1,4731	73,100	1,4776	74,894	1,4821	76,666	1,4866	78,418
1,4687	71,323	1,4732	73,140	1,4777	74,934	1,4822	76,706	1,4867	78,457
1,4688	71,364	1,4733	73,180	1,4778	74,973	1,4823	76,745	1,4868	78,495
1,4689	71,405	1,4734	73,220	1,4779	75,013	1,4824	76,784	1,4869	78,534
1,4690	71,445	1,4735	73,260	1,4780	75,052	1,4825	76,823	1,4870	78,573
1,4691	71,486	1,4736	73,300	1,4781	75,092	1,4826	76,862	1,4871	78,611
1,4692	71,526	1,4737	73,340	1,4782	75,131	1,4827	76,901	1,4872	78,650
1,4693	71,567	1,4738	73,380	1,4783	75,171	1,4828	76,940	1,4873	78,689
1,4694	71,607	1,4739	73,420	1,4784	75,211	1,4829	76,979	1,4874	78,727
1,4695	71,648	1,4740	73,460	1,4785	75,250	1,4830	77,018	1,4875	78,766
1,4696	71,689	1,4741	73,500	1,4786	75,290	1,4831	77,057	1,4876	78,804
1,4697	71,729	1,4742	73,540	1,4787	75,329	1,4832	77,096	1,4877	78,843
1,4698	71,770	1,4743	73,580	1,4788	75,369	1,4833	77,135	1,4878	78,882
1,4699	71,810	1,4744	73,620	1,4789	75,408	1,4834	77,174	1,4879	78,920
1,4700	71,851	1,4745	73,660	1,4790	75,448	1,4835	77,214	1,4880	78,959
1,4701	71,891	1,4746	73,700	1,4791	75,487	1,4836	77,253	1,4881	78,997
1,4702	71,931	1,4747	73,740	1,4792	75,527	1,4837	77,292	1,4882	79,036
1,4703	71,972	1,4748	73,780	1,4793	75,566	1,4838	77,330	1,4883	79,074
1,4704	72,012	1,4749	73,820	1,4794	75,605	1,4839	77,369	1,4884	79,113
1,4705	72,053	1,4750	73,860	1,4795	75,645	1,4840	77,408	1,4885	79,151
1,4706	72,093	1,4751	73,900	1,4796	75,684	1,4841	77,447	1,4886	79,190
1,4707	72,134	1,4752	73,940	1,4797	75,724	1,4842	77,486	1,4887	79,228
1,4708	72,174	1,4753	73,980	1,4798	75,763	1,4843	77,525	1,4888	79,267
1,4709	72,214	1,4754	74,019	1,4799	75,803	1,4844	77,564	1,4889	79,305
1,4710	72,255	1,4755	74,059	1,4800	75,842	1,4845	77,603	1,4890	79,344
1,4711	72,295	1,4756	74,099	1,4801	75,881	1,4846	77,642	1,4891	79,382
1,4712	72,335	1,4757	74,139	1,4802	75,921	1,4847	77,681	1,4892	79,421
1,4713	72,376	1,4758	74,179	1,4803	75,960	1,4848	77,720	1,4893	79,459
1,4714	72,416	1,4759	74,219	1,4804	75,999	1,4849	77,759	1,4894	79,498
1,4715	72,456	1,4760	74,258	1,4805	76,039	1,4850	77,798	1,4895	79,536
1,4716	72,497	1,4761	74,298	1,4806	76,078	1,4851	77,836	1,4896	79,574
1,4717	72,537	1,4762	74,338	1,4807	76,117	1,4852	77,875	1,4897	79,613
1,4718	72,577	1,4763	74,378	1,4808	76,157	1,4853	77,914	1,4898	79,651
1,4719	72,617	1,4764	74,418	1,4809	76,196	1,4854	77,953	1,4899	79,690
1,4720	72,658	1,4765	74,457	1,4810	76,235	1,4855	77,992	1,4900	79,728
1,4721	72,698	1,4766	74,497	1,4811	76,274	1,4856	78,030	1,4901	79,766
1,4722	72,738	1,4767	74,537	1,4812	76,314	1,4857	78,069	1,4902	79,805
1,4723	72,778	1,4768	74,577	1,4813	76,353	1,4858	78,108	1,4903	79,843
1,4724	72,819	1,4769	74,616	1,4814	76,392	1,4859	78,147	1,4904	79,881

Fortsetzung von Tab. 1

n. 20°	Sachar. %	n. 20°	Sachar. %	n. 20°	Sachar. %	n. 20°	Sachar. %	n. 20°	Sachar. %
1,4905	79,920	1,4940	81,255	1,4975	82,579	1,5010	83,891	1,5045	85,193
1,4906	79,958	1,4941	81,293	1,4976	82,616	1,5011	83,929	1,5046	85,230
1,4907	79,996	1,4942	81,331	1,4977	82,654	1,5012	83,966	1,5047	85,267
1,4908	80,035	1,4943	81,369	1,4978	82,692	1,5013	84,003	1,5048	85,304
1,4909	80,073	1,4944	81,407	1,4979	82,729	1,5014	84,041	1,5049	85,341
1,4910	80,111	1,4945	81,445	1,4980	82,767	1,5015	84,078	1,5050	85,378
1,4911	80,149	1,4946	81,483	1,4981	82,804	1,5016	84,115	1,5051	85,415
1,4912	80,188	1,4947	81,520	1,4982	82,842	1,5017	84,153	1,5052	85,452
1,4913	80,226	1,4948	81,558	1,4983	82,880	1,5018	84,190	1,5053	85,489
1,4914	80,264	1,4949	81,596	1,4984	82,917	1,5019	84,227	1,5054	85,526
1,4915	80,302	1,4950	81,634	1,4985	82,955	1,5020	84,264	1,5055	85,563
1,4916	80,341	1,4951	81,672	1,4986	82,992	1,5021	84,302	1,5056	85,600
1,4917	80,379	1,4952	81,710	1,4987	83,030	1,5022	84,339	1,5057	85,637
1,4918	80,417	1,4953	81,748	1,4988	83,067	1,5023	84,376	1,5058	85,674
1,4919	80,455	1,4954	81,786	1,4989	83,105	1,5024	84,413	1,5059	85,711
1,4920	80,493	1,4955	81,824	1,4990	83,143	1,5025	84,451	1,5060	85,748
1,4921	80,531	1,4956	81,861	1,4991	83,180	1,5026	84,488	1,5061	85,785
1,4922	80,570	1,4957	81,899	1,4992	83,218	1,5027	84,525	1,5062	85,822
1,4923	80,608	1,4958	81,937	1,4993	83,255	1,5028	84,562	1,5063	85,859
1,4924	80,646	1,4959	81,975	1,4994	83,293	1,5029	84,599	1,5064	85,896
1,4925	80,684	1,4960	82,013	1,4995	83,330	1,5030	84,637	1,5065	85,933
1,4926	80,722	1,4961	82,050	1,4996	83,368	1,5031	84,674	1,5066	85,969
1,4927	80,760	1,4962	82,088	1,4997	83,405	1,5032	84,711	1,5067	86,006
1,4928	80,798	1,4963	82,126	1,4998	83,442	1,5033	84,748	1,5068	86,043
1,4929	80,836	1,4964	82,164	1,4999	83,480	1,5034	84,785	1,5069	86,080
1,4930	80,875	1,4965	82,202	1,5000	83,517	1,5035	84,822	1,5070	86,117
1,4931	80,913	1,4966	82,239	1,5001	83,555	1,5036	84,860	1,5071	86,154
1,4932	80,951	1,4967	82,277	1,5002	83,592	1,5037	84,897	1,5072	86,191
1,4933	80,989	1,4968	82,315	1,5003	83,630	1,5038	84,934	1,5073	86,227
1,4934	81,027	1,4969	82,352	1,5004	83,667	1,5039	84,971	1,5074	86,264
1,4935	81,065	1,4970	82,390	1,5005	83,704	1,5040	85,008	1,5075	86,301
1,4936	81,103	1,4971	82,428	1,5006	83,742	1,5041	85,045	1,5076	86,338
1,4937	81,141	1,4972	82,466	1,5007	83,779	1,5042	85,082	1,5077	86,375
1,4938	81,179	1,4973	82,503	1,5008	83,817	1,5043	85,119	1,5078	86,411
1,4939	81,217	1,4974	82,541	1,5009	83,854	1,5044	85,156	1,5079	86,448

Die in diesen Tabellen aufgeführten Werte basieren auf den von Rosenbruch und Emmerich durchgeführten Präzisionsmessungen (Sugar Technology Reviews, 14 (1988) 137-205), die auch Grundlage der offiziellen Polynome und Tabellen der ICUMSA sind (ICUMSA: International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis. Methods Book 1994. Specification and Standards SPS-3. ICUMSA, Norwich.).

3.2.1.2 Invertzucker (Glucose und Fructose)

3.2.1.2.1 Bestimmung des Invertzuckergehaltes (für Gehalte von ca. 0,1 bis 10%) in Weißzucker durch Reduktion von MÜLLER'scher Lösung (Berliner Instituts Methode)

Prinzip: Durch Invertzucker wird eine Kupfer(II)-Lösung reduziert. Das gebildete Kupfer(I)-oxid wird durch eine Iodlösung oxidiert und der Iodüberschuß mit Natriumthiosulfatlösung zurücktitriert.

Geräte:

- Wasserbad
- 300-cm³-Erlenmeyerkolben
- 50-cm³-Büretten -10-cm³-Pipetten

Reagenzien:

- Cu(II)-Lösung (MÜLLER'sche Lösung): 35 g Kupfer(II)-sulfat-Pentahydrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$) werden in 400 cm³ kochendem dest. Wasser gelöst. 173 g Kaliumnatriumtartrat-Tetrahydrat ($\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$) und 68 g wasserfreies Natriumcarbonat (Na_2CO_3) werden in 500 cm³ kochendem dest. Wasser gelöst. Nach Abkühlen werden beide Lösungen in einem 1-l-Meßkolben vermischt und mit dest. Wasser zu 1 l aufgefüllt. Nach Zusatz von 2 g Aktivkohle wird durchgeschüttelt, mehrere Stunden stehengelassen und unmittelbar vor Gebrauch abfiltriert.
- 5 mol/l-Essigsäurelösung; hergestellt durch Verdünnen von 300,25 g Essigsäure (CH_3COOH) auf 1 l mit dest. Wasser.
- 0,01665 mol/l Iodlösung; hergestellt durch Verdünnen von Iodlösung ($C_{\text{I}_2} = 0,05 \text{ mol/l}$) im Verhältnis 1 : 3.
- 0,0333 mol/l Natriumthiosulfatlösung; hergestellt durch Verdünnen von $C_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = 0,1 \text{ mol/l}$ im Verhältnis 1 : 3.
- Stärkelösung: 1 l siedendem dest. Wasser wird eine Mischung aus 5 g löslicher Stärke und 30 cm³ dest. Wasser hinzugefügt. Nach 3 Minuten dauerndem Sieden läßt man die Lösung abkühlen.

Durchführung: 10 g Zucker werden in einem 300-cm³-Erlenmeyerkolben in dest. Wasser gelöst. Die Lösung wird auf 100 cm³ mit dest. Wasser ergänzt. Dazu werden mit einer Pipette 10 cm³ MÜLLER'sche Lösung gegeben, durch Umschwenken gemischt und in einem siedenden

Wasserbad 10 Minuten $\pm$ 5 Sekunden erhitzt. Beim Einsetzen des Kolbens in das Wasserbad darf das Sieden nicht unterbrochen werden. Der Kolben ist so einzuhängen, dass die Oberfläche der Lösung 2 cm tiefer steht als die Oberfläche des Wasserbades. Nach dem Erhitzen wird unter fließendem kalten Wasser schnell abgekühlt. Dabei darf die Lösung nicht bewegt werden, da sonst durch den eingerührten Luftsauerstoff ein Teil des Kupfer(I)-oxid-Niederschlags wieder aufgelöst wird. Der abgekühlten Lösung werden 5 cm³ 5 mol/l Essigsäurelösung und anschließend ein bekannter Überschuß der 0,01665 mol/l Iodlösung (20 bis 40 cm³) zugesetzt. Durch Umschwenken wird der Niederschlag gelöst. Der Iodüberschuß wird mit der 0,0333 mol/l Thiosulfatlösung unter Einsatz von Stärkelösung als Indikator zurücktitriert.

Berechnung: Von dem erhaltenen Iodverbrauch (Warmwert) (eingesetzte Menge = Überschuß in ml) werden folgende Korrekturen abgezogen.

1. Der Blindwert - das ist der Jodverbrauch bei einem Versuch, der mit dest. Wasser anstelle der Zuckerlösung in der gleichen Weise ausgeführt wird wie der Warmwert. Diese Korrektur ist für jeden Ansatz der MÜLLER'schen Lösung nur einmal zu ermitteln. Bei Verwendung reiner Reagenzien beträgt sie nicht mehr als 0,1 cm³.
2. Der Kaltwert - das ist der Iodverbrauch bei einem Versuch, bei dem die Mischung von Zuckerlösung und MÜLLER'scher Lösung nicht erhitzt wird, sondern vor der Zugabe der Essigsäure 10 Minuten bei Zimmertemperatur steht.
3. Die Saccharosekorrektur - durch diese Korrektur wird der Reagenzverbrauch berücksichtigt, der auch bei invertzuckerfreier Saccharose auftritt. Unter den vorliegenden Verhältnissen (Anwendung von 10 g Saccharose) beträgt diese Korrektur 2,0 cm³. Nach Abzug der drei Korrekturen entspricht ein Verbrauch an 0,01665 mol/l Iodlösung von 1 cm³ einem Invertzuckergehalt von 1 mg in der Probe. 1 cm³ Iodlösung entspricht also 0,01% Invertzucker.

3.2.1.2.2 Bestimmung des Invertzuckergehaltes In hochinvertierten Sirupen nach der Methode LUFF-SCHOORL (für Gehalte von ca. 2 bis 60%)

LUFF-SCHOORL

Prinzip: Durch Invertzucker wird in einer Kupfer(II)-Lösung Kupfer (II) teilweise zu Kupfer(I) reduziert. Der Überschuß an Kupfer (II) wird jodometrisch bestimmt.

Geräte:

- 300-cm³-Erlenmeyerkolben mit Rückflußkühler
- 50-cm³-Büretten
- 10-, 25-cm³-Pipetten
- Stoppuhr.
- H₂O;

Reagenzien:

- CARREZ-Lösung I: 21,95 g Zinkacetatdihydrat [Zn(CH₃COO)₂] und 3 cm³ Eisessig (CH₃COOH) werden in dest. Wasser gelöst und auf 100 cm³ aufgefüllt.
- CARREZ-Lösung II: 10,6 g Kaliumhexacyanoferrat (II)-Trihydrat (K₄[Fe(CN)₆] · 3 H₂O) werden in Wasser gelöst und auf 100 cm³ aufgefüllt.
- Reagenz nach LUFF-SCHOORL, Folgende Lösungen werden hergestellt:

a) Kupfer(II)-sulfatlösung: 25 g Kupfer(II)-sulfat-Pentahydrat (CuSO₄ · 5 H₂O) werden in Wasser gelöst und auf 100 cm³ aufgefüllt.

b) Citronensäurelösung: 50 g Citronensäuremonohydrat (C₆H₈O₇ · H₂O) werden in dest. Wasser gelöst und auf 50 cm³ aufgefüllt.

c) Natriumcarbonatlösung: In einem 1-l-Meßkolben werden 143,8 g Natriumcarbonat (Na₂CO₃) in ungefähr 300 cm³ warmen dest. Wasser gelöst. Die Lösung abkühlen lassen.

Unter vorsichtigem Umschwenken wird die Citronensäurelösung in die Natriumcarbonatlösung eingegeben. Dann wird bis zum Verschwinden der Gasbildung geschüttelt, anschließend die Kupfer(II)-sulfatlösung dazugegeben und mit Wasser auf 1 l aufgefüllt.

Der pH-Wert des Luff-Schoorl-Reagens muß bei 20°C zwischen 9,3 und 9,4 liegen.

25 cm³ des LUFF-SCHOORL-Reagens werden mit 3 g Kaliumiodid und 25 cm³ Schwefelsäure c (1/2 H₂SO₄) = 6 mol/l) versetzt. Mit einer 0,1 N Natriumthiosulfatlösung wird unter Zugabe von Stärkelösung gegen Ende der Titration titriert.

25 cm³ c (Na₂S₂O₃) = 0,1 mol/l Natriumthiosulfatlösung müssen verbraucht werden.

– Natriumthiosulfatlösung c Na₂S₂O₃ = 0,1 mol/l

– Stärkelösung: 1 l siedendem dest. Wasser wird eine Mischung aus 5 g löslicher Stärke und 30 cm³ dest. Wasser hinzugefügt. Nach 3 Minuten langem Sieden abkühlen lassen.

– Schwefelsäure c (1/2 H₂SO₄) = 6 mol/l.

– Kaliumiodidlösung 30% (m/v)

– Bimssteinkörner, mit Salzsäure ausgekocht, mit dest. Wasser säurefrei gewaschen und getrocknet.

– Isopentylalkohol

Durchführung: 5 g der Probe werden auf 1 mg genau abgewogen, in einen 250-cm³-Meßkolben gegeben und in 200 cm³ Wasser gelöst. Zum Klären werden, falls nötig, unter Schütteln nacheinander 5 cm³ CARREZ-Lösung I und 5 cm³ der CARREZ-Lösung II zugefügt. Danach wird mit Wasser auf 250 cm³ aufgefüllt, durchgemischt und filtriert.

Diese Lösung wird so verdünnt, dass 25 cm³ der Lösung mindestens 15 mg und höchstens 60 mg reduzierende Zucker enthalten.

25 cm³ des LUFF-SCHOORL-Reagens werden in einen 300-cm³-Erlenmeyerkolben pipettiert und anschließend genau 25 cm³ der gegebenenfalls geklärten Zuckerlösung zugesetzt. Nach Zugabe von 2 Bimssteinkörnchen wird der mit Rückflußkühler versehene Erlenmeyerkolben sofort auf ein Drahtnetz mit einer Keramikscheibe gestellt, die ein Loch in der Größe des Durchmessers des Kolbenbodens hat. Die Flüssigkeit wird mittels eines Bunsenbrenners in etwa 2 Minuten zum Sieden gebracht und genau zehn Minuten lang schwach am Sieden gehalten. Danach wird sofort mit kaltem Wasser abgekühlt und nach etwa fünf Minuten wie folgt titriert:

Der Flüssigkeit werden 10 cm³ Kaliumiodidlösung und unmittelbar anschließend vorsichtig (wegen der Gefahr übermäßigen Schäumens) 25 cm³ c (1/2 H₂SO₄) = 6 mol/l) Schwefelsäure zugesetzt. Es empfiehlt sich, vor dem Ansäuern mit der Schwefelsäure etwa 1 cm³ Isopentylalkohol zuzusetzen, um Schaumbildung zu verhindern. Danach wird mit c (Na₂S₂O₃) = 0,1 mol/l Natriumthiosulfatlösung zunächst bis zum Auftreten einer

mattgelben Farbe titriert und nach Zugabe einiger cm³ Stärkelösung als Indikator die Titration bis zum Verschwinden der Blaufärbung zu Ende geführt.

In gleicher Weise wird der Blindwert unter Verwendung von genau 25 cm³ Wasser anstelle der Zuckerlösung ermittelt.

Berechnung: Aus Tabelle 2 ist diejenige Menge Invertzucker in mg zu ermitteln, die dem Unterschied der beiden Titrations in cm³ c (Na₂S₂O₃) = 0,1 mol/l Natriumthiosulfat entspricht. (Falls erforderlich, sind Zwischenwerte zu interpolieren).

Aus dem so ermittelten Wert kann unter Berücksichtigung der Einwaage und der Verdünnung der Gehalt der Probe an Invertzucker berechnet werden.

Tab. 2: Invertzuckermenge in Abhängigkeit von der verbrauchten Menge Natriumthiosulfat

Na ₂ S ₂ O ₃ (c=0,1 mol/l)	Glucose, Fructose, Invertzucker C ₆ H ₁₂ O ₆	
cm ³	mg	Differenz
1	2,4	—
2	4,8	2,4
3	7,2	2,4
4	9,7	2,5
5	12,2	2,5
6	14,7	2,5
7	17,2	2,5
8	19,8	2,6
9	22,4	2,6
10	25,0	2,6
11	27,6	2,6
12	30,3	2,7
13	33,0	2,7
14	35,7	2,7
15	38,5	2,8
16	41,3	2,8
17	44,2	2,9
18	47,1	2,9
19	50,0	2,9
20	53,0	3,0
21	56,0	3,0
22	59,1	3,1
23	62,2	3,1

3.2.1.2.3 Bestimmung des Invertzuckergehaltes (für Gehalte von ca. 2 bis 60%) mit Hilfe der LANE-EYNON-Methode (Modifizierung auf konstantes Volumen) für Invertzuckerhaltige flüssige Zucker

Prinzip: Die Probelösung wird bei Siedetemperatur gegen eine bestimmte Menge FEHLING'scher Lösung (Kupfer(II)-sulfat) titriert, wobei Methylenblau als Indikator verwendet wird.

Geräte:

- 500-cm³-Enghalskolben
- 50-cm³-Bürette mit 0,05-cm³-Skala und seitlich ver-setztem Auslauf
- 20-, 25- und 50-cm³-Vollpipetten
- 250-, 1.000-und 2.000-cm³-Meßkolben
- Kochplatte
- Stoppuhr

Reagenzien:

- FEHLING-Lösung A: 69,3 g Kupfer(II)-sulfat-Penta-hydrat (CuSO₄ · 5 H₂O) werden in dest. Wasser gelöst, auf 1000 cm³ aufgefüllt und in einer braunen Flasche aufbewahrt.
- FEHLING-Lösung B: 346 g Kaliumnatriumtartrat-Tetrahydrat (KNaC₄H₄O₆ · 4 H₂O) und 100 g Natriumhydroxid (NaOH) werden in dest. Wasser gelöst, auf 1.000 cm³ aufgefüllt und in einer braunen Flasche aufbewahrt.
- Natronlauge (1 mol/l)
- Invertzucker-Standardlösung (1 g/100cm³): 23,75 g reine Saccharose werden in einem 250-cm³-Meßkolben in ca. 120 cm³ dest. Wasser gelöst, 9 cm³ Salzsäure (Dichte q₂₀ = 1,19 g/cm³) werden zugegeben und 8 Tage lang bei Zimmertemperatur stehengelassen. Die Lösung wird auf 250 cm³ mit dest. Wasser aufgefüllt und mit Hilfe eines Zucker-Polarimeters unter Verwendung eines Polarimeterrohres von 200 mm wirksamer Länge auf vollständige Hydrolyse geprüft. Der abgelesene Wert sollte - 11,80 ± 0,05°Z sein. Mit einer Pipette werden 200 cm³ dieser Lösung in einen 2000-cm³-Meßkolben gegeben und unter Schütteln werden 71,4 cm³ Natronlauge (1 mol/l) und 4 g Benzoesäure (C₇H₆O₂) hinzugefügt. Durch Auffüllen auf 2000 cm³ mit dest. Wasser wird eine Lösung von 1 g Invertzucker/100 cm³ erhalten, die einen pH-Wert von ca. 3 aufweist.
- Verdünnte Invertzuckerlösung (0,25 g/100 cm³). Ein 250-cm³-Meßkolben wird bei 20°C bis zur Marke mit der Invertzucker-Standardlösung gefüllt, und der Inhalt des Kolbens sodann in einen 1000-cm³-Meßkolben gege-

ben, der anschließend mit dest. Wasser bei 20° C aufgefüllt wird.

- Methylenblau-Lösung durch Verdünnen von 1 g Methylenblau in 100 cm³ dest. Wasser.

Durchführung: 1. Standardisierung der FEHLING'schen Lösung:

Mit einer Pipette werden je 50 cm³ FEHLING-Lösung A und FEHLING-Lösung B in ein Becherglas gegeben und gut durchgemischt. Von dieser Mischung werden 20 cm³ in einen 500-cm³-Kolben gegeben und 15 cm³ dest. Wasser hinzugefügt. Aus einer Bürette werden 39 cm³ der verdünnten Invertzuckerlösung hinzugefügt. Nach Zugabe von einigen Bimssteinkörnern wird der Inhalt des Kolbens durch vorsichtiges Schütteln vermischt und auf der Heizplatte innerhalb von 2 1/2 Minuten zum Sieden gebracht. Genau 2 Minuten nach Siedebeginn werden 3 Tropfen Methylenblau-Lösung hinzugefügt. Die Lösung muß eine deutliche blaue Färbung annehmen. Bei andauerndem Sieden wird die Titration mit Invertzuckerlösung fortgesetzt bis zum Umschlag der blauen Farbe zu einer der Kupfer(I)-oxidsuspension entsprechenden rötlichen Farbe. Der Endpunkt müßte 3 Minuten nach Beginn des Siedens der Lösung erreicht sein. Der so ermittelte Endtiter V_0 muß zwischen 39 und 41 cm³ liegen [Endtiter = V_0 (cm³)].

2. Herstellung der Analysenlösung:

Die Analysenlösung wird durch Verdünnung der Probe gewonnen, wobei die Verdünnung so gewählt sein sollte, daß die Analysenlösung in 100 cm³ zwischen 250 und 400 mg Invertzucker enthält [Konzentration = c (g Probe/100 cm³)].

3. Vorversuch zur Herstellung der Analysenlösung:

Der Vorversuch muß durchgeführt werden, um zu gewährleisten, dass die zu den 20 cm³ FEHLING-Lösung zugegebene Menge dest. Wasser ausreichend ist, damit nach der Titration ein Gesamtvolumen von 75 cm³ erhalten wird. Dabei wird wie unter 'Standardisierung der FEHLING-schen Lösung' vorgegangen, mit dem Unterschied, dass anstelle der Invertzuckerlösung Analysenlösung verwendet wird. Ist die Färbung in diesem Falle nach Zugabe von Methylenblau-Lösung immer noch rötlich, dann ist die Analysenlösung zu konzentriert. In diesem Falle ist der Versuch abubrechen und ein neuer Versuch mit einer weniger konzentrierten Analysenlösung durchzuführen.

Werden mehr als 50 cm³ Probelösung benötigt, um die

rötliche Färbung zu erhalten, so ist eine konzentrierte Analysenlösung zu verwenden.

Die zuzugebende Wassermenge wird durch Subtraktion der FEHLING-Mischung (20 cm³) und des Volumens der Probelösung von 75 cm³ ermittelt.

4. Genaue Untersuchung der Analysenlösung:

In den 500-cm³-Kolben werden 20 cm³ der FEHLING-Mischung und die unter 3 bestimmte Wassermenge gegeben. Aus der Bürette wird die aus dem Vorversuch ermittelte Titermenge der Analysenlösung abzüglich 1 cm³ gegeben und wie unter 'Standardisierung der FEHLING-schen Lösung' beschrieben titriert [endgültiges Titrationsvolumen = V_1 (cm³)].

Berechnung: Prozentsatz an reduzierenden Zuckern als Invertzucker =

$$\frac{V_0 \cdot 25 \cdot f}{c \cdot V_1} (\%),$$

wobei f einen Korrekturfaktor darstellt, der die Saccharosekonzentration in der Probe berücksichtigt und der aus Tabelle 3 zu entnehmen ist.

Die ungefähre Saccharosemenge kann ermittelt werden, indem der Invertzuckergehalt unter Verwendung des Faktors $f = 1$ ermittelt wird, und dieser Gehalt vom refraktometrisch als Saccharose bestimmten Trockensubstanzgehalt abgezogen wird.

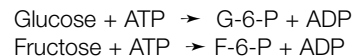
Tab. 3: Korrekturfaktor für die Berechnung von Invertzucker in Abhängigkeit von der Saccharose-Konzentration (8)

Saccharose g im kochenden Gemisch	Korrekturfaktor f
0	1,000
0,5	0,982
1,0	0,971
1,5	0,962
2,0	0,954
2,5	0,946
3,0	0,939
3,5	0,932
4,0	0,926
4,5	0,920
5,0	0,915
5,5	0,910
6,0	0,904
6,5	0,898
7,0	0,893
7,5	0,888
8,0	0,883
8,5	0,878
9,0	0,874
9,5	0,869
10,0	0,864

Korrekturen für Zwischenwerte des Saccharosegehalts der Probelösung können durch Interpolation ermittelt werden.

3.2.1.2.4 Enzymatische Bestimmung des Gehalts an Glucose und Fructose

Prinzip (9): Glucose und Fructose werden in der durch Hexokinase (HK) katalysierten enzymatischen Reaktion durch Adenosintriphosphat (ATP) zu Glucose-6-phosphat (G-6-P) und Fructose 6-phosphat (F-6-P) phosphoryliert.



Durch das Enzym Glucose-6-phosphat-Dehydrogenase (G6P-DH) wird G-6-P von Nicotinamid-adenin-dinucleotid-phosphat (NADP) zu Gluconat-6-phosphat oxidiert.

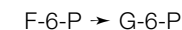
Enzymatische Bestimmung von Glucose und Fructose

Es entsteht reduziertes Nicotinamid-adenin-dinucleotid-phosphat (NADPH).



Die NADPH-Menge ist äquivalent der Menge an G-6-P bzw. Glucose und wird aufgrund seiner Absorption bei 340, 334 oder 366 nm bestimmt.

Nach Ablauf der Redox-Reaktion wird F-6-P durch Phosphoglucose-Isomerase (PGI) in G-6-P übergeführt.



G-6-P reagiert wiederum mit NADP unter Bildung von Gluconat-6-P und NADPH. Auch hier ist NADPH Meßgröße.

Geräte:

- Photometer, das eine Messung bei 340 (334,366) nm erlaubt
- Küvetten mit 1 cm Schichtdicke
- Pipetten.

Beschreibung siehe Anleitung der Reagenzienlieferanten (z. B. Boehringer, Mannheim; Merck, Darmstadt).

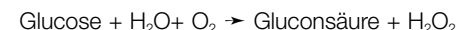
Bestimmungsansatz:

Meßstrahlung: 340 (334,366) nm

Temperatur: 20°C

Die Messung erfolgt gegen eine Küvette, die nur die Reagenzien enthält (Leerwert).

Enthält die Probe sehr viel Glucose, muß diese vor der Fructosebestimmung ermittelt und ihre Konzentration mit Glucose-Oxydase weitgehend reduziert werden.



Wasserstoffperoxyd wird durch Katalase zerstört.

3.2.1.3 Saccharosegehaltsbestimmung

3.2.1.3.1 Polarimetrische Bestimmung des Saccharosegehalts

Prinzip: Der Saccharosegehalt wird aus der Drehung der Polarisationssebene linear polarisierten Lichtes der Wellenlänge $\lambda = 589,3 \text{ nm}$ (D-Linie des Natriumlichtes) bestimmt, die beim Durchgang dieses Lichtes durch eine wässrige Lösung der Probe mit einer Konzentration von 26 g in 100 cm³ verursacht wird. Durch die Wahl der angegebenen Probenkonzentration ist es möglich den Zuckergehalt der Lösung bei Verwendung der vorgesehenen Rohrlänge unmittelbar abzulesen. Das Zucker-Polarimeter ist so konstruiert, dass eine wässrige Lösung von 26 g reiner Saccharose in 100 mL Lösung einen Messwert von 100°Z ergibt (Normalzuckerlösung).

Geräte: - Digitalpolarimeter mit Natriumlicht ($\lambda = 589,3 \text{ nm}$) mit internationaler Zuckerskala (°Z) und temperierbarer Messzelle oder normales Polarimeter

- Polarimeterrohr (Durchflussrohr) von z.B. $100 \pm 0,0015 \text{ mm}$ Länge
- Schüttler
- Feinwaage, Ablesegenauigkeit 0,1 mg
- Wägeschälchen
- 100-cm³-Meßkolben
- auf $20,0 \pm 0,1^\circ\text{C}$ thermostatisiertes Wasserbad
- vollentsalztes Wasser (VE-Wasser)
- Papierfilter

Durchführung: 26,00 $\pm$ 0,001 g Probe werden abgewogen und mit VE-Wasser in einen kalibrierten 100-cm³-Meßkolben übergeführt und ohne Erwärmung gelöst (Schüttler). Nach gründlichem Mischen wird mit dest. Wasser bis direkt unter die Marke aufgefüllt. Anschließend wird der Meßkolben 15 Minuten in einem Wasserbad auf 20°C temperiert. Mit Hilfe einer Pipette mit feiner Spitze wird genau zur Marke aufgefüllt und durch mehrmaliges Umkehren des geschlossenen Kolbens gründlich gemischt.

Probenlösung über einen Filter in einen Filtrierstutzen filtrieren.

Das Durchflussrohr wird zweimal mit Probenlösung gespült. Restliche Probenlösung wird in das Durchflussrohr gefüllt. Der konstante Messwert wird abgelesen. Danach wird mit VE-Wasser nachgespült.

Saccharose-Bestimmung

Polarisation

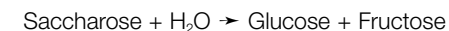
Berechnung: Bei Verwendung der für das Polarimeter vorgesehenen Normalzuckerlösung 26 g/100 ml ist der Messwert beim Zucker-Polarimeter gleich dem Ergebnis.

Die Umrechnung von Kreisgraden in Einheiten des Zuckergehalts (°Z) erfolgt nach der Formel:

$$^{\circ}\text{Z} = \text{Kreisgrad} \times 2,883.$$

3.2.1.3.2 Enzymatische Bestimmung des Saccharosegehaltes

Prinzip (10): Saccharose wird durch das Enzym β -Fructosidase (Invertase) bei pH = 4,6 zu Glucose und Fructose hydrolysiert.



Glucose wird dann bei pH = 7,6 mit den Enzymen Hexokinase/Glucose-6-phosphat-Dehydrogenase bestimmt (siehe dazu 3.2.1.3.4 Enzymatische Bestimmung des Gehaltes an Glucose und Fructose).

Eine genaue Beschreibung befindet sich in der Anleitung der Reagenzienlieferanten (z. B. Boehringer, Mannheim; Merck, Darmstadt).

3.2.1.4 Aschegehaltsbestimmung

3.2.1.4.1 Sulfatasche

Prinzip: Der nach oxidierender Veraschung mit Schwefelsäure und nachfolgender Veraschung bei 525°C verbleibende Rückstand der Probe wird bestimmt und in Masseprozent ausgedrückt.

Geräte:

- Elektrischer Muffelofen
- Analysenwaage mit 0,1 mg Ablesegenauigkeit
- Veraschungstiegel aus Platin (evtl. Quarz)
- Exsikkator.

Reagenzien: Verdünnte Schwefelsäure: 100 cm Schwefelsäure 95-97 % werden langsam und vorsichtig in 300 cm³ dest. Wasser gegeben.

Durchführung: 5 g Probe werden auf 0,1 mg genau in die zuvor auf

Veraschungstemperatur erhitzten, im Exsikkator abgekühlt und ausgewogenen Veraschungstiegel eingewogen [Einwaage: m_0 (g)].

5 cm³ verdünnte Schwefelsäure werden hinzugefügt. Danach wird die Schale mit der Probe vorsichtig über einer Flamme oder einer Heizplatte erhitzt, bis die Probe vollständig verkohlt ist. Während der Verkohlung werden die Dämpfe der Probe angezündet. Danach wird unter einem Abzug stärker erhitzt, um nicht gebundene Schwefelsäure abzurauchen. Daraufhin wird der Veraschungstiegel in den auf 525 ± 25°C aufgeheizten Muffelofen gestellt, bis sich weiße Asche gebildet hat, was meist in zwei Stunden erreicht werden kann. Die Probe wird etwa 30 min lang im Exsikkator abgekühlt und auf 0,1 mg genau ausgewogen [Auswaage = m_1 (g)].

Berechnung:
$$SA = \frac{m_1}{m_0} \cdot 100 \quad (\%)$$

Bemerkungen: Um ein starkes Schäumen zu vermeiden, wird die Schwefelsäure in kleinen Mengen zugesetzt. Während der ersten Verkohlung (Vorveraschung) muß besonders darauf geachtet werden, daß Verluste an Probe und Asche infolge zu starken Aufblähens der Masse vermieden werden.

3.2.1.5.2 Leitfähigkeitsasche (Konduktometrische Bestimmung des Aschegehaltes)

Prinzip: Unter der Leitfähigkeit von Weisszuckerproben in $\mu\text{S}/\text{cm}$ wird der nach dem hier beschriebenen Verfahren bei 20°C gemessene Leitfähigkeitswert einer wässrigen Lösung vorgegebener Konzentration $c = 31,3 \text{ g}/100 \text{ mL}$ verstanden.

Der Gehalt an löslicher Asche steht in Relation zu der durch sie verursachten elektrischen Leitfähigkeit und kann daraus berechnet werden.

Geräte:

- Leitfähigkeitsmeßgerät mit Temperaturanzeige
- Leitfähigkeitsmesszelle mit integriertem Temperaturfühler. Die Elektrode muss für Messungen kleiner Leitfähigkeitswerte (<100 $\mu\text{S}/\text{cm}$) geeignet sein.
- Geeichte Messkolben
- Thermostat

Reagenzien:

- Vollentsalztes Wasser (VE-Wasser) oder Wasser entsprechender Qualität mit einer Leitfähigkeit von höchstens 2 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- Kaliumchloridlösung $c(\text{KCl}) = 1/5000 \text{ mol/l}$: 745,5 mg

Kaliumchlorid p.a., das zur Entwässerung bei ca. 500°C (dunkle Rotglut) gegläht worden ist, wird mit Wasser in einem Meßkolben zu 1000 cm³ gelöst. Von dieser KCl-Lösung $c = 1/100 \text{ mol/l}$ werden 10 cm³ mit einer Vollpipette in einem Meßkolben von 500 cm³ Inhalt gegeben und mit dest. Wasser bis zur Marke aufgefüllt. Diese Kaliumchloridlösung $c(\text{KCl}) = 1/5000 \text{ mol/l}$ soll bei 20°C nach Abzug der spezifischen Leitfähigkeit des verwendeten Wassers eine spezifische Leitfähigkeit von $26,6 \pm 0,3 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ aufweisen.

Durchführung: Alle Gefäße und Pipetten müssen vor Gebrauch mit doppelt dest. Wasser gründlich gespült werden. Je nach der Arbeitsweise des verwendeten Leitfähigkeitsmeßgerätes ist entweder das Gerät so einzustellen, daß der angegebene Wert zuzüglich der spezifischen Leitfähigkeit des verwendeten Wassers angezeigt wird, oder es ist der oben angegebene Wert zuzüglich der spezifischen Leitfähigkeit des verwendeten Wassers für die Berechnung der Zellenkonstanten zu verwenden. Die Kaliumchloridlösungen müssen für jede Kalibrierung frisch angesetzt werden.

Eine 28 %ige Lösung wird hergestellt, indem entweder 31,3 ± 0,1 g Zucker in einem geeichten Meßkolben gelöst, auf 20 ± 0,2°C temperiert und auf 100 cm³ aufgefüllt, oder indem 28 g Zucker in dest. Wasser aufgelöst und die Lösung zu 100 g ergänzt wird. Nach gründlichem Mischen wird die Lösung in die Meßzelle gegeben. Die Ablesung wird durchgeführt, wenn die Temperatur der Lösung 20 ± 0,2°C beträgt [Spezifische Leitfähigkeit = $C (\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1})$].

Die Leitfähigkeit des eingesetzten Wassers wird gemessen. [Spezifische Leitfähigkeit des Wassers = $C_W (\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1})$].

Berechnung: Die spezifische Leitfähigkeit der 28 %igen Zuckerlösung wird ermittelt, indem 35 % der spez. Leitfähigkeit des Wassers von der abgelesenen spez. Leitfähigkeit abgezogen werden:

$$C_{28} = C - 0,35 C_W \quad (\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1})$$

Aus der spezifischen Leitfähigkeit wird die Leitfähigkeitsasche berechnet:

Die Punktzahl nach dem EU-System zur Bewertung der Qualität von Weißzucker ergibt sich folgendermaßen:

$$\text{Aschegehalt } (\%) = 0,333 \cdot 18 \cdot 10^{-4} \cdot C_{28} = 6,00 \cdot 10^{-4} \cdot C_{28}$$

$$\text{Punktzahl} = 0,333 \cdot C_{28}$$

3.2.1.5 Farbe in Lösung

Prinzip: Die Farbe in Lösung wird durch eine photometrische Extinktionsmessung an einer 50 %igen Zuckerlösung bei der Wellenlänge 420 nm ermittelt. Der gemessene Extinktionskoeffizient wird in ICUMSA-Einheiten ausgedrückt.

Geräte:

- 200-cm³-Erlenmeyerkolben
- Vakuum-Filtriereinrichtung für Membranfilter
- 250-cm³- und 500-cm³-Saugflaschen
- Wasserstrahlpumpe
- Membranfilter mit einem mittleren Porendurchmesser von 0,45 µm
- Refraktometer
- Photometer, mit dem Messungen bei 420 nm mit einer Halbwertsbreite von max. 20 nm möglich sind.

Durchführung: Die Küvetten müssen so ausgewählt werden, daß die Extinktionen zweier mit dest. Wasser gefüllter Küvetten, wenn sie gegeneinander gemessen werden, sich um nicht mehr als 2 % unterscheiden. Die Schichtlänge soll möglichst 10 cm, mindestens aber 4 cm betragen.

50 ± 1 g Zucker werden in einen Weithals-Erlenmeyerkolben abgewogen, 50 g dest. Wasser werden dazugegeben oder 50 cm³ dest. Wasser (Meßzylinder) zugegeben und durch Umschwenken oder mit Hilfe einer Schüttelmaschine gelöst. Eine genauere Einstellung der Konzentration ist unnötig, da diese sich ohnehin bei der Filtration verändern kann, und deshalb nach der Filtration gemessen wird.

Inzwischen wird ein Membranfilter mindestens 10 Minuten lang mit dest. Wasser angefeuchtet und in das Filtriergerät eingespannt. Die Zuckerlösung wird nun auf das Filter gegeben und durchgesaugt. Nun wird die Lösung kurz umgeschwenkt, die Konzentration refraktometrisch festgestellt und die Küvette, die vorher mit wenig Lösung ausgespült wurde, gefüllt und verschlossen.

Es ist darauf zu achten, daß die Küvette keine Luftblasen oder Schlieren enthält.

In die Vergleichsküvette füllt man ebenfalls über Membranfilter filtriertes dest. Wasser. Anschließend mißt man die Extinktion bei 420 nm.

$$\text{Berechnung: } \begin{array}{l} \text{Farbe in Lösung} \\ \text{(ICUMSA-Einheiten)} \end{array} = 1000 \cdot \frac{100 \cdot E_{420}}{I \cdot TS_{\text{refr}} \cdot m_w}$$

E_{420} = Extinktion (abgelesen)

I = Schichtdicke (cm)

$m_{w/v}$ = Gewicht in Luft pro Volumeneinheit (g/cm³)

TS_{refr} = refraktometrisch bestimmter Trockensubstanzgehalt (%)

$$\text{EU-Punktzahl} = \frac{\text{Farbe (ICUMSA-Einheiten)}}{7,5}$$

%TS _{refr.}	$m_{w/v}$ (g/cm ³)
47	1,2123
48	1,2177
49	1,2232
50	1,2286
51	1,2342
52	1,2397
53	1,2453

3.2.1.6 Bestimmungen der Farbtype von Weißzucker

3.2.1.6.1 Braunschweiger Farbtypenreihe

Bei der Bestimmung der Farbtype handelt es sich um den visuellen Vergleich von Weißzuckern mit künstlich angefärbten Standardmustern unter genau vorgeschriebenen Bedingungen. Dieser Vergleich erlaubt eine Quantifizierung des Eindrucks des Zuckers auf das menschliche Auge.

- Geräte:
- Eine Farbtypenreihe Braunschweig 0-6
 - Eine Tageslicht-Leuchtstoffröhre wird in einem vorn offenen Kasten von 20 cm Tiefe, 120 cm Breite und 50 cm Höhe so montiert, daß der senkrechte Abstand von Lampe und Zuckerproben etwa 35 cm beträgt. Durch einen Blendstreifen von ca. 15 cm Höhe werden die Augen des Beobachters vor dem direkten Licht der Lampe geschützt. Geeignet sind die Tageslicht-Leuchtstoffröhren mit einer Farbtemperatur von ca. 5000 K entsprechend der CIE-Lichtquelle B.
 - Damit eventuell gelbliche oder bräunliche Farbtöne von Zuckerproben kontrastreich hervorgehoben werden können, sind Rück- und Seitenwände des Beleuchtungskastens an der Innenseite neutral-grau gestaltet. Als Unterlage dient weißes Fließpapier, das die Farbton-Kontraste deutlich hervorhebt. Der Kasten wird so aufgestellt, daß sich die Lampe etwa in Augenhöhe befindet. Bei Feststellung der Typen darf kein direktes Tages- oder Lampenlicht aus dem Raum auf die Zuckerproben einwirken, da dadurch die Einstufung erschwert wird.

Durchführung: Der Zucker wird in quadratische, transparente oder weiß ausgekleidete Typenschachteln (Seitenlänge 60 mm, Höhe 28 mm) eingefüllt und mit einem Glasstab glattgestrichen. Es ist darauf zu achten, daß die Schachteln mit der Probe und mit den Typenmustern bis zum Rand gefüllt sind. Der Farbton der Auskleidung muß bei allen Schachteln genau gleich sein, da sonst merkliche Fehlresultate erhalten werden. Die Schachteln müssen ohne Zwischenraum aneinandergefügt werden können; runde Schachteln sind daher nicht geeignet. Die Zuckerprobe wird zunächst durch Einordnen an verschiedenen Stellen der Typenreihe grob eingestuft und dann mit den benachbarten Typen genau verglichen. Dabei stellt man die Probe abwechselnd links und rechts neben die Vergleichstype. Die Ergebnisse von drei unabhängigen Beobachtern sind zu mitteln. Der Mittelwert

wird auf Zehntel Farbtype angegeben.

Bei Körnungen, die von dem Typenmuster abweichen, ist auf die Farbtonung des Zuckers und nicht auf die Kristallschatten zu achten.

EU-Punktzahl = 2 x Farbtype.

3.2.1.6.2 Photometrische Messung

Die Bestimmung der Farbtype basiert auf Messungen des spektralen Reflexionsgrades R bei den Wellenlängen $\lambda = 495 \text{ nm}$ und $\lambda = 620 \text{ nm}$. Zwischen dem Quotienten dieser Reflexionsgrade und der Farbtype besteht eine lineare Korrelation. Kommerzielle Reflexionskolorimeter, die entsprechend diesem Messprinzip arbeiten, ermöglichen die direkte Messung der Farbtype. Das Gerät ist vor der Messung mit zwei Farbtypen-Standards für die Farbtype 0 und 6 zu kalibrieren (Braunschweiger Farbtypen).

3.2.2 Mikrobiologische Untersuchungsmethoden

In zuckerhaltigen, alkoholfreien Erfrischungsgetränken vermehren sich weitgehend nur Mikroorganismen, die an ein einseitiges Nährstoffangebot, an einen niedrigen pH-Wert und an das Fehlen von Sauerstoff bzw. Sauerstoffarmut angepasst sind. Je niedriger dabei die Anfangskeimgehalte der einzelnen Rohstoffe sind, um so geringer sind auch die Möglichkeiten einer Selektion adaptierter Mikroorganismen, die zu Veränderungen oder zum Verderb von Fertigprodukten durch arteigene Stoffwechselaktivitäten führen.

Eine mikrobiologische Kontrolle muss sich als Inprozesskontrolle von der Wareneingangskontrolle bis hin zum Endprodukt erstrecken. Mit einer regelmäßigen mikrobiologischen Produktkontrolle wird gleichzeitig die Betriebshygiene überprüft. Nur rechtzeitige Maßnahmen ermöglichen eine optimale mikrobiologische Qualität mit niedrigen Keimgehalten des Endproduktes.

Außerdem müssen die Getränke frei von pathogenen Mikroorganismen und frei von Toxinen sein.

Zur Beurteilung des mikrobiologischen Status eines Produktes gehört auch die Kenntnis der Anfälligkeit der eingesetzten Rohstoffe gegenüber Bakterien und Pilzen.

Bei Produkten, die in sehr großen Mengen verbraucht werden oder leicht verderblich sind, besteht ein öffentliches Interesse, bestimmte Grenzwerte durch Gesetze festzulegen.

Beispielsweise muss das zur Getränkeherstellung eingesetzte Wasser Trinkwasserqualität haben und den Grenz- und Richtwerten der TrinkwV entsprechen (11).

In der Zucker- und Getränkeindustrie gibt es dagegen betriebsinterne Standards (12,13).

Ziel ist es aufgrund der Kenntnis der im Produkt vorkommenden Keime, Haltbarkeit und eine festgelegte mikrobiologische Qualität des Produktes zu gewährleisten. Daraus ergibt sich, dass bei der mikrobiologischen Kontrolle alkoholfreier Getränke und der Rohstoffe, wie z. B. Zucker, unterschiedliche Untersuchungsmethoden angewendet werden.

Aus der Erfahrung der Betriebskontrolle wurde in der Südzucker AG eine Reihe von Methoden der mikrobiologischen Betriebskontrolle für kristalline und flüssige Zucker auf ihre Eignung und Reproduzierbarkeit geprüft und weiterentwickelt. Die auf diese Weise standardisierten Untersuchungsmethoden werden als SÜDZUCKER-Methoden bezeichnet.

Diese Methoden beruhen zum größten Teil auf der Grundlage der Standard-Methoden zur mikrobiologischen Untersuchung von Zucker der ICUMSA (14). Diese zuckerspezifischen Methoden sind als Referenzmethoden geeignet.

Da Zucker zu den keimarmen Lebensmitteln gehört, erfolgt vor der Bestimmung der Kolonienzahl eine Anreicherung durch Membranfiltration. Die so beimpften Membranfilter werden auf Nährkartonscheiben kultiviert.

Die Kontrolle kann die Bestimmung der mesophilen Gesamtkolonien, der Kolonien thermophiler Sporenbildner, der Schleimbildner, der Hefen und Schimmel sowie der Coliformen einschließlich *Escherichia coli* (*E. coli*), umfassen.

In der Getränkeindustrie wird die Bestimmung der mesophilen Gesamtkolonienzahl ebenfalls zur hygienischen Beurteilung herangezogen. Darüber hinaus können gärfähige Hefen, Bakterien der Gattungen *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Gluconobacter* und Schimmelpilze zum Verderb alkoholfreier Getränke führen (15, 16). Außerdem werden *E. coli* und Coliforme als Fäkalindikatoren nach der Trinkwasserverordnung und dem Deutschen Einheitsverfahren zur Wasseruntersuchung (DEV) erfasst (11,17,18).

In kohlenensäurehaltigen Getränken bildet sich vorwiegend eine acido-tolerante bzw. acidophile Mikroflora aus. Die Organismen sind in ihrer Mehrzahl fakultativ anaerob und haben relativ geringe Nährstoffansprüche.

SÜDZUCKER-
Methoden

Nährböden-
oder -lösungen

Membran-
Filtration

3.2.2.1 Kulturverfahren

3.2.2.1.1 Ansetzen von Nährlösungen und Nährböden

Jeder Mikroorganismus stellt, um wachsen zu können, bestimmte Ansprüche an das Substrat. Zur Kultivierung kann das Substrat eine flüssige Nährlösung oder ein fester Nährboden sein. Außer assimilierbaren C- und N-haltigen Substanzen enthalten diese Substrate auch anorganische Ionen sowie Wachstumsstoffe.

Zum optimalen Wachstum benötigen die Mikroorganismen genügend Feuchtigkeit, spezifische Nährstoffe des natürlichen Milieus, sowie die Einstellung des geeigneten pH-Wertes. Es gibt natürliche (z.B. Pflanzenextrakte aus Möhre, Kartoffel usw. und Tierextrakte aus Leber, Blut usw.) und künstliche (chemisch definierte Substanzen) Substrate. Universelle Nährböden oder -lösungen finden Anwendung, wenn das Wachstum eines möglichst breiten Mikroorganismenspektrums ermöglicht werden soll. Sollen dagegen bestimmte Mikroorganismen kultiviert werden, wählt man Substratzusammensetzungen, die für diese Organismen wachstumsspezifisch sind. Ein solches Substrat gilt als selektiv.

Zur Vermehrung einer speziellen Organismengruppe eignen sich besonders flüssige Nährsubstrate.

Durch Nährstoffaufnahme über die gesamte Oberfläche der Zelle, durch bessere Temperaturverteilung und durch bessere Sauerstoffverteilung haben die Mikroorganismen in Flüssigkulturen allgemein bessere Entwicklungsmöglichkeiten (19).

Für mikrobiologische Überwachung eines Produktes ist dagegen eine Kultur auf festem Nährboden besser geeignet. Die sich entwickelnden Kolonien sind gut sichtbar und auszählbar. Dadurch ist eine Angabe der Keimzahl als kolonienbildende Einheiten (KBE) pro Untersuchungsmenge möglich. Anhand des Aussehens, z. B. Form, Farbe, Konsistenz, ist bei einiger Erfahrung eine gewisse Zuordnung möglich.

Auch für die Isolierung einzelner Keime, z.B. zur Durchführung physiologischer Tests, ist eine Kultivierung auf festen Nährböden notwendig.

Zur Herstellung von Nährsubstraten werden die angegebenen Substanzen abgewogen und in einem Gefäß in dest. Wasser gelöst. Verfestigt werden Nährlösungen durch Gelatine- oder Agar-Agar-Zusatz. In der Regel genügen 10-15 % Gelatine oder 1-2 % Agar-Agar. Mit Gelatine hergestelltes Substrat verflüssigt bei 25°C und erstarrt bei 20°C. Mit Agar-Agar-Zugabe erstarrt es dagegen bei 45°C und verflüssigt bei Siedetemperatur. Nach dem Lösen (durch Erhitzen und Wiederabkühlen) der Substanzen und dem Einstellen des geforderten pH-Wertes werden die angesetzten Substrate in Gefäßen, die nur bis zur Hälfte gefüllt sein dürfen, mit Stopfen verschlossen, 5-10 Minuten im Autoklaven bei 2 bar (120°C) sterilisiert.

Erleichtert wird das Zubereiten von Nährsubstraten mit den von den verschiedenen Firmen angebotenen Fertignährböden, die als pulverisierte Trockennährböden geliefert und nach der beiliegenden Gebrauchsanweisung zubereitet werden. (MERCK, OXOID 20, 21 u.a).

Fertignährböden

Der verflüssigte Nährboden wird im Wasserbad auf 47°C abgekühlt und in Kulturplatten gegossen. Dazu hebt man den Deckel der sterilen Petrischalen schräg an und füllt Nährsubstrat 2-3 cm hoch (10-20 cm³) ein. Nach dem Erstarren des Nährsubstrates werden die Platten umgekehrt, um Kondenswasserbildung zu vermeiden, mit dem Deckel nach unten bis zur Beimpfung im Kühlschrank aufbewahrt.

Außerdem können Reagenzgläser mit den entsprechenden Nährböden 5 cm hoch gefüllt (Lösen durch Erhitzen im Wasserbad). Das flüssige Nährsubstrat läßt man in Schräglage erstarren, wodurch die zu beimpfende Oberfläche vergrößert wird. Diese Schrägröhrchen werden zur Weiterkultivierung und zur Aufbewahrung gereinigter Kulturen benutzt.

Schrägröhrchen

Eine weitere Möglichkeit der Kultivierung von Mikroorganismen auf festen Nährböden bieten Nährkartonscheiben. Diese werden steril in Petrischalen (50 mm) geliefert und müssen vor Gebrauch mit 3,5 cm³ sterilem Wasser befeuchtet werden (22).

Nährkartonscheiben

3.2.2.1.2 Plattengussverfahren

Prinzip: Beim Plattengussverfahren (auch Koch'sches Platten-gussverfahren) werden Nährsubstrat und Impflösung vermischt, um eine gute Verteilung der Mikroorganismen zu erzielen. Für den Nachweis getränkeschädlicher Keime ist das Plattengussverfahren sehr verbreitet und auch vorteilhaft, da es sich bei den zu bestimmenden Keimen vorwiegend um fakultativ anaerobe Mikroorganismen, und um gärfähige Hefen, handelt.

Plattengussverfahren

Geräte und Reagenzien: Sterile Petrischalen (Ø 95 mm), Nährsubstrat, sterile Pipette.

Durchführung: Nährsubstrat, das portioniert in sterilen Reagenzgläsern oder in sterilen Flaschen (max. 1 Monat) aufbewahrt wurde, wird durch Erwärmen im Wasserbad wieder verflüssigt. In eine sterile Petrischale wird die Probe, meist 1 cm³, mit einer sterilen Pipette gegeben. Darüber werden 10-20 cm³ verflüssigter Nährboden gefüllt. Das Substrat sollte auf 47°C abgekühlt sein. Wichtig ist die Temperatur

des Substrates: es sollte weder zu heiß noch zu kalt mit dem Impfgut vermischt werden, damit zum einen keine thermische Schädigung der Keime und zum anderen beim Eingießen in die kühlen Petrischalen nicht sofort eine Verfestigung eintritt. Durch vorsichtige Drehbewegung in Form einer Acht wird ein gleichmäßiges Durchmischen des Inoculums mit dem Substrat erreicht und Luftblasenbildung vermieden. Die beimpften Petrischalen werden stehengelassen, bis der Nährboden sich verfestigt hat. Anschließend werden sie im Brutschrank zur Vermeidung von Kondenswasser mit dem Deckel nach unten bei der entsprechenden Temperatur inkubiert (22).

Auswertung:

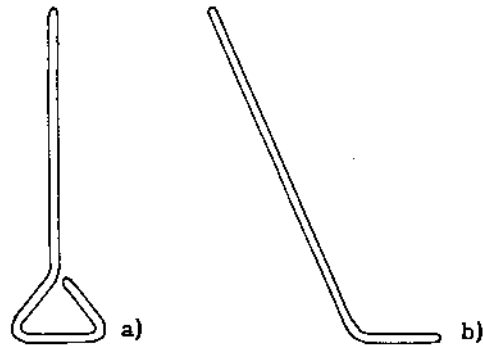
Die gewachsenen Kolonien werden ausgezählt und als KBE (kolonienbildende Einheiten) / Probemenge angegeben. Bei der Auswertung können die Kolonien hinsichtlich ihres Verhaltens gegenüber Sauerstoff differenziert werden. Hefen entwickeln sich sowohl an der Oberfläche als auch im Nährboden. Die meisten Bakterien und Schimmelpilze wachsen auf der Oberfläche. Milchsäurebakterien dagegen bilden an der Oberfläche nur kleine Kolonien, im Nährboden jedoch größere, meist linsenförmige Kolonien. Eine genauere Differenzierung der Mikroorganismen ist jedoch nur durch Mikroskopieren und durch biochemische Tests möglich.

3.2.2.1.3 Oberflächenkultur

Prinzip: Aerobe Mikroorganismen wachsen besser auf Agar-Oberflächen. Die Probelösung wird auf der Nährbodenoberfläche gleichmäßig ausgestrichen. Für das Ausstreichen dürfen die Probevolumina nicht so groß sein. Allgemein werden 0,05-0,1 cm³ Impfgut ausplattiert. Geeignet ist diese Methode für Verdünnungen bei hoher Keimbelastung des Untersuchungsmaterials.

Geräte und Reagenzien: Petrischalen mit gegossenen Nährböden, sterile Pipetten, Drigalski-Spatel oder gebogener Glasstab (Abb. 2), Drehtisch für Petrischalen zum gleichmäßigen Beimpfen.

Abb. 2: Geräte zum Ausstreichen von Bakterien oder Sporensuspensionen auf Agar-Oberflächen a) Drigalski-Spatel, b) gebogener Glasstab, nach DREWS (23).



Durchführung: Für die Methode des Ausplattierens benötigt man bereits gegossene Agarplatten. Die Oberflächen müssen trocken sein, damit die Kolonien nicht ineinander laufen. Zur Vorbereitung werden die Petrischalen mit handwarmem Agar (10-20 cm³) gefüllt. Nach dem Erkalten des Agars werden die Petrischalen in umgekehrter Lage bei etwa 30°C für ca. 12 Stunden getrocknet (15).

Auf die getrockneten Platten werden z. B. 0,1 cm³ Impfsuspension mit einer sterilen Pipette aufgetropft und mit einem Drigalski-Spatel oder einem gebogenen Glasstab gleichmäßig auf die Agar-Oberfläche verteilt. Während des Ausstreichens wird die Schale gedreht. Sofort nach dem Auftropfen muß das Impfgut verteilt werden, damit die Mikroorganismen nicht an einer Stelle in den Agar diffundieren. Der Spatel sollte nicht auf der Oberfläche aufdrücken, sondern in leicht kreisender Bewegung die Probe gleichmäßig verteilen (Hilfe durch Drehteller). Anschließend werden die Kulturen überkopf inkubiert.

Auswertung: Das Wachstum der Kolonien findet nur auf der Oberfläche statt. Die entwickelten Kolonien werden ausgezählt (KBE/Probe). Sie können nach Form und Farbe differenziert werden. Durch mikroskopische Kontrolle und biochemische Tests können einzelne Arten identifiziert werden.

3.2.2.1.4 Membranfiltration

Membranfiltration

Prinzip:

Die Membranfiltration eignet sich insbesondere zum Nachweis von Mikroorganismen aus keimarmen Untersuchungslösungen, da die Keime durch Filtration aus einer großen Probemenge abgetrennt werden. Grundsätzlich kann jedes Probenvolumen durch Membranfilter gegeben werden, die Flüssigkeitsmenge sollte jedoch nicht unter 10 cm³ liegen. Die Membranfilter haben definierte Porengrößen im Mikron-Bereich. Dadurch werden alle Mikroorganismen, die größer als die gewählte Porengröße sind, auf dem Membranfilter festgehalten, während die Flüssigkeit durch das Filter läuft. Für das Anreichern von Bakterien werden Membranfilter mit einer Porengröße von 0,2-0,45 µm gewählt, für die Anreicherung von Hefen eine Porenweite von 0,65 µm.

Nach Auflegen des Membranfilters auf die Oberfläche des Nährsubstrates diffundieren die zur Entwicklung benötigten Nährstoffe aus dem Nährsubstrat durch die Poren des Membranfilters.

Geräte

und Reagenzien: Filtrationsgerät bestehend aus Trichter, evtl. Trichterdeckel, Metallfritte mit Filterunterteil, Auffanggefäß (Saugflasche), Vakuumpumpe, Woulffsche Flasche, sterile Pinzette, sterile Membranfilter, sterile Petrischalen, steriles Wasser, sterile Pipetten, flüssige oder feste Nährsubstrate (Agar-Nährböden oder Nährkartonscheiben), Bunsenbrenner (22).

Durchführung:

Proben, z. B. 10 g in 100 cm³ sterilem dest. Wasser, sind vorbereitet. Das gut gereinigte und ausgekochte Filtrationsgerät ist aufgebaut und die Vakuumpumpe angeschlossen.

Mit dem Bunsenbrenner werden Filterunterteil und Metallfritte abgeflammt. Dabei wird die Flamme in die Fritte gesaugt, danach wird die Pumpe wieder abgestellt. Anschließend wird der Trichter abgeflammt. Auf die inzwischen abgekühlte Fritte wird mit steriler Pinzette (Abflammen und Abkühlen) ein steriles Membranfilter aufgelegt und der Trichter aufgeschraubt, die Probe eingefüllt und die Vakuumpumpe angestellt. Nach dem Durchlaufen darf keine Feuchtigkeit mehr über dem Membranfilter stehen, da sonst die Kolonien zerlaufen.

Der Trichter wird abgeschraubt und das Membranfilter mit steriler Pinzette auf den vorbereiteten Nährboden luftblasenfrei aufgelegt. Die so beimpften Petrischalen werden in den Brutschrank gestellt und bei einer bestimmten Temperatur über einen vorgeschriebenen Zeitraum inkubiert.

Auswertung: Die Mikroorganismen wachsen auf der Oberfläche des Membranfilters. Durch die Gitternetz-Einteilung und durch verschiedene Farben der Membranfilter wird das Auszählen erleichtert. Die Kolonien werden als KBE/Probe angegeben.

3.2.2.1.5 Kultivierung unter sauerstoffarmen Bedingungen

Prinzip: Neben der Zusammensetzung der Nährböden hat auch der Gehalt an Sauerstoff einen wesentlichen Einfluss auf das Wachstum von Mikroorganismen. Die Mehrzahl der Keime entwickelt sich in Gegenwart von Luftsauerstoff; es gibt aber auch Mikroorganismen, die durch Sauerstoff gehemmt oder sogar abgetötet werden können. Zu den Organismen, die Sauerstoff benötigen, d. h. aerob leben, gehören z. B. die Schimmelpilze, die sog. Kahlhefen und viele Bakterien (Bacillus, Pseudomonas, Essigsäurebakterien). Dagegen wirkt Sauerstoff schon in geringen Mengen schädlich auf Clostridium; es ist anaerob. Eine Vielzahl der Mikroorganismen ist jedoch fakultativ anaerob, d. h. sie können sowohl aerob als auch anaerob leben. Milchsäurebakterien entwickeln sich am besten bei einem geringen Sauerstoffpartialdruck, sie sind mikroaerophil. Viele Hefen verhalten sich je nach Kulturbedingungen aerob oder anaerob.

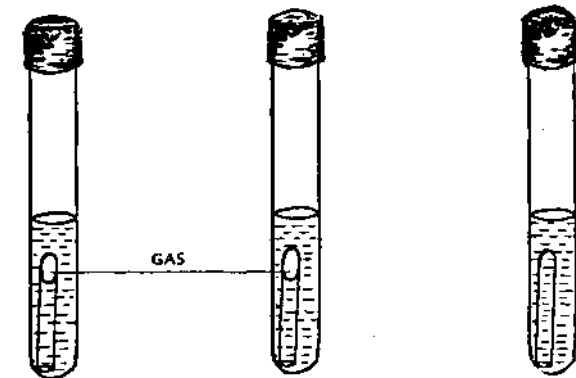
Sind sauerstoffarme Bedingungen erforderlich, so eignet sich dafür eine Modifizierung der Membranfiltermethode.

Durchführung: Nach der üblichen Membranfiltration wird das Filter umgekehrt auf eine dünne Agar-Schicht, die nur den Boden bedecken soll, in die Petrischale gelegt. Anschließend wird handwarmer Nähragar (ca. 10 cm³) vorsichtig darüber geschichtet. Nach dem Erstarren herrschen auf dem Membranfilter sauerstoffarme Verhältnisse, die denen der Getränke entsprechen.

Auswertung: Die gewachsenen Kolonien werden ausgezählt und als KBE/Probe angegeben.

Durchführung: Gärfähige Hefen können anhand von Gasblasen in der Umgebung der Kolonie oft schon nach zwei Tagen nachgewiesen werden. Noch deutlicher wird der Nachweis der Gasbildung, wenn auf die gewachsenen Kolonien eine sterile Klarsichtfolie aufgelegt und für 2-3 Stunden nochmals bebrütet wird. Herkömmlich wird eine Gasbildung von Hefen in flüssigen Nährlösungen geprüft, indem eine Hefekolonie in ein Kulturröhrchen mit einem Durhamröhrchen (Abb. 3) zum Gas auffangen überimpft wird (s. auch 3.2.2.2.4.4).

Abb. 3: Gasbildung nach Bebrüten in Durham-Röhrchen (13)



3.2.2.1.6 Verdünnungsreihe

hohe Keimzahl Prinzip: Wird eine hohe Keimzahl erwartet, ist es notwendig, nach einem bestimmten Schema die Probelösungen zu verdünnen, um auf einer Platte gut auszählbare Einzelkolonien zu erhalten. Wenn man die ungefähre Keimzahl nicht durch mikroskopische Prüfung oder in vorangegangener Untersuchung einer Probe kennt, muß man einige Verdünnungsstufen mehr anlegen. Am günstigsten für das Auszählen der Kolonien ist eine Kolonienzahl unter 100 bei kleineren Petrischalen und unter 200 bei größeren.

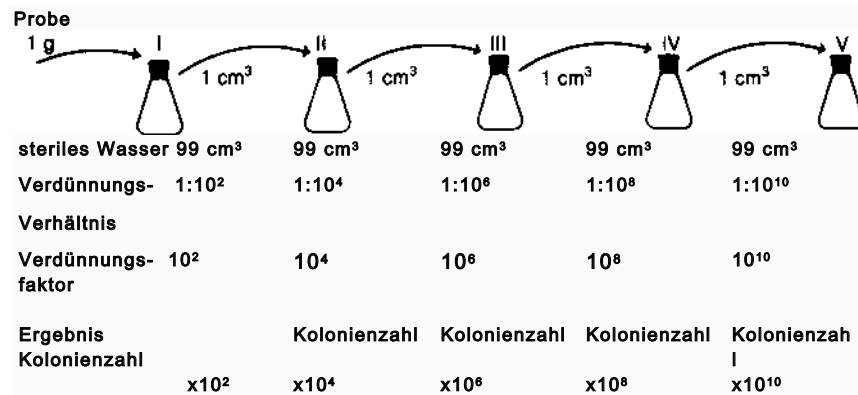
Geräte und Reagenzien: Steriles Wasser oder Peptonwasser, sterile Pipetten, sterile 200-cm³-Erlenmeyerkolben, Schüttler.

Durchführung: In einen Erlenmeyerkolben (mit 1 beschriftet) wird 1 g Probe eingewogen und mit 99 cm³ sterilem Wasser oder

Peptonwasser verdünnt. Probe und Wasser müssen sehr gut gemischt werden, am besten mit Hilfe eines Schüttlers. Vier weitere Erlenmeyerkolben werden je mit 99 cm³ sterilem Wasser oder Peptonwasser gefüllt und mit II, III, IV, V, beschriftet. 1 cm³ wird aus dem Ansatz I entnommen und zu II pipettiert. Aus dem II. Ansatz wird - nach sorgfältigem Durchmischen - mit neuer Pipette wieder 1 cm³ entnommen und zu III hinzugefügt. So wird die Verdünnung bis V weitergeführt (s. schematische Darstellung in Abb. 4). Anschließend wird jede Probe über einen Membranfilter gegeben und auf entsprechendem Nährboden bebrütet.

Auswertung: Die Kolonien werden ausgezählt und mit dem Verdünnungsfaktor multipliziert.

Abb. 4: Verdünnungsreihe



Wichtig: Gut schütteln, für jede Verdünnungsstufe eine neue Pipette verwenden!

3.2.2.1.7 Rollkultur

Prinzip: Rollkulturen werden speziell zur Feststellung des Gesamtkeimgehaltes in leeren Flaschen angewandt, besonders um Reinigungs-, und Desinfektionswirkung und Arbeitsweise von Flaschenwaschmaschinen zu kontrollieren.

Durchführung: Die zu untersuchenden Flaschen werden am Entnahmeort steril verschlossen. Vorbereitet wird ein 2%iger Würze- oder Orangeserum-Agar (3.2.2.2.4.2). 10 cm³ dieses Substrates werden in Reagenzgläsern sterilisiert. Vor Gebrauch wird der Nährboden im Wasserbad ver-

flüssigt und handwarm in die zu untersuchende Flasche gegeben und durch vorsichtiges Rollen gleichmäßig verteilt. Nach dem Erstarren des Nährbodens werden die Proben bei 25-28°C bebrütet.

Auswertung: Die sichtbaren Kolonien werden nach einer Inkubationszeit von vier bis fünf Tagen ausgezählt.

3.2.2.1.8 Ausstrichverfahren

Ausstrichkultur Prinzip: Die Ausstrichkultur dient zur Isolierung bestimmter Keime oder zur Reinigung bis zur Einzelkultur, die sich aus einer Zelle entwickelt hat.

Durchführung: Zur Reinigung und Isolierung von einer Kolonie wird mit einer ausgeglühten Impföse eine geringe Menge entnommen und auf die zuvor gegossene Agar-Platte (s. Seite 33) eines Selektiv-Nährbodens ausgestrichen. Dazu wird der Schalendeckel etwas schräg angehoben, die Impföse, an der sich das Impfgut befindet, wird über den Nährboden in Zick-Zack-Form geführt (s. Abb. 5). Die Platte wird dabei zweimal um 90° gedreht, um so eine Einzelkultur zu züchten. Zwischen den einzelnen Arbeitsgängen muss die Impföse immer wieder ausgeglüht werden. Die Petrischalen werden umgekehrt bei der jeweiligen angegebenen Temperatur eine bestimmte Zeitdauer bebrütet.

Ein Ausstrich muss sooft wiederholt werden, bis biochemische Tests eindeutige Ergebnisse bringen.

Beim Überimpfen auf Schrägagar (s. Seite 30) hält man das Reagenzglas und die Platte mit der Impfkultur in einer Hand und in der anderen die Impföse. Nach dem Ausglühen der Impföse und dem Abflammen des Reagenzglasrandes wird das Impfmateriel übertragen, indem man eine Kolonie von der Platte abnimmt und die Öse im Reagenzglas in Schlangenlinie ausstreicht, und zwar vom unteren Ende her langsam in Richtung Öffnung des Reagenzglases (s. Abb. 6).

Abb. 5: Bakterienausstrich auf einer Agar-Platte

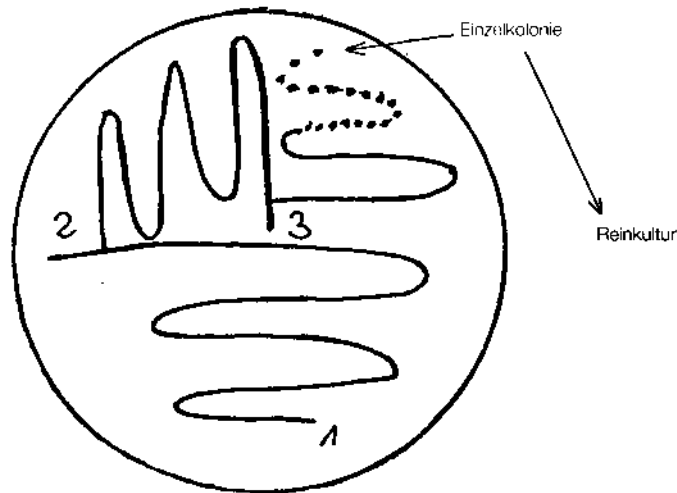
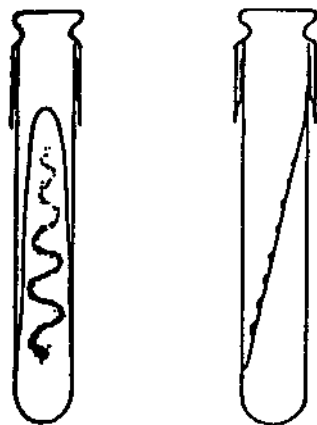


Abb. 6: Schrägagar-Kulturen im Reagenzglas. I Bakterienkolonie in Aufsicht, II in der Seitenansicht, nach DREWS (23).



Auswertung: Die Einzelkultur wird biochemisch und morphologisch untersucht spezifiziert. Zur Aufbewahrung können solche Einzelkulturen auf Schrägröhrchen überimpft werden.

3.2.2.2 Untersuchungsmethoden zur Betriebskontrolle

Da Organismen unterschiedliche Ansprüche an die Kulturbedingungen stellen, ist eine Standardisierung zum gemeinsamen optimalen Nachweis aller Keime nicht möglich. Deshalb ist es wichtig, sich bereits beim Anlegen einer Kultur über die Fragestellung im klaren zu sein und die hierfür geeigneten Kulturbedingungen zu wählen. Im Zweifelsfalle müssen mehrere Methoden herangezogen werden. Grundsätzlich sollte man davon ausgehen, dass die Kulturbedingungen dem natürlichen Milieu ähneln. Will man in einer Betriebskontrolle den mikrobiologischen Status verfolgen und vergleichen, kommt es auf standardisierte und somit reproduzierbare Methoden an. Wie unter 3.2.2 beschrieben, setzt SÜDZUCKER standardisierte Methoden (ICUMSA) ein.

Betriebskontrolle

Membranfiltration

Untersuchungsvorschriften

Für die Fertigprodukt-Kontrolle hat sich wegen der niedrigen Keimzahlen die Membranfiltration und die Kultivierung auf Nährkartonscheiben (NKS) nach Keimgruppen als SÜDZUCKER-Methode durchgesetzt. Schneller und leichter Gebrauch und reproduzierbare Ergebnisse sprechen für dieses Verfahren.

Im folgenden wird jeweils die SÜDZUCKER-Methode beschrieben, anschließend werden verschiedene Nährbodenzusammensetzungen und Untersuchungsvorschriften besprochen.

Hinter den beschriebenen Substratzusammensetzungen ist verzeichnet, von welchen Institutionen diese bevorzugt werden.

a) Für Zuckeruntersuchungen (kristallin und flüssig)	ICUMSA Technische Kommission des VdZ	A B
'Canners Test'	National Canners Assoc.	C
'Bottlers Test'	National Soft Drink Assoc. AOAC	D E
b) Für alkoholfreie Getränke	Institut Fresenius Internat. Fruchtsaft-Union Schweizer Obstverband APHA	F G H I
c) Für Wasseranalysen	Deutsche Einheitsverfahren (TrinkwV 1986)	J

3.2.2.2.1 Methoden zum Nachweis der mesophilen Gesamtkolonien

Prinzip: Durch ein universelles Nährmedium sollen günstige Wachstumsbedingungen für ein möglichst breites Spektrum der vorkommenden Bakterien geschaffen werden. Die Bebrütungstemperatur entspricht dem mittleren Temperaturbereich mesophiler Bakterien, die zwischen 20 und 45°C ihre Wachstumsoptima haben.

Nachweis des allgemeinen hygienischen Status.

3.2.2.2.1.1 SÜDZUCKER-Methode

Geräte und Reagenzien:

- Filtrationsgerät
- Membranfilter, hellgrün mit Gitternetz, steril, Porengröße 0,45 µm
- steril verpackte Petrischalen (Ø 50 mm) mit Nährkartonscheiben (NKS) Typ Standard TTC
- sterile Pipette oder Sterilspritze
- steriles dest. Wasser
- sterile Pinzette
- sterile 200-cm³-Erlenmeyerkolben mit Ringmarke bei 100 cm³
- Brutschrank.

Durchführung: In vorher hitzesterilisierten 200-cm³-Erlenmeyerkolben werden 10 g Zucker eingewogen und mit sterilem dest. Wasser auf 100 cm³ aufgefüllt. Der Zucker wird durch Schütteln kalt gelöst. Nach guter Durchmischung wird die Probe nach der Vorschrift zur Membranfiltration (s. 3.2.2.1.4) über ein Membranfilter gegeben. Dieser Filter wird luftblasenfrei auf die vorbereitete Nährkartonscheibe gelegt.

Die benötigten Nährkartonscheiben werden mit 3,5 cm³ sterilem dest. Wasser angefeuchtet. Optimal befeuchtet sind die Nährkartonscheiben, wenn am Rand ein deutlicher Flüssigkeitsüberschuss sichtbar wird. Das Wasser darf jedoch nicht über den Nährkartonscheiben stehen.

Entsprechend wird mit Proben von flüssigem Zucker verfahren. Es werden z. B. 15 g Invertzuckersirup 72,7/67 eingewogen, das entspricht einer Sirup-Trockensubstanz von ca. 10 g.

Bebrütungstemperatur: 30° C

Bebrütungsdauer: 48 h

SÜDZUCKER-Methode

CANNERS-Test

Auswertung: Die Standard-NKS enthalten den Indikator TTC (Triphenyl-Tetrazoliumchlorid). Durch Reduktion zu Formazan werden die meisten Kolonien rot gefärbt. Auf dem hellgrünen Filter mit Gitternetzeinteilung sind deshalb auch kleine Kolonien mit bloßem Auge gut sichtbar und gut auszählbar. Angegeben wird die Kolonienzahl pro 10 g Zucker bzw. 10 g TS bei Sirup. Beim Überschreiten von 100 Kolonien muss eine Verdünnungsreihe (s. 3.2.2.1.6) angesetzt werden.

Oberer Richtwert: 150 Kolonien/10 g Zucker.

Die Südzucker Methode entspricht der ICUMSA-Methode Gs 2/3-41 (14)

3.2.2.2.1.2 Verschiedene Untersuchungsverfahren

a) Probemenge und Kulturverfahren

Für Zuckeruntersuchungen wird auch in anderen Untersuchungsvorschriften überwiegend von einer Einwaage von 10 g Zucker, vereinzelt auch von 20 g Zucker in 100 cm³ sterilem dest. Wasser ausgegangen. Genauso wird auch flüssiger Zucker eingewogen - entsprechend 10 oder 20 g Sirup-Trockensubstanz. Lediglich der CANNERS Test schreibt für flüssigen Zucker eine Einwaage von 75 g vor, die mit Peptonwasser auf 20°Bx eingestellt wird. Für Zuckerproben bietet sich allgemein die Membranfiltrationsmethode an (s. 3.2.2.1.4). Auf die gegossenen Platten oder auf die Nährkartonscheiben werden die Membranfilter nach Filtration überführt.

Bei alkoholfreien Getränken wird im Institut Fresenius vorwiegend von 3 cm³ Probemengen ausgegangen. Zu der Probelösung gibt man 10 cm³ des vorbereiteten Nährsubstrates und vermischt beides vorsichtig (s. 3.2.2.1.2). Wird die Membranfiltration durchgeführt, werden 100 cm³ eines klaren Erfrischungsgetränkes oder 5 cm³ eines trüben oder viskosen Getränkes filtriert. Evtl. wird ein Vorfilter benutzt, dann müssen beide Filter auf Nährböden oder Nährkartonscheiben überführt und inkubiert werden.

b) Rezepturen verschiedener Universalnährböden zum Nachweis der mesophilen Gesamtkolonienzahl

Plate-Count-Agar g/l [A, F, I, J]

Pepton	5,0
Hefeextrakt	2,5
Glucose	1,0
Agar-Agar	10,0
pH-Wert	7,0
Bebrütungstemperatur:	30° C
Bebrütungsdauer:	48 h

Standard I-Nähragar g/l [B]

Specialpepton	15,6
Hefeextrakt	2,8
Natriumchlorid	5,6
Glucose	1,0
Agar-Agar	12,0
pH-Wert	7,5
Bebrütungstemperatur:	30°C
Bebrütungsdauer:	48 h

Nähragar (Nutrient-Agar) g/l [D]

Fleischextrakt	3,0
Pepton	5,0
Agar-Agar	15,0
pH-Wert	7,0
Bebrütungstemperatur:	30° C
Bebrütungsdauer:	48 h

Nähragar (Nutrient-Agar) g/l [A, I, J]

Fleischextrakt ('LAB-Lemco')	1,0
Hefeextrakt	2,0
Pepton	5,0
Natriumchlorid	5,0
Agar-Agar	15,0
pH-Wert	7,4
Bebrütungstemperatur:	30° C
Bebrütungsdauer:	48 h

Plate-Count-Agar

Standard I-Nähragar

Nähragar

Nähragar

M-ph-Medium

M-pH-Medium g/l [D]	
Milchprotein-Hydrolysat	9,0
Glucose	1,0
Agar-Agar	15,0
Bebrütungstemperatur:	30° C
Bebrütungsdauer:	48 h

Dextrose-Casein-pepton-Agar

Dextrose-Caseinpepton-Agar (Glucose-Trypton-Agar) g/l [C]	
Caseinpepton	10,0
Glucose	5,0
Bromkresolpurpur	0,04
Agar-Agar	12,0
pH-Wert	6,9
Bebrütungstemperatur:	35° C
Bebrütungsdauer:	48 h

Gelatine-Nährböden

Gelatine-Nährböden g/l [F, J]	
Fleischextrakt ('LAB-LEMCO')	10,0
Pepton	10,0
Kochsalz	5,0
Gelatine	120,0
pH-Wert	7,3

Mit diesem Substrat werden gleichzeitig die Bakterien mit proteolytischen Eigenschaften erfasst, erkennbar an der verflüssigten Gelatine um die Kolonien. Die Petrischalen müssen mit dem Deckel nach oben bebrütet werden und nicht - wie üblich - umgekehrt.

Bebrütungstemperatur:	20 ± 2°C und 36 ± 1°C [J]
Bebrütungsdauer:	1. Ablesung nach 44 ± 4 h 2. Ablesung nach 96 bzw. 120 ± 4 h

Standard-Nähragar

Standard-Nähragar g/l [F, J]	
Fleischextrakt ('LAB-Lemco')	3,0
Pepton	10,0
Kochsalz	5,0
Agar-Agar	15,0
pH-Wert	7,3

Bebrütungstemperatur:	20 ± 2°C und 36 ± 1°C [J]
Bebrütungsdauer:	1. Ablesung nach 44 ± 4 h 2. Ablesung nach 96 bzw. 120 ± 4 h

c) Auswertung

Nach dem Auszählen der mit bloßem Auge und evtl. mit einer Lupe sichtbaren Kolonien wird die Zahl pro Einwaage oder pro cm³ angegeben. Überschreitet die Kolonienzahl 100, muss eine Verdünnungsreihe (s. 3.2.2.1.6) angesetzt und die dann erhaltene Kolonienzahl mit dem Verdünnungsfaktor multipliziert werden. Zur Bewertung der gefundenen Kolonienzahl gehört auch die Angabe des Kulturverfahrens.

d) Empfohlene Richtwerte

Bottlers Test [O]: Für kristallinen Zucker nicht mehr als 200 Kolonien pro 10 g Zucker. Für flüssige Zucker sollen bei 20 Untersuchungen im Durchschnitt nicht mehr als 100 Kolonien/10 g nachgewiesen werden. Nur bei einer der untersuchten Probe darf die Kolonienzahl 200/10 g überschreiten (20).

Institut

Fresenius [G]: In alkoholfreien Getränken sollten 20 Kolonien pro 1 cm³ Getränk nicht überschritten werden.

DEV-TrinkwV [J]: Die Kolonienzahl sollte 100 Kolonien in 1 cm³ nicht überschreiten.

Bottlers
Test

3.2.2.2.2 Methoden zur Bestimmung mesophiler Schleimbildner

Prinzip: Auf einem speziellen saccharosehaltigen Substrat entwickeln sich Bakterien, z. B. Bacillusarten, Milchsäurebakterien wie Leuconostoc spp., die mit Hilfe eines Exoenzymes (Dextran-saccharase) aus Saccharose Schleimkapseln aus Dextranen aufbauen. Leuconostoc-Arten besiedeln intakte und zersetzte Pflanzenteile. Zuckerfabriksäfte und fruchthaltige, trübe Getränke können von Leuconostoc befallen werden. Das Wachstumsoptimum liegt im mesophilen Bereich. Leuconostoc ist aber eher als thermotolerant zu bezeichnen, da sein Wachstumsmaximum bei 50°C liegt.

Mesophile
Schleim-
bildner

3.2.2.2.2.1 SÜDZUCKER-Methode

Geräte

und Reagenzien: entsprechend der Methode unter 3.2.2.2.1.1.

Durchführung: Einwaage und Kulturverfahren sind mit der Methode unter 3.2.2.2.1.1 identisch.

Bebrütungstemperatur: 30°C

Bebrütungsdauer: 48 h

Auswertung: Die schleimigen, farblosen Kolonien, die auf den randhydrophobierten Nährkartonscheiben weniger verlaufen als auf Agar-Böden, sind auf hellgrünem Membranfilter auch mit bloßem Auge gut sichtbar. Die ausgezählte Kolonienzahl wird pro 10 g Zucker bzw. Sirup-TS angegeben.

Übersteigt die Kolonienzahl 100, so muss eine Verdünnungsreihe (s. 3.2.2.1.6) angesetzt werden. Die dann ermittelte Kolonienzahl wird mit dem Verdünnungsfaktor multipliziert.

Oberer Richtwert: 150 Keime pro 10 g Zucker.

Die Südzucker Methode entspricht der ICUMSA-Methode GS 2/3 - 45 (14)

3.2.2.2.2.2 Verschiedene Untersuchungsvorschriften

a) Probemenge und Kulturverfahren

15 g Zucker werden in 100 cm³ des verflüssigten und handwarm abgekühlten Nährbodens gelöst und auf Petrischalen verteilt.

3 cm³ des zu untersuchenden Getränkes werden mit 10 cm³ Nährboden nach dem Plattengußverfahren (s. 3.2.2.1.2) vermischt oder 100 cm³ klare oder 5 cm³ trübe Getränkeprobe über ein Membranfilter gegeben (12).

b) Rezepturen verschiedener selektiver Nährböden zur Kultivierung schleimbildender Bakterien

WEMAN-Agar	WEMAN-Agar g/l [A]	
	Rohzucker	40
	Dinatriumphosphat	2
	Natriumchlorid	0,5
	Magnesiumsulfat	0,1
	Eisen(II)-sulfat	0,01
	gefällter Kalk CaCO ₃	10
	Agar-Agar	20
	pH-Wert	5
	Bebrütungstemperatur:	25-30°C
	Bebrütungsdauer:	48 h

Mc Cleskey-Faville-Agar g/l [A]

Trypton	10
Hefeextrakt	5
Rohrzucker	100
Agar-Agar	20
pH-Wert	6,7

Bebrütungstemperatur:	30° C
Bebrütungsdauer:	48 h

In Portionen von 100 ml bei 115°C 15 min. sterilisieren. Pro Portion 1 ml 10%ige Thalliumacetatlösung hinzufügen.

Diese Lösung darf nicht mehr autoklaviert werden.

30% Saccharose-Agar g/l [F]

Saccharose	300
Kochsalz	5
Glucose	40
Agar-Agar	10
Hefewasser*	200 cm ³

pH-Wert von 4,2-4,5 einstellen.

* Herstellung des Hefewassers: 100 g stärkefreie gepresste Hefe und 1 g getrocknetes Eiweiß werden in 1 Liter Wasser aufgerührt. Man lässt die Mischung stehen, bis das Eiweiß gelöst ist und erhitzt dann in 10 Min. auf 120°C. Der Hefeabsud wird noch warm filtriert und nachdem der pH-Wert mit NaOH auf 6 eingestellt worden ist, wird das abgekühlte Hefewasser klar filtriert. Das Substrat wird in Kolben abgefüllt und 15 Minuten bei 120°C sterilisiert.

Bebrütungstemperatur:	30°C
Bebrütungsdauer:	1. Auszählung nach 44 ± 4 h 2. Auszählung nach 96 ± 4 h bzw. nach 120 ± 4 h.

c) Auswertung

Farblose dichte Kolonien, die mit bloßem Auge oder mit der Lupe sichtbar sind, werden ausgezählt und pro Probenmenge angegeben. Wenn verdünnt werden muss, weil die Kolonienzahl über 100 liegt, wird die ausgezählte Kolonienzahl mit dem Verdünnungsfaktor multipliziert. Kulturverfahren und Nährbodenzusammensetzungen müssen zur Beurteilung des Ergebnisses mit angegeben werden.

d) Empfohlene Richtwerte

Leuconostoc-Kolonien sollen - nach den Richtwerten des Institutes Fresenius - nicht mehr als 2 pro 1 cm³ AfG nachgewiesen werden, um die Haltbarkeit von Getränken nicht zu gefährden.

Mc Cleskey-Faville-Agar

Thermophile
Sporen-
bildner

30%
Saccharose-
Agar

3.2.2.2.3 Methoden zum Nachweis thermophiler Sporenbildner

Prinzip: Die Nachweismethode für Endosporen ist in der Hitze-resistenz dieser Sporen begründet. Während die vegetativen Zellen der Sporenbildner durch eine 5-minütige Erhitzung auf 100°C abgetötet werden, halten die thermoresistenten Endosporen eine erheblich stärkere Erhitzung aus; einige Sporen vertragen sogar stundenlanges Kochen. Diese Thermoresistenz ist die Voraussetzung für die selektive Anreicherung von Sporenbildnern.

Durch Erhitzen auf 100°C werden die vegetativen Zellen abgetötet, gleichzeitig bedeutet die Erhitzung auch eine Stimulation der Sporen zur Keimung bei nachfolgender Bebrütung.

Unter stäbchenförmigen Bakterien bilden nur die Gattungen der Familie Bacillaceae (Clostridium, Bacillus) Endosporen aus.

3.2.2.2.3.1 SÜDZUCKER-Methode

Geräte und Reagenzien:

sind in der Methode unter 3.2.2.2.1.1 beschrieben. Als Nährkartonscheiben werden Glucose-Trypton = NKS (SM 140 66 ACN SATORIUS) verwendet. Die Petrischalen sind - im Gegensatz zu den üblichen losen Deckeln - fest verschließbar.

Durchführung: 10 g Zucker werden in sterile 200-cm³-Erlenmeyerkolben eingewogen und auf 100 cm³ und mit sterilem dest. Wasser aufgefüllt, gelöst und für 5 Minuten in einem bereits siedenden Wasserbad erhitzt. Nach Ablauf der vorgeschriebenen Zeit muss die Probe sofort unter fließendem Wasser abgekühlt werden. Anschließend wird über Membranfilter filtriert (s. 3.2.2.1.4).

Bei der Vorbereitung der Nährkartonscheiben ist darauf zu achten, dass diese ausreichend angefeuchtet werden, da sonst bei der höheren Bebrütungstemperatur, auch bei den fest verschließbaren Petrischalen, die Feuchtigkeit für den Inkubationszeitraum nicht ausreicht.

Bebrütungstemperatur:	55° C
Bebrütungsdauer:	48 h

Auswertung: Neben einer Bestimmung der Gesamtkolonienzahl kann durch den Indikator (Bromkresolpurpur) auf dem gleichen Medium der Anteil an säurebildenden thermophilen Organismen ermittelt werden. Diese sind mit einem gelben Hof umgeben. Angegeben wird die Gesamtkolonienzahl pro 10 g Zucker.

Oberer Richtwert: 100 Kolonien in 10 g Zucker.

Die Südzucker Methode entspricht der ICUMSA-Methode GS 2/3 - 49 (14) und der AOAC-Methode (25).

3.2.2.3.2 Verschiedene Untersuchungsverfahren

a) Probenvorbereitung

Die Selektion der thermophilen Sporenbildner ist von den erreichten Temperaturen in der Lösung und der Einwirkungszeit abhängig. Dabei ist das Abtöten der vegetativen Keime sicher bei allen beschriebenen Methoden gewährleistet. Die Hitzeaktivierung der Sporen ist jedoch sehr unterschiedlich.

Nach dem Cannerstest [C] wird wie folgt verfahren:

Es wird eine 20%ige Zuckerlösung mit kaltem sterilem Wasser hergestellt. Der Autoklav wird inzwischen auf 80°C aufgeheizt, um anschließend die Probe in den vorgeheizten Autoklaven zu stellen. Dann wird weiter auf 100°C erhitzt und bei dieser Temperatur 20 Minuten belassen. Danach werden die Ventile geschlossen, und der Autoklav wird auf 108,5°C aufgeheizt. Diese Temperatur wird 10 Minuten gehalten. Nach Druckausgleich werden die Proben aus dem Autoklaven in ein Wasserbad von 55°C überführt und für 15 Minuten stehen gelassen.

Anschließend wird die Probe über ein Membranfilter gegeben. Zum Nachspülen muss das sterile dest. Wasser auch eine Temperatur von 55°C haben. Es wird empfohlen, dass die Nährböden vor dem Auflegen des Membranfilters 15 Minuten bei 55°C gehalten werden.

Canners-
test

b) Rezepturen von Universal-Nährböden zum Nachweis thermophiler Sporenbildner

Dextrose-Casein-pepton-Agar	Dextrose-Caseinpepton-Agar g/l [A, C, E, B] (Glucose-Trypton-Agar)
	Caseinpepton 10,0
	Glucose 5,0
	Bromkresolpurpur 0,04
	Agar-Agar 12,0
	pH-Wert 7,0

Trockennährböden:	OXOID CM 75
Tabletten:	OXOID CM 76
Bebrütungstemperatur:	55° C
Bebrütungsdauer:	48-72 h

Plate-Count-Agar	Plate-Count-Agar g/l [F]
	Caseinpepton 5,0
	Hefeextrakt 2,5
	Glucose 1,0
	Agar-Agar 15,0
	pH-Wert 7,0

Trockennährböden:	CM 325
Tabletten:	CM 326
Bebrütungstemperatur:	55° C

Bebrütungsdauer: 1. Auszählung nach 44 ± 4 h
2. Auszählung nach 96 ± 4 h bzw. 120 ± 4 h

c) Auswertung:

Eine Differenzierung zwischen thermophilen Bacillus sporen mit und ohne Säurebildung ist nach Bebrütung der Nährböden mit Bromkresolpurpur als Indikator möglich. Kolonien mit gelbem Hof bilden Säuren.

Angegeben werden die ausgezählten Kolonien pro Probe mit dem entsprechenden Kulturverfahren. Bei Verdünnung muss mit dem Verdünnungsfaktor multipliziert werden.

d) Empfohlene Richtwerte

Canners
Test

Canners Test: In 5 Proben sollten nicht mehr als durchschnittlich 50 Kolonien säurebildende Sporen pro 10 g Zucker nachzuweisen sein. Sporenbildner, die keine Säure bilden, sollten die Kolonienzahl von 125 pro 10 g Zucker nicht überschreiten.

3.2.2.2.4 Methoden zum Nachweis von Hefen und Schimmelpilzen

Prinzip: Am besten gedeihen die meisten Mikroorganismen auf einem neutralen Medium. Für die Kultur von Pilzen sind selektive Nährmedien erforderlich, die das Wachstum gegenüber den Bakterien fördern. Eine ausreichende Selektion bei niedrigen Keimzahlen erfolgt auf einem Substrat mit niedrigerem pH-Wert, da ein pH-Wert unter 5 das Wachstum von Pilzen begünstigt. Einigen Substraten werden auch Antibiotika (Chloramphenicol) zugesetzt, um auch säuretolerante Bakterien (z. B. Milchsäurebakterien) zu unterdrücken.

Hefen/
Schimmelpilze

3.2.2.2.4.1 SÜDZUCKER-Methode

Geräte und Reagenzien:

sind die gleichen, wie in der Methode unter 3.2.2.2.1.1 beschrieben. Als Nährkartonscheiben werden WÜRZE NKS (SM 140 58 ACN) mit eingestelltem pH-Wert von 4,4 benutzt. Die schwarzgrundigen Membranfilter haben eine Porengröße von 0,65 µm.

Durchführung: Es wird entsprechend der Beschreibung der Methode unter 3.2.2.2.1.1 verfahren.

Bebrütungstemperatur: 30°C
Bebrütungsdauer: 72 h

Auswertung: Hefen bilden opake, gelbliche, weißliche oder rötliche Kolonien und sind auf den schwarzgrundigen Membranfiltern mit bloßem Auge gut sichtbar.

Schimmelpilze sind an ihrem weißlichen Mycel mit schwarzen, braunen und grünlichen Sporen gut zu erkennen.

Durch einen pH-Wert < 4,5 werden die Milchsäurebakterien weitgehend unterdrückt.

Ist eine Kolonie nicht eindeutig als Hefe zu identifizieren, muß mikroskopisch überprüft werden, ob es sich um Hefen oder Bakterien handelt.

Angegeben werden Hefekolonien und Schimmelpilze getrennt pro 10 g Zucker bzw. 10 g TS bei Sirup.

Oberer Richtwert: 10 Hefekolonien/10 g Zucker, 10 Schimmelkolonien/ 10 g Zucker.

Die Südzucker Methode entspricht der ICUMSA-Methode GS 213 - 47 (14).

3.2.2.2.4.2 Verschiedene Untersuchungsverfahren

a) Probemenge und Kulturverfahren

10 g Zucker oder bei Sirupen 10 g Trockensubstanz werden in 100 cm³ sterilem dest. Wasser gelöst. Als Kulturverfahren werden sowohl die Membranfiltration als auch das Plattengußverfahren eingesetzt. Beide Methoden werden auch für Erfrischungsgetränke empfohlen. 3 cm³ oder bei höherer Keimbelastung 1 cm³ Probelösung werden mit 10 cm³ Nährboden vermischt. Über ein Membranfilter können 100 cm³ klares oder 5 cm³ trübes Getränk filtriert werden. Die Wahl der Methode richtet sich nach der Konsistenz der Probe und nach der Keimbelastung.

b) Rezepturen für Nährböden zum selektiven Nachweis von Hefen

Sabouraud-Agar	Sabouraud-Agar g/l [B]	
	Spezialpepton	10,0
	Glucose	20,0
	Agar-Agar	17,0

Der pH-Wert muss mit steriler Milchsäure auf 4,0-4,5 eingestellt werden [1,2].

Bebrütungstemperatur: 30° C
Bebrütungsdauer: 72 h
Antibiotikazusatz [2].

Würze-Agar	Würze-Agar g/l [A]	15,0
	Malz-Extrakt	0,78
	Pepton	12,75
	Maltose	2,75
	Dextrin	2,35
	Glycerin	1,0
	Kaliumdihydrogenphosphat	1,0
	Ammoniumchlorid	15,0
	Agar-Agar	

NKS Der pH-Wert wird mit steriler Milchsäure auf pH 4,0-4,5 eingestellt.

Bebrütungstemperatur: 30° C
Bebrütungsdauer: 72 h oder
1. Auszählung nach 44 ± 4 h
2. Auszählung nach 96 ± 4 h bzw. 120 ± 4 h [F]

Orange-Serum-Agar g/l [F]	
Caseinpepton	10,0
Hefe-Extrakt	3,0
Orange-Extrakt	5,0
Glucose	4,0
di-Kaliumhydrogenphosphat	3,0
Agar-Agar	17,0
pH-Wert	5,5

Bebrütungstemperatur: 30° C
Bebrütungsdauer: 72 h

Kartoffel-Agar g/l [C, I]	
Kartoffel-Extrakt	4,0
Glucose	20,0
Agar-Agar	15,0
pH-Wert	5,6

Bebrütungstemperatur: 30°C [C] oder 20-25°C [I]
Bebrütungsdauer: 96-120 h kristalliner Zucker [C]
24- 48 h flüssiger Zucker [C]

Mycophil-Agar g/l [C, D, F, I]	
Sojamehl-Pepton	10,0
Glucose	10,0
Agar-Agar	16,0
pH-Wert	4

Bebrütungstemperatur: 30°C [C, A] oder 28°C [D] oder 20-25°C [I]
Bebrütungsdauer: 96-120 h kristalliner Zucker [C]
24- 48 h flüssiger Zucker [C]
72-120 h [D, I] oder
1. Auszählung nach 44 ± 4 h
2. Auszählung nach 96 ± 4 h
bzw. nach 120 ± 4 h [F].

Malz-Agar g/l [F, I]	
Malzextrakt	30,0
Agar-Agar	15,0
pH-Wert	5,4

Bebrütungstemperatur: 20-25°C [I]
30° C [F]

Bebrütungsdauer: 1. Auszählung nach 44 ± 4 h
2. Auszählung nach 96 ± 4 h bzw.
nach 120 ± 4 h [F].

Mit steriler Weinsäure auf pH 3,5 einstellen [I, G]

Orange-Serum-Agar

Kartoffel-Agar

Mycophil-Agar

Malz-Agar

Malz-Extrakt-Agar

Bottlers Test

Osmotolerante Hefen

Malz-Extrakt-Agar g/l[G]	
Malzextrakt	30,0
Mycologisches Pepton	5,0
Agar-Agar	15,0
pH-Wert	5,4

c) Auswertung

Schimmel und Hefen werden getrennt angegeben und auf die Einwaage bezogen. Säuretolerante Bakterien, die auf den Substraten ohne Antibiotikazusatz auftreten können, müssen durch mikroskopische Kontrolle identifiziert werden.

d) Empfohlene Richtwerte (Limits)

Bottlers Test: Kristalliner Zucker sollte nicht mehr als 10 Kolonien pro 10 g Zucker enthalten. In 20 Proben flüssigen Zuckers sollten nicht mehr als durchschnittlich 10 Kolonien/10 g nachzuweisen sein. Nur eine Probe darf mehr als 18 Keime/10 g enthalten.

Institut Fresenius: Für Getränke liegt das Limit unter 1 Kolonie pro 1 cm³ Getränk. Getränkschädliche Hefen dürfen in 100 cm³ Probelösung nicht nachweisbar sein.

3.2.2.2.4.3 Nachweis von osmotoleranten Hefen

Prinzip: Eine ganze Reihe von Hefen sind in der Lage, in hochkonzentrierten Zuckerlösungen zu wachsen und zu gären. Die Osmotoleranz ist offensichtlich kein festes Artmerkmal. Bei vielen Hefen können mehr oder weniger osmotolerante Stämme auftreten. Saccharomyces rouxii ist die am häufigsten auftretende Art, bei der fast alle Stämme osmotolerant sind.

NKS + 50% Glucose (siehe auch 3.2.2.2.4.2 a).

a) Probemenge und Kulturverfahren

20 g Zucker werden in 100 cm³ sterilem dest. Wasser gelöst und durch ein Membranfilter, Porenweite 0,65 µm, filtriert (ICUMSA). 3 cm³ des Erfrischungsgetränkes werden mit 10 cm³ vorbereitetem Nährboden vermischt (s. 3.2.2.1.6).

Bei klaren Getränken können 100 cm³ und bei trüben Getränken - evtl. unter Verwendung eines Vorfilters - 5 cm³ über ein Membranfilter filtriert werden. Beide Filter müssen bebrütet werden.

b) Rezepturen für Nährböden zum selektiven Nachweis osmotoleranter Hefen

DeWhalley's Nährboden g/l [A]

Hefe-Extrakt	5,0
Pepton	2,0
Lösliche Stärke	2,0
Glycerin	1,0
Ammoniumchlorid	2,0
Glucose	20,0
Rohrzucker	400,0
pH-Wert	5,7
Agar-Agar	16,0
Bebrütungstemperatur:	30° C
Bebrütungsdauer:	72 h

Saccharose-Agar 30% g/l [F]

NaCl	5,0
Saccharose	300,0
Hefewasser*	200,0
	cm ³

Bebrütungstemperatur: 30°C

Bebrütungsdauer: 1. Ablesung nach 44 ± 4 h

2. Ablesung nach 96 ± 4 h bzw. nach 120 ± 4h

Fructose-Agar 60% g/l [G]

Fructose	600,0
Hefe-Extrakt	5,0
Agar-Agar	20,0

Kurzautoklavierung bei 121°C

Bebrütungstemperatur:	25°C
Bebrütungsdauer:	5-10 Tage

Fructose-Agar 40% g/l [G]

Fructose	400,0
Hefe-Extrakt	5,0
Agar-Agar	20,0

Kurzautoklavierung bei 121°C

Bebrütungstemperatur:	25°C
Bebrütungsdauer:	14-28 Tage

c) Auswertung:

Die Kolonienzahl wird pro Einwaage angegeben. Zur Bewertung der Osmotoleranz ist die Zuckerkonzentration des Substrates wichtig.

Gärfähige Hefen

3.2.2.4.4 Nachweis gärfähiger Hefen

Gärfähige Hefen beeinträchtigen durch ihre Stoffwechselprodukte, besonders durch Ethanol, zusätzlich zur Haltbarkeit auch den Geschmack alkoholfreier Getränke. Der Nachweis der Gärfähigkeit wird durch das bei der Gärung ebenfalls gebildete CO₂ geführt. Zum Nachweis der Gasbildung werden Einhornröhrchen oder Durhamröhrchen verwendet.

Soll das Gärverhalten nur einer Kolonie überprüft werden, ist die Gasbildung besser im Durhamröhrchen nachzuweisen. Ist eine Hefekolonie gewachsen, wird sie in fest verschließbaren Kulturröhrchen mit Durhamröhrchen überprüft (s. auch 3.2.2.1.5). Um Bakterienwachstum auszuschalten, wird Chloramphenicol zugesetzt.

Zusammensetzung der Nährlösung:

Lösung 1: Hefeextrakt	4,5 g
Pepton	7,5 g
Bromthymolblau	0,02 g
Chloramphenicol	0,04 g

werden in 900 cm³ H₂O dest. gelöst, anschließend der pH-Wert anhand des Farbumschlages von gelb nach blau-grün (ca. pH 7) mit NaOH eingestellt. Diese Lösung wird 15 min. bei 121°C autoklaviert.

Lösung 2: 60 g Saccharose werden in 100 cm³ sterilem Wasser gelöst und steril filtriert.

Lösung 2 wird der Lösung 1 nach Sterilisation zugesetzt.

Bebrütungstemperatur:	30° C
Bebrütungsdauer:	24 h

Auswertung:

Wachstum und Säureproduktion einer Hefe wird durch Trübung und Umfärbung des Substrates von blau-grün nach gelb angezeigt. Das gebildete CO₂ ist an der Gasblase im Durhamröhrchen abzulesen. Alle drei Merkmale ergeben den Nachweis einer gärfähigen Hefe.

3.2.2.2.5 Methoden zum Nachweis von coliformen Bakterien einschließlich *Escherichia coli*

Prinzip:	Auf einem selektiven Nährmedium können coliforme Bakterien kultiviert werden. Coliforme Bakterien gehören zu den Enterobacteriaceen, die zur Darmflora von Warmblütern und zur Bodenflora gehören. Coliforme Bakterien ähneln in ihrem physiologischen Verhalten und in ihrem Vorkommen <i>E. coli</i> .	Coliforme Bakterien
	Coliforme Bakterien einschließlich <i>E. coli</i> sind stäbchenförmige, lactosevergärende, gramnegative Bakterien.	
	<i>E. coli</i> eignet sich als Indikator für fäkale Verunreinigungen, da es auch außerhalb des Darmes noch einige Zeit leben kann. <i>E. coli</i> gilt allgemein nicht als pathogen, zeigt aber an, dass die Möglichkeit einer Kontamination mit pathogenen Keimen gegeben sein kann.	
	Um selektive Bedingungen herzustellen, unter denen möglichst wenig andere Bakterien wachsen, wird Lactose als Kohlenstoffquelle im Substrat verwendet. Außer coliformen Bakterien können hauptsächlich Milchsäurebakterien ebenfalls Lactose vergären. Deshalb ist es nötig, beim Wachstum verdächtiger Kolonien, diese zu differenzieren, um festzustellen, ob sie in die Gruppe der Coliformen einzuordnen sind.	

3.2.2.2.5.1 Südzucker-Methode

Geräte und Reagenzien:	entsprechen der unter 3.2.2.2.1.1 beschriebenen Methode. Eingesetzt werden Nährkartonscheiben vom Typ Endo.
	Impföse, Objektträger, Mikroskop, Objektiv 100-fache Vergrößerung, 3% KOH.
Durchführung:	25 g Zucker oder 35 g Flüssigzuckersirup (Δ 25 g TS) werden in sterilem dest. Wasser kalt gelöst und nach dem Membranfilterverfahren (s. 3.2.2.1.4) weiter verarbeitet.
	Bebrütungstemperatur: 42°C
	Bebrütungsdauer: 48 h

Auswertung: Auf dem Endo-Nährmedium bilden die lactoseabbauenden Bakterien Aldehyde und Säuren. Aldehyde setzen das im Nährmedium enthaltene Fuchsin frei. Die Kolonien färben sich dadurch rot.

Bei *E. coli* ist diese Reaktion so intensiv, dass Fuchsin auskristallisiert und die Kolonien grünschimmernd metallisch glänzen.

Die Selektivität der Nährböden ist jedoch nicht absolut, deshalb müssen verdächtige Kolonien weiter untersucht werden.

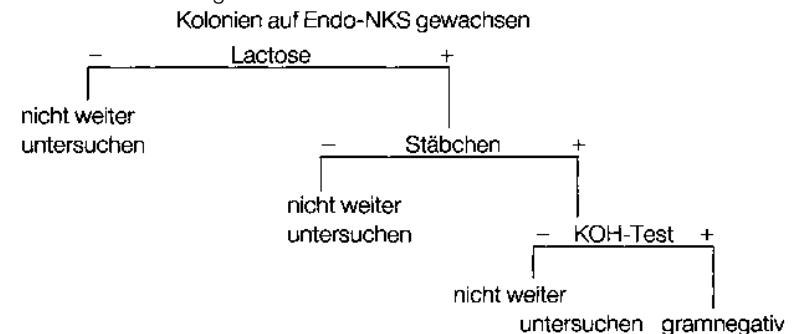
Rotgefärbte Kolonien mit und ohne Metallglanz sind lactosepositiv, bleiben Kolonien farblos und klar, sind sie lactosenegativ und werden nicht weiter untersucht; sie gehören nicht zu den Coliformen.

Mikroskopische Kontrolle: Die lactosepositiven Kulturen müssen mikroskopiert werden: Auf einem Objektträger wird in einen Tropfen etwas Bakterienmaterial mit einer ausgeglühten, abgekühlten Impfzettel verteilt. Über den Tropfen kommt ein Deckgläschen. Ergibt die mikroskopische Kontrolle, dass die Bakterien stäbchenförmig sind, muß weiter untersucht werden. Eine weitere Differenzierung erfolgt durch die Prüfung des Gramverhaltens. Anstelle eines aufwendigen Färbeverfahrens (s. 3.2.2.3.2.3) wird in der Betriebskontrolle der KOH-Test eingesetzt (27).

KOH-Test: Dazu wird das Deckgläschen vom Objektträger wieder vorsichtig entfernt und zu den stäbchenförmigen Bakterien ein Tropfen 3%iger Kalilauge gegeben und mit der Impföse verrieben. Nach 5-10 Sek. wird die Impföse vorsichtig vom Tropfen abgehoben. Kommt es zum schleimigen Fadenziehen, ist der Test positiv, und die Bakterien sind als gramnegativ einzuordnen.

Dass gramnegative Bakterien schleimig werden, beruht vermutlich auf der Zerstörung der Zellwände gramnegativer Bakterien, wodurch z. T. die Desoxyribonucleinsäure aus der Zelle freigesetzt wird (27).

Abb. 7: Auswertungsschema



Grenzwert: Der Nachweis coliformer Bakterien einschließlich *E. coli* muss negativ sein.

3.2.2.2.5.2 Untersuchungsverfahren zum selektiven Nachweis von coliformen Keimen und *Escherichia coli*

Die allgemein benutzten Nachweisverfahren beruhen alle mehr oder weniger auf den Vorschriften „Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlamm-Untersuchung“ (17,18) siehe auch § 35.

a) Probenmenge und Kulturverfahren

Eine Möglichkeit des Nachweises von Fäkalkeimen ist ihre Anreicherung mit Hilfe der Membranfiltration. 100 cm³ Probeflüssigkeit werden über ein Membranfilter gegeben. Nach dem Beimpfen des Filters wird dieser auf Endo-Agar gelegt.

b) Ansatz für Endo-Agar g/l [G, J]

Grundsubstrat	
Fleischextrakt LAB LEMCO	10
Pepton	10
NaCl	5
Agar-Agar	15
pH-Wert	7,5

Zum endgültigen Einsatz wird das Grundsubstrat wieder verflüssigt und zu 100 cm³ 1 g Lactose und 0,5 cm³ Fuchsinlösung (10 g Diamantfuchsin in 90 cm³ Ethanol lösen und filtrieren) zugefügt. Außerdem werden ca. 2,5 cm³ Natriumsulfatlösung (10 g Na₂SO₃ · H₂O + 90 cm³ dest. Wasser) zugegeben, bis das heiße Nährmedium nur noch schwach rosa gefärbt ist. Im kalten Zustand sollte der Nährboden farblos sein. Nach gutem Durchmischen werden Platten gegossen; diese müssen licht- und luftdicht aufbewahrt werden, da sie sich sonst rot verfärben.

Bebrütungstemperatur: 37° C ± 1,5°C

Bebrütungsdauer: 20 Stunden

c) Auswertung:

Die Kolonien werden nach den im Aussehen unterschiedlichen Typen ausgezählt. Das Erscheinen von roten Kolonien auf Endo-Agar ist als Verdacht auf *E. coli* und coliforme Bakterien zu werten.

d) Ansatz für flüssige Anreicherungskulturen

100 cm³ Probeflüssigkeit werden über Membranfilter filtriert. Das beimpfte Membranfilter wird in 50 cm³ sterile 1 %ige Lactose-Bouillon in einen 100 cm³-Erlenmeyer gegeben.

Lactose-
Bouillon

Brillantgrün-Galle-Lactose-Bouillon g/l

Pepton aus Fleisch	10
Lactose	10
Ochsengalle getr.	20
Brillantgrün	0.0133
pH-Wert	7,2

Bebrütungstemperatur: 37° C

Bebrütungsdauer: 24 h, bei negativem Ergebnis auf 48 h erhöhen.

e) Auswertung

Trübung der Nährlösung zeigt Wachstum von lactosevergärenden Bakterien an, und es muss eine weitere Differenzierung der Bakterien erfolgen.

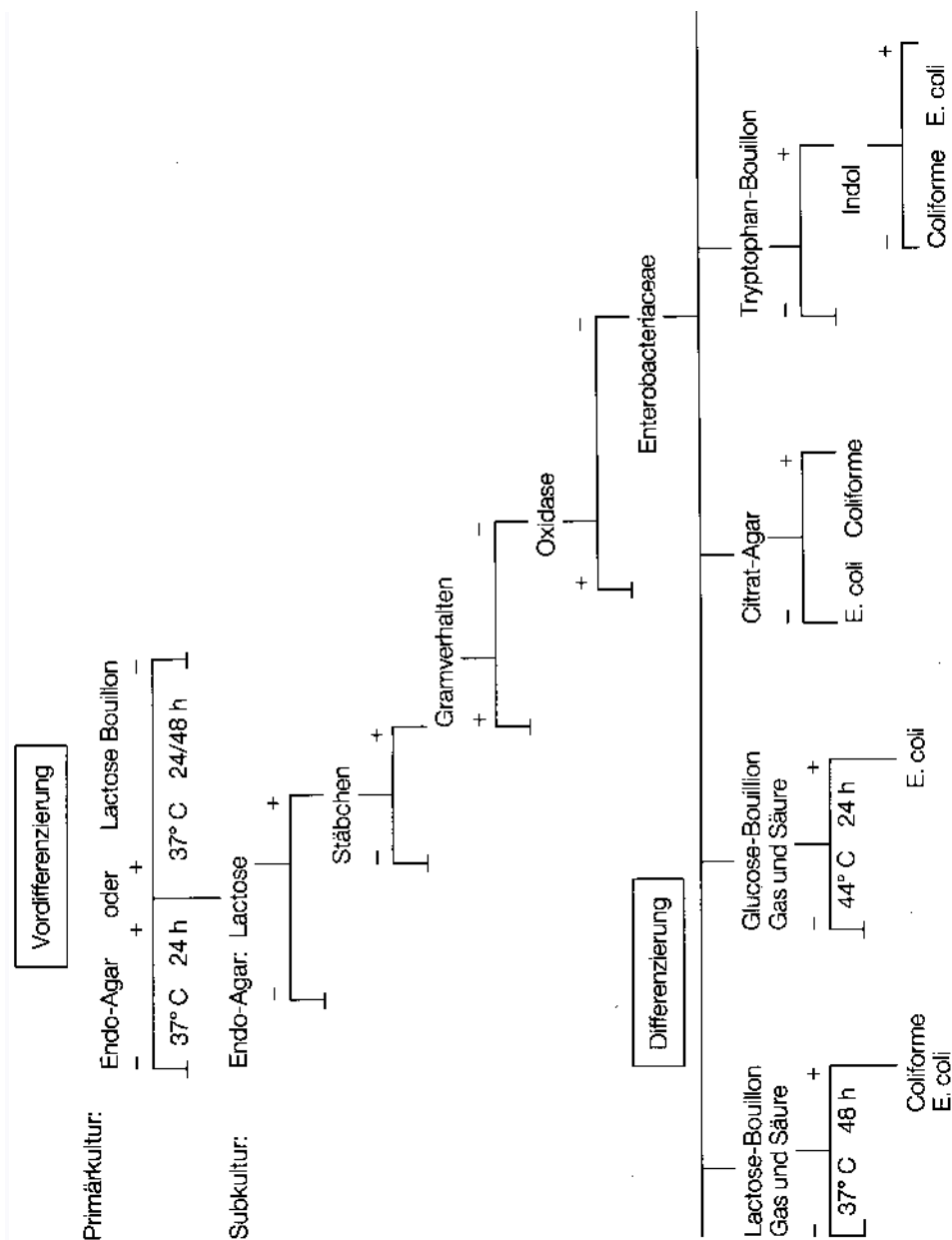
f) Vordifferenzierung (s. Abb. 8)

Subkultur

Nach den Primärkulturen werden Subkulturen durch Ausstrich (3.2.2.1.8) auf Endo-Agar (3.2.2.2.5.2 b), entweder aus den verdächtigen Kolonien aus a) oder nach Trübung aus d), angelegt. Diese Subkulturen werden ebenfalls bei 37°C 24 Stunden inkubiert.

Endo-Agar

Abb. 8: Differenzierungsschema



Gram-
verhalten

Oxidase

Lactosepositive (rote) Kolonien werden auf ihre Reinheit mikroskopiert. Sind es stäbchenförmige Bakterien, werden diese auf ihr Gramverhalten geprüft (KOH-Test 3.2.2.2.5 oder Gramfärbung 3.2.2.3.2.3).

Gramnegative Stäbchen müssen auf ihre Oxidaseaktivität getestet werden. Um die Reaktion auf Cytochromoxidase zu prüfen, wird mit einer Impföse etwas Bakterienmaterial entnommen, und auf Teststäbchen verrieben (z.B. Bactident Oxidase, MERCK 1330). Bei positiver Reaktion verfärben sich die Reaktionszonen innerhalb einer Minute blau-violett. In diesem Falle liegen weder E. coli noch coliforme Kolonien vor, da die Entero-bacteriaceae keine Cytochromoxidase haben.

Sind die Kolonien lactosepositiv, stäbchenförmig, gram- und oxidase-negativ, muss der Verdacht auf coliforme Bakterien durch weitere Differenzierungen bestätigt oder entkräftet werden.

g) Differenzierung

Von jeder vordifferenzierten Reinkultur sollten wenigstens folgende biochemische Reaktionen getestet werden:

1. Indolbildung durch mikrobiologischen Abbau von Tryptophan
2. Mikrobieller Lactoseabbau durch Gas und Säurebildung
3. Mikrobieller Glucoseabbau durch Gas und Säurebildung
4. Wachstum von Bakterien auf Citrat als einziger Kohlenstoffquelle

Tryptophan-
Trypton-
Bouillon

1. Tryptophan-Trypton-Bouillon g/l
- | | |
|---------------|-----|
| Caseinpepton | 10 |
| DL-Tryptophan | 1 |
| NaCl | 5 |
| pH-Wert | 7,5 |

h) Zusammensetzung der Nährmedien

5 cm³ Nährlösung in Reagenzgläser füllen und 20 Minuten bei 115°C autoklavieren. Mit Hilfe einer Impföse werden Bakterien der gereinigten Ausstrichkulturen abgeimpft.

Bebrütungstemperatur: 37°C
Bebrütungsdauer: 24 h

Nach Wachstumstrübung wird die Indolbildung durch Überschichten mit KOVASC-Indol-Reagenz überprüft.

Lactose-
Bouillon

2. Lactose-Bouillon g/l
- | | |
|--------------------|------|
| Pepton aus Fleisch | 10 |
| Fleischextrakt | 3 |
| NaCl | 5 |
| Lactose | 10 |
| Bromkresolpurpur | 0,02 |
| pH-Wert | 7,2 |

Ca. 10 cm³ der Nährlösung in fest verschließbare Reagenzgläser mit Durhamröhrchen füllen und 20 Minuten bei 115°C autoklavieren. Anschließend wird mit einer Reinkultur beimpft.

Bebrütungstemperatur: 37°C
Bebrütungsdauer: 48 h

3. Glucose-Bouillon g/l	
Pepton aus Fleisch	10
Fleischextrakt	3
NaCl	5
Glucose	10
Bromkresolpurpur	0,02
pH-Wert	7,2

Ca. 10 cm³ der Nährlösung in fest verschließbare Reagenzgläser mit Durhamröhrchen füllen und 20 Minuten bei 115°C autoklavieren. Anschließend wird mit einer Reinkultur beimpft.

Bebrütungstemperatur: 44°C
Bebrütungsdauer: 24 h

4. Simmons-Citrat-Agar g/l	
MgSO ₄ · 7 H ₂ O	0,2
Na(NH ₄)HPO ₄	0,8
(NH ₄) ₂ H ₂ PO ₄	0,2
Tri-Natriumcitrat	2,0
NaCl	5,0
Bromthymolblau	0,08
Agar-Agar	15,0
pH-Wert	7,0

Nach dem Autoklavieren den flüssigen Nährboden in sterile Reagenzgläser füllen und in Schräglage erstarren lassen und beimpfen (3.2.2.1.8)

Bebrütungstemperatur: 37°C
Bebrütungsdauer: 48 h

i) Auswertung

1. Zeigt die Tryptophanbouillon Trübung, so sind Bakterien gewachsen. Ob diese Indol gebildet haben, wird als Farbreaktion durch Überschichten mit Kovasc-Reagenz geprüft. Schlägt der Farbton von gelb auf rot um, so ist die Reaktion positiv. Im allgemeinen reagieren coliforme Bakterien positiv, E.coli dagegen negativ und kann somit von den übrigen Coliformen differenziert werden.

Glucose-
Bouillon

Lactose-
Vergärung

Glucose-
Vergärung

Citrat-
Verwertung

Simmons-
Citrat-Agar

Bundes-
seuchen-
gesetz

Indol-Test

2. Ob Lactose von der isolierten Reinkultur vergoren wird, zeigt sich nach Bakterienwachstum einmal durch die Gasbildung an der Luftblase im Durhamröhrchen, zum anderen durch Säurebildung anhand des Farbumschlages des Indikators von rötlich nach gelb. Positiv wird die Reaktion gewertet, wenn sowohl Gas als auch Säure gebildet werden. Coliforme Bakterien, einschließlich E. coli, vergären Lactose, indem sie Gas und Säure bilden.

3. Gas- und Säurebildung zeigen auch bei der Glucosevergärung eine positive Reaktion an. E. coli verwerten bei einer Bebrütungstemperatur von 44°C Glucose unter Bildung von Säure und Gas.

4. Durch Wachstum auf Citrat-Agar wird angezeigt, dass die Bakterien in der Lage sind, Citrat als Kohlenstoffquelle zu verwerten. Gleichzeitig färbt sich der Nährboden von grün nach blau um. Diese positive Reaktion differenziert die coliformen Bakterien von E.coli, das auf Citrat nicht wachsen kann.

Ist der Verdacht auf E. coli durch die Differenzierung bestätigt worden, besteht die Möglichkeit, dass durch fäkale Verunreinigungen pathogene Keime eingeschleppt wurden.

Die wichtigsten Verordnungen für das Lebensmittelgewerbe und für das Arbeiten mit Krankheitserregern und Entsorgung von kontaminierten Material sind im Bundesseuchengesetz Infektionsschutzgesetz aufgeführt (26).

Wichtig ist in diesem Zusammenhang auch, dass das Arbeiten im mikrobiologischen Labor generell so erfolgen soll, als enthielten die Kulturen pathogenes Material. Deshalb dürfen Kulturen nicht einfach weggeworfen werden, sondern müssen zuvor durch Autoklavieren oder mit Formalin (10%) abgetötet werden. Für Einweg-Plastik-Petrischalen hat sich in der Praxis das Autoklavieren in hitzestabilen Plastikbeuteln bewährt.

3.2.2.5.3 Differenzierung von coliformen Keimen und E. coli mit Hilfe gebrauchsfertiger Testverfahren

Zur Identifizierung von Mikroorganismen werden alle bekannten Eigenschaften herangezogen: Morphologie, Gramverhalten, Beweglichkeit, Sporenbildung, Lebensbedingungen, Kolonienform und biochemische Reaktionen.

Besonders mit Hilfe der biochemischen Differenzierung durch den Nachweis unterschiedlicher Stoffwechselleistungen und -produkte ist eine Identifizierung der Bakterien möglich. Die Differenzierung erfolgt bevorzugt durch Farbreaktion der zugefügten Indikatoren, weshalb eine solche Durchführung auch 'Bunte Reihe' genannt wird.

Eine Keimdifferenzierung kann auch mit vorgefertigten Tests durchgeführt werden, z. B. Enterotube la Roche® oder mit dem API-System®. Beide Systeme sind in der Auswertung ähnlich aufgebaut. In der Art und Weise der Beimpfung unterscheiden sie sich. Gegenüber den herkömmlichen 'Bunten Reihen' haben die gebrauchsfertigen Test-Verfahren den Vorteil, daß das aufwendige Herstellen der vielen verschiedenen Nährböden entfällt. Besonders einfach und sicher ist die Beimpfung von Enterotube durchzuführen. Man entnimmt von einer Reinkultur mit der Nadelspitze des Enterotubes eine Kolonie und zieht den Impfdraht durch alle 8 Kammern. Die Auswertung erfolgt nach 24 Stunden Bebrütung bei 37°C. Eine schnelle Auswertungsmöglichkeit bietet eine Farbtabelle mit positiven und negativen Farbreaktionen, die mit dem bebrüteten Enterotubetests verglichen werden können.

Auf einem Auswertungsblock werden die positiven und negativen Reaktionen vermerkt. Anhand einer beigefügten Tafel sieht man nach der Übereinstimmung des Reaktionsmusters und kann somit die Kultur identifizieren.

Grenzwerte: Nach der Trinkwasserverordnung (7) müssen 100 cm³ Wasserfrei von E. coli sein. Ebenfalls müssen 100 cm³ Wasser frei von coliformen Bakterien sein (Grenzwert). Dieser Grenzwert gilt als eingehalten, wenn bei mindestens 40 Untersuchungen in mindestens 95 vom Hundert der Untersuchungen coliforme Keime nicht nachgewiesen werden. Fäkalstreptokokken dürfen in 100 ml Trinkwasser nicht enthalten sein (Grenzwert).

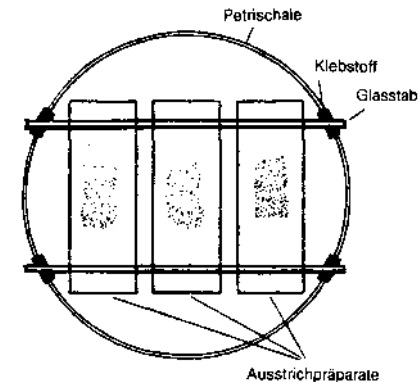
gebrauchsfertige Tests

3.2.2.3 Mikroskopische Untersuchungen

Zur Identifizierung der Mikroorganismen ist die mikroskopische Kontrolle ein wichtiger Untersuchungsbestandteil.

Geräte und Reagenzien: Mikroskop (Mindestvergrößerung 1.000-fach, z.B. Objektiv 100-fach, Okulare 10-fach), Ölimmersion, Objektträger, Deckgläser, Immersionsöl, Impföse, Bunsenbrenner, Färbewanne, (Abb. 9), dest. Wasser.

Färbewanne Abb. 9: Färbewanne nach DAWID [27]



Ethanol 96%, Methanol 95%, Methylenblau, Kalilauge, chinesische Tusche, Gentianaviolett, Phenol (Carbolsäure), Kaliumjodid, Jod, Fuchsin, Natriumsulfitlösung 10%ig.

Lebendpräparat

3.2.2.3.1 Lebendpräparat

Durch ein Lebendpräparat erhält man eine erste Orientierung über Größe, Form und Beweglichkeit der Mikroorganismen.

Auf einen gereinigten Objektträger wird ein Wassertropfen gebracht, in dem mit einer ausgeglühten Impföse etwas Material von einer Kolonie verteilt wird. Zur Beobachtung wird ein Deckglas aufgelegt.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, dass Hefen und Bakterien über ein Membranfilter angereichert werden. Auf einen Objektträger wird etwas Immersionsöl getropft. Das lufttrockene Membranfilter wird daraufgelegt. So dringt das Öl in die Poren des Filters ein und macht es transparent. Nach Auflegen eines Deckglases kann man die Bakterien, Hefen und Schimmel gut voneinander unterscheiden.

3.2.2.3.1 Vitalfärbung

Besser sichtbar werden die Mikroorganismen durch Anfärben. Für die Durchführung einer Vitalfärbung eignet sich eine 0,1%ige Methylenblaulösung, die in dieser Konzentration die Organismen noch nicht schädigt. In 2 Tropfen dieser Lösung wird etwas Impfmateriale verteilt. Nach 3 Minuten legt man ein Deckglas darauf und kann so die Mikroorganismen mikroskopieren.

Vitalfärbung

3.2.2.3.2 Ausstrichpräparat

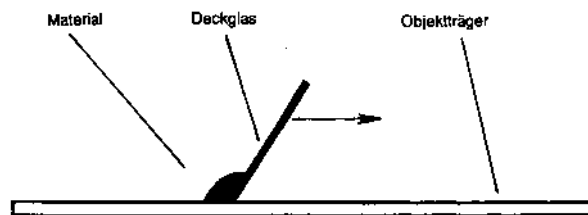
Im fixierten Zustand nehmen die Zellen mehr Farbstoff auf und werden dadurch besser sichtbar. Außer Form und Größe können durch spezielle Färbemethoden bestimmte Eigenschaften unterschieden werden.

Ausstrichpräparat

Fixierung: Zweck der Fixierung ist es, dass die Mikroorganismen an der Glasoberfläche des Objektträgers haften und beim Abtöten weitgehend ihre Struktur erhalten bleibt. Auf einem fettfreien Objektträger wird in einen Tropfen Wasser Impfmateriale mit einer Öse übertragen. Mit einem Deckglas wird die Suspension ausgestrichen (Abbildung 10). Der lufttrockene Ausstrich wird mit der Schicht nach oben dreimal durch die leuchtende Flamme eines Bunsenbrenners gezogen. Die Bakterienmenge ist richtig bemessen, wenn der Ausstrich zum durchsichtigen, leicht trübten Fleck wird.

Negativfärbung

Abb. 10: Herstellen eines Ausstriches nach DAVID (27)



3.2.2.3.2.1 Methylenblaufärbung

Durchführung: Ausstrichpräparat auf eine Färbewanne legen und mit einigen Tropfen Methylenblau n. Löffler bedecken. Nach 5 Minuten Färbedauer mit Leitungswasser so lange abspülen, bis keine Farbwolken mehr entstehen. Auf den lufttrockenen Ausstrich einen Tropfen Immersionsöl bringen und mikroskopieren.

Methylenblaufärbung

Methylenblau nach Löffler:

Methylenblau	0,5 g
Methanol (95%ig)	30 cm ³
Kalilauge (0,01 %)	100 cm ³

Ergebnis: Alle Bakterien sind intensiv blau gefärbt. Bakterien älterer Kulturen lassen sich schlecht anfärben; sie erscheinen blass. Sind Schleimkapseln vorhanden, so ist der Protoplast blau, die Kapsel leicht rosa, die Umgebung blassblau.

3.2.2.3.2.2 Negativfärbung

Hierbei wird nicht das Bakterium, sondern seine Umgebung gefärbt. Das Bild erscheint wie im Dunkelfeld: Bakterien hell, Blickfeld dunkel. Diese Methode benutzt man besonders zur Darstellung schwerfärbbarer Mikroorganismen und Bakterien Schleimhüllen.

Durchführung: Auf fettfreiem Objektträger in einem Tropfen Wasser eine Öse Bakterien suspension verreiben, einen Tropfen chinesische Tusche zufügen und gründlich verrühren. Mit einem zweiten Objektträger ausstreichen, lufttrocknen und den dunkelbraunen Ausstrich ohne Deckglas trocknen mikroskopieren.

Ergebnis: Stäbchen und Ketten sind weiß; sie heben sich deutlich vom dunklen Untergrund ab.

Schleimhüllen werden in lufttrockenem Tuscheausstrich sichtbar gemacht. Es wird ein Tropfen Methylenblau n. Löffler zur Gegenfärbung zugefügt. Der Protoplast färbt sich intensiv blau, die umgebende Schleimhülle ist hell, umgeben von dunkler Tusche.

3.2.2.3.2.3 Gramfärbung

Gramfärbung

Der Ausstrich wird mit Gentianaviolett gefärbt und mit Iodkali gebeizt. Löst sich der in der Zelle entstehende Farbstoff-Iod-Komplex bei Alkoholbehandlung auf und tritt aus den Zellen, so handelt es sich um die Gruppe der gramnegativen Bakterien.

Eine andere Gruppe färbt sich blauviolett, da der Farbstoff-Komplex wegen des hohen Lipoidgehaltes der Zellwand erhalten bleibt. Diese Gruppe wird als grampositiv bezeichnet.

Durchführung: Bakterien einer 24 Stunden alten Bouillonkultur werden ausgestrichen, hitzefixiert und 2 Minuten mit Gentiana-

violett gefärbt. Ohne zu spülen wird Iod-Iodkali-Lösung zugefügt und sofort wieder abgegossen. Anschließend wird erneut mit Iod-Iodkali-Lösung eingefärbt. Nach 2 Min. wird mit Gentianaviolett gefärbt. Ohne zu spülen wird Iod-Iodkali-Lösung zugefügt und sofort wieder abgegossen. Anschließend wird erneut mit Iod-Iodkali-Lösung eingefärbt. Nach 2 Minuten Einwirkzeit wird das Präparat mit 96%igem Alkohol entfärbt, bis keine Farbwolken mehr sichtbar sind. Anschließend wird mit Wasser abgespült und mit Fuchsinlösung gegengefärbt. Die Farblösung wird abgespült und das Präparat mit einem Deckglas mikroskopiert.

Farblösungen:

Iod-Iodkali-Lösung: Kaliumiodid 2,0 g
Iod 1,0 g
in 20 cm³ dest. Wasser lösen. Nach dem Lösen wird dest. Wasser auf 300 cm³ aufgefüllt.

Fuchsin-Lösung: Stammlösung: 10-20 g Fuchsin mit Methanol 96 % überschütten, 3 Tage in brauner Flasche stehen lassen, abfiltrieren. Ungelöste Farbestoffe können für einen neuen Farbstoffansatz benutzt werden.

Gentianaviolett: Fuchsin-Stammlösung 5 cm³
dest. Wasser 100 cm³
Stammlösung (wie Fuchsin) 1 cm³
5 % Phenol (Carbolsäure) 10 cm³
dest. Wasser 100 cm³

Ergebnis: Grampositive Zellen sind blauschwarz gefärbt, gramnegative Zellen sind leuchtend rot.

KOH-Test zur Unterscheidung zwischen gramnegativen und grampositiven Bakterien.

3.2.2.3.2.4 Sporenfärbung

Man nimmt eine ältere Bakterienkultur, in der sich schon einige Bakterien versport haben. Sporen sind wasserarm und von einer dicken Membran umgeben. Sie nehmen deshalb Farbstoffe schwer auf und geben sie auch schwer wieder ab.

Durchführung: Es wird ein Ausstrichpräparat hergestellt und mit Carbofuchsin-Lösung bedeckt. Das Präparat wird bei schwacher

Farblösungen

Farblösung: Carbofuchsin nach ZIEHL-NEELSEN
Stammlösung (s. 4.1.2.3.2.3 Fuchsin-Lösung) 10 cm³
5% Phenol (Carbolsäure) 100 cm³

Ergebnis: Die Sporen haben sich leuchtend rot gefärbt, die Zellen sind blassblau.

Sporenfärbung

- 3.3 BETRIEBSKONTROLLE
 - 3.3.1 Leerflaschenkontrolle
 - 3.3.2 Füllmengenkontrolle
 - 3.3.3 Leistungskontrolle
 - 3.3.4 CO₂-Gehalt
 - 3.3.5 Extraktgehalt/Zuckergehalt
 - 3.3.6 Säuremenge, pH-Wert
 - 3.3.7 Luft- und Sauerstoffgehalt
 - 3.3.8 Maßnahmen zur Verminderung des O₂-Gehalts
 - 3.3.9 Geschmackskontrolle
 - 3.3.10 Fehler bei Erfrischungsgetränken
 - 3.3.10.1 Optisch erkennbare Fehler
 - 3.3.10.2 Geruchliche und geschmackliche Fehler
 - 3.3.10.3 Biologische Schäden und ihre Auswirkung
 - 3.3.11 Ausbeutekontrolle
 - 3.3.11.1 Flaschenbruch
 - 3.3.11.2 Zuckerverbrauch
 - 3.3.11.3 Grundstoffverbrauch
 - 3.3.11.4 CO₂-Verbrauch

3.3 BETRIEBSKONTROLLE

3.3.1 Leerflaschenkontrolle

Die Kontrolle der Flaschen auf Unversehrtheit und Sauberkeit, kann bei langsam laufenden Anlagen noch wie früher durch visuelle Überprüfung der Flaschen an den Ausleuchtstationen von Arbeitskräften durchgeführt werden. Durch die Leistungserhöhung der Abfüllstraßen haben bei Hochleistungsanlagen diese Kontrollen automatische Systeme übernommen.

Ein Prüfgerät für die Gesamtoberfläche von Leerflaschen prüft automatisch die Unversehrtheit aller Oberflächen einer Flasche einschließlich des Mündungsbereiches. Bei der Verarbeitung von Mehrweg-PET-Flaschen sind zusätzliche Inspektionsfelder wie Leckage, Stress cracks und Tragrings hinzugekommen. Durch den Einsatz moderner Kamerasysteme mit Bildverarbeitung werden selbst hohe Ansprüche an die Qualitätssicherung im Hinblick auf Präzision und Geschwindigkeit erfüllt.

Da mit unterschiedlichen Fremdstoffen gerechnet werden muss, sind oft mehrere Inspektionsmodule notwendig. Die Erkennung lichtundurchlässiger Fremdkörper ist nur eine von vielen Forderungen. Neben flüchtigen Fremdstoffen, die auch im jeweiligen Gasraum der Flasche vorliegen, müssen auch schwerflüchtige Substanzen (überwiegend in der Restflüssigkeit) erkannt werden. Die flüchtigen Fremdstoffe werden innerhalb einer Hundertstelsekunde von hochsensiblen sogenannten "Sniffer-Systemen" überprüft. Von einigen Firmen werden unterschiedliche Detektionssysteme und Kombinationen angeboten.

Im Einzelnen werden folgende Analysenverfahren eingesetzt:

Bei der Massenspektrometrie werden aus einer Substanz Ionen erzeugt, die nach Masse und Ladung getrennt werden können. Es kann auf zwei verschiedene Arten ionisiert werden: durch Elektronenbeschuss (Elektronenstoßionisation), hier zerfallen die Substanzen größtenteils in positiv geladene Fragmente oder durch chemische Ionisation mittels eines Reaktantgases (z. B. CO₂ Methan), hier reagieren die ionisierten Moleküle des Reaktantgases mit den Substanzen, dabei entstehen weniger Fragmente aber mehr Ionen. Die Identifizierung der Gasprobe erfolgt mittels produktspezifischer Gut/Schlechstoffbibliothek (Fingerprint-Methode). Je nach Verfahren können flüchtige Verbindungen wie Alkohole, flüchtige Kohlenwasserstoffe (z. B. Aceton, Benzin) oder Ammoniak bestimmt werden.

Spektroskopische Verfahren beruhen auf der Wechselwirkung von Materie und Strahlung. Bei der UV/VIS-Spektroskopie werden elektromagnetische Strahlungen des ultravioletten oder sichtbaren Lichtes beim Durchstrahlen der Probe absorbiert. Die je nach Substanz abhängig von der Wellenlänge auftretende Lichtschwächung erlaubt Rückschlüsse auf Zusammensetzung

Flaschen-
ausleucht-
stationen

Lumineszenz

zung und auf Teilstrukturen der Substanz. So absorbieren im UV-Bereich hauptsächlich Aromaten (Benzol, Pestizide etc.) oder Verbindungen mit konjugierten Doppelbindungen (z. B. Fette, Konservierungsstoffe). Bei der IR-Spektroskopie (NIR-nahes Infrarot, MIR-längerwelliges mittleres Infrarot) werden Schwingungen des Moleküls ausgelöst, die charakteristisch für bestimmte funktionelle Gruppen in organischen Verbindungen sind.

Für die Analyse von Getränkeresten (z. B. Waschmittel, Öle, Chemikalien) werden Sensorsysteme im ultravioletten-, sichtbaren und infrarot-Bereich eingesetzt. Der Lichtstrahl durchdringt die Getränkereste und gelangt über einen Lichtsammler in ein optoelektronisches Spektrometer. Dort wird die Lichtschwächung mit mehreren hundert Sensoren stoffspezifisch analysiert, mit den vorhandenen Spektren der Getränke und deren Fermentationsprodukten verglichen und in „gut“ bzw. „schlecht“ klassifiziert.

Ammoniakhaltige Substanzen wie z. B. Reiniger, Farbablöser etc. können durch Mikrowellenstrahlungen detektiert werden. Durch Ammoniak wird eine darauf präzise eingestellte hochfrequente Mikrowellenstrahlung geschwächt und durch hochsensitive Detektoren erfasst.

Lumineszenz

Eine Verbindung, die zuvor energetisch angeregt wurde, emittiert Licht. Die Anregung erfolgt entweder durch Licht (Fluoreszenz, Phosphoreszenz) oder durch chemische Reaktionen (Chemolumineszenz).

Erfolgt der Übergang der angeregten Moleküle zurück in den Grundzustand schnell in Form von Licht, spricht man von Fluoreszenz, bei langsamer Lichtabgabe von Phosphoreszenz. Zur Erfassung von Aromaten (ringförmige Kohlenwasserstoffe, wie Phenole etc.) kann z. B. die Puls-Fluoreszenz-Spektroskopie eingesetzt werden, bei dem auch geringste Mengen noch nachgewiesen werden können. Das jeweilige Fremdstoff-Molekül wird mit einem ultravioletten Lichtimpuls zu leuchten angeregt und der emittierte Lichtimpuls von einem hochempfindlichen Sensor registriert.

Unter Chemolumineszenz versteht man die mit einer chemischen Reaktion verbundene Aussendung von Strahlung. Hier kann z. B. die Gasphase nach katalytischer Reaktion mit Ozon auf ammoniakalische Verbindungen analysiert werden.

Die Hochgeschwindigkeits-Fremdstoffdetektion mit bis zu 80 000 Flaschen pro Stunde stellt höchste Anforderungen an die Sensortechnik, die Mechanik und nicht zu vergessen auch an die Rechnerleistungen und die Datenspeicherkapazitäten.

Massen-
spektronomie

Spektros-
kopische
Verfahren

3.3.2 Füllmengenkontrolle

Getränkeabfüllende Betriebe sind lt. Fertigpackungsverordnung zu einer laufenden innerbetrieblichen Füllmengenkontrolle mit Aufzeichnungen verpflichtet. Die Eichämter überwachen die Betriebe selbst, sie überprüfen aber auch aus dem Handel gezogene Proben.

Der effektive Füllinhalt der Flasche hängt von zwei Faktoren ab, nämlich vom Flaschenvolumen - auf das der Abfüllbetrieb keinen Einfluss hat - und von der eingestellten Füllhöhe, wenn es sich bei den Füllmaschinen um Niveaufüller handelt, bei denen stets kleine Differenzen auftreten können (siehe hierzu auch Kapitel 4.8).

Für diese unvermeidbaren Differenzen sind durch den Gesetzgeber Grenzwerte festgelegt, die nicht unterschritten werden dürfen (siehe hierzu Kapitel 5.7, S. 67ff).

Die Betriebe können für die Selbstkontrolle zwischen drei Methoden wählen:

- Wiegen der leeren und vollen Flaschen
- Volumenmessung mittels geeichter Gefäße und
- Niveaumessung mit Hilfe spezieller Schablonen.

Die Niveaumessung hat sich in der Praxis wegen der einfachen Handhabung bewährt und durchgesetzt. Für eine ganze Reihe von maßhaltigkeitsbeständigen Glasflaschen, nicht aber für Kunststoffflaschen sind von den Eichämtern entsprechende Schablonen genehmigt worden. Liegt für einen besonderen Flaschentyp noch keine solche Zulassung vor, so kann ein entsprechender Antrag gestellt werden.

Wichtig ist, die gemäß § 27 FPV durchzuführenden Eigenkontrollen in tabellarischer Form festzuhalten und diese Aufzeichnungen jeweils bis zur folgenden amtlichen Kontrolle als Nachweis aufzubewahren.

Für die Kontrolle auf über- oder unterfüllte Flaschen wurden mehrere Verfahren entwickelt:

- für transparente Gebinde Spezialkameras mit Auswertelektronik
- für transparente und undurchsichtige Verpackungen (z. B. Dosen) die Abtastung mit Gammastrahlen (s. auch 4.5)
- für durchsichtige sowie undurchsichtige, aber nichtmetallische Verpackungen das neue, sehr genaue Verfahren der Hochfrequenzabtastung.

Diese Verfahren können mit einer Verschlusskontrolle und einer Kontrolle der Etikettierung kombiniert werden.

Fertigpackungsverordnung (FPV)

Selbstkontrolle

Schablonen

3.3.3 Leistungskontrolle

Eine mit modernen Hochleistungsanlagen ausgerüstete Abfüllstraße kann nur dann die volle Leistung erzielen, wenn die einzelnen Aggregate aufeinander abgestimmt und überwacht werden. Hierfür eignen sich insbesondere mikroprozessorgesteuerte Überwachungssysteme, in die z. B. folgende Kontrollen integriert werden können:

- Leergutzählanlage
- Füllventildetektor
- Füllbruchkontrolle
- Verschlussorgandetektor (Verschlussfehlmelder)
- Laufgeschwindigkeitskontrolle
- Füllstandskontrolle
- Probenahme-Überwachung
- Etikettenkontrolle
- Datierung der Flaschen
- Produktionsdatenerfassung (Flaschenzähler)
- Vollkastenkontrolle
- Palettenkontrolle.

Mikroprozessoren

Betriebscomputer

Die im Rahmen der Überwachungssysteme gewonnenen Daten werden im Betriebscomputer gespeichert und ausgewertet, so daß jederzeit ein Überblick über die Funktion und Leistung der Anlage und die Produktion gegeben ist. Außerdem werden auch die Stillstandszeiten der einzelnen Aggregate erfasst sowie etwaige Störungen gemeldet und lokalisiert. Dadurch lassen sich die durch Stillstand einer Anlage entstehenden Kosten summieren. Dies wird durch Fehlerleuchtbilder erleichtert, bei denen das Aufleuchten eines Störlämpchens im Leuchtschema auf die Lage des Defektes hinweist.

3.3.4 CO₂-Gehalt

Der CO₂-Gehalt im Fertiggetränk schwankt je nach Getränketyp in ziemlich weiten Grenzen, wobei auch noch Unterschiede in den Verbrauchsgewohnheiten verschiedener Gegenden eine Rolle spielen. Während Fruchtsaftgetränke mit etwa 4 g/l karbonisiert werden, rechnet man für Limonaden 7 g und für Cola-Limonaden bis zu 10 g CO₂/l.

Die Einstellung der Karboniersysteme kann laufend durch Temperatur-Druckschreiber kontrolliert werden. Trotzdem muss auch der CO₂-Gehalt in der abgefüllten Flasche einer Überprüfung unterzogen werden (siehe hierzu Kapitel 4.7, S. 16ff).

3.3.5 Extraktgehalt/Zuckergehalt

Für die Kontrolle des Zuckergehaltes in Sirup und Getränken stehen dem Praktiker - je nach Betriebsausstattung - verschiedene Methoden zur Verfügung.

Die einfachste und auch im kleinsten Betrieb durchführbare Methode ist die Messung mittels des Aräometers, auch als Spindel oder Senkspindel bezeichnet. Hierbei wird das Tauchgewichtsverhältnis des Mediums gemessen, wobei die Skala für den zu messenden Stoff - also hier für reine wässrige Saccharoselösungen - kalibriert wurde.

Das Prinzip - bereits von Archimedes entdeckt - ist folgendes: Eine Glas-spindel taucht in eine Flüssigkeit ein und verdrängt dabei genau so viel Masse, wie ihrer eigenen entspricht. Die Eintauchtiefe gibt also die Dichte der verdrängten Flüssigkeit an. Ist diese schwerer, taucht die Spindel weniger tief ein, ist die Lösung leichter, sinkt der Körper tiefer. Um ein möglichst genaues Ablesen zu gewährleisten, ist die Spindel zu einem dünnen Hals ausgezogen, der die Skala trägt. Bei Zuckerspindeln kann auf dieser Skala für reine Zuckerlösungen direkt der Zuckergehalt in g/100 g bzw. in % abgelesen werden. Die veraltete Einheit "Grad Brix (°Bx)", die man noch oft auf älteren Spindeln findet, wurde durch die SI-konforme Angabe in g/100 g ersetzt.

Für invertzuckerhaltige flüssige Zucker eignet sich diese Methode nicht, da man für jedes mögliche Mischungsverhältnis Saccharose zu Invertzucker eine eigene Spindel benötigen würde, und da man darüber hinaus dieses Verhältnis vor der Messung kennen müsste.

Die Spindeln werden bei 20°C geeicht; die Messwerte sind nur bei dieser Temperatur genau. Um dem Praktiker die Arbeit zu erleichtern und das Einstellen des zu messenden Substrates auf exakt 20°C zu ersparen, sind in die Spindeln Thermometer eingeschmolzen, die mit einer Korrekturtabelle für Temperaturabweichungen versehen sind. Die abgelesenen Werte sind dem Spindelwert jeweils zuzuzählen oder abzuziehen.

Für Zuckersirup werden Spindeln mit einem Messbereich zwischen 35 und 80% geliefert, für Getränke solche zwischen 5 und 15%.

Beim Arbeiten mit dem Aräometer sind folgende Punkte zu beachten:

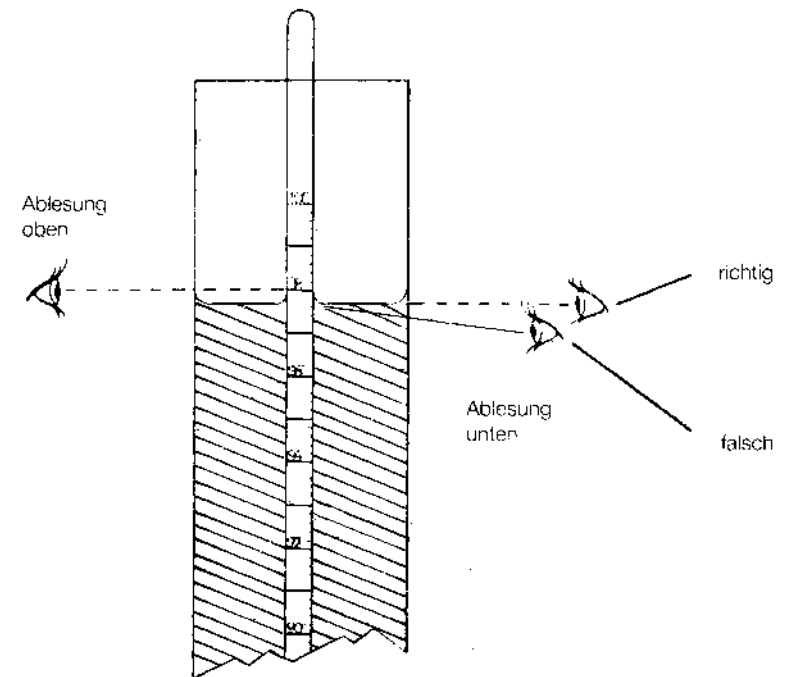
- CO₂-haltige Getränke müssen vor der Messung vollkommen von der Kohlensäure befreit werden, da sich sonst Gasblasen an die Spindel anlegen, wodurch ein Auftrieb entsteht, der das Messergebnis verfälschen würde. Dies geschieht am einfachsten durch mehrmaliges Schütteln und anschließendes Filtrieren durch ein Papier- oder Wattefilter.
- Der Glaszylinder, der für die Messung benutzt wird, muss genau senkrecht stehen und genügend groß sein, damit die Spindel nicht anliegt. Ein Aufhängen in 'kardanischen Ringen' hat sich hierfür bewährt, mit ihnen ist die Gewähr gegeben, dass der Zylinder stets lotrecht hängt.
- Die Spindel muss sauber und trocken sein und darf beim Eintauchen nur bis zu dem zu erwartenden Skalenstrich eingetaucht werden; sinkt sie tiefer, so wird der Hals benetzt und damit schwerer.

Ablesung

Aräometer

- Das Ablesen muss richtig erfolgen. Auf der Skala steht z. B. folgender Vermerk: % Zucker (oder °Bx)/20°C/Ablesung oben. Dieser Hinweis 'Ablesung oben' bedeutet, dass derjenige Punkt an der Skala gewertet werden muss, der durch den oberen Rand des Meniskus gebildet wird (Meniskus ist der durch die Oberflächenspannung am Spindelhals hochgezogene Flüssigkeitsspiegel). Fehlt dieser Vermerk, so wird grundsätzlich unten abgelesen (s. Abb. 1).
- da Zuckeraräometer nur für reine Zuckerlösungen geeicht sind, ist bei allen Messungen an „unreinen“ Lösungen (Rohstoffe, Zwischenprodukte, Fertiggetränke) stets mit einem mehr oder minder großen Fehler zu rechnen.

Abb. 1: Ablesung an der Zuckerspindel



Refrakto-
meter

Eine genauere Methode zur Kontrolle des Zuckergehaltes, die in der Praxis für Routinekontrollen vielfach verwendet wird, bedient sich des Refraktometers. Bei diesem handelt es sich um ein optisches Instrument, das die Lichtbrechung sichtbar macht, die das Licht beim Übergang in ein optisch andersartiges Medium (z. B. beim Übergang von Zuckerlösung in Glas) erfährt. Der Brechungsindex n wird um so größer, je unterschiedlicher die optische Dichte beider Medien ist. Bei Geräten mit visuellem Abgleich wird das Ergebnis anhand der Position einer Hell-Dunkel-Linie auf einer Skala

festgestellt. Diese Skala ist bei einem Zuckerrefraktometer wieder direkt in Gewichts-Prozent Zuckergehalt kalibriert (s. auch 4.5.3.1 Refraktometrische Messung).

Zur Verfügung stehen verschiedene Ausführungen: Das Eintauchrefraktometer (mehr für Präzisionsmessungen bestimmt) mit einer sehr großen Anzeigegenauigkeit, das Tischrefraktometer, bei welchem auch im Durchfluss gemessen werden kann, und das Handrefraktometer. Dieses ist nach dem Prinzip des Abbe-Refraktometers konstruiert, bei dem sehr kleine Flüssigkeitsmengen untersucht werden können. Die Flüssigkeit wird zwischen zwei Prismen gegeben. Die einfallenden Lichtstrahlen werden durch die Flüssigkeit abgelenkt und bringen über das zweite Prisma eine Verschiebung der Hell-Dunkel-Grenze. Für alle Refraktometer gilt - ähnlich wie bei den Spindeln -, dass die Messtemperatur (20°C) genau einzuhalten ist. Wird sie über- oder unterschritten, so muss eine Berichtigung des Wertes mit Hilfe von Korrekturtabellen vorgenommen werden. Die meisten Handrefraktometer haben hierfür ein kleines Thermometer eingebaut. Auch hier darf nicht sofort abgelesen werden; es ist kurze Zeit zu warten, bis die Flüssigkeit die Temperatur des Gerätes angenommen hat.

Wird mit invertzuckerhaltigen flüssigen Zuckern gearbeitet, so zeigt das Refraktometer andere Werte an, da die vom Invertzucker verursachte Änderung des Brechungsindex kleiner ist. Der abgelesene Wert muss daher entsprechend korrigiert werden (s. auch 4.3.3 Bestimmung des TS-Gehaltes flüssiger Zucker). Voraussetzung ist eine zumindest ungefähre Kenntnis des Invertzuckergehaltes.

Das Messprinzip des Refraktometers wird heute für die kontinuierliche Überwachung der Produktion eingesetzt. Das fertig ausgemischte Getränk läuft im Bypass (= in kleiner Menge parallel zum Hauptstrom) durch das Messgerät, das über einen Grenzwertgeber folgende Funktionen auslöst:

- Betätigen eines Schreibers, der die Konzentration laufend anzeigt und registriert
- Auslösen eines akustischen und/oder optischen Warnsignals bei Über- bzw. Unterschreiten der Grenzwerte
- automatische Steuerung der Dosierung.

Diese Geräte gewährleisten eine gleichbleibende Qualität der Erzeugnisse und schützen vor Unter- oder Überdosierung.

Auch neuere Dichtemesssysteme, die mit radioaktiven Isotopen (s. 4.5.3.3) arbeiten, kommen für die Messung des Zucker- bzw. Extraktgehaltes in Frage.

Eine Möglichkeit zur Bestimmung der Dichte von Flüssigkeiten bietet das Prozessdichtemesssystem, das nach dem Prinzip des Biegeschwingers arbeitet. Die zu messende Flüssigkeit wird zum Schwingen gebracht. Da

Hand-
refrakto-
meter

Biege-
schwinger

die Frequenz von der Dichte derselben beeinflusst wird, kann über einen elektronischen Messumformer ein Ausgangssignal ausgelöst werden. Dieses wird automatisch umgerechnet und den jeweils verwendeten Anzeige- oder Steuergeräten eingegeben, wie z. B. Schreiber, akustisch-optisches Warngerät oder Regelung der Dosierung am Mischgerät über ein Prozessleitsystem.

Neu ist das stromunabhängige Einhandmessgerät, das anstelle des bisher verwendeten Handrefraktometers eingesetzt werden kann. Es arbeitet ebenfalls nach dem Biegeschwingersystem. Die zu testende Flüssigkeit wird in das Gerät gesaugt, woraufhin sofort die Anzeige in g/cm³ und die Temperaturangabe erfolgen. Letztere wird automatisch kompensiert. Die Messgenauigkeit beträgt $\pm 0,001 \text{ g/cm}^3$.

Weitere Methoden für die Bestimmung des Zuckergehaltes von Getränken werden von Instituten und Untersuchungsämtern durchgeführt, wie z. B.

- chemische Analyse
- enzymatische Saccharidgehalts-Bestimmung
- Bestimmung des Saccharidgehaltes durch chromatographische Verfahren (GC, HPLC)

3.3.6 Säuremenge, pH-Wert

Säuren bestimmen weitgehend Charakter und Geschmack von Erfrischungsgetränken. Während für Limonaden vom Zitrustyp Zitronensäure verwendet wird (seltener Weinsäure, da diese teuer ist und mit Calcium-Ionen zu Ausfällungen neigt), ist für koffeinhaltige Limonaden auch Phosphorsäure zugelassen (s. auch Kapitel 1.4 Genuss säuren).

Säure und Zuckergehalt eines Getränkes müssen aufeinander abgestimmt sein. Die Rezepturen müssen deshalb genau eingehalten werden.

Das Verhältnis Zucker: Säure wird 'Ratio' genannt. Bei der Ermittlung der 'Ratio' wird der Zuckergehalt in g/100 g oder % sowie der Säuregehalt in g/100 cm³ zugrundegelegt: z. B. Zuckergehalt: 11,45 g/100 g, Zitronensäuregehalt: 0,95 g/100 cm³, Ratio: 12,05 g

Die in Rezepturen exakt eingestellte Ratio kann gestört werden, wenn im Betriebswasser eine hohe Carbonathärte enthalten ist. Diese neutralisiert einen Teil der Genuss säure und verändert damit die Relation Zucker - Säure.

Bei Limonaden lässt sich ein Ausgleich schaffen, indem die Säuredosierung entsprechend erhöht wird. Bei klaren Limonaden sind jedoch Grenzen gesetzt, da sich unter Umständen Ausfällungen bilden können.

Auf einen erhöhten Säurezusatz kann verzichtet werden, wenn das Wasser vorher entcarbonisiert wird.

Ein Säurezusatz ist bei Fruchtsaftgetränken nicht erlaubt; der Säureanteil darf nur von der Frucht stammen.

Die Säuremenge wird durch Titration von 100 cm³ Getränk gegen den Indikator Phenolphthalein mit 0,1 mol/l NaOH bis zum Farbumschlag bestimmt. Der Zitronensäure-Einsatz lässt sich dann wie folgt berechnen:

verbrauchte NaOH (in cm³) x 0,0064 (Faktor) = g Zitronensäure/100 cm³ Getränk.

Dieses Verfahren lässt sich nur bei farblosen oder schwach gefärbten Getränken anwenden. Bei gefärbten Getränken, z. B. Cola-Limonade, ist der Indikatorumschlag nicht mehr erkennbar. Hier muss der Titrationsendpunkt mit einem pH-Messgerät kontrolliert werden. Die Titration gilt als beendet, wenn der pH-Wert von 8,1 erreicht ist.

Das Geschmacksempfinden hängt vom pH-Wert ab. Je niedriger der pH-Wert, um so saurer schmeckt das Getränk.

Fruchtsaftgetränke	} haben einen pH-Wert von etwa	3,4
Orangenlimonaden		3,2
Zitronenlimonaden		3,0
Cola-Limonaden		2,8.

Für die Erstellung von Rezepturen, zum Testen des Säureausgleiches bei carbonathaltigem Wasser und zum Überwachen des Enthärtungseffekts wird die Angabe der Säuremenge benötigt, für sensorische Tests der pH-Wert.

Die einfachste, aber relativ ungenaue Messung des pH-Wertes erfolgt mit Hilfe von Teststreifen. Diese werden für verschiedene pH-Bereiche hergestellt. Für Erfrischungsgetränke eignen sich Teststreifen für den Bereich von pH 2,8-4,6. Die Streifen dürfen nicht von einer etwaigen Eigenfarbe des Getränkes beeinflusst werden.

Beim Eintauchen verändert sich der Farbton des aufgetragenen Indikators; an einer Vergleichsskala lässt sich dann der pH-Wert ablesen. Die Genauigkeit liegt bei ± 0,2 pH.

Zur Standardausrüstung eines Labors für die Qualitätskontrolle gehört heute u. a. auch ein pH-Messgerät. Dies wird in den verschiedensten Ausführungen angeboten: vom transportablen Taschengerät bis zum stationären Laborgerät mit Digitalanzeige und zum mikroprozessorgesteuerten

Säuremenge

pH-Messgerät

Messgerät, das im Bypass für kontinuierliche Messungen eingesetzt werden kann.

3.3.7 Luft- und Sauerstoff

Beim Imprägnieren des Wassers mit CO₂ ist auf eine vorangegangene einwandfreie Entlüftung zu achten. Bei hohem Luftanteil des Wassers sinkt die Abfülleistung. Die Luft entweicht bei einer Druckentlastung nach dem Füllen spontan und reißt dabei CO₂ mit. Die Folge sind Schaumbildung, Unterfüllung und Produktverluste.

Bekanntlich wirkt sich der in der Luft enthaltene Sauerstoffanteil sehr nachteilig auf die empfindlichen Getränkeinhaltsstoffe wie z. B. Ascorbinsäure, Farbstoffe und Aromastoffe aus. Sie werden durch den Sauerstoff oxidiert, und das Getränk verändert seine ursprüngliche Farbe und Geschmack.

Im Getränk soll - sofort nach dem Abfüllen gemessen - der Sauerstoffanteil nicht über 1,4 mg/l liegen. Zu berücksichtigen ist aber auch noch derjenige Sauerstoff, der in der Luft des Flaschenhalses enthalten ist. Wenn auch durch das beim Abfüllen freiwerdende CO₂ Luft verdrängt wird, so bleibt noch ein Anteil im Flaschenhals zurück. Die Werte hierfür können zwischen 1,5 und 6 cm³/500-cm³-Flasche liegen. Der genannte Wert für Luft im Flaschenhals von 1,5 cm³/500-cm³-Flasche sollte nicht überschritten werden, da die Luft 0,56 mg Sauerstoff/cm³ enthält. Dieser Sauerstoff diffundiert zusätzlich in das Getränk und kann damit sensorische Veränderungen verstärken (siehe auch Kapitel 4.7 S. 10ff).

Luft im Flaschenhals und Sauerstoff im Getränk können mittels zweier Methoden gemessen werden. Zuerst wird die Flasche in einen Halter eingespannt, der Kronenkork mit einer Kanüle durchstochen und anschließend die Luft im Flaschenhals mittels CO₂ aus einer Gasflasche in eine Bürette mit Kalilauge gedrückt, die das CO₂ absorbiert, so dass der restliche Luftanteil abgelesen werden kann. Zur Messung der O₂-Konzentration können auch ionenselektive Sonden eingesetzt werden (siehe Kapitel 4.7 S. 17). Die Sauerstoffmessung kann beim Abfüllen im Bypass vorgenommen werden, wobei ein Schreibgerät die Werte kontinuierlich registriert. Vorher ist das Gerät jedoch auf das Getränk zu justieren.

Um den tatsächlichen Wert der zu erwartenden O₂-Belastung des Getränkes unmittelbar nach der Abfüllung zu ermitteln, sind dem Messwert in der Flüssigkeit je cm³ Luft im Flaschenhals 0,56 mg O₂ hinzuzuzählen.

3.3.8 Maßnahmen zur Verminderung des O₂-Gehaltes

Werden in den Getränken zu hohe O₂-Werte festgestellt, so müssen bei den Rohstoffen und deren Verarbeitung folgende Maßnahmen getroffen werden, um den Sauerstoffgehalt zu vermindern.

- Wasser:
Die Imprägnieranlage muss optimal entlüftet werden. Dabei sollte je nach Konstruktion eher ein geringer CO₂-Verlust toleriert werden (Kontrolle durch O₂-Messung!) als erhöhte O₂-Mengen zuzulassen.

- Zuckersirup:
Zuckersirup enthält unmittelbar nach der Herstellung feine Luftbläschen, die je nach Temperatur und Viskosität unterschiedlich schnell entweichen. Deshalb sollte der Sirup vor der weiteren Verarbeitung genügend lange ruhen.

Eine Alternative bietet der Einsatz von flüssigem Zucker, der unter der Voraussetzung frei von Luftblasen ist, dass er bei der Befüllung in den Vorratstank über den unteren Stutzen gepumpt wird.

- Ansätze:
Zum Ausmischen der Rezepturkomponenten sind langsam laufende Rührwerke (unter 300 U/min) geeignet. Bilden sich trotzdem Luftbläschen, müssen diese vor der Weiterverarbeitung entweichen. Um ein Absetzen und Entmischen von Ansätzen für fruchttrübe Getränke und Limonaden zu vermeiden, müssen diese kontinuierlich oder zumindest von Zeit zu Zeit gerührt werden. Auch hier dürfen nur langsam laufende Rührer mit möglichst flach angewinkelten Flügeln eingesetzt werden. Besser ist die Durchmischung mit CO₂-Gas.

- Füllapparat:
Bei den üblichen Füllerkonstruktionen lässt sich beim Einlaufen der Flüssigkeit in die luftgefüllte Flasche eine gewisse Sauerstoffaufnahme sowie verbleibende Luft im Flaschenhals nicht ganz vermeiden. Letztere wird verringert, wenn Druck und Gegendruck so eingestellt werden, dass nicht 'schwarz' (nicht schäumend) abgefüllt wird, sondern die Flasche leicht überschäumt und so die Luft weitgehend verdrängt wird. Niedrige O₂- und Luftwerte werden durch Abfüllapparate mit Vorevakuierung und CO₂-Vorspannung der Flasche erreicht.

- Stabilisierung:
Der schädlichen Wirkung des Sauerstoffs kann durch Zugabe von Ascorbinsäure entgegengewirkt werden (s. auch 3.3.10 Fehler bei Erfrischungsgetränken).

Vorevakuierung

Ascorbinsäure

3.3.9 Geschmackskontrolle

Der Geschmack gilt als wichtiges Qualitätsmerkmal für AfG und andere Lebensmittel, so dass dessen Kontrolle besondere Bedeutung zukommt.

DIN 10950

Die Methoden für die Sensorik sind in DIN-Vorschriften und Normen der International Organization for Standardisation (ISO) festgelegt. In DIN 10.950 'Allgemeine Grundlagen der Sensorik' sind alle für die Sensorik eingeführten Begriffe definiert. In § 35 LMBG wird ebenfalls auf diese DIN-Vorschrift verwiesen. Die weiteren DIN-Blätter befassen sich ausführlich mit den verschiedenen Testmethoden und deren Durchführung.

Wenn bei Getränken ein sensorischer (lat. sensus = Sinn) Test durchgeführt wird, so werden dessen Eigenschaften mit den Sinnen erfasst, wobei die Einzelempfindungen wie Sehen, Schmecken, Riechen und Fühlen zu einem Gesamturteil zusammengefasst werden.

Geschmack

Aus den vier Geschmacksarten sauer, bitter, salzig und süß entsteht beim Genuss eines Getränkes ein Gesamteindruck.

Geruch

Die für den Charakter eines Erfrischungsgetränkes wichtigen Aromakomponenten werden ausschließlich durch Geruch wahrgenommen.

Vor sensorischen Prüfungen wird die Eignung der Tester geprüft. Mittels einer Dreiecksprobe wird eine Vorauswahl getroffen. Dabei werden drei völlig gleich aussehende Trinkproben angeboten, von denen zwei gleich sind und die dritte abweicht. Letztere muss herausgefunden werden.

Ein weiteres Kriterium für die Eignung der Tester stellt der Schwellenwerttest dar. Hier sind vier Begriffe zu unterscheiden:

Reizschwelle

- die Reizschwelle, d. h. die niedrigste Konzentration, die gegenüber der Nullprobe festgestellt wird (ohne noch den Geschmackscharakter zu identifizieren)

Erkennungsschwelle

- die Erkennungsschwelle, diejenige Konzentration, bei welcher der Tester den Geschmack beschreiben kann

Sättigungsschwelle

- die Sättigungsschwelle liegt vor, wenn sich eine weitere Konzentrationserhöhung sensorisch nicht mehr wahrnehmen lässt

Differenzschwelle

- die Differenzschwelle, der kleinste noch erkennbare Konzentrationsunterschied.

Derartige Schwellenwerttests werden mit folgenden Substanzen und Konzentrationen durchgeführt:

- sauer: mit einer Zitronensäurelösung von 0,01 bis 0,1 % ansteigend
- bitter: mit einer Koffeinsäurelösung beginnend bei 0,002 bis zu 0,02%
- salzig: mit einer Kochsalzlösung ab 0,02 bis 0,2%
- süß: mit einer Zuckerlösung (Saccharose) von 0,2 bis 2%.

Um einen sensorisch gesicherten Geschmacksunterschied festzustellen, wird der Dreieckstest eingesetzt (DIN 10.951).

Dreieckstest

In der Rangordnungsprüfung (DIN 10.963) werden drei oder mehr Proben nach vorgegebenen Kriterien eingestuft. Die Methode eignet sich, um eigene Erzeugnisse mit Wettbewerbsprodukten zu vergleichen.

Neben den Unterschiedsprüfungen ist die 'Bewertende Prüfung' mit Skale das wichtigste und am häufigsten angewandte sensorische Prüfverfahren (DIN 10.952). Die Bewertung von Sinneseindrücken erfolgt nach Art und Intensität anhand einer Skale für verschiedene zur Charakterisierung der Produktqualität festzulegenden Kriterien. Die Intensität wird nach einem Punktesystem (0 = schlecht bis 5 = gut) bewertet. Beispiel für ein Bewertungsschema:

Produktmerkmal:	Punkte
– Aroma	
– Farbe	
– Trübung	
– Antrunk	
– Haupttrunk	
– Vollmundigkeit	
– Fruchtgeschmack	
– Zucker/Säureverhältnis	
– Ausklingen des Nachtrunkes	
– Gesamtpunkte	
– Beanstandungen (Abzüge)	
– Bewertung.	

3.3.10 Fehler bei Erfrischungsgetränken

Getränkfehler können vielerlei Ursachen haben: Beginnend bei den Rohstoffen, über das gesamte Produktionsverfahren bis zur verschlossenen Flasche ist das Getränk Einflüssen ausgesetzt, die es erschweren, einzelne Fehlerquellen zu erkennen.

Meist beginnt die Fehlersuche beim Grundstoff, der jedoch bei dem hohen technischen Stand der Herstellung selten Anlass zu Beanstandungen ist.

Dies gilt auch für kristalline oder flüssige Zucker.

Eher besteht schon ein Zusammenhang zwischen der Qualität der Getränke und der des verwendeten Wassers.

Technologische sowie technische Fehler treten weitaus häufiger auf und wirken sich nachteilig auf Geschmack oder Stabilität der Getränke aus.

Rangordnungsprüfung

Bewertende Prüfung mit Skale

Getränkefehler

Grundstoff

Zucker

Wasser

Konsistenz

Entmischen des Ansatzes

Ausklaren Bodensatz

Pfropfenbildung

3.3.10.1 Optisch erkennbare Fehler

Fehler:

Ungleichmäßige Konsistenz bei fruchttrüben Getränken im Verlauf des Abfüllens entsteht durch Entmischen des Ansatzes.

Abhilfe:

Entweder von Zeit zu Zeit kurzfristig ein langsam laufendes Rührwerk einschalten oder kontinuierlich durch ein Rohr bis zum Boden CO₂ einblasen (keine Luft).

Fehler:

Ausklaren und Bodensatz können verursacht werden durch fehlerhaftes Arbeiten beim Herstellen des Ansatzes (tritt nur beim Arbeiten mit Vorsaftern oder Zweikomponentenmischern auf, nicht aber bei Mehrkomponentenmischern). Wird pektinhaltiger Grundstoff direkt mit konzentriertem Zuckersirup vermischt, so wird den Pektinen Wasser entzogen, wodurch die Schwebefähigkeit der Trübungsteilchen im Wasser verändert wird. Die Erscheinung ist umso stärker ausgeprägt, je länger der Ansatz steht. Es kann dabei zu einem Geliereffekt kommen.

Abhilfe:

Den Grundstoff mit einer kleineren Menge Wasser, die natürlich bei der Gesamtrezeptur berücksichtigt werden muss, vorverdünnen und dann erst dem Sirup zugeben. Ansätze nicht zu lange stehen lassen. Flaschen bei Vorsaftfüllung sofort wenden.

Fehler:

Eine weitere - seltenere - Ursache für das Ausklaren liegt darin, dass durch Mikroorganismen pektinabbauende Enzyme entwickelt werden. Die Keime selbst müssen im Getränk nicht lebensfähig sein, das Getränk zeigt dann bei einer biologischen Untersuchung keinerlei Keimwachstum. Die einmal eingebrachten Enzyme wirken jedoch weiter und bauen die Pektine des Fruchtsaftes ab. Die Trübungsteilchen sind ihrer Trägersubstanz beraubt, sinken zu Boden; es bildet sich ein kräftiger Bodensatz, und die darüberstehende Flüssigkeit klart aus.

Abhilfe:

Das Enzym (Pektinesterase) kann bei 95°C inaktiviert werden. Das ausge-mischte Getränk vor dem Füllen ausreichend erhitzen (z. B. mittels Platten Wärmetauscher).

Fehler:

Die gegenteilige Erscheinung stellt ein Aufschwimmen der Trübungsteilchen in Form der 'Pfropfenbildung' dar. Sie wird durch Luft verursacht, die in der Flasche nach dem Füllen in Form von Bläschen hochsteigt und die Trübungsteilchen mitnimmt. Diese bilden dann eine unterschiedlich dicke Schicht.

Abhilfe:

Das Einrühren von Luft vermeiden und die enthaltene Luft entweichen lassen.

Fehler:

Eine ähnliche Erscheinung ist die 'Ölringbildung'. Hier ist es nicht Luft, welche die Trübungsteilchen hochträgt, sondern CO₂, das aus dem Getränk frei wird, wenn der Verschluss undicht ist. Die CO₂-Bläschen sind viel kleiner als die Luftblasen, daher werden selektiv auch nur kleinste Trübungsteilchen hochgetragen, meist fett-ölhaltige Emulsionskörper.

Ölring-
bildung

Abhilfe:

Auch hier bestehen keinerlei Schwierigkeiten, Abhilfe zu schaffen. Ein Wechseln auf andere Verschlüsse und eine Überprüfung der Kronkorkverschliessmaschine ist hier die einfachste Stabilisierungsmaßnahme.

Fehler:

Ausbleichen von fruchttrüben Zitrusgetränken. Dies wird in den meisten Fällen durch die Anwesenheit von Sauerstoff ausgelöst, wobei aber auch noch andere Faktoren mitwirken können, z. B. Chlor (aus gechlortem Wasser und mangelhafter Entchlorung des Wassers oder durch Reste von Reinigungsmitteln), Schwermetalle (Eisen, Kupfer, Silber), Licht.

Abhilfe:

Auf einwandfreie Entlüftung des Wassers bei der Imprägnierung achten. Entchlorung überwachen. Nicht 'schwarz füllen', sondern mit leicht überschäumenden Flaschen, damit die Luft im Flaschenhals verdrängt wird.

Fehler:

Waren die bisherigen Ausführungen nur den trüben Limonaden und Fruchtsaftgetränken gewidmet, so ist bei den optischen Veränderungen noch die Ausflockung klarer Limonaden zu erwähnen. Es handelt sich um Ausflockungen geringerer Intensität, die aber doch zu Reklamationen Anlass geben können (derartige Ausflockungen können zwar auch bei trüben Getränken auftreten, doch werden sie dort durch die Fruchtteilchen weitgehend kaschiert und fallen dem Konsumenten nicht auf). Die Ausscheidungen, von denen hier gesprochen werden soll, treten erst längere Zeit nach dem Abfüllen auf. Es kann mehrere Tage bis Wochen dauern; sie werden also stets erst dann bemerkt, wenn die Limonade bereits beim Konsumenten ist. Es ist zu klären, ob die Niederschläge durch Entwicklung von Mikroorganismen hervorgerufen werden oder auf eine mindere Zuckerqualität zurückzuführen sind. Im letzteren Fall kommen als Ursachen für die Floc-Bildung ein höherer Gehalt an oberflächenaktiven Stoffen oder aus Zuckerrohr herrührende Polysaccharide in Betracht. Raffinaden enthalten diese Stoffe nicht.

Ein Niederschlag bildet sich dabei erst allmählich nach der Zugabe von Zitronensäure und Wasser. Durch Silberung wird der Vorgang forciert. Diese Erscheinung ist in den USA weit verbreitet, da dort die Raffination des Rohzuckers (aus Zuckerrohr) nach einem anderen Verfahren als im Bundesgebiet vorgenommen wird.

Abhilfe:

Verwendung von Zucker in getränkegeeigneter Qualität, d. h. Raffinade oder flüssiger Zucker.

3.3.10.2 Geruchliche und geschmackliche Fehler

Ein falsches Zucker/Säure-Verhältnis, also Fehler in der Rezeptur oder beim Ansetzen, wirken sich unmittelbar auf die geschmackliche Qualität der Getränke aus.

Fehler:

Indirekt kann das Abfüllwasser Fehler dann verursachen, wenn seine Carbonathärte zu hoch ist. Diese Salze neutralisieren einen Teil der Fruchtsäure, der pH-Wert steigt an. Bei Limonaden lässt sich diese Erscheinung durch erhöhte Zugabe von Zitronensäure einigermaßen kompensieren (Vorsicht: unter Umständen können dann aber Ausfällungen entstehen), bei Fruchtsaftgetränken ist dies jedoch nicht erlaubt. Ein Salzgehalt von 500 bis 800 mg/l wird allgemein als günstig angesehen. Bei Salzgehalten unter 100 mg/l erscheint das hergestellte Getränk ausdruckslos.

Abhilfe:

Aufbereitung des Wassers, d. h. Entcarbonisierung mit Hilfe eines Kationenaustauschers oder mittels des Kalkfällungsverfahrens. Auch andere Wassersalze können einen Säureschwund verursachen, wobei die Reaktion nicht sofort, sondern manchmal auch erst im Verlauf mehrerer Tage nach dem Abfüllen eintreten kann. Eine Aufbereitung des Wassers muss dann auf diese Besonderheiten abgestimmt werden.

Fehler:

Modriger Geruch/Geschmack, 'seifiger' Geschmack, verbunden mit Aromaschwund, können dann auftreten, wenn Spuren von Chlor oder Desinfektionsmitteln im Getränk verblieben sind.

Abhilfe:

Sorgfältiges Nachspülen nach Reinigungs- und Desinfektionsarbeiten.

Fehler:

Aromaverlust bzw. Terpentin- und/oder Phenolgeruch: wenn das Getränk mit einem zu hohen Sauerstoffanteil belastet ist, oder bei instabilen Aromen, werden die feinen Aromastoffe oxidiert ('Alterung').

Abhilfe:
Sauerstoffgehalt minimieren, das Getränk stabilisieren.

Fehler:
Oxidationsvorgänge werden durch die Gegenwart von Metallionen wie Kupfer und Eisen gefördert.

Abhilfe:
Nur nichtrostende Geräte aus Edelstahl verwenden.

3.3.10.3 Biologische Schäden und ihre Auswirkung

Bei Entwicklung von Mikroorganismen treten je nach Art der Keime folgende Erscheinungen auf:

Durch Hefen, die Hauptfeinde der alkoholfreien Getränke, wird eine Gärung hervorgerufen. Damit verbunden ist eine Abnahme des Zuckergehaltes, dieser wird in Alkohol und CO₂ umgewandelt. Die CO₂-Entwicklung bewirkt eine Druckerhöhung, die bis zum Zerplatzen der Flasche führen kann (Bombage). Der entstandene Alkohol kann die für AfG zugelassene Grenze von 0,5% übersteigen. Ferner entstehen durch die Entwicklung der Hefen unangenehm riechende und schmeckende Stoffwechselprodukte, welche die Getränke ungenießbar machen können. Durch die Vermehrung der Hefe-Zellen kommt es des weiteren zu Trübungen und Bodensatz. Bei fruchttrüben Getränken kann durch die Bildung von Enzymen noch ein zusätzliches Ausklaren auftreten.

Getränke mit Gärungserscheinungen sind unbrauchbar. Eine nachträgliche Abhilfe ist nicht möglich. Hier wirken nur vorbeugende Maßnahmen.

Fehler:
Bei dem niedrigen pH-Wert können sich nur Bakterien entwickeln, die säureunempfindlich sind. Es handelt sich vorzugsweise um solche, die selbst Säure entwickeln, z. B. die sog. Milchsäurebakterien. Da diese ohne Sauerstoff leben, sind CO₂-haltige Erfrischungsgetränke durch sie gefährdet. Ein anderes Bakterium, B. leuconostoc genannt, verursacht durch Bildung von Polysacchariden das 'Dickwerden' der Limonaden. Ähnliche Bakterien (Lactobacillus) produzieren Milchsäure im Getränk und verursachen schwache Trübung der Getränke. Geruchlich und geschmacklich werden die Getränke in diesem Fall kaum beeinflusst. Infektionen durch diese Keime sind in den letzten Jahren stark zurückgegangen.

Abhilfe:
Milchsäurebakterien und B. leuconostoc lassen sich durch handelsübliche Desinfektionsmittel ausschalten.

Essig-
bakterien

Fehler:
Eine andere Art von Bakterien kann die Stillen Getränke gefährden. Diese Organismen benötigen mehr Sauerstoff zum Leben, sie sind daher in carbonisierten Getränken nicht existenzfähig, wohl aber in den nicht kohlendioxidhaltigen. Die Gefahr wird besonders groß, wenn diese Getränke in Kunststoffbehälter gefüllt werden, durch deren Wandung Sauerstoff eindringen kann. Es handelt sich um Spezies der Essigbakterien (B. gluconobacter). Sie produzieren Essig aus Glucose, die in den Getränken immer anteilig vorhanden ist.

Abhilfe:
Strengste Sauberkeit, intensive Reinigung und Desinfektion. Heißabfüllen.

Fehler:
Ausnahmefälle: Als weitere Gruppe sind noch Bakterien zu nennen, die im Normalfall keinen Schaden anrichten können. Sie gehen in einer Limonade mit niedrigem pH-Wert zugrunde. Steigt dieser jedoch - z. B. durch Verwendung besonders carbonathaltigen Wassers - stark an, so sind auch verschiedene Spezies dieser Gruppe in den alkoholfreien Erfrischungsgetränken lebensfähig.

Abhilfe:
Entcarbonisierung des Wassers.

Fehler:
Schimmelpilze. Auch diese sind unter gewissen Voraussetzungen in der Lage, sich in Getränken zu entwickeln. Da sie aber wie B. gluconobacter unbedingt Sauerstoff benötigen, werden nur die Stillen Getränke davon betroffen.

Abhilfe:
Strengste Sauberkeit, intensive Reinigung und Desinfektion. Heißabfüllen.

3.3.11 Ausbeutekontrolle

Der Schwerpunkt der gesamten Betriebskontrolle liegt bei der möglichst genauen Ermittlung der Ausbeute. Um diese berechnen zu können, werden exakte Angaben über den Verbrauch an Rohstoffen sowie über die Menge der hergestellten Produkte benötigt (s. auch Kapitel 2.6). Alle Rohstoffe wie kristalliner oder flüssiger Zucker, Grundstoffe, Konzentrate, Fruchtsäfte, CO₂, Essenzen und Zitronensäurelösung können gewichtsmäßig oder volumetrisch leicht erfasst werden. An die Stelle der Ringkolben- und Ovalradzähler für flüssige Medien treten heute vielfach Messstrecken ohne Einbauten wie die induktive Durchflussmessung oder die Messung mittels Ultraschall nach dem Frequenzunterschiedsverfahren.

Beim Abfüllen erfolgt die Kontrolle des Extraktgehaltes im Fertiggetränk mittels Aräometer, Refraktometer oder Biegeschwinger.

Am Ende der gesamten Datenerfassung stehen dann der Flaschenzähler (mit mechanischer Funktion oder optoelektronisch arbeitend) und die Schablone zur Kontrolle der Füllhöhe.

Alle mit Hilfe dieser Geräte ermittelten Angaben können in einen Rechner eingespeist werden, aus dem sich dann die Angaben zu Rohstoffhaltung und -ergänzung, Kalkulation und Ausbeuteberechnungen abrufen lassen.

Ergänzend hierzu sollten jedoch in den einzelnen Abteilungen Tagesberichtsbögen vorliegen, in welche die laufenden Veränderungen einzutragen sind. Derartige Formblätter, die nicht nur Mengenangaben enthalten sollten, sondern auch technische Daten, wie z. B. Stillstandzeiten, Störungen an Teilen der Anlage oder sonstige Pannen, sind für jeden Betrieb individuell zu erstellen. Sie sollten so ausgelegt werden, dass ihre Auswertung mittels Kleincomputer erfolgen kann und auf diese Weise wiederum ein Abfragen von Zwischen- und Endwerten möglich ist.

Tages-
berichts-
bögen

3.3.11.1 Flaschenbruch

Auf zwei mögliche Ursachen ist bei der Kontrolle des Flaschenbruchs zu achten, auf die Empfindlichkeit des Glasmaterials gegen Temperaturunterschiede und auf mechanische Beschädigung durch Stoß oder Druck.

Glas hat eine sehr schlechte Wärmeleitfähigkeit. Bei Temperaturschwankungen, also bei rascher Abkühlung oder Erwärmung, entstehen im Inneren des Glases Spannungen, die bis zum Bruch führen können. Hierbei spielen sowohl die Glassorte als auch die Form der Flasche eine Rolle. Eine besondere Gefahrenstelle ist der Übergang vom meist dickeren Boden zur dünneren Wandung (bei der Entwicklung der Euroflasche wurde hierauf Rücksicht genommen; dieser Flaschentyp ist wegen des günstigen Überganges vom Boden zur Wandung weniger empfindlich). Besondere Gefahr besteht, wenn Flaschen im Winter im Freien gelagert und dann in der Flaschenreinigungsmaschine weitaus höheren Temperaturen ausgesetzt werden.

Die Temperaturdifferenzen sollten keinesfalls 30K überschreiten. Notfalls müssen die Flaschen in einem wärmeren Raum zwischengelagert oder durch Überbrausen der Temperatur angepasst werden. Die Bruchgefahr ist beim Abkühlen größer als beim Erwärmen.

Bei normaler Beanspruchung reicht die Stoß- und Schlagfestigkeit der für AfG verwendete Flaschen aus. Tritt erhöhter Bruch auf, so liegt entweder an einer der Verarbeitungsmaschinen bzw. bei Transporteinrichtungen ein Fehler oder ein Herstellungsfehler seitens der Glashütte vor.

Etwas häufiger treten Beschädigungen durch überhöhte Druckbeanspruchung an Kronkorkverschliessmaschinen auf, wenn diese nicht richtig eingestellt sind. Beim Arbeitsvorgang des Verschließens tritt normalerweise eine Druckbelastung von 300-350 bar in Richtung der Längsachse der

Schlag-
festigkeit

Platzen der
Flasche

Bombage

Zucker-
verbrauch

Grundstoff-
verbrauch

Flasche auf. Selbst eine dünnwandige Flasche hält etwa dem doppelten Druck stand. Tritt trotzdem Bruch auf, so wird die Flasche ungleich belastet, d. h. der Druck wird nicht vom ganzen Boden aufgenommen (Zentrierung!).

Die beim Stapeln der Flaschen auftretenden Drücke können unberücksichtigt bleiben, sie sind normalerweise nicht so hoch, dass Bruch entsteht.

Beim Transport treten durch Stoß und Schlag besonders dort Beschädigungen auf, wo sich der größte Durchmesser und die geringste Wandstärke befinden. Scharfe Kanten bei Formflaschen und die Mündung sind relativ anfällig.

Flaschen für CO₂-haltige Getränke werden so hergestellt, dass ihre Innenfestigkeit der Druckbeanspruchung genügt. Ist am Füller trotzdem ein vermehrtes Platzen der Flaschen zu beobachten, so dürfte die Ursache bei Flaschendefekten zu suchen sein.

Als weitere Möglichkeit ist noch die Überfüllung zu erwähnen. Wenn der Leerraum im Flaschenhals zu klein ist, um Wärmeausdehnungen auszugleichen, so kann es bei Erwärmung zum Platzen der Flaschen kommen.

Flaschenbruch kann auch entstehen, wenn bei Gärung infolge einer Hefeinfektion zusätzlich CO₂ in solchen Mengen entsteht, dass die Flasche dem Druck nicht standhalten kann und explodiert (Bombage).

3.3.11.2 Zuckerverbrauch

Der Verbrauch lässt sich aus den verwendeten Zuckermengen berechnen und mittels der unter 3.3.11 angegebenen Geräte und Hilfsmittel überwachen. Erfasst werden dabei die eingesetzte Menge, der Zuckergehalt des fertigen Getränkes und die Anzahl der abgefüllten Flaschen. Die einzelnen Daten müssen sich mit den Angaben der Rezepturen decken.

3.3.11.3 Grundstoffverbrauch

Ähnlich wird verfahren bei der Kontrolle des Verbrauchs von Grundstoffen und Konzentraten. Die benötigten Mengen sind in den Rezepturen festgelegt. Abweichungen werden durch die Gewichts- oder Volumenkontrolle ermittelt. Es ist allerdings nicht möglich, auf einfachem Wege die Konzentration der Zusätze im fertigen Getränk zu prüfen bzw. festzustellen, inwieweit die Dosierung dem Rezept entspricht. Ergeben sich aufgrund eines sensorischen Tests Zweifel, so empfiehlt sich eine chemische Analyse.

3.3.11.4 CO₂-Verbrauch

Der Verbrauch von CO₂ ist verhältnismäßig einfach zu erfassen. Drei Verfahren sind möglich:

- die Kontrolle des Gewichtes bei Zugang und Verbrauch mittels der Waagen, auf welche die CO₂-Behälter montiert sind
- das Überwachen des Imprägniervorgangs mittels Druck- und Temperaturschreiber oder des CO₂-Gehaltes im ausgemischten Getränk durch elektronische Geräte im fließenden Medium.
- Ermittlung des im Fertiggetränk enthaltenen CO₂.

Als Mittelwert für den normalen CO₂-Verbrauch ist mit ungefähr 12 g/l zu rechnen. Wird CO₂ noch für andere Zwecke verwendet, z. B. zum Vorspannen oder zum Durchrühren des Ansatzes, so können sich Differenzen bis zu 20% ergeben.

Ist der Verbrauch nachgewiesenermaßen noch höher, so kann u. U. eine undichte Stelle im Leitungssystem die Ursache dafür sein. Ein Entweichen von CO₂ lässt sich nur schwer feststellen. Beim Überprüfen der Anlage wird häufig auf eine altbewährte Methode zurückgegriffen und alle Verbindungsstellen mit Seifenlösung bepinselt. Leckstellen werden dann durch Blasenbildung deutlich sichtbar gemacht.

CO₂-
Verbrauch

Literaturverzeichnis:

- (1) Proc 16th Session ICUMSA, 1974, Seite 38
- (2) Proc 17th Session ICUMSA, 1978, Seite 20/21
- (3) Erste Richtlinie der Kommission vom 26. Juli 1979 zur Festlegung gemeinschaftlicher Analysemethoden für die Kontrolle von zur menschlichen Ernährung bestimmten Zuckerarten.
Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften vom 22. 9. 1979
- (4) Kwak, H.: 'Probenahme-Voraussetzung für Analyse und Qualitätssicherung'.
Vortrag, gehalten beim 15. Südzucker-Symposium am 8. 11. 1984 im Werk Offstein der Südzucker-AG
- (5) Retsch GmbH, Haan: 'Specialists for Sample Preparation. Sample Dividing'. Firmenschrift mit Laborprobenteiler Type PTZ
- (6) Mutter, W.: 'Probenteilung als Grundlage moderner Analysemethoden'. GIT Labor-Fachzeitschrift 42, 1998, Seite 686-689
- (7) Die Probe-Hauszeitschrift der Fa. Retsch GmbH & Co. KG, 1994, Heft II,
- (8) Proc 17th Session ICUMSA, 1978, Seite 194
- (9) H. U. Bergmeyer, E. Bernt, F. Schmidt und H. Stork in H. U. Bergmeyer: Methoden der enzymatischen Analyse, 2. Auflage, S. 1163, Verlag Chemie, Weinheim, 1970
- (10) H. U. Bergmeyer und E. Bernt in H. U. Bergmeyer: Methoden der enzymatischen Analyse, 2. Auflage, S. 1143, Verlag Chemie, Weinheim, 1970
- (11) Verordnung über Trinkwasser und über Wasser für Lebensmittelbetriebe (TrinkwasserV i. d. Neufassung vom 5. Dezember 1990 BGBl. I, S. 2612), i.d.F. vom 23. 1. 1991
- (12) Schmidt-Lorenz, Hrsg.
Sammlung von Vorschriften zur mikrobiologischen Untersuchung von Lebensmitteln
Verlag Chemie, Weinheim, 1980
- (13) Back, W.: Mikrobiologische Spezifikationen für alkoholfreie Getränke (AfG), Der Mineralbrunnen 6/1991
- (14) ICUMSA Methods book Cohrey, Norwich, England, 1998
- (15) Baumgart, J.: Mikrobiologische Untersuchungen von Lebensmitteln, Behr's Verlag GmbH + Co., Hamburg, 1994 - Ergänzungslieferung 1997
- (16) Dittrich, H.: Hrsg., Mikrobiologie der Lebensmittel „Getränke". Behr's Verlag GmbH + Co., Hamburg, 1993
- (17) Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung DIN 38411 - Mikrobiologische Verfahren - Bestimmung vermehrungsfähiger Keime mittels Membranfilterverfahren K 5
- (18) Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung DIN 38411 - Vorbereitung zur mikrobiologischen Untersuchung von Wasserproben K 1
- (19) Schlegel, H. G.: Allgemeine Mikrobiologie
Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1981
- (20) MERCK: Mikrobiologie Handbuch Darmstadt, 1996/97
- (21) OXOID: Handbuch der OXOID-Erzeugnisse für mikrobiologische Zwecke
Wesel, 1983
- (22) Mikrobiologische Untersuchungen von Lebensmitteln, Getränken und pharmazeutischen Produkten
FM - 4017 - d 94082, Göttingen
- (23) Drews, G.: Mikrobiologisches Praktikum für Naturwissenschaften
Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 1968
- (24) Pickardt, K.: Lebensmittelmikrobiologie - Grundlagen für die Praxis
Springer Verlag Berlin-Heidelberg-New York, 1984
- (25) AOAC: Official Methods of Analysis, Thermophilic Bacterial Spores in Sugar
Microbiological Method, 1984, 1990
- (26) Infektionsschutzgesetz vom 28.07.2011 I 1622
- (27) Dawid, W.: Experimentelle Mikrobiologie
Verlag Quelle und Meyer, Heidelberg, 1975

Weitere Literatur:

- Krüger/Bielig: 'Betriebs- und Qualitätskontrolle in Brauerei und alkoholfreier Getränkeindustrie'
Verlag Paul Parey, Berlin-Hamburg, 1976
- Dachs, E.: 'Beiträge zur Qualitätskontrolle bei Erfrischungsgetränken'
Das Erfrischungsgetränk 27 (1974), 907
- Rother, H.: 'Schädliche Veränderungen von süßen alkoholfreien Erfrischungsgetränken'
Das Erfrischungsgetränk 23 (1970), 230-243
- Schara, A.: 'Über die Ölringbildung in fruchttrüben Orangenlimonaden'
Mineralwasserzeitung 20 (1976), Nr. 16
- Molitoris, K.: 'Schädliche Veränderungen alkoholfreier Erfrischungsgetränke durch Mikroorganismen'
Brauwelt 113 (1973), 1199
- Jellinek, G.: 'Wissenschaftliche Grundlagen der sensorischen Geruchs- und Geschmacksanalyse'
Gordian68(1968), 9-14 ff
- Schumann, G.: 'Alkoholfreie Getränke'
PR- und Verlagsabteilung der VLB, Berlin 1994
- Krieg, Günther: Hochgeschwindigkeits-Fremdstoffinspektion von Mehrwegflaschen.
Das Erfrischungsgetränk 8 (1996), 437
- Hilche, T. u. Haux, A.: Sniffer-Einsatz bei der Getränkeabfüllung.
Der Mineralbrunnen 9/1995
- FertigpackungsV vom 8. März 1994
- Maschinenteknik zur Verarbeitung von PET-Mehrwegflaschen.
Der Mineralbrunnen 4/1996
- Handbuch alkoholfreie Getränke; Technologie, Recht, Physiologie; Wucherpfennig/Hahn/Semmler
Behr's Verlag, Auflage 1990
- Ullmans Encyklopädie der technischen Chemie
Verlag Chemie GmbH, Weinheim, 1984
- Ullmanns Encyclopedia of Industrial Chemistry
VCH, Weinheim, 1994

4.3.7 Förderung von Flüssigkeiten

Unter einer Pumpe versteht man eine Arbeitsmaschine für die Umwandlung mechanischer Arbeit in potentielle Energie. Dabei unterscheidet man grundsätzlich zwei verschiedene Arten von Pumpen, nämlich die hydrodynamischen (Kreiselpumpen) und die hydrostatischen (Verdrängerpumpen). Während hydrostatische Pumpen nach dem Verdrängerprinzip arbeiten, sind hydrodynamische Pumpen kontinuierlich fördernde Strömungsmaschinen, welche ein Fluid über ein Laufrad beschleunigen und die Geschwindigkeit dann in Druckenergie umwandeln. Mit diesem Druck wird das Fluid transportiert oder eine beliebige Art von Gegendruck überwunden. Pumpen befördern also Flüssigkeiten von einem niedrigeren Energieniveau auf ein höheres Energieniveau.

Zum besseren Verständnis der folgenden Beschreibung wichtiger Pumpentypen und Pumpeneigenschaften werden zunächst einige Fachbegriffe der Pumpentechnik kurz aufgezeigt und erläutert. Weiterhin werden verschiedene Maßeinheiten und Umrechnungsformeln dargestellt.

Als Fördermedium bezeichnet man eine Flüssigkeit, welche mittels Pumpen transportiert wird.

Der Förderstrom (Q) einer Kreiselpumpe ist der von der Pumpe durch ihren Austrittsquerschnitt geförderte nutzbare Volumenstrom. Die Flüssigkeitsmenge, welche vor dem Austrittsquerschnitt der Pumpe für Fremdzwecke (z. B. Bypass) entnommen wird, muss bei der Ermittlung des Förderstroms der Pumpe berücksichtigt werden. Die Einheit des Förderstroms ist m^3/s jedoch werden m^3/h und l/s in der Pumpentechnik häufiger verwendet.

Eine Pumpe fügt einer Flüssigkeit mechanische Arbeit hinzu. Die Förderhöhe beschreibt diese mechanische Arbeit bezogen auf die Gewichtskraft von einem Kilogramm der geförderten Flüssigkeit. Die Förderhöhe wird demnach aus der spezifischen Förderarbeit errechnet und in Metern [m] angegeben. Die Einheit Meter verleitet zur Annahme, dass es sich hier nur darum handelt, eine Flüssigkeit um den angegebenen Wert nach oben zu fördern. Dies ist zwar eine wesentliche Funktion einer Pumpe und ist demnach auch nicht falsch, allerdings beschreibt der Begriff Förderhöhe auch die Druckdifferenz zwischen Saugstutzen und Druckstutzen, also Ein- und Ausgang der Pumpe. Die eigentliche Förderhöhe beinhaltet also alle Erscheinungsformen des Druckes inklusive des Druckverlustes von Rohrleitungen (= Verlusthöhe). Drücke lassen sich jederzeit durch Umformen mit der Gleichung für den hydrostatischen Druck in gleichwertige potenzielle Lageenergien (Druckhöhen) umrechnen. Ein so gemessener Druck von 1 bar entspricht bei einem Fördermedium mit einer spezifischen Dichte von 1 kg/dm^3 einer Förderhöhe von 10 m Fls.

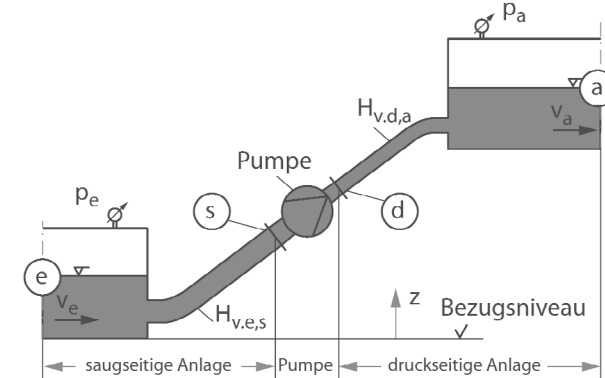
Fördermedium

Förderstrom

Förderhöhe

Förderleistung

Abb. 1: Förderhöhe zur Veranschaulichung der Größen.



$H_{v,d,a}$ - Verlusthöhe in der Druckleitung der Anlage vom Austrittsquerschnitt der Pumpe (Ad) bis zum Austrittsquerschnitt der Anlage (Aa), einschließlich etwaiger Verluste beim Auslass und bspw. durch Armaturen.

$H_{v,e,s}$ - Verlusthöhe in der Saug- bzw. Zulaufleitung der Anlage, vom Eintrittsquerschnitt der Anlage bis zum Eintrittsquerschnitt der Pumpe, einschließlich etwaiger Verluste beim Einlauf und durch Armaturen, Formstücke usw.

p - statischer Druck

v - Durchflussgeschwindigkeit

z - geodätische Höhe

Die Förderleistung (P_o) ist die von der Kreiselpumpe auf das Fördermedium übertragene nutzbare Leistung. Die Einheit der Förderleistung ist Watt [W].

$$P_o = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H$$

ρ - Dichte des Fördermediums [kg/dm^3]

g - Fallbeschleunigung ($\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$)

Q - Förderstrom [m^3/h]

H - Förderhöhe [m]

Bei merklicher Kompressibilität der Förderflüssigkeit ist vereinbarungsgemäß für die Dichte (ρ) der Zustand im Pumpensaugstutzen maßgebend.

Von eminenter Bedeutung für die Förderhöhe und Förderleistung von Pumpen sind die physikalischen/chemischen Eigenschaften der zu fördernden Medien. An erster Stelle ist hier die dynamische Viskosität zu nennen. Diese ist, genau wie die Dichte für Flüssigkeiten eine charakterisierende Größe.

Da die Viskosität einer Flüssigkeit temperaturabhängig ist, ist bei Angaben zur Viskosität stets die entsprechende Temperatur mit anzugeben.

Beim Fließverhalten von Flüssigkeiten unterscheidet man in idealviskoses, pseudoplastisches oder irreversibles Fließverhalten. Stoffe mit idealviskosen Eigenschaften werden als Newtonsche Flüssigkeiten bezeichnet und weisen ein proportionales Fließverhalten auf. Typische Newtonsche Flüssigkeiten sind z.B. Wasser, Speiseöl, Milch, Honig oder Zuckerlösungen. Das Fließverhalten von Stoffen ist von deren physikalischen und chemischen Eigenschaften abhängig. Setzt man beispielsweise zu einem reinen Lösungsmittel, z.B. Wasser zu, steigt die Viskosität dieser Lösung, verglichen mit der Viskosität des Lösungsmittels. Damit einhergehend erfolgt auch eine Veränderung des Fließverhaltens der Lösung und damit des Mediums.

Werden hochmolekulare Stoffe in Lösung gebracht, ist zumeist eine Viskositätsabnahme die Folge. Dieses Fließverhalten wird pseudoplastisch genannt. Beispiele für dieses Fließverhalten sind Orangensaft oder Kondensmilch.

Flüssigkeitsgemische, die durch Schubspannung so deformiert werden, dass sie nach gewisser Scherzeit das vorher bestehende Strukturgerüst nicht mehr ausbilden, zeigen ein irreversibles Fließverhalten. Die Folge dieser destruktiven Phase ist eine von der einwirkenden Scherzeit abhängige Viskositätsveränderung. Ein Beispiel hierfür ist u.a. Joghurt.

Ein weiterer Faktor, der starken Einfluss auf den Strömungswiderstand und somit auf die Förderleistung einer Pumpe ausübt, ist die Rauheit/Oberflächenbeschaffenheit der Rohrwand. Außerdem sorgen laminare oder turbulente Strömungen für mehr oder weniger Strömungswiderstand. Turbulente Strömungen sind vorwiegend bei Wasser und wasserähnlichen Flüssigkeiten zu beobachten.

Bei der laminaren Strömung (oder Schichtströmung) bewegen sich die Teilchen der Flüssigkeit auf zur Rohrachse parallelen Stromlinien, ohne sich zu vermischen. Die Rauheit der Rohrwand ist hier ohne Einfluss auf den Strömungswiderstand. Laminare Strömung findet man vorwiegend bei Flüssigkeiten mit hoher Viskosität.

Bei der turbulenten (oder wirbelhaften) Strömung treten neben der Rohrachse gerichtete Transportbewegung noch Querbewegungen auf, die zu einer ständigen Vermischung der Strömungsteilchen führen.

Der Zusammenhang zwischen den Parametern Strömungsgeschwindigkeit v , der Viskosität η sowie der Dichte ρ des Fluids und dem Innendurchmesser des Rohres d_i wird mit der dimensionslosen Reynoldszahl Re beschrieben:

Newtonsche
Flüssigkeiten

Laminare
Strömung

Turbulente
Strömung

$$Re = \frac{v * d_i * \rho}{\eta}$$

Strömungsgeschwindigkeit $v \left[\frac{m}{s} \right]$

Viskosität $\eta \left[Pa * s \right]$

Rohrinnendurchmesser $d_i \left[mm \right]$

Dichte $\rho \left[\frac{kg}{dm^3} \right]$

Bei einer Reynoldszahl von 2320 liegt etwa der Übergang von laminarer zu turbulenter Strömung.

Bei der Bewegung von Flüssigkeiten in Rohrleitungen treten in

laminare Strömung $< Re_{krit} = 2320$ *turbulente Strömung*

Abhängigkeit zur Reynoldszahl die bereits erwähnten laminaren bzw. turbulenten Strömungen auf.

NPSH- Wert

Neben der Förderleistung und der Förderhöhe einer Pumpe ist der NPSH-Wert (Net Positive Suction Head) eine der wichtigsten Betriebsgrößen, insbesondere von Kreiselpumpen. Der Begriff stammt aus dem amerikanischen Sprachgebrauch und bedeutet in Annäherung etwa Mindestzulaufhöhe über Sättigungsdruck. Gemäß DIN EN ISO 12723 lautet der entsprechende deutsche Begriff Haltedruckhöhe. Der NPSH-Wert wird in Metern [m] angegeben. Die beiden Begriffe sind nicht als gleichdeutig zu betrachten, da bei dem Wert NPSH der Druckunterschied zwischen Dampfdruck und dem Druck am Saugstutzeingang der Pumpe, beim Begriff Haltedruckhöhe der Dampfdruck jedoch mit dem am Laufrad der Pumpe bestehenden Druck verglichen wird. Es wird demnach zwischen der Haltedruckhöhe der Pumpe und dem der Anlage unterschieden. Die Haltedruckhöhe der Pumpe entspricht dem Gesamtdruckabfall vom Saugstutzen der Pumpe bis zum Laufradeintritt und kennzeichnet die Saugfähigkeit der betreffenden Pumpe.

Der Betriebspunkt einer Kreiselpumpe kann nur dann ein Dauerbetriebspunkt sein, wenn in diesem Punkt gilt: $NPSH_A (NPSH \text{ der Anlage}) \geq NPSH_R (NPSH \text{ der Pumpe})$

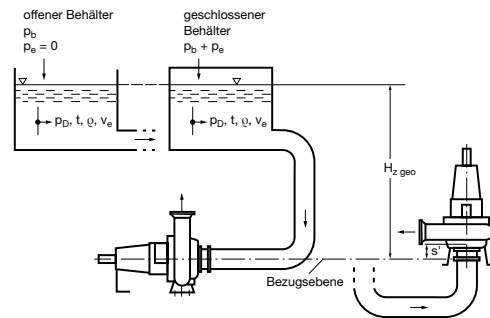
$NPSH_A$ entspricht dem verfügbaren NPSH

$NPSH_R$ entspricht dem erforderlichen NPSH

Berechnung des NPSH-Wertes der Anlage ($NPSH_A$):

$NPSH_A = \text{Atmosphärendruck} - \text{Dampfdruck des Fördermediums} - \text{dynamische Druckverluste (saugseitig)} + \text{geodätische Zulaufhöhe}$

Abb. 2: Darstellung der unterschiedlichen Berechnungsgrundlagen des NPSH-Wertes zwischen offenen oder geschlossenen Systemen.

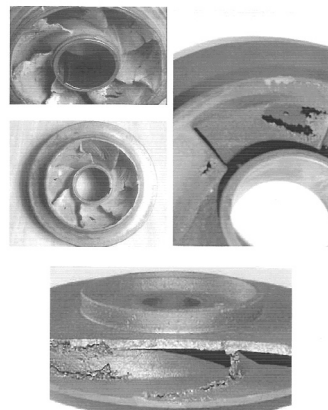


Wird die Haltedruckhöhe während des Pumpenbetriebs unterschritten, kommt es zu einer lokalen Unterschreitung des Verdampfungsdrucks des zu fördernden Mediums und damit zu Kavitation. Als Kavitation wird das Entstehen und schlagartige Zusammenbrechen (implodieren) von Hohlraumbildungen wie z.B. Dampfblasen in einer Flüssigkeitsströmung bezeichnet. Für das Auftreten, das Ausmaß und die Auswirkungen von Kavitation in Kreiselpumpen gibt es verschiedene Kavitationskriterien. Eine Unterscheidung erfolgt in Dampf- und Gaskavitation. Die Kavitation manifestiert sich durch lokale Dampfbildung mit unmittelbar folgender schlagartiger Kondensation (Implosion dieser Dampfblasen → Microjets) in der Druckerhöhungszone der Pumpe. Kavitation kann die Förderleistung sowie den Wirkungsgrad einer Pumpe drastisch mindern sowie unruhigen Lauf und auch weitgehende Schädigungen der Pumpeninnenteile durch Materialabtrag bewirken.

Das typische Kavitationsgeräusch bei Kreiselpumpen wird oft mit dem von Kieselsteinen verursachten Geräusch in einer Betonmischmaschine verglichen.

Kavitation

Abb. 3: Laufräder

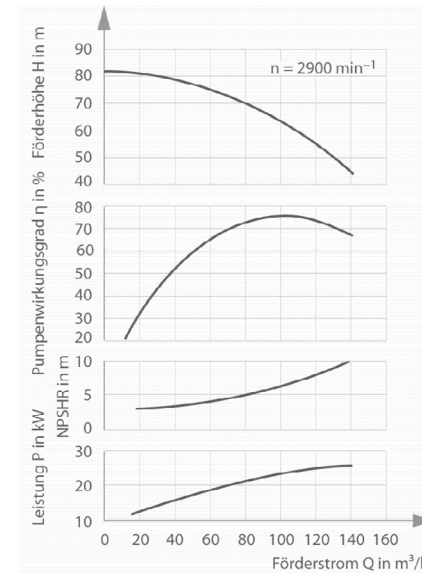


Kavitations-schäden

Pumpen-kennlinie

Die Kennlinie, hier am Beispiel einer Kreiselpumpe, beschreibt den Zusammenhang zwischen Druckerhöhung (Förderhöhe) und Fördermenge. Der größte Druck wird bei einer Fördermenge Null erzeugt, beispielsweise wenn die Pumpe gegen einen geschlossenen Schieber fördert.

Abb. 4: Kennlinien radiale Kreiselpumpe, spezifische Drehzahl $n_s \approx 2900$



$U \text{ min}^{-1}$. Die Kennlinien von Kreiselpumpen stellen den Verlauf folgender Größen über dem Förderstrom (Q) dar: Förderhöhe (H) (siehe Drosselkurve), Leistungsbedarf (P), Pumpenwirkungsgrad (η) und erforderlicher NPSH-Wert. Die charakteristische Form der Kennlinie hängt primär von der Pumpenbauart wie Laufrad, Pumpengehäuse oder Drehzahl des Laufrads (in Abhängigkeit vom Antrieb der Pumpe) ab. Sekundäre Einflüsse wie Kavitation, Bautoleranz, Baugröße sowie physikalische Eigenschaften des Fördermediums wie Vis-

kosität, Feststofftransport oder Stoffförderung sind dabei nicht berücksichtigt. Für den normalen Fahrbereich von Kreiselpumpen (η , Q und H sind positiv) genügt die Darstellung der Kennlinie im ersten Quadranten des QH-Koordinatenkreuzes.

Mit zunehmender spezifischer Drehzahl wird die (negative) Steigung der QH-Kennlinie größer. Der Schnittpunkt der Anlagenkennlinie und der Pumpenkennlinie definiert den Betriebspunkt.

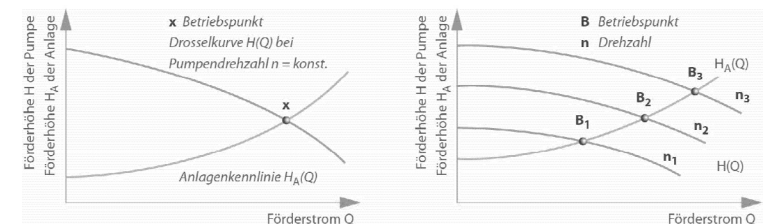


Abb. 5: Betriebspunkt: zur Definition des Betriebspunktes einer Kreiselpumpe.

Abb. 6: Betriebspunkt: Lageänderung des Betriebspunktes von B₁ nach B₃ auf der Anlagenkennlinie $H_A(Q)$ durch Erhöhung der Pumpendrehzahl von n_1 auf n_3 .

Die Darstellung in einer Kennlinie kann:

- qualitativ den Verlauf der Kennlinie zeigen,
- quantitativ den Verlauf der Kennlinie wirklich ausgeführter Kreiselpumpen mit unterschiedlichen Drehzahlen wiedergeben.

Die Form der Kennlinie kann bei gegebener spezifischer Drehzahl allerdings noch beeinflusst werden. Für den normalen Fahrbereich von Kreiselpumpen genügt die Darstellung der Kurve im ersten Quadranten des QH-Koordinatenkreuzes. Die üblicherweise nicht befahrenen Betriebspunkte liegen in den restlichen drei Quadranten. Dazu zählen z. B. das Arbeiten im Turbinenbetrieb, das Verhalten bei Ausfall des Antriebes oder das Anfahren (Anlaufdrehmoment mit umgekehrter Drehrichtung). Die vollständige Charakteristik (4-Quadranten- Kennfeld) der Kreiselpumpen wird im Wesentlichen experimentell ermittelt und ist wieder von der Pumpenbauart abhängig.

Der Parallelbetrieb zweier Kreiselpumpen dient durch das Zu- und Abschalten der jeweiligen Pumpe zu einer stufenweisen Regelung. So ist bei zwei parallel geschalteten Kreiselpumpen I und II der Förderstrom Q_{I+II} die Summe der Förderströme der Einzelpumpen, wobei die Förderhöhen bleiben.

$$Q_{I+II} = Q_I + Q_{II}$$

Je besser der Pumpenwirkungsgrad ist, desto weniger Energie muss eingesetzt werden. Die Wirkungsgrade von Pumpen weichen für unterschiedliche Betriebspunkte zum Teil erheblich voneinander ab, dementsprechend kann nur die möglichst genaue Kenntnis zukünftiger Betriebszustände der Anlage eine optimale Auswahl einer Pumpe ermöglichen.

Der Wirkungsgrad ist allgemein eine Verhältnisgröße zur Charakterisierung der Güte einer Leistungsumwandlung in der Energietechnik. Besonders bei Arbeits- (z. B. Pumpen, Verdichter, Ventilatoren) und Kraftmaschinen (z. B. Turbinen) beschreibt der Wirkungsgrad das Verhältnis von Nutzleistung zu aufgewandter Leistung, wobei die Nutzleistung die aufgewandte Leistung abzüglich der Verlustleistung ist.

$$\eta = \frac{\text{Nutzleistung}}{\text{aufgewandte Leistung}}$$

$$\eta = \frac{\text{aufgewandte Leistung} - \text{Verlustleistung}}{\text{aufgewandte Leistung}}$$

In der Kreiselpumpentechnik kommen der Nutzleistung, aufgewandten Leistung und Verlustleistung je nach Art des Wirkungsgrades nach der EN 12723 verschiedene Bedeutungen zu.

4.3.7.1 Pumpen in der Getränkeherstellung

Das Hauptunterscheidungsmerkmal der relevanten Pumpentypen für die Lebensmittel- und Getränkeindustrie ergibt sich aus ihrem Anwendungsbereich. Anders als in der allgemeinen Industrie, besteht in der Lebensmittel- und Getränkeindustrie eine zwingende Forderung nach Hygiene bzw. Sterilität im Prozess. Mikroorganismen und Keime, die sich bei mangelnder Hygiene bilden, können ganze Chargen hergestellten Produkts unbrauchbar machen und müssen daher soweit möglich vermieden werden. Im Folgenden wird im Detail nur auf die für die Lebensmittel- und Getränkebranche relevanten Pumpentypen für die Primär- und Sekundärapplikationen (also Anwendungen im direkten Produktentstehungsprozess) eingegangen.

Im Allgemeinen haben diese Pumpentypen folgende Haupteigenschaften zu erbringen:

1. Druckerhöhung des Produktes/Mediums
2. Schonende Förderung des Produkts/Mediums
3. Sehr gute Durchspülbarkeit (totraumarm) und damit CIP/SIP*-fähig
4. Erfüllung aller sich aus 3. gebenden Anforderungen bezüglich der verwendeten Werkstoffe, Beständigkeit gegenüber den Fördermedien, Oberflächengüte und Zertifikate
5. einfache Wartung und Instandhaltung

* CIP/SIP: Cleaning bzw. Sterilisation in Place
CIP/SIP-fähig heißt, dass die Pumpen so geplant und konstruiert sind, dass sie in einen CIP-Kreislauf eingebunden werden können. Dafür müssen alle Bauteile gut durchströmbar und tottraumfrei sein und die Oberflächen möglichst glatt. Durch CIP/SIP-Anlagen muss die gesamte Anlage nicht mehr manuell gereinigt werden. Hierzu werden die Anlagenteile mit Säure und Lauge (CIP) bzw. Sattedampf (SIP) durchspült.

Parallelbetrieb

Kreiselpumpen

Bei diesen Pumpentypen erfolgt die Energieübertragung auf die zu fördernden Flüssigkeiten ausschließlich durch strömungsmechanische Vorgänge. Das Fördermedium durchströmt die Pumpe, welche frei von Klappen oder Ventilen ist und könnte daher diese Maschine auch rückwärts passieren. Je nach Verwendung müssen aus diesem Grund spezielle Gleitringdichtungen, Schieber, Rückschlagklappen oder Ventile eingebaut werden. Strömungspumpen sind in der Regel nicht selbstansaugend, die vorge-schalteten Leitungen müssen daher immer mit Flüssigkeit befüllt sein.

Die bekannteste und auch am meisten verwendete Strömungspumpe ist die normalsaugende Kreiselpumpe. Sie kann entweder einstufig ausgeführt sein, oder mehrere Laufräder haben und damit mehrstufig. Während einstufige Pumpen in den einschlägigen Anwendungen der Lebensmittel- und Getränkeindustrie in der Regel einen maximalen Förderdruck von etwa 10 – 12 bar aufbringen, kommen mehrstufige Kreiselpumpen zum Einsatz, wenn höhere Förderdrücke benötigt werden.

In Kreiselpumpen wird die durch ein rotierendes Laufrad erzeugte Zentrifugalkraft zur Förderung flüssiger Medien (bis etwa 500 mPas Viskosität ist eine Förderung mittels Kreiselpumpe effizient und sinnvoll) benutzt. Flüssigkeiten die über den Saugstutzen in die Pumpe eintreten, werden von einem rotierenden Laufrad beschleunigt und auf eine Kreisbahn zur Außenwand des Spiral- oder Ringgehäuses geleitet. Die hierbei aufgenommene Bewegungsenergie hat eine Druckerhöhung in der Pumpe zur Folge. Hierdurch wird die zu fördernde Flüssigkeit in den Druckstutzen geleitet. Durch entsprechende Bauweise des Laufrades und des Pumpengehäuses können auch Flüssigkeiten mit Feststoffgehalt gefördert werden.

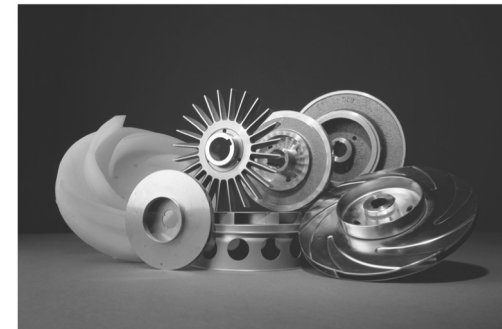


Abb. 7: KSB Kreiselpumpe Vitachrom

Das Laufrad einer Kreiselpumpe und analoge Antriebsteile anderer Pumpentypen bestimmen deren jeweilige Betriebscharakteristika. So hängt die Förderhöhe einer Pumpe entscheidend von der Umfangsgeschwindigkeit der Antriebsteile bzw. des Laufrades ab. Die Förderhöhe einer Kreiselpumpe ist umso größer, je höher die Drehzahl des Motors und je größer der Außendurchmesser des Laufrades ist. Der Förderstrom hingegen ist von der Querschnittsfläche und damit von der Höhe der Laufradschaufeln abhängig. Die Begrifflichkeiten von Kreiselpumpen sind in der DIN EN 12723 festgelegt.

Kreiselpumpen

Abb. 8: Verschiedene Laufräder



Normalsaugende Kreiselpumpen müssen vor dem Anlaufen mit dem Fördermedium (alternativ Wasser oder eine andere verträgliche Flüssigkeit) befüllt sein. Wenn während des Betriebs erhöhte Gasanteile in die Saugleitung gelangen (die kritische Gasmenge beträgt bei Radialkreiselpumpen 7-9 %), besteht die Gefahr des Abrisses des Förderstroms.

Seitenkanalpumpen

Seitenkanalpumpen sind durch Ihre Konstruktion, den Einsatz spezieller Laufräder, sowie die Verwendung einer Hilfsflüssigkeit in der Lage höhere Gasanteile mitzufördern. Diese Pumpen werden oft als "selbstansaugend" bezeichnet. Sie werden in der Getränkeindustrie hauptsächlich als CIP (Cleaning in Place) Rückförderpumpe oder in der Hefepropagation eingesetzt.

Abb. 9: VITAPRIME Selbstansaugende Seitenkanalpumpe (KSB)



Je nach Einsatzzweck ist es möglich die Kreiselpumpe den geforderten Bedingungen anzupassen:

1. Änderung der Aufstellungsart (Bsp: Blockaufstellung, Aufstellung auf Grundplatte, Inlinepumpe)
2. Die Ausführung der Gleitringdichtung in einfacher oder doppeltwirkender Variante (für z.B. zuckerhaltige Medien), ohne oder mit Spülung (Quench)
3. Sonderausführungen der Motoren (z.B. Explosionsschutz)
4. Unterschiedliche Werkstoffe für die einzelnen Pumpenbauteile
5. Verschiedene Prozessanschlüsse

Abb.10: Spiralgehäusepumpe Ausführung nach EN 733

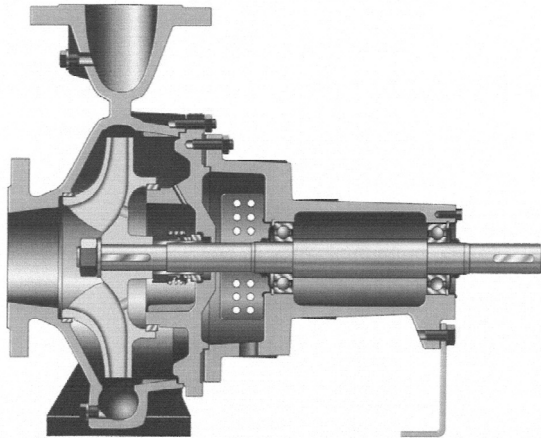
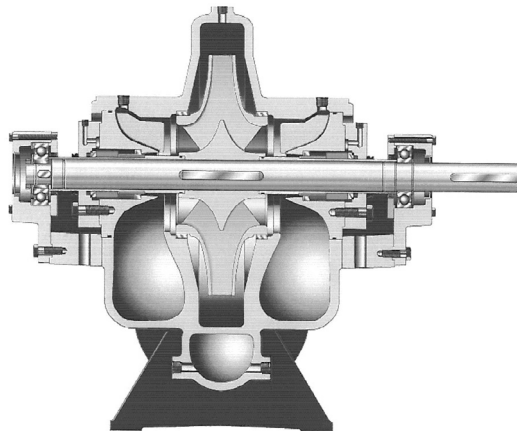


Abb.11: Längsgeteilte, zweiströmige vertikale Spiralgehäusepumpe



Drehkolben-
pumpen

Drehkolbenpumpen

Das Prinzip dieser Pumpe aus der Familie der Verdrängerpumpen lässt sich wie folgt beschreiben:

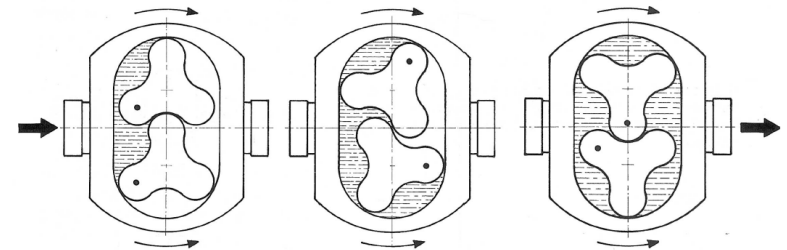
Durch die zueinander gegenläufige Drehbewegung zweier ineinander verzahnter Rotoren im Pumpengehäuse wird Förderarbeit geleistet. Die beiden Rotoren sitzen jeweils auf einer Welle. Diese Antriebswellen werden in einem Gehäuse gelagert und mittels eines Getriebes exakt zueinander synchronisiert.

An der Saugseite wird durch die Rotorbewegung das Volumen vergrößert, was dazu führt, dass ein Unterdruck erzeugt wird, welcher das Fördermedium in die Pumpe hineinsaugt.

An den außenliegenden Flächen des Pumpengehäuses wird das Medium zur Druckseite gefördert. Dort verringert sich nun das Volumen, der Druck wird erhöht und das Medium aus der Pumpe hinausgepresst.

Bedingt durch die Bauart und das Wirkungsprinzip von Drehkolbenpumpen können auch Medien hoher Viskosität problemlos gefördert werden. Drehkolbenpumpen sind häufig mit sonderoptionaler Ausführung im Einsatz, um die geforderten Ansprüche im jeweiligen Einsatzbereich abzudecken. (Beheizbares Gehäuse, Überdruckventil, etc.)

Abb. 12: Darstellung Wirkungsprinzip einer Drehkolbenpumpe (KSB AG)



Weitere Pumpen die für Anwendungen der Lebensmittel- und Getränkeindustrie eingesetzt werden sind:

Dosierpumpen, Schlauchpumpen, Exzentrersneckenpumpen, Membranpumpen.

Abbildung 13: KSB Verdrängerpumpe Vitalobe

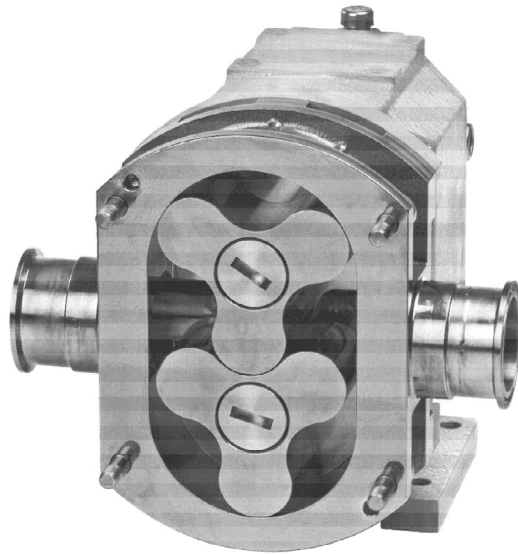
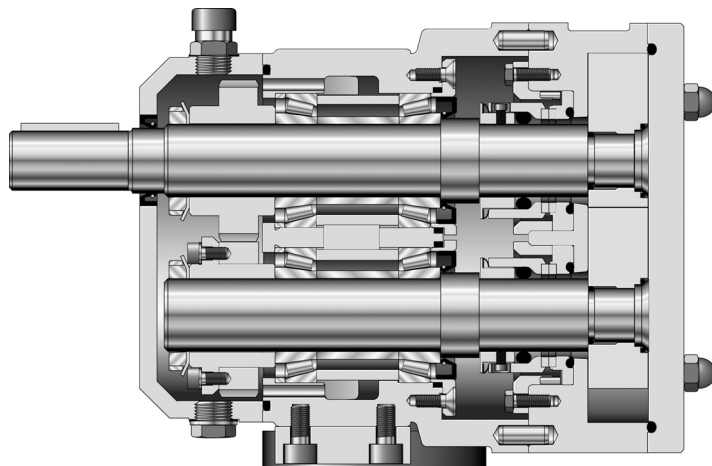


Abb. 14: Verdrängerpumpe Vitalobe (KSB)



4.3.7.2 Pumpenkomponenten und Werkstoffe in der Getränkeindustrie

Die Pumpengehäuse sind die formgebenden Bauteile von Pumpen und stellen als stillstehende Teile eine optimale, verlustarme Anströmung der jeweiligen Laufräder sicher. Die Gehäuse werden meist aus Edelstahlfeinguss gegossen oder aus tiefgezogenen Blechen hergestellt. Seltener kommen Gehäuse zum Einsatz die aus "vollem" Material zerspart werden.

Edelstähle in verschiedenen Qualitäten sind übliche Grundmaterialien für Pumpengehäuse. Von Edelstahl spricht man, wenn der Chromanteil mindestens 11-13% beträgt. Ab dieser Konzentration bildet Chrom eine hauchdünne Chromoxidschicht auf der Oberfläche des legierten Stahls aus, die dessen Korrosionsbeständigkeit begründet. In der Regel sind nichtrostende Stähle gegen Korrosion und die meisten Chemikalien unempfindlich. Sind jedoch z. B. Chloride anwesend, kann es zu lokalen Korrosionserscheinungen (Lochfraß, Spaltkorrosion) kommen.

Für die Förderung von Flüssigkeiten in der Lebensmittel- und Getränkeindustrie, gibt es spezielle Ausführungen von Laufrädern (u.a wegen der Reinigbarkeit und Feststoffen im Fördermedium). Häufig sind es offene oder halboffene Laufräder oder Kanal- bzw. Freistromlaufräder, deren Wirkungsgrad durch die internen Verluste deutlich verringert wird. Für diese Anwendungen ist jedoch nicht der Wirkungsgrad das ausschlaggebende Kriterium, sondern die besondere Eignung für den jeweiligen Anwendungsfall bei geringerer Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls der Pumpe.

Werkstoffe für Laufräder sind überwiegend Edelstahlguss, Grauguss, Bronze, Messing, Stahl oder Kunststoffe. Da die Rauheit des Laufrads Wandreibungsverluste verursacht und somit Einfluss auf den hydraulischen Wirkungsgrad von Pumpen hat, müssen die Flächen der Laufräder möglichst sauber und glatt gestaltet sein. Dies erreicht man durch Verwendung von ohnehin glatten Werkstoffen (Stahlbleche, Kunststoffe) oder durch nachträgliche Bearbeitung des gegossenen Laufrads anhand einer Oberflächenveredelung.

Die Pumpenwelle besteht bei den meisten Pumpen aus nichtrostendem Stahl und wird mit einer Passfeder und einer Schraube mit dem Laufrad verbunden. Die Pumpenwelle wird aus dem Gehäuse geführt und dort mit einer Kupplung an der Motorwelle befestigt. Alternativ kann die Welle als Steckwelle oder verlängerte Motorwelle ausgeführt und damit direkt mit dem Motor verbunden sein.

Die Wellendichtung ist ein dynamisches Dichtelement, welche eine Kreiselpumpe an der Durchführung der rotierenden Pumpenwelle aus dem feststehenden Pumpengehäuse so abdichtet, dass der Leckverlust oder die von außen eindringende Luft/Flüssigkeit auf ein bestimmtes Maß reduziert

und ein etwaiger Verschleiß der Dichtflächen so gering wie möglich wird. Pumpen werden für viele unterschiedliche Anwendungen ganz spezifisch ausgelegt, konstruiert und gefertigt. Dies schließt auch die Medienbeständigkeit, Temperatur und den Pumpendruck ein. Aus einer Vielzahl von verschiedenen Wellendichtungen erfolgt die individuell diesen Anforderungen entsprechende Auswahl.

Für Kreislumpen sind das Gleitringdichtungen und Stopfbuchspackungen. Da Packungsdichtungen im Vergleich zu Gleitringdichtungen stets eine relativ große Leckage aufweisen, werden diese überwiegend nur bei umweltverträglichen Fördermedien eingesetzt.

Im Gegensatz zur Packung weisen Gleitringdichtungen einen Dichtspalt auf, der rechtwinklig zur Wellenachse steht. Wellendichtungen dieser Bauart werden auch als axiale oder hydrodynamische Gleitringdichtungen (GLRD) bezeichnet. Sie benötigt gegenüber der Stopfbuchspackung einen kleineren Raum und bedarf keiner Wartung. Die Gleitringdichtung bewährt sich sowohl bei niedrigen als auch bei hohen abzudichtenden Drücken und Umfangsgeschwindigkeiten. Somit besteht kaum eine Möglichkeit der Fehlbedienung.

Erhebliche Nachteile entstehen bei abrasiven Fördermedien durch Verschleiß. Durch saubere Sperr- oder (z. B. mittels Zyklon gereinigte) Spülflüssigkeiten können aber abrasive Teile von den gefährdeten Gleitflächen ferngehalten werden.

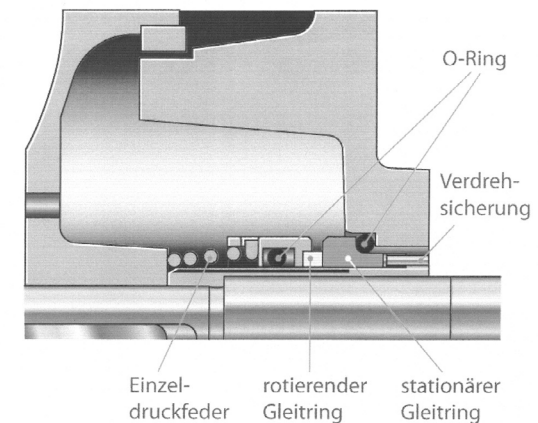
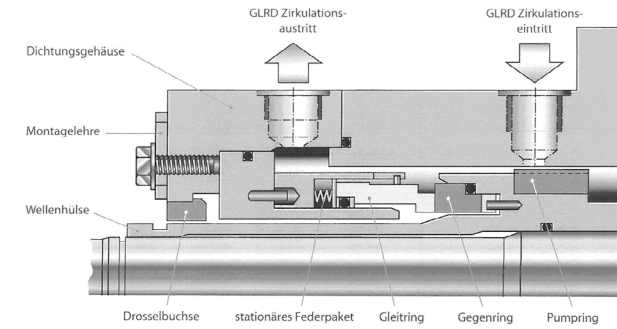
Im Betrieb gleiten zwei Dichtflächen aufeinander, die durch hydraulische und mechanische Kräfte aufeinander gedrückt werden. Zwischen diesen beiden feinst bearbeiteten Gleitflächen befindet sich der Dichtspalt mit einem meist flüssigen Schmierfilm. Die Spaltweite (Abstand zwischen den beiden Gleitflächen) hängt von verschiedenen Einflussfaktoren ab. Dazu zählen u. a. die Rau- und Ebenheit der beiden Gleitflächen sowie die Gleitgeschwindigkeit.

Die sehr geringe Leckage an der Gleitringdichtung gelangt als Dampf- und Tröpfchenleckage beim Austritt in die Atmosphäre. Für die Berechnung der Dichtungsleckage geht man meist von einer Spaltweite von unter 1 µm aus. Diese äußerst geringe Spaltweite ist auch der Grund, weshalb die Leckage der GLRD wesentlich geringer als bei Wellendichtungen mit Radialspalt ist.

Gleitring-
dichtungen

Leckage

Abb. 15 und 16: Wellendichtungen



Kupplung

Motor

Die Kupplung verbindet die Pumpenwelle mit der Motorwelle und überträgt die erforderliche Antriebsleistung. In Nassläuferpumpen werden Motoren eingesetzt, bei denen der rotierende Teil vom durch das geförderte Medium umspült wird. Der Motor wird dadurch sowohl gekühlt als auch geschmiert. Bei Trockenläuferpumpen werden fast ausschließlich Norm-Elektromotoren verwendet. Hierbei handelt es sich um asynchrone Kurzschlussläufermotoren nach IEC (International Electrotechnical Commission) bzw. nach DIN-Standards.

Allgemein gilt, dass Apparate und Maschinen in der Lebensmittel- und Getränkeherstellung so konzipiert sein müssen, dass die zu verarbeitenden Rohstoffe schonend behandelt werden und eine leichte und nachhaltige Reinigung derselben möglich ist. Um diese Anforderungen zu erfüllen, sollten die Oberflächen dieser Maschinen Rautiefen von 0,8 bis maximal 3,2

um aufweisen. Das wird am besten durch Verwendung von gegossenem, geschmiedetem, tiefgezogenem oder gewalztem Edelstahl als Werkstoff erreicht. Mit den erwähnten Materialien erhält man glatte, porenfreie Oberflächen. Sie sind zudem leicht zu verarbeiten und auch ohne besondere Schwierigkeiten zu reinigen. So sind auch wichtige Qualitätsstandards wie die Forderungen der EHEDG (European Hygienic Equipment Design Group), des QHD (Qualified Hygienic Design) oder die Sanitärstandards wie die 3-A-Standards zu erfüllen.

EHEDG
QHD

Stahl ist der in der Getränkeindustrie der am meisten verwendete Werkstoff. Er besteht aus Eisen und Kohlenstoffanteilen zwischen 0,003 bis 1,5 Gew.%. Gusseisen kann als Legierung aus Eisen, Silizium und Kohlenstoff betrachtet werden, der Gehalt an Kohlenstoff liegt hier bei 3-4 Gew.%. Grauguss kann mit 13 bis 16 Gew.% Silizium oder entsprechend mit 15 bis 35 Gew.% Nickel legiert werden, um die Korrosionsbeständigkeit zu erhöhen.

Weitere Werkstoffe, die in der Getränkeindustrie Verwendung finden, sind keramische Materialien wie Aluminiumoxide, Siliziumcarbid (SiC), Wolframcarbid (WoC) oder auch Siliziumnitrid (Si₃N₄), diese dienen vor allem zur Produktion von Lagern und Gleitringdichtungen. Für Pumpengehäuse oder zur Auskleidung von Rohren werden Thermoplaste wie z. B. Polypropylen (PP), Polytetrafluorethylen (PTFE auch als Teflon bekannt) verwendet. Oberflächenbeschichtungen erfolgen durch Duroplaste wie z. B. Epoxydharze, Polyester und Polyurethane

Auch für den Bereich der Mess- und Regeltechnik sind für die erforderlichen Hygienebedingungen entsprechende Bauformen und Materialien zu verwenden. So müssen beispielsweise Verunreinigungen der Produkte durch kleine Partikel oder dünne Beläge, die durch Abrieb ungeeigneter Werkstoffe oder auch durch Mikroorganismen entstehen könnten, dringend vermieden werden. Die Werkstoffe müssen auch in diesem Bereich, um das Lebensmittel nicht zu beeinträchtigen oder zu verändern u. a. rostfrei, mechanisch stabil und zudem unempfindlich gegenüber Reinigungs- und Desinfektionsmittel und/oder herrschenden Temperaturen des Produktionshergangs sein. Zulassungen, Richtlinien und Empfehlungen die von Institutionen wie der FDA (Food and Drug Administration), der International Association of Milk, Food and Environmental Sanitary (3-A-Standards) oder der EHEDG erarbeitet wurden, sind strikt zu beachten. Im Bereich der Mess- und Regeleinrichtungen wird als Werkstoff vorzugsweise nichtrostender Stahl verwendet, auch synthetische Werkstoffe wie PFA und PTFE sind in der Regel geeignet.

FDA

Alle Elastomere und synthetische Werkstoffe, auch von Dichtungen und Auskleidungen, sollten von der FDA zugelassen und für CIP- und SIP-Prozesse geeignet sein. Bei Dichtungen werden im Regelfall hierfür speziell entwickelte Formdichtungen eingesetzt, die sicherstellen, dass keine Spalte

entsteht, falls sie mit den Messstoffen unter variierenden Prozessdrücken oder Temperaturen in Kontakt kommen.

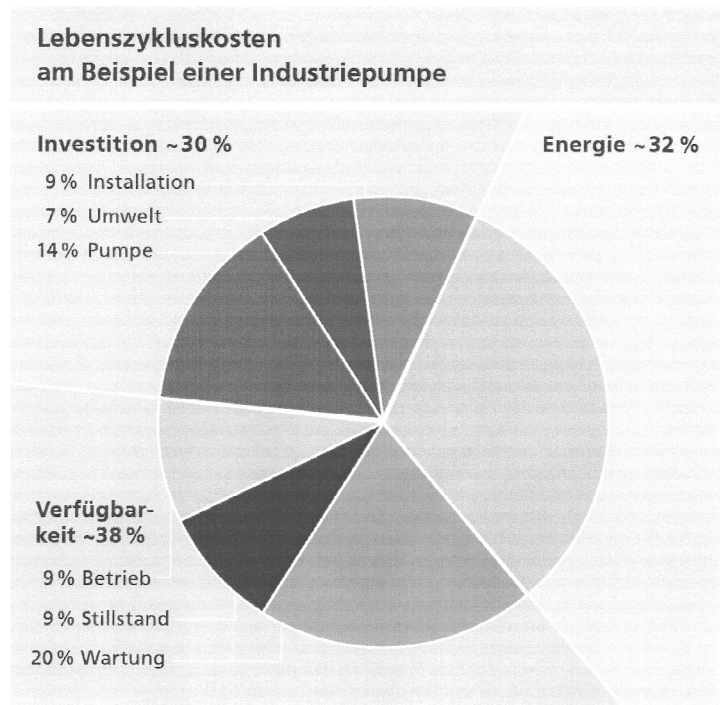
In hygienischen und sterilen Prozessen verwendet man heute als Prozessanschlüsse meist Schraub- oder Clampanschlüsse. Bei diesen erfolgt eine Verformung der Dichtung deutlich kontrollierbarer. Dies führt zu optimierten hygienischen Bedingungen. Flansch- und Waferanschlüsse, Anschlüsse gemäß DIN 11851 oder SMS-Verschraubungen werden hauptsächlich in der Getränkeverfahrenstechnik eingesetzt.

4.3.7.3 Lebenszykluskosten von Maschinen am Beispiel von Pumpen

Wie in allen industriellen Herstellungsprozessen wird auch in der Lebensmittel- und Getränkeindustrie zunehmend Nachhaltigkeit der zu tätigen Investitionen gefordert. Hierbei ist der Energiebedarf der jeweiligen Maschinen ein maßgeblicher Faktor. Rund 65 bis 69 Prozent der weltweit erzeugten elektrischen Energie wird direkt und indirekt zum Betrieb elektrischer Motoren eingesetzt. Auf Pumpensysteme entfallen 20 bis 25 Prozent des globalen elektrischen Energieeinsatzes. Industrielle Betreiber von Pumpen sind daher gefordert regelmäßig deren Energieverbrauch zu überprüfen. Einerseits bieten dank Fortschritten in der Motorentechnik moderne Pumpensysteme regelmäßig höhere Wirkungsgrade und versprechen damit geringere Energieverbräuche, andererseits ist schon bei der Auslegung von Pumpen eine Überdimensionierung wegen Sicherheitszuschlägen bei der Förderhöhe oder Förderleistung sehr oft der Grund für einen schlechten Wirkungsgrad und damit einen unwirtschaftlichen Betrieb. Eine statistisch abgesicherte Zahl von Messungen der letzten Jahre zeigte, dass durch den Einsatz effizienter Pumpensysteme mit neuen Technologien ein Einsparpotential von bis zu 50 Prozent realisierbar ist. Hierzu gehört z. B. bei Pumpen der Austausch einer Pumpe durch eine solche mit höherem Wirkungsgrad und Motoren der Energieeffizienzklasse IE2/IE3, das Erneuern alter Steuerungen durch bedarfsabhängige Regelungen mit Kaskadensteuerung oder das Anpassen an die Systemcharakteristik durch Proportionalregelung.

Der Energieverbrauch hat den höchsten Anteil an den Lebensdauerkosten einer Pumpe. Der erwähnte niedere Energieverbrauch von Kreiselpumpen ist daher ein wesentliches Kriterium bei der Auswahl dieser Pumpenart.

Abb. 17: Lebenszykluskosten



Leistungsoptionsmöglichkeiten

Für den Endbetreiber einer Pumpe besteht immer die Möglichkeit die Pumpe, bei einer Veränderung der benötigten Leistungsparameter, mit folgenden Einstelloptionen anzupassen:

1. Laufradtausch
2. Frequenzumrichterbetrieb über interne oder externe Frequenzumrichter

Anpassungen über Polzahländerung der Motoren oder das mechanische Eindrosseln über Klappen oder Ventile sind heute aus Gründen der Energieeffizienz nicht mehr zeitgemäß

Abb.18: Wirkungsgrade in den Effizienzklassen (KSB)

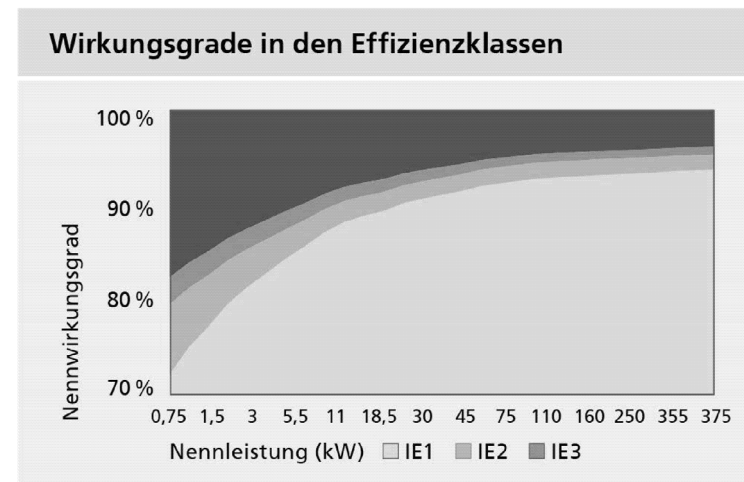
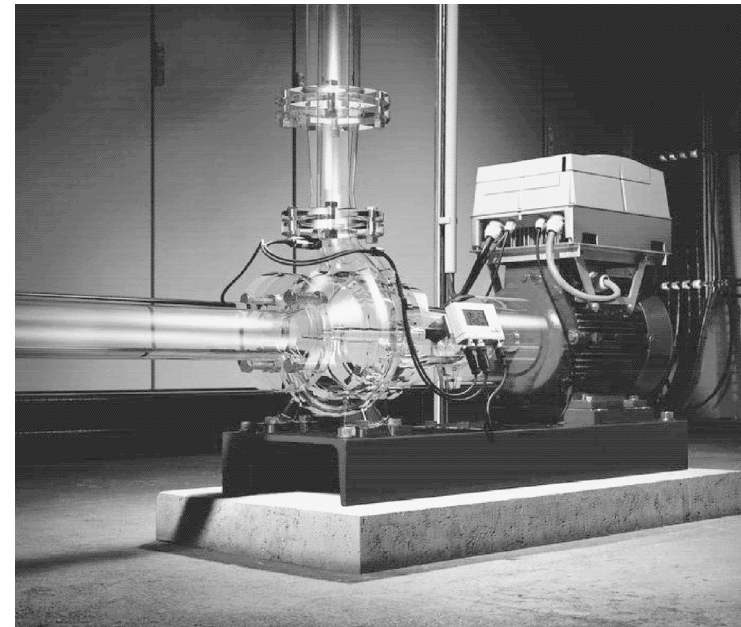


Abb. 19: (KSB) Kreiselpumpe (Hydraulischer Prüfstand) mit automatisiertem Frequenzumrichter PumpDrive und intelligentem Pumpen Monitoring System PumpMeter.



Autoren des Kapitels:

Jasmin Kugler (Marketing)
Daniel Wetter (Produktmanager Hygienepumpen)
Rene Kopp (Branchenmanager Food, Beverage&Pharma)
Alle Autoren sind Mitarbeiter der KSB AG.

Quellenangabe:

KSB Kreispumpenlexikon
Alle Grafiken, Zeichnungen und Bilder wurden mit freundlicher
Genehmigung von der KSB AG zur Verfügung gestellt.

4.4	REINIGUNG UND DESINFEKTION
4.4.1	Definitionen
4.4.1	Schmutz
4.4.1.2	Mikroorganismen
4.4.1.3	Reinigung
4.4.1.4	Sanitation
4.4.1.5	Desinfektion
4.4.1.5.1	Desinfektionsverfahren
4.4.1.5.2	Gebräuchliche Desinfektionsmittel
4.4.1.6	Pasteurisation
4.4.1.7	Sterilisation
4.4.2	Vermehrung und Inaktivierung von Mikroorganismen
4.4.2.1	Theoretische Grundlagen der Inaktivierung von Mikroorganismen
4.4.2.2	Hitzeresistenzen
4.4.2.3	Ausgangskkeimzahl
4.4.2.4	Wassergehalt und Wasseraktivität
4.4.3	Reinigungssysteme
4.4.3.1	Reinigung
4.4.3.1.1	Grundlagen der Reinigung
4.4.3.2	Wirksamkeitsfaktoren
4.4.3.2.1	Temperatur
4.4.3.2.2	Zeit
4.4.3.2.3	Mechanik
4.4.3.2.4	Chemie
4.4.3.3	Zusätzliche Einflussfaktoren
4.4.3.3.3	Werkstoffart
4.4.3.3.4	Oberflächenbeschaffenheit
4.4.4	Reinigungsverfahren
4.4.4.1.2	Maschinenaußenreinigung
4.4.4.2	Reinigungs- und Desinfektionsplan
4.4.4.3	Grundlagen der Düsentchnik
4.4.4.3.1	Volumenstrom
4.4.4.3.2	Einfluss der Dichte auf die Zerstäubung
4.4.4.3.3	Viskosität
4.4.4.3.4	Temperatureinfluss und Oberflächenspannung
4.4.4.3.5	Temperatur
4.4.4.3.6	Oberflächenspannung
4.4.4.3.7	Strahlwinkel
4.4.4.3.8	Tropfengröße
4.4.4.3.9	Flüssigkeitsverteilung
4.4.4.3.10	Druckdifferenz
4.4.4.3.11	Spritzen und Sprühen
4.4.4.3.12	Druckabbau nach dem Düsenaustritt
4.4.4.3.13	Einflussfaktoren auf die Strahlkraft

4.4.4.4	Allgemeines über Strahlenformen
4.4.4.4.1	Einstoffzerstäubung
4.4.4.4.2	Flachstrahldüsen
4.4.4.4.3	Geometrische Größen

4.4 REINIGUNG UND DESINFEKTION

4.4.1 Definitionen

4.4.1.1 Schmutz

Während der Verarbeitung und Verpackung von Lebensmitteln bleiben Lebensmittelreste aus dem Prozess an den Maschinen zurück und bilden unerwünschte Verunreinigungen.

Schmutz lässt sich in produktspezifische und produktfremde Verschmutzungen unterteilen. Die produktspezifischen stammen vom Produkt selbst, zum Beispiel Kohlenhydrate und organische Säuren bei Obstverarbeitungsbetrieben oder Fett und Eiweiße bei der Fleisch verarbeitenden Industrie. Produktfremde Verschmutzungen stammen zum Beispiel von Reinigungsmitteln. Folgende Übersicht teilt solche Verunreinigungen nach ihrem Verhalten gegenüber Wasser ein.

Tab. 1: Einteilung von Schmutzbestandteilen

Verhalten gegenüber Wasser	Lebensmittelrückstände	Hilfsstoffe und Umwelt
Echt Löslich	Salze, Säuren, niedermolekulare Kohlenhydrate	Inhaltsstoffe und Reinigungsmittel (z.B. Tensidfilme)
Quellbar	Höhermolekulare Kohlenhydrate, Proteine	Leime, Klebstoffe
Emulgierbar	Fette, Lipide	Schmier- und Dichtungsfette
Suspendierbar	Rohfaseranteile	Flaschenetiketten, Straßenstaub

Neben der Differenzierung von produktspezifischen und produktfremden Verschmutzungen unterscheidet man noch zwischen sichtbaren und unsichtbaren Rückständen. Unsichtbarer Schmutz, der nach der Reinigung verbleibt, setzt sich meist aus Mikroorganismen und Restbestandteilen des Reinigungs- und Desinfektionsmittels zusammen. Oftmals resultiert die Kontamination mit Mikroorganismen an Geräten und Maschinen auch aus dem Reinigungswasser.

Eine mikrobielle Restverschmutzung kann qualitativ erhebliche Einbußen in der Haltbarkeit der hergestellten Lebensmittel bewirken.

Schmutzbestandteile

Biofilme

4.4.1.2 Mikroorganismen

Mikroorganismen oder Mikroben sind einzellige, niedere Organismen, die meist nur mikroskopisch sichtbar sind. Zu ihnen zählen:

- Bakterien
- Actinomyceten
- Pilze
- Algen
- Protozoen
- Viren (sie stellen keine "echten" Lebewesen dar)

Als gemeinsame Merkmale sind hier das Fehlen von Zellgewebe, eine schnelle Vermehrung, die weite Verbreitung, der hohe Stoffumsatz und die große Anpassungsfähigkeit des Stoffwechsels an Umweltbedingungen.

Mikroorganismen haben ihr Reservoir im Boden, im Wasser und in der Luft, wobei der Erdboden die größte Keimdichte aufweist.

Die meisten Mikroben benötigen zur Deckung ihres Energie- und Kohlenstoffbedarfs organische Verbindungen und können das Kohlendioxid der Luft nicht wie zum Beispiel die Algen und Purpurbakterien zum Aufbau ihrer Zellsubstanz verwerten. Schädliche Mikroorganismen bilden toxische Stoffwechselprodukte, wie Mycotoxine, die Lebensmittel vergiften und auf den Menschen schädlich wirken. Zu bemerken ist jedoch auch, dass Mikroorganismen neben der negativen Wirkung eine wichtige Rolle im Stoffkreislauf der Natur spielen, indem sie pflanzliche Reste zu organischen Substanzen abbauen und den grünen Pflanzen wieder als Nahrung dienen. Zum anderen werden Mikroorganismen in der Herstellung von Lebensmitteln oder Antibiotika eingesetzt. Beispielsweise ist die Stoffwechselleistung von Hefen bei der Herstellung von Wein oder Bier zu nennen oder der Einsatz von Bacillusarten bei der Herstellung von Antibiotika.

Biofilme

Biofilme bilden sich schnell und unauffällig aus Anlagerungen von Mikroorganismen an Grenzflächen oder durch Aneinanderkleben von Mikroorganismen, indem sie Schlamm bilden beziehungsweise Ausflokungen. Sie bilden extrazelluläre polymere Substanzen (EPS), in denen sie sich immobilisieren. Die Mehrheit der Mikroorganismen lebt in dieser Form und nicht als "Single". Die EPS-Matrix bietet ihnen mehr Stabilität, indem sie ihnen einen weitaus höheren Schutz gegenüber toxischen Einflüssen

bietet. Aus diesem Grund sind Biofilme schlecht durch Desinfektionsmittel abzutöten. Biofilme benötigen zur Entstehung Nährstoffe, die aus der Umgebung oder der Unterlage stammen können. Sie sind als dünne Flecken oder dicke Beläge zu finden und müssen durch mechanische Reinigung vor der Desinfektion beseitigt werden.

4.4.1.3 Reinigung

Unter Reinigung versteht man die Entfernung sichtbarer Verschmutzungen von Oberflächen. Bei den Verschmutzungen handelt es sich im Lebensmittelbereich um Produktreste, Ablagerungen, Mikroorganismen sowie andere Fremdkörper, die sich insgesamt unter dem Begriff "Schmutz" zusammenfassen lassen. Bei der Reinigung geht es in erster Linie jedoch nicht darum, durch das Fortschwemmen von Mikroorganismen eine Keimverminderung bzw. -freiheit zu erreichen, sondern es ist das primäre Ziel, vorhandenen Keimen den Nährboden zu entziehen und Desinfektionsmitteln eine Zugänglichkeit zu den Keimen zu schaffen.

Merkspruch:

Eine erfolgreiche Reinigung ist somit als Voraussetzung für eine nachfolgende Desinfektion anzusehen.

Die Reinigung kann trocken oder nass erfolgen. Bei der Lebensmittelherstellung ist die Nassreinigung meistens die bessere der beiden Möglichkeiten.

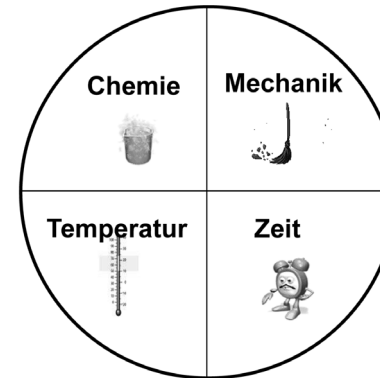
Der Reinigungseffekt kann durch folgende Maßnahmen verbessert werden:

- Erwärmung der Reinigungsmedien
- Erhöhung von Druck und Turbulenz
- Manuelle mechanische Unterstützung (Bürste, Schwamm, etc.)
- Längere Einwirkzeit

Diese Größen bedingen sich gegenseitig. Wird eine von Ihnen reduziert, muss der dadurch wegfallende Anteil durch eine Vergrößerung eines oder mehrerer anderer Faktoren ersetzt werden. Dieser Sachverhalt wird durch den Sinnerschen Kreis verdeutlicht.

Sinnerscher Kreis

Abb. 1: Sinnerscher Kreis



Das Reinigungsergebnis wird zusätzlich von Art, Zustand und Menge des Schmutzes und der Gestalt, dem Material und der Oberflächenrauigkeit des Materials beeinflusst. Die Ergebnisse einer ordentlichen Reinigung sind optisch saubere und keimarme Flächen. Die Ergebnisse lassen sich mit der ATP-Methode überprüfen und dokumentieren.

4.4.1.4 Sanitation

Sanitation ist ein Begriff, der vor allem in Nordamerika gebräuchlich ist („sanitizing“). Unter ihr versteht man prophylaktische Maßnahmen zur Verminderung der Kontaminationskeime. In der Praxis ist die Sanitation als eine verschärfte Reinigung anzusehen, die durch Zuhilfenahme von waschaktiven Substanzen und keimhemmenden bzw. -abtötenden Mitteln erreicht wird. Sinn dieser Maßnahme ist das Schaffen eines keimarmen Milieus. Die Sanitation bewirkt demnach eine stärkere Keimreduzierung als die Reinigung, erreicht aber nicht zwangsläufig die Wirkung der Desinfektion.

4.4.1.5 Desinfektion

Es finden sich unterschiedliche Definitionen für die Desinfektion. Bei BODENSCHATZ wird darauf hingewiesen, dass keine allgemein gültige Beschreibung der Desinfektion existiert. Vielmehr gibt es für verschiedene Bereiche unterschiedliche Festlegungen. Bei Lebensmitteln wird die Desinfektion als völlige Abtötung aller pathogenen Mikroorganismen und Reduzierung aller anderen Keime auf ein Maß, welches die Produktqualität nicht mehr negativ beeinflusst, bezeichnet. Laut STEFFENS ist das Ziel der Desinfektion „[...] eine Inaktivierung von Krankheits- und Verderbniserregern, die ihre Verbreitung und Vermehrung in Lebensmitteln auf das

Ausmaß reduziert, bei dem ein Infektionsrisiko für den Konsumenten ausgeschlossen werden kann.“ Ebenso spricht die DIN 10516 von einer Reduzierung der Keime auf ein ungefährliches Niveau.

Merke:

Durch Desinfektion wird keine Keimfreiheit erreicht, sondern eine Verminderung der Keimzahl.

Wenn Schmutzrückstände die Mikroorganismen einhüllen und so vor dem direkten Kontakt mit dem Desinfektionsmittel schützen, können Keime überleben und sich in feuchten Schmutzresten wieder vermehren. Das bedeutet, dass die Wirksamkeit des Desinfektionsmittels durch Schmutzabbau eingeschränkt wird. Desinfektion und Reinigung gehen daher „Hand in Hand“.

Es wird zwischen chemischen und thermischen Desinfektionsverfahren unterschieden. Das chemische Verfahren kommt überall dort zur Anwendung, wo eine Entkeimung mit thermischen, physikalischen oder anderen Verfahren nicht möglich ist.

Wenn bekannt ist, welche Mikroorganismen unerwünscht sind und welche praktischen Bedingungen vorliegen, kann das richtige Desinfektionsmittel ausgewählt und angewandt werden. Das Desinfektionsmittel hat die Aufgabe, Mikroorganismen so schnell wie möglich abzutöten.

Aber es gibt auch noch andere Anforderungen, wie:

- Breites mikrobiologisches Wirkungsspektrum
- Wirksamkeit bei hoher Schmutzbelastung
- Wirksamkeit bei niedrigen Temperaturen
- Schaumverhalten (stark oder schwach schäumend)
- Materialverträglichkeit (Ist das Mittel für den eingesetzten Werkstoff geeignet?)
- Umweltverträglichkeit
- Einfache Handhabung
- Wirtschaftlichkeit
- Leichte Abwaschbarkeit

Anforderungen

Eigenschaften

Tab. 2: Eigenschaften von Desinfektionsmitteln

	Aktiviertes Chlor	H ₂ O ₂	Peressigsäure	Quartäre Ammonium Verbindungen	Halogen-säuren	Jodophore	Aldehyde
Lagerstabilität	0	+	+	++	+	0	+
Korrosionseigenschaften	-	+	0	++	0	0	++
Schaumverhalten	++	++	++	-	++	-	++
Abwaschbarkeit	++	++	++	-	++	-	++
Unbedenklichkeit der Zerfallsprodukte	-	++	++	-	0/-	-	+/0
Umweltverträglichkeit	-	++	++	0	+	0	++
Stabilität der Lösungen	-	0	-	++	++	-	+
Kombinationsmöglichkeiten	+	0	-	0	+	0	+
Wirksamer pH-Bereich	9-11	2-6	2-6	1-12	1-7	1-6	2-7

Wirksamkeit

Tab. 3: Wirksamkeit von Desinfektionsmitteln

	Bakteriophagen	Kleine Viren	Große Viren	Gram (-) Bakterien	Gram (-) Bakterien	Sporenbildende Mikroorganismen	Hefen	Schimmel
Aktiviertes Chlor	++	++	++	++	++	+	++	+
Wasserstoffperoxid (H ₂ O ₂)	+	+	+	++	+++	+	+	+
Peressigsäure	++	++	++	++	++	++	++	+
Quats	-	-	++	++	+	-	++	+
Jodophore	+	++	++	++	++	+	++	++
Aldehyde	+	+	+	+	+	+	+	+

Legende	
++	Sehr gut
+	Gut
0	Befriedigend
-	Schlecht
--	Sehr Schlecht

4.4.1.5.1 Desinfektionsverfahren

Eine Reduktion der Keimzahl kann durch physikalische Verfahren, chemische Mittel oder einer Kombination aus beiden erzielt werden.

Physikalische Verfahren. Zu den physikalischen Desinfektionsverfahren zählen thermische, mechanische und aktinische (durch Strahlung) Verfahren. Thermische Verfahren erzielen eine Keimreduktion durch Behandlung des zu desinfizierenden Objektes mit heißem Wasser oder Dampf. Dabei erweist sich der Einsatz von Dampf als effizienter, da dieser bei gleicher Temperatur eine höhere Speicherkapazität für Energie besitzt als Wasser.

Ein Beispiel für ein mechanisches Keimreduktionsverfahren ist die Entkeimungsfiltration, mit deren Hilfe Mikroorganismen aus Flüssigkeiten oder Gasen entfernt werden können. Diese Filtration ist insbesondere für die Entkeimung von hitzeempfindlichen Flüssigkeiten geeignet.

Die Behandlung mit Strahlen wird als aktinisches Desinfektionsverfahren bezeichnet. Mikrobizid wirksam sind ultraviolette Strahlen mit einer Wellenlänge von 200 bis 315 nm. Diese wirken bei festen Stoffen allerdings nur an der Oberfläche, da sie dort gebrochen und reflektiert werden. In Flüssigkeiten dringen die Strahlen zwar ein, die Eindringtiefe ist aber so gering, dass sich nur in dünnen Flüssigkeitsschichten eine antimikrobielle Wirkung zeigt.

Chemische Mittel. Auf dem Markt sind zahlreiche Desinfektionsmittel erhältlich, welche durch ihr Wirkungsspektrum, ihre Anwendungseigenschaften und Risiken gekennzeichnet sind. Bei der Wahl eines geeigneten Desinfektionsmittels für den gewünschten Anwendungszweck, sollten alle genannten Aspekte in die Betrachtung mit einbezogen werden. Folglich ist ein chemisches Mittel mit breitem Wirkungsspektrum nicht unbedingt zu bevorzugen, wenn es das Material des zu desinfizierenden Objektes korrodiert. Dieses Beispiel verdeutlicht, dass es kein „Universal-Desinfektionsmittel“ geben kann, da jeder Einsatzzweck andere Forderungen an das chemische Mittel stellt. Die nachfolgende Abbildung zeigt einen Überblick über Kriterien, die bei der Wahl eines Desinfektionsmittels beachtet und gegeneinander abgewogen werden sollten.

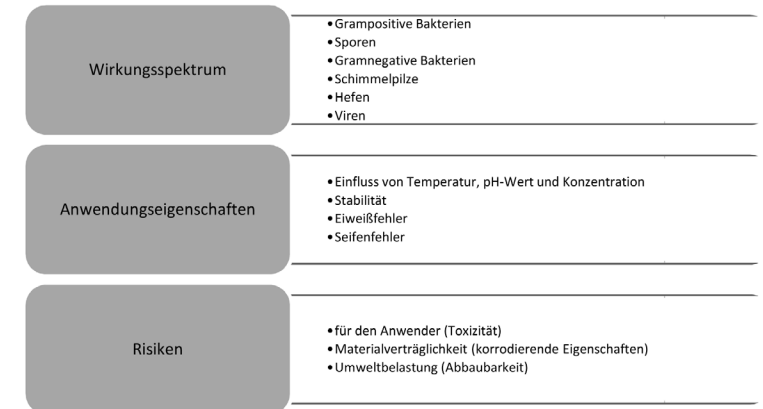
Physikalische Verfahren

Aktinisches Desinfektionsverfahren

Chemische Mittel

Auswahlkriterien für Desinfektionsmittel

Abb. 2: Auswahlkriterien für Desinfektionsmittel



Auf die Anwendungseigenschaften oder „wirkungsbeeinflussenden Faktoren“, soll im Folgenden näher eingegangen werden.

Temperatur

Bei der überwiegenden Anzahl an Desinfektionsmitteln wird die Wirksamkeit durch eine Temperaturerhöhung gesteigert. Da es allerdings Ausnahmen gibt, sollte sich der Anwender vor dem Einsatz einer Substanz über den Zusammenhang zwischen Temperatur und Wirksamkeit informieren.

pH-Wert

Viele Desinfektionsmittel entfalten ihre maximale Wirksamkeit in einem bestimmten pH-Bereich.

Konzentration

Oft steigt mit der Konzentration auch die Wirkung des Desinfektionsmittels. Allerdings darf in diesem Zusammenhang die Belastung für Mensch, Umwelt und Material nicht außer Acht gelassen werden.

Stabilität

Bei Anwendung eines Desinfektionsmittels muss stets dessen Haltbarkeit beachtet werden, da die Aktivität der Wirkstoffe mit zunehmender Standzeit abnimmt.

Eiweiß- und Seifenfehler

Proteine sowie Seifen verringern die Wirksamkeit vieler Desinfektionsmittel. Aufgrund des Seifenfehlers (Reaktion des Reinigungsmittels mit dem Desinfektionsreiniger) ist es oftmals nicht ratsam, Desinfektionsmittel mit Reinigungsmitteln zu mischen.

4.4.1.5.2 Gebräuchliche Desinfektionsmittel

Aldehyde liegen im neutralen Bereich. Ihre Wirkung beruht darauf, dass sie von der Zelle aufgenommen werden und dort die Enzyme inaktivieren. Formaldehyd ist in dieser Gruppe der wichtigste Vertreter, das als Lösung oder gasförmig verwendet werden kann. Da es im Verdacht steht, krebserregend zu sein, wird inzwischen auf andere Aldehyde ausgewichen. Als wesentliche Eigenschaften sind zu erwähnen, dass diese Mittel stapelbar und für Standdesinfektion verwendbar sind. Gegen Sporen dagegen ist ihre Wirkung weniger gut bis schlecht.

Quaternäre Ammoniumverbindungen, auch Quats oder QAV genannt, haben den Charakter von Tensiden, d. h. sie bilden ein Dipolmolekül mit einem hydrophilen (polaren) und einem hydrophoben (unpolaren) Ende. Die sehr geringe Oberflächenspannung lässt sie tief in Kapillaren eindringen. Sie sind nicht korrosiv, stapelbar und gut hautverträglich (neutrale QAV). Nachteile liegen in starkem Schäumen, was die Verwendung von "Schaumbremsen" bei CIP-Anwendung erforderlich macht, in der sehr schlechten Ausspülbarkeit, der Gefahr der Resistenzbildung bei gramnegativen Bakterien und der Wirkungsverminderung bei hoher Wasserhärte. QAV werden in neutraler oder angesäuerter Form angeboten, in der ihre Einstellung durch den Leitwert steuerbar ist.

Wasserstoffperoxid (H_2O_2) wirkt durch abgespaltenen Sauerstoff oxidierend und greift die Zellen von außen her an. Entscheidend ist die rasche Wirkung. Es kann kalt oder heiß angewendet werden und zerfällt praktisch rückstandsfrei in Sauerstoff und Wasser. Andererseits kann es nicht gestapelt werden und ist empfindlich gegen organische Belastung. Lange etabliert sind „nasse“ und „trockene“ Verfahren, die Wasserstoffperoxid nutzen. Die Materialverträglichkeit ist sehr gut. Es kann auch z. B. bei der Sterilisation von Gefriertrocknungsanlagen eingesetzt werden, wo es eine Alternative zur sonst üblichen Dampfsterilisation darstellt. Die Wirksamkeit dieses Sterilisationssystems ist für eine Vielzahl von Organismen einschließlich hochgradig resistenter Sporenbildner belegt.

Alkohole, wie z. B. Ethanol oder Isopropanol, finden als Alkohol-Wasser-Gemische Verwendung, da der Wasseranteil quellend auf Zellmembranen wirkt, die dadurch leichter angegriffen werden können. Wasserfreie Alkohole hemmen lediglich das Wachstum von Bakterien.

Peressigsäure ($C_2E1_4O_3$, PES) ist ein hochwirksames und zugleich ökologisch unbedenkliches Desinfektionsmittel, das in vielen Betrieben der Nahrungsmittelbearbeitung eingesetzt wird. Sie tötet Bakterien, Viren und Pilze bereits bei niedriger Konzentration und niedrigen Temperaturen sicher ab. Bereits in einem Temperaturbereich zwischen 4 °C und 20 °C ist Peressigsäure als Kaltdesinfektionsmittel schnell wirksam. Sie wirkt durch abgespaltenen Sauerstoff oxidierend und wird häufig in Kombination mit

Aldehyde

Quaternäre Ammoniumverbindungen, auch Quats oder QAV

Wasserstoffperoxid (H_2O_2)

Alkohole

Peressigsäure

Jodophor

Halogen-carbonsäuren

Annolyte

H_2O_2 eingesetzt. Sie ist auch als Zusatz zu sauren Reinigungslösungen geeignet. Die Eigenschaften entsprechen etwa denen des H_2O_2 . Peressigsäure ist instabil und zerfällt unter Freisetzung von Sauerstoff und Wärme in Essigsäure bereits bei Raumtemperatur. In fest verschlossenen Gebinden baut der frei werdende Sauerstoff ein Druckpolster auf, das zum Bersten der Gebinde führen kann. Deshalb werden die Liefergebinde mit gasdurchlässigen Verschlüssen ausgestattet. Stabilisierte Peressigsäure dagegen ist über einen gewissen Zeitraum stapelbar. Ihre Leitfähigkeit wird durch Zusatz einer organischen Säure und deren Salze erhöht, wodurch eine Steuerung über Leitwertsonden möglich wird.

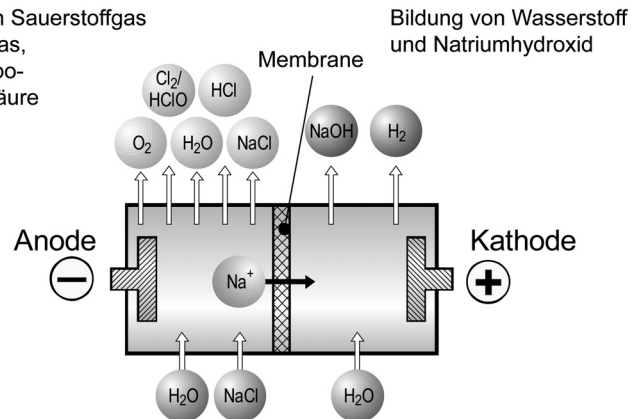
Als **Jodophor** bezeichnet man eine Lösung von elementarem Jod in einer starken Mineralsäure wie z. B. Schwefelsäure unter Zusatz eines organischen Lösungsmittels. Das Jod wirkt im sauren Bereich am stärksten oxidierend. Jodophore haben eine gute bakterizide und sporizide Wirkung. Sie können nur kalt bis maximal 40 °C, aber nicht für die Standdesinfektion verwendet werden. Sie sind stark korrosiv gegen rostfreien Stahl. Auch mit Kunststoffteilen aus manchen Werkstoffen sind Reaktionen möglich.

Halogen-carbonsäuren sind Verbindungen von Chlor, Brom oder Jod mit organischen Säuren wie z. B. Chloressigsäure, Bromessigsäure sowie kovalente Jodverbindungen. Sie wirken unter pH = 4 durch Halogenierung der Zellen. Die Anwendung erfolgt immer zusammen mit Schwefel- oder auch Phosphorsäure. Die Mittel sind stapel- sowie leitwertsteuerbar, schäumen nicht und lassen sich gut ausspülen. Durch die feste chemische Bindung wird die Korrosivität der freien Halogene vermieden.

„**Annolyte**“ ist ein chemisches Desinfektionsmittel, dessen antimikrobielle Wirkung hauptsächlich auf den Inhaltsstoff Natriumhypochlorit oder die hypochlorige Säure zurückzuführen ist. Die Herstellung von Annolyte erfolgt am Einsatzort durch eine spezielle Form der Elektrolyse. Das Verfahren wird als Membranzellenelektrolyse bezeichnet und benötigt als Ausgangsstoff lediglich eine konventionelle Kochsalzlösung. Die Membranzellenelektrolyse ist eine spezielle Form der Elektrolyse, bei der Anode und Kathode durch eine Ionenaustauschermembran voneinander getrennt sind. Mit Hilfe dieses Verfahrens können chlorhaltige Desinfektionsmittel kurz vor deren Anwendung elektrolytisch am gewünschten Einsatzort erzeugt werden. Die dazu benötigten Ausgangsstoffe sind eine verdünnte Natriumchlorid-Lösung, welche in den Anodenraum eingeleitet wird, sowie Wasser, welches die Kathode umströmt. Abbildung 3 verdeutlicht das Prinzip der Membranzellenelektrolyse sowie die wichtigsten Reaktionen.

Abb. 3: Prinzip einer Membranzellenelektrolyseanlage zur Herstellung von Desinfektions- und Reinigungsmittel. In den Kathodenraum wird Wasser und in den Anodenraum wässrige Natriumchlorid-Lösung eingeleitet. Die beiden Kammern sind durch eine Membran getrennt.

Bildung von Sauerstoffgas und Chlorgas, Bildung hypochloriger Säure



Im Anodenraum wird durch Zersetzung von Natriumchlorid und Oxidation der Chlorid-Ionen elementares Chlor gebildet. Dieses reagiert weiter mit Wasser zu Salzsäure und hypochloriger Säure, welche in wässriger Lösung desinfektionswirksam ist. Die hypochlorige Säure liegt mit ihrem Anion, dem Hypochlorit, im Gleichgewicht vor.

- (1) $2 \text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2 \text{e}^-$
- (2) $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{HOCl}$
- (3) $\text{HOCl} \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{ClO}^-$

Es ist nicht außer Acht zu lassen, dass die Chlorverbindungen einem stetigen Abbau unterliegen, welcher auch als „Chlorzehrung“ bezeichnet werden kann. Demnach nimmt die Konzentration an freiem Chlor durch Folgereaktionen über die Zeit ab. Durch den thermischen Zerfall von hypochloriger Säure und Hypochlorit entstehen Sauerstoffradikale, welche im Moment des Entstehens mikrobiozid wirksam sind. Darüber hinaus bildet sich Chlorat durch eine weitere für die Chlorzehrung verantwortliche Folgereaktion.

- (4) $\text{HOCl} \rightarrow \text{HCl} + \text{O}$
- (5) $\text{ClO}^- \rightarrow \text{Cl}^- + \text{O}$
- (6) $2\text{HOCl} + \text{ClO}^- \rightarrow \text{ClO}_3^- + 2\text{Cl}^- + 2\text{H}^+$

Im Kathodenraum entstehen Wasserstoff und Hydroxid-Ionen durch Zersetzung des Wassers und Reduktion der positiv geladenen Hydroxid-Ionen an der Kathode. Des Weiteren bildet sich Natronlauge, weil die aus dem Zersetzungsprozess des Natriumchlorids freigewordenen Natrium-Ionen durch eine ionenselektive Membran in den Kathodenraum wandern und sich mit den Hydroxid-Ionen verbinden.

Membranzellenelektrolyseanlage

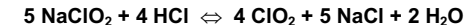
Chlordioxid

- (7) $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{OH}^- + \text{H}_2$
- (8) $\text{Na}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{NaOH}$

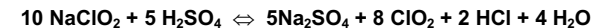
Die Mittel sind vielseitig einsetzbar, sind jedoch keine schnellwirkenden Desinfektionsmittel. Die Kontaktzeit sollte mindestens eine Minute betragen und der Einsatz-pH-Bereich reicht von pH 4 bis 7,5. Ab letztem Werte steigt die Dissoziationsrate des Hypochlorites und das Anolyt wird unwirksam (Wolf).

Das weltweit am häufigsten eingesetzte Desinfektionsmittel zur Wasseraufbereitung ist Chlor in Form von Chlorgas oder Natrium- bzw. Calciumhypochlorit. Die eingesetzten Verfahren sind ausgereift, wirtschaftlich und die eingesetzten Produkte auf dem Markt ausreichend verfügbar. Der Einsatz von Chlor bringt jedoch auch Nachteile mit sich, die mit Chlordioxid vermieden werden können.

Der Ausgangsstoff zur Produktion von Chlordioxid ist Natriumchlorit (NaClO_2) (nicht zu verwechseln mit Natriumchlorid (NaCl) = Kochsalz). Zur Herstellung haben sich zwei Verfahren etabliert. Zum Einen die so genannten Chlorit-Säure-Verfahren, bei denen entweder Salzsäure (HCl) oder Schwefelsäure H_2SO_4 zum Natriumchlorit zugegeben werden, zum anderen das so genannte Chlorit-Chlor-Verfahren bei dem das Natriumchlorit durch Chlorgas oxidiert wird. Für die in der Getränkeindustrie gebräuchlichen Mengen erfolgt die Herstellung nach den Chlorit-Säure-Verfahren:



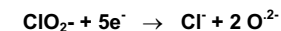
bzw.



Chlordioxid ist ein gelb-oranges Gas. Der Schmelzpunkt liegt bei -59°C , der Siedepunkt bei $9,7^\circ\text{C}$. Der MAK-Wert beträgt 0,1 ppm. Ab ca. 5 ppm ist es geruchlich wahrnehmbar und ähnelt dem von Chlor und Ozon. Es besitzt eine gute Löslichkeit in Wasser (50 g/l). Chlordioxid ist eine instabile Verbindung. Die Stabilität ist im wesentlichen Abhängig von:

- Höhe der Konzentration (je höher, desto schneller der Abbau)
- Temperatur (je höher, desto schneller der Abbau)
- Lagerung (je mehr Luftkontakt, desto schneller der Abbau)
- Einsatzbedingungen (Die Anwesenheit von organischen oder anorganischen Stoffen wirkt zehrend)

Die desinfizierende Wirkung beruht auf dem Zerfall des Chlordioxids, wobei radikaler Sauerstoff entsteht, der oxidativ auf organische Bestandteile wirkt.



(Die Schreibweise O^{2-} kennzeichnet ein Radikal)

Chlorzehrung

Im Gegensatz zu Chlor zeigt Chlordioxid keine Reaktionen mit Wasserinhaltsstoffen, die zu unangenehmen oder auch giftigen Substanzen führen können. Die heute zulässigen Grenzwerte nach der Liste der Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren gemäß § 11 Trinkwasserverordnung Teil c für Chlordioxid sind:

1. höchstzulässige Dosiermenge: 0,4 mg/l
2. höchstzulässige Konzentration nach der Wasseraufbereitung: 0,2 mg/l
3. höchstzulässige Chloritmenge nach der Wasseraufbereitung: 0,2 mg/l

Beim Einsatz von Chlordioxid sollten Eisen und/oder Mangan, Sulfide, Nitrit und eventuell vorhandene organische Stoffe aus dem Wasser entfernt werden, da sich diese Substanzen störend auswirken.

In der Regel müssen die oben genannten Höchstwerte nicht zur Trinkwasseraufbereitung eingesetzt werden. Die normalerweise eingesetzten Mengen bei einem wenig zehrenden Wasser und ausreichender Verweilzeit liegen bei 0,1 – 0,2 mg/l. Für das Produktwasser gelten die gleichen Dosiermengen wie bei der Trinkwasseraufbereitung, da es entweder mit dem Trinkwasser identisch ist, oder aus ihm gewonnen wird. Kommt es einmal vor, dass z.B. wegen geringer Verweilzeiten höhere Konzentrationen an Chlordioxid gebraucht werden, können diese mit Aktivkohlefilter oder mit UV-Licht aus dem Wasser entfernt werden.

Geschmacksveränderungen im Produkt sind bei 0,1 – 0,2 mg/l nicht zu erwarten.

4.4.1.6 Pasteurisation

Der Begriff „Pasteurisation“ bezeichnet eine produktschonende Teilentkeimung, bei der das Überleben temperaturresistenter, nicht produktschädigender Bakteriensporen akzeptiert wird.

Durch die moderate Hitzebehandlung eines flüssigen Lebensmittels werden produktschädigende Keime auf ein akzeptables Maß abgetötet, um ein innerhalb der gewählten Mindesthaltbarkeit mikrobiologisch stabiles Produkt zu erhalten. Ziel der Pasteurisation ist eine Keimreduktion in Getränken oder Wasser durch Kurzzeiterhitzung (KZE). Die dazu nötige Erhitzungstemperatur und Erhitzungsdauer muss so geregelt sein, dass das Getränk nach der Pasteurisation frei ist von getränkeschädigenden Mikroorganismen.

Eine Kurzzeiterhitzungsanlage (KZE-Anlage) ist eine Apparatur, in der die vom Getränk mitgeführte Keimdichte durch Hitzeeinwirkung reduziert wird.

Pasteurisations-Einheiten

Eine absolute Sterilisation ist bauartbedingt und aufgrund unterschiedlichster Temperaturreisistenzen der verschiedensten Mikroorganismen nicht möglich. Dazu wären Temperaturen weit über 100°C nötig, die nur durch eine Ultra-Hoch-Erhitzung (UHT) erreichbar sind.

Die zur Getränkepasteurisation nötigen Pasteurisations-Einheiten sind in erster Linie abhängig von den Inhaltsstoffen und der Verkeimung des zu behandelnden Mediums. Besonders der pH-Wert spielt eine entscheidende Rolle.

Aus dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik (beschrieben durch die Fachliteratur) ergeben sich aus der Pasteurisationstemperatur und der Heißhaltezeit die Pasteurisations-Einheiten (PE). Eine Pasteurisations-Einheit entspricht bei Bier der Einwirkung von 60°C für eine Minute. Die Berechnung der Pasteurisations-Einheiten für Fruchtsaft ist analog auf eine Temperatur von 80°C bezogen. Oft unberücksichtigt bleiben die jeweiligen Mikroorganismen und ihr Resistenzverhalten. So kann durchaus eine Pasteurisationseinheit von 30 nicht ausreichen, wenn sich in dem Getränk Mikroorganismen befinden, die eine hohe Hitzeresistenz besitzen. Derartige Keime sind Candida-Hefen und Alicyclobacillen.

$$PE_F = t \cdot 1,2589^{(9-80)} \quad (\text{Fruchtsaftformel})$$

$$PE_B = t \cdot 1,393^{(9-60)} \quad (\text{Bierformel})$$

Symbol	Einheit	Beschreibung
PE _B	-	Pasteurisations-Einheit für Bier
PE _F	-	Pasteurisations-Einheit für Fruchtsaft
t	min	Behandlungszeit, Heißhaltezeit
9	°C	Behandlungstemperatur, Pasteurisationstemperatur

Aus einer Behandlungszeit von 0,75 Minuten und einer Behandlungstemperatur von 95°C ergeben sich nach der Fruchtsaft-Formel 14,2 Pasteurisations-Einheiten. Diese Behandlung ist für die Inaktivierung der üblichen Getränkeverderber in Produkten mit einem pH-Wert unter 4,6 normalerweise ausreichend. Bei einer Behandlungszeit von 0,5 Minuten und einer Behandlungstemperatur von 75°C ergeben sich nach der Bier-Formel 10,4 Pasteurisationseinheiten.

Auf die meisten sporenbildenden Bakterien hat die Pasteurisation keine Wirkung. Sie befinden sich nach wie vor im Getränk, verderben es aber nicht, da sie bei dem niedrigen pH-Wert nicht vermehrungsfähig sind.

Bei einer Aseptik-Anlage sind die Pasteurisations-Einheiten so zu wählen, dass diese höher liegen als bei konventionellen Anlagen, da die Anforderungen im Aseptik-Bereich weitaus strenger sind.

Der Betreiber der Anlage muss sich über die mikrobielle Vorbelastung seiner Produkte sachkundig machen und sicherstellen, dass der KZE-Anlage ausschließlich nur solche Produkte zugeführt werden, die mit den gewählten Pasteurisations-Einheiten so pasteurisiert werden können, dass das gewünschte Keimreduktionsergebnis erreichbar ist.

Die Pasteurisations-Einheiten sind in Abhängigkeit von der mikrobiologischen Vorbelastung (Keimart, Keimgehalt) so abzustimmen, dass das Produkt nach der KZE praktisch frei von getränkeschädigenden und zum Verderb führenden Mikroorganismen ist. Die Vorbelastung auf der Eingangsseite ist zu dokumentieren.

Die Keimreduktionsrate ist abhängig vom jeweiligen Getränk und den mitgeführten Arten von Mikroorganismen. Entsprechend diesen Gegebenheiten sind Temperatur und Heißhaltezeiten anzupassen.

Die zu pasteurisierenden Produkte müssen homogen sein. Größere Partikelverbände (Klumpen) können eine ausreichende Keimreduktion verhindern. Dies ist bei pulpehaltigen Medien zu berücksichtigen.

Rohrbündelwärmetauscher können faserhaltige Produkte besser behandeln als Plattenwärmetauscher. Aber auch hier sind Abmaße und Anteile der Feststoffpartikel im Produkt begrenzt.

Die thermische Belastung der behandelten Getränke ist in Bezug auf die vom Betreiber gewählten Behandlungstemperaturen und -zeiten zu beachten, um eine einwandfreie Produktqualität zu gewährleisten.

Der Gasanteil in den Produkten ist so zu begrenzen, dass beim eingestellten Druck in der Heißhaltezone die Gase vollständig in Lösung verbleiben.

Absolute Gasblasenfreiheit während der Pasteurisation und Produktion vom Mixer über die KZE ist sicher zu stellen. Des Weiteren muss stets ein Druckgefälle vom pasteurisierten Produkt zu nicht keimfreier Umgebung vorliegen, um den keimfreien Zustand im System aufrecht zu erhalten.

Merke:
**Die Pasteurisationsparameter müssen immer
den Bedingungen angepasst werden.**

4.4.1.7 Sterilisation

Unter Sterilisation versteht man die vollständige Abtötung aller Mikroorganismen einschließlich Bakteriensporen sowie die Inaktivierung von Viren. Dies geschieht aber nur dann erfolgreich, wenn zuvor eine intensive Reinigung die Keimdichte auf ein Minimum reduziert und somit den Keimen die Vermehrungsgrundlage entzieht.

Das Ergebnis einer Sterilisation wird im Wesentlichen durch folgende Faktoren beeinflusst:

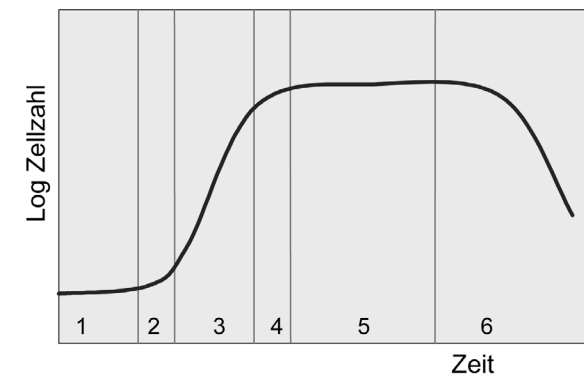
- Temperatur
- Behandlungszeit
- Art der Mikroorganismen und ihr physiologischer Zustand (Hitzeresistenz)
- Ausgangskeimzahl
- Umgebungsbedingungen (pH-Wert, Einschließen der Keime in schützende Schmutz- und Fetthüllen)
- Wassergehalt, Wasseraktivität
- Dampfsättigung (Restluftanteil)

4.4.2 Vermehrung und Inaktivierung von Mikroorganismen

Haben Mikroorganismen ideale Voraussetzungen, um sich zu vermehren, so verläuft dies nach bestimmten Gesetzmäßigkeiten, die zwar bekannt sind, häufig allerdings vernachlässigt werden.

Abb. 4: Vermehrung von Mikroorganismen nach der bekannten MONOD-Kinetik

- 1 : Anpassungsphase oder Latenzphase oder Lag-Phase
- 2 : Beschleunigungsphase
- 3 : exponentielle Phase (logarithmische Phase)
- 4 : Verzögerungsphase
- 5 : stationäre Phase
- 6 : letale Phase



Die Kenntnisse einzelner Vermehrungsphasen ist enorm wichtig für die Züchtung von Mikroorganismen, aber auch zu deren Bekämpfung. Schauen wir uns diese Phasen einmal genauer an:

In der Latenzphase, die auch als lag- oder Anpassungsphase bezeichnet wird, erfolgt eine Aktivierung des Stoffwechsels und die Zellen nehmen an Größe zu. Die Dauer des Übergangs vom Ruhezustand in die Vermehrungsphase hängt von der Organismenart, vom Alter und von den Kulturbedingungen ab. Zu diesem Zeitpunkt sind alle Mikroorganismen anfällig, da ihre internen Schutzmechanismen noch nicht richtig aktiviert sind. Desinfektion hilft in dieser Phase immer.

In der Beschleunigungs- oder Akzelerationsphase, die sich meist überganglos an die lag-Phase anschließt, nimmt die Teilungsgeschwindigkeit der Mikroorganismen laufend zu. Diese Phase kann ebenfalls unterschiedlich lange andauern. Beispielsweise hat eine Hefereinzucht meist erst nach 16 bis 24 Stunden ihre lag-Phase überwunden und geht dann direkt in die exponentielle Vermehrung über.

In der dritten Phase, der exponentiellen Vermehrung, ist die Geschwindigkeit der Vermehrung von Mikroorganismen konstant und maximal. Die Generationszeit, das ist die Zeitspanne in der eine Verdoppelung der Zellzahl eintritt, erreicht in dieser Phase ein Minimum. Sie beträgt unter optimalen Bedingungen 15 bis 60 Minuten. Sind z. B. in einem Milliliter Kulturmedium 100 Bakterienzellen enthalten, steigt die Keimzahl bei einer Generationszeit von 20 Minuten während der exponentiellen Vermehrungsphase im Verlaufe von nur 2 h auf 6400 Keime/ml an.

Unternimmt man nichts gegen die ungehemmte Vermehrung der Mikroorganismen, ist im Beispielfall nach spätestens vier Stunden ein Bewuchs vorhanden, der kaum noch durch Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen zu stoppen ist. Aus diesem Grunde erfolgt in den meisten Anlagen innerhalb kürzerer Intervalle eine Zwischenreinigung, meist durch Überschwällen mit Wasser und Desinfektionsmittel. Eine Heißschwallung ist allerdings nicht in jedem Falle gut, da aufsteigende Dämpfe die Mikroorganismen nach oben tragen und so die gesamte Anlage rekontaminieren, weil der feuchte Dampf Wärme und Wasser zugleich enthält.

Die anschließend eintretende Verzögerungsphase begrenzt das logarithmische Wachstum infolge der Substratverarmung oder durch die Anreicherung unterschiedlichster Stoffwechselprodukte, welche auch toxisch auf die Zellen wirken können.

In der folgenden stationären Phase halten sich die neu gebildeten und absterbenden Mikroorganismen im Gleichgewicht, daher misst man so gut wie immer die gleiche Zellzahl. Die letale Phase ist schließlich durch die zunehmende Autolyse der Organismen gekennzeichnet, d. h. es sterben

Latenzphase

Akzelerationsphase

exponentielle Vermehrung

Zwischenreinigung

Verzögerungsphase

stationäre Phase

letale Phase

mehr Zellen ab als neue gebildet werden.

Die Länge der einzelnen Phasen ist keimabhängig und selbst innerhalb gleichartiger Populationen nicht immer konstant.

Tab. 4. Die Vermehrung von einzelligen Mikroorganismen mit unterschiedlicher Generationszeit während der exponentiellen Vermehrungsphase.

Zeit (min)	Keimzahl zur Generationszeit (min)		
	20	60	120
0	1	1	1
20	2	1	1
40	4	1	1
60	8	2	1
120	64	4	2
180	512	8	2
240	4096	16	4
480	$2 \cdot 10^7$	256	16

Wie aus obiger Tabelle hervorgeht, ist der mathematische Zusammenhang folgendermaßen darstellbar:

$$2^0a \rightarrow 2^1a \rightarrow 2^2a \rightarrow 2^3a \dots 2^na \quad [1]$$

Hier ist mit a die Bakterienmenge gemeint, mit n die Generationenzahl. Enthält eine wachsende Population von Mikroorganismen zu Beginn N_0 Zellen, so beträgt die Zellzahl N nach n Teilungen (Generationszahlen) demzufolge $N_0 \cdot 2^n$. Durch logarithmieren erhält man

$$\log N = \log N_0 + n \cdot \log 2 \quad [2]$$

Und für die Anzahl der Zellteilungen

$$n = \frac{\log N - \log N_0}{\log 2} \quad [3]$$

Daraus ergeben sich die Zellteilungen pro Zeiteinheit, in vielen Fällen auch als Teilungsrate v bezeichnet.

$$v = \frac{n}{t} = \frac{\log N - \log N_0}{\log 2 \cdot (t - t_0)} \quad [4]$$

Beispiel: Vermehrt sich die Zellzahl in zehn Stunden von 10^3 auf 10^9 Zellen, so beträgt die Teilungsrate ν :

$$\nu = \frac{\log 10^9 - \log 10^3}{0,303 \cdot 10} = \frac{6}{3} = 2 \text{ h}^{-1} \quad [5]$$

Die Generationszeit ist das Zeitintervall für die Verdopplung der Zellzahl. Sie beträgt in obigem Beispiel eine halbe Stunde.

Trägt man die Zellzahl in eine Graphik ein, wobei die Zeit auf der Abszisse und die jeweiligen Zellzahlen auf den Ordinaten abgetragen sind, so ist die Steigung der Geraden entsprechend der Teilungsrate.

Daraus ergibt sich, dass eine wachsende Population einer Kinetik erster Ordnung gehorcht. Während des exponentiellen Wachstums ist dann

$$\frac{dx}{dt} = \mu x \quad [6]$$

Wobei μ die Wachstumsrate ist.

Durch Integration von Gleichung [6] ergibt sich

$$x = x_0 \cdot e^{\mu \cdot t} \quad [7]$$

Und für eine Verdopplung von x_0 zu $2x_0$

$$2 \cdot x_0 = x_0 \cdot e^{\mu \cdot t_d} \quad [8]$$

Und es folgt

$$2 = e^{\mu \cdot t_d} \quad [10]$$

Oder durch Umformung

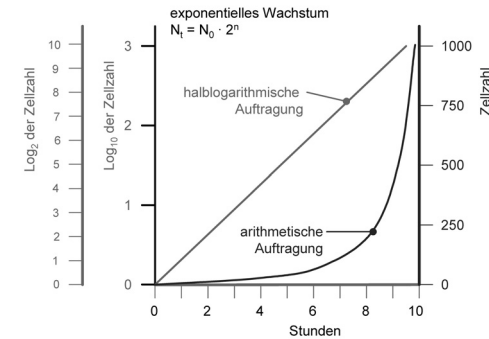
$$\mu = \frac{\ln 2}{t_d} = \frac{0,693}{t_d} \quad [11]$$

Da die Teilungsrate ν mit dem reziproken Wert der Generationszeit, resp. Verdopplungszeit t_d verknüpft ist, kann man beide Parameter verwenden und die Bakterienpopulation berechnen.

$$\nu = \frac{1}{t_d} = \frac{\mu}{0,693} \quad [12]$$

Abb. 5:

Wachstum einer Zellsuspension in unterschiedlicher Darstellungsweise.



4.4.2.1

Theoretische Grundlagen der Inaktivierung von Mikroorganismen

Systematische Untersuchungen zum Verhalten der Mikroorganismen bei Hitzeeinfluss begannen in den 20iger Jahren des letzten Jahrhunderts und waren geprägt durch die Konservenindustrie der Vereinigten Staaten. Dort befassten sich unter anderem auch MURPHY und STUMPO mit der Inaktivierung von Zellpopulationen.

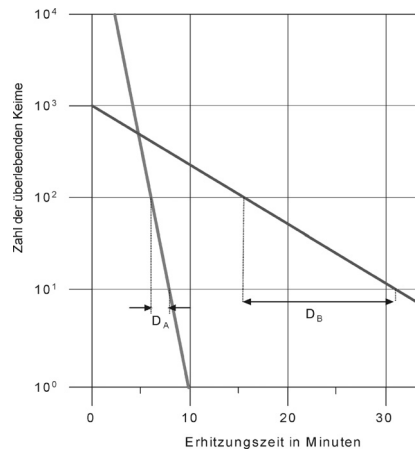
Die ursprüngliche Annahme, dass alle Keime ab einem gewissen Punkt plötzlich sterben, gab man schnell auf und fand, dass die Abtötung der Keime eher einer statistischen Gesetzmäßigkeit folgt und einer Reaktion erster Ordnung gleicht. Dies bedeutet, dass in jeder Zeiteinheit von gleicher Dauer derselbe Bruchteil der jeweils überlebenden Keime abstirbt. Die Mikroorganismen unterliegen einer logarithmischen Absterbeordnung. Gleiche Gesetzmäßigkeiten gelten für deren Wachstum. Diese Zusammenhänge begann man nur allmählich zu verstehen und selbst heute ist es bei der Bekämpfung von Mikroorganismen in der Getränkeindustrie vielfach unklar, dass man auch mit aggressivsten Desinfektionsmaßnahmen nicht alle Keime zur gleichen Zeit erreichen kann.

Stellt man von Erhitzungsprozessen mit konstanten letalen Temperaturen die Zahl der überlebenden Keime in Abhängigkeit von der Erhitzungsdauer im halblogarithmischen Maßstab als Kurve dar, so entsteht eine Gerade, deren Neigungswinkel α von der Hitzeresistenz der jeweiligen Organismenart abhängt.

Da eine Gerade durch zwei Fixpunkte festgelegt ist, genügt theoretisch zum Aufstellen einer Abtötungskurve die experimentelle Bestimmung des Keimgehalts zu Anfang und zu einem beliebigen Zeitpunkt während des Erhitzens. Aus der Kurve ist dann zu jedem Zeitpunkt die Zahl der überlebenden Keime während der Hitzebehandlung abzulesen. Die Neigung der

Absterbekurve bei konstanter Temperatur charakterisiert die dezimale Reduktionszeit, die mit dem Symbol D bezeichnet wird. Die Dezimalreduktionszeit D gibt die erforderliche Zeitspanne an, die bei einer gegebenen Temperatur zur Abtötung um eine Dezimale notwendig ist. In dem fiktiven Beispiel in Abbildung 3 resultiert für den Keim A ein D-Wert von 2 Minuten und für Keim B beträgt der D-Wert 16 Minuten. Eines darf man dabei jedoch nicht vergessen: Es handelt sich immer nur um Wahrscheinlichkeiten.

Abb. 6: D-Werte zweier unterschiedlicher Mikroorganismen bei konstanter Temperatur; Kurve A stellt einen wenig hitzeresistenten Keim dar, während Kurve B von einem resistenteren Keim stammt. Beide Kurven sind nur Beispiele und entstammen keiner realen Messung.



Eine zusätzliche Tabelle soll dies verdeutlichen.

Tab. 5: Abhängigkeit der Überlebensrate von der Erhitzungsdauer bei einem D-Wert von 4 Minuten

Zeit (min)	Keimzahl zur Generationszeit (min)		
	20	60	120
0	1	1	1
20	2	1	1
40	4	1	1
60	8	2	1
120	64	4	2
180	512	8	2
240	4096	16	4
480	2 · 10 ⁷	256	16

Bei einem Versuch mit verkeimten Proben über 1.000.000 Sporen und einer Abtöterate von 7D = 28 Minuten würden sich immer noch unsterile Proben ergeben, da statistisch gesehen in jeder Probe einige Sporen überleben.

Die Formel zur Ermittlung des Endkeimgehaltes lautet:

$$D = \frac{t}{\log a - \log b} \quad [13]$$

Mit

a = Anfangskeimgehalt

b = Endkeimgehalt

t = Hitzebehandlung in Minuten

Folgende Schlussfolgerungen ergeben sich:

1. Die zur Abtötung von Keimen notwendigen Erhitzungszeiten sind von der absoluten Zahl der Mikroorganismen im Ausgangsprodukt abhängig.
2. Theoretisch ist es nicht möglich, eine absolute Sterilität zu erreichen, da die Abtötekurve asymptotisch gegen Null verläuft.
3. Der Begriff „praktisch steril“ besagt nur, dass mit hoher Wahrscheinlichkeit keine lebenden Keime mehr vorhanden sind.
4. Die Mikroorganismen haben unterschiedliche Hitzeresistenzen.

Es gibt aber noch diverse weitere Faktoren, welche die Resistenz eines Keimes beeinflussen. Die wichtigsten davon sind:

- Alter und Entwicklungsstadium der Kultur
- Anfangskeimzahl
- Kulturmedien oder Nährgrundlage
- Bebrütungstemperatur oder Umfeldbedingungen
- Wassergehalt oder aw-Wert
- pH-Wert
- Salzgehalt oder Mineralien
- Div. Schutzstoffe
- Sonstige Faktoren

Wir wissen aus Erfahrung, dass junge Zellen im Gegensatz zu älteren Kulturen noch wenige Schutzfaktoren besitzen. Das ist zum Teil auch abhängig von den Gemeinschaften (Biofilm), in denen die Organismen assoziiert sind. Teilweise findet eine Kannibalisierung statt. Teilweise senden die Keime auch Botenstoffe aus, um auf die besonderen Lebensräume hinzuweisen. Auf die Bruttemperaturen sind wir bereits eingegangen. Das soll hier vertieft werden. Von WHITE stammt folgende Tabelle, die auch heute noch Gültigkeit besitzt. Es ist zu erkennen, dass *S. faecalis* drei unterschiedliche D-Werte besitzt, je nach Anzuchtbedingungen, resp. Bruttemperatur.

Tab. 6: Hitzeresistenz von *Streptococcus faecalis* in Abhängigkeit von der Bruttemperatur.

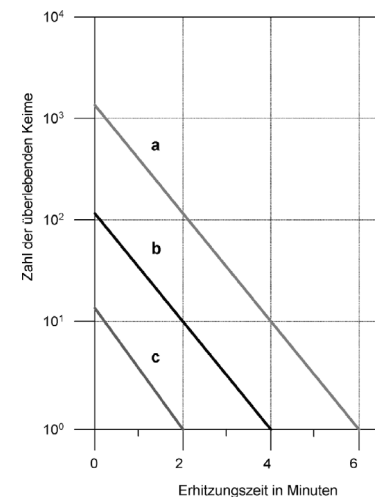
Bruttemperatur °C	D-Wert Minuten bei 60°C
27	1,4
37	2,2
45	6,5

Genauso verhält es sich mit oben genannten weiteren Faktoren. Sind die Umweltbedingungen für Mikroorganismen ungünstig, beispielsweise infolge einer Dürreperiode, so stellen sich die Keime darauf ein und entwickeln neue Resistenzen. Für vegetative Zellen ist allerdings ab einem unteren aw-Wert definitiv Schluss und sie sterben ab. Insgesamt gesehen gibt es keine festen Grenzen und immer wieder ist man überrascht, in welchen ökologischen Nischen sich noch Mikroorganismen finden.

Es kann beispielsweise vorkommen, dass die Keimung von Bakteriosporen durch subletale Hitzeeinwirkung aktiviert wird und die Absterbekurven keine Geraden mehr darstellen. Da erstaunt es auch nicht, dass der pH-Wert einen mehr als großen Einfluss auf die Resistenz von Mikroorganismen besitzt. Für die Lebensmittelindustrie ist das insofern von Bedeutung, als saure Lebensmittel kürzere Sterilisationszeiten erfordern als neutrale. Beachtenswert ist auch die unterschiedliche Wirkung der diversen Säurearten. Es ist ein enormer Unterschied, ob der pH-Wert mit Salzsäure oder Phosphorsäure eine Regulierung erfährt.

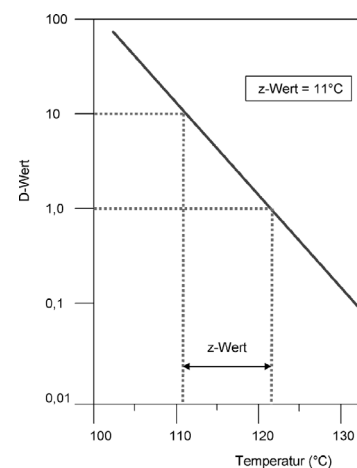
Je höher die Anfangskeimzahl, desto größer wird stets auch der benötigte D-Wert. In der Praxis ist diese Erkenntnis oftmals leichtfertig vernachlässigt. So sind beispielweise die Kurzzeiterhitzungen (KZE) nur so gut wie deren Einstellung auf die Keimbelastung des Produktes. Und lassen sie es sich gesagt sein, die Keimbelastung ändert sich hin und wieder schneller als ihre Betriebskontrolle dies erfassen kann.

Abb. 7: Abhängigkeit der Abtötungszeit eines bestimmten Bakterienstammes von der Anfangskonzentration. (bei konstanter Temperatur):
a = $1 \cdot 10^3$ /ml; b = $2 \cdot 10^2$ /ml; c = $2 \cdot 10^1$ /ml.



Neben genannten Werten gibt es noch den z-Wert und den Q_{10} -Wert. Der z-Wert stellt die Temperaturerhöhung dar, die dafür notwendig ist, den D-Wert um eine Dezimale zu reduzieren. Zum besseren Verständnis dient hier folgende Abbildung.

Abb. 8: Abtötungstemperaturkurve von Mikroorganismen (Thermal death time curve = TDT-Kurve)



Die dazugehörige Formel lautet:

$$\frac{1}{z} = \frac{\log D_2 - \log D_1}{T_1 - T_2} \quad [14]$$

Mit

D_1 = D-Wert bei der Temperatur T_1

D_2 = D-Wert bei der Temperatur T_2

Der Q_{10} -Wert gibt an, um wieviel schneller die Abtötung innerhalb eines bestehenden Mediums verläuft, wenn die Erhitzungstemperatur um 10°C erhöht wird. z-Wert und Q_{10} -Wert korrelieren direkt.

Die Definition lautet:

$$Q_{10} = 10^{\frac{10}{z}} \quad [15]$$

In schwach sauren Medien geht man meist von einem Q_{10} -Wert von 10 aus. Der F – Wert kennzeichnet die Effektivität (Gesamtletalität) eines Sterilisationsprozesses und gibt bei den Hitzeesterilisationsverfahren die Behandlungszeit (Haltezeit bei der Verfahrenstemperatur) in Minuten an, die erforderlich ist, um die vorhandene Keimzahl mit dem spezifischen D-Wert um die gewünschte Anzahl(n) Zehnerpotenzen (Log-Stufen) auf einen akzeptablen Endwert (N) zu reduzieren.

Der F-Wert wird nach der folgenden Formel berechnet.

$$F - \text{Wert} = (\log N_0 - \log N) \cdot D$$

Formelzeichen	Einheit	Beschreibung
F-Wert	min	Behandlungszeit, Gesamtabtötungszeit, Effektivität des Sterilisationsprozesses
N_0	Keime/Einheit	Anfangskeimzahl
N	Keime/Einheit	Endkeimzahl
n	-	Anzahl der Zehnerpotenzen, um welche die Keimzahl verringert werden soll
D-Wert	min	Dezimalreduktionszeit

Für das Beispiel, bei dem die Sporen von *Bacillus stearothermophilus* untersucht wurden, ergeben sich je nach Sterilisationstemperatur verschiedene F-Werte.

Tabelle 7: F- Wert in Abhängigkeit von der Sterilisationstemperatur

Sterilisationstemperatur °C	F-Wert min
115	150
121	15
127	1,5

4.4.2.2 Art der Mikroorganismen und ihr physiologischer Zustand

Hitzeresistenz

Bei vegetativen Zellen unterschiedlicher Keime zeigt sich, dass die Hitzeresistenz und das Temperaturoptimum korrelieren. Es gibt teilweise erhebliche Unterschiede in der Hitzeresistenz von Mikroorganismen. Normalerweise reichen Temperaturen von 65-85 °C aus, um die meisten Bakterien innerhalb von 10 Minuten abzutöten. Thermophile Bakterien und Endosporen jedoch überleben diese Temperaturen. Der widerstandsfähigste ist *Bacillus stearothermophilus*. Diese extreme Widerstandsfähigkeit beruht auf der in den Zellen enthaltene Dapicolinsäure sowie einer geringen Menge Calcium. Ein weiterer Faktor ist der niedrige Wassergehalt (15-20 %), zusammen mit der Dehydratisierung der Protoplasten einschließlich ihrer Enzyme.

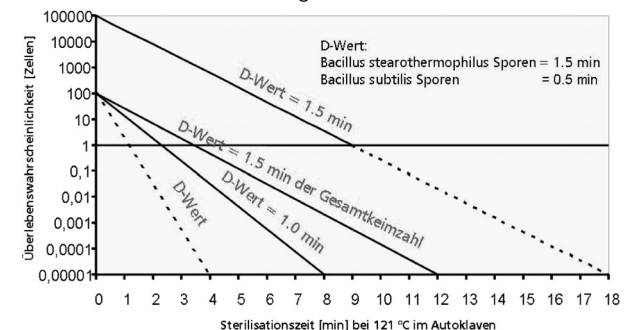
Es wird angenommen, dass Calciumdipicolinat primär die Rolle des Calciumpuffers spielt. Somit kommt den Calciumionen eine größere Bedeutung für die Hitzeresistenz zu als der Dapicolinsäure, da hitzeresistente Sporenmutanten entdeckt wurden, die keine Dapicolinsäure enthielten. Zudem besitzen Endosporen eine besondere Struktur. Die Strahlenresistenz der Bakteriensporen, die über der Strahlenresistenz entsprechender vegetativer Zellen liegt, wird auf die Sporenhülle zurückgeführt. Sie enthält ein cysteinreiches und disulfidbrückenreiches Protein.

Die chemische Resistenz der Endosporen hängt mit der geringen bzw. fehlenden Durchlässigkeit der Sporenhülle für viele chemische Substanzen zusammen.

4.4.2.3 Ausgangskeimzahl

Bei konstanter Temperatur und Konstanz der sonstigen Umweltbedingungen hängt die pro Zeiteinheit absterbende Anzahl der Mikroorganismen von der ursprünglich vorhandenen Anzahl überlebensfähiger Keime ab. Dies lässt sich mit der Gussplattenmethode ermitteln.

Abb. 9: Einfluss der mikrobiologischen Verhältnisse auf die Sterilisationszeit



Umgebungsbedingungen (pH-Wert, Schmutz- und Fetthüllen, Salze)

Der pH-Wert des Mediums übt einen entscheidenden Einfluss auf die Hitzeresistenz aus. Hinsichtlich seiner Wirkung steht er weit an der Spitze und wird von keinem anderen exogenen Faktor übertroffen. Für Bakterien sind die D-Werte im Allgemeinen im Bereich zwischen den pH-Werten 6 und 7 am höchsten. Bei tieferen oder höheren pH-Werten erfolgt das Absterben schneller, wobei eine Senkung des pH-Wertes in stärkerem Maße zur Resistenzabnahme führt als eine Erhöhung. Saure und stark saure Lebensmittel erfordern, unter sonst gleichen Bedingungen, kürzere Sterilisationszeiten als neutrale bis schwach saure Lebensmittel. Durch Ansäuern lassen sich die Sterilisationsbedingungen mitunter verbessern.

Fette, Eiweiße und Kohlenhydrate bieten Mikroorganismen Schutz gegen die Einwirkung von Hitze. So sterben Bakterienzellen beim Erhitzen unter gleichen Bedingungen in Milch wesentlich langsamer als in Wasser ab. Die Steigerung der Hitzeresistenz in Gegenwart von Ölen und Fetten ist auf die hydrophoben Eigenschaften dieser Stoffe und auf die geringe Wärmeleitfähigkeit zurückzuführen. Natives Protein bietet eine bessere Schutzwirkung als denaturiertes. Der Einfluss von Kohlenhydraten ist von der Osmotoleranz der Mikroorganismen abhängig. Osmophile Mikroorganismen werden in Lösungen mit hohem Zuckergehalt vor Hitzeeinwirkung besser geschützt als nicht osmophile.

Lösungen mit zweiwertigen Kationen erhöhen die Hitzeresistenz. Außer der Art des Salzes ist auch die Konzentration von Einfluss. Natriumchlorid bewirkt in Konzentrationen von 0,5 bis 3,0 % meist ein besseres Überleben von Sporen bei Hitzeeinwirkung.

4.4.2.4 Wassergehalt und Wasseraktivität

Es ist schon seit langem bekannt, dass Mikroorganismen feuchte Hitze wesentlich schlechter vertragen als trockene. So müssen trockene Glasgeräte für mikrobiologische Arbeiten zur Sterilisation im Heißluftsterilisator 25 Minuten lang bei 180 °C erhitzt werden, während mit Nährlösungen gefüllte Glasgefäße im Autoklaven schon nach einer Einwirkzeit von 20 Minuten bei einer Temperatur von 121 °C steril sind. Interessant ist in diesem Zusammenhang die Abhängigkeit der Hitzetoleranz osmophiler Hefen von der Zuckerkonzentration und damit von der Wasseraktivität (= a_w) des Mediums.

4.4.3 Reinigungssysteme

Um in der Lebensmittelbranche wettbewerbsfähig zu sein, sind auch gerade in der Getränkeindustrie immer wirtschaftlichere Abfüllanlagen nötig. Diese müssen in ständig größerer Ausführung zur Kapazitätserhöhung und

Umgebungsbedingungen

immer kürzeren Wartungs- und Reinigungsphasen betrieben werden. Dazu sind bei der Entwicklung dieser Maschinen dauernd ausgefeiltere Techniken im Sinne der Installation des Reinigungssystems und der Wartungsfreundlichkeit Voraussetzung. Bei der Maschinenaußenreinigung sind genauso wie bei der Innen-CIP (cleaning in place) mehrere Faktoren wie z. B. die aufeinander Abstimmung der Reinigungsparameter oder die Konstruktion der äußeren Oberflächen im Sinne des „Hygienic Design“ zu beachten. Gerade bei der Reinigung von aseptisch füllenden Anlagen, bei denen der Anspruch an die Keimreduktion wesentlich höher formuliert ist als bei konventionellen Füllern, muss dementsprechend ein höherer Aufwand zur Gewährleistung der Hygiene betrieben werden.

4.4.3.1 Reinigung

Reinigung bedeutet das Entfernen unerwünschter Stoffe (Kontaminationen) von Oberflächen. Bei der Lebensmittelherstellung sind dies Produktreste von Lebensmitteln, Ablagerungen, Mikroorganismen sowie Fremdkörper, Insekten etc., die sich insgesamt unter dem Begriff Schmutz zusammenfassen lassen. Eingeteilt werden kann auch nach mikrobiellen und nichtmikrobiellen Kontaminationen oder auch nach gesundheitlich bedenklichen Verunreinigungen und solchen, die nur ästhetisch stören. Eine sorgfältig gereinigte Oberfläche ist frei von sichtbarem, fühlbarem oder chemisch nachweisbarem Rückstand einer Verschmutzung. Als Endpunkt der Reinigung wird in der Praxis der Zeitpunkt angesehen, zu dem man eine optisch saubere Oberfläche vorliegen hat, die einwandfrei ohne Tropfenbildung benetzt ist. Das Ziel der Desinfektion ist erreicht, wenn die behandelten Flächen frei von Mikroorganismen sind. Folgende Abbildung verdeutlicht, welche Rückstände aus unterschiedlichen Getränken zu erwarten sind.

Abb. 10: Rückstände Getränke

	Wasser	CSD	Säfte	Milch	Eistee	Wein	Bier
 = Viel (X)							
 = wenig							
 = keine (✓)							
Protein							
Mineralsalze							
Öl / Fett							
Zucker							
Farbstoffe / Gerbstoffe							
Partikel / Pulpe							
Übliche Reinigung	Sauer	Alkalisch	Alkalisch	Alkalisch	Alkalisch oxidativ	Alkalisch	Alkalisch

In ähnlich praxisbezogener Weise kann eine Oberfläche als rein bezeichnet werden, wenn sie folgende zwei Anforderungen erfüllt:

1. Sie darf nachfolgende Vorgänge z. B. Wärmeübertragung in Wärmeaustauschern oder Trennvorgänge an Membranen nicht beeinträchtigen,
2. Sie muss die zukünftige Zuverlässigkeit des Produktes, für das die Oberfläche gebraucht werden soll, gewährleisten.

4.4.3.1.1 Grundlagen der Reinigung

Durch das Entfernen organischer Substanzen wie Zuckersirup, Grundstoffreste etc. wird den noch vorhandenen Keimen der Nährstoff entzogen und sie können sich nicht mehr vermehren. Die Wirksamkeit von Desinfektionsmitteln wird bei vorhergehender Reinigung erhöht, da keine unerwünschten chemischen Reaktionen mit den Produktresten stattfinden und die Mikroorganismen nicht durch Schmutzschichten geschützt sind. Wichtige Gründe für die Reinigung und Desinfektion, die vordergründig betrachtet nur Kosten verursachen, sind:

- Die Qualität und der Wert des Endproduktes hängen von der Sauberkeit der Produktionsanlage ab.
- Es soll ein Zustand der Hygiene erreicht werden, der vorbeugend das Entstehen oder Verbreiten von Krankheiten durch Lebensmittel vermeidet. Das Produkt muss frei von Krankheitserregern (pathogenen Mikroorganismen) und Toxinen mikrobiellen Ursprungs sein.
- Das Produkt muss vor unerwünschten chemischen Einflüssen durch Schmutzreste und gegen unerwünschte Veränderungen durch mikrobielle Einflüsse geschützt werden.
- Der Verbraucher erwartet eine einwandfreie Qualität und ausreichend lange Haltbarkeit des Produktes. Das Produkt muss in seiner Zusammensetzung den verkehrsüblichen Vorstellungen entsprechen.
- Die gesetzlichen Auflagen und Handelsvereinbarungen zur Hygiene müssen eingehalten werden.
- Durch die Reinigung wird die volle Funktionsfähigkeit von Anlagen und Geräten nach dem Einsatz wiederhergestellt und die Lebensdauer der Anlagen und Geräte verlängert.

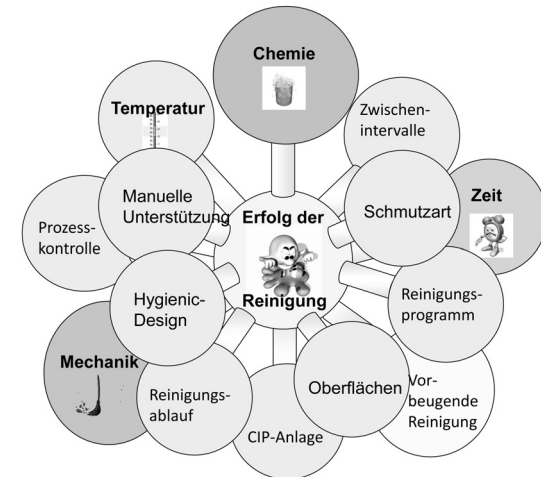
4.4.3.2 Wirksamkeitsfaktoren

Das Reinigungsergebnis ist immer eine Summe der Faktoren Zeit, Temperatur, Mechanik und Chemie. Wird einer der Faktoren reduziert, muss der dadurch wegfallende Anteil an der Reinigungsleistung durch Vergrößerung eines anderen Faktors ersetzt werden. Beeinflusst wird das

erweiterter
Sinner'scher
Kreis

Reinigungsergebnis zusätzlich von Art, Zustand und Menge des Schmutzes und der Gestalt, dem Material und der Rauigkeit des Reinigungsgutes). In Erweiterung ist dieser heutzutage anzupassen. So spielt auch die Reinigungsanlage selbst hinein, wie auch die Topographie der zu reinigenden Oberfläche, das Reinigungsprogramm und vieles mehr. Abbildung 11 soll dies wiedergeben, wobei man auch an dieser Abbildung wiederum diverse Ergänzungen vornehmen kann.

Abb. 11: Der erweiterte Sinner'scher Kreis



Temperatur	Abbaureaktion, Oberflächenspannung, Viskosität
Zeit	Quellzeit, Abtragezeit
Mechanik	Re-Zahl, Wandschubspannung
Chemie	Laugen, Säuren, Tenside
Geometrie	z. B. tote Ecken
Schmutz	Zusammensetzung
Oberfläche	Rauigkeit, Ladung
Verfahren	Wahl der Reinigungsschritte und -verfahren
CIP-Anlage	Rohrleitungen, Strömung
Schmutzart	Welche Art von Verunreinigung
Medienwechsel	Gebrauch der Reinigungslösungen

Allgemein gesehen läuft der Mechanismus der Schmutzentfernung in 4 Stufen ab:

1. Heranführen der Reinigungslösung an den Schmutz mit vollständiger Benetzung und Eindringen in Poren und Spalten.
2. Chemische Reaktion und physikalische Prozesse mit den Schmutzbestandteilen: Aufschmelzen von Fetten, Aufquellen und Peptisation von Eiweiß, Auflösung von Mineralsalzen.

3. Ablösung des Schmutzes von der Oberfläche und Überführung in die Reinigungslösung mittels Dispergierung und/oder Emulgierung.
4. Verhinderung der Wiederanlagerung von Schmutz durch Stabilisierung in der Lösung.

4.4.3.2.1 Temperatur

Die Steigerung der Temperatur bewirkt allgemein eine Erhöhung der Reinigungsgeschwindigkeit bis eine Optimaltemperatur erreicht ist. Eine weitere Temperatursteigerung beschleunigt die Reinigung nicht mehr. Bei der kombinierten Reinigung und Desinfektion liegt die Optimaltemperatur niedriger, da sonst bei längerer Heißhaltezeit ein zu starker Abfall des Desinfektionswirkstoffgehalts eintritt. Die Reinigungstemperatur übt eine deutliche keimreduzierende Wirkung auf die vorhandenen Mikroorganismen aus.

4.4.3.2.2 Zeit

Der Faktor Zeit umfasst die Einwirkzeit eines Reinigungsmittels (Chemie - Eindiffundieren in Schmutzoberfläche - Reaktion mit Schmutz - Abdiffundieren des Schmutzes) und der mechanischen Reinigungswirkung auf den zu reinigenden Gegenstand. In vielen Fällen ist der Parameter Einwirkzeit limitierend, da die Reinigung in möglichst kurzer Zeit erfolgen soll, und sonst bei gleicher Kapazität größere Anlagen benötigt würden (z. B. Flaschenwaschmaschinen).

Bei der Reinigung von Anlagenoberflächen kann die Einwirkzeit durch die Verwendung von Schäumen oder Gelen verlängert werden, die im Vergleich zu flüssigen Reinigungsmitteln langsamer abfließen.

Falls echt löslicher Schmutz durch Diffusion von der Grenzfläche zwischen Reinigungsgut und Lösung in die strömende Flüssigkeit gelangt, gilt für den Stoffübergang je Flächeneinheit (m) unter dem Einfluss eines Konzentrationsgefälles (Δc) zwischen Wand und Reinigungslösung:

Formel 1

$$\frac{dm}{dt} = \beta \cdot \Delta c$$

β = Stoffübergangskoeffizient

t = Zeit

Soweit auf dem Reinigungsgut untereinander und mit der zu reinigenden Oberfläche durch unterschiedliche Bindungskräfte verbundenen Partikel haften, müssen sie als solche abtransportiert werden. Dann gilt die Beziehung:

Formel 2

$$\frac{dm_a}{dt} = -k_R \cdot m_A$$

m_A = je Flächeneinheit adsorbierte Schmutzmenge

k_R = Geschwindigkeitskonstante des Reinigungsvorganges

Aus den beiden vorstehenden Formulierungen für die Zeitabhängigkeit des Schmutzabtrages lassen sich wesentliche Folgerungen ableiten:

1. Die Zeit, die erforderlich ist, um einen gewünschten Reinheitsgrad (Restschmutzmenge pro Flächeneinheit) zu erreichen, hängt wesentlich von der Ausgangsmenge an haftendem Schmutz ab.
2. Pro Zeiteinheit werden gleiche Anteile der jeweils noch auf der Flächeneinheit vorhandenen Schmutzmenge entfernt. Demnach lässt sich theoretisch eine vollständig schmutzfreie Oberfläche erst nach unendlicher Zeit erzielen. Der Praxis steht jedoch nur eine endliche Zeitspanne zur Verfügung. Folglich bleiben geringste Schmutzreste zurück, die sich, stets gleich bleibende Reinigungsbedingungen vorausgesetzt, im Lauf der Zeit anreichern können.

4.4.3.2.3 Mechanik

Um Schmutz von einer festen Oberfläche zu entfernen, müssen die zwischen beiden Komponenten wirksamen Haftkräfte überwunden werden. Chemische und thermische Effekte können die Haftung zwar mindern, aber, abgesehen von echten Lösungsvorgängen, nicht vollständig aufheben. Folglich erfordert die vollständige Abtrennung des Schmutzes noch eine „Restarbeit“ unter Einsatz mechanischer Kräfte.

Das durch Reinigungsdüsen unter Druck eingebrachte Reinigungsmedium erzeugt nur eine geringe mechanische Reinigungswirkung, insbesondere da eine Zielstrahlreinigung aller produktberührenden Flächen nur schwer zu realisieren ist. Nicht direkt durch den Zielstrahl erreichbare Flächen werden durch abfließendes „Schwallwasser“ gereinigt. Ein mechanischer Reinigungseffekt ist in diesem System nur schlecht bzw. kaum flächendeckend anwendbar. Um hartnäckige Produktrückstände abzureinigen, sind Extrembedingungen, wie hohe Temperatur und starke pH-Aktivität notwendig, die ebenfalls die Anlagenoberfläche beeinträchtigen könnte.

Je nach angewandtem Spritzdruck unterscheidet man zwischen Niederdruck- (bis 1 MPa) und Hochdruckverfahren (bis 12 MPa). Durch die mechanische Wirkung der Reinigungsmittelösung werden auch Mikroorganismen durch Ausschwemmen entfernt.

4.4.3.2.4 Chemie

Chemische Mittel können nach ihrer Wirksamkeit in Reinigungs-, Desinfektions- oder kombinierte Mittel oder nach dem pH-Wert in saure, alkalische oder neutrale Mittel eingeteilt werden. Je nach Material und Einsatzzweck sollte aus ökologischen und wirtschaftlichen Gründen mit chemischen Mitteln sparsam umgegangen werden. Bei falscher Auswahl der Mittel können an den Anlagen Korrosionsschäden auftreten.

4.4.3.2.4.1 Erforderliche Eigenschaften von Reinigungsmitteln

Die eingesetzten Reinigungs- und auch Desinfektionsmittel müssen folgende Anforderungen erfüllen:

- flüssig oder in Wasser gut löslich und eine reinigende Wirkung (d. h. schmutzabhebende) Wirkung mit gutem Schmutztragevermögen haben
- gutes Eindringvermögen, d. h. oberflächenaktiv
- Emulgiervermögen von Ölen und Fetten
- leichte Abspülbarkeit
- keine korrodierende Wirkung mit den in den Produktionsanlagen verwendeten Materialien
- möglichst geruchsarm
- biologisch abbaubar
- niedrige Einsatzkonzentration
- beim CIP-Einsatz keine Schaumbildung, (außer erwünscht) stapelfähig, automatische Konzentrationssteuerung über Leitfähigkeit
- Verträglichkeit gegenüber Kohlendioxid
- gutes Preis-/Leistungsverhältnis
- gute Lagerfähigkeit des Konzentrats
- möglichst geringe Gefährdung bzw. Belästigung des Personals.

4.4.3.2.4.2 Wasserlöslichkeit

Wasser ist bei der Auswahl des Reinigungsmediums nicht nur aus ökologischen und ökonomischen Gründen Mittel der ersten Wahl. Die Wassermoleküle bilden in flüssiger Form sog. Clusterstrukturen aus, die über Wasserstoffbrücken stabilisiert werden. Die mittlere Lebensdauer nimmt mit der Zunahme der Temperatur stark ab und beträgt bei Raumtemperatur rund 4 -10 Sekunden. Die starke Abnahme der mittleren Lebensdauer erklärt auch die Viskositäts- und Dichteabnahme bei ansteigenden Temperaturen. Die Cluster sind dicht gepackt und durch Störbereiche voneinander abgegrenzt. Als Störbereiche sind diese ungesättigten Valenzen der Wassermoleküle im Cluster für die Lösungsmittleigenschaften verantwortlich.

4.4.3.2.4.3 Zusammensetzung und Wirkungsweise

Nachstehend werden häufig in Reinigungsmitteln vorkommende Bestandteile und ihre Haupteffekte besprochen.

Laugen

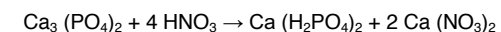
Art und Menge der alkalischen Komponenten eines Reinigers bestimmen dessen Alkalität. Hinsichtlich ihres Beitrages zu Teilvorgängen während des Reinigungsprozesses differieren die einzelnen Substanzen erheblich. Zusätzlich senken Laugen die Oberflächenspannung von Wasser und erhöhen damit das Benetzungsvermögen.

Das häufigste in der Getränkeindustrie eingesetzte und preisgünstige Mittel ist Natriumhydroxid (Natronlauge, Ätznatron). Weiterhin werden auch Kaliumhydroxid (Kalilauge), Natriumcarbonat (Soda) und Phosphate (K-, Na-Salze der Orthophosphorsäure) eingesetzt. Diese Reinigungsmittel emulgieren besser als NaOH, Phosphate sind zusätzlich in der Lage, Calcium zu binden.

Säuren

In einigen Bereichen der Lebensmittelindustrie entstehen produktspezifische Rückstände wie Bierstein - Ablagerungen aus Proteinen, Harzen des Hopfens und insbesondere Ca-oxalat oder der überwiegend aus Trikalziumphosphat bestehende Milchstein. In Betrieben mit hartem Wasser bildet sich im Warmwasserbereich zusätzlich Wasserstein. Derartige Ablagerungen verlangen sauer eingestellte Reiniger. Ihre Basis bilden häufig Mineralsäuren wie Phosphor- oder Salpetersäure.

Die Wirksamkeit der Säuren gegenüber mineralischen Ablagerungen beruht darauf, dass sie die ursprünglich unlöslichen Salze in eine wasserlösliche Form überführen wie z. B.:



Enthärter

Chemische Substanzen, welche die Härtebildner komplex abgebunden im Wasser gelöst halten, wirken als "Weichmacher". Unter diesen dominierte lange das Natriumtriphosphat, weil es nicht nur mehrwertige Metallionen komplexieren kann, sondern darüber hinaus verschiedene, den Reinigungseffekt günstig beeinflussende Eigenschaften aufweist. Wegen der Eutrophierungsgefahr in anfälligen Gewässern durch Phosphate aus Wasch- und Reinigungsmitteln wurden in der Vergangenheit zahlreiche chelatbildende Substanzen, insbesondere organische Säuren daraufhin untersucht, ob bzw. in welchem Umfang sie Triphosphat ersetzen können.

Trinatrium-orthophosphat wirkt als Sequestriermittel dispergierend und vermindert durch Ausfällung der Härtebildner die Härte des Wassers. Im Gegensatz dazu wirkt Pentanatrium-triphosphat aus der Reihe der linearen Polyphosphate nicht fällend, sondern komplexierend auf die Härtebildner im Wasser.

Dabei beschränkt sich die Reaktion nicht auf eine einfache Salzbildung; vielmehr werden Calcium- wie auch Magnesiumionen komplex gebunden und bleiben so auch in alkalischer Flotte gelöst.

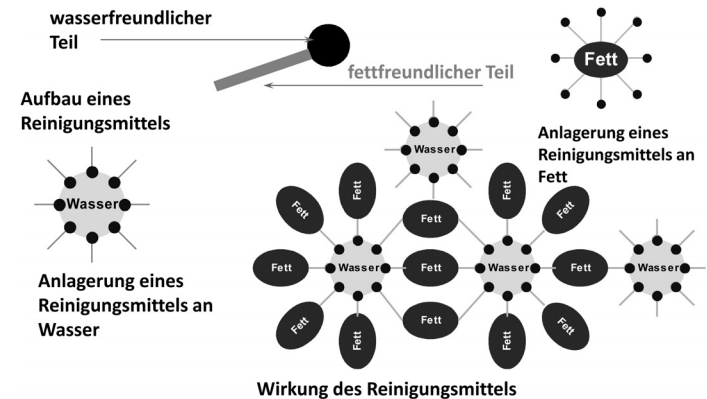
Tenside

Tenside sind grenzflächenaktive Stoffe, deren Moleküle ein hydrophobes (apolare) und ein hydrophiles (polares) Ende haben (auch amphiphil genannt). Das hydrophobe Ende zeigt dabei zum Fett, das hydrophile Ende zum Wasser. Wasserunlöslicher Schmutz wie Fett wird von diesen Tensiden umhüllt. Diese sogenannte Micellenbildung hebt den Schmutz ab und verhindert, dass er sich wieder anlagert. Auch die an der Grenzfläche Luft / Wasser wirksame Oberflächenspannung des Wassers wird durch die Tenside herabgesetzt. Dadurch kann die Reinigungslösung auch in enge Spalten eindringen. Für die Funktion als Tensid ist es wichtig, dass ein ausgewogenes Verhältnis zwischen hydrophilem und hydrophoben Teil im Molekül vorliegt. Diese Eigenschaft wird mit Hilfe des sogenannten HLB (Hydrophilic-Lipophilic-Balance) Wertes ausgedrückt.

Der amphiphile Aufbau eines Tensids bestimmt dessen Verhalten in wässriger Lösung.

HLB-Wert

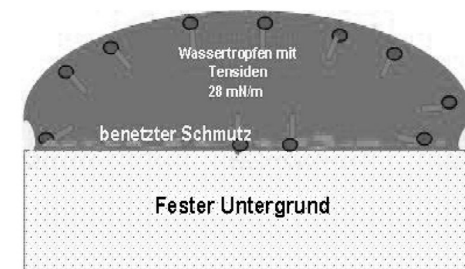
Abbildung 12: Aufbauschema Tensid und Micellenbildung



Reinigungswirkung von Tensiden

Tensidmoleküle reichern sich an der Grenzfläche zwischen Produktschicht und Anlagenoberfläche sowie Produktschicht und Wasser an und versuchen einen Grenzflächenfilm aufzubauen. Die Tensidmoleküle setzen infolge des Oberflächendrucks die Oberflächenspannung herab. Die Wasser-/Tensidmoleküle können in kleinste Fehlstellen in der Produktschicht einwandern und diese destabilisieren. Damit sich so geschwächt Produktschichten effizient ablösen, ist zusätzlich eine mechanische Einwirkung in Form von turbulent abfließendem Wasser von Vorteil. Die abgelösten „Rückstandspartikel“ werden durch den hydrophoben Bereich der Tenside umhüllt und lassen sich so in die Wassercluster einbauen und abtransportieren.

Abb. 13: Oberflächenbenetzung



Tenside als Löslichkeitsvermittler

Substanz (A) kann nur in Wasser (B) lösen, wenn die Kohäsionskräfte zwischen A und B bzw. B und B kleiner sind und die Adhäsionskräfte zwischen A und B groß. Geringe Kohäsionskräfte (A-A oder B-B) bedeuten Enthalpieänderungen und positive Entropieänderungen, die eine negative freie Enthalpie begünstigt. Hohe Adhäsionskräfte (A-B) bedingen meist eine

große negative Enthalpieänderung (ΔH) sowie Entropiezunahme (ΔS) und führen zu einem negativen freien Enthalpiebetrag (ΔG). Wasser muss die zu lösende Substanz umschließen, womit es zu einem Aufbrechen der Cluster kommt, was somit einen positiven Entropiebetrag bedeutet. Bleibt der Enthalpiebetrag gleich, nimmt die Unlöslichkeit mit Zunahme der Fehlerstelle aufgrund der Entropiezunahme zu.

Gibbs-Helmholtz-Gleichung

$$\Delta G = \Delta H - T \times \Delta S$$

mit: $\Delta G = \text{Freie Enthalpie} [J]$

$$\Delta H = \text{Enthalpie} [J]$$

$$\Delta S = \text{Entropie} [J / K]$$

$$T = \text{absolute Temperatur} [K]$$

4.4.3.3 Zusätzliche Einflussfaktoren

4.4.3.3.1 Konstruktion

Jeder Nassreinigungsprozess läuft zwischen den beteiligten Partnern, dem Reinigungsgut, der Verunreinigung und der Reinigungsflüssigkeit ab. Ihre Merkmale bestimmen den Erfolg reinigender, wie desinfizierender Maßnahmen entscheidend. Für den Effekt des Reinigens, Desinfizierens und Sterilisierens ist die Konstruktion der Apparate, die Güte ihrer Verarbeitung und schließlich die Güte der Montage von ausschlagender Bedeutung. Schwer zugängliche Stellen und "tote" Ecken, die nur unvollständig bespülbar sind, müssen vermieden werden.

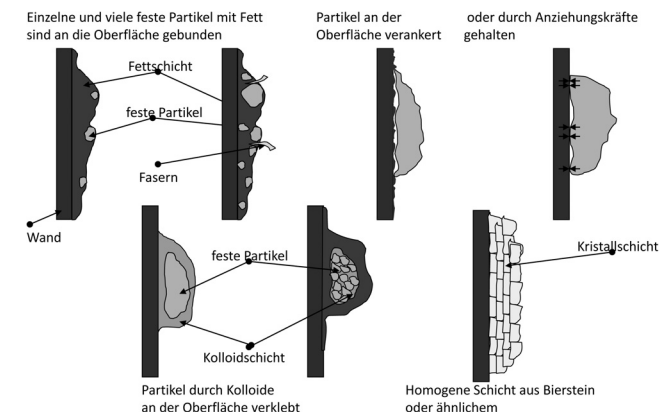
Die Gestalt des zu reinigenden Produktes beeinflusst die Zugänglichkeit von Reinigungsmaßnahmen. Eine wirksame Reinigung oder Desinfektion hängt wesentlich von der konstruktiven Ausführung der Anlage ab. Das erfordert einen möglichst ungehinderten, direkten Kontakt der produktberührenden Oberflächen mit den Flüssigkeiten zum Reinigen und Desinfizieren. Daher ist auf eine reinigungsfreundliche Ausführung, die die Zugänglichkeit für Reinigungsmaßnahmen verbessert (keine Toträume, keine Spaltbildung, Abrundung von Ecken und Kanten, Vermeidung von Vor- und Rücksprüngen z. B. Sichtfenster, Stutzen, versenkte Schrauben etc.), zu achten. In den verbleibenden Rückständen können sich Mikroorganismen entwickeln und das nachfolgend hindurchfließende kalte Produkt kontaminieren. Weiterhin sollen scharfe Ecken vermieden werden, an denen sich Produkt ansetzen kann. Die nachströmende Reinigungsflüssigkeit erfasst die dort haftenden Rückstände nur sehr unvollständig, soweit sie im Strömungsschatten liegen. Um eine leichte und sichere Reinigung zur gewährleisten sind Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit (Rauigkeitswerte, ausreichende Beständigkeit etc.) wichtig.

Für den Nahrungsmittelbereich sind Vorschriften zur reinigungsgerechten Gestaltung von Anlagen, z. B. in der Maschinenrichtlinie (89/392/EWG), der Norm DIN EN 1267-2 und der ISO 14159 enthalten alles im Sinne von „Hygienic Design“.

4.4.3.3.2 Verschmutzung

Die im Betrieb anzutreffenden Verschmutzungen lassen sich je nach ihrer Herkunft grundsätzlich in zwei Gruppen einteilen. Weiterhin kann man jede Gruppe wieder aufteilen nach den Möglichkeiten der Entfernung der Verschmutzungen. Außerdem bewirken physikalische Vorgänge, chemische Reaktionen und biologische Prozesse (z.B. Sedimentation, Austrocknung, Kristallisation, Flockung, Mycelbildung u.a.) mannigfache Veränderungen der Verschmutzungen, an die die Reinigungsmaßnahmen angepasst werden müssen.

Abb. 14: Schmutzarten



Die Wirksamkeit der Reinigung ist z. B. von der Konsistenz des Schmutzes abhängig; so lassen sich verhärtete oder angetrocknete Verunreinigungen (z. B. bei Leergut) nur schwer entfernen.

1. Produktionsrückstände

- Wasserlösliche Verschmutzungen:
Zucker (leicht löslich), Säuren und Salze (teilweise leicht löslich)
- Säurelösliche Verschmutzungen:
Bierstein
- Wasserqueillbare Verschmutzungen:
Brandhefe, Polysaccharide und Eiweißverbindungen
- Emulgierbare Verschmutzungen:
flüssige Fette, Öle, Hopfenharze und Lipide

- Suspendierbare Verschmutzungen:
Ablagerungen, Staub, grobe Feststoffe
- 2. Technologisch-maschinentechnische Rückstände
 - Wasserlösliche Verschmutzungen:
Reste von Reinigungsmittelbestandteilen
 - Säurelösliche Verschmutzungen:
Wasserhärteausfällungen
 - Wasserquellbare Verschmutzungen:
Leime, Klebstoffe, Dextrine
 - Emulgierbare Verschmutzungen:
flüssige Schmier- und Dichtungsfette, Pflanzenöle
 - Suspensierbare Verschmutzungen:
Etiketten, Folienreste, Metallabrieb, Feststoffablagerungen.

Da nach jedem Reinigen minimale Schmutzreste zurückbleiben, besteht die Gefahr einer allmählichen Akkumulation des Restschmutzes oder Entstehens von Biofilm, falls stets gleichartig gereinigt wird.

Die Reinigungsgeschwindigkeit hängt ab von der auf der Fläche befindlichen Schmutzmenge (Dicke der Schmutzschicht). Eine völlige Entfernung der Schmutzschicht muss sichergestellt sein, da sonst mit der Besiedlung des Restschmutzes durch Mikroorganismen gerechnet werden muss.

Der Zustand und das Alter der Verschmutzungen beeinflussen ebenfalls die Reinigungsgeschwindigkeit in negativem Sinne. Verwendete Gerätschaften und Anlagen sind deshalb möglichst gleich nach dem Gebrauch zu reinigen.

4.4.3.3.3 Werkstoffart

An Materialien für Lebensmittelberührende Oberflächen sind nachstehende Forderungen zu stellen: Die eingesetzten Werkstoffe müssen die Produktions- und Reinigungsschritte sowie chemischen Lösungen zum Reinigen und Desinfizieren bei den zu erwartenden Temperaturen unbeschadet überstehen. Demzufolge dürfen die verwendeten Werkstoffe auch keine unerwünschten Stoffe, insbesondere solche mit toxischer Wirkung, an Lebensmittel abgeben. Wegen ihrer hohen Beständigkeit nehmen Edelstähle in vielen Bereichen der Lebensmittelindustrie einen bevorzugten Platz ein. Alle Empfehlungen setzen primär technische Eignung der Materialien voraus, d. h. beispielsweise ausreichende thermische Beständigkeit.

Edelstahlklassen

Rostfreie Edelstähle müssen aus einer Legierung mit einem Anteil von mindestens 10,5% Chrom bestehen und beständig gegen Korrosion sein; ohne aktiven Schutzüberzug, sondern durch Bildung eines passiven Über-

zuges unter Sauerstoffeinwirkung. Nach DIN 17440 liegt der Chromanteil bei allen Stählen zwischen 16,5% und 19%, der Nickelgehalt mit steigender Qualität von 8,5 – 10,5% bis 12,5 – 15,0%. Molybdän, welches einen großen Einfluss auf den Lochfraß besitzt, enthalten nur die qualitativ hochwertigen Stähle DIN 1.4571, 1.4404, 1.4435 in Konzentration von 2,0 – 3,0%. Die Stahlqualität 1.4571 enthält zudem Titan, der in der fünffachen Menge des Kohlenstoffs liegt und diesen bindet, womit sich die Chromoxidschicht (Passivschicht) besser ausbilden kann. Der „low carbon steel“ enthält < 0,03% Kohlenstoff, was ca. 45% des Anteils von V2A bzw. V4A entspricht.

Materialverträglichkeit

Beim Einsatz von chemischen Reinigungs- und Desinfektionsmitteln muss immer Rücksicht auf die Materialverträglichkeit mit den vorhandenen Werkstoffen genommen werden. Nichtrostende Stähle sind gegen Alkalien selbst bei höheren Temperaturen und höheren Konzentrationen beständig. Gegenüber sauren Reinigungsmitteln sind Edelstähle ebenfalls beständig. Mindestanforderungen und Anhaltswerte für Edelstähle sind der DIN 11483 (Reinigung und Desinfektion unter Berücksichtigung korrosionschemischer Einflüsse) zu entnehmen. Chloridionen stellen das Hauptrisiko für die Edelstähle durch Loch- und Spaltkorrosion dar. Je höher der Chloridgehalt der Reinigungslösung ist, desto alkalischer muss deren pH-Wert sein.

4.4.3.3.4 Oberflächenbeschaffenheit

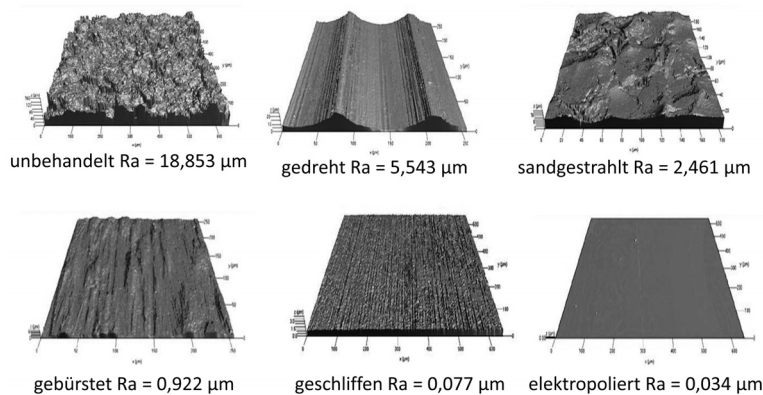
Die Oberflächenrauigkeit ist für produktberührende Anlagenteile von großer Bedeutung. Edelstähle werden hierzu mechanisch poliert und/oder elektropoliert. Generell lassen sich unter normalem Aufwand glatte Flächen besser reinigen und desinfizieren als aufgeraute und rissige. Deshalb verlangt DIN 11480 im Hinblick auf eine gute Reinigungsfähigkeit, die Mittelrautiefe von Edelstahloberflächen auf maximal 0,8µm (Rohmilchbereich) bzw. 0,4µm (Anlagen zur Herstellung von Milch und Milchprodukten) zu begrenzen (WILDBRETT 1995). Eine niedrige Rauigkeit reduziert die „dreidimensionale“ Oberfläche und vermindert die Haftungsneigung der verschiedenen Wirk- und Hilfsstoffe (Hoffmann and Reuter 1984). Die Mittenrautiefe Ra wird vielfach als Maßzahl zwecks Vergleiches von Oberflächen hinsichtlich ihres Feinprofils verwendet. Sie ist wie folgt definiert:

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l h_i \cdot dx$$

l = Länge der horizontalen Messstrecke [µm]

h_i = Abstand zwischen Istprofil und mittlerem Profil an Messpunkt i

Abb. 15: Oberflächen (Zeiss 2006)



Allerdings gestattet es der Ra-Wert nur sehr begrenzt auf die profilabhängige Reinigungsabhängigkeit einer Oberfläche zu schließen, denn die Mittenrautiefe erfasst nicht die wirkliche Gestalt der Oberfläche. Letztere beeinflusst jedoch Abspülbarkeit zu entfernender Rückstände ganz entscheidend.

Innerhalb des von der DIN 11480 maximal zugelassenen Bereiches bis 1µm Mittenrautiefe bestehen kaum Unterschiede bezüglich Abspülbarkeit haftender Sporen von *Bac. stearothermophilus*. Selbst bei einer von 0,4µm auf 6-7µm erhöhten Mittenrautiefe steigt die Zahl der nicht abgespülten Sporen um weniger als eine Zehnerpotenz. Folglich genügen die Anforderungen der zitierten DIN 11480 für milchberührte Oberflächen den praktischen Erfordernissen. Lediglich im Falle aseptisch arbeitender Anlagen wegen der extremenhygienischen Anforderungen, den Mittenrauhwert von 0,8µm nicht zu überschreiten, verlangt.

Die Reinigungsgeschwindigkeit wird vom Oberflächenmaterial und vom Zustand der Oberfläche beeinflusst. Durch Rauhtiefenmessungen kann man die Oberflächenbeschaffenheit beurteilen; z.T. liegen die Maße der Rauhtiefen und die Abmessungen der Mikroorganismen in ähnlicher Größenordnung. Eine einwandfreie Reinigung ist in diesen Fällen besonders wichtig, um eine Besiedlung mit Mikroorganismen zu vermeiden.

Beurteilt man den mikrobiologischen Zustand des Reinigungsgutes am Ende des Reinigungsvorganges, so stellt man eine Keimzahlreduktion bis zu 2 Zehnerpotenzen fest, hervorgerufen durch Abschwemmen, Temperatureinwirkung und drastische pH-Wertänderungen.

Weiterhin verhindern insbesondere Korrosionserscheinungen eine wirksame Reinigung. Derartige Korrosionsschäden wirken sich in doppelter

Hinsicht negativ aus: Einerseits finden Produktreste sowie Mikroorganismen vermehrt Haftstellen, andererseits ist die mechanische Haftung so verstärkt, dass Schmutz und Mikroorganismen nur sehr schwer abgespült werden können, auch wenn die Reinigungslösung neben alkalischen Gerüststoffen ein Tensid enthält.

4.4.4 Reinigungsverfahren

Jedes Reinigungsverfahren muss dem jeweiligen Reinigungsobjekt und der Verschmutzung angepasst sein. Jedoch lassen sich meist verschiedene Objekte unter anderen Verfahrensoberbegriffen, z. B. der Mechanik, gemeinsam behandeln. Wesentliche Konsequenzen für das Verfahren leiten sich aus Form und Größe der Objekte ab. Diese werden daher eingeteilt in offene Flächen, geschlossene Anlagen, große Hohlbehälter, kleine Behälter und Kleingeräte. Große offene Flächen sind vor Ort zu reinigen.

4.4.4.1 CIP-Reinigung

Produktionsanlagen werden auf Grund ihrer Größe heute nicht mehr zerlegt, sondern spezielle Einbauten wie Sprühkugeln oder Zielstrahlreiniger in Tanks sorgen für eine Mechanik, nämlich die Strömungskräfte. Damit war die Reinigung ohne umständliches Auseinanderschrauben geboren. Die allgemein dafür verwendete Bezeichnung lautet CIP, das bedeutet Cleaning – In – Place und wird wörtlich als die Reinigung an Ort und Stelle, also ohne Demontage der Objekte verstanden.

Bei der verlorenen Reinigung wird die Reinigungsmittellösung nur einmal verwendet. Der Nachteil der verlorenen Reinigung besteht in der Tatsache, dass sämtliche benutzte Flüssigkeiten verloren sind. Diese Variante bietet sich eher für kleinere Betriebe oder Saisonbetrieb an. Durch eine Leitfähigkeitsprüfung wird die Lösung bei Bedarf nachgeschärft. Bei der Stapelreinigung werden die Reinigungsmittel mehrmals verwendet. Zwischen- und Nachspülwasser wird gesammelt und in einem Tank gestapelt. Es dient zum Vorspülen bei der nachfolgenden Reinigung. Damit werden die benötigten Frischwassermengen deutlich reduziert.

Bei geschlossenen Anlagen, die aus Tanks, Rohr-, Schlauchleitungen, Wärmetauschern, etc. bestehen, wird die Reinigungslösung mit Pumpen im Kreislauf gedrückt oder gesaugt. Die zu reinigenden Anlagen sind durch ein Leitungssystem mit Vorratsbehältern für Reinigungslösungen, Desinfektionsmittel und Sprühwasser verbunden und mit entsprechenden Steuerorganen für Handbetrieb oder Vollautomatik versehen. Meistens laufen heutzutage mittels der CIP vollautomatische Reinigungsprogramme ab.

Möglich ist z. B. folgender Ablauf:

Tab. 8: Beispiel eines CIP-Programmes

Verfahrensschritt	Zweck	Zeit
Vorspülen mit Frisch- bzw. Stapelwasser	Austragen von Produktresten und grober, lockerer Verschmutzung, um die Reinigungslösung zu entlasten	5-10min
Reinigen alkalisch z. B. mit NaOH	Entfernen des noch verbliebenen Schmutzes	30-60min
Zwischenspülen mit Frischwasser	Entfernen der Reinigungslösung (Vermeidung von unerwünschten Reaktionen mit Nachfolgemittel) und Ausspülen des gelösten Schmutzes	5min
Säurespülung/ Desinfektion	Ablösen säurelöslicher Ablagerungen oder Abtöten von Mikroorganismen durch Chemikalien oder Wärmeeinwirkung	10-20min
Frischwasser- nachspülung	Sorgfältige Entfernung aller Reinigungs- und Desinfektionsmittelrückstände	5-10min

Der Reinigungseffekt wird bei diesem Verfahren durch intensive Strömung bewirkt. Die Fließgeschwindigkeit in Rohrleitungen sollte bei mindestens 2 m/s liegen, obwohl dies auch umstritten ist, wenn die Chemie ausreichend ist.

Außer von der Pumpenleistung ist die Fließgeschwindigkeit auch vom Rohrleitungsquerschnitt abhängig. Je größer der Durchmesser des Rohres, um so langsamer ist bei gleicher Pumpenleistung die Strömung.

Die notwendige Fließgeschwindigkeit ist auch von der Temperatur abhängig. Je heißer die Reinigungslösung, desto geringer die Viskosität und umso kräftiger ist die Turbulenz.

In solchen Fällen genügen niedrigere Fließgeschwindigkeiten, um den gewünschten Reinigungseffekt zu erzielen. Die Heißreinigung von Rohrleitungssystemen entspricht dem Normalfall.

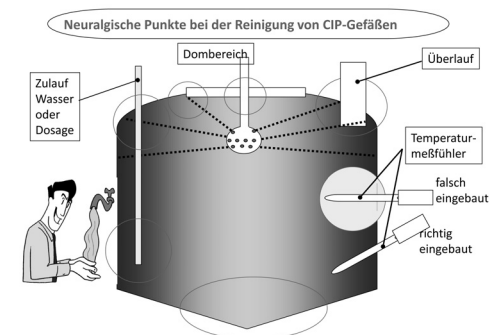
Beim Arbeiten mit CIP-Anlagen sind folgende Punkte zu beachten:

- Ausreichende Leistung der Reinigungspumpe. Die Tankoberflächen müssen mit ausreichender Reinigungsmittelmenge beaufschlagt werden, Rohre müssen mit hohen Flüssigkeitsmengen und großen Geschwindigkeiten (in der Praxis mindestens ca. 2 m/sec) gereinigt werden.
- Die Rücklaufleitungen müssen ausreichend dimensioniert sein, um eine

Sumpfbildung im Tank zu verhindern. Das Abpumpen erfolgt im Intervallsystem, um Lufterzug und Kavitation der Pumpe zu vermeiden.

- Ein Eindringen von Reinigungs- oder Desinfektionsmittel in das Lebensmittel durch Leckage eines Ventils muss ausgeschlossen werden (z. B. Doppelsitzventile mit Leckagezwischenraum).
- Vermeidung von sogenannten Reinigungsschatten. Der Raum oberhalb von Sprühdüsen, hinter Rührwerken etc. muss ebenfalls durch die Spritzstrahlen erreicht werden. (z. B. Sprühdüsen mit verschiedenen Bohrungen, rotierende Zielstrahlreiniger, mehrere Sprühdüsen bei liegenden Tanks - stehende Tanks sind einfacher zu reinigen).
- Kritische Stellen wie z. B. Probenabnahmhähne, Anschlussstutzen etc. müssen falls eine ausreichende Spülung nicht gewährleistet werden kann, zum manuellen Reinigen demontierbar sein.
- Die Entleerungsleitung wird üblicherweise bei der Tankreinigung mitgereinigt. Die Fließgeschwindigkeiten und Volumenströme sind dafür aber nicht immer ausreichend. Besser ist eine von der Tankreinigung getrennte Reinigung dieser Leitung. Für eine saubere Trennung des Tankraumes von der Entleerungsleitung sorgt ein in den Tankboden integriertes Doppelsitzventil. Dadurch entfällt ein Rohrstutzen und die Gefahr einer nicht ausreichenden Mischung dieses Volumens mit dem restlichen Tankinhalt.
- Die Reinigungs- und Desinfektionsmittel dürfen nicht schäumen, da Gas-Flüssigkeitsgemische von den Pumpen nicht richtig angesaugt und gepumpt werden können.
- Bei der Reinigung von Rohrkreisläufen muss an der höchsten Stelle entlüftet werden (automatische Entlüftung), da die eingeschlossene Luft die Reinigungswirkung und auch die Wärmeübertragung bei Hitzeeinwirkung verhindert.
- Durch das Abstellen der Pumpen in bestimmten Zeitabständen kommt die Flüssigkeit zum Stillstand und die Luft kann aus der Flüssigkeit entweichen. Diese "pulsierende Strömung" erhöht zudem noch den Reinigungseffekt, da bei den durch Impulsschaltung ausgelösten Druckstößen die Turbulenz erhöht wird.
- Die Vorratsbehälter der CIP-Anlage müssen in den Reinigungsablauf integriert oder manuell gereinigt werden.

Abb. 16:



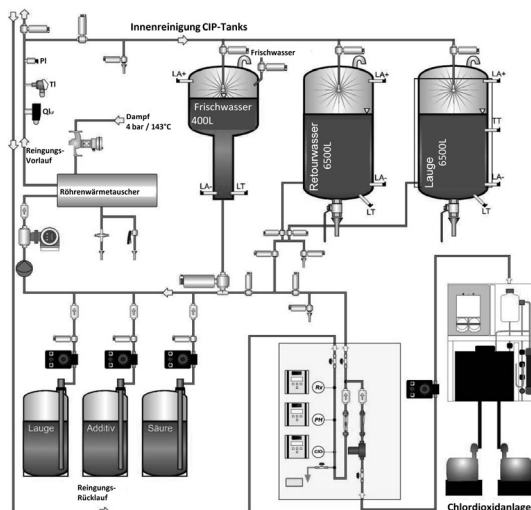
4.4.4.1.1 Stapelreinigung oder verlorene Reinigung

Bei der Stapelreinigung werden gebrauchte Reinigungslösungen und das Wasser mehrmals verwendet. Die Reinigungslösung kann solange wiederverwendet werden, bis die Schmutzfracht eine erwünschte Reinigung nicht mehr gewährleistet. Bei alkalischen Reinigungslösungen ist die freie Ätzalalität zu berücksichtigen. Spülwasser nach dem Reinigungsprogramm können z. B. als Vorspülwasser verwendet werden. Dieses Recycling ermöglicht Einsparungen beim Wasser und Chemikalienverbrauch, setzt jedoch eine laufende Kontrolle des CIP-Systemes voraus um z. B. Reinfektionen des Produktionssystems durch diese Lösungen zu vermeiden. Sinkt die Konzentration des Desinfektionsmittels während des Gebrauchs unter den vorgeschriebenen Wert, werden Mikroorganismen nicht mehr abgetötet und können sich an das Medium adaptieren; die Lösung wird zum Infektionsträger. Auch die Stapelbehälter müssen regelmäßig gereinigt werden.

Bei der verlorenen Reinigung werden die Lösungen nicht wiederverwendet, dadurch ist eine größere mikrobiologische Sicherheit gegeben. Die Mikroorganismen können sich nicht adaptieren. Übermäßige Produktbelastung der Reinigungslösung, z. B. mit Eiweiß, sprechen ebenfalls für eine verlorene Reinigung. Die Investition ist bei einer verlorenen Reinigung geringer, da keine Stapelbehälter erforderlich sind. Nachteile sind erhöhte Aufwendungen für Reinigungsmittel, Frisch- und Abwasser.

Die Entscheidung für ein Verfahren muss fallweise geprüft werden.

Abb. 17: Frischansatzverfahren Fa. Löhre



Vorteile

Abb. 18: CIP-Anlage Fa. KHS



4.4.4.1.2 Maschinenaußenreinigung

Nach einfacher Schwallung mit Wasser wird der Schaum durch geeignete Geräte aufgesprüht und nach 5-20 Minuten Einwirkzeit zusammen mit dem Restschmutz mit warmem Wasser (1,2-1,6 MPa) abgespült. Die Chemikaliendosierung beträgt je nach Verschmutzung 0,5-12%.

Die Reinigungslösung wird durch Vermischen mit Luft in ihrem Volumen vervielfacht und als Schaum auf die zu reinigenden Oberflächen aufgesprüht. Mit der Schaumreinigung sind bei geringem Flüssigkeitsverbrauch relativ lange Kontaktzeiten auch an nicht bzw. schlecht zu tauchenden oder zu befüllenden Objekten wie Wänden, Außenflächen von Anlagen, Förderbändern, Rinnen etc. zu erreichen. Der Schaum fließt an senkrechten Flächen nur langsam ab und bringt beim Zerfall kontinuierlich frische Reinigungslösung an die Schmutzoberfläche. Diese langen Einwirkzeiten sind vor allem dann vorteilhaft, wenn angetrocknete und eingebrannte Verunreinigungen aufgeweicht und gequollen werden müssen, bevor sie abgespritzt werden können. Anderweitig schwer zugängliche Stellen, wie Rauchkanäle, Ventilatoren, äußere Wärmeaustauscherflächen, werden erreicht. Daneben bietet die Schaumreinigung folgende Vorteile:

1. Die Erfassung der gesamten zu reinigenden Oberfläche ist sehr sicher, da unbehandelte Partien von eingeschaumten leicht zu unterscheiden sind.
2. Gegenüber den vorher meist statt der Schaumreinigung verwendeten Verfahren mit Bürsten, Gummiwischern, Tüchern etc. ist das Infektionsrisiko stark vermindert.
3. Bezogen auf die Konzentratmenge sind Schaumprodukte zwar teurer als konventionelle Reiniger, jedoch werden so geringe Mengen ver-

braucht, dass insgesamt eine Kostenreduzierung möglich ist. 1 kg Produkt liefert 500 L Schaum, ausreichend für eine Fläche von ca. 200 m².

4. Gegenüber konventionellen manuellen Verfahren ist die Flächenleistung stark erhöht.
5. Gegenüber HDR (Hochdruckreinigung) ist die Handhabung angenehmer: geringerer Geräuschpegel, keine Vibrationen, geringere Rückspritzgefahr, keine Aerosolbildung.
6. Die ausführende Person kommt nicht in direkten Kontakt mit der Reinigungslösung.

Der wesentliche Nachteil ist, dass abgesehen von den ins Abwasser eingetragenen, relativ hohen Tensidkonzentrationen durch Schaum-anwendung allein wegen dessen geringer Wärmekapazität und -leitfähigkeit Fettverunreinigungen nicht geschmolzen werden können.

Nachteile

Abb. 19: Schaumreinigung Füllervortisch (KHS AG)



Eine weitere Verlängerung der Einwirkzeit erreicht man bei Gelreinigern. Die im Reinigungsmittel vorhandenen Tenside bilden unter bestimmter Wasserzugabe dickflüssige Gele mit hoher Viskosität, die auf Oberflächen gut haften. Erst beim Abspritzen werden durch weitere Wasserzugabe die Gele wieder flüssig und laufen dann ab. Das Abspülen des Schaum- oder Gelreinigers, mit dem darin gelösten Schmutz, erfolgt ohne Hochdruckeinsatz im Niederdruckverfahren und ist damit im Vergleich zur Hochdruckreinigung materialschonender für Oberflächen.

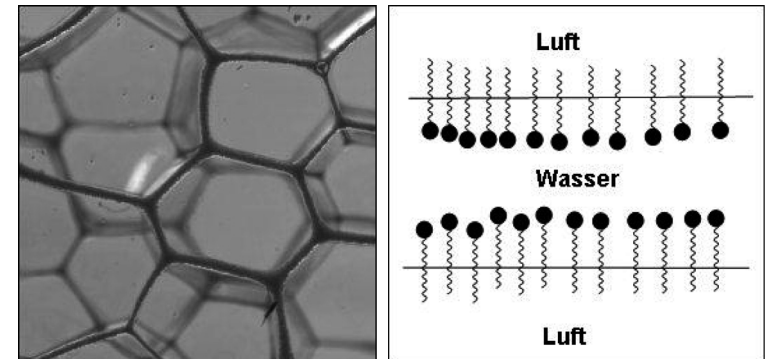
Gelreiniger

Eine besondere Form der Reinigung stellt die Thin-Film-Technologie (Dünnschicht) dar. Hierbei wird ein mikroporöser, sehr gut haftender, dünner Schaumfilm aufgebracht. Durch die ausgezeichnete Haftung wird eine gute Benetzung und Durchdringung von hartnäckigem Schmutz erreicht. Dieser

Dünnschicht

wird dann durch die Scherkräfte des dünnen Films von der Wand entfernt.

Abb. 20: (Schaumstruktur) und Abb.: 21 (Schaumlamelle)



Die zunächst diskreten und daher weitgehend kugelförmigen Schaumblasen verlieren, indem sie sich zu einem Verband zusammenlagern, ihre Selbständigkeit und deformieren dabei zu Polyedern. Typisch für einen solchen Schaum sind die Dreieckskanäle zwischen den sich berührenden Schaumlamellen.

Flüssiger Schaum ist ein dynamisches System. Unter dem Einfluss der Schwerkraft, der allerdings Kapillar- und elektrische Abstoßungskräfte entgegenwirken, fließt aus dem oberen Teil der Lamelle einer Schaumblase Flüssigkeit aus. Infolgedessen nimmt die Stabilität der Blase und damit letztlich auch des gesamten Verbandes ab. Bei dickeren Flüssigkeitslamellen entscheidet die Elastizität des Tensidfilms über die Stabilität, denn jeder Blasenbruch beruht darauf, dass ein ungenügend elastischer Tensidfilm örtliche, mechanische Belastungen nicht mehr auszugleichen vermag. Als verfahrenstechnische Größen sind das Schaumbildungsvermögen sowie die Stabilität wichtig. Beide Schaumeigenschaften hängen nicht alleine von der Art des Tensids, sondern erheblich von äußeren Einflüssen ab.

4.4.4.2 Reinigungs- und Desinfektionsplan

Im Rahmen des Qualitätsmanagements sollte in jedem Betrieb ein Reinigungs- und Desinfektionsplan vorliegen. Diesem muss zu entnehmen sein, welche Stellen wann, wie oft, auf welche Weise, mit welchem Mittel, in welcher Konzentration und welcher Temperatur zu reinigen und zu desinfizieren sind.

Die Häufigkeit von Reinigung und Desinfektion bei Abfüllanlagen ergibt sich aus dem Abfüllzyklus. Die tägliche Reinigung am Betriebsende kann etwa so aussehen: die Anlage wird leergefahren, intensiv gespült, mit Chemika-

lien gereinigt und chemisch oder mit Heißwasser desinfiziert, kalt nachgespült und ein Präparat zur Standdesinfektion eingefüllt. Bei Betriebsbeginn wird die Lösung mit Wasser herausgedrückt und nochmals gespült. Zum Wochenende oder vor einer längeren Stillstandszeit erfolgt zusätzlich eine intensive Außen- und Innenreinigung und -desinfektion.

Abb. 22: Ausschnitt aus einem Reinigungs- und Desinfektionsplan

ÄUSSERE REINIGUNG UND DESINFektion		nach einer Produktion bzw. mindestens alle 48 h		KHS	
Lfd. Nr.	Maschine/ Komponente	Methode	Aktion	System	Mittel
					Name Konzentration Einwirkzeit (min)
1.	Innerhalb des Füllereindraumes				
1.1	Füllereinhausung aussen und innen	Vorbereitungen	Produktreste abspülen, Aufkrämerarbeiten (Scherben, Kappen, Schmierstoffreste, ...)	Wasser	Wasser / /
1.2	Boden, Gullys, Verschleißer, Kappenfallrinne, Kabelkanäle, ausgebaute Formteile, Füller, Rinser	manuell schäumen alkalisch mit Handlance und bürsten	Bedienput: Anwahl Lauge-Schaum	Hygienecenter	Lauge, Haftschaum 2-4% 10
		manuell abspülen mit Handlance	Bedienput: Anwahl Wasser	Wasser	Wasser / /
1.3		manuell sprühen sauer mit Handlance und bürsten	Bedienput: Anwahl Säureschaum	Hygienecenter	Haftschaum sauer 2-5% 10
		manuell abspülen mit Handlance	Bedienput: Anwahl Wasser	Wasser	Wasser / /
2	Bedienbereich				
2.1	Boden	manuell schäumen alkalisch mit Handlance und bürsten	Bedienput: Anwahl Lauge-Schaum	Hygienecenter	Lauge, NaOH u. KOH 2-4% 5
2.2	Bedienbereich	manuell abspülen mit Handlance	Bedienput: Anwahl Wasser	Wasser	Wasser / /
2.3	Transporteure, Maschinenteile, Umfeld	manuell schäumen sauer mit Handlance und bürsten	Bedienput: Anwahl Säure-Schaum	Hygienecenter	Haftschaum sauer 2-4% 15
2.4		manuell abspülen mit Handlance	Bedienput: Anwahl Wasser	Wasser	Wasser / /

4.4.4.3 Grundlagen der Düsentechnik

4.4.4.3.1 Volumenstrom

Der Volumenstrom ist ein pro Zeiteinheit fließendes Volumen. Übliche Maßeinheit ist m³/h. Der Volumenstrom wird vor allem durch den Druck, die Dichte und Viskosität des zu zerstäubenden Mediums beeinflusst.

4.4.4.3.2 Einfluss der Dichte auf die Zerstäubung

Ändert sich die Dichte des zu zerstäubenden Mediums, so verändert sich auch der Volumenstrom. Soll beispielsweise ein Medium mit höherer Dichte als Wasser zerstäubt werden, sinkt der Volumenstrom. Ist dies der Fall, kann mit dem Faktor x die Änderung des Volumenstroms in Abhängigkeit der Dichte von Wasser bestimmt werden.

4.4.4.3.3 Viskosität (Zähigkeit innerer Reibung)

Viskosität ist diejenige Eigenschaft eines flüssigen oder gasförmigen Mediums, die bei Deformation das Auftreten von Reibungsspannungen zusätzlich zum thermodynamischen Druck hervorrufen, die einer Verschiebung von Flüssigkeits- oder Gasteilchen relativ zueinander entgegenwirken. Die innere Reibung stellt dabei den Widerstand dar, den die Flüssigkeit der Formänderung entgegen bringt. Somit verändert sich mit Erhöhung der Viskosität die Tropfenverteilung. Es gibt zwei Maßzahlen für die Viskosität:

die dynamische Viskosität η , mit der kinematische Viskosität ν .

Es gibt zwei Maßzahlen für die Viskosität:

die dynamische Viskosität η , mit der kinematische Viskosität ν

$$\text{Einheit: } \eta = \frac{N \cdot s}{m^2} = Pa \cdot s$$

$$\text{Einheit: } \frac{m^2}{s}$$

Verknüpft sind die beiden Maßzahlen durch die Beziehung:

$$\nu = \frac{\eta}{\rho} \text{ wobei } \rho \text{ die Dichte der Flüssigkeit darstellt}$$

4.4.4.3.4 Temperatureinfluss und Oberflächenspannung

4.4.4.3.5 Temperatur

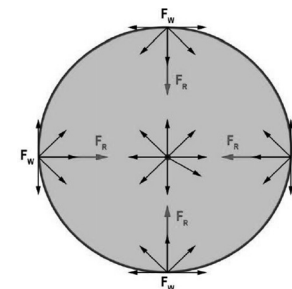
Beide Größen haben keinen so wesentlichen Einfluss auf das Sprühverhalten. Lediglich durch die Erhöhung der Temperatur lässt sich das Sprühverhalten bei viskosen Medien verbessern, da eine höhere Temperatur ein Absinken der Viskosität bewirkt.

4.4.4.3.6 Oberflächenspannung

Die Fähigkeit zur Tropfenbildung setzt kontrahierende Kräfte, z. B. Dipolkräfte beim Wasser im Inneren eines Tropfens voraus. Im Inneren des Tropfens heben sich die Anziehungskräfte gegenseitig auf, nicht dagegen in der an die Gasphase grenzenden Oberfläche. Die Größe der nach innen gerichteten Kraft ist ein Maß für die Oberflächenspannung σ der Flüssigkeit.

Abb. 23: Resultierende Kräfte.

$$\sigma = \frac{\text{Energiezunahme}}{\text{Oberflächenzunahme}} \text{ in } \frac{Nm}{m^2} = \frac{N}{m}$$



N = Newton

m = Meter

F_R = resultierende Kraft
 F_W = intermolekulare Kraft

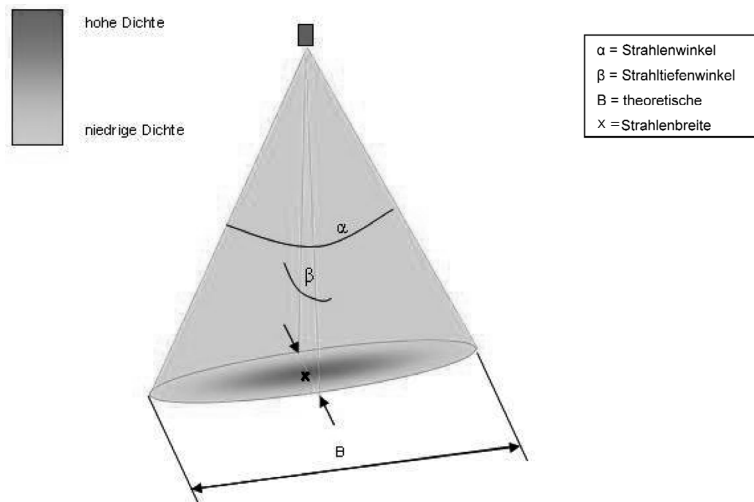
Soll die Oberfläche der Flüssigkeit vergrößert werden, so muss gegen diese Kraft Arbeit geleistet werden, d.h. die potentielle Energie der Moleküle wird erhöht. Diese Arbeit wird in der Zerstäubungstechnik durch die Pumpe aufgebracht. Die Erhöhung der Oberflächenspannung macht es für eine Flüssigkeit schwieriger in Tropfen aufzubrechen, daher steigt die Tropfengröße an. Ein Absenken der Oberflächenspannung bewirkt, dass kleinere Tröpfchen als gewöhnlich erzeugt werden können. Bei Flachstrahldüsen kann durch Erhöhung der Oberflächenspannung eine kleinere Strahlbreite festgestellt werden. Auf andere Funktionsgrößen bzw. Düsentypen hat die Oberflächenspannung keinen Effekt.

4.4.4.3.7 Strahlwinkel

Der Strahlwinkel wird nach dem Düsenaustritt ermittelt. Je nach Betriebsdruck beeinflussen Luft- und Reibverluste, sowie ballistische Einflüsse den Strahlverlauf und damit die Größe der beaufschlagten Fläche. Die Sprühbreite ist nicht proportional zum Druck. Bei zunehmendem Druck wird der Strahl erst breiter, dann wieder schmaler. Dieses Verhalten ist charakteristisch bei allen Düsenbauformen.

Abb. 24: Strahlenwinkel und Streuung

Flüssigkeitsverteilung



Bei Flachstrahldüsen verkleinert sich die Sprühbreite bei einer Erhöhung der Oberflächenspannung. Andererseits wird die Sprühbreite beim Absinken der Oberflächenspannung größer.

4.4.4.3.8 Tropfengröße

Wird die Oberflächenspannung herabgesetzt, bewirkt die Entstehung feinerer Tröpfchen. Die Zugabe von Benetzungsmittel kann die Tropfengröße reduzieren, wenn dies mit der Art der Anwendung im Einklang steht. Die Tropfengröße nimmt mit zunehmender Viskosität zu. Ab einem gewissen Maß kann nicht mehr von Tropfen gesprochen werden. Die „Tropfen“ sehen dann fadenförmig aus.

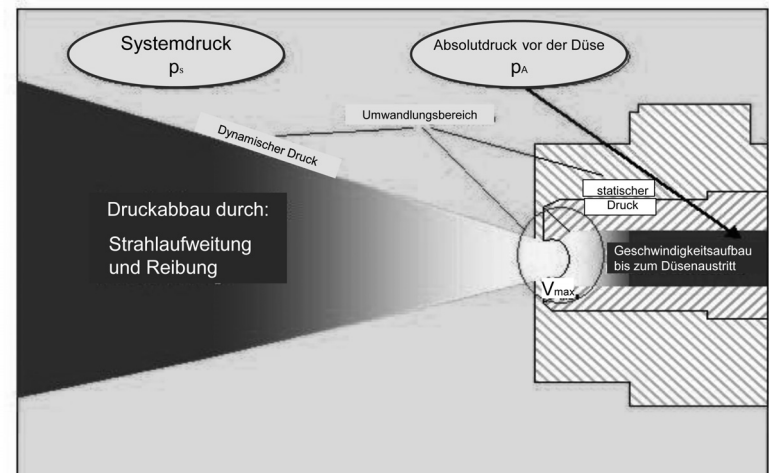
4.4.4.3.9 Flüssigkeitsverteilung

Um eine gleichmäßige Flüssigkeitsverteilung zu erhalten, müssen mehrere Düsen nebeneinander angeordnet werden, da eine Düse allein standardmäßig eine parabelförmige Flüssigkeitsverteilung erzeugen würde.

4.4.4.3.10 Druckdifferenz

Der Differenzdruck (Δp) ist der Druck über der Atmosphäre am Flüssigkeitsaustritt der Düse. Wird unter Gegendruck zerstäubt, ist der Volumenstrom vom Differenzstrom abhängig, welcher aus dem Absolutdruck vor der Düse (p_a) und dem Druck im System bzw. der Atmosphäre (p_s) errechnet wird. In vielen Anwendungen wird auch der Absolutdruck (p_a) angegeben. Der Absolutdruck errechnet sich dabei immer aus dem Differenzdruck zum System, in welches eingedüst wird, sowie dem hinzugefügten Systemdruck.

Abb. 25: Druckverluste (Keck und Kircher)



Die Dimensionierung der Düsen ist abhängig vom zerstäubenden Medium, Geometrie des zu beaufschlagenden Gegenstandes, Pumpendruck, Umgebungsdruck und -temperatur.

4.4.4.3.11 Spritzen und Sprühen

Da sich die Aufprallenergie mit dem Abstand zwischen Düse und Objektoberfläche ändert und der Abstand sowohl bei manueller Düsenführung als auch bei fest installierten Einrichtungen nicht als konstant vorzuziehend ist, können die Verfahren nicht nach der wirksamen Energie, sondern nur nach dem an der Düse erzeugten Druck benannt werden.

Die mechanische Komponente beruht weniger auf der Aufprallenergie als auf der Wirkung des nach dem Auftreffen an der Oberfläche möglichst turbulent ablaufenden Rieselfilmes. Da die Oberfläche hierbei ständig oder über längere Zeit regelmäßig durch einen zusammenhängenden Film überflutet werden muss, sind größere Flüssigkeitsdurchsätze von 5000-12000 L/h notwendig. 60 Re als untere Grenze für einen geschlossenen Rieselfilm, 400 Re als Turbulenzgrenze und 600 Re als Überschwallungsgrenze, die oberhalb der zusätzliche Flüssigkeitsmengen im Rieselfilm ohne nennenswerten Impulsaustausch quer zur Strömung transportiert werden.

Mit Flachstrahldüsen lässt sich der Schmutz spachtelartig abtrennen. Mit zunehmendem Spritzwinkel wird die Arbeitsbreite und damit die Flächenleistung größer, gleichzeitig aber der Strahl weicher. Während der Strahl mit Hilfe einer Lanze gezielt auf die Oberfläche gelenkt werden kann, müssen installierte Verteilereinrichtungen in ihrer Lage, Anzahl, Bohrung und Bewegung dem Objekt so angepasst sein, dass die von ihnen ausgehenden Strahlen die zu reinigenden Oberflächen möglichst dicht direkt oder indirekt (Rückstrahl oder Rieselfilm) abdecken. Feststehende Spritzköpfe (Igel- oder Sprühköpfe) mit gezielt angebrachten Bohrungen oder Schlitzen lassen zwangsläufig zwischen den gleichzeitig beaufschlagten Auftreffpunkten oder -linien Teilflächen frei, an denen nur ein Rieselfilm wirken kann. Demgegenüber werden bei rotierenden Kugeln diese Lücken etwas kleiner, insbesondere, wenn sie exzentrisch gelagert sind; der Druck und allerdings auch das Zertropfen und Zerstäuben nehmen zu.

Ebenso fallweise zu entscheiden ist über die Auswahl der Reinigungsschritte, Temperatur und Anwendungsdauer. Bei Verschmutzungen, die quellen müssen, empfiehlt es sich, die Oberflächen bei geringem Druck mit relativ konzentrierter Lösung einzusprühen und nach einer Einwirkdauer von 10-15 min mit klarem Wasser unter hohem Druck abzuspritzen (Zweistufen-Verfahren).

Tritt der Spritzstrahl aus einer bewegten Düse aus, trifft er das Schmutzteilchen unter wechselndem Winkel, und die wirksame Kraftkom-

ponente ändert sich ständig in ihrer Richtung und Größe, was die mechanische Abtrennung eines Partikels fördert. Allerdings darf die zu reinigende Fläche nicht zu stark mit Flüssigkeit beaufschlagt werden, weil sonst die auf der Oberfläche vorhandene Flüssigkeitsschicht die mechanische Wirksamkeit auftreffender Spritzstrahlen mindert und zugleich der Stofftransport senkrecht zur Wand beeinträchtigt wird.

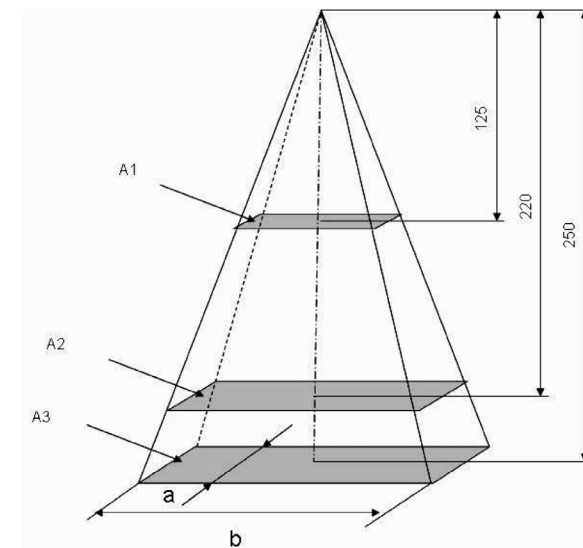
Maßgeblich für die mechanisch wirksame Komponente ist nicht der vor der Düse erzeugte Druck, sondern der Aufpralldruck; jene Kraft, mit der der Spritzstrahl auf die verschmutzte Oberfläche trifft. Er nimmt mit wachsendem Abstand zwischen Spritzdüse und Wand stark ab. Zerteilt sich der Flüssigkeitsstrahl in diskrete Wassertropfen, bestimmen deren Größe die mechanisch wirksame Kraft an der zu reinigenden Fläche maßgeblich.

4.4.4.3.12 Druckabbau nach dem Düsenaustritt

Am Austritt der Düse herrscht der Differenzdruck Δp . Durch das Aufweiten des Strahles nimmt dieser Druck im Verhältnis ab, d.h. der Druckabbau bis zum Aufprall der Tröpfchen kann durch das Verhältnis der Fläche berechnet werden.

Die Aufprallfläche der Tröpfchen wird als rechteckig angenommen. Die Austrittsöffnung an der Düse wird als kreisrunde Fläche angenommen.

Abb. 26: Druck-Flächen-Verhältnis



I Rückstoßkraft F_R

$$F_R = \dot{m} \cdot u_{liq} = \dot{V} \cdot \rho \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho}}$$

Einheiten:

$$\dot{V} = \left[\frac{m^3}{sec} \right] \quad \Delta p = \left[\frac{N}{m^2} \right] \quad \rho = \left[\frac{kg}{m^3} \right]$$

II Flächendifferenzdruck:

$$p = \frac{F_R}{A_{Fläche}} \hat{=} \text{Impact}$$

III Fläche:

$$A_{Flachstrahl} = 4 \cdot h^2 \left[\left(\frac{\alpha}{2} \right) \cdot \tan \left(\frac{\beta}{2} \right) \right]$$

die Grundfläche wird als Rechteck angenommen

Beispielrechnung :

Mit der Formel für die Strahlenbreite ergibt sich:

$$b = 2 \cdot h \cdot \tan \left(\frac{\alpha}{2} \right) = 2 \cdot 250 \text{ mm} \cdot \tan \left(\frac{75^\circ}{2} \right) = \underline{\underline{383,66 \text{ mm}}}$$

Die Strahltiefe ergibt sich aus dem Strahltiefenwinkel:

$$\alpha = 2 \cdot h \cdot \tan \left(\frac{\beta}{2} \right) = 2 \cdot 250 \text{ mm} \cdot \tan \left(\frac{6,4^\circ}{2} \right) = \underline{\underline{27,95 \text{ mm}}}$$

Das Flächenverhältnis zwischen Düsenaustrittsfläche und Aufprallfläche bildet den Faktor, mit dem der Sprühdruk p_e multipliziert werden muss.

$$f = \frac{A_D}{A_3} \quad p_{250} = f \cdot p_e$$

$$p_{250} = \frac{A_D}{A_3} \cdot p_e = \frac{\left(\frac{\pi \cdot d^2}{4} \right)}{a \cdot b} \cdot p_e = \frac{\left(\frac{\pi \cdot (4 \text{ mm})^2}{4} \right)}{27,95 \cdot 383,66 \text{ mm}} \cdot 2 \text{ bar} = \underline{\underline{0,0023 \text{ bar}}} \hat{=} \underline{\underline{0,23 \frac{mN}{mm^2}}}$$

Damit erhalten wir eine Größenordnung, um welchen Faktor der durch die Pumpe aufgebrauchte Sprühdruk beim Auftreffen auf der Oberfläche abgenommen hat. Da die Drücke p_e und p_{250} Differenzdrücke sind, kann leicht erkannt werden, dass in 250 mm Entfernung kaum noch einen Unterschied

zur Atmosphäre bzw. zum System besteht. Mit anderen Worten, von 0,2 MPa Druck am Düsenaustritt, sind in 250 mm Entfernung nur noch 0,00023 MPa übrig geblieben.

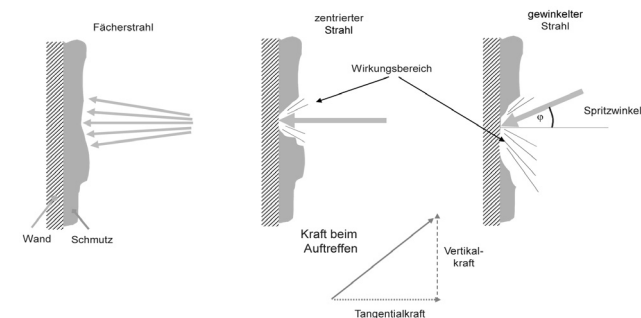
Daraus kann man erkennen, dass der Druckabbau nach dem Düsenaustritt sehr rasch erfolgt, so dass schon nach sehr kurzer Entfernung praktisch kein Differenzdruck zum System bzw. der Atmosphäre mehr herrscht.

4.4.4.3.13 Einflussfaktoren auf die Strahlkraft

Sprühwinkel und Strahltiefe: Um eine möglichst hohe Reinigungswirkung bzw. eine hohe Strahlkraft zu erzielen, kommt es darauf an, einen scharf begrenzten Strahl zu erzeugen, weil die gesamte Strahlkraft auf eine kleinere Fläche konzentriert ist. Dazu muss besonderes Augenmerk auf die Auslegung der Geometrie von Düsenaustrittsöffnung und Strahlrichter gelegt werden, um die Strahltiefe und Strahlbreite möglichst klein zu halten.

Druck	Höherer Druck verbessert normalerweise die Strahlkraft, jedoch nur bis zu einem gewissen Punkt. Es kommt darauf an, ob die Düse für den Druck konstruiert wurde.
Volumenstrom	Ein höherer Volumenstrom erhöht die Strahlkraft in jedem Fall. Die Strahlkraft steht in einem linearen Verhältnis zum Volumenstrom, d. h. wird der Volumenstrom verdoppelt, verdoppelt sich auch die Strahlkraft.
Spritzabstand	Tropfen werden durch die Reibung mit der Luft abgebremst und verlieren dadurch an Geschwindigkeit. Umso größer die Geschwindigkeit eines Tropfens ist, desto größer ist die freiwerdende Energie bei der Kollision mit der Oberfläche. Für eine möglichst hohe Strahlkraft bedeutet dies, dass die Anzahl der Tropfen pro Flächeneinheit und ihre Geschwindigkeit möglichst hoch sein muss.

Abbildung 27: Prinzip der Spritzwirkung von Düsen



Das Verhältnis zwischen Spritzabstand und Fläche ist gleich der Veränderung des Spritzdrucks. Theoretisch gilt: verdoppelt man den Spritzabstand, so quadriert sich die beaufschlagte Fläche. Der Strahldruck fällt daher um das vierfache.

Theoretisch quadriert sich der Impact mit dem Halbieren des Spritzabstandes. Also liegt ein exponentiales Verhältnis vor. Durch die Verdopplung des Volumenstroms verdoppelt sich auch der Impact. Es liegt also ein lineares Verhältnis vor.

4.4.4.4 Allgemeines über Strahlenformen

Düsen werden in einer Vielzahl von Anwendungen eingesetzt. Hieraus ergeben sich verschiedene Anforderungen an die Düse. Eine dieser Anforderungen ist die richtige Strahlenform passend zu dem jeweiligen Anwendungsbereich. Im Wesentlichen wird das Sprühverhalten einer Düse bzw. die Strahlform durch folgende Faktoren bestimmt:

- Gestaltung der Austrittsgeometrie an der Düsenöffnung
- Mediumseigenschaften (Dichte, Viskosität)
- Aufbau im Inneren der Düse (Drallkörper)
- Zuführung des Mediums (tangential, axial)

Abbildung 28: Düsenarten und -formen



Quellen: Fa. Lechler und Fa. Lohrke

4.4.4.4.1 Einstoffzerstäubung

Durch Verengung des Leitungsquerschnitts in der Düse erhöht sich die Strömungsgeschwindigkeit des zu zerstäubenden Mediums. Potentielle Energie wird in kinetische Energie (Geschwindigkeit) umgesetzt. Bei der Entspannung nach dem Düsenaustritt entstehen Flüssigkeitslamellen mit aerodynamischer Wellenbildung, die zur Auflösung der Flüssigkeit in Tropfen unterschiedlicher Größe führen.

4.4.4.4.2 Flachstrahldüsen

Das Sprühbild von Flachstrahldüsen ist aufgrund der inneren Strömungsführung eine scharf begrenzte Linie, welche bedingt durch die Austrittsgeometrie in ihrer Strahlbreite (Strahlwinkel) variiert wird. Die Flüssigkeitsstromlinien verformen sich an der Austrittsöffnung zu flachen, fächerartigen Strahlen. Der nach Austritt der Düse entstehende flache Spray nimmt mit zunehmendem Abstand von der Düse Lamellenform an und löst sich danach in Tröpfchen auf. Durch die entsprechende Gestaltung der funktionsbedingten, geometrischen Abmessungen, kann eine parabel- oder rechteckförmige Flüssigkeitsverteilung erzielt werden.

Eine Sonderstellung nimmt die Zungendüse ein. Der Flachstrahl entsteht hier durch Umlenkung eines Vollstrahls auf eine äußere Prallfläche. Zungendüsen sind besonders verstopfungsunempfindlich und erzeugen einen scharf begrenzten Strahl. Zudem tritt so gut wie keine Spraybildung auf.

4.4.4.4.3 Geometrische Größen

Bei Flachstrahldüsen unterscheidet man zwischen Strahlwinkel (α) und Strahltiefenwinkel (β). Flachstrahldüsen gibt es zwischen 30 und 120° Strahlwinkel. Der Strahltiefenwinkel ist druckabhängig.

- Niederdruck: ca. 6-7°
- Hochdruck: ca. 3°

Die Flüssigkeitsverteilung einer Flachstrahldüse ist parabelförmig über die Strahlenbreite verteilt. Um eine gleichmäßige Verteilung zu erhalten, ordnet man Flachstrahldüsen im Verbund nebeneinander an. Dabei hat sich eine Strahlenüberschneidung von ca. 30° als sehr empfehlenswert herausgestellt. Zungendüsen haben in der Regel eine gleichmäßige Flüssigkeitsverteilung über die gesamte Fläche.

Man unterscheidet zwischen Flachstrahldüsen, bei denen der Strahl durch eine elliptische Austrittsöffnung geformt wird und Düsen, bei denen der Strahl durch eine tangential angeordnete Prallfläche erzeugt wird. Der Strahlwinkel von Flachstrahldüsen kann zwischen 30 und 120° betragen. Bei Zungendüsen können auch Winkel von bis zu 140° erzielt werden.

Allgemein verwendete Literatur

Monod, J.: The growth of bacterial cultures
Annual Rev. Microbiol. 3, 371 ff, 1949

Reinigung und Desinfektion in der Lebensmittelindustrie - Reinigungsverfahren. Hrsg.: Wildbrett, G., Behr's Verlag Hamburg 1995, S.151-174

Bauer, K-H., Frömming, K. H., Führer, C. :
Lehrbuch der Pharmazeutischen Technologie, 4. Auflage,
Thieme Verlag Stuttgart, 60ff, 1993

Birus, T.
Moderne Betriebstechnik für die Lebensmittel-,
Pharma- und Kosmetikindustrie,
Verlag: confrica media GmbH, 1. Auflage, Straßhaus 2005, S. 54f

Bodenschatz, W. (Hrsg.),
Desinfektion, Rechtsvorschriften und Materialien,
Behr's Verlag GmbH & Co. KG, Loseblattwerk

Brunkow, R., Delucia, D., Hazft, S.
Rinse Sampling for Cleaning Validation Studies Pharmaceutical
Technology: A Biotechnology Perspektive.
Parenteral Drug Association, PDA: Bethesda, MD/USA

Bultmann, M.
2005, Konduktometrie (Leitfähigkeitsmessung). Uni-Heidelberg
(www.vzuser.uni-heidelberg.de/~hq9/uni/PC/F_Konduktometrie.PDF).
am 27. Juli 2006

Eros, H.; Wolf, D.
Wachstum, Vermehrung und Reduzierung von Mikroorganismen
haben mathematisch viel gemeinsam.
Flüssiges Obst 75 (2008), 5.135-139

Evers, H.
Viskosität, Handbuch der Fülltechnik – Grundlagen und Praxis für das
Abfüllen flüssiger Produkte - Hrsg. Kronseder, V.,
1. Auflage, Behr's Verlag Hamburg, 2004

Grasshoff, A.
Zum Einfluss der chemischen Komponenten alkalischer Reiniger auf die
Kinetik der Ablösung festverkrusteter Beläge aus Milchbestandteilen vor
Erhitzerplatten
Kieler Milchwirtschaft Forschungsbericht 40 (3), 486-492, 1993

Henkel, G.
Austenitische Chromnickelstahllegierung. Verbessertes Eigenschaftsprofil
durch Passivierung, Sonderdruck, cav 6/94

Hoffmann, W. , Reuter, H.
Zirkulationsreinigungen (CIP) von geraden Röhren in Abhängigkeit von
physikalischen Einflussfaktoren, Milchwissenschaft 39 (10), 594-597, 1984

Keck, D., Kircher, D.
Grundlagen - Einflussfaktoren auf Zerstäubung
Lechler GmbH Metzingen Knowledge Center, 1. Auflage 2005a

Keck, D., Kircher, D.
Grundlagen - Strahlenformen
Lechler GmbH Metzingen Knowledge Center, 1. Auflage 2005b

Kessler, H. G.
Lebensmittel- und Bioverfahrenstechnik – Molkereitechnologie
Verlag A. Kessler, München 1996, S. 574ff, 606

Kiermeier, F., Mrozek, H.,
Reinigung und Desinfektion in der Lebensmittelindustrie,
Hrsg.: Wildbrett, G., Behr's Verlag Hamburg 1995, S.16f

Kleppmann, W.
Taschenbuch der Versuchsplanung,
3. Auflage Hanser Verlag, 2003 S.10-13, 93ff

Krämer, J.
Lebensmittelmikrobiologie
UTB-Taschenbuch, 124-126, 1992

Lechler GmbH
Produktschrift – Tropfengrößenanalyse,
Metzingen Auflage September 2005

Richard, J., Forsyth, R.J., Haynes, D.
Cleaning Validation in a Pharmaceutical Research Facility
Schreiber, F.
Elektrochemische Methoden zur quantitativen Analyse, Uni-Greifswald
([http://www.chemie.uni-greifswald.de/~analytik/Lehre/Schr%F6der/](http://www.chemie.uni-greifswald.de/~analytik/Lehre/Schr%F6der/Quanti/VL05_Konduk_EGravi.pdf)
[Quanti/VL05_Konduk_EGravi.pdf](http://www.chemie.uni-greifswald.de/~analytik/Lehre/Schr%F6der/Quanti/VL05_Konduk_EGravi.pdf)).am 27. Juli 2006

Schröder, W.
Mikrobiologie der Lebensmittel – Getränke
Hrsg.: Helmut H. Dittrich
Verlag Behr, B. Hamburg; Auflage 1993, S.315-323

Schwedt, G.
Taschenatlas der Lebensmittelchemie,
Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1999, S178
Stache Tensid Handbuch
2. Auflage, Hanser Verlag 11ff, 1981

Weiß, Joachim
Duden – Das neue Lexikon
Dudenverlag Mannheim, 3. Auflage 1996, S. 3700

Wildbrett, G.,
Reinigung und Desinfektion in der Lebensmittelindustrie – Wirksamkeits-
bestimmende Faktoren für die Reinigung,
Behr's Verlag Hamburg 1995, S.122-145

White, H.R.
The heat resistance of *Streptococcus faecalis*
J. Gen. Microbiol. 8; 27ff, 1953

Wolf, Diana
Probleme und Perspektiven der Nutzung elektrodialysierender
hergestellter Desinfektionsmittel
Dissertation TU-Berlin, 2009

Fa. Zeiss
Produktschrift, [http://www.zeiss.com/C12567BE0045ACF1/](http://www.zeiss.com/C12567BE0045ACF1/ContentsWWWIntern/8B5095F57C4584FEC1256CE90052CBBD)
ContentsWWWIntern/8B5095F57C4584FEC1256CE90052CBBD,
28.Juni 2006

Autor des Kapitels
Priv. Doz. Dr. Hartmut Evers

- 4.8 FÜLLEN UND RINSEN
 - 4.8.1 Biologische Einordnung der Getränke
 - 4.8.2 Füllverfahren
 - 4.8.3 Füllmaschinentechnik
 - 4.8.3.1 Begriffe
 - 4.8.3.2 Bauformen und Aufbau
 - 4.8.3.3 Blockbauweise
 - 4.8.4 Fülltechnik und Füllsysteme für Flaschen
 - 4.8.4.1 Fülltechnische Einordnung der Getränke
 - 4.8.4.2 Vollstrahl Füllsysteme, kontaktlose Füllsysteme
 - 4.8.4.3 Rechnergesteuerter, füllrohrloser Höhenfüller
 - 4.8.4.4 Füllsysteme mit Füllrohr
 - 4.8.4.5 Besonderheiten bei der Füllung von PET-Flaschen
 - 4.8.4.6 Rechnergesteuerter, füllrohrloser Volumenfüller
 - 4.8.4.7 Höhenfüller bei Normaldruck mit Füllrohr
 - 4.8.4.8 Dämpfen von Flaschen im Füller
 - 4.8.5 Technologische Werte
 - 4.8.6 Betriebshinweise
 - 4.8.7 Rinstchnik
 - 4.8.8 Auslegen der Maschinengröße
 - 4.8.9 Reinigung und Desinfektion

4.8 FÜLLEN UND RINSEN

Das Getränk muß nun mittels Abfüllanlagen in Packmittel gefüllt werden. Als Packmittel werden im allgemeinen Glasflaschen, Kunststoffflaschen und Dosen sowie zusätzlich Verpackungen in Kartons oder Tüten für stille Getränke herangezogen. Eine komplette Abfüllanlage besteht bei Mehrwegflaschen aus dem sogenannten Trockenteil und dem Naßteil. Im Trockenteil finden unter anderem Arbeitsschritte wie Depalietieren, Auspacken, Waschen und Zwischenlagern von Kästen, Einpacken und Palletieren statt. Im Naßteil werden Flaschen gereinigt, inspiziert, gegebenenfalls gerinst, gefüllt, verschlossen, etikettiert, codiert und gegebenenfalls pasteurisiert. Da im Rahmen dieses Handbuches nur das Rinsen, Füllen und Verschließen von Flaschen behandelt wird, verweisen wir bei den nicht behandelten Arbeitsschritten auf die einschlägige Literatur.

In einem Abfüllbetrieb spielt der Füllprozeß eine zentrale Rolle, da er geschwindigkeitsbestimmend für die Ausbringung der Gesamtanlage ist. Zudem ist er der letzte Schritt im Aufbereitungs- und Abfüllprozeß, der die Qualität des Produktes mitbestimmt, wenn nicht noch ein Tunnelpasteur nachgeschaltet ist. So bestimmt der Füllprozeß die Sauerstoffaufnahme und den CO₂-Verlust beim Füllen und Entlasten. Er beeinflußt die Möglichkeit der Kontamination durch getränkeschädigende Mikroorganismen, die Möglichkeit der Pfropfenbildung durch Aufschwimmen von Feststoffteilen wie Fruchtzellen und ist letztendlich je nach maximal verarbeitbarer Produkttemperatur und den Maschinenverbrauchswerten mit für die Wirtschaftlichkeit einer Anlage und den Verkaufserfolg eines Produktes verantwortlich.

4.8.1 Biologische Einordnung der Getränke

Um unter einer Vielzahl von Füllverfahren das geeignete auszuwählen, muß vorrangig die biologische Empfindlichkeit des Getränkes berücksichtigt werden. Bei der Wahl des Füllsystems sind das Abfüllverhalten eines Getränkes, die Auswirkungen von Oxidationen sowie das Flaschenmaterial ausschlaggebend.

Oberstes Ziel bei der Wahl eines Füllverfahrens muß die Vermeidung einer mikrobiologischen Schädigung des Getränkes in der Flasche während der Lagerzeit sein. Die Möglichkeit der mikrobiologischen Entwicklung steigt im relevanten Bereich mit höherem pH-Wert, O₂- und Nährstoffgehalt, höherer Temperatur bis zu ca. 40° C sowie niedrigerem CO₂-Gehalt, Alkoholgehalt und dem Gehalt an ätherischen Ölen.

Getränke-
schädlinge

Bei biologisch empfindlichen Getränken ist das Spektrum der getränkeschädigenden, vermehrungsfähigen Keime größer. Es erhöht sich bei der Kaltfüllung die Gefahr der Primärkontamination bei der Herstellung oder der Sekundärkontamination bei der Abfüllung. Befindet sich nach der Abfüllung nur ein obligater Getränkeschädling in der Flasche, so ist die biologische Haltbarkeit der Flasche nicht mehr gewährleistet. Sind die Lagerbedingungen bei höheren Temperaturen (über 20° C) ungünstig, so kann das Getränk bereits schon innerhalb von Tagen 'verderben'. Biologisch ist ein Getränk dagegen unbegrenzt haltbar, wenn keine obligaten (sich mit Bestimmtheit vermehrende und schädigende Keime) und keine potentiellen Getränkeschädlinge (bei geringen Veränderungen der Wachstumsbedingungen, beispielsweise während der Lagerzeit, sich vermehrende Keime) in der Flasche vorhanden sind (1).

Carbonisierte Soft-Drinks (CSD) und Mineralwässer werden durch einen höheren CO₂-Gehalt ab ca. 5 g/l biologisch geschützt, so daß abweichend von Kap. 4.4 nur reduzierte besondere hygienischen Maßnahmen erforderlich sind, um eine keimarme Kaltfüllung zu gewährleisten. Bei allen anderen alkoholarmen Getränken müssen für eine keimarme Kaltfüllung besondere hygienische Bedingungen geschaffen werden. Bezüglich der keimarmen Bierfüllung wird auf die Ausführungen in Kap. 2.4 verwiesen.

keimarmes
Kaltfüllen

Unter dem Begriff „keimarmes Kaltfüllen“ wird verstanden, daß durch den Ausschluß von getränkeschädigenden Mikroorganismen die biologische Stabilität während der garantierten Mindesthaltbarkeitszeit des Produktes erreicht wird. Eine chemische Behandlung oder die Pasteurisation des Produktes im verschlossenen Behältnis mit dem Ziel der Keimreduzierung ist in diesem Fall nicht erforderlich.

Keimarmut

Der Begriff Keimarmut wird also weit gefaßt und bezieht sich immer auf die Vorgaben durch das Getränk, das die Wachstumsbedingungen vorgibt. Je nach Getränk sind für eine biologische Stabilität unterschiedliche Keimarten erlaubt. Eine keimarme Limonadenfüllung ist daher nicht bezüglich der notwendigen Verfahrenstechnik und Hygiene mit einer keimarmen Saft-, Wein-, Bier- oder Milchfüllung gleichzusetzen. Diese Interpretation der Keimarmut entspricht der Festlegung im Einheitsblatt der VDMA (5) ist jedoch in der Getränkebranche nicht konsequent angewandt worden, so daß auch andere Bezeichnungen wie kaltseptisch oder getränkesteril gängig sind.

Getränke, die durch den Befall von Schimmelpilzen verderben können, sind in der AFG-Industrie biologisch als besonders empfindlich anzusehen. Hierzu gehören alle CO₂- und alkoholfreien Getränke. Schimmelpilzsporen befinden sich fast überall in der Luft, im Gegensatz zu getränkeschädlichen Hefen und Bakterien. Alle Getränke mit einem pH-Wert unter 4,5, zu denen die Erfrischungsgetränke gehören, haben jedoch gemeinsam, daß in ihnen keine besonders resistenten Bakteriensporen oder pathogene, den Menschen gefährdenden Keime, wachsen können. Für diese Getränke genügt

daher ein Pasteurisieren.

Verzichtet man auf spezielle hygienische Maßnahmen und technische Voraussetzungen, so bleibt für stille alkoholfreie Getränke nur eine Heißfüllung oder einer Kaltfüllung mit anschließender Flaschenpasteurisation übrig.

4.8.2 Füllverfahren

Abb. 1 gibt einen Überblick über die bisher erläuterten und im folgenden näher beschriebenen Abfüllverfahren, die hinsichtlich ihrer biologischen Eignung zur Abfüllung unterschieden werden.

Kaltabfüllung

Für karbonisierte Getränke kommt nur die Kaltabfüllung in Frage. Die Kaltabfüllung gilt als Standardverfahren in der Abfülltechnik. Getränke mit höherem CO₂-Gehalt werden entweder gekühlt bei 4-10° C oder bei normaler Wassertemperatur abgefüllt (max 20°C), was bei der heutigen modernen Fülltechnik zu moderaten Einbußen in der Füllgeschwindigkeit führt.

Bei älteren Anlagen verbessert eine Kühlung dagegen besonders in den Sommermonaten und bei kleineren Flaschen das Füllergebnis durch:

- höhere Ausbringung des Füllers
- geringere CO₂-Verluste bei gleichmäßigen Werten
- weniger Produktverluste
- gleichmäßige Füllhöhen
- weniger Flaschenbruch und
- weniger Verschleiß.

Zurückzuführen ist dieses allein auf die mit abnehmender Temperatur bessere Löslichkeit des Kohlendioxides und den niedrigen Diffusionskoeffizienten, wodurch die Fülldrücke geringer sind und die Blasen nach der Entlastung nicht so schnell anwachsen und aufsteigen.

Günstig ist eine Kühlung, wenn sie unmittelbar vor der Karbonisierung vorgenommen wird und sowohl Karbonisiersystem als auch weiterführende Leitungen isoliert werden.

Füllverfahren

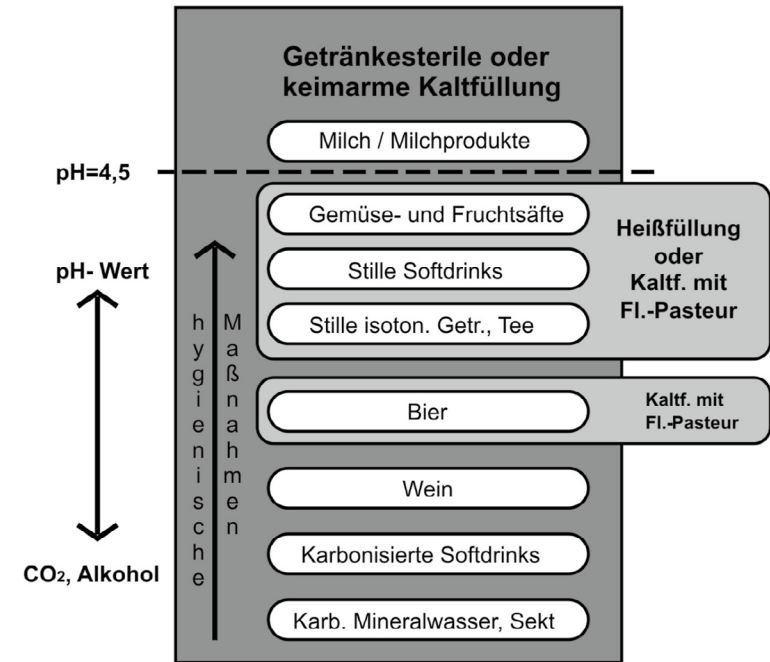


Abb. 1: Zuordnung der am häufigsten angewandten Füllverfahren

keimarme Kaltfüllung

Getränkesterile oder keimarme Kaltfüllung

Die keimarme Kaltfüllung stellt bei CSD's das wirtschaftlichste Verfahren dar, weil sie die geringsten Investitions- und Betriebskosten verursacht. Da die Packmittel und die normale Umgebungsluft bei diesen Getränken keine Getränkeschädlinge enthalten, erübrigen sich Maßnahmen, wie sie beispielsweise später bei den stillen Getränken beschrieben werden. Zu berücksichtigen sind allerdings Spritzaerosole, die im Füllbereich entstehen und durch die Luft übertragen werden. Bei unzureichender Reinigung und Desinfektion des Füllers (siehe Kap. 4.4) können besonders in den Sommermonaten in den kleinen Tröpfchen verstärkt Hefen und Bakterien enthalten sein, die zwischen Füller und Verschleißer in die offene Flasche gelangen können. Auch sind die Kontaktflächen der Maschine mit dem Packmittel und dem Getränk dann mit Hefen und Bakterien versehen. Ein Höchstmaß an mikrobiologischer Sicherheit bietet dieses Verfahren demnach nicht. Werden jedoch die hygienischen Maßnahmen gemäß Kap. 4.4 eingehalten ist nicht mit Kontamination des Produktes zu rechnen.

Da bei stillen Getränken die verfahrenstechnischen und hygienischen Anforderungen zur keimarmen Flaschenabfüllung stark steigen, wird hier am häufigsten die Heißfüllung angewendet. Bedeutung hat die keimarme Füllung bei stillen Getränken allerdings in AFG-Betrieben, die zusätzlich in Verbundverpackungen produzieren. Aber auch bei dem Wunsch, nur bis 60° C hitzebeständige, preisgünstige Standard-PET-Flaschen zu verwenden, wird die keimarme Kaltfüllung bei stillen Getränken wirtschaftlich besonders interessant.

Bei der keimarmen Abfüllung von stillen Getränken müssen Getränk, Packmittel, produktführende Leitungen, Maschinen und das Umfeld keimarm, d. h. frei von Getränkeschädlingen sein. Die Produkte werden kurz vor der Abfüllung durch eine Kurzzeiterhitzung pasteurisiert und dem Füller zugeführt. Durch Dampf- oder Heißwasserbehandlung der Leitungen und des Füllers bei zusätzlicher Verwendung spaltarmer Dichtungen und Ventile werden die Innenoberflächen entkeimt. Die dem Füller zugeführten Flaschen und Verschlüsse müssen zusätzlich desinfiziert werden, auch wenn es sich um Neumaterial oder Flaschen aus der Reinigungsmaschine handelt. Um eine Infektion der Flaschen zwischen Füller und Verschleißer zu vermeiden, muß die Luft keimarm sein. Dies wird beispielsweise durch Einhausung der Anlage in einen Reinraum erreicht. Hochleistungsanlagen für dieses Füllverfahren befinden sich derzeit noch in der Entwicklung. Es bleibt abzuwarten, inwieweit die Reinraumverhältnisse im Praxisbetrieb aufrecht zu erhalten sind und die Flaschenentkeimung (siehe Kap. 4.8.7) den Anforderungen gerecht wird.

Die keimarme Kaltfüllung von stillen Getränken in Gläser konnte sich nicht durchsetzen, da die geringen Qualitätsvorteile bei Getränken aus Konzentraten den höheren technischen und hygienischen Aufwand nicht rechtfertigen.

Sterilisierte Milch- und Molkeprodukte erfordern eine aseptische Abfüllung oder eine Nachbehandlung im Autoklaven, bei der alle Keime abgetötet werden. Da im Gegensatz dazu Frischmilch nur pasteurisiert wird, ist hier lediglich eine Füllung unter besonderen hygienischen Voraussetzungen erforderlich, bei der die Keimzahl im Getränk nicht erheblich ansteigt und die Mindesthaltbarkeit von beispielsweise 5 Tagen eingehalten werden kann.

Kaltfüllung mit Zusatz von VELCORIN®

Eine „Kaltsterilisation“ für CSD's durch eine Dosage von max. 250 mg/l DMDC (VELCORIN®) in die Produktleitung vor dem Füller vermindert das mikrobielle Risiko in den abgefüllten Produkten erheblich und gibt dem weniger perfekt eingerichteten Betrieb erhöhte Sicherheit (s. auch 1.7.2.1.3). In der Fülltechnik besteht bei der Verwendung von VELCORIN® kein Unterschied zur normalen Kaltfüllung.

Kaltfüllung mit
anschließen-
der Hitze-
behandlung

Kaltfüllung mit anschließender Hitzebehandlung in der Flasche (Flaschen- oder Tunnelpasteur)

Die Kaltfüllung mit anschließender Hitzebehandlung in der Flasche hat vorwiegend in heißen Ländern für Fruchtlimonaden Anwendung gefunden. In unseren Breiten werden vor allem stille Getränke wie Fruchtsäfte auf diese Weise haltbar gemacht, wobei Kerntemperaturen von 72-80° C ausreichen. Bei CO₂-haltigen Getränken muß der Gehalt auf 5-7 g/l begrenzt werden, um zu hohen Druck und dadurch bedingten Flaschenbruch zu vermeiden. Die Limonaden werden auf (ca.) min. 60° C in der Flasche erhitzt, wobei eine Heißhaltezeit von 15 min genügt, um die Hefen als Getränkeschädlinge abzutöten. Es ist vor der Entscheidung für dieses Füllverfahren nicht zu vergessen, daß in der Flasche Drücke von bis zu 10 bar auftreten, so daß besondere Anforderungen an Flasche und Verschluß gestellt werden müssen. Infolge der Wärmeausdehnung des Getränkes muß zudem der Freiraum in der Flasche mindestens 3% der Nennfüllmenge betragen.

Qualitativ hat das Verfahren Nachteile. Die Hitzebehandlung über lange Zeit verursacht eine kräftige Oxidation unter Verbrauch des gesamten vorhandenen Sauerstoffs. Dies bedeutet eine schnelle Alterung und Bräunung des Flascheninhalts. Bei Zitrusgetränken macht sich diese unerwünschte Veränderung stärker bemerkbar als bei Obstsaften. Daneben erfordern die erforderlichen Tunnelpasteure hohe Investitions- und Betriebskosten sowie einen hohen Platzbedarf.

Heißfüllung

Heißfüllung

Im großen Stil wird die Heißfüllung in der Fruchtsaft-Industrie praktiziert. In Betrieben, die Getränke verschiedener Gattungen abfüllen, werden dafür meist Druckfüller eingesetzt, wobei dann CO₂-haltige Produkte kalt und stille Getränke heiß abgefüllt werden.

Bei der Heißfüllung werden biologische Sicherheiten von bis zu 100% erreicht. Das heiße Produkt übernimmt hierbei die Entkeimung des Packmittels, so daß die Flasche möglichst randvoll gefüllt wird. Bei größeren Freiräumen werden Flaschenwender oder längere aktive Heißhaltezeiten in dem Füller nachgeschalteten Flaschenrückkühler eingestellt.

Die Heißabfüllung kohlenensäurehaltiger Getränke wird zwar praktiziert, beschränkt sich aber auf Getränke mit geringem CO₂-Gehalt von 3-5 g/l und auf kleine Flaschen, da diese höhere Berstdrücke und größere relative Freiräume aufweisen. Der erforderliche Fülldruck von 9-10 bar bei 60° C erklärt den hohen Verschleiß an Flaschen- und Maschinenteilen.

Kalt-
sterilisation
mit Velcorin

4.8.3 Füllmaschinentechnik

4.8.3.1 Begriffe

Die Nennausbringung einer Abfüllanlage wird für eine Getränkesorte und eine Abfülleinheit nach Art, Größe, Verschluß und Etikettenausstattung in Flaschen je Stunde oder je Minute angegeben. Daraus folgt, daß eine Abfüllanlage mit verschiedenen Nennausbringungen ausgestattet sein kann. Die Nennausbringung der Abfüllanlage stimmt mit der Nennausbringung der Füllmaschine überein. Voraussetzung hierfür ist, daß alle anderen Aggregate der Füllkolonne zumindest die gleiche Nennausbringung besitzen wie die Füllmaschine. Maximale Nennausbringungen von Abfüllanlagen liegen bei 75.000 FI/h. Abweichend hiervon ist die Dosenfüllung mit bis zu 120.000 Dosen/h.

Die Erfahrung lehrt, daß Palettierer 25% (Bei Mehrweg bis zu 50%, je nach Durchmischungsgrad des Leergutes), Aus- und Einpacker 10-25%, Reinigungs- und Etikettiermaschinen bis zu 10% sowie Inspektionsmaschinen ca. 5-10% größer als die Nennausbringung des Füllers ausgelegt sein sollten (Berg'sche Kurve).

Die Begriffe Nennausbringung, Wirkungsgrad, Liefergrad, Laufzeit etc. einer Abfüllanlage werden in der DIN 8782 (6) genauestens beschrieben und daher wird an dieser Stelle auf diese verwiesen. Weiterhin werden in der DIN 8783 (7) Anweisungen zur Abnahme der zugesagten Leistungen gegeben. DIN 8784 (8) enthält Vorschläge zur Angebotserstellung und Erstellung der Spezifikationen bei der Auftragserteilung. Hierdurch kann der Kunde Angebote verschiedener Maschinen- oder Anlagenhersteller direkt miteinander vergleichen, ohne durch unterschiedliche Darstellungsweisen die Übersicht zu verlieren.

4.8.3.2 Bauformen und Aufbau

Reihen- und Batteriefüller für manuelle Bedienung sind heute für den Erfrischungsgetränkebetrieb aufgrund der geringen Ausbringungen nahezu bedeutungslos geworden. Für Versuchsaufgaben oder Partyfaßfüllungen werden solche Aggregate fallweise verwendet. Der gebräuchliche Rundfüller mit bis zu 192 Füllstellen und Durchmesser von bis zu 6,5 m ist sowohl mechanisch als auch rechnergesteuert im Einsatz.

Der Aufbau eines rechnergesteuerten Rundfüllers und seine Beschreibung ist Abb. 2 zu entnehmen.

Für den Antrieb des Aggregates werden heute mehrere Servoantriebe eingesetzt, die elektrisch synchronisiert werden. Beim Füller wirkt die Antriebskraft auf die Kugeldrehverbindung; für den Verschleißer und die Überführungsterne die über Zahnräder verbunden sind ist ein weiterer Servomotor eingesetzt. Hierüber wird auch der Schneckenantrieb, soweit benötigt, gesteuert. Dies ist die typische Konfiguration für einen Glasflaschenfüller. Die einfache Bedienung erfolgt über ein farbiges Touchpanel.

Nennaus-
bringung

Berg'sche
Kurve

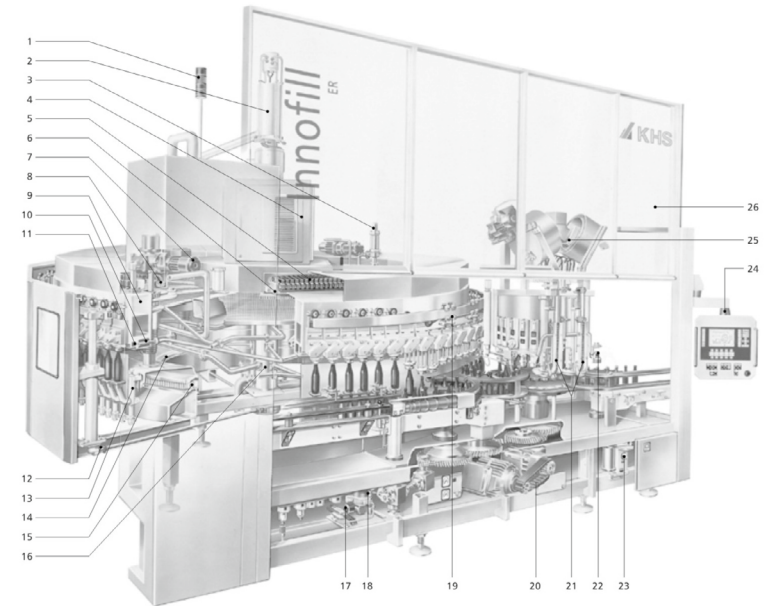
Bauformen

Rundfüller

Antrieb

Flaschen-
hub-
einrichtung

Abb. 2: Aufbau eines rechnergesteuerten Rundfüllers (9)



- | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| 1 Lichtanzeige Betriebszustand | 10 Vakuumkanal | 19 Kurve zur Steuerung |
| 2 Elektroverteiler | 11 Rückgaskanal | der Zentriertulpen |
| 3 Überdruck Sicherheitsventil | 12 Höhenverstellung, Steuerung | 20 Hauptantrieb |
| 4 Zentralrechner | 13 Hubzylinder | 21 Verschlußzuführung |
| 5 Magnetventile zur Steuerung | 14 Spindel, Höhenverstellung | 22 Verschlußkontrolle |
| 6 Zahnkranz, Höhenverstellung | 15 Kugeldrehverbindung | 23 Hubzylinderschmierung |
| 7 Motor, Höhenverstellung | 16 Füllgut- und Gasverteiler | 24 Bedienerführung |
| 8 Kabelkanal | 17 Überwachung Schmiervorgang | 25 Verschluß-Sortierwerk |
| 9 Füllgutbehälter | 18 Zentralschmierung | 26 Frontverkleidung |

Der Flaschenein- und auslauf erfolgt immer einreihig. Die Flaschen werden mittels Vorordnerschnecke noch auf dem Transportband auf gleiche Abstände oder auch Teilung voneinander gebracht und dann über einen Einlaufstern den Hubelementen zugeführt. Die Ausgabe aus dem Füller erfolgt in umgekehrter Reihenfolge.

Fast alle Rundfüller besitzen eine Flaschenhubeinrichtung (13), da die leere Flasche leichter an das Füllelement herangebracht werden kann als umgekehrt. Das Hubelement hat die Aufgabe, die Flaschen an das Füllventil heranzuführen, zu zentrieren und eine dichte Verbindung zur Erzielung des erforderlichen Druckes herzustellen. Die Zwangssteuerung durch Kurvenbahnen mit Federkraft- oder Druckluftanpressung sind bei der Hubvorrichtung am weitesten verbreitet. Im Ausbringungsbereich über 10.000 FI/h ist die Umluftsteuerung vorteilhafter, da Federn diesen Anforderungen nicht mehr voll entsprechen. Die Hubvorrichtung kann die

Flasche mit Hubtellern vom Flaschenboden aus heben und senken oder bei PET-Flaschen am Halsring fassen.

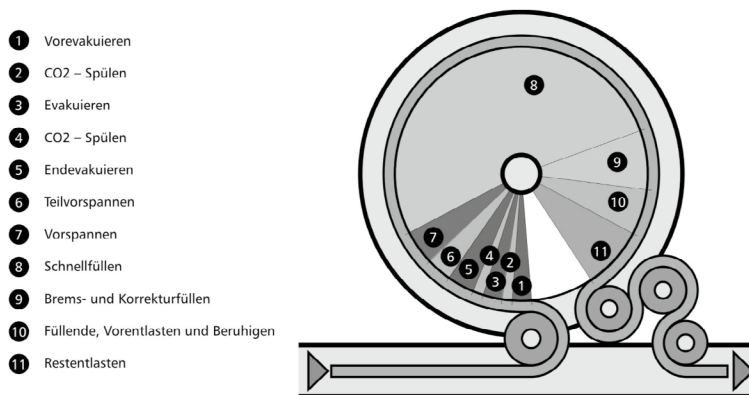
Zur Füllung von Flaschen mit unterschiedlichen Höhen wird das Fülleroberteil, mit Ringkessel und Füllventilen mittels einer Höhenverstellung über Spindeln und Zahnkranz auf die gewünschte Position gefahren.

Vom Vorrats- oder Karbonisierbehälter kommend erfolgt die Füllgutzuführung in den Medienverteiler (16) des Füllers und dann über sternförmig angeordnete Verteilerrohre unterschichtig in den Ringkessel (9). An oder in dem Ringkessel sind die Füllventile angebracht, durch die das Getränk in die Flasche einläuft.

Die Einteilung der Flaschenumlaufstrecke für einen Rundfüller zeigt Abb. 3. Unterschieden werden die Flaschenbearbeitungsbereiche: Eingabe und Heben der Flasche; eventuell Evakuieren und/oder CO₂-Spülen; Vorspannen und Füllen; Entlasten (1 - oder 2-stufig; Senken und Ausgabe der Flasche sowie Verlustbereich zwischen Ein- und Ausgabe.

Die einzelnen Bereiche beanspruchen einen bestimmten Winkel der Füllerumdrehung. Die Füll- und Entlastungszeiten stellen bei karbonisierten Soft Drinks den geschwindigkeitsbestimmenden Schritt eines Füllers dar, da sie den größten Füllwinkel beanspruchen. Der Anteil des Verlustwinkels am Gesamtwinkel nimmt mit der Maschinengröße ab.

Abb. 3: Einteilung der Flaschenumlaufstrecke



Medien-
verteiler

Flaschen-
umlauf-
strecke

Blockvarianten

4.8.3.3 Blockbauweise

Es lassen sich mehrere Bearbeitungsfunktionen zu einer Einheit und einem gemeinsamen Maschinenblock mechanisch zusammenfassen. Fast immer sind Füller und je nach Anforderung ein oder zwei Verschließer (Kronen- und Schraubverschluß) zusammengefaßt. Immer wieder werden aber auch Flascheninspektor, Rinser und Etikettierer dem Block hinzugefügt. Alle Blockvarianten sind möglich, solange vor dem Füller maximal eine Maschine, also entweder der Inspektor oder der Rinser, angeblockt ist. Der Flaschenlauf ist zwischen Maschinen mit mechanischer Blockung durch Transfersterne zwangsverköpelt. Das bedeutet, daß beispielsweise bei einer Flaschenausschleusung im Inspektor die Flaschenlücke nicht wieder gefüllt wird und somit auch die nachgeschalteten Maschinen diese Lücke erhalten. Daneben reduziert sich der Blockwirkungsgrad auf das Produkt der Einzelmaschinenwirkungsgrade (bei einem 3er Block beispielsweise von 98% Einzelmaschinenwirkungsgrad auf 94% Blockwirkungsgrad). Man spricht hingegen von einem elektronischen Block, wenn zwischen Inspektor und Füller ein in seiner Geschwindigkeit geregelter einbahniger Transporteur läuft. Kurze Flaschenlücken lassen sich dadurch wieder auspuffern.

Die Vorteile der mechanischen Blockbauweise sind:

- geringerer Platzbedarf
- gemeinsamer Antrieb und sicherer Synchronlauf
- gemeinsame Steuer- und Regelvorrichtung und dadurch personaleinsparend und
- Wegfall von Transportbändern und bei hohen Geschwindigkeiten störungsanfälligen Flaschenzusammen- und -auseinanderführungen.

Die getrennte Aufstellung der Einzelaggregate kann in speziellen Fällen Vorteile ergeben:

- bei kurzen Störungen an einer Maschine stockt bei vorhandenen Pufferstrecken nicht der ganze Linienfluß, der Arbeitsablauf ist flexibler;
- eine Kombination der Einzelmaschinen mit anderen Linien ist möglich.

Füllsysteme

4.8.4 Fülltechnik und Füllsysteme für Flaschen

Die Vielzahl der in der Praxis angewandten Bezeichnungen für Füllsysteme, die unterschiedliche oder auch gleiche Fülltechniken verwenden, sind verwirrend. Dieses liegt an den vielen, im folgenden beschriebenen Klassifizierungsmöglichkeiten für Füllsysteme:

- Unterscheidung nach dem Kriterium des Füllabbruchs (Höhenfüllung, Füllsysteme, Volumenfüllung, Massenfüllung der Flasche) und dem Prinzip der Meßtechnik.

Abbruch bei Erreichen einer Füllhöhe, die von der Flaschenoberkante aus festgelegt wird: mechanisch durch Rückgasrohr bzw. elektronisch über Sonde. Abbruch bei Erreichen des Füllvolumens: mechanisch oder elektronisch über einen vorgefüllten Meßkolben oder elektronisch über einen magnetisch induktiven Durchflußmesser (IDM bzw. MID-Beschreibung siehe Kap. 4.5.)

- Unterscheidung nach der Art des Flüssigkeitseinlaufes (mit oder ohne Füllrohr (füllrohrlos), mit oder ohne Strahlmanschette, mit oder ohne Drall)
- Unterscheidung nach dem Druckbereich in der Flasche während der Füllung (Unterdruck, Normaldruck, Überdruck)
- Unterscheidung nach dem Prinzip der Aufbringung der Druckdifferenz, die den Flüssigkeitseinlauf in die Flasche bewirkt
- Gleichdruckfüller: Druckdifferenz durch statischen Druck infolge der Höhendifferenz des Flüssigkeitsspiegels in der Flasche und dem oberen Spiegel im Füllgutbehälter (im Normaldruckbereich auch Schwerkraft- oder Gravitationskraftfüller genannt)
- Differenzdruckfüller: die Flasche steht mit einem geringeren Druckniveau, z. B. in einem Rückgaskanal, in Verbindung.
- Unterscheidung nach der Zahl der Kammern oder Kanäle für Produkt, Spann-, Rück-, Spül- und Restgas, Vakuum, Dampf sowie Reinigungs- bzw. Desinfektionsmittel (z. B. Einkammerfüller, Dreikammerfüller, in der Praxis bis zu 5 Kammern)
- Unterscheidung ob teilgefüllter oder ganz (schwarz) gefüllter Ringbehälter
- Unterscheidung nach der Art der Steuerung der einzelnen Bearbeitungsschritte der Flasche:
mechanisch über Steuerböcke am Steuerring des Füllers, die Ventilstößel oder Schaltsterne betätigen oder
elektronisch bzw. elektropneumatisch über Magnet- oder Pneumatikzylinder und dann rechnergesteuert
- Unterscheidung ob mit oder ohne Dampfeintrag über das Füllsystem in die Flasche vor deren Füllung, um gegebenenfalls vorhandene Getränkeschädlinge abzutöten.
- Unterscheidung nach der Flaschenführung im Füllerkarussell (Hubzylinder, Kurvensteuerung, Halsringaufhängung).

Dieses ist nur eine Auswahl der Klassifizierungen. Die Vielzahl hat zur Folge, daß ein typischer Druckfüller für den AFG-Bereich beispielsweise als „rechnergesteuerter, füllrohrloser Zweikammer-Höhenfüller im Überdruckbereich mit Füllhöhensonde“ bezeichnet werden muß, um eine grobe Vorstellung über die verwendete Fülltechnik zu erhalten.

Füller ohne Füllrohr, mit langem Füllrohr

ohne Füllrohr, Filmeinlauf	langes Füllrohr
Füllprinzip: oberschichtige Füllung, bei der das Produkt an die Flascheninnenwand gelenkt wird und als Flüssigkeitsfilm in die Flasche einläuft.	Füllprinzip: unterschichtige Füllung, bei der das Produkt durch ein langes Füllrohr bis an den Flaschenboden und nach einer kurzen Anfüllphase unterschichtig in die Flasche einströmt.
Stoffaustausch: mit ca. 10 % hoch, da erhöhter Blasen-einschlag und dadurch erhöhte Stoffaustauschfläche	Stoffaustausch: mit ca. 0,4 % gering, da geringer Blasen-einschlag mit kleiner Stoffaustauschfläche
Charakteristik: hohe Sauerstoffaufnahme von ca. 1 mg/l je bar Fülldruck bei üblicher Luftvorspannung längere Füll- und Entlastungszeiten	Charakteristik: niedrige Sauerstoffaufnahme von ca. 0,04 mg/l je bar(a) Fülldruck bei Luftvorspannung längere Hubzeiten der Flasche an das Füllsystem gute Füllhöhengenaugkeit
mit einer Vorevakuierung und/oder CO ₂ -Vorspannung reduziert sich die O ₂ -Aufnahme proportional mit der Reduzierung der Luft in der Flasche	

Da fast alle Merkmale miteinander kombinierbar und in der Praxis auch zu finden sind, ist keine übersichtliche Einteilung der Füllsysteme möglich. Deshalb sollen für die AFG-Industrie geeignete Füllsysteme genauer beschrieben werden.

In einem 1. Schritt werden hierzu die wichtigsten Merkmale von zwei grundsätzlich verschiedenen Füllprinzipien miteinander verglichen (siehe hierzu Tabelle Seite 12).

Im zweiten Schritt wird eine Vorauswahl der für AFG-Betriebe einsetzbaren Füllsysteme vorgenommen. Hierzu ist eine fülltechnische Einordnung der Getränke erforderlich

4.8.4.1 Fülltechnische Einordnung der Getränke

Auswahlkriterien für Füllsystem

Die Auswahl der Füllsysteme erfolgt nach den Erfordernissen der Getränke und Behälter. Sauerstoffempfindliche Produkte wie z.B. Bier werden in Glasflaschen mit einem Kurzrohrfüllsystem abgefüllt. Füllt man Bier in Kunststoffflaschen verwendet man volumetrische Langrohrfüller und bei der Dose mechanische oder volumetrische Füllsystem mit CO₂ Spüleinrichtungen. Da Biere Kohlensäurehaltig sind, die CO₂-Gehalte liegen zwischen 5 und 7,0 g CO₂/l, müssen diese Füllsysteme mit einem Überdruck betrieben werden, der oberhalb des Sättigungs- oder Gleichgewichtsdruckes liegt. Beim Bier sind das Drücke im Bereich von 2,0 bis 4,5 bar, bei Temperaturen von 4 bis 16 °C.

Limonaden werden heutzutage überwiegend in PET Flaschen abgefüllt. Dort werden überwiegend volumetrische Füllsysteme eingesetzt. Ein Magnetisch-Induktiver-Durchflußmesser (MID) ist vor jedem Füllventil angeordnet und bestimmt das Füllvolumen der Flasche. Die Vorteile sind kurze Umrüstzeiten bei Wechsel des Flaschenvolumens und druckunabhängige Messung des Volumens. Die CO₂-Gehalte betragen 5,0 bis 9,0 g CO₂/l, bei Abfülltemperaturen von bis zu 20 °C. Die Abfülldrücke gehen bis 6,0 bar.

Die Abfüllung von Limonaden und Mineralwasser in Glasflaschen erfolgt mit überwiegend Kurzrohrfüllsystemen. Man unterscheidet zwischen Sondenfüller mit elektronischer Steuerung und mechanischen/pneumatisch gesteuerten Kurzrohrfüllern. Die CO₂ Gehalte sind für die Glasabfüllung etwas geringer als bei der PET Verarbeitung.

Die Abfüllung von Wein, Spirituosen und Sekten in Glasflaschen erfolgt durch mechanische/pneumatische Kurzrohrfüllsysteme. Im besonderen Focus ist hier die geforderten Füllhöhengenaugkeiten und beim Sekt möglichst hohe Abfülltemperaturen von bis zu 20°C, um Kühlenergie zu sparen und Schwitzwasser in der weiteren Verpackungslinie zu vermeiden.

Die Leistungen der Füllmaschinen beträgt für Glas und PET Flaschen bis 75.000 Flaschen pro Stunde (Fl/h) und für Dosen bis 120.000 Dosen pro Stunde. Es werden Flaschenvolumen bis zu 3,0 l und Dosen bis 1,0 l verarbeitet.

Tab. 1: Füllrelevante Eigenschaften verschiedener Getränke mit grober Bewertung der Füllprinzipieignung

- gering o mittel + hoch	O ₂ -Empfindlichkeit	Schaumentwicklung	Empfindlichkeit bei Entlastung	Preisniveau des Produktes	Füllprinzipieignung mit / ohne Füllrohr gut mäßig	
Wasser + CO ₂	-	-	o	-	m. + o. R.	-
stilles Wasser	o	-	-	-	m. + o. R.	o. R.
CSD	-	o	o	-	m. + o. R.	-
CSD + VitaminC	o	o	o	-	m. R.	o. R.*
Säfte, heiß	o	o	-	o	m. + o. R.	-
Säfte mit Zellen, heiß	o	o	+	o	m. R.	o. R.
Bier	+	+	+	o	m. R.	o. R.*
Wein	-	+	-	+	m. + o. R.	-
Sekt, Cooler	-	+	+	+	m. R.	o. R.

* auch gut geeignet wenn z. B. CO₂-Spülung und CO₂-Vorspannung

Füllrelevante Eigenschaften

4.8.4.2 Vollstrahl Füllsysteme, kontaktlose Füllsysteme

Die Vollstrahlfüllsysteme arbeiten kontaktlos. Damit ist gemeint, dass für das Füllen kein Kontakt zwischen der offenen Flaschenmündung und Dichtelementen am Füllventil entsteht. Diese Systeme arbeiten ohne Überdruck sind somit nur für CO₂-freie Getränke geeignet. Milch, Tee, Säfte, Wasser und Spirituosen können abgefüllt werden. Die Bestimmung der Füllmenge erfolgt durch einen Volumenmesser oder eine Waage sein.

Prinzipiell gibt es dieses Füllsystem in zwei Ausführungen. Mit einer Gassperre am Auslaß zur Flasche können partikelfrei Getränke abgefüllt werden. Der Raum zwischen Ventilsitz und Gassperre bleibt gefüllt. Nach dem Schließen des Füllventils entsteht kein Nachtropfen. Eine andere Ausführung, auch tropfarm, ist, wenn der Ventilkegel am Füllventilauslauf sitzt. Mit diesem Wirkprinzip können Getränke mit Fasern oder Partikeln gefüllt werden.

Die Verarbeitung der Flaschen hat dann folgende Verfahrensschritte:

1. Flasche wird unter das Füllventil geschoben.
2. Der Füllventilkolben wird mit einem pneumatikzylinder geöffnet. Das Getränk läuft über einen Vollstrahl in die Flasche.
3. Kurz vor dem Erreichen der Sollmenge wird der Hub des Ventiles durch einen Begrenzungszyylinder verkleinert. Durch die Hubverkleinerung läuft das Getränk auch langsamer in die Flasche, das sogenannte Bremsfüllen, um ein Übersäumen von Getränkeschaum zu vermeiden.
4. Wenn die Sollmenge erreicht ist schließt der Ventilkolben und die Füllung ist beendet.

Im weiteren Verlauf wird die Flaschen durch den Transferstern dem Verschleißer zugeführt.

Dieses Füllsystem ist für die aseptische Abfüllung geeignet, weil so gut wie keine Tropfverluste entstehen. Auch die nicht vorhandenen Hubelemente vereinfachen den Maschinenaufbau und ermöglichen kleine Hygienräume die gut beherrschbar sind.

Ein weiteres Einsatzgebiet ist die Säftefüllung von PET-Flaschen.

4.8.4.3 Rechnergesteuerter, füllrohrloser Höhenfüller

Die Nachteile der mechanischen Füller führten zur Entwicklung vollelektronischer, rechnergesteuerter Füllventile (10 a, c). Hierbei gelang es, die in Kap. 4.8.4.2 beschriebenen Probleme zu vermeiden und zudem zusätzliche Vorteile zu bieten:

- die optimalen Betriebspartner jeder Abfüllsorte sind aus dem Speicher abrufbar
- spaltfreie Dichtungssysteme und Membranventiltechnik erhöhen die biologische Sicherheit
- Betriebs-, Wartungs-, Kontroll- oder Fehlfunktionen werden über

einem Bildschirm eingestellt, angezeigt oder gecheckt. Obwohl es sich bei diesem Füllsystem auch um ein 'füllrohrloses' handelt, bestehen im Füllprinzip entsprechend Abb. 6 grundlegende Unterschiede.

1. Evakuieren und CO₂-Spülen für die Bierabfüllung

Nach dem Anpressen der Flasche an das Füllventil öffnet ein Membranventil zeitgesteuert den Weg in den Vakkumkanal. In der Flasche stellt sich ein Druck ein von 0,1 bar absolut Druck, also ein 90%iges Vakuum. Danach wird die Flasche mit CO₂-Gas gespült. Dazu öffnet der entsprechende Membranzylinder für eine kurze Zeit. Danach erfolgten weitere Evakuierungen und CO₂ Spülungen. Durch diese Verfahrensschritte entsteht in der Flasche eine nahezu 100%ige CO₂ Atmosphäre. Beim anschließenden Füllvorgang kann eine Sauerstoffaufnahme minimiert werden.

2. Vorspannen und Produkteinlauf

Für die Abfüllung von Mineralwasser und Limonaden ist eine Evakuierung und CO₂-Spülung nicht erforderlich. Die Bearbeitung der Flasche beginnt mit dem Vorspannen.

Auch das Vorspannen der Flasche mit CO₂ Gas wird über einen Membranzylinder gesteuert. Aus dem separaten Gaskanal im Füllventilträger gelangt das CO₂ Gas in die Flasche. Der Vorspannkanal ist mit Rohrleitungen mit dem Ringrohrbehälter verbunden. In der Flasche stellt sich der gleiche Druck ein, wie im Ringrohrbehälter. Die Zeit bis zum Öffnen des Flüssigkeitsventils wird am Füllrechner vorgegeben und beruht auf Druckverlaufmessungen und Praxiserfahrungen. Nach Ablauf der Vorspannzeit öffnet sich das Flüssigkeitsventil, das Membranventil bleibt weiterhin geöffnet. Das Produkt läuft nun zum einen aufgrund des statischen Drucks durch das Produktniveau im Ringkessel und zum anderen aufgrund eines zusätzlichen Differenzdrucks ein. Der zusätzliche Differenzdruck entsteht, weil der Flaschenhals über eine beständig offene Düse mit einem Rückgaskanal geringen Drucks verbunden ist. Der Großteil des Spanngases wird somit während der Füllung in den Ringkessel zurückgeführt. Ein kleinerer Teil entweicht in den Rückgaskanal.

Beim Einlaufen in die Flasche passiert das Getränk einen Drallkörper, durch den es in Rotation versetzt wird. Die entstehende Zentrifugalkraft lenkt das Getränk an die Flascheninnenwand und es läuft ohne die Notwendigkeit eines Abweisschirmchens als Flüssigkeitsfilm in die Flasche ein.

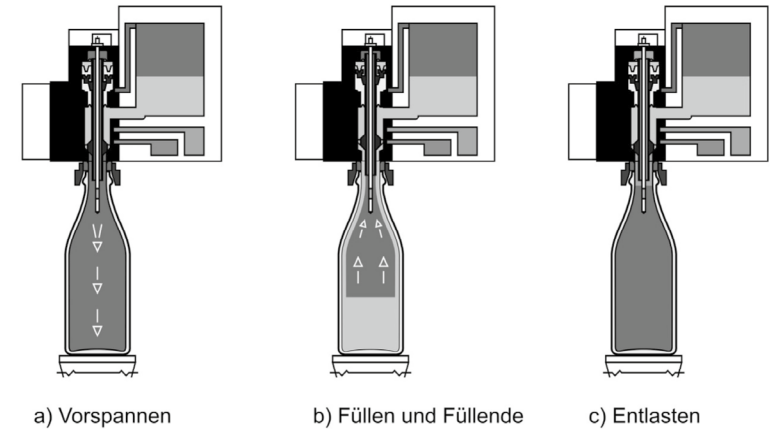
Evakuieren

Vorspannen

Entlasten

Füllsysteme mit langem Füllrohr

Abb. 6: Schematische Darstellung der Füllphasen eines rechnergesteuerten, füllrohrlosen Höhenfüllers im Überdruckbereich mit Füllhöhensonde (9)



2. Füllende und Entlasten

Erreicht der Produktspiegel den Füllhöhensondenstab im Flaschenhalsbereich, so erfolgt ein Impuls, der eine frei einstellbare Korrekturzeit einleitet, um die gewählte Füllhöhe zu gewährleisten. Mit dem Impuls schließt gleichzeitig das Membranventil den Weg des Spanngases zurück in den Ringkessel. Die Einlaufgeschwindigkeit des Produktes verringert sich, da das Gas nur noch über die Düse in den Rückgaskanal entweichen kann. Die Bremsphase zum genauen Anfahren der Füllhöhe ist eingeleitet. Nach Ablauf der Korrekturzeit schließt sich das Flüssigkeitsventil. Gleichzeitig beginnt sich nun der Druck in der Flasche auf das Niveau des Rückgaskanals abzubauen. Ein Schaltvorgang ist hierbei nicht notwendig, da der Weg über die Düse zum Rückgaskanal beständig offen ist. Diese Vorentlastungszeit nach Schließen des Flüssigkeitsventils ist wiederum im Füllrechner vorzugeben.

Kurz bevor die Flasche abgesenkt wird erfolgt die Restentlastung. Eingeleitet wird diese durch das kurze Öffnen des Vakuumzylinders. Ist sie abgelaufen, so wird die Flasche direkt vom Füllventil abgezogen.

4.8.4.4. Füllsysteme mit Füllrohr

Als ein selbst bei größtem Produktprogramm universell einsetzbarer Füller hat sich der Druckfüller mit langem Füllrohr erwiesen (9). Moderne Systeme arbeiten rechnergesteuert. Entweder als Höhenfüller, mit elektrischer Sonde auf dem Füllrohr zur Bestimmung der Füllhöhe für die Abfüllung von Glasflaschen oder als volumetrisches Füllsystem mit einem MID zwischen Ringrohrkessel und Füllventil für die Abfüllung von PET Flaschen. Durch das „unterschichtende“ Füllprinzip ist die Sauerstoffaufnahme bei Langrohrfüll-

systemen, auch bei Vorspannung mit Luft, sehr gering. Mit CO₂ als Vorspanngas verringert sich die Aufnahme nochmals, so dass diese Systeme für die Abfüllung von Bier in PET-Flaschen oft eingesetzt werden. Glasflaschen werden „bodenneutral“, mit konventionellem Hubelement verarbeitet. PET Flaschen dagegen werden am Neckring der Flasche gefasst, gehalten und transportiert.

Das folgende Füllverfahren verfügt über vier Pneumatikzylinder alle als Membranzylinder ausgeführt, auch für die aseptische Abfüllung geeignet.

Vorspannen

Nach dem Erfassen der Flasche mit der Zentriertulpe und dem Anpressen an das Füllventil wird aus dem Vorspannkanal die Spannluft in die Flasche geleitet. Hierzu gibt der Spanngaszyylinder den Weg zum Vorspannkanal frei. Der Vorspannkanal ist mit Rohrleitung mit dem Rohrkessel und damit mit dem Getränkedruck, verbunden. Die Dauer der Vorspannung wird über eine Zeit bestimmt und ist als Sortenparameter bzw. Rezept in der Bediensteuerung abgelegt.

Gleichzeitig wird auf den Rückgasweg umgeschaltet, so daß der Druck in der Flasche beginnt, sich langsam über eine Düse 1 auf den Rückgasdruck von 1 bis 1,5 bar(ü) abzubauen.

Anfüllen

Zeitgleich mit dem Zuschalten des Vorspannzylinders öffnet der Produktzylinder, d.h. die Feder hebt den Ventilkolben. Produkt läuft durch das Füllrohr in die Flasche. Die Füllgeschwindigkeit wird über eine Düse im Rückgasweg bestimmt. Die Düse ist so klein, daß das Produkt langsam und blasenarm in die Flasche einläuft, bis das Flüssigkeitsniveau in der Flasche das Füllrohrende um ca. 10 mm überschritten hat.

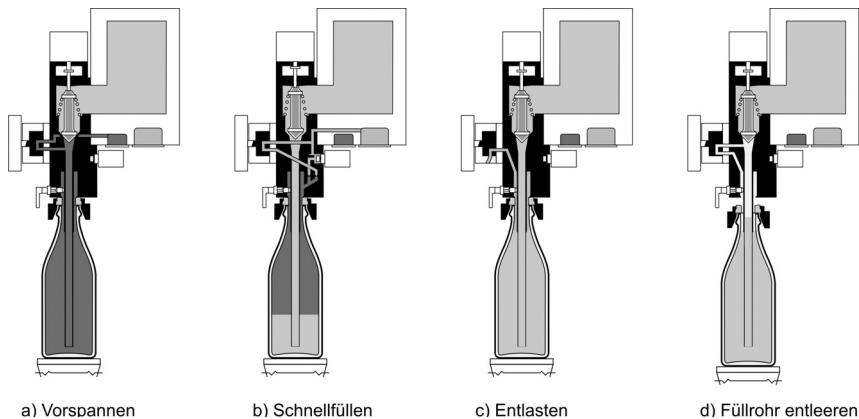


Abb. 7: Schematische Darstellung der Füllphasen eines Höhenfüllers im Überdruckbereich mit langem Füllrohr (8)

Schnellfüllen

Schnellfüllen

Dieser Zeitpunkt wird in den Füllrechner eingegeben. Es schaltet nun eine zweite Rückgasdüse einen zusätzlichen Weg in den Rückgaskanal frei. Die dadurch vergrößerte Druckdifferenz zwischen Flasche und Produktkanal bewirkt einen schnelleren Produkteinlauf über das Füllrohr. Da bei der Schnellfüllung der Zulauf des Getränkes unterhalb des Getränkespiegels liegt, werden keine Blasen mehr eingeschlagen.

Bremsphase

Bremsphase

Das wiederum zeitgesteuerte elektropneumatische Schließen der 2. Rückgasdüse beendet die Schnellfüllphase und leitet die Bremsphase ein. Die Bremsphase ist erforderlich, da im engen Flaschenhals der Produktspiegel zu schnell ansteigen würde. Dieses hätte negative Auswirkungen auf die Füllhöhengenaugkeit.

Korrekturphase

Korrekturphase, Füllende und Entlastung

Erreicht der Produktspiegel eine im oberen Füllrohrbereich vorhandene Füllhöhen-sonde, so beginnt durch den gesendeten Elektroimpuls eine zeitlich frei wählbare Korrekturzeit abzulaufen, durch die die Füllhöhe exakt bestimmt und flexibel gewählt werden kann. Nach Ablauf der Korrekturzeit entsteht ein weiterer Impuls, der das Flüssigkeitsventil schließt. Da die Rückgasdüse 1 noch geöffnet ist, baut sich der Druck schnell auf das Niveau des Druckes im Rückgaskanal ab. Die noch vom Anfüllen verbleibenden Blasen im Getränk wachsen aufgrund des noch vorhandenen Rückgasdruckes jedoch nur langsam an und steigen entsprechend langsam auf.

Füllrohr-entleerung

Füllrohrentleerung

Für diese Funktion gibt es einen Membranzylinder. Dieser schaltet mechanisch einen Weg zwischen Füllrohr und Flaschenhals frei, so daß bei dem Abziehen der Flasche vom Füllventil das Produkt aus dem Füllrohr in die Flasche einfließt. Durch entsprechende Auslegung der Füllrohrmasse verändert sich, da der Getränkespiegel nur unwesentlich das einlaufende Produkt aus dem Füllrohr verlorene Volumen des Füllrohres nahezu ausgleicht.

Dieses Füllsystem ist auch mit einer CO₂-Vorspülung der Flasche aus dem Rückgaskanal beim Anheben der Flasche an das Füllventil und mit einer CO₂-Vorspannung lieferbar. Die dadurch beim Füllvorgang auftretende O₂-Aufnahme durch das Getränk liegt je bar(a) Fülldruck bei nur noch ca. 0,005 mg/l gegenüber 0,04 mg/l bei einer Luftvorspannung.

4.8.4.5 Besonderheiten bei der Füllung von PET-Flaschen

Kunststoffflaschen, im speziellen PET-Flaschen, weisen eine Reihe von Eigenschaften auf, die fülltechnisch relevant sind:

Allgemein (Einweg- und Mehrweg-PET)

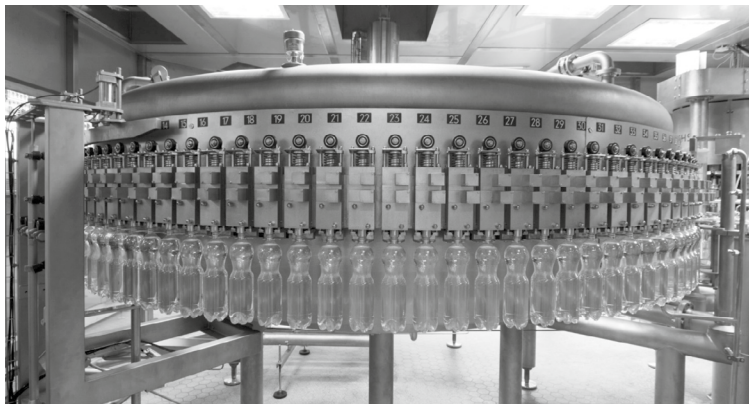
- Das Bersten von Flaschen und die dadurch verursachten Störungen treten seltener auf.
- Die Schüttleistung der Füllventile sollte dem meist größeren Flaschenvolumen angepaßt werden. Durch das meist größere Freiraumvolumen der Flaschen treten weniger Probleme bei der Entlastung auf.
- PET ist nicht gasdicht, so daß es zu einem CO₂-Verlust des Getränkes während der Lagerzeit kommt. Der CO₂-Gehalt von in PET-Flaschen gefüllten Getränken sollte um ca. 0,5 g/l höher als bei der Füllung in Gasflaschen liegen um den CO₂-Verlust auszugleichen. Für die Abfüllung von Bier ist der Gasaustausch, eine Sauerstoffzunahme von Außen in die Flasche zu berücksichtigen. Um die Einflüsse des Gasaustausches zu minimieren kann man sogenannte O₂-Scavenger einsetzen, die den Sauerstoff binden. Diese werden in den Verschuß oder auch in die Flaschenwand der Pet-Flaschen eingebracht. Eine andere Methode die Gasdiffusion durch die Flaschenwand zu unterbinden ist die Beschichtung mit Metall oder Siliziumoxid oder ein Mehrschichtiger Aufbau der Flaschenwand.

PET

Einweg-PET

- Die axiale Druckfestigkeit muß zur Anpassung der Flaschen an das Füllventil mit bis zu 6 bar(ü) ausreichend groß sein. Andererseits muß eine Halsringaufhängung der Flaschen im Füllerkarussell erfolgen. Diese wird häufig durch eine weitere Fixierung der Flasche mittels am Karussell vorhandener Formatteile unterstützt. Moderne Einweg PET-Füller zeichnen sich durch ein reines Neckhandling aus.

Einweg-PET



Mehrweg-PET

- Durch das Anpressen und die Vorspannung der dünnwandigen PET-Flaschen vergrößert sich das Volumen. Die Füllhöhe steigt dadurch nach der Entlastung. Bei unterschiedlichen Volumenausdehnungen der Flaschen durch die Vorspannung kommt es zu schwankenden Füllhöhen nach der Entlastung. Überfüllungen zur Einhaltung der Fertigpackungsverordnung sind erforderlich.

Mehrweg-PET

- Wegen der mehrfachen Läufe der PET-Flaschen durch Reinigungs-maschinen bei Temperaturen von ca. 59° C kommt es zu einer Relaxation des PET-Materials. Auch der Mißbrauch der Flaschen durch den Verbraucher (Einfüllen heißer Flüssigkeiten) führt zu einer Formveränderung. Die Flaschen schrumpfen in ihrer Höhe bis zu 10 mm und mehr und in ihrem Volumen bis zu 50 ml und mehr. Überfüllungen zur Einhaltung der Fertigpackungsverordnung sind erforderlich, da die Schwankungen in der Füllmenge bei einer Höhenfüllung zu einer Standardabweichung von s = 8 ml führen können. Neuere kristallisierte PET-Flaschen sind hitzeresistenter, so daß diese Probleme in der Zukunft abnehmen dürften. - Das Höhenschrumpfen der Flaschen hat zur Folge, daß eine Halsringaufhängung im höheren Leistungsbereich zu Übergabeproblemen zwischen den Formatteilen und den Maschinen führen kann.

4.8.4.6 Rechnergesteuerter, füllrohrloser Volumenfüller

rechner-
gesteuerter,
füllrohrloser
Volumenfüller

Aufgrund der beschriebenen Füllmengenproblematik bei PET-Flaschen wurden Volumenfüllsysteme entwickelt, die allerdings auch für Glas einzusetzen sind (10 (a), (c), (i)). Diese Systeme haben vier entscheidende Vorteile:

- konstante Füllvolumen auch bei schwankenden Flaschenvolumen (siehe hierzu auch die Volumentoleranzen in Kap. 5.7)
 - vollkommen frei wählbare Füllvolumen ohne Umbaumaßnahmen
 - keine in die Flasche ragenden Füllhöhensonden oder Ventileile mit der Konsequenz der stark verminderten Gefahr der Mündungsbeschädigung, was bei Glas zu Risiken für den Konsumenten führen kann, und damit
 - kurze Hub- und Senkzeiten der Flaschen an das Füllventil.
- Neben Volumenfüllern, die das Volumen durch Vorfüllen einer über jedem Ventil befindlichen Maßkammer erreichen, befinden sich auch Füller auf dem Markt, die das Volumen mit Hilfe eines magnetisch, induktiven Durchflußmessers (MID) messen. Das Volumen des Getränkes in der Maßkammer wird entweder durch Positionierung eines Kolbens bestimmt (10 (i)) oder es wird im Verlustwinkel eine unterschichtige Höhenfüllung der Maßkammer durchgeführt und bei Erreichen eines Sondenpunktes abgeschaltet.

Die Schemazeichnung eines rechnergesteuerten MID-Volumenfüllers ist in Abb. 8 zu sehen.

Der Volumenfüller mit MID hat einen sehr einfachen Aufbau und ist vollkommen einbautenfrei. Die Füllphasen bestehen lediglich aus Vorspannen, Füllen und Entlasten und laufen bis auf das Füllende entsprechend der Beschreibung zum Kap. 4.8.4.3 ab. Der Füller ist in seiner spezifischen Ausbringung hoch, da die Füllgeschwindigkeit durch den Düsenquerschnitt zur 2. Kammer und durch die statische Flüssigkeitshöhe im Ringkessel frei einstellbar ist. Zudem ist die Füllmenge vollkommen frei wählbar und wird durch keinerlei Faktoren begrenzt.

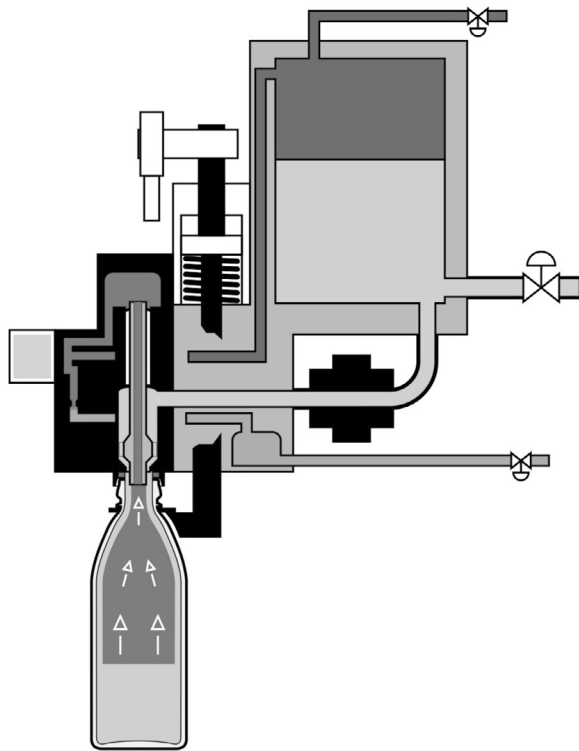


Abb. 8: Schemazeichnung eines Volumenfüllers mit MID beim Füllen (9)

Der Nachteil rechnergesteuerter Höhenfüller mit Füllhöhensonde ist das Füllhöhenmeßprinzip. Fließt das Produkt bei diesen Füllern zu schnell in die Flasche ein, so entsteht während der Füllung Schaum oder die Getränkoberfläche ist sehr unruhig. Ein exaktes Abschalten der Füllung bei Erreichen der Sonde wird verhindert. Es wird daher häufig zu Füllende eine Bremsphase eingeleitet. Diese setzt jedoch die Ausbringung des Füllers

herab. Beim Volumenfüller mit dem MID-Meßprinzip besteht keine Einschränkung durch eine Höhenmessung, so daß bei diesem Füllsystem mit höchsten Ausbringungen zu rechnen ist.

Da Volumenfüller mit Maßbehältern bereits seit einigen Jahren auf dem Markt sind, ist in Zukunft aufgrund der systembedingten Vorteile mit einer Zunahme der MID-Volumenfüller zu rechnen.

4.8.4.7 Höhenfüller bei Normaldruck mit Füllrohr

Höhenfüller
bei Normal-
druck mit
Füllrohr

Stille Getränke erfordern keine Füllung im Überdruckbereich, da die CO₂-Problematik nicht vorhanden ist. Die Füllung dieser Getränke ist technisch ohne weiteres mit den bisher vorgestellten Druckfüllern möglich. Der Fülldruck sollte jedoch soweit wie möglich reduziert werden, um die Sauerstoffaufnahme während der Füllung einzuschränken. Bei den meisten Druckfüllern liegen die unteren Einsatzgrenzen bei ca. 1,5 bar(ü).

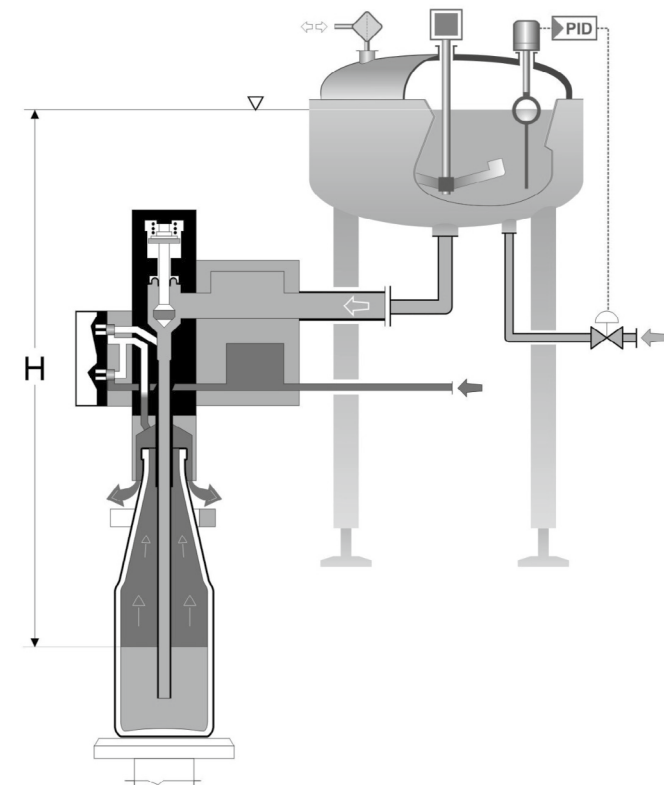


Abb. 9: Gleichdruckfüller im Normaldruckbereich mit langem Füllrohr in Aseptik-Ausführung (10 a)

Bei einer reinen Abfülllinie für stille Getränke ist es jedoch wirtschaftlicher, einen Füller für den Normaldruckbereich mit langem Füllrohr (10 a, c) zu verwenden. Diese Füller sind in ihrem Aufbau sehr einfach und dadurch wartungsarm. Der Ringkanal gemäß Abb. 9 ist dabei schwarz gefüllt und dient nur zur Produktverteilung auf die einzelnen Füllventile, die ein langes Füllrohr aufweisen. Das Produkt wird dem Produktkanal des Füllers über einen höher gelegenen Vorlaufkanal zugeführt. Durch einfaches elektronisches Öffnen des Flüssigkeitsventils strömt das Getränk in die Flasche ein. Nach einem Füllstopp zur Beruhigung oder einer langsamen Anlaufphase wird das Getränk unterschichtig, blasenarm und damit nur mit einer sehr geringen Sauerstoffaufnahme in die Flasche eingefüllt. Möglicherweise vorhandene Zellen in Fruchtsäften erfahren keine Anlagerung von Blasen oder eine spätere Gasentbindung bei der Heißfüllung, so daß sie nicht aufschwimmen und zu einem Pfropfen im Flaschenhals führen. Dieses Phänomen wurde bei füllrohrlosen Füllern bei höheren Zellanteilen aufgrund des starken Blaseneinschlages häufiger beobachtet.

4.8.5 Technologische Werte

Im Zusammenhang mit den Qualitäts- und Verbrauchsdaten, die durch Füllsysteme beeinflusst werden oder entstehen, spricht man von technologischen Werten. Hierunter versteht man in der Regel:

- die Gesamt-O₂-Aufnahme (11) des Getränkes durch das Abfüllen
- den CO₂-Verlust des Getränkes durch das Abfüllen
- die Füllgenauigkeit und
- die Gasverbräuche des Füllers.

Da diese Werte stark von den Einsatzbedingungen und der technischen Weiterentwicklung abhängig sind, können nur Anhaltswerte angegeben werden. Zur Füllgenauigkeit ist zu sagen, daß zur Einhaltung der Fertigpackungsverordnung gemäß Kap. 5.7 Füllgenauigkeiten mit einer Standardabweichung in der Füllhöhe von s = 3 mm bei nicht zu weiten Flaschenhälsen ausreichend sind, solange auch die Schwankungen der Flaschenformen im Toleranzspektrum liegen. Höhere Genauigkeiten sind für den positiven optischen Eindruck des Konsumenten relevant. Eine Einsparung an Produkt ergibt sich nicht, da der Produktverbrauch vom Mittelwert und nicht von der Standardabweichung abhängt.

Tab. 2 gibt Auskunft zu der Größenordnung der technologischen Werte, mit denen bei den verschiedenen Füllprinzipien, mit und ohne Füllrohr, zu rechnen ist.

Der Vergleich zeigt, daß die technologischen Werte der drei Dargestellten Füllsystemen auf hohem Niveau liegen. Das Erreichen der geringen Sauerstoffaufnahmen ist bei diesen Systemen sehr unterschiedlich. Bei der Abfüllung von Dosen wird mit CO₂-Gas die Luft aus der Dose verdrängt, ausge-

technologische Werte

Betriebs-hinweise

spült. Gute Ergebnisse erreicht man bei den füllrohrlosen Füllsystemen mit mehrmaliger Evakuierung und CO₂-Spülung. Daher kommen diese Systeme überwiegend für die Abfüllung von Glasflaschen zum Einsatz. Das Langrohrfüllsystem erreicht mit einfacher Vorspannung schon gute Werte und wird für die Abfüllung von PET Flaschen verwendet. Berücksichtigt man allerdings, daß im bis zu über 50 ml großen Freiraum der Flasche ca. 0,3 mg O₂ je ml Restluft verbleiben, so sind niedrige O₂-Aufnahmen bei der Füllung nur dann hilfreich, wenn auch Maßnahmen zur Reduzierung der Luft im Flaschenhals mittels einer Hochdruck-Wassereinspritzung (HDE) dem oder auch Aufschäumen analge bezeichnet, nach dem Verschließen erfolgen. Heißes Wasser (ca. 85 °C) wird mit Drücken von bis zu 15 bar in die Flaschen gespritzt. Der Einspritzdruck wird in Abhängigkeit von der Maschinenleistung geregelt. Durch eine HDE entläßt sich zusätzlich CO₂ aus dem Getränk, die entstandene Schaumbildung wird das Gas aus der Flasche verdrängt und der Sauerstoffanteil im Flaschenhals wird herabgesetzt. Bei Bieren werden beispielsweise äußerst niedrige Gesamtsauerstoffgehalte in der Flasche von bis zu 0,1 mg O₂ je Liter Getränk erreicht.

Tab. 2: Technologische Anhaltswerte verschiedener Füllprinzipien

	Dosenfüllsystem	Kurzrohrfüllsystem	Langrohrfüllsystem
O ₂ -Aufnahme beim Füllen	0,04 mg/l	0,02 mg/l	0,02 mg/l
CO ₂ -Verlust des Getränkes	<0,1 g/l	<0,1 g/l	<0,1 g/l
Gesamtsauerstoffaufnahme	0,1 mgO ₂ /l	0,1 mgO ₂ /l	0,1 mgO ₂ /l
CO ₂ -Verbrauch	600 – 800 g/hl	230 – 280 g/hl	600 -800 g/hl
Wasserverbrauch für Vakuumpumpe	-	0,2 bis 2 m3/h	-
Füllhöhengenaueigkeit, Angabe der Standardabweichung	s = 0,6- 1 mm	s = 1- 2 mm	s = 1 - 2 mm

4.8.6 Betriebshinweise

Trotz der heute hochentwickelten Abfülltechnik kann es immer noch zu Füllproblemen kommen, da einige physikalische Grundlagen bei der Abfüllung CO₂-haltiger Getränke nicht beachtet werden. Treten bei der Füllernennausbringung Übersäumprobleme bei der Entlastung auf, so können entweder das am Füllereingang einlaufende Produkt oder aber eine unzureichende Fülltechnik die Ursache sein.

Für den Zustand des Produktes ist der Anlagenbetreiber oder Hersteller der Aufbereitungsanlage verantwortlich. Grundsätzlich muß das Getränk blasenfrei dem Füller zugestellt werden. Daneben sollte der Anteil der im Getränk gelösten Fremdgase wie Sauerstoff und Stickstoff gemäß Tab. 1 in

Kap. 4.7 unter 2 mg/l O₂ und 4 mg/l N₂ liegen. Diese Menge an Fremdgasen bewirkt bei 20° C beispielsweise schon einen Fremdgassättigungsdruck von fast 0,25 bar. Hohe gelöste Fremdgasanteile im Getränk vermindern die Absorption und Lösung während der Füllung eingeschlagener Blasen, so daß bei der Entlastung vermehrt Blasen im Getränk vorliegen. Konzentrationen gelöster Gase können mit Hilfe moderner Meßtechniken (Kap. 4.7.7) schnell und sicher bestimmt werden. Ungelöste Blasen sind jedoch häufig so klein, daß sie mit bloßem Auge in einem Schauglas in der Produktleitung nicht erkannt werden können. Mit Hilfe eines einfachen Blasentesters, einer Durchströmkammer aus Plexiglas, ist es jedoch möglich, das Getränk am Füllereingang auf vorhandene Blasen zu überprüfen (12, 13).

Eine allgemeine Checkliste zur Vermeidung von Übersäumverlusten findet sich in (12,13).

4.8.7 Rinstechnik

Als Rinsen bezeichnet man das Ausspritzen der Leerflasche kopfüber vor deren Befüllung. Dieses ist besonders bei Neufaschen erforderlich, wenn sie nicht durch die Reinigungsmaschine gefahren werden. Durch das Rinsen werden je nach Wassermenge und Benetzung der Flasche Schmutzpartikel wie Hüttenstaub und andere Rückstände wie z. B. Mikroorganismen mit einer Rate von 30 bis 100% ausgespült.

Rinser werden als Reihen-, bzw. Durchlaufrinser und auch als Rundläufer angeboten. Beim Durchlaufrinser (10 k) werden die Flaschen beispielsweise von Lamellentransporteur erfasst, in einer Art Looping gewendet, mit mitfahrenden oder feststehenden Düsen ausgespritzt, nach einer gewissen Austropfzeit wieder gewendet und auf den Transporteur zurückgesetzt. Durch die zunehmende Kopplung von Aggregaten an die Füllmaschine und der Tendenz zur keimarmen Kaltfüllung hat der Rundlaufrinser in den letzten Jahren jedoch an Bedeutung gewonnen. Bei Rundlaufrinsern ist zwischen mechanischen Rinsern (10 a, b, n-p) mit meistens 1 oder 2 Medienkanälen und rechnergesteuerten Rinsern (10 a, b) mit meistens 2 oder 3 Medienkanälen zu unterscheiden (Abb. 10).

Wie bei einem Füller, der die Flasche vor der Füllung bedämpft, ist dann auch der Rinser nicht mehr nur Rinser, sondern ein Flaschenaufbereiter. Ein solcher Rinser ist ein variables System zum Spülen, Reinigen, Ausblasen und Dämpfen von Flaschen. Alle für die Reinigung oder Entkeimung nötigen Medien wie Desinfektionsmittellösungen, Sterilwasser, Sattedampf und Sterilluft können hier eingesetzt werden. Die Medien werden wie beim Füller über einen Medienverteiler und Ringkanäle zugeführt. Beim rechnergesteuerten Rinser werden die frei wählbaren Behandlungsphasen durch einzeln geschaltete pneumatische Membranventile aktiviert.

Rinstechnik

Durchlaufrinser

Rundlaufrinser

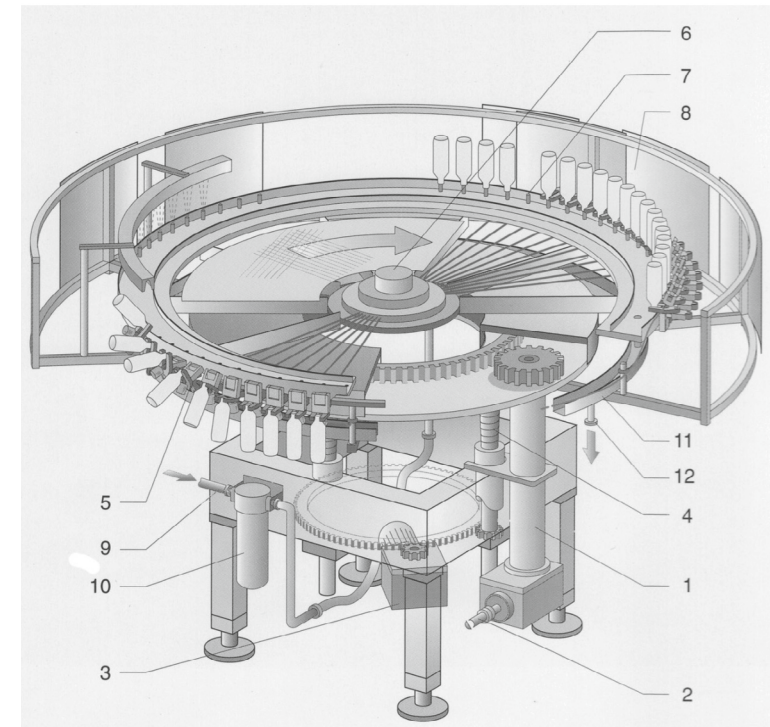
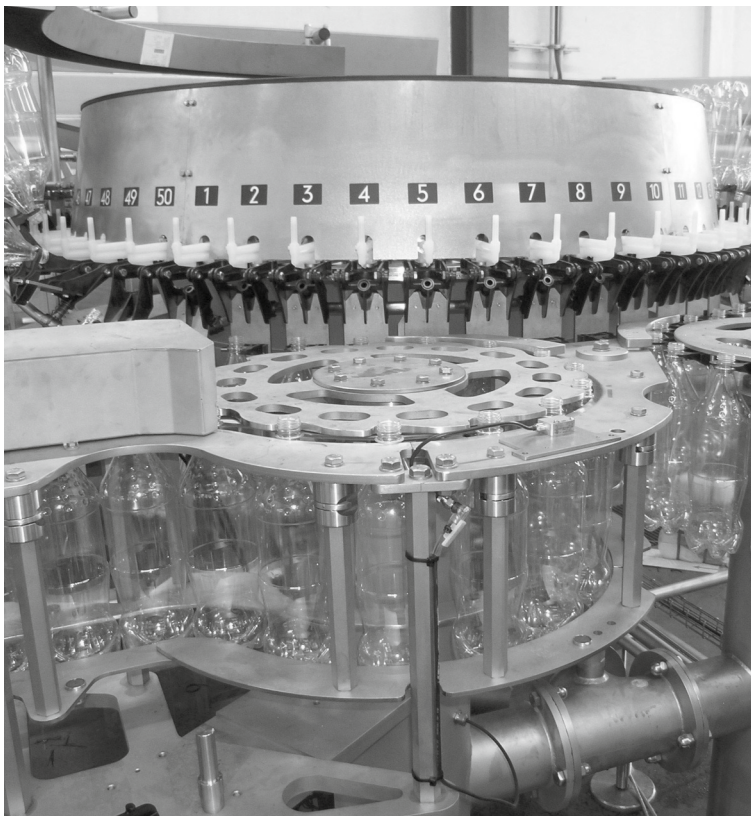


Abb. 10: Mechanischer Rundlaufrinser mit einem Medienkanal (10 a)

- | | | |
|---------------------------|---------------------|-------------------|
| 1 Drehteller-Antrieb | 5 Greifer | 9 Medium, ein |
| 2 Gelenkwelle | 6 Verteiler | 10 Partikelfilter |
| 3 Motor, Höhenverstellung | 7 Spritzdüse | 11 Ablaufwanne |
| 4 Höhenverstellung | 8 Schutzverkleidung | 12 Medium, aus |



Wegen noch vor einigen Jahren viele Betriebe auf eine mechanische Reinigung von Neuglas vor dessen Befüllung verzichteten, wird sie heute fast durchgängig aufgrund der verschärften Produkthaftung durchgeführt.

Der Rinsprozeß hat wie die Füllung entscheidenden Einfluß auf die Qualität des Produktes. Restwasser beeinflusst den Brix-Wert oder den Stammwürzegehalt. Der im Restwasser enthaltene Sauerstoff erhöht mit bis zu 0,01 mg O₂ je ml Restwasser die O₂-Konzentration im Getränk.

In der Flasche verbleibende oder im Rinser in die Flasche eingetragene Getränkeschädlinge beeinflussen die Haltbarkeit des Getränkes.

Das Restwasser läßt sich durch längere Austropfzeiten von bis zu 6 s verringern. Restwassermengen von unter 1 ml (0,5 l Flasche) erreicht man hierdurch bei Glasflaschen jedoch nicht. Durch ein Ausblasen der Flasche

Reinfektion

mit Luft kann das Austropfen verkürzt und die Restflüssigkeit verringert werden. Bei Einweg-PET sind aufgrund des wasserabweisenden PET-Materials die Austropfzeiten und Restwassermengen klein. Jedoch führt die abweisende Oberfläche auch zu einer schlechten Benetzung der Flasche beim Rinsen, so daß ohne den Zusatz von oberflächenaktiven Substanzen in das Wasser eine vollkommene Benetzung der Flasche nur selten erreicht wird.

Wird ein Rinser zur Entkeimung der Flasche bei einer keimarmen Kaltfüllung genutzt, so ist darauf zu achten, daß nicht nur eine ausreichende Keimreduktion erfolgt, sondern auch eine Reinfektion der Flasche an der Mündung oder nach der Behandlung verhindert wird. Dieses kann bei der Relevanz von Schimmel in der Regel nur verwirklicht werden, wenn der Rinser in einem Reinraum steht.

Soll ein Rinser lediglich das Flascheninnere vor der Befüllung mechanisch reinigen, so erfolgt heute häufig statt eines Ausspülens mit Wasser ein Ausblasen mit Luft. Durch das Wasser hervorgerufene Probleme wie eine schlechte Benetzung, hohe gelöste O₂-Konzentration im Restwasser, lange Austropfzeiten sowie Spritzkontaminationen der Flaschenmündung werden dadurch vermieden. Der mechanische Reinigungseffekt ist bei Luft allerdings geringer.

Aus hygienischen Gründen sollte ein Rinser immer mit chloriertem oder ozonisiertem Wasser gefahren werden. Einer Verkeimung der Maschine wird hierdurch entgegengewirkt.

4.8.8 Auslegen der Maschinengröße

Maschinengröße

Zur Auslegung einer Füllmaschinengröße ist der geplante Jahresausstoß eines Abfüllers an Einheiten relevant. Durch Schätzung der jährlichen effektiven Laufzeit der Anlage bei Berücksichtigung der Zahl der Schichten sowie der Reinigungs-, Rüst- und Störzeiten kann auf die erforderliche Stunden- ausbringung geschlossen werden.

Bei der Dimensionierung wird die Art des Getränkes, der CO₂-Gehalt, die Produkttemperatur am Füllereingang sowie die Flaschenform- und -größe berücksichtigt. Für eine Ausbringung von 40.000 0,7 l GDB-Flaschen je Stunde bei einer Produkttemperatur von 20°C und einem CO₂-Gehalt von 8 g/l liegt die Zahl der erforderlichen Füllventile bei einer Cola je nach Füllsystem zwischen 99 und 144 und bei einem Mineralwasser zwischen 90 und 120. Die Bearbeitungszeiten betragen zwischen 8 und 10 s sowie 6 und 8 s. Es sollte jedoch nicht allein die Größe des Füllers und der damit verbundene Preis ausschlaggebend für ein Füllsystem sein. Systembedingte technologische Eigenschaften können nämlich, wie beschrieben, beträchtliche Vorteile bieten.

Restwasser

4.8.9 Reinigung und Desinfektion

In regelmäßigen Abständen sollten der Fülleraußenbereich und die innenliegenden Produkt- und Gaswege gereinigt und desinfiziert werden (siehe hierzu Kap. 4.4).

Zur CIP (clean in place) der inneren Wege muß der Füller mindestens einen 2. Ringkanal haben, über den die Reinigungslösung zu oder abgeführt werden kann. Dieser 2. Kanal wird bei füllrohrlosen mechanischen Druckfüllern während der Produktion teilweise als Entlastungskanal genutzt.

Nach Produktionsende sind zur CIP lediglich die Spülhülsen aufzusetzen, was auch automatisch geschehen kann. Das CIP-Programm wird dann automatisch oder manuell durchgeführt.

Überarbeitet von Mitarbeitern der KHS GmbH:
Verantwortlich Herr Frank Schneidermann

Fotos und Abbildungen mit freundlicher Genehmigung
der KHS GmbH, Juchstraße 20, 44143 Dortmund

Reinigung
und
Desinfektion
des Füllers

Quellenangabe:

- (1) Back, W.: Farbatlas und Handbuch der Getränkebiologie, Vol. II, Verlag Hans Carl, Nürnberg, 1994
- (2) Rammert, M.; Clüsserath, L.; Roesicke, J.: Keimarmes Füllen biologisch empfindlicher Flaschenbiere. Brauwelt 134 (1994) Nr. 17, S. 766-774
- (3) Back, W.: Sekundärkontaminationen im Abfüllbereich. Brauwelt 134 (1994) Nr. 16, S. 686-695
- (4) Back, W.: Technologische Voraussetzungen für die „kaltaseptische“ Abfüllung von Bier. Brauwelt 34 (1994) Nr. 39, S. 1936-1942
- (5) VDMA-Einheitsblatt 24 431. Steriltechnik, Abkürzungen und Begriffe, Beuth Verlag, Berlin 1990
- (6) DIN 8782, Getränke-Abfülltechnik - Begriffe für Abfüllanlagen und einzelne Aggregate, Beuth Verlag, Berlin
- (7) DIN 8783, Getränke-Abfülltechnik - Untersuchungen an abfülltechnischen Anlagen, Beuth Verlag, Berlin
- (8) DIN 8784, Getränke-Abfülltechnik-Mindestangaben und auftragsbezogene Angaben, Beuth Verlag, Berlin
- (9) Abfülltechnik für Bier, Softdrinks, Mineralwasser, Fruchtsaft, Sekt. Informationsbroschüre der Firma KHS AG, Bad Kreuznach, 1994
- (10) Prospekte und Unterlagen der Firmen:
 - a) KHS AG, Bad Kreuznach
 - b) Kettner/O + H AG, Hamburg
 - c) Krones AG, Neutraubling
 - d) Nagema M + V Getränketechnik, Dortmund
 - e) Crown Cork & Seal Company, Inc., Baltimore, USA
 - f) Meyer, USA
 - g) Mitsubishi, Japan
 - h) Simonazzi S.p.A., Parma, Italien
 - i) alfill Getränketechnik GmbH, Hamburg
 - k) Procomac S.p.A., Sala Baganza, Italien
- (11) Vilacha, C.; Uhlig, K.: Die Messung niedriger Gesamtsauerstoffgehalte im abgefüllten Bier. Brauwelt 124 (1984) Nr. 18, S. 754-758
- (12) Rammert, M.: Zur Optimierung von Hochleistungsabfüllanlagen für CO₂-haltige Getränke. Dissertation, Paderborn, 1993
- (13) Rammert, M.; Pahl, M. H.: Entlastung der Flasche. Maßnahmen zur Verminderung des Aufschäumens bei der Abfüllung CO₂-haltiger Getränke.
(Teil 1) Getränkeindustrie 46 (1992) Nr. 12, S. 999-1002; (Teil 2) Getränkeindustrie 47 (1992) Nr. 3, S. 138-145

- 4.11 GESETZLICHE EINHEITEN IN DER TECHNIK
 - 4.11.1 Gesetz über die Einheiten im Meßwesen und die Zeitbestimmung
 - 4.11.2 SI-Einheiten
 - 4.11.2.1 SI-Basiseinheiten
 - 4.11.2.2 Abgeleitete SI-Einheiten
 - 4.11.2.3 Erweiterung der SI-Einheiten

4.11 GESETZLICHE EINHEITEN IN DER TECHNIK

4.11.1 Gesetz über die Einheiten im Messwesen und die Zeitbestimmung (EinhZeitG)

Das Gesetz über Einheiten im Messwesen und die Zeitbestimmung, kurz Einheiten- und Zeitgesetz (EinhZeitG) ermächtigt das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, die gesetzlichen Einheiten festzulegen, und definiert einige Aufgaben der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt außerdem enthält es auch Regelungen zur gesetzlichen Zeit und Sommerzeit.

Damit dürfen in Deutschland im geschäftlichen und amtlichen Verkehr nur gesetzliche Einheiten verwendet werden, sofern das Einheiten- und Zeitgesetz keine Ausnahme vorsieht. Zusätzliche Angaben in nicht gesetzlichen Einheiten sind zulässig, soweit die Angabe in der gesetzlichen Einheit hervorgehoben ist. Zuwiderhandlungen im geschäftlichen Verkehr stellen Ordnungswidrigkeiten dar, die mit einer Geldbuße geahndet werden können.

Unter dem amtlichen Verkehr werden Vorgänge hoheitlicher und verwaltender Art verstanden. Der geschäftliche Verkehr umfasst das Angebot, den Verkauf und die Berechnung einer Leistung. Weiter werden die Vorbereitung und Abwicklung von Geschäften sowie Werbung, Auszeichnung und Zusendung zugerechnet. Alle Aussagen über ein Produkt gehören zum geschäftlichen Verkehr.

Für betriebsinterne Zwecke ist die Anwendung der gesetzlichen Einheiten nicht zwingend vorgeschrieben. Da aber interne Schriftstücke auch Gegenstand des geschäftlichen Verkehrs werden können, ist es ratsam, die gesetzlichen Einheiten im gesamten Betriebsbereich anzuwenden. Für die Fachliteratur, Forschung und Entwicklung sollten die Einheiten ebenfalls benutzt werden, obwohl die Anwendung nicht verbindlich ist.

Die gesetzlichen Einheiten sind dagegen nicht auf den geschäftlichen und amtlichen Verkehr mit Staaten außerhalb des Geltungsbereichs des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum oder die mit der Einfuhr oder Ausfuhr unmittelbar zusammenhängen anzuwenden. Damit sollen Handelshemmnisse im Verkehr mit anderen Ländern vermieden werden.

4.11.2 Ausführungsverordnung zum Gesetz über Einheiten im Messwesen (EinhV)

Entsprechend der Richtlinie 80/181/EWG legt die Einheitenverordnung (Ausführungsverordnung zum Gesetz über Einheiten im Messwesen und die Zeitbestimmung, EinhV) die gesetzlichen Einheiten fest. Die knapp gehaltene Einheitenverordnung enthält im Wesentlichen Tabellen mit Einheitenamen, Einheitenzeichen und entsprechender Größe (siehe Tabelle 1) und Angaben zu Vorsätzen und Vorsatzzeichen, mit deren Hilfe dezimale

(EinhZeitG)

EinhV
gesetzlichen
Einheiten

Vielfache und Teile von Einheiten bezeichnet werden können (siehe Tabelle 2).

Tabelle 1: Gesetzliche Einheiten mit besonderem Namen

Nr.	Einheit Name	Zeichen	Größe
1	Ampere	A	elektrische Stromstärke
2	Ar	a	Fläche von Grundstücken und Flurstücken
3	Atomare Masseneinheit	u	Masse in der Atomphysik
4	Bar	bar	Druck
5	Barn	b	Wirkungsquerschnitt
6	Becquerel	Bq	Aktivität einer radioaktiven Substanz
7	Candela	cd	Lichtstärke
8	Coulomb	C	elektrische Ladung, Elektrizitätsmenge
9	Dioptrie	dpt	Brechwert von optischen Systemen
10	Elektronvolt	eV	Energie in der Atomphysik
11	Farad	F	elektrische Kapazität
12	Gon	gon	ebener Winkel
13	Grad	°	ebener Winkel
14	Grad Celsius	°C	Celsius-Temperatur
15	Gramm	g	Masse
16	Gray	Gy	Energiedosis, spezifische Energie, Kerma, Energiedosisindex
17	Hektar	ha	Fläche von Grundstücken und Flurstücken
18	Henry	H	Induktivität
19	Hertz	Hz	Frequenz
20	Joule	J	Energie, Arbeit, Wärmemenge
21	Katal	kat	katalytische Aktivität
22	Kelvin	K	thermodynamische Temperatur
23	Kilogramm	kg	Masse
24	Liter	l, L	Volumen
25	Lumen	lm	Lichtstrom
26	Lux	lx	Beleuchtungsstärke
27	Meter	m	Länge
28	metrisches Karat		Masse von Edelsteinen
29	Millimeter-Quecksilbersäule	mmHg	Blutdruck und Druck anderer Körperflüssigkeiten
30	Minute	'	ebener Winkel
31	Minute	min	Zeit
32	Mol	mol	Stoffmenge
33	Newton	N	Kraft
34	Ohm	Ω	elektrischer Widerstand
35	Pascal	Pa	Druck
36	Radian	rad	ebener Winkel
37	Sekunde	"	ebener Winkel
38	Sekunde	s	Zeit
39	Siemens	S	elektrischer Leitwert
40	Sievert	Sv	Äquivalentdosis
41	Steradian	sr	Raumwinkel

42	Stunde	h	Zeit
43	Tag	d	Zeit
44	Tesla	T	magnetische Flußdichte
45	Tex	tex	längenbezogene Masse von textilen Fasern und Garnen
46	Tonne	t	Masse
47	Var	var	Blindleistung in der elektrischen Energietechnik
48	Vollwinkel		ebener Winkel
49	Volt	V	elektrisches Potential, elektrische Spannung
50	Watt	W	Leistung, Energiestrom
51	Weber	Wb	magnetischer Fluß

Tabelle 2: Vorsätze und Vorsatzzeichen zur Bezeichnung von dezimalen Vielfachen und Teilen von Einheiten.

Nr.	Faktor, mit dem die Einheit multipliziert wird	Vorsatz	Vorsatzzeichen
1	2	3	4
1	10^{24}	Yotta	Y
2	10^{21}	Zetta	Z
3	10^{18}	Exa	E
4	10^{15}	Peta	P
5	10^{12}	Tera	T
6	10^9	Giga	G
7	10^6	Mega	M
8	10^3	Kilo	k
9	10^2	Hekto	h
10	10^1	Deka	da
11	10^{-1}	Dezi	d
12	10^{-2}	Zenti	c
13	10^{-3}	Milli	m
14	10^{-6}	Mikro	μ
15	10^{-9}	Nano	n
16	10^{-12}	Piko	p
17	10^{-15}	Femto	f
18	10^{-18}	Atto	a
19	10^{-21}	Zepto	z
20	10^{-24}	Yokto	y

Für die Definitionen und Beziehungen der Einheiten wird auf das Kapitel I des Anhangs der Richtlinie 80/181/EG vom 20. Dezember 1979 in ihrer jeweils geltenden Fassung verwiesen. In dem Anhang dieser Richtlinie werden vor allem die 7 SI-Basiseinheiten (siehe Tabelle 3) und die davon abgeleiteten SI Einheiten aufgeführt (siehe auch Tabelle 4). Zusätzlich werden noch Einheiten, die unabhängig von den SI-Basiseinheiten definiert sind

Richtlinie
80/181/EG

SI
Basiseinheiten

oder nur in speziellen Anwendungsbereichen zugelassen sind (z.B. Ar für die Fläche von Grundstücken) aufgeführt.

Von allen Vorlagen zur Vereinheitlichung hat das Internationale Einheitensystem eine überragende weltweite Bedeutung erlangt. Für dieses System wurde 1960 von der 11. Generalkonferenz für Maß und Gewicht in Paris das international verbindliche Kurzzeichen 'SI' festgelegt (Système international d'Unités).

Tabelle 3: SI-Basiseinheiten

Größe	SI-Basiseinheit	
	Name	Zeichen
Länge	Meter	m
Masse	Kilogramm	kg
Zeit	Sekunde	s
elektrische Stromstärke	Ampere	A
thermodynamische Temperatur	Kelvin	K
Stoffmenge	Mol	mol
Lichtstärke	Candela	cd

Die Definitionen der SI-Basiseinheiten lauten wie folgt:

Länge	Basiseinheit der Länge Das Meter ist die Länge der Strecke, die Licht im Vakuum während der Dauer 1/299 792 458 Sekunden zurücklegt.
Masse	Basiseinheit der Masse Das Kilogramm ist die Einheit der Masse; es ist gleich der Masse des Internationalen Kilogrammprototyps.
Zeit	Basiseinheit der Zeit Die Sekunde ist das 9 192 631 770fache der Periodendauer der dem Übergang zwischen den beiden Hyperfeinstrukturniveaus des Grundzustands von Atomen des Nuklids ¹³³Cs entsprechenden Strahlung.
Elektrische Stromstärke	Basiseinheit der elektrischen Stromstärke Das Ampere ist die Stärke eines zeitlich unveränderlichen elektrischen Stromes, der, durch zwei im Vakuum parallel im Abstand 1 Meter vonein-

ander angeordnete, geradlinige, unendlich lange Leiter von vernachlässigbar kleinem, kreisförmigem Querschnitt fließend, zwischen diesen Leitern je 1 Meter Leiterlänge die Kraft $2 \cdot 10^{-7}$ Newton hervorrufen würde.

Basiseinheit der thermodynamischen Temperatur

Das Kelvin, Einheit der thermodynamischen Temperatur, ist der 273,16te Teil der thermodynamischen Temperatur des Tripelpunkts des Wassers. Diese Definition bezieht sich auf Wasser, dessen Isotopenzusammensetzung durch folgende Stoffmengenverhältnisse definiert ist: 0,00015576 Mol ^2H pro Mol ^1H , 0,0003799 Mol ^{17}O pro Mol ^{16}O und 0,0020052 Mol ^{18}O pro Mol ^{16}O .

Ein Temperaturintervall oder eine Temperaturdifferenz kann entweder in Kelvin oder in Grad Celsius ausgedrückt werden. Die Einheit Grad Celsius ($^{\circ}\text{C}$) ist gleich der Einheit Kelvin.

Basiseinheit der Stoffmenge

Das Mol ist die Stoffmenge eines Systems, das aus ebensoviel Einzelteilchen besteht, wie Atome in 0,012 Kilogramm des Nuklids ^{12}C enthalten sind.

Bei Verwendung des Mol müssen die Einzelteilchen des Systems spezifiziert sein; es können Atome, Moleküle, Ionen, Elektronen sowie andere Teilchen oder Gruppen solcher Teilchen genau angegebener Zusammensetzung sein.

Basiseinheit der Lichtstärke

Die Candela ist die Lichtstärke einer Strahlungsquelle, welche monochromatische Strahlung der Frequenz $540 \cdot 10^{12}$ Hertz in eine bestimmte Richtung aussendet, in der die Strahlstärke 1/683 Watt durch Steradian beträgt.

Die für die Meßtechnik in der Getränkeindustrie bedeutenden abgeleiteten SI-Einheiten sind in Tabelle 2 aufgeführt, wobei die Größe, der Name, das abgekürzte Zeichen und die Beziehung zu den anderen Einheiten angegeben sind.

Temperatur

Stoffmenge

Lichtstärke

Tabelle 4: Abgeleitete SI-Einheiten mit Namen, Zeichen und Beziehung zu anderen Einheiten und zugelassene besondere Namen und Einheitenzeichen für dezimale Vielfache oder Teile von SI-Einheiten.

Einheiten

Größe	abgeleitete SI-Einheit		In anderen SI-Einheiten	Beziehung In den SI-Basiseinheiten
	Name	Zeichen		
Ebener Winkel	Radian	rad		$\text{m} \cdot \text{m}^{-1}$
Räumlicher Winkel	Steradian	sr		$\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$
Frequenz	Hertz	Hz		s^{-1}
Kraft	Newton	N		
Druck, mechanische Spannung	Pascal	Pa	$\text{N} \cdot \text{m}^{-2}$	$\text{m}^{-1} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$
Energie, Arbeit, Wärmemenge	Joule	J	$\text{N} \cdot \text{m}$	
Leistung, Energiefluss	Watt	W	$\text{J} \cdot \text{s}^{-1}$	
Elektrische Ladung, Elektrizitätsmenge	Coulomb	C		$\text{s} \cdot \text{A}$
Elektrische Potentialdifferenz, elektrische Spannung, elektromotorische Kraft	Volt	V	$\text{W} \cdot \text{A}^{-1}$	
Elektrischer Widerstand	Ohm	Ω	$\text{V} \cdot \text{A}^{-1}$	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-2}$
Leitwert	Siemens	S	$\text{A} \cdot \text{V}^{-1}$	$\text{m}^{-2} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^2$
Kapazität	Farad	F	$\text{C} \cdot \text{V}^{-1}$	$\text{m}^{-2} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^4 \cdot \text{A}^2$
Magnetischer Fluss	Weber	Wb	$\text{V} \cdot \text{s}$	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-1}$
Magnetische Flussdichte	Tesla	T	$\text{Wb} \cdot \text{m}^{-2}$	$\text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-1}$
Induktivität	Henry	H	$\text{Wb} \cdot \text{A}^{-1}$	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-2}$
Lichtstrom	Lumen	lm	$\text{Cd} \cdot \text{sr}$	cd
Beleuchtungsstärke	Lux	lx	$\text{lm} \cdot \text{m}^{-2}$	$\text{m}^{-2} \cdot \text{cd}$
Aktivität (ionisierende Strahlung)	Becquerel	Bq		s^{-1}
Energiedosis, spezifische Energie, Kerma, Energiedosisindex	Gray	Gy	$\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$
Äquivalentdosis	Sievert	Sv	$\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$
Katalytische Aktivität	Katal	kat		$\text{mol} \cdot \text{s}^{-1}$
Volumen	Liter	L oder l		$1 \text{ dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$
Masse	Tonne	t		10^3 kg
Druck, mechanische Spannung	Bar	bar		10^5 Pa

In der folgenden Tabelle werden zugelassene Namen und Einheitenzeichen für dezimale Vielfache oder Teile von SI-Einheiten aufgeführt.

Tabelle 5:

Größe	Name	Einheitenzeichen	Beziehung
Volumen	Liter	L oder l	$1 \text{ l} = 1 \text{ dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$
Masse	Tonne	t	$1 \text{ t} = 1 \text{ Mg} = 10^3 \text{ kg}$
Druck, mechanische Spannung	Bar	bar	$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$

Tabelle 6 enthält Umrechnungsfaktoren einiger in der Technik wichtiger Größen von der alten Einheit in SI-Einheiten, wobei bei Leistung und Wärmemenge das Vorsatzzeichen k = Kilo benutzt wird.

Umrechnungsfaktoren

Tab. 6: Umrechnung alter Einheiten in neue SI-Einheiten

Größe	Bisherige Name	Einheit Zeichen	Neue SI-Name	Einheit Zeichen	Umrechnung
Kraft	Kilopond	kp	Newton	N	$1 \text{ kp} = 9,81 \text{ N}$ $1 \text{ N} = 0,102 \text{ kp}$
Arbeit	Kilopondmeter	kpm	Newtonmeter	Nm	$1 \text{ kpm} = 9,81 \text{ Nm}$ $1 \text{ Nm} = 0,102 \text{ kpm}$
Leistung	Pferdestärke	PS	Kilowatt	kW	$1 \text{ PS} = 0,735 \text{ kW}$ $1 \text{ kW} = 1,360 \text{ PS}$
Druck	Atmosphäre	at	Pascal/Bar	Pa/bar	$1 \text{ at} = 0,981 \text{ bar}$ $1 \text{ bar} = 1,020 \text{ at}$
Temperatur	Grad Celcius	°C	Kelvin	K	$0^\circ \text{C} = 273,15 \text{ K}$
Wärmemenge	Kilokalorie	kcal	Kilojoule	kJ	$1 \text{ kcal} = 4,1868 \text{ kJ}$
Viskosität	Poise	P	Pascalsekunde	Pa·s	$1 \text{ P} = 0,1 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ $1 \text{ Pa} \cdot \text{s} = 10 \text{ P}$

Quellenangabe:

- (1) Gesetz über die Einheiten im Messwesen und die Zeitbestimmung
- (2) Richtlinie 80/181/EWG vom 20 Dezember 1979 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Einheiten im Meßwesen und zur Aufhebung der Richtlinie 71/354/EWG.
- (3) Richtlinie 2009/3/EG vom 11. März 2009 zur Änderung der Richtlinie 80/181/EWG des Rates zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten über die Einheiten im Messwesen.

5	LEBENSMITTELRECHTLICHE BESTIMMUNGEN UND PRODUKTHAFTUNG
5.1	Systematik des Lebensmittelrechts
5.2	Allgemeine Rechtsgrundlagen
5.2.1	Basis-Verordnung (EG) Nr. 178/2002
5.2.2	Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch
5.2.3	Regelungen zu Lebensmitteln aus ökologischem Landbau
5.2.4	Diätverordnung
5.2.5	Regelungen zu ernährungsphysiologisch wirksamen Stoffen
5.2.5.1	Anreicherungs-Verordnung (EG) Nr. 1925/2006
5.2.5.2	Vitaminverordnung
5.2.5.3	Zusatzstoff-Zulassungsverordnung vom 22.12.1981
5.2.6	Zusatzstoff-Regelungen
5.2.6.1	Zusatzstoff-Verordnung (EG) Nr. 1333/2008
5.2.6.2	Zusatzstoff-Zulassungsverordnung vom 29.1.1998
5.2.7	Enzym-Verordnung (EG) Nr. 1332/2008
5.2.8	Regelungen zu Aromen
5.2.8.1	Aromen-Verordnung (EG) Nr. 1334/2008
5.2.8.2	Aromenverordnung (national)
5.2.9	Trinkwasserverordnung
5.3	Produktspezifische Rechtsgrundlagen
5.3.1	Erfrischungsgetränke
5.3.2	Fruchtsäfte und Fruchtnektare
5.3.3	Wasser
5.3.4	Mineralstoffgetränke
5.3.5	"Mineralwasser plus Frucht"-Getränke
5.3.6	Energydrinks
5.4	Herstellbestimmungen
5.4.1	Herstellung von Erfrischungsgetränken
5.4.1.1	Fruchtsaftgetränke, Fruchtschorlen, Limonaden und Brausen
5.4.1.2	Mineralstoffgetränke
5.4.1.3	"Mineralwasser plus Frucht"-Getränke
5.4.2	Herstellung von Fruchtsaft und Fruchtnektar
5.4.3	Gewinnung/Herstellung von Wasser
5.4.3.1	Natürliches Mineralwasser
5.4.3.2	Quellwasser
5.4.3.3	Tafelwasser
5.5	Allgemeine Kennzeichnungsvorschriften
5.5.1	Lebensmittel-Kennzeichnungsverordnung
5.5.1.1	Verkehrsbezeichnung
5.5.1.2	Mindesthaltbarkeitsdatum
5.5.1.3	Zutatenverzeichnis
5.5.1.4	Angabe des Herstellers

5.5.1.5	Füllmengenkennzeichnung
5.5.1.6	Spezifische Angaben
5.5.1.7	Art und Weise der Kennzeichnung
5.5.2	Mengenkennzeichnung von Zutaten (QUID)
5.5.2.1	Auslösetatbestände
5.5.2.2	Ausnahmen von der Verpflichtung zur QUID-Kennzeichnung
5.5.2.3	Anwendungsbeispiele
5.5.2.4	Ort der Kennzeichnung und Zeitpunkt für die Berechnung
5.5.3	Nährwert-Kennzeichnungsverordnung
5.5.4	Claims-Verordnung (EG) Nr. 1924/2006
5.5.5	Zusatzstoff-Zulassungsverordnung
5.5.6	Los-Kennzeichnungs-Verordnung
5.6	Produktspezifische Kennzeichnung
5.6.1	Erfrischungsgetränke
5.6.1.1	Fruchtsaftgetränke
5.6.1.2	Fruchtschorlen
5.6.1.3	Limonaden
5.6.1.4	Brausen
5.6.1.5	Koffeinhaltige und chininhaltige Erfrischungsgetränke
5.6.1.6	Mineralstoffgetränke
5.6.2	Fruchtsäfte und Fruchtnektare
5.6.3	Wasser
5.6.3.1	Natürliches Mineralwasser
5.6.3.2	Quellwasser und Tafelwasser
5.7	Eichgesetz und Fertigpackungsverordnung
5.7.1	Füllmengenregelung
5.7.1.1	Kennzeichnung
5.7.1.2	Mittelwert
5.7.1.3	Toleranzen
5.7.1.4	Füllmengenkontrolle
5.7.2	Standardisierung
5.7.3	Maßbehältnisse
5.7.3.1	Genauigkeitsanforderungen an Maßbehältnisse
5.7.3.2	Kennzeichnung als Maßbehältnis
5.7.4	EWG-Zeichen für Fertigpackungen
5.7.5	Kennzeichnung von Sammelpackungen
5.7.6	Kennzeichnung von Containern
5.8	Grundpreisangabe
5.9	Produkthaftung
5.10	Produktsicherheitsgesetz

Abkürzungen
Lebensmittelrechtliche Bestimmungen
Literatur

5. LEBENSMITTELRECHTLICHE BESTIMMUNGEN UND PRODUKTHAFTUNG

Die Einhaltung der lebensmittelrechtlichen Bestimmungen ist grundlegende Voraussetzung für das Inverkehrbringen von Lebensmitteln. Sie gilt deshalb auch für alkoholfreie Getränke.

In diesem Kapitel erfolgt eine zusammenfassende Darstellung der wichtigsten lebensmittelrechtlichen und eichrechtlichen Bestimmungen, die für alkoholfreie Getränke relevant sind. Es schließen sich Ausführungen zur Produkthaftung und -sicherheit an.

Aufgrund der Vielzahl der einschlägigen Bestimmungen und der Fülle der darin enthaltenen Einzelregelungen kann in diesem Kapitel keine vollständige inhaltliche Wiedergabe dieser Bestimmungen vorgenommen werden. Vielmehr wird versucht, wesentliche Inhalte wiederzugeben und ggf. zu kommentieren. Die Regelungen, auf die Bezug genommen wird, werden im Anhang zitiert und geben den aktuellen Stand zum Zeitpunkt der Erarbeitung dieses Kapitels wieder.

Dieses Kapitel gibt im Hinblick auf lebensmittelrechtliche Aspekte den Herstellern alkoholfreier Getränke eine wichtige Hilfe an die Hand; unter dem Gesichtspunkt der lebensmittelrechtlichen Sorgfaltspflicht ist der zusätzliche Bezug einer Textsammlung des Lebensmittelrechts sowie der einschlägigen Fachliteratur für jedes Unternehmen der Lebensmittelwirtschaft anzuraten.

Nachfolgend wird im Wesentlichen auf folgende Produktgruppen und dafür einschlägige lebensmittelrechtliche Bestimmungen eingegangen:

- Erfrischungsgetränke
 - o Fruchtsaftgetränke
 - o Fruchtschorlen
 - o Limonaden
 - o Brausen
 - o Mineralstoffgetränke
 - o "Mineralwasser plus Frucht"-Getränke
- Fruchtsäfte und Fruchtnektare
- Erzeugnisse der Verordnung über natürliches Mineralwasser, Quellwasser und Tafelwasser.

5.1 SYSTEMATIK DES LEBENSMITTELRECHTS

Die Bestimmungen des Lebensmittelrechts finden sich in nationalen Gesetzen und Verordnungen sowie in Vorschriften der Europäischen Union (EU). Zunehmend werden in der EU Bestimmungen als Verordnungen getroffen, die in allen ihren Teilen in jedem Mitgliedstaat ohne Umsetzung in innerstaatliches Recht verbindlich sind und unmittelbar für den Rechtsunterworfenen Rechte und Pflichten begründen. Hingegen sind EU-Richtlinien für den Rechtsunterworfenen in der Regel nicht verbindlich. Sie richten sich an den Mitgliedstaat, nicht an den einzelnen Bürger. Die Richtlinien geben dabei dem Mitgliedstaat die zu erreichenden Ziele verbindlich vor, überlassen aber Form und Mittel weitgehend dem notwendigen innerstaatlichen Umsetzungsakt in nationales Recht.

Darüber hinaus gibt es Codices wie die Leitlinien der Kommission und der Mitgliedstaaten, Leitsätze des Deutschen Lebensmittelbuches, Richtlinien/Begriffsbestimmungen der Lebensmittelwirtschaft und Stellungnahmen des Arbeitskreises Lebensmittelchemischer Sachverständiger der Länder und des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (ALS). Diese Codices sind nicht rechtsverbindlich, beschreiben aber die allgemeine Verkehrsauffassung, den redlichen Handelsbrauch, der mit der Verkehrsauffassung identisch sein kann, oder stellen eine gutachtliche Stellungnahme dar; in jedem Fall kommt ihnen eine erhebliche Bedeutung bei der rechtlichen Beurteilung von Lebensmitteln zu.

Leitlinien
Leitsätze

5.2 ALLGEMEINE RECHTSGRUNDLAGEN

5.2.1 Basis-Verordnung (EG) Nr. 178/2002

Grundlegende gesetzliche Bestimmungen sind in der Verordnung (EG) Nr. 178/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates zur Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit (Basis-Verordnung) festgelegt. Die Verordnung definiert gemeinschaftsweit "Lebensmittel" (Art. 2) und weitere relevante Begriffe (Art. 3). Zudem enthält die Basis-Verordnung insbesondere Regelungen zur Ein- und Ausfuhr von Lebensmitteln (Art. 11 und 12), Anforderungen an die Lebensmittelsicherheit (Art. 14), ein Irreführungsverbot (Art. 16) sowie Regelungen zur Rückverfolgbarkeit (Art. 18) und zu Zuständigkeiten und zur Verantwortung von Lebensmittelunternehmen (Art. 17 und 19). Außerdem sind Regelungen zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit getroffen. Letztere beinhalten die Errichtung eines europäischen Schnellwarnsystems.

Basis-
Verordnung

5.2.2 Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch

In Ergänzung der Basis-Verordnung finden sich weitere grundlegende gesetzliche Bestimmungen des Lebensmittelrechts im deutschen Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch (LFGB), welches 2005 das bis dahin geltende Lebensmittel- und Bedarfsgegenständengesetz abgelöst hat. Das LFGB enthält u. a. weitere relevante Begriffsbestimmungen (§§ 2 und 3). Die erst im Jahr 2005 aus der Richtlinie 89/107/EWG des Rates zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Zusatzstoffe, die in Lebensmitteln verwendet werden dürfen (Zusatzstoff-Rahmenrichtlinie) übernommene Definition "Lebensmittelzusatzstoffe" soll nach einem Entwurf zur Änderung des LFGB (Stand: 16.7.2010) unter Verweis auf die mittlerweile in der Verordnung (EG) Nr. 1333/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates über Lebensmittelzusatzstoffe (Zusatzstoff-Verordnung) getroffene Definition gestrichen werden.

LFGB

In § 2 Abs. 3 LFGB werden darüber hinaus weitere Stoffe den Zusatzstoffen gleichgestellt mit der Folge, dass sie nur nach entsprechender Zulassung in Lebensmitteln verwendet werden dürfen. Die Vereinbarkeit dieser Gleichstellung mit europäischem Recht wird kontrovers diskutiert. Hinzuweisen ist an dieser Stelle auf den bereits erwähnten Entwurf zur Änderung des LFGB, der an der Gleichstellung festhält und eine Klarstellung im Hinblick auf bestimmte Stoffe, die von der Rechtsprechung zunehmend als nicht den Zusatzstoffen gleichgestellt beurteilt wurden, vornimmt.

Gleichstellung
von
Zusatzstoffen

Danach sollen Stoffe, die nur in angereicherten oder diätetischen Lebensmitteln sowie in Nahrungsergänzungsmitteln als charakteristische Zutat verwendet werden und die weiteren Voraussetzungen an Zusatzstoffe erfüllen, den Zusatzstoffen gleichgestellt werden.

Von besonderer Bedeutung sind auch Bestimmungen über den Täuschungsschutz (§ 11). Ferner enthält das LFGB Ermächtigungen für den Verordnungsgeber, soweit es unter dem Aspekt des Gesundheits- bzw. Täuschungsschutzes oder zur Unterrichtung des Verbrauchers erforderlich ist, durch Verordnung bestimmte Anforderungen an das Herstellen, Behandeln und Inverkehrbringen sowie für die Kennzeichnung von Lebensmitteln festzulegen.

Das LFGB zielt vor allem auf den Schutz des Verbrauchers vor Gesundheitsschädigungen und vor Täuschung und Irreführung ab. Die §§ 2 und 11 stellen deshalb die wichtigsten Bestimmungen dar. Die grundlegenden und ins Detail gehenden Kommentierungen des LFGB erübrigen eine Kommentierung an dieser Stelle.

5.2.3 Regelungen zu Lebensmitteln aus ökologischem Landbau

Öko-Basis-
verordnung

Die Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 des Rates über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel ist Anfang 2009 durch ein neues Regelwerk zum ökologischem Landbau abgelöst worden. Seit dem 1. Januar 2009 gilt die Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 (Öko-Basisverordnung). Diese wird ergänzt durch Durchführungsvorschriften, insbesondere durch:

- Verordnung (EG) Nr. 889/2008 der Kommission mit Durchführungsvorschriften zur Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen hinsichtlich der ökologischen/biologischen Produktion, Kennzeichnung und Kontrolle,
- Verordnung (EG) Nr. 1235/2008 der Kommission mit Durchführungsvorschriften zur Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates hinsichtlich der Regelung der Einfuhren von ökologischen/biologischen Erzeugnissen aus Drittländern.

Darüber haben auch "Leitlinien für Importe ökologischer/biologischer Produkte in die Europäische Union" erhebliche Bedeutung, auch wenn sie von ihrem Rechtsstatus her unverbindlich sind.

Die neuen Rechtsvorschriften gelten wie bisher für lebende und unverarbeitete landwirtschaftliche Erzeugnisse, für verarbeitete landwirtschaftliche Erzeugnisse, die als Lebensmittel bestimmt sind, für Futtermittel sowie für

vegetatives Vermehrungsmaterial und Saatgut für den Anbau. Es wird ausdrücklich eine Reihe von Lebensmitteln erfasst, die nicht in den Anwendungsbereich der bisherigen Verordnung fielen, beispielsweise Hefe. Für Bio-Hefen gilt allerdings eine Übergangszeit bis zum 31. Dezember 2013.

Bei den Regelungen handelt es sich um optionell-obligatorische Vorschriften. Sie kommen nur zur Anwendung, wenn die Produkte auf dem Etikett, in der Werbung, oder den Geschäftspapieren Hinweise darauf enthalten, dass sie aus ökologischer Erzeugung oder Herstellung stammen. Dazu zählen insbesondere Hinweise wie "biologisch" oder "ökologisch" und davon abgeleitete Begriffe wie "bio" oder "öko", auch in zusammengesetzten Wortverbindungen. Die Wörter "Natur" oder "natürlich" allein dürften noch kein Hinweis auf den ökologischen Landbau sein. Es kommt auf die Gesamtaufmachung im Einzelfall an.

Wichtige Grundsätze der Regelungen zum ökologischen Landbau sind u.a. Förderung der Verwendung ökologischer Zutaten, weitgehender Verzicht auf (chemische) Dünge- und Pflanzenschutzmittel, Beschränkung der zulässigen Zusatzstoffe und Verarbeitungshilfsstoffe, keine Anwendung gentechnischer Verfahren und keine Behandlung mit ionisierenden Strahlen.

Unternehmen, die Lebensmittel mit einem Hinweis auf die ökologische Gewinnung oder Herstellung erzeugen, aufbereiten, lagern, aus einem Drittland importieren oder in den Verkehr bringen, unterliegen einer Kontrollpflicht durch unabhängige Stellen. Private Kontrollstellen müssen akkreditiert sein. Die Kontrollen erfolgen mindestens einmal im Jahr.

Hinsichtlich der Vorschriften zur Herstellung alkoholfreier Getränke mit einem Hinweis auf die ökologische Erzeugung sind insbesondere die Regelungen der zulässigen Zusatzstoffe und Verarbeitungshilfsstoffe von Bedeutung. Zusatzstoffe müssen nicht nur nach den allgemeinen Zusatzstoffregelungen für die entsprechenden Getränke zugelassen sein; sie müssen auch in der Positivliste des Anhangs VIII Teil A der Durchführungsverordnung (EG) Nr. 889/2008 aufgeführt sein. Verarbeitungshilfsstoffe müssen in Anhang VIII Teil B gelistet sein.

Gemäß Art. 19. Abs. 2 der Öko-Basisverordnung müssen verarbeitete ökologische Lebensmittel überwiegend aus Zutaten landwirtschaftlichen Ursprungs hergestellt werden. Zugewonnenes Wasser und Kochsalz bleiben bei der Berechnung unberücksichtigt. Ein Mineralwasser, Quellwasser oder Tafelwasser kann deshalb per se nicht als ökologisches Lebensmittel ausgemacht werden, wohl aber Fruchtsäfte, Fruchtnektare und grundsätzlich auch Erfrischungsgetränke.

Nichtökologische Zutaten landwirtschaftlichen Ursprungs dürfen, wenn die

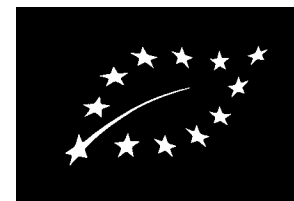
Nicht-
ökologische
Zutaten

Verkehrsbezeichnung einen Ökohinweis enthält, nur verwendet werden, wenn sie in Anhang IX der Durchführungsverordnung (EG) Nr. 889/2008 aufgeführt oder gemäß Art. 29 der Durchführungsverordnung (EG) Nr. 889/2008 von einem Mitgliedstaat durch eine nationale Ausnahmegenehmigung vorläufig zugelassen sind.

EU-Bio-Logo

Ab dem 1. Juli 2010 muss außerdem bei Öko-Lebensmitteln in Fertigpackungen das EU-Bio-Logo angegeben werden. Einzelheiten zur Gestaltung des EU-Bio-Logos sind in Anhang XI der Durchführungsverordnung (EG) Nr. 889/2008 geregelt.

Abb. 1:
EU Bio-Logo



Da das EU-Bio-Logo erst zu einem späten Zeitpunkt mit der Änderungsverordnung (EG) Nr. 271/2010 festgelegt wurde, ist eine Übergangsfrist bis zum 30. Juni 2012 eingeräumt worden. Bis zu diesem Zeitpunkt darf Verpackungsmaterial, das den bis 30. Juni 2010 geltenden Vorschriften entspricht, weiterhin verwendet werden. Damit hergestellte Lebensmittel dürfen unbefristet abverkauft werden. Bei aus Drittländern eingeführten Erzeugnissen ist die Verwendung des EU-Bio-Logos freiwillig. Das EU-Bio-Logo darf nicht verwendet werden, wenn weniger als 95 % der Zutaten landwirtschaftlichen Ursprungs ökologisch sind.

Herkunfts-
kennzeich-
nung der
landwirt-
schaftlichen
Ausgangs-
stoffe

Bei der Verwendung des Öko-Bio-Logos muss im selben Sichtfeld auch der Ort der Erzeugung der landwirtschaftlichen Ausgangsstoffe erscheinen, aus denen sich das Erzeugnis zusammensetzt, und zwar je nach Fall in einer der folgenden Formulierungen:

- "EU-Landwirtschaft", wenn die landwirtschaftlichen Ausgangsstoffe in der EU erzeugt wurden;
- "Nicht-EU-Landwirtschaft", wenn die landwirtschaftlichen Ausgangsstoffe in Drittländern erzeugt wurden;
- "EU-/Nicht-EU-Landwirtschaft", wenn die landwirtschaftlichen Ausgangsstoffe zum Teil in der Gemeinschaft und zum Teil in einem Drittland erzeugt wurden.

Werden alle landwirtschaftlichen Ausgangserzeugnisse in einem Land erzeugt, kann "EU" bzw. "Nicht-EU" durch die Angabe des Landes ersetzt werden. Zutaten bis zu einer Gesamtmenge von 2 % können außer Acht gelassen werden.

Die Angabe der Kontrollstelle oder Kontrollbehörde ist ebenfalls verpflichtend. Sofern ein EU-Bio-Logo verwendet wird, muss die Angabe der Kontrollstelle oder Kontrollbehörde im gleichen Sichtfeld erfolgen.

Bei alkoholfreien Getränken mit einem Hinweis auf den ökologischen Landbau sind zwei Fälle zu unterscheiden:

1. Alkoholfreies Getränk mit mehr als 95% Öko-Anteil

In der Verkehrsbezeichnung kann ohne Festlegung eines bestimmten Wortlautes auf die ökologische Produktion hingewiesen werden, wenn

- das Getränk überwiegend aus Zutaten landwirtschaftlichen Ursprungs besteht (dabei werden hinzugefügtes Wasser und Kochsalz nicht berücksichtigt),
- mindestens 95 % der Zutaten landwirtschaftlichen Ursprungs gemäß den gemeinschaftlichen Anforderungen für die ökologische Produktion erzeugt oder von solchen Erzeugnissen gewonnen oder aus einem Drittland im Rahmen der Regelung der Art. 32 und 33 Öko-Basisverordnung eingeführt wurden,
- alle anderen/restlichen Zutaten des Erzeugnisses, die landwirtschaftlichen Ursprungs sind, in Anhang IX Durchführungsverordnung (EG) Nr. 889/2008 aufgeführt oder auf nationaler Ebene dafür vorläufig zugelassen sind,
- bei der Verarbeitung des Getränks ausschließlich Zusatzstoffe und Verarbeitungshilfsstoffe gemäß Art. 27 Abs. 2 in Verbindung mit Anhang VIII Durchführungsverordnung (EG) Nr. 889/2008 verwendet wurden,
- keine ökologische Zutat zusammen mit der gleichen nichtökologischen (konventionellen) oder während einer Umstellung erzeugten Zutat verwendet wurde,
- das Getränk oder seine Zutaten nicht mit ionisierenden Strahlen behandelt wurden,
- das Getränk ohne Verwendung von gentechnisch veränderten Organismen und/oder von auf deren Grundlage hergestellten Erzeugnissen hergestellt wurde,
- das Getränk von einem Unternehmen aufbereitet oder eingeführt wurde, das dem Kontrollverfahren der Art. 27 ff. Öko-Basisverordnung unterliegt,
- die Kennzeichnung des Getränks die Codenummer der Kontrollstelle enthält, die für die Kontrolle des Unternehmens zuständig ist, das die letzte Erzeugungs- oder Aufbereitungshandlung vorgenommen hat.

Zu beachten ist weiterhin:

Öko-Hinweis
in der
Verkehrs-
bezeichnung

Öko-Hinweise
bei Zutaten

- Im Verzeichnis der Zutaten ist mit Sternchen anzugeben, welche Zutat(en) aus ökologischer Produktion stammen.
- Bei vorverpackten Getränken aus der Europäischen Union ist das EU-Bio-Logo gemäß Art. 24 Abs. 1 Buchstabe b), Art. 25 Öko-Basisverordnung in Verbindung mit Art. 57, Anhang XI Durchführungsverordnung (EG) Nr. 889/2008 verpflichtend anzugeben.
- Bei Getränken, bei denen verpflichtend das EU-Bio-Logo angegeben werden muss, ist zusätzlich im selben Sichtfeld wie das EU-Bio-Logo die Benennung des Ortes der Erzeugung der landwirtschaftlichen Ausgangsstoffe zwingend vorgegeben. Die Art der Angabe richtet sich nach Art. 24 Abs. 1 Verordnung (EG) Nr. 834/2007.
- Der Herstellungsort der landwirtschaftlichen Ausgangserzeugnisse und die Codenummer müssen unmittelbar unterhalb des EU-Bio-Logos angegeben werden.
- Die Angaben nach Art. 24 Abs. 1 Öko-Basisverordnung müssen an gut sichtbarer Stelle, deutlich lesbar und unverwischbar angebracht sein.

Beispiel: Bio-Limonade, Bio-Fruchtsaftgetränk.

2. Alkoholfreies Getränk mit weniger als 95% Öko-Anteil

In der Zutatenliste kann bei der/den betreffenden Zutat(en) auf die ökologische Erzeugung hingewiesen werden, wenn

- das Getränk überwiegend aus Zutaten landwirtschaftlichen Ursprungs besteht (dabei werden hinzugefügtes Wasser und Kochsalz nicht berücksichtigt),
- bei der Verarbeitung des Getränks ausschließlich Zusatzstoffe und Verarbeitungshilfsstoffe gemäß Art. 27 Abs. 2 in Verbindung mit Anhang VIII Durchführungsverordnung (EG) Nr. 889/2008 verwendet wurden,
- keine ökologische Zutat zusammen mit der gleichen nichtökologischen (konventionellen) oder während einer Umstellung erzeugten Zutat verwendet wurde,
- das Getränk oder seine Zutaten nicht mit ionisierenden Strahlen behandelt wurden,
- das Getränk ohne Verwendung von gentechnisch veränderten Organismen und/oder von auf deren Grundlage hergestellten Erzeugnissen hergestellt wurde,
- das Getränk von einem Unternehmen aufbereitet oder eingeführt wurde, das dem Kontrollverfahren der Art. 27 ff. Öko-Basisverordnung unterliegt,
- die Kennzeichnung des Getränks die Codenummer der Kontrollstelle enthält, die für die Kontrolle des Unternehmens zuständig ist, das die letzte Erzeugungs- oder Aufbereitungshandlung vorgenommen hat.

Zu beachten ist weiterhin:

- Der Hinweis darf nur im Verzeichnis der Zutaten erscheinen und muss sich eindeutig auf die Zutat(en) beziehen, die aus ökologischer

Produktion stammt/stammen (mit Sternchensystem).

- Im Verzeichnis der Zutaten muss der Gesamtanteil der ökologischen Zutaten an den Zutaten landwirtschaftlichen Ursprungs angegeben werden.
- Die vorstehenden Angaben im Zutatenverzeichnis müssen dieselbe Farbe, Größe und Schrifttype aufweisen, wie die übrigen Angaben im Zutatenverzeichnis.
- Außer den vorstehenden Hinweisen dürfen die Kennzeichnung und die Werbung keinen weiteren unmittelbaren oder mittelbaren Hinweis auf die ökologische Produktion aufweisen.
- Die Verwendung des EU-Bio-Logos bzw. des nationalen Bio-Siegels ist für diese Produktgruppe nicht erlaubt.

Beispiel: Fruchtnektar

Zutaten: Wasser, Orangensaft*, Rohrzucker, Ananassaft*, Mangopüree*, Säuerungsmittel Citronensäure, Antioxidationsmittel Ascorbinsäure.

* aus ökologischer Erzeugung
(60 % der landwirtschaftlichen Zutaten)

5.2.4 Diätverordnung

Die Verordnung über diätetische Lebensmittel (Diätverordnung - DiätV) umfasst im Wesentlichen die Definition, Anforderungen an die Zusammensetzung und die Kennzeichnung diätetischer Lebensmittel sowie die Zulassung von Zusatzstoffen, sofern diese für diätetische Lebensmittel zu ernährungsphysiologischen oder diätetischen Zwecken bestimmt sind.

Diätetische Lebensmittel sind Lebensmittel, die für eine besondere Ernährung bestimmt sind.

Lebensmittel sind dann für eine besondere Ernährung bestimmt, wenn sie den Ernährungsanforderungen folgender Verbrauchergruppen entsprechen:

- bestimmte Gruppen von Personen, deren Verdauungs- oder Resorptionsprozess oder Stoffwechsel gestört ist, oder
- bestimmte Gruppen von Personen, die sich in besonderen physiologischen Umständen befinden und deshalb einen besonderen Nutzen aus der kontrollierten Aufnahme bestimmter in der Nahrung enthaltener Stoffe ziehen können, oder
- gesunde Säuglinge oder Kleinkinder

Diätetische Lebensmittel müssen sich von anderen Lebensmitteln vergleichbarer Art durch ihre Zusammensetzung oder ihre Eigenschaften deutlich unterscheiden (§ 1 Abs. 2 Nr. 3).

DiätV

Diabetiker-Lebensmittel

Erfrischungsgetränke und Fruchtnektare werden derzeit verschiedentlich noch als diätetische Lebensmittel für Diabetiker in den Verkehr gebracht. Aufgrund des Austausches der Zutat Zucker durch Süßstoffe sind sie – nach früherem, inzwischen aber überholten Kenntnisstand – für die besondere Ernährung bei Diabetes mellitus geeignet. Entsprechend diesem früheren Kenntnisstand sah die DiätV spezielle Anforderungen an diätetische Lebensmittel für Diabetiker vor. Mit der 16. Verordnung zur Änderung der DiätV vom 1. Oktober 2010 wurden alle Regelungen, die Diabetiker-Lebensmittel betreffen, gestrichen, da laut Amtlicher Begründung nach heutigem wissenschaftlichem Kenntnisstand Personen mit Diabetes mellitus keine speziellen diätetischen Lebensmittel mehr benötigen, da für sie inzwischen die gleichen Empfehlungen für eine gesunde Ernährung gelten wie für die Allgemeinbevölkerung. Die Änderungsverordnung trat am 9. Oktober 2010 in Kraft. Diätetische Lebensmittel für Diabetiker, die den bis zum 8. Oktober 2010 geltenden Vorschriften entsprechen, dürfen noch bis zum 9. Oktober 2012 in Verkehr gebracht werden. Nach Ablauf dieser Übergangsfrist dürfen die diätetischen Lebensmittel für Diabetiker bis zu ihrem Mindesthaltbarkeitsdatum abverkauft werden. Auf die Problematik der Forderung nach deutlicher Unterscheidung im Bereich der diätetischen Erfrischungsgetränke wird an dieser Stelle wegen der auslaufenden Marktbedeutung nicht näher eingegangen.

Andere diätetische Getränke haben in der Praxis derzeit keine große Bedeutung; auf weitere Ausführungen zur DiätV einschließlich der Kennzeichnung wird daher verzichtet.

5.2.5 Regelungen zu ernährungsphysiologisch wirksamen Stoffen

5.2.5.1 Anreicherungs-Verordnung (EG) Nr. 1925/2006

Anreicherungs-Verordnung

Erfrischungsgetränken werden häufig Vitamine, Mineralstoffe oder andere ernährungsphysiologisch wirksame Stoffe zugesetzt. Insofern ist die Verordnung (EG) Nr. 1925/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates über den Zusatz von Vitaminen und Mineralstoffen sowie bestimmten anderen Stoffen zu Lebensmitteln (Anreicherungs-Verordnung) von Bedeutung.

Die Verordnung regelt zwar bislang im Detail nur Vitamine und Mineralstoffe, gilt aber grundsätzlich auch für bestimmte andere Stoffe, die eine ernährungsbezogene oder eine physiologische Wirkung haben. Für diese anderen Stoffe sieht die Verordnung Negativlisten vor, d. h. die gelisteten Stoffe dürfen nicht oder nur mit Einschränkungen verwendet werden, während nicht gelistete Stoffe grundsätzlich zulässig sind. Diese Negativlisten sind in Anhang III vorgesehen, der derzeit jedoch noch keine Einträge enthält. Er gliedert sich in drei Teile:

Teil A – Verbotene Stoffe,
 Teil B – Stoffe, deren Verwendung eingeschränkt ist,
 Teil C – Stoffe, die in der Gemeinschaft geprüft werden.

Für Vitamine und Mineralstoffe sind hingegen Positivlisten erstellt worden. Nur die abschließend in Anhang I gelisteten Vitamine und Mineralstoffe dürfen Lebensmitteln zugesetzt werden:

Vitamine

- Vitamin A
- Vitamin D
- Vitamin E
- Vitamin K
- Vitamin B1
- Vitamin B2
- Niacin
- Pantothensäure
- Vitamin B6
- Folsäure
- Vitamin B12
- Biotin
- Vitamin C

Mineralstoffe

- Calcium
- Magnesium
- Eisen
- Kupfer
- Jod
- Zink
- Mangan
- Natrium
- Kalium
- Selen
- Chrom
- Molybdän
- Fluorid
- Chlorid
- Phosphor
- Bor.

Des Weiteren sind in Anhang II die Verbindungen der einzelnen Vitamine und Mineralstoffe gelistet, die zugesetzt werden dürfen.

Bestimmten Lebensmitteln dürfen Vitamine und Mineralstoffe nicht zugesetzt werden. Erfrischungsgetränke, Fruchtsäfte und -nektare zählen jedoch nicht dazu, sie dürfen grundsätzlich angereichert werden.

Anreicherung
 mit Vitaminen
 und
 Mineralstoffen

Reinheits-
 kriterien für
 Vitamine und
 Mineralstoffe

Für die gelisteten Vitamin- und Mineralstoffverbindungen ist die Festlegung von Reinheitskriterien vorgesehen. Sofern bereits Reinheitskriterien für einzelne Verbindungen auf Gemeinschaftsebene bestehen, sind diese anzuwenden. Insofern sind die Vorschriften der Richtlinien 2008/84/EG und 2008/128/EG, die für technologisch wirksame Zusatzstoffe Reinheitskriterien festlegen, auch bei der Verwendung als Mineralstoffe oder Vitamine von Bedeutung. Für Verbindungen, für die bislang noch keine Reinheitskriterien im Gemeinschaftsrecht festgelegt sind, gelten bis auf weiteres die allgemein anerkannten Reinheitskriterien, die von internationalen Gremien empfohlen werden. Hierzu zählen beispielsweise Regelungen des Codex Alimentarius sowie das Europäische Arzneimittelbuch.

Höchstgehalte
 für Vitamine und
 Mineralstoffe

Seit Verabschiedung der Anreicherungs-Verordnung werden außerdem Höchstgehalte für Vitamine und Mineralstoffe diskutiert, bislang jedoch noch ohne Ergebnis.

Nationale
 Zulassung

Strittig ist in Deutschland, ob hinsichtlich der Verwendung von Mineralstoffen, bestimmten Vitaminverbindungen und Aminosäuren als ernährungsphysiologisch wirksame Stoffe, die nach § 2 LFGB den Zusatzstoffen gleichgestellt sind, bis auf weiteres nationale Regelungen weiter gelten. Verschiedentlich wird die Auffassung vertreten, dass zumindest die Zulassung von Mineralstoffen und Vitaminen bereits seit dem 1. Juli 2007 durch die Anreicherungs-Verordnung auf EU-Ebene gegeben ist. Zumindest ist das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) jedoch der Auffassung, dass – solange dort noch keine Höchstmengen festgesetzt sind – die nationalen Zulassungen der Zusatzstoff-Zulassungsverordnung von 1981 bzw. der Vitaminverordnung einschließlich eventueller Höchstmengen weiterhin gelten.

5.2.5.2 Vitaminverordnung

Vitamin-
 verordnung

Aufgrund der Gleichstellung bestimmter Vitaminverbindungen mit den Zusatzstoffen in § 2 LFGB besteht für diese Stoffe eine Zulassungspflicht. Zumindest nach Auffassung des BMELV ist eine Zulassung durch die Anreicherungs-Verordnung wegen der dort fehlenden Höchstmengen nicht gegeben. Die Verordnung über vitaminisierte Lebensmittel (Vitaminverordnung - VitaminV) lässt eine Reihe von Verbindungen zur Vitaminisierung von Lebensmitteln zu. Die Zulassung erfolgt für Lebensmittel allgemein (ausgenommen Vitamine A und D), beschränkt sich jedoch auf den Verwendungszweck der Vitaminisierung. Vitamine, die nicht den Zusatzstoffen gleichgestellt sind (z. B. L-Ascorbinsäure als Vitamin C), bedürfen keiner Zulassung und können alkoholfreien Getränken ebenfalls zugesetzt werden.

Die allgemeine Zulässigkeit kann durch Bestimmungen in Produktverordnungen eingeschränkt werden. Die für alkoholfreie Getränke bestehenden Produktverordnungen verbieten jedoch eine Vitaminisierung

nicht; lediglich diätetischen alkoholfreien Getränken dürfen nur solche zulassungsbedürftige Vitaminverbindungen zugesetzt werden, die durch die DiätV zugelassen sind.

5.2.5.3 Zusatzstoff-Zulassungsverordnung vom 22.12.1981

Die Verordnung über die Zulassung von Zusatzstoffen zu Lebensmitteln vom 22.12.1981 (Zusatzstoff-Zulassungsverordnung – ZZuV alt) wurde hinsichtlich der Zusatzstoffe für technologische Zwecke Anfang 1998 von der neuen Zusatzstoff-Zulassungsverordnung (ZZuV) abgelöst.

Mineralstoffe, Spurenelemente und Aminosäuren dienen ernährungsphysiologischen Zwecken und sind von der neuen ZZuV nicht erfasst. Aufgrund der Gleichstellung dieser Stoffe mit den Zusatzstoffen in § 2 LFGB bedarf deren Verwendung jedoch einer Zulassung. Bis zum Erlass einer geplanten eigenen Regelung gelten für diese Stoffe die Vorschriften der ZZuV alt weiter (Art. 25 der Verordnung zur Neuordnung lebensmittelrechtlicher Vorschriften über Zusatzstoffe). Wegen der Zweifel, inwieweit die Anreicherungs-Verordnung bereits eine Zulassung enthält, wird auf Kap. 5.2.5.1 verwiesen.

Für künstliche Heiß- und Kaltgetränke und Brausen sind bestimmte Aminosäuren, darunter auch Taurin sowie deren Natrium- und Kaliumverbindungen oder Hydrochloride in einer Höchstmenge von 300 mg einzeln bzw. 500 mg insgesamt in 1 kg verzehrfertigem Erzeugnis zugelassen.

Als Mineralstoffe kommen für Erfrischungsgetränke insbesondere die Natrium-, Kalium- und Calciumsalze der Essigsäure, Kohlensäure, Salzsäure, Citronensäure, Milchsäure, Äpfelsäure, Schwefelsäure und L(+)-Weinsäure sowie Natrium- und Calcium-L-ascorbat und Magnesiumcarbonat in Betracht. Sie sind in der Anlage 1 ZZuV alt allgemein ohne Höchstmengenbegrenzungen zugelassen.

Die ZZuV alt gilt nur für Lebensmittel des allgemeinen Verzehrs. Mineralstoffe, Spurenelemente und Aminosäuren, die diätetischen Lebensmitteln zu ernährungsphysiologischen oder diätetischen Zwecken zugesetzt werden, sind in der DiätV geregelt.

5.2.6 Zusatzstoff-Regelungen

Mit der Verabschiedung von vier EU-Verordnungen (sog. Food Improvement Agents-Paket – FIAP) wurden Ende 2008 Regelungen zu Zusatzstoffen, Enzymen und Aromen erstmals geschaffen bzw. weiter harmonisiert und neu geordnet. Das Paket enthält folgende Verordnungen:

FIAP

- Verordnung (EG) Nr. 1331/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates über ein Zulassungsverfahren für Lebensmittelzusatzstoffe, -enzyme und -aromen (Verfahrens-Verordnung),
- Verordnung (EG) Nr. 1332/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates über Lebensmittelenzyme und zur Änderung der Richtlinie 83/417/EWG des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1493/1999 des Rates, der Richtlinie 2000/13/EG, der Richtlinie 2001/112/EG des Rates sowie der Verordnung (EG) Nr. 258/97 (Enzym-Verordnung),
- Verordnung (EG) Nr. 1333/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates über Lebensmittelzusatzstoffe (Zusatzstoff-Verordnung),
- Verordnung (EG) Nr. 1334/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates über Aromen und bestimmte Lebensmittelzutaten mit Aromaeigenschaften zur Verwendung in und auf Lebensmitteln sowie zur Änderung der Verordnung (EWG) Nr. 1601/91 des Rates, der Verordnungen (EG) Nr. 2232/96 und (EG) Nr. 110/2008 und der Richtlinie 2000/13/EG (Aromen-Verordnung).

Die Zusatzstoff-Verordnung regelt nunmehr EU-weit direkt und abschließend die Zulassung von Zusatzstoffen, die zu technologischen Zwecken verwendet werden. Da die Verabschiedung wesentlicher Anhänge jedoch noch aussteht, sind bis auf weiteres noch die Zulassungen der Richtlinien über Farbstoffe, Süßungsmittel und andere Zusatzstoffe als Farbstoffe und Süßungsmittel, die in Deutschland in der ZZuV umgesetzt sind, einschlägig.

Zusatzstoffe zu ernährungsphysiologischen und diätetischen Zwecken in diätetischen Lebensmitteln werden weiterhin in der DiätV geregelt. Diätetische Erfrischungsgetränke werden jedoch nach Wegfall der Vorschriften für Diabetiker-Lebensmittel nur noch geringe Bedeutung haben (siehe Kap. 5.2.4).

5.2.6.1 Zusatzstoff-Verordnung (EG) Nr. 1333/2008

Zusatzstoff-
Verordnung

Die Zusatzstoff-Verordnung fasst das zuvor in EU-Richtlinien erlassene Zusatzstoff-Recht zusammen. Die Verordnung gilt ab dem 20. Januar 2010. Zu diesem Datum wurden zahlreiche Richtlinien und Entscheidungen, die bislang Zusatzstoff-Zulassungen regelten, aufgehoben.

Die Verordnung gilt für Lebensmittelzusatzstoffe. Sie gilt für Verarbeitungshilfsstoffe, Wirkstoffe von Pflanzenschutzmitteln, ernährungsphysiologisch wirksame Stoffe, Trinkwasseraufbereitungsstoffe und Aromen nur dann, wenn diese Stoffe als Lebensmittelzusatzstoffe verwendet werden. Damit kommt die abstrakte Betrachtungsweise, nach der ein Stoff, der einmal Nicht-Zusatzstoff ist, immer Nicht-Zusatzstoff ist, ausdrücklich nicht mehr zur Anwendung. Enzyme, die als

Lebensmittelzusatzstoffe verwendet werden, fallen vom Zeitpunkt der Verabschiedung der Unionsliste der Lebensmittelenzyme nicht mehr unter die Zusatzstoff-Verordnung.

Die Zusatzstoff-Verordnung enthält u. a. neben Begriffsbestimmungen ein Verbot des Inverkehrbringens und Verwendens nicht zugelassener Zusatzstoffe sowie die Voraussetzungen, die ein Zusatzstoff für eine Zulassung erfüllen muss.

Aus dem bisherigen Recht wurde die "carry over"-Regelung des Art. 18 Abs.1 (Migrationsgrundsatz) übernommen. Danach darf ein Lebensmittelzusatzstoff enthalten sein

- a) in einem zusammengesetzten Lebensmittel, das nicht in Anhang II aufgeführt ist, falls der Zusatzstoff in einer der Zutaten des zusammengesetzten Lebensmittels zugelassen ist;
- b) in einem Lebensmittel mit zugesetzten Lebensmittelzusatzstoffen, -enzymen oder -aromen, falls der Zusatzstoff
 - i) nach dieser Verordnung im Lebensmittelzusatzstoff, -enzym oder -aroma zugelassen ist und
 - ii) durch den Lebensmittelzusatzstoff, das Lebensmittelenzym oder das Lebensmittelaroma in das Lebensmittel übertragen worden ist und
 - iii) in dem endgültigen Lebensmittel keine technische Funktion erfüllt;
- c) in einem Lebensmittel, das ausschließlich für die Zubereitung eines zusammengesetzten Lebensmittels verwendet wird, sofern Letzteres dieser Verordnung genügt.

Spezielle "carry over"-Regelungen für Süßungsmittel sind in Art. 18 Abs. 4 festgelegt. Es ist dabei nicht eindeutig, ob sie die allgemeinen Regelungen des Abs. 1 einschränken oder ergänzen. Während der Beratungen zur Erarbeitung der Verordnung war nicht erkennbar, dass diesbezüglich eine Änderung des bestehenden Rechts erfolgen sollte. Deshalb ist davon auszugehen, dass Lebensmittel mit einem zulässigen Gehalt an Süßungsmitteln weiterhin nur als Zutaten in zusammengesetzten Lebensmitteln ohne Zuckerzusatz, in brennwertverminderten zusammengesetzten Lebensmitteln, in zusammengesetzten Lebensmitteln für eine kalorienarme Ernährung, in nicht kariogenen zusammengesetzten Lebensmitteln und in Lebensmitteln mit verlängerter Haltbarkeit verwendet werden dürfen (anderer Auffassung Zipfel/Rathke, Lebensmittelrecht, C 121 Art. 18 Rdn. 32-34). Für diese Auffassung spricht auch die Tatsache, dass Süßungsmittel grundsätzlich im Wesentlichen nur für brennwertverminderte oder ohne Zuckerzusatz hergestellte Lebensmittel zugelassen sind.

Die bislang in den Richtlinien 94/35/EG (Süßungsmittel-Richtlinie), 94/36/EG (Farbstoff-Richtlinie) und 95/2/EG (Richtlinie über andere Zusatzstoffe als Süßungsmittel und Farbstoffe) enthaltenen Zulassungen sollen nach Überprüfung der Zulassungsbedingungen in den Anhang II der Zusatzstoff-Verordnung überführt werden. In diesem wird die Liste der

Carry over

Funktionsklassen

Quantum satis

Lebensmittelkategorie:
nicht-alkoholische
Getränke

Brennwertvermindert, ohne
Zuckerzusatz

Lebensmittelzusatzstoffe nach Lebensmittelkategorien erstellt. Getränke werden nach derzeitigem Entwurfsstand in der Kategorie 14 erfasst, die weitere Unterteilungen aufweist. In diesem Zusammenhang sind folgende Unterkategorien von Bedeutung:

- 14.1 Nicht-alkoholischen Getränke
- 14.1.2 Fruchtsäfte im Sinne der Richtlinie 2001/112/EG und Gemüsesäfte
- 14.1.3 Fruchtnektare im Sinne der Richtlinie 2001/112/EG und Gemüsenektare
- 14.1.4 Aromatisierte Getränke

Zur Kategorie 14.1.4 zählen Erfrischungsgetränke wie Fruchtsaftgetränke, Fruchtschorlen, Limonaden, Brausen, Mineralstoffgetränke, "Mineralwasser plus Frucht"-Getränke und Energydrinks.

Solange Anhang II noch nicht verabschiedet ist, gelten die Zulassungen der genannten Richtlinien und damit die nationalen Umsetzungen, in Deutschland die ZZuV weiter.

Anhang III, dessen Verabschiedung ebenfalls noch aussteht, wird zukünftig neben der Zulassung von Trägerstoffen in Lebensmittelzusatzstoffen erstmals auch andere Zusatzstoffe in Zusatzstoffen und Enzymen regeln. Außerdem werden im Anhang III auch Zusatzstoffe in Aromen, Nährstoffen und anderen zu physiologischen Zwecken verwendeten Stoffen aufgenommen.

Anhang I enthält Funktionsklassen von Lebensmittelzusatzstoffen. Hierzu gehören u. a. Konservierungsmittel, Antioxidationsmittel, Säuerungsmittel, Säureregulatoren, Geschmacksverstärker, Packgase, Komplexbildner, Stabilisatoren und Verdickungsmittel. Während nach bisherigem Recht die Auflistung der technologischen Zwecke abschließend und der Zusatz zu anderen Zwecken nicht zulässig war, findet sich eine solche restriktive Regelung in der Zusatzstoff-Verordnung nicht mehr wieder. In Art. 9 wird lediglich geregelt, dass die Lebensmittelzusatzstoffe in den Anhängen II und III den einzelnen Funktionsklassen von Anhang I je nach ihrer technischen Hauptfunktion zugeordnet werden. Ausdrücklich wird festgestellt, dass die Zuordnung nicht ausschließt, dass die Lebensmittelzusatzstoffe auch für andere Zwecke verwendet werden können.

Sofern keine konkreten Höchstmengen festgelegt werden, dürfen Zusatzstoffe gemäß "quantum satis" verwendet werden. Das bedeutet, dass der Zusatzstoff nach der guten Herstellungspraxis nur in der Menge verwendet werden darf, die erforderlich ist, um die gewünschte Wirkung zu erzielen und unter der Voraussetzung, dass die Verbraucher nicht irregeführt werden.

"Brennwertvermindert" bedeutet im Zusammenhang mit der Süßungsmittelzulassung eine Reduktion des Brennwertes um mindestens 30% gegenüber dem Brennwert des ursprünglichen Getränks oder eines

gleichartigen Erzeugnisses. "Ohne Zuckerzusatz" heißt, dass keine Mono- und Disaccharide oder andere Lebensmittel (z. B. Honig, Apfeldicksaft) wegen ihrer süßenden Eigenschaften verwendet werden.

Neu eingeführt wurde eine Kennzeichnungsregelung bei Verwendung bestimmter Farbstoffe in Art. 24 in Verbindung mit Anhang V. Danach müssen ab dem 20. Juli 2010 die meisten Lebensmittel, darunter auch nicht-alkoholische Getränke, die einen oder mehrere der Lebensmittelfarbstoffe Tartrazin (E 102), Chinolingelb (E 104), Gelborange S (E 110), Azorubin (E 122), Cochenillerot A (E 124) und Allurarot AC (E 129) enthalten, mit der Angabe "Bezeichnung oder E-Nummer des Farbstoffs/der Farbstoffe: Kann Aktivität und Aufmerksamkeit bei Kindern beeinträchtigen" gekennzeichnet werden. Diese Kennzeichnungsvorschrift gilt für verpackte als auch für lose angebotene Lebensmittel. Die Angabe ist leicht verständlich und an gut sichtbarer Stelle deutlich lesbar und unverwischbar anzubringen. Eine bestimmte Stelle auf der Verpackung ist nicht vorgeschrieben. Die Angabe darf nicht in der Zutatenliste erfolgen, da sie diese unzulässigerweise trennen würde, kann jedoch im Anschluss daran erfolgen. Lebensmittel, die vor dem 20. Juli 2010 in den Verkehr gebracht oder gekennzeichnet wurden, dürfen bis zu ihrem Mindesthaltbarkeitsdatum auch ohne die Angabe verkauft werden.

5.2.6.2 Zusatzstoff-Zulassungsverordnung

Bis zur Verabschiedung und Anwendung der Anhänge II und III der Zusatzstoff-Verordnung (EG) Nr. 1333/2008 regelt die ZZuV abschließend alle Zusatzstoffe, die alkoholfreien Getränken zu technologischen Zwecken zugesetzt werden dürfen. Auf die detaillierte Auflistung der Zulassungen wird an dieser Stelle verzichtet; stattdessen wird auf die entsprechenden Stellen in der ZZuV verwiesen.

Zusatzstoffzulassungen finden sich in:

- § 5 Abs. 2: Dimethyldicarbonat
- Anlage 1: Farbstoffe
- Anlage 2: Süßungsmittel
- Anlage 3: Allgemein zugelassene Zusatzstoffe
- Anlage 4: Begrenzt zugelassene Zusatzstoffe
- Anlage 5: Konservierungsstoffe und Antioxidationsmittel
- Anlage 6: Zusatzstoffe für Säuglings- und Kleinkindernahrung

Nachfolgend soll auf spezifische Aspekte, die für Erfrischungsgetränke bedeutsam sind, näher eingegangen werden.

Sofern Zusatzstoffe für nichtalkoholische aromatisierte Getränke oder aromatisierte Getränke auf Wasserbasis zugelassen sind, werden hierunter nicht nur Getränke verstanden, denen Aromen im Sinne der AromenV

Kennzeichnungshinweis bei bestimmten Farbstoffen

Enzym-Verordnung

Nichtalk. arom. Getränke

zugesetzt sind, sondern auch solche Getränke, die ihren Geschmack durch den Zusatz von Frucht- oder Gemüsesäften oder -extrakten erhalten haben. Nicht dazu zählen Fruchtsaft und Fruchtnektar sowie Gemüsesäfte.

Bei Süßungsmitteln ist zwischen Zuckeraustauschstoffen und Süßstoffen zu unterscheiden. Zuckeraustauschstoffe sind für Getränke generell nicht zugelassen. Eine Ausnahme bilden diätetische Getränke. Für Erzeugnisse für besondere Ernährungszwecke sind Sorbit (E 420), Mannit (E 421), Isomalt (E 953), Maltit (E 965), Lactit (E 966), Xylit (E 967) und Erythrit (E 968) gemäß quantum satis zugelassen. Die Süßstoffe Acesulfam-K (E 950), Aspartam (E 951), Aspartam-Acesulfamsalz (E 962), Cyclamat (E 952), Saccharin (E 954), Sucralose (E 955), Neohesperidin DC (E 959) und Neotam (E 961) werden für bestimmte brennwertverminderte oder ohne Zuckerzusatz hergestellte Getränke zugelassen. Beantragt wurde auch die Zulassung von Steviolglycosiden wie Rebaudiosid A. Diese wurden Anfang 2010 grundsätzlich positiv von der EFSA bewertet. Eine Zulassung steht jedoch noch aus.

Einige Zusatzstoffe sind für bestimmte, in einzelnen Mitgliedstaaten bekannte Getränke zugelassen. Die Bezeichnungen für diese Getränke sind nicht übersetzt. So handelt es sich laut Amtlicher Begründung zur ZZuV bei Sød ...saft und Sødet ...saft um ein "Erzeugnis, hergestellt aus dem Saft bestimmter Früchte und einer größeren Menge an Zuckerarten nach dänischer Art", bei capilé groselha um ein "Getränk nach italienischer Art".

5.2.7 Enzym-Verordnung (EG) Nr. 1332/2008

Enzyme werden verschiedentlich bei der Herstellung alkoholfreier Getränke, z. B. bei Fruchtsäften, in der Regel als Verarbeitungshilfsstoffe verwendet. Mit der Enzym-Verordnung (EG) Nr. 1332/2008 werden erstmals Regelungen für Enzyme und deren Verwendung in Lebensmitteln auf EU-Ebene getroffen. Sie gliedert sich in fünf Kapitel:

- I. Gegenstand, Anwendungsbereich und Begriffsbestimmungen,
- II. Gemeinschaftsliste der zugelassenen Lebensmittelenzyme,
- III. Kennzeichnung,
- IV. Verfahrensvorschriften und Durchführung,
- V. Übergang- und Schlussbestimmungen.

Die Enzym-Verordnung gilt für alle Enzyme, die Lebensmitteln aus technologischen Gründen zugesetzt werden und umfasst damit Enzyme, die als Zusatzstoff oder als Verarbeitungshilfsstoff verwendet werden. Ausgenommen von Anwendungsbereich der Enzym-Verordnung sind Enzyme, die zur Herstellung von Lebensmittelzusatzstoffen oder Verarbeitungshilfsstoffen verwendet

Nachfolgend wird auf einzelne Punkte eingegangen, die für die Herstellung

und Kennzeichnung von alkoholfreien Getränken von Bedeutung sein können.

Herzstück der Enzym-Verordnung ist die Gemeinschaftsliste, die seit dem Vertrag von Lissabon als Unionsliste bezeichnet wird. Nur die in der Unionsliste aufgeführten Lebensmittelenzyme dürfen zukünftig als solche in den Verkehr gebracht werden und in Lebensmitteln verwendet werden. Dieses gilt sowohl für die Verwendung als Zusatzstoff als auch für die Verwendung als Verarbeitungshilfsstoff. Die Erstellung der Unionsliste ist in der Enzym-Verordnung und der Verfahrens-Verordnung (EG) Nr. 1331/2008 geregelt. Im Sommer 2010 hat die EFSA ein Leitliniendokument zur Übermittlung von Daten, die bei einer Risikobewertung von Enzymen erforderlich sind, veröffentlicht (www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-1178620753812_1211902789461.htm). Das Leitliniendokument bildet die Grundlage für Durchführungsvorschriften, die gemäß der Verfahrens-Verordnung bis 16. Dezember 2010 erlassen werden sollen. Anträge zur Aufnahme in die Unionsliste müssen binnen 24 Monaten nach Anwendbarkeit der Durchführungsvorschriften gestellt werden. Die beantragten Enzyme müssen von der EFSA bewertet werden. Wenn zu allen Enzymen eine Bewertung der EFSA vorliegt, erstellt die Kommission innerhalb von neun Monaten den Vorschlag einer Unionsliste, deren Annahme dem Regelungsverfahren mit Kontrolle unterliegt. Im günstigsten Fall wird die Unionsliste frühestens 2014 angenommen werden können. Realistischerweise wird die Annahme jedoch erst einige Jahre später erwartet.

Die Unionsliste wird folgende Angaben enthalten:

- Bezeichnung des Enzyms;
- Spezifikation, z. B. Herkunft, Reinheit;
- Lebensmittel, denen das Enzym zugesetzt werden darf;
- Bedingungen, unter denen das Enzym verwendet werden darf (Höchst-mengen oder quantum satis);
- Ggf. Beschränkungen der direkten Abgabe an den Verbraucher;
- Erforderlichenfalls spezifische Anforderungen in Bezug auf die Kennzeichnung von Lebensmitteln, in denen die Enzyme verwendet wurden.

Die Enzym-Verordnung enthält in Art. 10 bis 13 Kennzeichnungsvorschriften für Enzyme und Enzymzubereitungen, die an Weiterverarbeiter oder Endverbraucher abgegeben werden. Diese orientieren sich im Wesentlichen an den für Zusatzstoffe geltenden Anforderungen. Darüber hinaus erfolgt in Art. 21 eine Änderung der Richtlinie 2000/13/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Etikettierung und Aufmachung von Lebensmitteln sowie die Werbung hierfür (Etikettierungs-Richtlinie). Hieraus ergibt sich, dass Enzymen zu technologischen Zwecken, die als Zutaten im Zutatenverzeichnis anzugeben sind, stets ein Klassenname des Anhangs II der Etikettierungs-Richtlinie voranzustellen ist,

Unionsliste für
Enzyme

Kennzeich-
nung von
Enzymen

gefolgt von der spezifischen Bezeichnung des Enzyms, so wie es bei Zusatzstoffen generell vorgesehen ist. Wann ein Enzym eine Zutat darstellt und im Zutatenverzeichnis aufgeführt werden muss, wird durch die Enzym-Verordnung nicht geändert. Nach wie vor stellen Enzyme, die als Verarbeitungshilfsstoffe verwendet werden, sowie Enzyme, die in einer Zutat enthalten sind, im Enderzeugnis aber keine technologische Wirkung mehr haben, keine Zutaten dar.

Bis zum Inkrafttreten der Unionsliste gelten die einzelstaatlichen Vorschriften weiter. In Deutschland unterliegen, von spezifischen Produktregelungen abgesehen, Verarbeitungshilfsstoffe grundsätzlich keiner Zulassungspflicht. Darüber hinaus sind Enzyme im deutschen Recht auch als Zusatzstoffe von einer Zulassungspflicht gemäß § 6 Abs. 2 LFGB befreit.

5.2.8 Aromen

5.2.8.1 Aromen-Verordnung (EG) Nr. 1334/2008

Aromen-
Verordnung

Aromen sind häufig verwendete Zutaten in alkoholfreien Getränken. Ihre Verwendung und Kennzeichnung wird zukünftig in der Aromen-Verordnung geregelt. Die Aromen-Verordnung gilt mit einigen Ausnahmen ab dem 20. Januar 2011.

Die Aromen-Verordnung regelt Aromen, Lebensmittelzutaten mit Aromaeigenschaften, Lebensmittel, die Aromen und/oder Lebensmittelzutaten mit Aromaeigenschaften enthalten, sowie Aufgangsstoffe für Aromen oder Lebensmittelzutaten mit Aromaeigenschaften. Sie gilt nicht für Stoffe mit ausschließlich süßem, saurem oder salzigem Geschmack wie Zucker, Essig oder Speisesalz. Sie gilt außerdem nicht für rohe Lebensmittel, also für Lebensmittel, die keiner Behandlung unterzogen worden sind, sowie für nicht zusammengesetzte Lebensmittel und Mischungen von beispielsweise aber nicht ausschließlich, frischen, getrockneten oder tiefgekühlten Gewürzen und/oder Kräutern, Teemischungen und Mischungen von tee-ähnlichen Erzeugnissen als solche, sofern sie nicht als Lebensmittelzutaten verwendet werden. Damit fallen beispielsweise Zimtstangen, die als solche in den Verkehr gebracht werden, nicht in den Anwendungsbereich der Verordnung, wohl aber mit Zimt hergestellte Getränke.

Aroma

Ein Aroma wird in Art. 3 Abs. 2 a definiert als ein "Erzeugnis, das als solches nicht zum Verzehr bestimmt ist und Lebensmitteln zugesetzt wird, um ihnen einen besonderen Geruch und/oder Geschmack zu verleihen oder diese zu verändern; das aus den folgenden Kategorien hergestellt wurde

oder besteht: Aromastoffe, Aromaextrakte, thermisch gewonnene Reaktionsaromen, Raucharomen, Aromavorstufen, sonstige Aromen oder deren Mischungen". Neben den Aromakategorien können gemäß Art. 3 Abs. 4 auch weitere Zutaten oder zugelassene Zusatzstoffe enthalten sein, die zu technologischen Zwecken zugefügt wurden.

Die nachfolgend aufgeführten Definitionen der einzelnen Aromakategorien (Art. 3 Abs. 2) sind von Bedeutung für die Frage, inwieweit ein Aroma zulassungspflichtig ist als auch für die Kennzeichnung, insbesondere wenn der Begriff "natürlich" verwendet werden soll.

"Aromastoff": chemisch definierter Stoff mit Aromaeigenschaften;

"natürlicher Aromastoff": Aromastoff, durch geeignete physikalische, enzymatische oder mikrobiologische Verfahren aus pflanzlichen, tierischen oder mikrobiologischen Ausgangsstoffen gewonnen, die als solche verwendet oder mittels eines oder mehrerer der in Anhang II aufgeführten herkömmlichen Lebensmittelzubereitungsverfahren für den menschlichen Verzehr aufbereitet werden. Natürliche Aromastoffe sind Stoffe, die natürlich vorkommen und in der Natur nachgewiesen wurden;

"Aromaextrakt": Erzeugnis, das kein Aromastoff ist und gewonnen wird aus

- i) Lebensmitteln, und zwar durch geeignete physikalische, enzymatische oder mikrobiologische Verfahren, bei denen sie als solche verwendet oder mittels eines oder mehrerer der in Anhang II aufgeführten herkömmlichen Lebensmittelzubereitungsverfahren für den menschlichen Verzehr aufbereitet werden, und/oder
- ii) Stoffen pflanzlichen, tierischen oder mikrobiologischen Ursprungs, die keine Lebensmittel sind, und zwar durch geeignete physikalische, enzymatische oder mikrobiologische Verfahren, wobei die Stoffe als solche verwendet oder mittels eines oder mehrerer der in Anhang II aufgeführten herkömmlichen Lebensmittelzubereitungsverfahren aufbereitet werden;

"thermisch gewonnenes Reaktionsaroma": Erzeugnis, das durch Erhitzen einer Mischung aus verschiedenen Zutaten gewonnen wird, die nicht unbedingt selbst Aromaeigenschaften besitzen, von denen mindestens eine Zutat Stickstoff (Aminogruppe) enthält und eine andere ein reduzierender Zucker ist; als Zutaten für die Herstellung thermisch gewonnener Reaktionsaromen kommen in Frage:

- i) Lebensmittel und/oder
- ii) andere Ausgangsstoffe als Lebensmittel;

"Raucharoma": Erzeugnis, das durch Fraktionierung und Reinigung von kondensiertem Rauch gewonnen wird, wodurch Primärauchkondensate,

Aromastoff

Natürlicher Aromastoff

Aromaextrakt

Thermisch gewonnenes Reaktionsaroma

Raucharoma

Aromavorstufe

Sonstiges Aroma

Lebensmittelzutat mit Aromaeigenschaften

Ausgangsstoff

Geeignetes physikalisches Verfahren

Primärteerfraktionen und/oder daraus hergestellte Raucharomen im Sinne der Begriffsbestimmungen von Art. 3 Nr. 1, 2 und 4 der Verordnung (EG) Nr. 2065/2003 entstehen;

"Aromavorstufe": Erzeugnis, das nicht unbedingt selbst Aromaeigenschaften besitzt und das Lebensmittel nur in der Absicht zugesetzt wird, sie durch Abbau oder durch Reaktion mit anderen Bestandteilen während der Lebensmittelverarbeitung zu aromatisieren; sie kann gewonnen werden aus:

- i) Lebensmitteln und/oder
- ii) anderen Ausgangsstoffe als Lebensmittel;

"sonstiges Aroma": Aroma, das Lebensmittel zugesetzt wird oder werden soll, um ihnen einen besonderen Geruch und/oder Geschmack zu verleihen, und das nicht unter die Begriffsbestimmungen der Buchstaben b bis g fällt.

Darüber hinaus sind folgende Definitionen ebenfalls von Bedeutung:

"Lebensmittelzutat mit Aromaeigenschaften": Lebensmittelzutat, die kein Aroma ist und die Lebensmittel in erster Linie zum Zweck der Aromatisierung oder der Veränderung des Aromas zugesetzt werden kann und die wesentlich zum Vorhandensein bestimmter natürlich vorkommender, jedoch unerwünschter Stoffe in Lebensmitteln beiträgt;

"Ausgangsstoff": Stoff pflanzlichen, tierischen, mikrobiologischen oder mineralischen Ursprungs, aus dem Aromen oder Lebensmittelzutaten mit Aromaeigenschaften hergestellt werden; es kann sich dabei handeln um:

- i) Lebensmittel oder
- ii) andere Ausgangsstoffe als Lebensmittel;

"geeignetes physikalisches Verfahren": physikalisches Verfahren, bei dem die chemischen Eigenschaften der Aromabestandteile nicht absichtlich verändert werden und das unter anderem - unbeschadet der Auflistung von herkömmlichen Lebensmittelzubereitungsverfahren in Anhang II - ohne Einsatz von Singulett-Sauerstoff, Ozon, anorganischen Katalysatoren, Metallkatalysatoren, metallorganischen Reagenzien und/oder UV-Strahlen durchgeführt wird.

Die Dreiteilung der Aromastoffe – natürlich, naturidentisch und künstlich – aus dem bisherigen Recht ist nicht übernommen worden. Es werden Aromastoffe im Allgemeinen und natürliche Aromastoffe im Besonderen definiert. Auf die Zulassung der Aromen hat der Wegfall keine Auswirkungen, da alle Aromastoffe zukünftig einer Zulassungspflicht unterliegen. Ggf. kann der Wegfall im Einzelfall Konsequenzen für eine Auslobung haben, da für künstliche Aromastoffe nunmehr keine

Legaldefinition mehr besteht. Schloss eine Auslobung "ohne künstliche Aromastoffe" bislang die Verwendung naturidentischer Aromastoffe nicht aus, könnte dieses zukünftig anders beurteilt werden, wenn diese Auslobung gleichbedeutend mit "(nur) mit natürlichen Aromastoffen" verstanden wird.

Die Aromen-Verordnung führt eine EU-weite Zulassungspflicht für bestimmte Aromakategorien ein. Folgende Aromakategorien bedürfen zukünftig einer Zulassung: Aromastoffe; Aromaextrakte aus Nicht-Lebensmitteln; thermisch gewonnene Reaktionsaromen aus Nicht-Lebensmitteln und/oder die die Anforderungen des Anhangs V nicht erfüllen; Aromavorstufen aus Nicht-Lebensmitteln; sonstige Aromen. Nicht zulassungspflichtig sind demnach folgende Aromakategorien: Aromaextrakte aus Lebensmitteln; thermisch gewonnene Reaktionsaromen aus Lebensmitteln, die die Anforderungen des Anhangs V erfüllen; Aromavorstufen aus Lebensmitteln. Für Raucharomen sieht die Verordnung (EG) Nr. 2065/2003 ein Verfahren zur Bewertung der Sicherheit und zur Zulassung vor. Lebensmittel mit Aromaeigenschaften benötigen keine Zulassung; hier sind jedoch die Regelungen des Art. 6 in Verbindung mit Anhang III zum Vorhandensein bestimmter Stoffe (siehe unten).

Die Zulassung der genannten Aromakategorien erfolgt durch Aufnahme der Stoffe in die Unionsliste. Das Verfahren zur Erstellung der Unionsliste ist im Wesentlichen in der Verfahrens-Verordnung geregelt. Voraussetzung für die Aufnahme von Stoffen ist die positive Bewertung durch die EFSA. Teil der Unionsliste wird die Liste der Aromastoffe sein, die gemäß Art. 27 bis spätestens zum 31. Dezember 2010 angenommen werden soll. Da die Bewertung wichtiger Aromastoffe durch die EFSA noch aussteht, ist derzeit noch nicht klar, ob dieses Datum ggf. verschoben wird oder ob die Liste der Aromastoffe in einzelnen Schritten angenommen wird.

Art. 6 regelt in Verbindung mit Anhang III das Vorhandensein bestimmter Stoffe. Diese Stoffe kommen natürlicherweise in Pflanzen vor und haben dort häufig die Funktion, die Pflanzen z. B. vor Insektenfraß zu schützen. Sie werden verschiedentlich als "biologically active principles" (BAP) bezeichnet. Die in Anhang III Teil A aufgeführten 15 Stoffe dürfen Lebensmitteln nicht als solche zugesetzt werden. In Teil B werden für elf Stoffe Höchstmengen in verschiedenen Lebensmitteln festgesetzt. Für alkoholfreie Getränke sind folgende Höchstmengen relevant:

Zulassungs-
pflicht

Unionsliste für
Aromen

Biologically
active princi-
ples

Stoff	Lebensmittel	Höchstmenge
		mg/kg
Estragol	Alkoholfreie Getränke	10
Methyleugenol	Alkoholfreie Getränke	1
Pulegon	Nichtalkoholische Getränke mit Minze/Pfefferminze	20
Quassin	Alkoholfreie Getränke	0,5
Safrol	Alkoholfreie Getränke	1
Thujon (alpha- und	Aus Artemisia-Arten hergestellte nichtalkoholische Getränke	0,5

Die Höchstmengen gelten für das verzehrfertige Getränk und zwar unabhängig davon, ob die Stoffe aus Aromen und/oder Lebensmittelzutaten mit Aromaeigenschaften stammen. Bei Getränkepulvern ist die auf der Verpackung angegebene Herstellungsanweisung zu berücksichtigen. Die Höchstwerte für Estragol, Methyleugenol und Safrol gelten nicht, wenn das Getränk keine zugesetzten Aromen enthält und die einzigen Lebensmittelzutaten mit Aromaeigenschaften, die hinzugefügt wurden, frische, getrocknete oder tiefgekühlte Kräuter oder Gewürze sind. Nach einer Mitteilung der Kommission an den europäischen Gewürzverband vom 16.3.2009 gelten die Höchstmengen in diesen Fällen auch dann nicht, wenn Aromen verwendet wurden, sofern diese die drei Stoffe nicht enthalten.

"natürlich"

Höchstmengen werden nur noch für solche Lebensmittel festgesetzt, die signifikant zur Aufnahme der unerwünschten Stoffe beitragen. Der bisherige Ansatz, dass eine Höchstmenge für alle anderen, nicht spezifisch geregelten Lebensmittel festgesetzt wurde, wird nicht weiter verfolgt.

Die Aromen-Verordnung enthält in Art. 14 bis 18 Kennzeichnungsanforderungen für Aromen, die als solche an den Weiterverarbeiter oder an den Endverbraucher abgegeben werden. Dabei ist insbesondere Art. 16 von Bedeutung, der besondere Anforderungen an die Verwendung des Begriffs "natürlich" stellt. Die Angabe von Aromen im Zutatenverzeichnis zusammengesetzter Lebensmittel ist in der Etikettierungs-Richtlinie 2000/13/EG geregelt, die durch Art. 29 Aromen-Verordnung geändert wird. Grundsätzlich kann ein Aroma im Zutatenverzeichnis als "Aroma" oder mit einer genaueren Bezeichnung oder einer Beschreibung angegeben werden. Beispiele für genauere Bezeichnungen oder Beschreibungen sind "Aromaextrakte", "Pfefferminzöl", "Gewürzauszüge" oder "Erdbeer-Aroma". Soll jedoch der Begriff "natürlich" verwendet werden, sind die Anforderungen des Art. 16 zu beachten.

Besondere Anforderungen an die Verwendung des Begriffs "natürlich"

- (1) Wird der Begriff "natürlich" zur Bezeichnung eines Aromas in der Verkehrsbezeichnung gemäß Art. 15 Absatz 1 Buchstabe a verwendet, so gelten die Absätze 2 bis 6 des vorliegenden Artikels.
- (2) Der Begriff "natürlich" darf zur Bezeichnung eines Aromas nur verwendet werden, wenn der Aromabestandteil ausschließlich Aromaextrakte und/oder natürliche Aromastoffe enthält.
- (3) Der Begriff "natürliche(r) Aromastoff(e)" darf nur zur Bezeichnung von Aromen verwendet werden, deren Aromabestandteil ausschließlich natürliche Aromastoffe enthält.
- (4) Der Begriff "natürlich" darf in Verbindung mit einer Bezugnahme auf ein Lebensmittel, eine Lebensmittelkategorie oder einen pflanzlichen oder tierischen Aromaträger nur verwendet werden, wenn der Aromabestandteil ausschließlich oder mindestens zu 95 Gew.-% aus dem in Bezug genommenen Ausgangsstoff gewonnen wurde. Die Bezeichnung lautet "natürliches Lebensmittel bzw. Lebensmittelkategorie bzw. Ausgangsstoff(e)-Aroma".
- (5) Die Bezeichnung "natürliches Lebensmittel bzw. Lebensmittelkategorie bzw. Ausgangsstoff(e)-Aroma mit anderen natürlichen Aromen" darf nur verwendet werden, wenn der Aromabestandteil zum Teil aus dem in Bezug genommenen Ausgangsstoff stammt, dessen Aroma leicht erkennbar ist.
- (6) Der Begriff "natürliches Aroma" darf nur verwendet werden, wenn der Aromabestandteil aus verschiedenen Ausgangsstoffen stammt und wenn eine Nennung der Ausgangsstoffe ihr Aroma oder ihren Geschmack nicht zutreffend beschreiben würde.

Ein Aroma kann nur als "natürlich" bezeichnet werden, wenn die aromatisierenden Bestandteile ausschließlich Aromaextrakte und/oder natürliche Aromastoffe sind. Andere Bestandteile wie Trägerstoffe haben sind diesbezüglich ohne Belang.

Beispiele für "natürliche Aromastoffe" sind Menthol aus Minzöl oder Limonen aus Orangen. Diese Aromastoffe können auch als "natürliches Minzaroma" bzw. "natürliches Orangenaroma" bezeichnet werden. Auch ist eine biotechnologische Herstellung natürlicher Aromastoffe möglich. Ein solchermaßen hergestelltes Vanillin kann als "natürlicher Aromastoff", nicht aber als "natürliches Vanillearoma" bezeichnet werden.

Als "natürliches Lebensmittel bzw. Lebensmittelkategorie bzw. Ausgangsstoff(e)-Aroma" darf ein Aroma, welches hinsichtlich seiner aromatisierenden Bestandteile zu mindestens 95 % aus einem Lebensmittel, einer Lebensmittelkategorie oder einem pflanzlichen oder tierischen Aromaträger besteht, bezeichnet werden; die restlichen bis zu 5 % aromatisierenden Bestandteile müssen auch dem Kriterium "natürlich" entsprechen.

chen und dürfen gemäß dem Erwägungsgrund 26 nur für die Standardisierung oder zur Verleihung zum Beispiel einer frischeren, schärferen, reiferen oder grüneren Note verwendet werden. Beispiele hierfür sind ein "natürliches Himbeer-Aroma", dessen aromatisierende Bestandteile zu 97 % aus der Himbeere gewonnen wurden und 3 % aromatisierende Bestandteile aus dem Apfel zur Standardisierung enthalten oder ein "natürliches Citrus-Aroma", dessen aromatisierende Bestandteile zu 55 % aus Orange, zu 40 % aus Mandarine und zu 5 % aus Erdbeere zur Verleihung einer besonderen Note bestehen.

Sofern weniger als 95 % der aromatisierenden Bestandteile aus einem Lebensmittel bzw. einer Lebensmittelkategorie stammen, dieses jedoch leicht erkennbar ist, darf das Aroma als "natürliches Lebensmittel bzw. Lebensmittelkategorie bzw. Ausgangsstoff(e)-Aroma mit anderen natürlichen Aromen" bezeichnet werden. Ein Beispiel hierfür ist ein "natürliches Citrus-Aroma mit anderen natürlichen Aromen", dessen aromatisierende Bestandteile zu 50 % aus Orange, zu 40 % aus Mandarine und zu 10 % aus Erdbeere zur Verleihung einer besonderen Note bestehen.

Der Begriff "natürliches Aroma" darf nicht mehr wie bisher für ein natürliches Aroma generell verwendet werden, sondern nur, wenn der Aromabestandteil aus verschiedenen Ausgangsstoffen stammt und wenn eine Nennung der Ausgangsstoffe ihr Aroma oder ihren Geschmack nicht zutreffend beschreiben würde. Ein Beispiel hierfür ist ein Bananen-Aroma aus verschiedenen natürlichen Aromastoffen, von denen keines aus der Banane stammt. Dieses Aroma kann als "natürliches Aroma", als "natürliche Aromastoffe" oder auch als "Aroma" oder "Bananen-Aroma" im Zutatenverzeichnis angegeben werden.

Raucharomen dürften für alkoholfreie Getränke untergeordnete Bedeutung haben. Sofern sie dem Getränk einen Räuchergeschmack verleihen, müssen sie im Zutatenverzeichnis als "Raucharoma" oder "Raucharoma aus Lebensmittel bzw. Lebensmittelkategorie bzw. Ausgangsstoff(e)" (z. B. "Raucharoma aus Buchenholz") angegeben werden.

Der Vollständigkeit halber wird an dieser Stelle auf die seit längerem bestehenden Regelungen der Etikettierungs-Richtlinie bzw. der Verordnung über die Kennzeichnung von Lebensmitteln (Lebensmittel-Kennzeichnungsverordnung – LMKV) bei Verwendung von Chinin oder seinen Salzen sowie Koffein als Aromen hingewiesen. Danach müssen diese Zutaten als "Chinin" bzw. als "Koffein" unmittelbar nach der Bezeichnung "Aroma" angegeben werden.

5.2.8.2 Aromenverordnung (national)

Die europäische Aromen-Verordnung gilt ab dem 20. Januar 2011 und hebt die bisherigen Aromen-Richtlinie 88/388/EWG zu diesem Datum auf. Die deutsche Aromenverordnung, die die Aromen-Richtlinie 88/388/EWG in nationales Recht umgesetzt hat, wird in großen Teilen am 20. Januar 2011 obsolet. Jedoch soll nach Auffassung des BMELV bis zur Anwendung der Unionsliste der zulassungsbedürftigen Aromen die deutsche Aromenverordnung hinsichtlich der Zulassung der künstlichen Aromastoffe weiter Gültigkeit haben. Die nationale Aromenverordnung enthält in Anlage 5 Zulassungen für 18 künstliche Aromastoffe sowie für weitere "geschmacksbeeinflussende" Stoffe (Aminosäuren, Maltol und Äthylmaltol). Die künstlichen Aromastoffe sind mit bestimmten Höchstmengen u. a. für künstliche Heiß- und Kaltgetränke und Brausen zugelassen.

Insbesondere die Regelungen über bestimmte Stoffe, die sog. BAP, aus der nationalen Aromenverordnung werden ab dem 20. Januar 2011 durch europäisches Recht überlagert und haben damit keine Gültigkeit mehr.

5.2.9 Trinkwasserverordnung

Wasser ist einer der wichtigsten Rohstoffe bei der Herstellung alkoholfreier Getränke. Sofern nicht natürliches Mineralwasser oder Tafelwasser verwendet werden, muss das Wasser den Anforderungen der Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung - TrinkwV) entsprechen.

Mit der TrinkwV von 2001 wurde die Richtlinie 98/83/EG des Rates über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasser-Richtlinie) umgesetzt. Die TrinkwV geht in wenigen Fällen über die Anforderungen der Trinkwasser-Richtlinie hinaus und ist damit - was zulässig ist - etwas strenger als das europäische Recht. Sie legt Anforderungen an die Beschaffenheit des Wassers für den menschlichen Gebrauch fest. Hierzu zählt sowohl "Trinkwasser" als auch "Wasser für Lebensmittelbetriebe". Trinkwasser ist definiert als "alles Wasser, im ursprünglichen Zustand oder nach Aufbereitung, das zum Trinken, zum Kochen, zur Zubereitung von Speisen und Getränken oder insbesondere zu den folgenden anderen häuslichen Zwecken bestimmt ist ...". Wasser für Lebensmittelbetriebe wird definiert als "alles Wasser, ungeachtet seiner Herkunft und seines Aggregatzustandes, das in einem Lebensmittelbetrieb für die Herstellung, Behandlung, Konservierung oder zum Inverkehrbringen von Erzeugnissen oder Substanzen, die für den menschlichen Gebrauch bestimmt sind, sowie zur Reinigung von Gegenständen und Anlagen, die bestimmungsgemäß mit Lebensmittel in Berührung kommen können, verwendet wird, soweit die Qualität des verwendeten Wassers die Genusstauglichkeit des Enderzeugnisses beeinträchtigen kann". Des

Zulassung
künstlicher
Aromastoffe

Trinkwasser,
Wasser für
Lebensmittel-
betriebe

Weiteren beschreibt sie Anforderungen an die Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch sowie die Pflichten des Unternehmers oder des sonstigen Inhabers einer Wasserversorgungsanlage und die Überwachung durch das Gesundheitsamt.

Die TrinkwV gilt ausdrücklich nicht für natürliches Mineralwasser. Dessen Herstellung und Beschaffenheit wird abschließend in der Verordnung über natürliches Mineralwasser, Quellwasser und Tafelwasser (Mineral- und Tafelwasser-Verordnung (Mineral- und TafelwasserV) geregelt. Für Quellwasser und sonstiges zur Abgabe an den Verbraucher bestimmtes abgepacktes Trinkwasser gilt die TrinkwV, soweit die Mineral- und TafelwasserV nichts anderes bestimmt. Tafelwasser selbst unterliegt nicht der TrinkwV; wird es aus Trinkwasser hergestellt, muss es den Anforderungen der TrinkwV genügen. Außerdem gelten die in Anlage 2 der TrinkwV festgelegten Grenzwerte für chemische Stoffe auch für Tafelwasser.

Zu den Anforderungen im Einzelnen:

- Beschaffenheit des Wassers für den menschlichen Gebrauch Gemäß § 4 TrinkwV muss das Wasser frei von Krankheitserregern, genusstauglich und rein sein. Dieses gilt als erfüllt, wenn bei der Wassergewinnung, der Wasseraufbereitung und der Verteilung die allgemein anerkannten Regeln der Technik eingehalten werden. Außerdem müssen bestimmte Anforderungen eingehalten werden:

- | | |
|--------------------------------|--|
| Mikrobiologische Anforderungen | o Mikrobiologische Anforderungen z. B. bezüglich Escherichia coli, Enterokokken und coliforme Bakterien (Anlage 1), |
| Chemische Parameter | o Grenzwerte für chemische Parameter wie Blei, Cadmium, Arsen, Pflanzenschutzmittel und Biozide, Nitrat und Nitrit (Anlage 2), |
| Indikatorparameter | o Grenzwerte für Indikatorparameter wie Geruch, Geschmack, Färbung, Trübung, pH-Wert, Chlorid, Eisen und Mangan (Anlage 3).
Von diesen Anforderungen kann die zuständige Behörde für bestimmte Lebensmittelbetriebe Abweichungen zulassen, soweit sichergestellt ist, dass die in dem Betrieb hergestellten oder behandelten Lebensmittel weiterhin sicher sind. |
| Aufbereitung | - Aufbereitung
Die zur Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch zugesetzten Stoffe werden vom Bundesministerium für Gesundheit (BMG) in einer Liste im Bundesgesundheitsblatt bekannt gegeben. Diese Liste wird regelmäßig aktualisiert. Sie enthält Angaben über die Reinheitsanforderungen der Stoffe, über Verwendungszwecke, für die sie aus schließlich eingesetzt werden dürfen, über zulässige Zugabemengen und über zulässige Höchstkonzentrationen von im Wasser verblei- |

benden Restmengen und Reaktionsprodukten. Weiterhin enthält sie die Mindestkonzentration an freiem Chlor nach Abschluss der Aufbereitung sowie eine Spezifizierung des erforderlichen Untersuchungsumfangs für die Aufbereitungsstoffe. Es können auch Verfahren zur Desinfektion sowie die Einsatzbedingungen, die die Wirksamkeit dieser Verfahren sicherstellen, beschrieben werden. Auch hinsichtlich der zur Wasseraufbereitung zulässigen Stoffe kann die zuständige Behörde Ausnahmen für bestimmte Lebensmittelbetriebe zulassen.

Die Aufbereitung in besonderen Fällen z. B. in Katastrophenfällen ist in § 12 TrinkwV in Verbindung mit Anlage 6 geregelt.

- Pflichten des Unternehmers oder sonstigen Inhabers einer Wasserversorgungsanlage
Wird bei der Herstellung von alkoholfreien Getränken Trinkwasser aus dem öffentlichen Versorgungsnetz verwendet, so ergeben sich aus der TrinkwV keine weiteren Pflichten zur Untersuchung.

Stammt das Wasser hingegen aus einer Eigenversorgungsanlage, so besteht die Pflicht zur Untersuchung der mikrobiologischen, chemischen, physikalischen und sensorischen Beschaffenheit des Wassers. Umfang und Häufigkeit der Untersuchungen ergeben sich aus § 14 in Verbindung mit Anlage 4. Die Häufigkeit der routinemäßigen Untersuchungen hängt vom Wasserverbrauch ab. Ihr Umfang umfasst die Parameter Geruch, Geschmack, Färbung, Trübung, pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Ammonium, Aluminium und Eisen (beide nur erforderlich bei Verwendung als Flockungsmittel), Escherichia coli, coliforme Bakterien und Clostridium perfringens (nur erforderlich, wenn das Wasser von Oberflächenwasser stammt oder von solchem beeinflusst wird). Die periodischen Untersuchungen umfassen alle in den Anlagen 1 bis 3 festgelegten Parameter, die nicht bei den routinemäßigen Untersuchungen erfasst sind. Die zuständige Behörde kann Ausnahmen hiervon zulassen. Auch die Häufigkeit der periodischen Untersuchungen ist verbrauchsabhängig. Außerdem sind einmal jährlich bzw. alle drei Jahre Untersuchungen zur Bestimmung der Säurekapazität sowie des Gehaltes an Calcium, Magnesium und Kalium durchzuführen. Bei den Untersuchungen sind die in Anlage 5 genannten Verfahren anzuwenden. Andere Untersuchungsverfahren dürfen angewendet werden, wenn das Umweltbundesamt (UBA) eine Gleichwertigkeit festgestellt hat. Die Liste alternativer Verfahren wird vom UBA im Bundesgesundheitsblatt veröffentlicht. Für chemische und physikalische Parameter sind in Anlage 5 lediglich Verfahrenskennwerte spezifiziert, die von den verwendeten Untersuchungsverfahren einzuhalten sind. Laut amtlicher Begründung wäre es nicht sachgerecht, ein bestimmtes Verfahren auszuwählen, da in der Regel mehrere, annähernd gleichwertige Analyseverfahren zur Verfügung stehen. Insofern können Laboratorien die auf ihren jeweiligen Bedarf am besten abgestimmten Analyseverfahren einsetzen.

Pflichten des Unternehmers

Kontrollen

zen. Ferner wird dadurch die Entwicklung neuer und verbesserter Analyseverfahren nicht behindert. Zu den Untersuchungspflichten zählt zudem die regelmäßige Besichtigung der zur Wasserversorgungsanlage gehörenden Schutzzonen bzw. der Umgebung der Wasserversorgungsanlage, um etwaige Veränderungen zu erkennen, die Auswirkungen auf die Beschaffenheit des Wassers haben können. Außerdem sind gemäß § 16 Absatz 4 die für die Aufbereitung verwendeten Stoffe und ihre Konzentration im Wasser wöchentlich aufzuzeichnen.

Bei Nichteinhaltung der Grenzwerte oder grobsinnlich wahrnehmbaren Veränderungen des Wassers oder außergewöhnlichen Vorkommnissen in der Umgebung des Wasservorkommens oder an der Wasserversorgungsanlage ist das Gesundheitsamt zu informieren.

- Überwachung durch das Gesundheitsamt
Versorgungsanlagen für Wasser für den menschlichen Gebrauch werden vom Gesundheitsamt in hygienischer Hinsicht durch Prüfungen und Kontrollen überwacht. Die Kontrolle umfasst die Überwachung der Erfüllung der Pflichten, die dem Inhaber der Wasserversorgungsanlage obliegen, und die Besichtigung der Wasserversorgungsanlage einschließlich dazugehöriger Schutzzonen bzw. der Umgebung. Die Kontrollen sind in der Regel einmal jährlich, mindestens jedoch alle zwei Jahre vorzunehmen und dürfen vorher nicht angekündigt werden. Auf die Entnahme und Untersuchung von Wasserproben kann verzichtet werden, falls der Inhaber der Wasserversorgungsanlage die für ihn verpflichtenden Untersuchungen von einem amtlichen oder amtlich zugelassenen Institut durchführen lässt.

Die Europäische Kommission will Mitte 2011 einen Entwurf für eine Novellierung der europäischen Trinkwasserrichtlinie vorlegen. Unabhängig davon soll auf nationaler Ebene die Trinkwasserverordnung novelliert werden. Der Bundesrat hat am 26.11.2010 dem Entwurf der "Ersten Verordnung zur Änderung der Trinkwasserverordnung" (BR-Drucksache 530/10) zugestimmt. Es ist vorgesehen, dass die damit verbundenen Änderungen sechs Monate nach der Verkündung der Änderungsverordnung in Kraft treten.

U. a. wird dann die ursprüngliche "Zweiteilung" in "Trinkwasser" und "Wasser für Lebensmittelbetriebe" innerhalb der Trinkwasserverordnung 2001 aufgehoben. § 3 Nummer 1 b) der Verordnung wird dann vorsehen, dass als "Trinkwasser" auch anzusehen ist "alles Wasser, das in einem Lebensmittelbetrieb verwendet wird für die Herstellung, die Behandlung, Konservierung oder Inverkehrbringung von Erzeugnissen oder Substanzen, die für den menschlichen Gebrauch bestimmt sind, sofern die zuständige Behörde aufgrund eines Ausnahmetatbestandes nach § 18 Abs. 1 Satz 3 nichts gegenteiliges festlegt." § 18 Abs. 1 Satz 3 der Verordnung wiederum wird im Hinblick auf die Überwachungstätigkeit der Behörden vorsehen, dass "die zuständige Behörde Ausnahmen zulassen (kann), soweit sie

davon überzeugt ist, dass die Qualität des verwendeten Wassers die Genussstauglichkeit des Enderzeugnisses nicht beeinflussen kann." In der Begründung hierzu heißt es, dass "nach bislang geltendem Recht bereits erteilte Ausnahmen von dieser Änderung nicht betroffen sind." § 8 Nummer 2 wird als "Stelle der Einhaltung" für die in der Verordnung festgelegten Grenzwerte, Richtwerte und Anforderungen "bei Trinkwasser in einem an die Trinkwasser-Installation angeschlossenen Apparat, der nicht Teil der Trinkwasser-Installation ist", die "nach den allgemeinen anerkannten Regeln der Technik notwendige Sicherungseinrichtung" vorsehen. Berücksichtigt man Sinn und Zweck der Änderungsverordnung und den Begründungstext, sind in diesen Änderungen keine rechtlich-nachteiligen Änderungen gegenüber der Trinkwasserverordnung 2001, sondern Klarstellungen zu sehen.

5.3 Produktspezifische Rechtsgrundlagen

Anforderungen an die Zusammensetzung und Kennzeichnung von alkoholfreien Getränken sind durch Rechtsverordnung festgelegt oder in Leitsätzen des Deutschen Lebensmittelbuches bzw. in Richtlinien der Wirtschaft beschrieben. Die nachstehenden Ausführungen fassen die wesentlichen Anforderungen zusammen.

5.3.1 Erfrischungsgetränke

Die Deutsche Lebensmittelbuch-Kommission hat Ende 1993 die Leitsätze für Erfrischungsgetränke verabschiedet; diese wurden im Jahr 2003 neu bekannt gegeben.

Die Leitsätze basieren auf der BLL-Richtlinie für Erfrischungsgetränke (Fruchtsaftgetränke, Limonaden und Brausen) vom Juni 1991. Vorgänger dieser BLL-Richtlinie war die gutachterliche Äußerung über den redlichen Handelsbrauch aus dem Jahr 1954 in Form der Richtlinien für die Herstellung, Kennzeichnung und Beurteilung süßer alkoholfreier Erfrischungsgetränke (Fruchtsaftgetränke, Limonaden, Brausen), die damals Zustimmung durch den "Ausschuss Lebensmittelchemie der Arbeitsgemeinschaft der für das Gesundheitswesen zuständigen Landesminister" (ALAG) erfahren hatten.

Die Leitsätze von 2003 enthalten allgemeine Beurteilungsmerkmale zur Beschaffenheit, Bezeichnung und Aufmachung sowie besondere Beurteilungsmerkmale für Fruchtsaftgetränke, Fruchtschorlen, Limonaden und Brausen.

Leitsätze für
Erfrischungs-
getränke

FruchtsaftV

5.3.2 Fruchtsäfte und Fruchtnektare

Anforderungen an Fruchtsäfte und Fruchtnektare sind rechtsverbindlich durch die Verordnung über Fruchtsaft, einige ähnliche Erzeugnisse und Fruchtnektar (Fruchtsaftverordnung - FruchtsaftV) geregelt. Die Verordnung setzt die Richtlinie 2001/112/EG des Rates über Fruchtsäfte und bestimmte gleichartige Erzeugnisse für die menschliche Ernährung in deutsches Recht um. Sie enthält Vorschriften über die Herstellung, Zusammensetzung und Kennzeichnung.

Leitsätze für
Fruchtsäfte

Darüber hinaus gibt es noch die Leitsätze für Fruchtsäfte. Sie enthalten u. a. Hinweise auf gebräuchliche physikalische Verfahren und Angaben über die Beschaffenheit des zur Rückverdünnung von konzentrierten Fruchtsäften verwendeten Wassers sowie besondere Beurteilungsmerkmale für bestimmte Erzeugnisse wie die relative Dichte oder Brix-Werte.

5.3.3 Wasser

Mineral- und
TafelwasserV

Die Mineral- und TafelwasserV regelt den Produktbereich der abgefüllten Wässer. Die Verordnung geht zurück auf die Richtlinie 80/777/EWG des Rates zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Gewinnung von und den Handel mit natürlichem Mineralwasser, die zwischenzeitlich durch die Richtlinie 2009/54/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Juni 2009 über die Gewinnung von und den Handel mit natürlichen Mineralwässern neu gefasst wurde.

Die Verordnung enthält Vorschriften über die Herstellung, Behandlung und Kennzeichnung von natürlichem Mineralwasser, Quellwasser, Tafelwasser und sonstigem in zur Abgabe an den Verbraucher bestimmten Fertigpackungen abgefülltem Trinkwasser.

5.3.4 Mineralstoffgetränke

Richtlinie für
Mineralstoff-
getränke

Mineralstoffgetränke stellen nach Ansicht des Bundesverbandes der Deutschen Erfrischungsgetränke-Industrie e.V., der im Jahr 2000 in Wirtschaftsvereinigung Alkoholfreie Getränke e. V. umbenannt wurde, eine eigene Gattung innerhalb der Erfrischungsgetränke dar. Der Verband hat im September 1991 eine Richtlinie erstellt, in der die Herstellung, Kennzeichnung und Beurteilung von Mineralstoffgetränken beschrieben werden. Diese Richtlinie gibt den Handelsbrauch als Verkehrsauffassung der Wirtschaft wieder.

5.3.5 "Mineralwasser plus Frucht"-Getränke

Der Verband Deutscher Mineralbrunnen e.V. hat im September 1995 eine Richtlinie für "Mineralwasser plus Frucht"-Getränke veröffentlicht. Hiermit soll eine nach Auffassung des Verbandes bestehende Lücke zwischen Erfrischungsgetränken, die in den Leitsätzen der Deutschen Lebensmittelbuch-Kommission geregelt sind, und Mineralwasser, das Gegenstand einer Verordnung ist, geschlossen werden. Die von der Verbandsrichtlinie erfassten Getränke charakterisieren sich durch die ausschließliche Verwendung von natürlichen Zutaten. Hierzu gehören ausdrücklich Fruchtkonzentrate, während die Verwendung von Zuckerarten und Süßstoffen explizit ausgeschlossen wird. Gerade aufgrund dieser sachlich nicht nachvollziehbaren Differenzierung stößt die Richtlinie auf Kritik verschiedener Wirtschaftsverbände. So sind Fruchtkonzentrate häufig stofflich nicht anders zu bewerten als die von der Richtlinie ausgeschlossenen Zuckerarten. Die Art und Weise, mit der die Verwendung von Zuckerarten ausgeschlossen wird, ist diskriminierend, indem sie den Zucker mit Zusatzstoffen gleichstellt. Inwieweit bei dieser Getränkegattung besondere Eigenschaften auslobbar sind, wird am Einzelfall sehr genau zu prüfen sein.

5.3.6 Energydrinks

Im Rahmen der LMKV gibt es zwar Regelungen zur Kennzeichnung des Koffeingehaltes, jedoch existieren bislang keine spezifischen Rechtsvorschriften für Energydrinks. Solche Getränke zeichnen sich üblicherweise durch einen Koffeingehalt und dem Zusatz von Taurin, Inositol und/oder Glucuronodelta-lacton aus. Nach Auffassung des BMELV sind diese Stoffe den Zusatzstoffen gleichgestellt im Sinne von § 2 Abs. 3 Satz 2 Nr. 1 LFGB. Für diese Stoffe wurden bislang Allgemeinverfügungen nach § 54 LFGB und Ausnahmegenehmigungen nach § 68 LFGB erteilt. Das BMELV beabsichtigt, koffeinhaltige Erfrischungsgetränke und insbesondere Energydrinks im Rahmen der FruchtsaftV zu regeln, die dann in "Verordnung über Fruchtsaft, einige ähnliche Erzeugnisse, Fruchtnektar und koffeinhaltige Erfrischungsgetränke (Fruchtsaft- und Erfrischungsgetränkeverordnung)" umbenannt werden soll. Geplant ist die Zulassung der vier genannten Stoffe in koffeinhaltigen Erfrischungsgetränken insbesondere Energydrinks bis zu bestimmten Höchstmengen. Außerdem sind spezifische Kennzeichnungsvorschriften vorgesehen, z. B. der Hinweis, dass der Verzehr größerer Mengen von Energydrinks, insbesondere bei ausgiebiger sportlicher Betätigung, sowie ein gleichzeitiger Genuss alkoholischer Getränke vermieden werden sollte. Die Lebensmittelwirtschaft hat erhebliche Bedenken geäußert, sowohl grundsätzlicher als auch spezifischer Art. Das BMELV hat einen Entwurf vom 3.2.2010 bereits in Brüssel notifiziert. Einige Mitgliedstaaten haben Widerspruch angemeldet. Die weitere Entwicklung bleibt abzuwarten.

"Mineralwasser plus Frucht"-Getränke

Energydrinks

5.4 Herstellbestimmungen

Die in Kap. 5.3 genannten Regelungen enthalten Herstellbestimmungen für alkoholfreie Getränke. Sie sind in der Regel eng mit den zu verwendenden Verkehrsbezeichnungen verknüpft.

5.4.1 Herstellung von Erfrischungsgetränken

5.4.1.1 Fruchtsaftgetränke, Fruchtschorlen, Limonaden und Brausen

Für Fruchtsaftgetränke, Fruchtschorlen, Limonaden und Brausen ist die Herstellung in den Leitsätzen des Deutschen Lebensmittelbuches für Erfrischungsgetränke beschrieben. Sie werden aus Wasser und geschmackgebenden Zutaten mit oder ohne Zusatz von Kohlensäure sowie mit oder ohne Zusatz von Zuckerarten oder Süßstoffen hergestellt. Als Wasser wird Trinkwasser, Mineralwasser, Quellwasser oder Tafelwasser verwendet. Gegebenenfalls werden weitere Zutaten verwendet, deren Verwendung in den Leitsätzen im Einzelnen beschrieben wird.

5.4.1.2 Mineralstoffgetränke

Mineralstoffgetränke werden unter Mitverwendung von Mineralstoffen, Wasser und geschmackgebenden Zutaten, mit oder ohne Zusatz von Zuckerarten oder anderen Süßungsmitteln und ggf. Vitaminen sowie mit oder ohne Zusatz von Kohlendioxid hergestellt.

Dazu gibt es vom damaligen Bundesverband der Deutschen Erfrischungsgetränke-Industrie e.V. die Richtlinie für Mineralstoffgetränke vom September 1991. Mineralstoffgetränke enthalten wahlweise Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium z. B. in Form ihrer Chloride. Die einzelnen Salze müssen zugelassen sein.

Die Richtlinie sieht folgende Mindestmengen vor:

Natrium	200 mg/l
Kalium	300 mg/l
Calcium	120 mg/l
Magnesium	50 mg/l

wobei mindestens zwei verschiedene Kationen in einer Gesamtmenge von mindestens 500 mg/l enthalten sind. Darüber hinaus sieht die Richtlinie folgendes vor:

Isotonie	290 mOsmol/kg $\pm$ 15%
Hypotonie	weniger als 250 mOsmol/kg
Hypertonie	mehr als 340 mOsmol/kg.

5.4.1.3 "Mineralwasser plus Frucht"-Getränke

Zur Herstellung der "Mineralwasser plus Frucht"-Getränke werden gemäß der vom Verband Deutscher Mineralbrunnen e.V. erarbeiteten Richtlinie ausschließlich folgende Zutaten verwendet:

- natürliches Mineralwasser,
- natürliche Fruchtaromen,
- Fruchtsaft, Fruchtsaftkonzentrat, Fruchtmarm, Fruchtmarmkonzentrat,
- Fruchtkonzentrate.

Fruchtkonzentrate werden definiert als "aus Früchten hergestellte Konzentrate, ggf. ganz oder teilweise entsäuert, z. T. entmineralisiert und/oder entfärbt".

"Mineralwasser plus natürliches Fruchtaroma" besteht aus natürlichem Mineralwasser und Aromaextrakten und/oder natürlichen Aromenstoffen der namengebenden Früchte. Ggf. werden auch andere Aromaextrakte und/oder natürliche Aromastoffe zur Geschmacksabrundung eingesetzt sowie geringe Anteile an Fruchtsaft, Fruchtsaftkonzentrat, Fruchtmarm, Fruchtmarmkonzentrat und Fruchtkonzentrat.

"Mineralwasser plus Fruchtsaft" besteht aus natürlichem Mineralwasser und Fruchtsaft, Fruchtsaftkonzentrat, Fruchtmarm, Fruchtmarmkonzentrat, Fruchtkonzentrat oder aus einer Mischung dieser Erzeugnisse. Der Gehalt an Fruchtsaft und/oder Fruchtmarm beträgt mindestens 12 Gewichtsprozent. Aromaextrakte und/oder natürliche Aromastoffe der namengebenden Früchte sowie andere Aromaextrakte und/oder natürliche Aromastoffe zur Geschmacksabrundung können ebenfalls verwendet werden.

Der aus den Fruchtbestandteilen oder den Aromen stammende Alkoholgehalt beträgt höchstens 2 g/l. Die eingesetzten Aromen dürfen als Lösungsmittel ausschließlich Wasser und/oder Ethylalkohol enthalten. Die Richtlinie sieht vor, dass eine Trübung der Getränke nur aus den verwendeten Fruchtbestandteilen stammen darf.

5.4.2 Herstellung von Fruchtsaft und Fruchtnektar

Die Vorschriften hinsichtlich der Herstellung von Fruchtsaft und Fruchtnektar finden sich in § 2 in Verbindung mit Anlagen 1 bis 6 der FruchtsaftV, die im Folgenden wiedergegeben werden.

Fruchtsaft ist das gärfähige, jedoch nicht gegorene, aus gesunden und reifen Früchten (frisch oder durch Kälte haltbar gemacht) einer oder mehrerer Fruchtarten gewonnene Erzeugnis, das die charakteristische Farbe, das charakteristische Aroma und den charakteristischen Geschmack der Säfte der Früchte besitzt, von denen es stammt. Aus dem Saft stammendes

Fruchtsaft

Fruchtsaft aus Fruchtsaftkonzentrat

Aroma, Fruchtfleisch und Zellen, die bei der Verarbeitung abgetrennt wurden, dürfen demselben Saft wieder hinzugefügt werden. Bei Zitrusfrüchten stammt der Fruchtsaft vom Endokarp. Limettensaft kann auch aus der ganzen Frucht hergestellt werden.

Fruchtsaft aus Fruchtsaftkonzentrat wird gewonnen, indem das dem Saft bei der Konzentrierung entzogene Wasser dem Fruchtsaftkonzentrat wieder zugefügt wird und die dem Saft verloren gegangenen Aromastoffe sowie gegebenenfalls Fruchtfleisch und Zellen, die beim Prozess der Herstellung des betreffenden Fruchtstoffes oder von Fruchtsaft derselben Art zurückgewonnen wurden, zugesetzt werden. Das zugefügte Wasser muss insbesondere in chemischer, mikrobiologischer und organoleptischer Hinsicht geeignet sein, die wesentlichen Merkmale des Saftes zu gewährleisten. Die in Anlage 6 festgelegten Mindestbrixwerte sind einzuhalten. Ein Fruchtsaft aus Fruchtsaftkonzentrat muss im Vergleich zu einem entsprechenden Fruchtsaft gleichartige organoleptische und analytische Eigenschaften aufweisen.

Bei Traubensaft dürfen die Weinsäuresalze, die bei der Herstellung abgetrennt wurden, wieder zugefügt werden.

Konzentrierter Fruchtsaft, Fruchtsaftkonzentrat

Konzentrierter Fruchtsaft oder Fruchtsaftkonzentrat ist das aus dem Saft einer oder mehrerer Fruchtarten durch physikalischen Entzug eines bestimmten Teils des natürlichen Wassergehaltes hergestellte Erzeugnis. Soweit zur Abgabe an den Verbraucher bestimmt, muss es mindestens auf die Hälfte des Volumens des ursprünglichen Fruchtstoffes eingeengt sein.

Getrockneter Fruchtsaft, Fruchtsaftpulver

Getrockneter Fruchtsaft oder Fruchtsaftpulver werden aus dem Saft einer oder mehrerer Fruchtarten durch physikalischen Entzug nahezu des gesamten natürlich enthaltenen Wassers hergestellt.

Fruchtnektar

Fruchtnektar ist das gärfähige, jedoch nicht gegorene Erzeugnis, das durch Zusatz von Wasser und Zuckerarten oder Honig zu Fruchtsaft, Fruchtsaft aus Fruchtsaftkonzentrat, konzentriertem Fruchtsaft oder getrocknetem Fruchtsaft, Fruchtmarm oder einem Gemisch dieser Erzeugnisse hergestellt wird. Der Mindestgehalt an Fruchtsaft oder Fruchtmarm ist für einzelne Fruchtarten in Anlage 5 festgelegt. Zuckerarten oder Honig dürfen bis höchstens 20 % des Gesamtgewichts des fertigen Erzeugnisses zugesetzt sein. Bestimmte Früchte dürfen auch ohne Zusatz von Zuckerarten, Honig oder zugelassenen Süßungsmitteln verwendet werden.

Herstellungsverfahren

Unter "Früchte" werden alle Früchte mit Ausnahme von Tomaten verstanden. Auf EU-Ebene wird derzeit die Einbeziehung von Tomaten diskutiert.

Zur Herstellung der oben genannten Erzeugnisse dürfen folgende Verfahren angewendet werden:

- mechanische Extraktionsverfahren;
 - die üblichen physikalischen Verfahren einschließlich der Extraktion des essbaren Teils der Früchte, ausgenommen Weintrauben, mit Wasser zur Herstellung der Fruchtsaftkonzentrate, sofern die so gewonnenen Fruchtsäfte der Definition entsprechen;
 - bei Traubensäften mit einer Schwefeldioxid-Behandlung eine Entschwefelung durch physikalische Verfahren, sofern die Gesamtmenge an Schwefeldioxid im Enderzeugnis 10 mg/l nicht überschreitet ;
 - das Bearbeiten mit Speisegelatine, pektolytischen, proteolytischen und amyolytischen Enzymen, Tanninen, Bentonit, Kieselöl, Kohle, chemisch inerten Filterstoffen und Fällungsmitteln wie Perlit, Kieselgur, Zellulose, unlösliches Polyamid, Polyvinylpyrrolidon oder Polystyrol.
- Bei Zitrusfruchtsäften dürfen außerdem zur Verringerung des Limonoid- und Naringingehaltes chemisch inerte Adsorptionsstoffe verwendet werden, sofern die limonoiden Glykoside, die Säure, die Zucker oder den Mineralgehalt nicht erheblich vermindert werden.

Der EU-Gesetzgeber hat Traubensaft zum Teil in die weinrechtlichen Bestimmungen mit einbezogen. So lautet die Begriffsbestimmung für Traubensaft in Anhang I Nr. 8 der Verordnung (EG) Nr. 1493/1999:

"Das flüssige, nicht gegorene, aber gärfähige Erzeugnis, das so behandelt wurde, dass es zum Verzehr in unverändertem Zustand geeignet ist, und

- a) aus frischen Weintrauben oder Traubenmost
- b) durch Rückverdünnung von
 - konzentriertem Traubenmost oder
 - konzentriertem Traubensaft

gewonnen worden ist. Ein vorhandener Alkoholgehalt des Traubensaftes von bis zu 1% vol. wird geduldet" (das sind ca. 8 g/l). Eine im Einklang mit dem Weinrecht stehende Maßnahme ist das Stummschwefeln, d. h. eine chemische Konservierung des Zwischenproduktes Traubenmost bzw. Traubensaft mit 1,0 - 2,0 g/l SO₂, das dann zwar vor dem Abfüllen in zulässiger Weise bis auf 10 mg/l SO₂ (und max. 350 mg/l SO₄) entschwefelt wird, jedoch nur mit einem Verlust und/oder Schädigung des Aromas. Die FruchtsaftV lässt zur Herstellung von Traubensaft noch weitere Verfahren zu.

Zur Herstellung von Erzeugnissen der FruchtsaftV dürfen ferner die nachstehenden Zutaten verwendet werden:

- Zusatzstoffe nach Maßgabe der ZZuV;
- Zuckerarten:
 - für Fruchtsaft: raffinierter Zucker, Weißzucker, Halbweißzucker, getrockneter Glukosesirup, kristallwasserfreie Dextrose, Fruktose;
 - für Fruchtsaft aus Fruchtsaftkonzentrat, für Fruchtsaftkonzentrat, Fruchtsaftpulver und Fruchtnektar zusätzlich auch kristallwasserhaltige Dextrose, Flüssigzucker, Invertflüssigzucker, Invertzuckersirup, Glukosesirup und Fructosesirup;
 - für Fruchtnektar zusätzlich auch aus Früchten stammende Zuckerarten;

Zusatz von
Zuckerarten

- Zitronensaft oder konzentrierter Zitronensaft zur Korrektur des sauren Geschmacks bis höchstens 3 g/l (berechnet als wasserfreie Zitronensäure); die gleichzeitige Verwendung sowohl von Zuckerartenarten als auch von Zitronensaft oder zugelassenen Säuerungsmitteln ist nur bei Fruchtnektaren erlaubt;
- Honig (nur für Fruchtnektar);
- Kohlensäure.

Der Zusatz von Zuckerarten wird bei Fruchtsaft, Fruchtsaft aus Fruchtsaftkonzentrat, konzentriertem Fruchtsaft und getrocknetem Fruchtsaft mit Ausnahme von Birnen- und Traubensaft begrenzt

- zur Korrektur eines natürlichen Mangels an Zucker auf 15 g/l;
- zur Erzielung eines süßen Geschmacks auf 150 g/l.

Die Höchstmengen beziehen sich auf die Trockenmasse der Zuckerarten. Auf EU-Ebene wird derzeit ein Verbot der Zuckeringabe von Fruchtsäften diskutiert.

Die Erzeugnisse der FruchtsaftV dürfen vitaminisiert werden. Das ergibt sich insbesondere aus § 2 Abs. 8 FruchtsaftV, wonach die Vorschriften der VitaminV unberührt bleiben.

5.4.3 Gewinnung/Herstellung von Wasser

5.4.3.1 Natürliches Mineralwasser

Die Anforderungen an natürliches Mineralwasser und an die Herstellung sind in den §§ 2, 4 und 6 der Mineral- und TafelwasserV geregelt. Die Paragraphen - einschließlich der Anlage 4 - werden im Folgenden wieder gegeben.

Anforderungen Natürliches Mineralwasser ist ein Wasser, das die folgenden besonderen Anforderungen erfüllen muss:

1. Es hat seinen Ursprung in einem unterirdischen, vor Verunreinigungen geschützten Wasservorkommen und wird aus einer oder mehreren natürlichen oder künstlich erschlossenen Quellen gewonnen.
2. Es ist von ursprünglicher Reinheit und besitzt bestimmte ernährungsphysiologische Wirkungen aufgrund seines Gehalts an Mineralstoffen, Spurenelementen oder sonstigen Bestandteilen.
3. Seine Zusammensetzung, seine Temperatur und seine übrigen wesentlichen Merkmale bleiben im Rahmen natürlicher Schwankungen konstant; durch Schwankungen in der Schüttung wird es nicht verändert.
4. Die nachfolgenden Stoffe dürfen nur bis zu dem dort angegebenen Grenzwert enthalten sein:

Stoff	Grenzwert (mg/l)
Antimon	0,0050
Arsen	0,010 (insgesamt)
Barium	1,0
Blei	0,010
Borat	30
Cadmium	0,003
Chrom	0,050
Fluorid	5,0
Kupfer	1,0
Mangan	0,50
Nickel	0,020
Nitrat	50
Nitrit	0,1
Quecksilber	0,0010
Selen	0,010
Zyanid	0,070

Natürliches Mineralwasser muss folgenden mikrobiologischen Anforderungen genügen:

- frei von Krankheitserregern (keine Escherichia coli, coliforme Keime, Fäkalstreptokokken oder Pseudomonas aeruginosa in 250 ml sowie keine sulfitreduzierenden, sporenbildenden Anaerobier in 50 ml)
- Gesamtkeimzahl nicht über 100/ml bei 20°C bzw. 20/ml bei 37°C

Für die Gewinnung ist eine Nutzungsgenehmigung erforderlich. Beim Herstellen von natürlichem Mineralwasser dürfen nur folgende Verfahren angewendet werden:

- Abtrennen bestimmter natürlicher Inhaltsstoffe, wie Eisen- und Schwefelverbindungen, durch Filtration oder Dekantation, ggf. nach Belüftung, sofern die Zusammensetzung des natürlichen Mineralwassers durch dieses Verfahren in seinen wesentlichen, seine Eigenschaften bestimmenden Bestandteilen nicht geändert wird;
- Abtrennen von Eisen-, Mangan- und Schwefelverbindungen sowie Arsen unter Verwendung von mit Ozon angereicherter Luft, sofern die Zusammensetzung des natürlichen Mineralwassers durch dieses Verfahren in seinen wesentlichen, seine Eigenschaften bestimmenden Bestandteilen nicht geändert wird;
- vollständiger oder teilweiser Entzug der freien Kohlensäure durch ausschließlich physikalische Verfahren;
- Versetzen oder Wiederversetzen mit Kohlendioxid;
- Entfernung von Fluorid gemäß Verordnung (EU) Nr. 115/2010 der Kommission (meldepflichtig).

Natürlichem Mineralwasser dürfen keine Stoffe zugesetzt werden; es dürfen keine Verfahren zu dem Zweck durchgeführt werden, den Keimgehalt im natürlichen Mineralwasser zu verändern.

Herstellung
von natürli-
chem
Mineralwasser

5.4.3.2 Quellwasser

Die Anforderungen an Quellwasser und an seine Herstellung finden sich in §§ 1, 10, 12 und 13 der Mineral- und TafelwasserV.

Quellwasser ist ein Wasser, das seinen Ursprung in einem unterirdischen Wasservorkommen hat und aus einer oder mehreren natürlichen oder künstlich erschlossenen Quellen gewonnen worden ist. Zulässig sind die gleichen Herstellungsverfahren wie beim Mineralwasser. Es gelten dieselben mikrobiologischen Anforderungen wie für natürliches Mineralwasser. Bei der Gewinnung von Quellwasser sind die in den Anlagen 2 und 3 TrinkwasserV festgelegten Anforderungen einzuhalten.

5.4.3.3 Tafelwasser

Anforderungen an Tafelwasser sind in §§ 10, 11 und 13 Mineral- und TafelwasserV festgelegt.

Tafelwasser ist ein Wasser, das eine oder mehrere der nachfolgenden Zutaten enthält, wie

- natürliches Mineralwasser
- Trinkwasser
- Natursole
- Meerwasser
- Natriumchlorid
- Zusatzstoffe nach Maßgabe der ZZuV

Zu beachten ist die Anlage 2 der TrinkwasserV.

5.5 Allgemeine Kennzeichnungsvorschriften

Hinsichtlich der Kennzeichnung unterliegen alkoholfreie Getränke - sofern sie zur Abgabe an den Verbraucher bestimmt sind - insbesondere der LMKV. Einschlägig sind auch die Bestimmungen des Gesetzes über das Mess- und Eichwesen (EichG) und der Los-Kennzeichnungs-Verordnung (LKV). Von Bedeutung können ferner die Verordnung über nährwertbezogene Angaben bei Lebensmitteln und die Nährwertkennzeichnung von Lebensmitteln (Nährwert-Kennzeichnungsverordnung – NKV), die Verordnung (EG) Nr. 1924/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates über nährwert- und gesundheitsbezogene Angaben über Lebensmittel (Claims-Verordnung) und die ZZuV sein.

5.5.1 Lebensmittel-Kennzeichnungsverordnung

Alkoholfreie Getränke in Fertigpackungen, die dazu bestimmt sind, an den Verbraucher im Sinne des § 3 LFGB abgegeben zu werden, unterliegen der LMKV. In der LMKV wird die Etikettierungs-Richtlinie 2000/13/EG in nationales Recht umgesetzt. Die Verordnung regelt vor allem die horizontalen Aspekte der Lebensmittelkennzeichnung. Die LMKV gilt für Lebensmittel, soweit diese

- in Fertigpackungen vorliegen und
- an den Endverbraucher (§ 3 Nr. 4 LFGB) oder an Großverbraucher (Gaststätten, Einrichtungen zur Gemeinschaftsverpflegung, Gewerbetreibende, soweit sie Lebensmittel zum Verbrauch innerhalb ihrer Betriebsstätte beziehen)

abgegeben werden. Für die Abgabe an gewerbliche Weiterverarbeiter ist die LMKV nicht einschlägig.

§ 3 LMKV bestimmt, dass Fertigpackungen nur dann in Verkehr gebracht werden dürfen, wenn u. a. die Verkehrsbezeichnung, der Name oder die Firma und die Anschrift des Herstellers, des Verpackers oder eines in der Europäischen Gemeinschaft oder einem anderen Vertragsstaat des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum niedergelassenen Verkäufers, das Verzeichnis der Zutaten und das Mindesthaltbarkeitsdatum angegeben sind.

Abb. 2: Kennzeichnungselemente



LMKV

Kennzeich-
nungselemen-
te

Fertigpackung

Die Verpflichtung zur Angabe der Nennfüllmenge folgt aus § 7 Abs. 1 EichG; die Verpflichtung zur Angabe des Loses erfolgt aus § 1 LKV.

Typische Beispiele für Fertigpackungen sind Flaschen, Dosen, Beutel, Weichpackungen und ggf. Container. Charakteristisch für eine Fertigpackung im Sinne von § 6 Abs. 1 EichG ist, dass das Erzeugnis in Abwesenheit des Käufers abgefüllt und die Verpackung verschlossen wird. Erst auf Wunsch des Käufers verpackte Lebensmittel unterfallen nicht dem Tatbestandsmerkmal Fertigpackung und damit auch nicht der LMKV. Lose abgegebene Ware fällt ebenfalls nicht unter die LMKV. Zur Definition der Fertigpackung gehört auch, dass die Menge des darin enthaltenen Erzeugnisses ohne Öffnen oder merkliche Änderungen der Verpackung nicht verändert werden kann.

Umverpackung

Kisten und andere Umverpackungen zum Transport sind keine Fertigpackungen.

Sammel-
packung

Sammelpackungen bestehen aus mehreren einzelnen Fertigpackungen. Sofern sie dazu bestimmt sind oder vorauszusehen ist, dass sie als solche abgegeben werden, unterliegen Sammelpackungen der LMKV.

Lebensmittel in Fertigpackungen unterliegen den Bestimmungen der LMKV nicht nur, wenn sie zur Abgabe an den Endverbraucher im Sinne von § 3 Nr. 4 LFGB, sondern auch, wenn sie zur Abgabe an Gaststätten, Einrichtungen zur Gemeinschaftsverpflegung sowie Gewerbetreibende, soweit sie Lebensmittel zum Verbrauch innerhalb ihrer Betriebsstätte beziehen, bestimmt sind.

5.5.1.1 Verkehrsbezeichnung

Verkehrs-
bezeichnung

§ 4 LMKV definiert die Verkehrsbezeichnung. Verkehrsbezeichnung eines Lebensmittels ist danach die in Rechtsvorschriften festgelegte Bezeichnung. Fehlt eine solche Bezeichnung, so gilt als Verkehrsbezeichnung nach § 4 Abs. 1 LMKV entweder

- "die nach allgemeiner Verkehrsauffassung übliche Bezeichnung" oder
- "eine Beschreibung des Lebensmittels und erforderlichenfalls seiner Verwendung, die es dem Verbraucher ermöglicht, die Art des Lebensmittels zu erkennen und es von verwechselbaren Erzeugnissen zu unterscheiden."

Die o. g. Alternativen stehen gleichberechtigt nebeneinander. So kann der Hersteller entweder - sofern vorhanden - auf eine nach allgemeiner Verkehrsauffassung übliche Bezeichnung zurückgreifen oder er wählt eine Beschreibung des Produktes.

Abweichend hiervon gilt nach § 4 Abs. 2 LMKV als Verkehrsbezeichnung die Bezeichnung, unter der ein Lebensmittel in einem anderen Mitgliedstaat der Europäischen Union oder einem anderen Vertragsstaat des Abkommens über den europäischen Wirtschaftsraum rechtmäßig hergestellt und rechtmäßig in den Verkehr gebracht wird. Allerdings muss diese Verkehrsbezeichnung durch eine beschreibende Angabe ergänzt werden, wenn andernfalls – vor allem unter Berücksichtigung der durch die LMKV vorgeschriebenen sonstigen Angaben – der Verbraucher nicht in die Lage versetzt wird, die Art des Lebensmittels zu erkennen und es von verwechselbaren Erzeugnissen zu unterscheiden. Solche ergänzenden Angaben müssen in der Nähe der Verkehrsbezeichnung erfolgen.

Für Erzeugnisse der FruchtsaftV sind die Verkehrsbezeichnungen durch die genannte Verordnung festgelegt (§ 3 Abs. 1 in Verbindung mit Anlage 1). So sind u. a. Fruchtsaft, Fruchtsaft aus Fruchtsaftkonzentrat und Fruchtnektar vorbehaltene Bezeichnungen. Auch die Mineral- und TafelwasserV legt in den §§ 8 und 14 Verkehrsbezeichnungen verbindlich fest.

Darüber hinaus wird im Bereich der alkoholfreien Getränke von der Möglichkeit Gebrauch gemacht, eine nach allgemeiner Verkehrsauffassung übliche Bezeichnung als Verkehrsbezeichnung zu wählen. Diese Bezeichnungen haben sich durch den Handelsbrauch entwickelt und sind heute in Richtlinien der Lebensmittelwirtschaft oder in Leitsätzen des Deutschen Lebensmittelbuches niedergelegt worden. Im Zuge des Binnenmarktes wird die beschreibende Verkehrsbezeichnung an Bedeutung gewinnen.

allgemeine
Verkehrsauf-
fassung

Tab. 1: Verkehrsbezeichnungen für alkoholfreie Getränke

Gattung	Mögliche Verkehrsbezeichnung
Fruchtsaftgetränk	Fruchtsaftgetränk ggf. ergänzt durch die Angabe der geschmackgebenden Frucht, z. B. Fruchtsaftgetränk Orange, Orangenfruchtsaftgetränk
Fruchtschorle	Fruchtschorle "Frucht" wird durch einen Hinweis auf die geschmackgebende Frucht/Früchte ersetzt, z. B. Apfel-Schorle oder Apfelsaftchorle Mehrfruchtschorle, ggf. ergänzt durch die Angabe aller verwendeten Fruchtarten.

Gattung	Mögliche Verkehrsbezeichnung
Limonade	Limonade ggf. ergänzt durch die Angabe der Frucht, z. B. Orangenlimonade koffeinhaltige Limonade Bitterlimonade Limonade ohne Kohlensäure
Brause	Brause ggf. unter Angabe der Geschmacksrichtung
Fruchtsaft	Fruchtsaft* "Frucht" ersetzt durch die Art der verwendeten Frucht/Früchte, z. B. Orangensaft oder Fruchtsaft Kirsche, Apfel Fruchtsaft aus Fruchtsaftkonzentrat* "Frucht" ersetzt durch die Art der verwendeten Frucht/Früchte, z. B. Apfelsaft aus Apfelsaftkonzentrat Mehrfruchtsaft Vierfruchtsaft
Fruchtnektar	Fruchtnektar* "Frucht" ersetzt durch die Art der verwendeten Frucht/Früchte, z. B. Orangennektar oder Fruchtnektar Kirsche, Apfel Mehrfruchtnektar Vierfruchtnektar
Mineralstoffgetränk	Mineralstoffgetränk Mineral-Drink Mineral-Getränk Multi-Mineral-Drink Sportgetränk mit Zusatz von Mineralstoffen
"Mineralwasser plus Frucht"-Getränke	Natürliches Mineralwasser plus natürliches Fruchtaroma Mineralwasser plus Fruchtsaft Mineralwasser-Fruchtgetränk Mineralwasser plus Frucht ggf. ergänzt/ersetzt durch die geschmackgebende(n) Frucht/Früchte
Gemüsesaft	X-Gemüsesaft Gemüsesaft aus X wobei "X" die verwendete(n) Gemüseart(en) angibt

* festgelegte Verkehrsbezeichnung

Gattung	Mögliche Verkehrsbezeichnung
Gemüsetrunk	X-Gemüsetrunk Gemüsetrunk aus X X-Trunk wobei "X" die verwendete(n) Gemüseart(en) angibt, unter Angabe des Gehaltes an Gemüsemark und -saft
Mineralwasser	Natürliches Mineralwasser*
Quellwasser	Quellwasser*
Tafelwasser	Tafelwasser* Sodawasser

* festgelegte Verkehrsbezeichnung

5.5.1.2 Mindesthaltbarkeitsdatum

Bei alkoholfreien Getränken ist das Mindesthaltbarkeitsdatum anzugeben. Ausgenommen sind alkoholfreie Erfrischungsgetränke, Fruchtsäfte und Fruchtnektare in Behältnissen ab 5 Litern, die zur Abgabe an den Großverbraucher bestimmt sind (§ 7 Abs. 6 Nr. 3 LMKV).

Das Mindesthaltbarkeitsdatum ist in § 7 Abs. 1 LMKV definiert als dasjenige Datum, bis zu dem ein Lebensmittel seine spezifischen Eigenschaften unter angemessenen Aufbewahrungsbedingungen behält. Hierunter sind alle wesentlichen, die "Verkehrsqualität" des Lebensmittels kennzeichnenden Merkmale wie Geschmack, Aussehen, Geruch, Farbe, Konsistenz und Nährwert zu verstehen. Diese Merkmale können einem zeit- und umwelt-abhängigen Veränderungsprozess unterliegen, der im Wesentlichen auf physikalische, mikrobiologische, enzymatische und chemische Prozesse zurückgeht. Ob eine Eigenschaft spezifisch ist, hängt vom jeweiligen Lebensmittel ab. So kann ein Vitamin C-Gehalt in einem Orangensaft als spezifisch angesehen werden, während er in einem Fleischerzeugnis unerheblich ist. Wenn eine Eigenschaft ausgelobt wird, wird diese in der Regel als spezifisch anzusehen sein, da der Verbraucher das Lebensmittel ja gerade wegen dieser Eigenschaft kaufen soll.

Hinsichtlich der Bestimmung der spezifischen Eigenschaften von alkoholfreien Getränken kann u. a. von den in Tabelle 2 aufgeführten Merkmalen ausgegangen werden.

Mindesthalt-
barkeitsdatum

Spezifische
Eigenschaften

Tab. 2: Merkmale zur Bestimmung spezifischer Eigenschaften von alkoholfreien Getränken

A) Positive	B) Negative	
1. Farbe/Aussehen		
naturtrüb normal typisch	untypisch nachgetrübt unnatürlich verfärbt	farbarm missfarben Verunreinigung
2. Geruch		
auserlesen aromatisch fruchtig reintönig typisch	ausdruckslos fehlend untypisch aufdringlich metallisch	verändert fremdartig alt muffig
3. Geschmack		
auserlesen aromatisch fruchtig reintönig typisch süß	ausdruckslos falsch fehlend untypisch aufdringlich flüchtige Säure	sauer, alt metallisch muffig gerbstoffreich bitter verändert fremdartig
4. Harmonie		
harmonisch ausgeglichen abgerundet	unharmonisch unausgeglichen nicht abgerundet	unsauber einseitig

Die Festlegung des Mindesthaltbarkeitsdatums obliegt allein dem Hersteller. Um eine angemessene Mindesthaltbarkeit für ein Produkt festsetzen zu können, empfiehlt sich für den Hersteller zunächst die Festlegung der spezifischen Eigenschaften des Lebensmittels, wobei er bestehende Vorschriften, die allgemeine Verkehrsauffassung und seine eigene Qualitätspolitik zu berücksichtigen hat. Die Mindesthaltbarkeit der Erzeugnisse ist von vielen Faktoren abhängig, die nur der Hersteller beurteilen kann. Das führt dazu, dass selbst bei gleichen Produkten eine unterschiedliche Mindesthaltbarkeit gegeben sein kann.

Folgende Faktoren können die Mindesthaltbarkeit von alkoholfreien Getränken beeinflussen:

- Qualität der Rohstoffe,
- Verarbeitungstechnologie,
- Haltbarmachungsverfahren,
- Abfülltechnologie,
- Verpackung,
- Lagerung und Distribution.

Mit der Festlegung der Mindesthaltbarkeit eines Produktes - ggf. unter Angabe besonderer Aufbewahrungsbedingungen - übernimmt der Hersteller des Erzeugnisses die Verantwortung dafür, dass das Erzeugnis bis zu dem von ihm angegebenen Datum tatsächlich seine spezifischen Eigenschaften behält.

Voraussetzung allerdings dafür ist, dass der Handel die vom Hersteller vorgegebenen besonderen Aufbewahrungsbedingungen auch beachtet. Gibt der Hersteller keine besonderen Aufbewahrungsbedingungen an, ist dennoch zu erwarten, dass der Handel und der Verbraucher produktangemessen mit der Ware umgehen.

Die Aufgabe des Handels besteht somit zunächst darin, für eine angemessene Aufbewahrung und Behandlung der Lebensmittel zu sorgen. Bei abgelaufener Mindesthaltbarkeit hat er gezielte Kontrollen zur fortbestehenden Verkehrsfähigkeit vorzunehmen. Eine Überschreitung des Mindesthaltbarkeitsdatums ist nicht gleichzusetzen mit einer Nicht-Verkehrsfähigkeit. Nach Ablauf der Mindesthaltbarkeit hat der Handel eine wachsende Verpflichtung, die Qualität "regelmäßig und eingehend" zu prüfen (vgl. Amtliche Begründung zu § 7 LMKV). Als Ergebnis dieser Prüfung sind drei Fälle möglich:

- Die Prüfungen ergeben die Erhaltung der spezifischen Eigenschaften: die Ware ist ohne besondere Hinweise verkehrsfähig.
- Die Prüfung ergibt bei einem Teil der Ware den Verlust einer der spezifischen Eigenschaften, ohne aber verdorben zu sein. Diese Ware darf nur unter Kenntlichmachung verkauft werden (§ 11 Abs. 2 Nr. 2 b LFGB).
- Die Qualität der Ware hat sich verschlechtert (z. B. Verderbnis, Art. 14 Abs. 1 Basis-Verordnung) und muss aus dem Verkehr genommen werden.

Das Mindesthaltbarkeitsdatum ist gemäß § 7 Abs. 2 LMKV unverschlüsselt mit den Worten "mindestens haltbar bis ..." unter Hinzufügung von Tag, Monat und Jahr zu kennzeichnen. Zur Vereinfachung können jedoch auch folgende Möglichkeiten gewählt werden:

- Die Angabe des Jahres kann entfallen, sofern die Mindesthaltbarkeit nicht mehr als 3 Monate beträgt.
- Die Angabe des Tages kann entfallen, sofern die Mindesthaltbarkeit mehr als 3 Monate beträgt.

- Die Angabe des Tages und des Monats kann entfallen, sofern die Mindesthaltbarkeit mehr als 18 Monate beträgt.

Bei der zweiten und dritten Alternative muss aber die Formulierung "mindestens haltbar bis Ende ..." gewählt werden. Die Datumsangabe selbst (Tag, Monat, Jahr) kann auch an einer anderen Stelle der Packung angegeben werden, wenn in Verbindung mit den Worten "mindestens haltbar bis ..." auf diese Stelle hingewiesen wird (z. B. "mindestens haltbar bis: siehe Deckelprägung"). Weiter ist es auch statthaft, das Datum mittels einer Einkerbung in einem Kalenderschema auf dem Etikett oder der Packung zu kennzeichnen, sofern dies keine "Verschlüsselung" bewirkt.

5.5.1.3 Zutatenverzeichnis

Zutaten-
verzeichnis

Mit der Verpflichtung zur Angabe der Zutaten soll eine Information über die Ingredienzien eines Lebensmittels erreicht werden. Die Auflistung der Zutaten gibt keine Auskunft über die Qualität des jeweiligen Getränks; diese ergibt sich aus der Qualität der Zutaten, der Gesamtrezeptur und dem Verarbeitungsprozess.

Der Aufzählung ist ein geeigneter Hinweis vorzustellen, in dem das Wort "Zutaten" erscheint. Bezeichnungen wie "Ingredienzien", "Inhaltsstoffe", "Inhalt" oder "Bestandteile" sind nicht zulässig. Dagegen können Formulierungen wie "Verzeichnis der Zutaten", "Zutatenliste", "ein Erzeugnis aus folgenden Zutaten" oder lediglich "Zutaten" gewählt werden.

Zutat

Der Begriff "Zutat" ist in der LMKV definiert. Nach § 5 LMKV ist Zutat "jeder Stoff, einschließlich der Zusatzstoffe sowie der Enzyme [...], der bei der Herstellung oder Zubereitung eines Lebensmittels verwendet wird und – wenn auch möglicherweise in veränderter Form – im Enderzeugnis vorhanden bleibt".

Diese Definition kennt auch Ausnahmen, wonach folgende Stoffe nicht als Zutaten gelten:

- Stoffe, die aus dem Lebensmittel vorübergehend entfernt und später wieder zugesetzt worden sind, ohne dass sie mengenmäßig ihren ursprünglichen Anteil überschreiten,
- Stoffe der Anlage 2 der Zusatzstoff-Verkehrsverordnung (ZVerKV), Aromen, Enzyme und Mikroorganismenkulturen, die in einer oder mehreren Zutaten eines Lebensmittels enthalten waren, sofern sie im Enderzeugnis keine technologische Wirkung ausüben,
- Trägerstoffe und Lösungsmittel für Zusatzstoffe, Enzyme und Aromen, sofern sie nur in technologisch erforderlichen Mengen verwendet werden,
- Stoffe, die nicht selbst als Zutat eines Lebensmittels verzehrt werden, jedoch aus technologischen Gründen bei der Be- oder Verarbeitung

von Lebensmitteln verwendet werden und unbeabsichtigte, technisch unvermeidbare Rückstände oder Abbau- oder Reaktionsprodukte von Rückständen in gesundheitlich unbedenklichen Anteilen im Lebensmittel hinterlassen können, die sich technologisch nicht auf dieses Lebensmittel auswirken (Verarbeitungshilfsstoffe im Sinne von § 2 Abs. 3 Satz 3 Nr. 1 LFGB),

- Extraktionslösungsmittel,
- Stoffe, die wie Verarbeitungshilfsstoffe verwendet werden und – auch in veränderter Form – im Enderzeugnis vorhanden sind.

Die Zutaten sind in absteigender Reihenfolge ihres Gewichtsanteils zum Zeitpunkt ihrer Verwendung bei der Herstellung des Erzeugnisses anzugeben (§ 6 Abs. 1 LMKV). Danach ist an erster Stelle die Zutat zu nennen, von der die größte, und an letzter Stelle diejenige, von der die kleinste Menge verwendet wird. Für alkoholfreie Getränke können folgende Ausnahmen wichtig sein:

- Zugefügtes Wasser und flüchtige Zutaten wie Kohlendioxid sind nach Maßgabe ihres Gewichtsanteiles am Enderzeugnis anzugeben, also nicht nach Maßgabe des Gewichtsanteils, den sie im Zeitpunkt der Verwendung hatten.
- Werden Zutaten in konzentrierter oder getrockneter Form verwendet und bei der Herstellung des Getränks in ihren ursprünglichen Zustand zurückgeführt, so können sie nach Maßgabe ihres (höheren) Gewichtsanteils vor der Eindickung oder vor dem Trocknen angegeben werden, wobei die Angabe des lediglich zur Rückverdünnung zugesetzten Wassers entfallen kann. Wasser ist mithin in diesen Fällen im Verzeichnis der Zutaten nur anzugeben, wenn mehr Wasser zugesetzt wird, als zur Rückverdünnung erforderlich ist (z. B. bei der Verwendung von konzentriertem Fruchtsaft als Zutat).
- Werden Getränke in konzentrierter oder getrockneter Form an den Verbraucher abgegeben, der ihnen seinerseits bestimmungsgemäß Wasser zusetzt, wie dies z. B. bei Instant-Getränken der Fall ist, so können die Zutaten in der Reihenfolge ihres Anteils an dem in seinen ursprünglichen Zustand zurückgeführten Erzeugnis angegeben werden, wie es vom Verbraucher verzehrt wird. Dem Verzeichnis der Zutaten muss in diesem Fall eine Angabe wie "Zutaten des gebrauchsfertigen Erzeugnisses" vorangestellt sein.

Die Zutaten sind mit ihrer Verkehrsbezeichnung nach Maßgabe des § 4 LMKV im Verzeichnis der Zutaten anzugeben.

Um das Zutatenverzeichnis insgesamt praktikabel zu halten, ist eine Reihe von Vereinfachungen vorgesehen. So können nach § 6 Abs. 4 Nr. 1 LMKV die in Anlage 1 aufgeführten Zutaten mit den dort genannten Klassennamen angegeben werden:

Art der
Zutaten-
angabe

Chinin
Koffein

Zusammenge-
setzte Zutaten

Klassenname

Zutat	Klassenname
Saccharose jeder Art	"Zucker"
kristallwasserfreie und kristallwasserhaltige Dextrose	"Dextrose" oder "Traubenzucker"
Glukosesirup und getrockneter Glukosesirup jeweils mit einem Fruktosegehalt von nicht mehr als 5 Gew.% in der Trockenmasse	"Glukosesirup"

Bei Verwendung von Stoffen der Anlage 2 ZVerkV, die ihren Funktionen in dem betreffenden Lebensmittel nach zu einer der in Anlage 2 LMKV aufgelisteten Klassen gehören, ist dem Klassennamen entweder der Name des Stoffes oder dessen E-Nummer nachzustellen. Sondervorschriften gelten für physikalisch, enzymatisch oder chemisch modifizierte Stärken. Bei physikalisch und enzymatisch modifizierten Stärken genügt die Angabe des Klassennamens "Stärke", chemisch modifizierte Stärken sind als "modifizierte Stärke" in der Zutatenliste anzugeben. Bei Enzymen, die zu technologischen Zwecken verwendet werden und nicht vom Zutatenbegriff ausgenommen sind, muss ebenfalls ein Klassenname der Anlage 2 LMKV vorangestellt werden.

Bei der Verwendung von Stoffen der Anlage 2 ZVerkV, die keiner Klasse des Anhangs 2 LMKV zugehören, gilt der Grundsatz, wonach die Zutat mit ihrer Verkehrsbezeichnung anzugeben ist.

Aromen sind im Zutatenverzeichnis als "Aroma" oder mit einer genaueren Bezeichnung oder einer Beschreibung des Aromas anzugeben. Chinin und dessen Salze sowie Koffein müssen, wenn sie als Aroma verwendet werden, als "Aroma Chinin" bzw. "Aroma Koffein" angegeben werden. Wird der Begriff "natürlich" zur Bezeichnung eines Aromas im Zutatenverzeichnis verwendet, gelten ab dem 20. Januar 2011 die Regelungen der Aromen-Verordnung (siehe Kap. 5.2.8.1).

Bei der Verwendung von zusammengesetzten Zutaten sieht § 6 Abs. 2 Nr. 8 LMKV hinsichtlich der Angabe im Verzeichnis der Zutaten besondere Bestimmungen vor. Bei zusammengesetzten Zutaten, für die eine Verkehrsbezeichnung durch Rechtsvorschrift festgelegt oder nach allgemeiner Verkehrsauffassung üblich ist, kann eine Angabe dieser zusammengesetzten Zutat mit der Verkehrsbezeichnung im Verzeichnis der Zutaten erfolgen. Der Angabe der Verkehrsbezeichnung muss eine Aufzählung der Zutaten in absteigender Reihenfolge des Gewichtsanteiles zum Zeitpunkt der Verwendung bei der Herstellung der zusammengesetzten Zutat folgen. Diese Aufzählung ist nicht erforderlich, wenn

- für die zusammengesetzte Zutat kein Zutatenverzeichnis vorgeschrieben ist oder
- der Gewichtsanteil der zusammengesetzten Zutat am Enderzeugnis

weniger als 2 % beträgt und die Zusammensetzung der zusammengesetzten Zutat in einer Rechtsvorschrift festgelegt ist oder die zusammengesetzte Zutat aus Gewürz- oder Kräutermischungen besteht.

In den Leitsätzen für Erfrischungsgetränke wird ausdrücklich "Grundstoff" als mögliche Verkehrsbezeichnung einer zusammengesetzten Zutat im Zutatenverzeichnis benannt. Diese Regelung war früher für Erfrischungsgetränke bedeutsam und stellte eine Vereinfachung des Zutatenverzeichnisses dar. Mit der dritten Verordnung zur Änderung der LMKV und anderer lebensmittelrechtlicher Verordnungen im November 2004, mit der die Richtlinie 2003/89/EG in deutsches Recht umgesetzt wurde, wurde die sog. 25 %-Klausel gestrichen. Diese besagte, dass es der Aufzählung der Zutaten einer zusammengesetzten Zutat mit Ausnahme der Zusatzstoffe nicht bedurfte, wenn die zusammengesetzte Zutat nicht mehr als 25 % des Lebensmittels ausmachte. Die Aufhebung der 25 %-Klausel soll der verbesserten Verbraucherinformation dienen. Heute stellt die Bezeichnung "Grundstoff" für eine zusammengesetzte Zutat keine Vereinfachung mehr dar, da in jedem Fall eine Auflistung aller Zutaten folgen muss.

Mit der erwähnten Änderung der LMKV wurde ebenfalls die Kennzeichnungspflicht bestimmter Zutaten mit allergenem Potential aus der Richtlinie 2003/89/EG umgesetzt. Anlage 3 LMKV listet 14 Gruppen von Zutaten, die aufgrund ihres allergenen Potentials von Kennzeichnungserleichterungen ausgenommen sind und in jedem Fall zu kennzeichnen sind. Dazu zählen z. B. glutenhaltige Getreide (d. h. Weizen, Roggen, Gerste, Hafer, Dinkel, Kamut oder deren Hybridstämme) sowie daraus hergestellte Erzeugnisse. Bestimmte, hieraus weiterverarbeitete Erzeugnisse, bei denen die EFSA nicht mehr von einem allergenen Potential ausgeht, sind hiervon wiederum ausgenommen. Zu diesen für Erfrischungsgetränke bedeutsamen Ausnahmen zählen Glukosesirupe, Dextrose und Maltodextrin aus Weizen sowie Glukosesirupe aus Gerste.

Gemäß § 5 Abs. 3 LMKV gelten die in Abs. 2 vom Zutatenbegriff zunächst ausgenommenen Stoffe als Zutaten, wenn sie aus Zutaten der Anlage 3 hergestellt worden sind und unverändert oder verändert im Lebensmittel vorhanden sind, es sei denn, die Verkehrsbezeichnung des Lebensmittels lässt auf das Vorhandensein des jeweiligen Stoffes schließen. Danach müssen Verarbeitungshilfsstoffe und Zusatzstoffe, die über eine Zutat in das Endlebensmittel gelangen, dort aber keine technologische Wirkung mehr haben, als Zutaten im Zutatenverzeichnis aufgeführt werden, wenn sie zu den allergenen Zutaten der Anlage 3 zählen und das Vorhandensein des allergenen Stoffes sich nicht aus der Verkehrsbezeichnung erschließt. Ein Beispiel hierfür ist Sojalecithin, welches als Trägerstoff für fettlösliche Vitamine in einen Multivitaminensaft gelangt. In diesem Fall stellt Sojalecithin eine Zutat dar, die im Zutatenverzeichnis aufzuführen ist. Die Angabe der in der ZVerkV festgelegten Bezeichnung "Lecithin" oder der E-Nummer "E

Allergene
Zutaten

Carry over

Vitaminbe-
zeichnungen

322" reicht nicht aus; eine hinreichende Angabe ist "Sojalecithin" oder "E 322 aus Soja".

Auch bei Verwendung von Klassennamen oder Aromen, die allergene Zutaten enthalten, sind diese aufzuführen, sofern sich das Vorhandensein des allergenen Stoffes nicht aus der Verkehrsbezeichnung erschließt (§ 6 Abs. 5a LMKV). Wird in einem Gemüsestrunk Selleriepulver als Gewürz verwendet, reicht der Klassenname "Gewürz" nicht aus; vielmehr muss z. B. "Gewürz (mit Sellerie)" angegeben werden. In einem als "Sellerietrunk" bezeichneten Gemüsestrunk wiederum reicht die Angabe "Aroma" aus, auch wenn dieses Selleriextrakte enthält, da die Verkehrsbezeichnung bereits auf die allergene Zutat schließen lässt.

Spezielle Fragen zur Zutatenliste

- Zusatzstoffe, die im Enderzeugnis keine technologische Wirkung mehr ausüben

Zu unterschiedlichen Interpretationen führt die Ausnahme vom Zutatenbegriff, wonach Zusatzstoffe (z. B. Konservierungsstoffe), die in einer Zutat (z. B. Grundstoff) eines Lebensmittels enthalten waren und sofern sie im fertigen Enderzeugnis keine technologische Wirkung mehr haben, nicht als Zutaten gelten und deshalb nicht im Verzeichnis der Zutaten anzugeben sind. Unstrittig ist, dass ein Zusatzstoff, der einer Vormischung aus dem Zweck zugesetzt worden ist, im Enderzeugnis eine Wirkung auszuüben, nicht von dieser Ausnahme erfasst wird. Jeder Hersteller hat selbst zu prüfen, inwieweit eine aktive technologische Wirkung noch gegeben ist; es zählt nicht das Ergebnis einer Wirkung, sondern ob die Zutat im Endergebnis noch eine technologische Funktion ausübt. Die früher in der ZZuV enthaltene Vorschrift, wonach eine technologische Wirkung bei Konservierungsstoffen bis zu einer festgelegten zugesetzten Menge bejaht wurde, findet sich in den lebensmittelrechtlichen Vorschriften nicht mehr.

- Kennzeichnung von Vitaminzusätzen

Zugesetzte Vitamine sind im Zutatenverzeichnis anzugeben. Die Möglichkeit, Vitamine in der Zutatenliste unter dem gemeinsamen Klassennamen "Vitamine", gefolgt von der Aufzählung der Vitamine in absteigender Reihenfolge ihres Gewichtsanteils, anzugeben, ist nach der 6. Änderung der LMKV im Jahr 1995 entfallen.

Abweichend von der Regel, wonach Zutaten mit ihrer Verkehrsbezeichnung anzugeben sind, können für Vitamine vereinfachte Bezeichnungen gewählt werden. Die ZVerkV alt, die für Vitamine bis auf weiteres noch einschlägig ist, führt in Anlage 2 Spalte 6 zulässige vereinfachte Bezeichnungen auf. Wählt man diese Möglichkeit, so werden dabei nicht die Vitaminverbindungen als solche genannt, sondern lediglich die Vitamine:

Mögliche Bezeichnung im Verzeichnis der Zutaten	Verkehrsbezeichnung der Vitamine und Vitaminverbindungen
Provitamin A Vitamin B ₁	Beta-Carotin Thiamin-chlorid-hydrochlorid, Thiaminnitrat
Vitamin B ₂	Riboflavin, Riboflavin-5'-phosphat- Natrium
Vitamin B ₆ Panthothenat	Pyridoxin, Pyridoxinhydrochlorid Natrium-D-pantothenat, Calcium-D- pantothenat
Niacin Vitamin B ₁₂ Vitamin C	Nicotinsäure, Nicotinsäureamid Cobalamin L-Ascorbinsäure, Natrium-L Ascor- bat, Calcium-L-ascorbat, 6-Palmitoyl-L-ascorbinsäure, Kalium-L-Ascorbat
Vitamin E	Stark tocopherolhaltige Extrakte na- türlichen Ursprungs, synthetisches alpha-Tocopherol, alpha-Tocophe- ryl-acetat, alpha-Tocopherylhydro- gen-succinat, beta-Tocopheryl- acetat, beta-Tocophe-Rylhydrogen- succinat
Vitamin K	Phyllochinon, Farnochinon

Die nach der NKV geforderte Angabe des Vitamingehaltes im Falle einer Auslobung von Vitaminen kann nicht in der Zutatenliste, sondern nur im Rahmen der Nährwertkennzeichnung erfolgen (vgl. Kap. 5.5.3).

5.5.1.4 Angabe des Herstellers

§ 3 Abs. 1 Nr. 2 LMKV sieht vor, dass Lebensmittel in Fertigpackungen nur dann in Verkehr gebracht werden dürfen, wenn "der Name oder die Firma und die Anschrift des Herstellers, des Verpackers oder eines in einem Mitgliedstaat der Europäischen Union oder in einem anderen Vertragsstaat des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum niedergelassenen Verkäufers" angegeben sind.

Mit dieser Anschrift soll es vor allem dem Verbraucher ermöglicht werden, sich direkt an das für das Produkt verantwortliche Unternehmen zu wenden. Die Angabe der Anschrift muss deshalb so erfolgen, dass Hersteller, Verpacker oder Händler ohne weitere Nachforschungen erreicht werden können. In der Regel wird zusätzlich zur Angabe des Unternehmens die Ortsangabe ausreichend sein; bei Verbringung in andere Mitgliedstaaten ggf. noch die Angabe, in welchem Land sich der Ort befindet.

Angabe des
Herstellers

Füllmengen-
angabe

Hinweis auf
Koffein

Hinweis auf
Glycyrrhizin-
säure

5.5.1.5 Füllmengenkennzeichnung

Die Pflicht zur Füllmengenkennzeichnung selbst ergibt sich aus § 7 Abs. 1 EichG, während § 3 Abs. 3 LKMV festlegt, dass diese Kennzeichnung zusammen mit der Verkehrsbezeichnung und dem Mindesthaltbarkeitsdatum in einem Sichtfeld zu erfolgen hat.

5.5.1.6 Spezifische Angaben

Bei Getränken, die im verzehrfertigen Zustand mehr als 150 mg/l Koffein enthalten, muss im selben Sichtfeld wie die Verkehrsbezeichnung die Angabe "erhöhter Koffeingehalt (... mg/l)" erfolgen, wobei der Gehalt an Koffein anzugeben ist. Bei konzentrierten Getränken kann auf den verzehrfertigen Zustand Bezug genommen werden. Die Angabe ist nicht erforderlich bei Getränken auf der Basis von Kaffee, Tee oder deren Extrakten, wenn die Verkehrsbezeichnung die Wortbestandteile "Kaffee" oder "Tee" enthält.

Alkoholfreien Getränke, denen Glycyrrhizinsäure oder ihr Ammoniumsalz unmittelbar oder mittelbar durch Süßholz zugesetzt worden ist, müssen im Anschluss an das Zutatenverzeichnis bei Gehalten von mindestens 10 mg/l die Angabe "enthält Süßholz", sofern der Begriff nicht bereits im Zutatenverzeichnis genannt wird; bei Gehalten von mindestens 50 mg/l ist in jedem Fall der Hinweis: "enthält Süßholz – bei hohem Blutdruck sollte ein übermäßiger Verzehr dieses Erzeugnisses vermieden werden" anzugeben. Die Mengen beziehen sich auf das verzehrfertige Getränk.

5.5.1.7 Art und Weise der Kennzeichnung

§ 3 Abs. 3 LMKV sieht für die in der LMKV geforderten Angaben Folgendes vor:

- Die Angaben müssen an gut sichtbarer Stelle, in deutscher Sprache, leicht verständlich, deutlich lesbar und unverwischbar erfolgen. Die Angaben dürfen auch in einer anderen leicht verständlichen Sprache angegeben werden, wenn dadurch die Informationen des Verbrauchers nicht beeinträchtigt wird.
- Verkehrsbezeichnung, Mindesthaltbarkeitsdatum und Mengenangabe sind im gleichen Sichtfeld anzugeben.
- Die Angaben sind auf der Fertigpackung selbst oder einem mit ihr verbunden Etikett zu machen.
- Die Angaben dürfen nicht durch andere Angaben oder Bildzeichen verdeckt oder getrennt werden.

Nach § 3 Abs. 4 Nr. 1 c können bei Lebensmitteln in Fertigpackungen, die zur Abgabe an den Großverbraucher bestimmt sind, um dort "zubereitet,

verarbeitet, aufgeteilt oder abgegeben zu werden", die Angaben in den dazugehörigen Geschäftspapieren erfolgen. Die Geschäftspapiere müssen in diesem Fall alle Etikettierungsangaben enthalten, die normalerweise auf der Fertigpackung selbst enthalten sein müssen. Die Verkehrsbezeichnung, die Angabe des Herstellers, Verpackers oder Verkäufers sowie das Mindesthaltbarkeitsdatum sind zusätzlich auf der äußeren Verpackung anzugeben. Die Geschäftspapiere müssen die Lieferung begleiten oder vor oder gleichzeitig mit der Lieferung abgesandt werden. Von dieser Möglichkeit kann beispielsweise bei Containern für den Gastronomiebereich Gebrauch gemacht werden.

Die Verkehrsbezeichnung, das Mindesthaltbarkeitsdatum und die Mengenkennzeichnung müssen nach § 3 Abs. 3 LMKV "im gleichen Sichtfeld" angebracht werden.

Dieses setzt eine Angabe von Verkehrsbezeichnung, Mindesthaltbarkeitsdatum und Mengenangabe in einem zusammenhängenden "Raum" voraus, so dass der Verbraucher sie auf einen Blick wahrnehmen kann. Dabei müssen die Angaben nicht in einem Block stehen, gleichwohl aber in einem räumlichen Zusammenhang (Horst, Verbraucher-informationen, S. 100).

Bei der Angabe des Mindesthaltbarkeitsdatums ist es nach § 7 Abs. 2 LMKV möglich, die eigentliche Datumsangabe an einer anderen Stelle vorzunehmen, sofern auf diese Stelle hingewiesen wird, z. B. "mindestens haltbar bis Ende: siehe Bodenprägung".

Ob eine Angabe deutlich lesbar ist, kann nur im Einzelfall bestimmt werden. Die LMKV legt technische Einzelheiten wie Schriftgröße nicht fest, da die gute Lesbarkeit von der Aufmachung der Fertigpackung abhängt (z. B. Schrifttype, Farbkontraste). Nach einem Urteil des OLG München (GRUR 1986, S. 86) sind die Anforderungen erfüllt, wenn eine Schrift sich "wegen der Größe, Farbe und Anordnung der Buchstaben vom Untergrund und von der Umgebung genügend abhebt und von einem Menschen mit voller Sehkraft ohne Hilfsmittel und ohne Anstrengung gelesen werden kann". Horst (Verbraucherinformation, S. 99) weist zu Recht darauf hin, dass gerichtliche Entscheidungen auf den Einzelfall bezogen sind.

Die Angabe des Mindesthaltbarkeitsdatums mittels einer Einkerbung auf einer Datumsleiste wird den Anforderungen der LMKV grundsätzlich ebenfalls gerecht.

§ 3 Abs. 3 LMKV bestimmt, dass die vorgeschriebenen Angaben "nicht durch andere Angaben oder Bildzeichen verdeckt oder getrennt" werden dürfen. "Nicht verdeckt" bedeutet z. B., dass die Anbringung des Preisschildes auf der Fertigpackung so erfolgen muss, dass die nach LMKV geforderten Angaben sichtbar bleiben.

Gleiches Sichtfeld

QUID

Allgemeine Leitlinien

Deutlich lesbar

Nicht verdeckt

Eine Trennung der Angaben liegt vor, wenn die einzelne Angabe in sich getrennt wird, z. B. durch Abbildungen oder andere Angaben. Dies ist insbesondere bei der Zutatenliste zu beachten, die in sich geschlossen sein muss und nicht durch Abbildungen getrennt werden darf. Werden die einzelnen Angaben in der Zutatenliste durch kurze Informationen ergänzt, stellt dies grundsätzlich keine Trennung der Angabe dar.

5.5.2 Mengenkennzeichnung von Zutaten (QUID)

Die Verpflichtung zur "Mengkennzeichnung von Zutaten" (Quantitative Ingredient Declaration - QUID) ist in § 8 LMKV geregelt, die ein nach § 3 Abs. 1 Nr. 6 LMKV verpflichtendes Kennzeichnungselement für Lebensmittel in Fertigpackungen darstellt.

Ergänzt werden die gesetzlichen Regelungen durch im Bundesanzeiger veröffentlichte Allgemeine Leitlinien, die zwar – wie sich aus den Vorbemerkungen ergibt – nicht rechtsverbindlich sind, faktisch allerdings eine quasi-verbindliche Wirkung entfalten, da sie von den Mitgliedstaaten insgesamt getragen werden. Vor diesem Hintergrund werden im Regelfall weder die Behörden der Amtlichen Lebensmittelüberwachung noch die Gerichte – deren Aufgabe natürlich die verbindliche Rechtsauslegung bleibt – diese gemeinschaftsweiten Interpretations- bzw. Auslegungshilfen unangewendet lassen, sofern sich nicht im Einzelfall überwiegende Gründe für die Nichtberücksichtigung anführen lassen.

Die mengenmäßige Angabe der Lebensmitteldaten ist grundsätzlich für alle Lebensmittel – einschließlich Getränke – verbindlich. Gesetzliche Zielsetzung der QUID-Regelung war es dabei niemals, möglichst viele Zutaten mit einer Prozentangabe zu versehen, sondern nur für charakteristische und wertgebende Zutaten eines Produktes die prozentuale Mengenangabe zu verlangen, um den Verbrauchern bei den für sie wichtigen Zutaten eine Zusatzinformation zu geben. Nur bei diesen wertgebenden bzw. charakteristischen Zutaten ist die Kenntnis der prozentualen Menge für die Produktauswahl des Verbrauchers von Bedeutung. Eine solche restriktive Interpretation ist bereits deshalb erforderlich, um die mit einer solchen prozentualen Zutatenkennzeichnung verbundene Einschränkung der Rezepturfreiheit so eng wie möglich zu begrenzen.

Die Frage, ob im konkreten Fall eine QUID-Angabe erfolgen muss, bedarf stets einer systematischen Vorgehensweise und Prüfung:

- Zunächst sind in einem ersten Prüfschritt die verschiedenen Auslösungsvarianten für die quantitative Zutatenkennzeichnung in § 8 Abs. 1 LMKV auf ihre Anwendbarkeit hin zu untersuchen. Sofern diese Auslösetatbestände nicht eingreifen, bedarf es keiner QUID-Angabe. Ist ein Auslösetatbestand nach § 8 Abs. 1 erfüllt, ist mit diesem Zwischenergebnis jedoch die Frage der Kennzeichnung noch nicht

abschließend entschieden.

- In einem zweiten Schritt bedarf es beim Vorliegen eines einschlägigen Auslösetatbestandes nach § 8 Abs. 1 LMKV stets der weiteren Untersuchung, ob eine Ausnahme gemäß dem Katalog in § 8 Abs. 2 bzw. nach § 8 Abs. 3 LMKV eingreift. Dabei ist zu beachten, dass nicht alle Ausnahmen für jeden der in § 8 Abs. 1 LMKV genannten Fälle greifen.
- Ergibt sich aus diesen Prüfschritten eine Pflicht zur QUID-Angabe, bestimmt schließlich § 8 Abs. 4 LMKV, wie die Mengenkennzeichnung zu erfolgen hat und auf welche Weise die Mengenangaben zu berechnen sind.

5.5.2.1 Auslösetatbestände

Nach § 8 Abs. 1 LMKV ist die Menge einer bei der Herstellung eines zusammengesetzten Lebensmittels verwendeten Zutat oder einer verwendeten Klasse oder vergleichbaren Gruppe von Zutaten (Gattung von Zutaten) anzugeben, wenn

- die Bezeichnung der Zutat oder der Gattung von Zutaten in der Verkehrsbezeichnung angegeben ist (Nr. 1),
 - die Verkehrsbezeichnung darauf hindeutet, dass das Lebensmittel die Zutat oder Gattung von Zutaten enthält (Nr. 2),
 - die Zutat oder die Gattung von Zutaten auf dem Etikett durch Worte, Bilder oder eine grafische Darstellung hervorgehoben ist (Nr. 3) oder
 - die Zutat oder die Gattung von Zutaten von wesentlicher Bedeutung für die Charakterisierung des Lebensmittels und seine Unterscheidung von anderen Lebensmitteln ist, mit denen es auf Grund seiner Bezeichnung oder seines Aussehens verwechselt werden könnte (Nr. 4).
- Nach § 8 Abs. 1 Nr. 1 LMKV besteht eine Pflicht zur Kennzeichnung, wenn die Zutat oder die Gattung von Zutaten in der Verkehrsbezeichnung des Lebensmittels angegeben ist. Von dieser Regelung werden – vorbehaltlich der Prüfung, ob Ausnahmen nach Abs. 2 bzw. 3 vorliegen – Verkehrsbezeichnungen erfasst, die Zutaten ausdrücklich nennen.

Dabei hat der Hersteller bei der Ausgestaltung der Verkehrsbezeichnung einen erheblichen Gestaltungsspielraum. Er kann über die eher restriktiv gehaltene oder aber eher weiter gehende Aufnahme von Zutaten in die Verkehrsbezeichnung selbst maßgeblich steuern, für welche Zutaten hierdurch der Auslösetatbestand des § 8 Abs. 1 Nr. 1 LMKV für die quantitative Zutatenkennzeichnung greift (vgl. hierzu das Beispiel "Dreifruit-Saft / Orange-Zitrone-Grapefruit-Saft" unten unter Abschnitt 5.5.2.3).

Beispiele:

- Orangen-Aprikosen-Nektar

Gattung von
Zutaten

- Erfrischungsgetränk mit Orangensaft
- Fruchtsaftgetränk aus natürlichem Mineralwasser plus Apfel

Dabei bestätigen sowohl die Amtliche Begründung als auch die Leitlinien die Auffassung der Lebensmittelwirtschaft, dass der Begriff "Gattung von Zutaten" nicht auf die Klassennamen in Anlage 1 LMKV zu beschränken ist, sondern einen weitergehenden Bereich umfasst. Somit kann auch auf andere Ober- oder Sammelbegriffe für Kategorien von Lebensmitteln zurückgegriffen werden, die zwar nicht als Bezeichnung von Zutaten in der Zutatenliste zulässig sind, aber rechtmäßig bzw. gewohnheitsmäßig von den Herstellern in der Verkehrsbezeichnung eines Lebensmittels verwendet werden (etwa durch die Bezugnahme auf "Früchte").

Beispiele:

- Mehr-Fruchtsaftgetränk
- 12-Fruchtsaftgetränk

In diesen Fällen müssen nicht sämtliche Einzelkomponenten der Kategorie (beispielsweise die einzelnen Fruchtarten) quantifiziert werden. Ausreichend ist, die Kategorie insgesamt prozentual zu beziffern. Allerdings kann bei der Verwendung von Ober-, Sammel- bzw. Kategoriebezeichnungen, für die kein Klassenname im Sinne von Anlage 1 LMKV besteht, die Prozentangabe nur in der Verkehrsbezeichnung bzw. in ihrer unmittelbaren Nähe aufgeführt werden, da die Kategoriebezeichnung in der Zutatenliste nicht verwendet werden darf und somit nicht als Bezugspunkt zur Verfügung steht.

Gesetzlich vorgeschriebene Ergänzungen der Verkehrsbezeichnungen sind dabei nicht von der QUID-Angabe befreit. Somit wird ein Hersteller selbst für den Fall, dass er überhaupt keinen Einfluss darauf nehmen kann, die Verkehrsbezeichnung eines Produktes um bestimmte gesetzlich vorgeschriebene Angaben zu ergänzen, zur prozentualen Mengenangabe verpflichtet. Eine ausdrückliche Ausnahme von diesem Grundsatz besteht nach § 8 Abs. 3 Nr. 1 LMKV für die Angabe "mit Süßungsmittel" oder "mit einer Zuckerart und Süßungsmittel" gemäß § 9 Abs. 2 ZZuLV, wonach diese Angabe keine mengenmäßige Zutatenkennzeichnung der angesprochenen Zutaten bzw. Zutatenkategorien "Süßungsmittel" bzw. "Zuckerarten" auslöst.

Nicht betroffen von der mengenmäßigen Angabe der Zutaten sind zum einen Lebensmittel mit natürlich vorhandenen Bestandteilen, die nicht als Zutat zugesetzt werden (z. B. Vitamine in Fruchtsäften, Mineralien in Mineralwässern oder Koffein in Kaffee).

Monoprodukte

Zum anderen sind Lebensmittel aus einer einzigen Zutat und Getränke mit natürlich vorhandenen Bestandteilen, die nicht als Zutaten hinzugefügt werden (so genannte "Monoprodukte") generell von einer quantitativen

Mengenkennzeichnung ausgenommen. Dies wird damit begründet, dass nach der ratio legis (dem Sinn und Zweck der Verordnung) die QUID-Angabe nur für zusammengesetzte Lebensmittel gelten kann. Eine Angabe wird auch nicht durch den Zusatz "aus x-Konzentrat hergestellt" ausgelöst, da sich dieser Hinweis lediglich auf eine Beschreibung der Herstellungsweise, nicht aber auf die Produktzusammensetzung bezieht.

Beispiele für Monoprodukte:

- Apfelsaft
 - Apfelsaft aus Apfelsaftkonzentrat
 - natürliches kohlenensäurehaltiges Mineralwasser (§ 8 Abs. 2 Mineral- und TafelwasserV),
 - natürliches Mineralwasser mit eigener Quellenkohlenensäure versetzt (§ 8 Abs. 3 Mineral- und TafelwasserV).
- Nach § 8 Abs. 1 Nr. 2 LMKV ist die Menge einer bei der Herstellung eines Lebensmittels verwendeten Zutat oder Gattung von Zutat auch anzugeben, wenn die Verkehrsbezeichnung darauf hindeutet, dass das Lebensmittel die Zutat oder die Gattung von Zutaten enthält. Diese Bestimmung findet in erster Linie in den Fällen Anwendung, in denen Erzeugnisse "nach der Verkehrsauffassung übliche Bezeichnungen ohne zusätzliche beschreibende Angaben" führen. In diesen Fällen wird in der Verkehrsbezeichnung des Produktes nicht die bestimmte Zutat konkret angesprochen, sondern mit der Verkehrsbezeichnung des Produktes verbindet der Verbraucher eine oder mehrere wertgebende Zutaten.

Beispiel:

- Fruchtsaftgetränk Orange

Es ist zu erwarten, dass mit dieser Vorschrift in der Praxis erhebliche Differenzen verbunden sind und sich natürlich trefflich darüber streiten lässt, welche Zutaten vom Verbraucher mit einer bestimmten Verkehrsbezeichnung in Verbindung gebracht werden. Dies gilt insbesondere angesichts unterschiedlicher nationaler Interpretationen, die sich in dieser Frage abzeichnen.

Notwendig ist auch hier die Orientierung am Sinn und Zweck der QUID-Regelung, nach der nur auf die charakteristischen und wertgebenden Zutaten des in Frage stehenden Lebensmittels abzustellen ist. Diese Forderung findet ihre Bestätigung in der restriktiveren Formulierung des Art. 7 Abs. 2 a) der Richtlinie 97/4/EG zur quantitativen Kennzeichnung von Zutaten, wonach eine Kennzeichnung nur für solche Zutaten oder Zutatenklassen vorgesehen ist, die "normalerweise vom Verbraucher mit dieser Verkehrsbezeichnung in Verbindung gebracht" werden.

- Die Menge einer bei der Herstellung eines Lebensmittels verwendeten

Hervorhebung

Zutat oder Gattung von Zutaten ist nach § 8 Abs. 1 Nr. 3 LMKV anzugeben, "wenn die Zutat oder die Gattung von Zutaten auf dem Etikett durch Worte, Bilder oder eine graphische Darstellung hervorgehoben ist". Diese Fallkonstellation ist gegeben, wenn eine Zutat auf dem Etikett durch andere Mittel als durch die Verkehrsbezeichnung des entsprechenden Lebensmittels hervorgehoben ist. Im Gegensatz zur bisherigen Regelung in § 8 LMKV alte Fassung, wonach eine "besondere" Hervorhebung verlangt wurde, ist nunmehr jede Hervorhebung für die Auslösung der quantitativen Zutatenkennzeichnung ausreichend. Damit ist im Ergebnis eine erheblich ausgeweitete QUID-Kennzeichnung eingeführt worden. Voraussetzung ist aber stets, dass eine Hervorhebung einer Zutat erfolgt, also eine Zutat oder Gruppe von Zutaten auf selektive Weise gegenüber den anderen Zutaten herausgestellt wird.

Die Hervorhebung kann zum einen durch Worte erfolgen. Hierunter fallen zum einen Werbeaussagen zu bestimmten Zutaten (wie "mit Milch" etc.). Neben solchen ausdrücklichen Hinweisen kann eine Hervorhebung aber auch durch die textliche Gestaltung bzw. Aufmachung erreicht werden wie durch eine bestimmte Buchstabengröße, -typenwahl oder -farbe, die einzelne Zutaten von den übrigen in irgendeiner Art und Weise bzw. Form abheben.

In diesem Zusammenhang erscheint die Abgrenzung von Werbeaussagen zu bestimmten Zutaten einerseits und nährwertbezogenen Angaben andererseits wesentlich. Nährwertbezogene Angaben, auch wenn sie sich auf die Gehalte an zugesetzten Nährstoffen beziehen ("vitaminreich", "mineralstoffhaltig", "ballaststoffreich"), bleiben nährwertbezogene Aussagen und lösen somit (nur) die Nährwertkennzeichnung nach der NKV aus. Sie sind somit keine Tatbestände im Sinne des § 8 Abs. 1 LMKV und unterfallen damit nicht der quantitativen Zutatenkennzeichnung. Dagegen lösen zutatenbezogene Hinweise die QUID-Kennzeichnungspflicht nach der genannten Vorschrift aus.

Die zweite Auslösungsalternative ("durch Bilder oder eine graphische Darstellung") ist gegeben, wenn eine Abbildung oder eine Darstellung verwendet wird, in der selektiv eine oder mehrere Zutaten herausgehoben bzw. betont werden. Die Abbildung des Gesamtproduktes löst allerdings in keinem Falle die QUID-Angabe aus. Ähnliches dürfte gelten, wenn sämtliche wertgebende Zutaten des betroffenen Lebensmittels – im Sinne eines "Warenkorbes" – abgebildet werden. Eine Hervorhebung ist vielmehr nur bei der Herausstellung einzelner wertgebender Zutaten gegeben, die nach außen als eine selektive, prominente Auswahl erscheint.

Ebenfalls keine QUID-Angabe soll der objektive Verweis auf die Herstellungsweise bzw. die Herkunft von bestimmten Zutaten auslösen ("Enthält Äpfel aus ökologischem Anbau.", "Aus ungespritztem

Streuobst hergestellt."). Letztendlich muss hier jedoch im Einzelfall auf der Grundlage der getroffenen Aussage und der Art und Weise der Aufmachung festgestellt und entschieden werden, wo der Schwerpunkt der Aussage liegt (auf der Hervorhebung der Zutat oder der Herstellungsweise als solcher).

Keine QUID-Angabe lösen schließlich solche Werbeaussagen aus, die auf die Abwesenheit von bestimmten Zutaten hinweisen (z. B. "ohne Zucker"). Dies liegt schon daran, dass hier gerade keine Zutat hervorgehoben wird, denn das bezeichnete Produkt ist ja überhaupt nicht als Zutat im beworbenen Lebensmittel enthalten. Eine Quantifizierung scheidet daher schon von vornherein aus.

- Wenn die Menge einer bei der Herstellung eines Lebensmittels verwendeten Zutat oder Gattung von Zutaten von wesentlicher Bedeutung für die Charakterisierung des Lebensmittels und seine Unterscheidung von anderen Lebensmitteln ist, mit denen es aufgrund seiner Verkehrsbezeichnung oder seines Aussehens verwechselt werden könnte, greift die Verpflichtung zur Kennzeichnung aufgrund § 8 Abs. 1 Nr. 4 LMKV ein. Im Hinblick auf diese Fallkonstellation ist zu beachten, dass diese nur dann einschlägig ist, wenn beide vorgegebenen Komponenten (wesentliche Bedeutung für Charakterisierung und Unterscheidbarkeit) gegeben sind. Nach dem Stand der bisherigen Diskussionen sind kaum Lebensmittel bekannt, die in die Kategorie des § 8 Abs. 1 Nr. 4 LMKV passen würden. Dies liegt vor allem daran, dass bereits § 8 Abs. 1 Nr. 2 LMKV den Großteil der möglichen Anwendungsfälle erfasst. Insgesamt handelt es sich um Erzeugnisse, deren Zusammensetzung von einem Mitgliedstaat zum anderen sehr unterschiedlich sein kann, die jedoch in den betroffenen Mitgliedstaaten unter derselben Verkehrsbezeichnung in den Verkehr gebracht werden. Die Produkte sind nach der "Cassis de Dijon"-Rechtsprechung des EuGH zum freien Warenverkehr im grenzüberschreitenden Binnenmarktverkehr verkehrsfähig, können aber nicht über die Zutatenliste unmittelbar abgegrenzt werden.

5.5.2.2 Ausnahmen von der Verpflichtung zur QUID-Kennzeichnung

Eine Zutat oder Gattung von Zutaten unterliegt nach § 8 Abs. 2 insbesondere dann keiner Verpflichtung zur Mengenkennzeichnung, wenn

- diese nur in geringer Menge zur Geschmacksgebung verwendet wird (Nr. 1 c),
- sie, obwohl sie in der Verkehrsbezeichnung aufgeführt wird, für die Wahl des Verbrauchers nicht ausschlaggebend ist, da unterschiedliche Mengen für die Charakterisierung des betreffenden Lebensmittels nicht wesentlich sind bzw. es nicht von ähnlichen Lebensmitteln unterscheiden (Nr. 1 d),

In geringer Menge zur Geschmacksgebung

- deren Mengenangabe bereits auf dem Etikett durch eine andere Rechtsvorschrift vorgeschrieben ist (Nr. 1 b), oder
- ihre Menge in Rechtsvorschriften konkret festgelegt ist, ohne dass diese Rechtsvorschriften die Angabe auf dem Etikett fordern (Nr. 2).

Zudem können nach Abs. 3 Ausnahmen von § 8 Abs. 1 Nr. 1 bis 3 LMKV

- beim Eingreifen von § 9 Abs. 2 bzw. 3 der ZZuV bzw.
- für die Angabe von Vitaminen oder Mineralstoffen, wenn eine Nährwertkennzeichnung dieser Stoffe vorliegt, in Anspruch genommen werden.

- Gemäß § 8 Abs. 2 Nr. 1 c) LMKV ist eine QUID-Kennzeichnung nach Abs. 1 nicht erforderlich, wenn eine Zutat oder Gattung von Zutaten lediglich in geringer Menge zur Geschmacksgebung verwendet wird. Insgesamt gilt diese Ausnahme für alle Auslösungstatbestände der QUID-Angabe nach § 8 Abs. 1 LMKV, d.h. sowohl für die Erwähnung in der Verkehrsbezeichnung als auch für textliche und bildliche Hervorhebungen. Kernbegriff dieses Ausnahmetatbestandes ist der Begriff "in geringer Menge". Es handelt sich dabei um einen unbestimmten Rechtsbegriff, der im Einzelfall auszulegen und anzuwenden ist.

Als Anwendungsbeispiele werden für diese Ausnahmevariante immer wieder Kräuter, Gewürze, Aromen oder Dekormaterial genannt. Die Ausnahme gilt aber über diese Beispiele hinaus für sämtliche Zutaten, die die Vorgabe "in geringer Menge zur Geschmacksgebung" erfüllen.

Nach Auffassung der Amtlichen Lebensmittelüberwachung soll ein konkreter prozentualer Grenzwert von 2% bzw. 3% festgelegt werden, bis zu dem die geschmacksgebende Eigenschaft unstrittig ist und deshalb die Ausnahme von § 8 Abs. 2 Nr. 1 c) LMKV einhellig anerkannt wird (bei Kräutern wird etwa versucht, den Wert von 2% auf Anlage 1 der LMKV zu stützen). Bisher haben sich solche pauschalisierende Ansinnen zu Recht nicht durchsetzen können, um bei einer Auslegung die notwendige Flexibilität zu wahren. So sind beispielsweise Tiefkühl-Kräuter schwerer als frische Kräuter, was sich bei der Festlegung eines prozentualen Grenzwertes in sachlich unnötiger Weise hemmend auf die Anwendung des Ausnahmetatbestandes auswirken würde. Es muss daher im konkreten Fall argumentativ belegt werden können, dass die hervorgehobene Zutat (z. B. bei Zitronenlimonade) nur in geringer Menge zur Geschmacksgebung benutzt wird, eine bestimmte Prozentzahl kann hierfür allenfalls einen Anhaltspunkt bieten, keinesfalls aber den Ausschlag geben. Es ist dabei unschädlich, wenn die zur Geschmacksgebung eingesetzten Zutaten neben dieser Funktion etwa auch andere technologische Wirkungen haben (z. B. Hopfen bei Bier). Man wird etwa in den folgenden Anwendungsbeispielen davon ausgehen können, dass eine QUID-Angabe nicht erforderlich ist, da die Ausnahmebestimmung eingreift.

Ausnahmen

Beispiele für § 8 Abs. 2 Nr. 1 c) LMKV:

- Verwendung von Aromen, Gewürzen, Kräutern (z. B. Kräuterlimonade), Tee-Extrakten, Koffein oder Chinin.

So ist beispielsweise bei "Orangenlimonade" und "Zitronenlimonade" eine QUID-Angabe nicht erforderlich, da bei diesen Erzeugnissen die in Bezug genommenen Säfte nur in geringen Mengen zur Geschmacksgebung zugesetzt werden. Dabei gilt es zu beachten, dass Fruchtabbildungen in stilisierter Form bei diesen Produkten regelmäßig nur einen Geschmackshinweis darstellen (Beispiel: graphische Darstellung einer Zitrone bei Zitronenlimonade) und die dergestalt beworbenen Produkte im Ergebnis – da die Erzeugnisse die entsprechende Zutat nur in geringen Mengen zur Geschmacksgebung enthalten – der Ausnahme des § 8 Abs. 2 Nr. 1 c) LMKV unterfallen.

- Eine Mengenkennzeichnung von Zutaten ist nicht erforderlich, wenn eine Zutat oder eine Gattung von Zutaten, obwohl sie in der Verkehrsbezeichnung aufgeführt wird, ist, da unterschiedliche Mengen für die Charakterisierung des betreffenden Lebensmittels nicht wesentlich sind oder es nicht von ähnlichen Lebensmitteln unterscheiden, § 8 Abs. 2 Nr. 1 d) LMKV.

Diese Ausnahme von der quantitativen Zutatenkennzeichnung liegt vor, wenn die Menge einer in der Verkehrsbezeichnung des Lebensmittels genannten Zutat die Wahl des Verbrauchers nicht beeinflusst. Von großer Bedeutung ist, dass diese Ausnahme nur für diejenigen Fälle gilt, in denen die Zutat oder die Zutatenklasse in der Verkehrsbezeichnung aufgeführt wird. Die Ausnahme ist deshalb auf die Fälle des § 8 Abs. 1 Nr. 1 LMKV beschränkt. Unter die Ausnahmeregelung fallen jedoch auch solche Fälle, bei denen die in der Verkehrsbezeichnung des Erzeugnisses verwendete Formulierung an anderer Stelle der Verpackung des Erzeugnisses in identischer Weise wiederholt wird.

Die Ausnahmeregelung findet dagegen keine Anwendung auf die Hervorhebung von Zutaten oder Gattungen von Zutaten durch Werbeaussagen bzw. Abbildungen.

Unter diese Ausnahmeregelung sind generell diejenigen Fälle einzuordnen, bei denen nicht einzelne Zutaten für die Kaufentscheidung des Verbrauchers ausschlaggebend sind, sondern vielmehr die Rezeptur bzw. die Produktzusammensetzung als Ganzes. Im Rahmen der Diskussion auf europäischer Ebene wurden als Erzeugnisse, die unter diese Ausnahme fallen können, etwa Malt Whisky bzw. Liköre und Obstschnäpse, in deren Verkehrsbezeichnung eine Zutat angegeben wird, genannt.

Zudem findet die Ausnahme Anwendung, wenn Verkehrsbezeichnung

Für die Wahl
des
Verbrauchers
nicht aus-
schlaggebend

Quasi-
Monoprodukte

en nach § 9 Abs. 1 ZZuV (beispielsweise "mit Konservierungsstoff" oder "mit Farbstoff") zunächst nach dem Wortlaut des § 8 Abs. 1 Nr. 1 LMKV eine (in der Sache wenig sinnvolle) Verpflichtung zur QUID-Angabe auslösen.

Beispiele für § 8 Abs. 2 Nr. 1 d) LMKV:

- Verwendung von Antioxidationsmittel L-Ascorbinsäure bzw. Säuerungsmittel Citronensäure bei Säften,
 - Kohlensäure, mit der natürliches Mineralwasser versetzt wird,
 - Mineralwasseranteil bei Apfelsaftschorle.
- Eine besondere Problematik stellt sich bei Erzeugnissen, die ganz überwiegend aus einer Zutat bestehen (so genannte "Quasi-Monoprodukte"). Sofern diese Produkte nicht von vornherein aus dem Anwendungsbereich der QUID-Regelung ausscheiden, unterfallen sie regelmäßig den Ausnahmen nach § 8 Abs. 2 Nr. 1 c) bzw. d) LMKV und sind somit im Ergebnis mengenmäßig nicht zu kennzeichnen.

Beispiele für Quasi-Monoprodukt:

- Apfelsaft mit Antioxidationsmittel L-Ascorbinsäure/mit Säuerungsmittel Citronensäure,
 - natürliches Mineralwasser mit Kohlensäure versetzt (§ 8 Abs. 2 Mineral- und TafelwasserV).
- § 8 Abs. 2 Nr. 1 b) LMKV befreit solche Zutaten oder Gattungen von Zutaten, bei denen eine Mengenangabe auf dem Etikett durch eine andere Rechtsvorschrift vorgeschrieben ist, von der Pflicht zur QUID-Angabe. Diese Ausnahmeregelung wird in der Praxis kaum relevant werden, da nur wenige, spezielle Vorschriften eine verpflichtende Mengenangabe auf dem Etikett vorsehen. Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund, dass die 7. Verordnung zur Änderung der Lebensmittel-Kennzeichnungsverordnung die jeweils in § 4 Abs. 8 enthaltenen Vorgaben der Fruchtsaft-Verordnung sowie der Fruchtnektar-Verordnung aufgehoben hat und andere lebensmittelrechtliche Verordnungen dahingehend geändert wurden, dass sie für die verpflichtende quantitative Zutatenkennzeichnung auf § 8 LMKV verweisen. Inhaltlich bleibt somit für diese Regelung so gut wie kein Verwendungsraum.
- § 8 Abs. 2 Nr. 2 LMKV sieht eine Ausnahme von der Kennzeichnung nach Abs. 1 vor, wenn Rechtsvorschriften die Menge der Zutat oder Gattung von Zutaten genau festlegen, deren Angabe auf dem Etikett aber nicht vorgesehen ist. Im Hinblick auf diese Ausnahme hat die Kommission betont, dass Mindest- oder Höchstmengen von bestimmten Zutaten, die in Rechtsvorschriften vorgegeben sind, nicht von der QUID-Angabe befreien. Auch nach dem Wortlaut können nur rechtliche Vorgaben von der Angabe befreien, in denen eine genaue Menge einer

Zutat bzw. Gattung von Zutaten für die Zusammensetzung des Lebensmittels festgelegt ist. Im Rahmen der Beratungen sind nach dieser engen Auslegung bisher keine Vorschriften bekannt geworden, die im Hinblick auf die Zusammensetzung eine genaue Menge der Zutaten vorsehen, deren Angabe auf dem Etikett aber nicht vorgesehen ist.

5.5.2.3 Anwendungsbeispiele

- Orange-Grapefruit-Saft

Durch die Nennung in der Verkehrsbezeichnung wird gemäß § 8 Abs. 1 Nr. 1 LMKV die Verpflichtung zur QUID-Angabe in Bezug auf beide Fruchtarten ausgelöst. Ein Ausnahmetatbestand nach Abs. 2 und Abs. 3 kann für dieses Beispiel nicht in Anspruch genommen werden, so dass im Ergebnis beide Fruchtangaben mit ihrem prozentualen Anteil zu deklarieren sind.

- Mehr-Fruchtsaft

Durch die Nennung der Gattung "Früchte" als Zutat in der Verkehrsbezeichnung besteht zwar – da Ausnahmetatbestände nicht eingreifen – grundsätzlich eine Pflicht zur QUID-Kennzeichnung. Allerdings ist nicht jeweils der Anteil der einzelnen Früchte anzugeben, es genügt – da es sich hierbei um eine Gattung von Zutaten handelt – die Angabe des insgesamt vorhandenen Fruchtgehalts.

- Dreifrucht-Saft / Orange-Zitrone-Grapefruit-Saft

Wie bereits unter Abschnitt 5.5.2.1. ausgeführt, gewinnt die konkrete Ausgestaltung der Verkehrsbezeichnung erhebliche Bedeutung für die Umsetzung der QUID-Angaben. Angesichts der Auslösetatbestände in § 8 Abs. 1 Nr. 1 LMKV sieht sich beispielsweise der Hersteller, der seinen Fruchtsaft als "Orange-Zitrone-Grapefruit-Saft" in den Verkehr bringen möchte, einer Forderung nach quantitativer Angabe für jede dieser einzeln in der Verkehrsbezeichnung genannten Zutaten ausgesetzt. Wählt er dagegen die nach § 4 Abs. 2 der Fruchtsaftverordnung eröffnete Möglichkeit, sein Produkt als "Dreifrucht-Saft" in den Verkehr zu bringen, genügt die lediglich auf den Fruchtsaftanteil insgesamt bezogene mengenmäßige Gesamtangabe.

- Koffeinhaltiges Erfrischungsgetränk Orange mit Dextrose, Guaraná-Konzentrat und Taurin

Hier wären – angesichts der Aufnahme in die Verkehrsbezeichnung – potenziell nach § 8 Abs. 1 Nr. 1 LMKV zunächst der Anteil an Koffein, Orange, Dextrose, Guaraná-Konzentrat sowie Taurin zu quantifizieren. Allerdings sind verschiedene Ausnahmen zu prüfen, nach denen eine

Kennzeichnung der Zutaten im Ergebnis nicht notwendig ist: In der Literatur wurde zwar die Auffassung vertreten, mit der vorgenannten Bezeichnung sei für Koffein die belebende Wirkung im Vergleich zu anderen koffeinhaltigen Erfrischungsgetränken in den Vordergrund gestellt, womit eine QUID-Angabe verbunden sei (so P. Hahn, Getränke, in: Radermacher / Wettig, QUID. Mengenkennzeichnung von Zutaten, S.69). Allerdings gehen die betroffenen Wirtschaftskreise davon aus, dass hier – ebenso wie bei Cola-Getränken – Koffein als Aroma zur Geschmacksgebung in geringer Menge eingesetzt wird und somit der Ausnahmetatbestand des § 8 Abs. 2 Nr. 1 c) LMKV eingreift. Diese Ausnahmegvorschrift erfasst zudem die Zutaten Orangensaft sowie Guaraná-Konzentrat und Taurin.

Eine Kennzeichnung der Zutat Dextrose kann entfallen, sofern diese Zutat – mit Blick auf die Bestimmung in § 8 Abs. 2 Nr. 1 d) – für den Verbraucher nicht kaufentscheidend ist. Dies dürfte jedoch dann nicht (mehr) der Fall sein, wenn das Produkt insgesamt gezielt als Energy-Drink aufgemacht und beworben wird.

5.5.2.4 Ort der Kennzeichnung und Zeitpunkt für die Berechnung

Ort der QUID-Angabe

Nach § 8 Abs. 4 LMKV ist die Menge der Zutaten oder der Gattung von Zutaten in Gewichtshundertteilen, bezogen auf den Zeitpunkt ihrer Verwendung bei der Herstellung des Lebensmittels, anzugeben. Sie muss in der Verkehrsbezeichnung, in ihrer unmittelbaren Nähe oder im Verzeichnis der Zutaten bei der Angabe der betroffenen Zutat oder Gattungen von Zutaten vorgenommen werden.

Die vorgeschriebene QUID-Angabe kann somit (wahlweise) nur in der Verkehrsbezeichnung des Lebensmittels, in ihrer unmittelbaren Nähe oder im Verzeichnis der Zutaten erfolgen. Im Falle der Verwendung von Sammel- bzw. Kategoriebezeichnungen wurde bereits darauf hingewiesen, dass in diesen Fällen die Mengenangabe – mangels eines zugelassenen Klassennamens – nur in der Verkehrsbezeichnung oder in ihrer unmittelbaren Nähe erfolgen darf. Es genügt, dass die Angabe einmal entsprechend den lebensmittelrechtlichen Anforderungen erfolgt.

Berechnung der QUID-Angabe

Bei der Berechnung der Menge der Zutaten oder Gattung von Zutaten ist grundsätzlich immer auf den Zeitpunkt ihrer Verarbeitung abzustellen, also denjenigen Zeitpunkt, zu dem die angegebene bzw. hervorgehobene Zutat im Herstellungsprozess verwendet wird ("Mixing-Bowl"). Das Abstellen auf den Zeitpunkt der Verarbeitung ist sinnvoll, da dieser Zeitpunkt auch für die Festlegung der Reihenfolge im Zutatenverzeichnis nach § 6 Abs. 1 LMKV gilt und insoweit eine parallele Vorgehensweise gewährleistet wird. Eine Ausnahme vom Regelzeitpunkt der Berechnung ist nur bei einer ausdrücklichen gesetzlichen Regelung zulässig (z. B. bei Backwaren nach § 8 Abs. 4 Nr. 1 LMKV).

Zu beachten ist weiter, dass sich die mengenmäßige Angabe der Zutaten immer auf die Zutaten (in dem Zustand) beziehen müssen, wie sie im Zutatenverzeichnis angegeben sind. Wird etwa Magermilchpulver verwendet und in der Zutatenliste deklariert, muss die QUID-Angabe auch auf Magermilchpulver bezogen sein und darf nicht auf das Frischprodukt Milch zurückgerechnet werden. Allerdings kann die Angabe der verarbeiteten Zutaten durch die Hinzufügung des Rohstoffäquivalents außerhalb der Zutatenliste ergänzt werden, um dem Verbraucher zu helfen, gleichartige Erzeugnisse in unterschiedlicher Konsistenz zu vergleichen.

Bei den Mengenangaben im Rahmen der quantitativen Zutatenkennzeichnung handelt es sich um Durchschnittswerte, die sich nach Soll-Mengen mit einer gewissen Schwankungsbreite berechnen lassen. Dabei sollten aus Praktikabilitätsgründen und um die Vortäuschung eines zu genauen Wertes zu vermeiden, ähnlich wie bei der Nährwertkennzeichnung, gerundete Werte verwendet werden.

5.5.3 Nährwert-Kennzeichnungsverordnung

Die NKV vom 25.11.1994 setzt die EG-Richtlinie 90/496/EWG über die Nährwertkennzeichnung von Lebensmitteln in deutsches Recht um. Dabei ist die Richtlinie in weiten Teilen wörtlich, jedoch nicht immer in ihrem Inhalt und Aufbau übernommen worden. Die NKV regelt die Werbeaussagen über Nährstoffe in Lebensmitteln mit Ausnahme der Nahrungsergänzungen; entsprechende frühere Regelungen der VitaminV wurden aufgehoben.

Die NKV enthält eine optionell-obligatorische Kennzeichnungsregelung, d. h. sie verpflichtet den Anbieter von Lebensmitteln, die zur Abgabe an Endverbraucher oder Großverbraucher bestimmt sind, zu einer Nährwertkennzeichnung nur dann, wenn er eine sog. "nährwertbezogene" Angabe macht.

Der in § 2 Nr. 1 NKV definierte Begriff der "nährwertbezogenen Angabe" ist für die Anwendung der NKV von zentraler Bedeutung. Er führt im Vergleich zur früheren Regelung zu einem breiteren Anwendungsspektrum hinsichtlich der zur Kennzeichnung verpflichtenden Aussagen (z. B. durch Einbeziehung der Vitamine und Mineralstoffe sowie der Ballaststoffe) und hinsichtlich der Ausdehnung auf die Werbung. Ob eine Angabe mit einem Bezug zum Energie- oder Nährstoffgehalt eine "nährwertbezogene Angabe" im Sinne der NKV darstellt, ist im konkreten Einzelfall zu beurteilen. Klar ist jedoch, dass nicht jede Angabe mit einem auch nur fernliegenden Bezug zum Energie- oder Nährstoffgehalt eine "nährwertbezogene Angabe" darstellt. Vielmehr muss unmittelbar oder mittelbar zum Ausdruck gebracht werden, dass dem Lebensmittel besondere Nährwerteigenschaften zukommen.

Nährwertbezogene Angabe

Big Four

Big Eight

Nach der Amtlichen Begründung sind hierzu insbesondere Aussagen zu zählen, dass ein Lebensmittel Energie oder Nährstoffe liefert oder enthält, in verminderten oder erhöhten Mengen liefert oder enthält oder auch nicht liefert oder nicht enthält.

Die NKV umfasst grundsätzlich auch die diätetischen Lebensmittel; sie lässt jedoch die Vorschriften der DiätV unberührt mit der Folge, dass diese für diätetische Lebensmittel Vorrang haben. Dies hat zur Folge, dass bei diätetischen Lebensmitteln in erster Linie die Kennzeichnungsregelungen der Diätverordnung zu beachten sind. Insgesamt löst eine durch Rechtsvorschrift vorgegebene Angabe der Art oder Menge eines Nährstoffes nicht die Pflicht zur Nährwertkennzeichnung aus.

Kennzeichnend für die NKV ist darüber hinaus die in § 3 enthaltene ausdrückliche Beschränkung nährwertbezogener Angaben auf den Brennwert und die in der NKV aufgeführten Nährstoffe und deren Bestandteile. Dies begrenzt insbesondere die Möglichkeit einer Auslobung von Vitaminen und Mineralstoffen. So sind nährwertbezogene Angaben zu nicht in Anlage 1 aufgeführten Vitaminen und Mineralstoffen unzulässig. Allerdings wurde die Anlage 1 mit der ersten Änderung der NKV ergänzt, sodass diese Beschränkung in der Praxis nunmehr keine Bedeutung mehr hat. Für die gelisteten Vitamine und Mineralstoffe werden ausdrücklich Mindestgehalte gefordert.

In § 2 NKV werden zahlreiche Begriffsdefinitionen aufgeführt. Mit der ersten Änderung zur NKV wurde im Oktober 2009 die auf europäischer Ebene nach langjährigen Diskussionen festgesetzte Definition für Ballaststoffe aufgenommen. Es werden außerdem in § 2 Nr. 3 NKV die einzelnen Umrechnungsfaktoren zur Bestimmung des physiologischen Brennwertes der verschiedenen Nährstoffe genannt.

§ 4 NKV regelt die Verpflichtung zur Nährwertkennzeichnung und ihren Umfang als Folge der Auslobung einer nährwertbezogenen Angabe. Danach existieren zwei Gruppen von Angaben, zwischen denen grundsätzlich eine Wahlmöglichkeit besteht:

Gruppe 1 (sog. Big Four):

Brennwert, Gehalt an Eiweiß, Kohlenhydraten und Fett

Gruppe 2 (sog. Big Eight):

Brennwert, Gehalt an Eiweiß, Kohlenhydraten, Zucker, Fett, gesättigten Fettsäuren, Ballaststoffen und Natrium

Die grundsätzlich bestehende Wahlmöglichkeit ist in den Fällen eingeschränkt, in denen sich die nährwertbezogene Angabe auf Zucker, gesättigte Fettsäuren, Ballaststoffe oder Kochsalz (Natrium) bezieht. In diesen Fällen muss die Nährwertkennzeichnung immer nach Maßgabe der Gruppe

2 (sog. Big Eight) angegeben werden. Dies hat beispielsweise zur Folge, dass Werbeaussagen wie "ohne Zucker", "zuckerreduziert", "zuckerfrei" und in der Regel auch "ohne Zuckerzusatz" die Angabe der sog. Big Eight auf dem Etikett auslösen.

§ 4 Abs. 2 eröffnet die Möglichkeit, neben der Angabe der "Big Four" oder "Big Eight" zusätzlich den Gehalt an Stärke, mehrwertigen Alkoholen, einfach oder mehrfach gesättigten Fettsäuren, Cholesterin oder die in Anlage 1 aufgelisteten Vitamine und Mineralstoffe anzugeben. In den Fällen, in denen sich jedoch eine nährwertbezogene Angabe auf eine der in Abs. 2 genannten Stoffe bezieht, ist die zusätzliche Angabe dieses Stoffes im Rahmen der Nährwertkennzeichnung verpflichtend (z. B. bei Verwendung der Werbeaussage "Mit Vitamin C").

§ 5 NKV regelt die Art und Weise der Nährwertkennzeichnung äußerst detailliert. Danach wird insbesondere die äußere Form verbindlich festgelegt, um die gemeinschaftsweit einheitliche Standardform in deutsches Recht umzusetzen.

So sind die Nährwertangaben in einer Tabelle grundsätzlich untereinander, bei Platzmangel auch hintereinander aufzuführen. In jedem Falle ist die Reihenfolge des § 4 Abs. 1 exakt einzuhalten. Dies bedeutet insbesondere, dass der Zuckergehalt im Rahmen der sog. "Big Eight" unmittelbar der Angabe des Kohlenhydratgehaltes nachfolgen muss. Die Ausnahme "bei Platzmangel" dürfte sehr eng auszulegen sein.

In § 5 Abs. 2 wird festgelegt, dass die Brennwert- und Nährstoffgehaltsangaben grundsätzlich auf 100 g oder 100 ml des Lebensmittels zu beziehen sind. Lediglich zusätzlich zu der Regelbezugsgröße 100 g/100 ml können Angaben auch auf eine Portion des Lebensmittels bezogen werden. In diesem Fall ist die Portionsgröße entweder mengenmäßig auf dem Etikett festzulegen, oder es muss die Gesamtzahl der in einer Verpackung enthaltenen Portionen angegeben werden. Für Produkte, die erst nach Zugabe von anderen Lebensmitteln verzehrfähig sind, trifft § 5 Abs. 2 Satz 2 NKV eine Sonderregelung. Abweichend von der regelmäßigen Bezugnahme auf das angebotene Lebensmittel kann die Nährwertangabe auf der Grundlage der Zubereitung gemacht werden, "sofern ausreichend genaue Angaben über die Zubereitungsweise gemacht werden und sich die Angaben auf das verzehrfähige Lebensmittel beziehen".

Als Bemessungszeitpunkt für die angegebenen Werte dürfte nach allgemeinen lebensmittelrechtlichen Vorschriften auf den Ablauf des Mindesthaltbarkeitsdatums abzustellen sein. Die Festlegung eines Bezugs- bzw. Bemessungszeitpunktes ist insbesondere für Nährstoffe von Bedeutung, deren Gehalt in relativ kurzer Zeit Veränderungen unterworfen ist (z. B. Vitamine). Weiterhin wird die Art und Weise der Nährwertangaben in den Fällen bestimmt, in denen neben Kohlenhydraten bzw. Fett weitere

Art der
Nährwertkenn-
zeichnung

GDA

"Unterangaben" erfolgen. In den Fällen, in denen beispielsweise Zucker und/oder mehrwertige Alkohole und/oder Stärke angegeben werden, hat diese als sog. "davon"-Angabe direkt auf die Angabe des Kohlenhydratgehaltes zu folgen (z. B. Kohlenhydrate ... g, davon Zucker ... g).

Gemäß § 5 Abs. 3 NKV sind der Brennwert und der Nährstoffgehalt jeweils mit dem durchschnittlichen Wert bzw. Gehalt anzugeben, wobei diese Begriffe in § 2 Nr. 11 NKV definiert werden. Beachtenswert ist, dass bei Bestimmung der Durchschnittswerte oder -gehalte im Gegensatz zur alten NKV neben Ergebnissen der Lebensmittelanalyse seitens des Herstellers auch Berechnungen aufgrund bekannter tatsächlicher oder durchschnittlicher Werte der verwendeten Zutaten des Lebensmittels oder aufgrund von Daten aus anerkannten Nährwerttabellen zugrunde gelegt werden können. Ein mehr oder weniger großer Ungenauigkeitsfaktor wird bewusst in Kauf genommen. Solange der Inverkehrbringer des Produktes von dem ihm zugebilligten Bestimmungsspielraum nicht in völlig sachfremder Weise Gebrauch gemacht und seine Werte sachlogisch herleiten kann, dürfte dies nicht beanstandungsfähig sein, auch wenn der tatsächlich ermittelte Wert dem angegebenen Durchschnittswert nicht entspricht.

Die Angabe von Vitaminen und Mineralstoffen regelt sich sowohl nach § 5 Abs. 3 als auch nach § 5 Abs. 6, d. h. der Gehalt ist nicht nur in den in Anlage 1 aufgeführten Einheiten, sondern zusätzlich auch als Prozentsatz der in Anlage 1 empfohlenen Tagesdosen anzugeben. Nach Anlage 1 müssen die Stoffe in einer "signifikanten Menge" im Produkt enthalten sein. Diese wird regelmäßig dann als gegeben angesehen, wenn 15 % der angegebenen empfohlenen Tagesdosis in 100 g oder 100 ml oder in einer Portionspackung enthalten sind.

Die in § 6 NKV enthaltenen Verbote bestimmter Werbehinweise, z. B. hinsichtlich einer Schlankheitswerbung oder der Auslobung einer Brennwert- bzw. Nährstoffverminderung sind durch die Claims-Verordnung obsolet geworden.

Auf europäischer Ebene wird seit längerem eine verpflichtende Nährwertkennzeichnung diskutiert. Offen ist, wie und in welchem Umfang eine solche Nährwertkennzeichnung erfolgen soll. Der Verband der europäischen Lebensmittelindustrie (CIAA) hat zur besseren Verbraucherinformation ein Nährwertschema erarbeitet, welches zunehmend von der Lebensmittelwirtschaft als freiwillige Kennzeichnung zusätzlich zur Nährwertkennzeichnung gemäß NKV verwendet wird. Danach wird auf der Schauseite einer Lebensmittelverpackung der Brennwert des Lebensmittels pro Portion als absoluter Wert in Kilokalorien und als prozentualer Wert des Richtwertes für die Tageszufuhr (Guideline Daily Amounts – GDA) angegeben. Zusätzlich werden an anderer Stelle zusammenhängend Informationen zum Brennwert und den Gehalten an Zucker, Fett, gesättigten Fettsäuren und Natrium pro Portion gegeben, wiederum als absoluter Wert

und als prozentualer Wert der GDA. Bei alkoholfreien Getränken entspricht eine Portion entweder dem Packungsinhalt, wenn die Packung nur aus einer einzigen Portion besteht (z. B. bei einer 330 ml-Dose), oder aber einem Glas. Die europäische Erfrischungsgetränkeindustrie hat für die Portionseinheit ein Glas mit 250 ml definiert. Die GDA basieren auf einer 2000 kcal-Diät, was dem durchschnittlichen täglichen Energiebedarf einer erwachsenen Frau entspricht. Weitere Informationen finden sich im Internet unter <http://gda.ciaa.eu>. Der Bund für Lebensmittelrecht und Lebensmittelkunde hat die deutsche Übersetzung der CIAA-Broschüre zur GDA-Kennzeichnung angekündigt.

Abb. 3: GDA-Kennzeichnung



Zu beachten ist, dass neben dieser derzeit freiwilligen GDA-Kennzeichnung zusätzlich auch die "Big Eight" gemäß NKV angegeben werden müssen.

5.5.4 Claims-Verordnung (EG) Nr. 1924/2006

In der Verordnung (EG) Nr. 1924/2006 ("Health-Claims Verordnung") ist die Kennzeichnung von Lebensmitteln mit nährwert- und gesundheitsbezogenen Angaben sowie Angaben über die Reduzierung eines Krankheitsrisikos geregelt. Die Verwendung von Aussagen, die einen besonderen Bezug zur Ernährung und der Gesundheit herstellen, unterliegt seit der Geltung der Verordnung am 1. Juli 2007 einer gesetzlichen Zulassung.

Durch die Verordnung werden die allgemeinen Grundsätze der Richtlinie (EG) Nr. 2000/13 ("Kennzeichnungsrichtlinie") ergänzt und spezielle Vorschriften für die Verwendung von nährwert- und gesundheitsbezogenen Angaben bei Lebensmitteln festgelegt. Die Vorschriften der Richtlinie 90/494/EWG und deren nationale Umsetzung die nationale Umsetzung in Gestalt der Nährwertkennzeichnungs-Verordnung (NKV) sowie die Vorschriften der Health-Claims Verordnung sind parallel anzuwenden.

Auch die Vorschriften der Richtlinien 80/777/EWG und 98/83/EG, die in Deutschland mit der Mineral- und Tafelwasserverordnung und der Trinkwasserverordnung umgesetzt wurden, finden uneingeschränkt Anwendung. Umgekehrt finden die Regelungen Health-Claims Verordnung

auch im Bereich Mineral-, Tafel und Trinkwasser Anwendung, sofern in den genannten Vorschriften keine entgegenstehenden Regelungen getroffen wurden.

• Regelungsbereich

Die Regelungen der Health-Claims Verordnung finden Anwendung, wenn sich der Hersteller eines Lebensmittels entscheidet, freiwillig nährwert- oder gesundheitsbezogene Angaben bei einem Lebensmittel zu verwenden.

Nährwert- und gesundheitsbezogene Angaben sind dabei nur zulässig, wenn sie ausdrücklich zugelassen sind. Es gilt das "Verbotssprinzip mit Erlaubnisvorbehalt" (d.h. Aussagen die nicht ausdrücklich zugelassen sind, sind verboten). Zugelassene nährwertbezogenen Angaben ergeben sich aus dem Anhang der Health-Claims Verordnung, gesundheitsbezogene Angaben werden in eine Unionsliste aufgenommen, deren Erstellung derzeit in Arbeit ist.

Die allgemeinen Grundsätze zur Verwendung nährwert- und gesundheitsbezogener Angaben sind in Kapitel II (Art. 3 bis 7) festgelegt. Daneben sind bei der Verwendung nährwertbezogener Angaben die speziellen Vorschriften in Kapitel III (Art. 8 und 9) bzw. in Kapitel IV (Art. 10 – 19) bei gesundheitsbezogenen Angaben zu beachten.

• Allgemeine Grundsätze

Nährwert- und gesundheitsbezogene Angaben dürfen zum einen weder irreführend noch falsch sein (Art. 3) zum anderen müssen anerkannte wissenschaftliche Nachweise belegen, dass das Vorhandensein, das Fehlen oder der verringerte Gehalt eines Nährstoffs, auf den sich die Angabe bezieht, eine positive ernährungsbezogene Wirkung hat (Art. 5). Zudem muss die Substanz, die Gegenstand einer Auslobung sein soll im Endprodukt in einer ausreichenden Menge vorhanden sein (z.B. "reich an Vitamin C") bzw. nicht vorhanden sein (z.B. "zuckerfrei") oder ausreichend reduziert sein (z.B. "natriumarm"), um die positive ernährungsbezogene Wirkung zu erzielen.

Dabei müssen sich die nährwert- und gesundheitsbezogenen Angaben auf das verzehrsfertige Lebensmittel beziehen.

Werden gesundheitsbezogene Angaben von einem Lebensmittelunternehmer verwendet, ist darüber hinaus eine Nährwertkennzeichnung gemäß Art. 4 der Richtlinie 2000/13/EG zwingend erforderlich (Art. 7). Im Unterschied zu nährwertbezogenen Angaben [insofern wird auf die Ausführungen in Kapitel 5.5.3 zur Nährwertkennzeichnungsverordnung verwiesen] ist bei Verwendung einer gesundheitsbezogenen Angabe eine Nährwertkennzeichnung in Gestalt der "BIG 8" (d.h. Brennwert, Gehalt an Eiweiß, Kohlenhydraten, Zucker, Fett, gesättigten

Fettsäuren, Ballaststoffen und Natrium) zwingend erforderlich.

Als weitere Zulässigkeitsvoraussetzung nährwert- und gesundheitsbezogener Angaben sollen von der Kommission sog. Nährwertprofile festgelegt werden. Diese geben vor, welchen Gehalt an Fett, Zucker und Salz und anderen Nährstoffen ein Lebensmittel haben darf, damit es mit nährwert- und gesundheitsbezogenen Angaben beworben werden kann. Überschreitet nur ein einzelner Nährstoff das festgesetzte Nährwertprofil, ist eine nährwertbezogene Angabe unter der Voraussetzung zulässig, dass ein Hinweis auf der Verpackung auf den hohen Gehalt des Nährstoffs (der das Nährwertprofil nicht einhält) erfolgt.

Nährwertprofile, Verwendungsbedingungen sowie evtl. Ausnahmen, sollen von der Kommission unter Beteiligung der Mitgliedstaaten sowie nach vorheriger Begutachtung durch die EFSA festgelegt werden. Obwohl in der Verordnung eine Festlegung von Nährwertprofilen durch die Kommission bis zum 19.01.2009 vorgesehen ist, ist eine solche bisher nicht erfolgt. Wann mit einer Entscheidung zur (umstrittenen) Festsetzung von Nährwertprofilen gerechnet werden kann, ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt offen.

• Nährwertbezogene Angaben

Im Anhang der Health-Claims Verordnung sind die zugelassenen nährwertbezogenen Angaben aufgeführt. Nährwertbezogenen Angaben dürfen nur verwendet werden, wenn die festgelegten Anforderungen erfüllt sind. Dabei können auch Angaben verwendet werden, die für den Verbraucher dieselbe Bedeutung haben (z.B. "kalorienreduziert" statt "energiereduziert").

Eine nährwertbezogene Angabe ist jede Angabe (z.B. auch Bilder oder grafische Darstellungen), mit der erklärt, suggeriert oder mittelbar zum Ausdruck gebracht wird, dass ein Lebensmittel besondere Nährwerteigenschaften - aufgrund seines geringeren oder verminderten Brennwertes oder seines vorhandenen, nicht vorhandenen, verminderten oder erhöhten Gehalts an Nährstoffen oder anderen Stoffen - besitzt (Art. 2 Abs. 2 Nr. 4).

Angaben, die die Beschaffenheit des Lebensmittels oder seiner Zutaten charakterisieren, die aber in keinem Zusammenhang mit dem Nährwert (Brennwert oder Nährstoff) stehen, fallen nicht unter den Regelungsinhalt der Health-Claims Verordnung (z.B. "isotonisch").

Beispiele nährwertbezogener Angaben:

- "Energiereduziert" – Es wird vorausgesetzt, dass eine Verminderung des Brennwertes um mindestens 30 % vorliegt. Darüber hinaus besteht eine Pflicht zur Erläuterung der Brennwertreduktion (z.B. Verwendung

von Süßstoffen statt Saccharose). Auch wenn - im Gegensatz zu einer Reduktion eines Nährstoffs – nicht ausdrücklich darauf hingewiesen wird, worauf sich dieser Prozentsatz bezieht, ist es h.M. dass nur Lebensmittel der gleichen Gattung, mit der gleichen Produktbezeichnung und der gleichen Funktion vergleichbar (so Horst in ZLR, 1989, 7) sind.

- "Zuckerarm" – ist nur dann zulässig, wenn bestimmte Höchstmengen [5g Zucker pro 100 g bei festen Produkten bzw. 2,5 g Zucker pro 100 ml bei flüssigen Produkten] nicht überschritten werden.
- Die Verwendung der Angabe "zuckerfrei" ist nur dann möglich, wenn der festgesetzte Höchstgehalt von 0,5 g Zucker pro 100 g bzw. 100 ml eingehalten wird.
- "Ohne Zuckerzusatz" – Die Angabe ist nicht zulässig, wenn Mono- oder Disaccharide oder Lebensmittel wegen ihrer süßenden Eigenschaft zugesetzt werden. Wird eine Zutat nicht wegen ihrer süßenden Eigenschaft zugesetzt, sondern aus anderen Gründen (z.B. zur Geschmacksgebung) ist es erforderlich, einen Hinweis auf dem Erzeugnis anzubringen, dass "Zucker von Natur aus enthalten" ist.
- "Natriumarm" – ebenso wie bei der Verwendung der Angabe "zuckerarm" darf auch bei der Angabe "natriumarm" ein bestimmter Höchstgehalt nicht überschritten werden (0,12 g pro 100 g bzw. 100 ml). Bei anderen als natürlichen Mineralwässern, die in den Geltungsbereich der Richtlinie 80/777/EWG fallen, darf der Wert von 2 mg pro 100 ml nicht überstiegen werden.
- "Vitamin- oder Mineralstoff-Quelle" – eine solche Auslobung ist nur zulässig, wenn das Produkt mindestens eine signifikante Menge im Sinne des Anhangs der Richtlinie 90/496/EWG [in Deutschland umgesetzt durch die Nährwertkennzeichnungsverordnung] aufweist oder eine in Art. 6 der Verordnung 1925/2006/EG genannte Mindestmenge (siehe hierzu 5.5.3).
- "Reduzierter [Nährstoff]-Anteil" – es ist erforderlich, dass der Nährstoffanteil gegenüber vergleichbaren Produkten um mindestens 30 % reduziert ist [für Mikronährstoffe (10 %) und Natrium (25 %) gelten abweichende Mindestreduktionswerte]. Dabei hat der Vergleich zwischen Lebensmitteln derselben Kategorie und unter Berücksichtigung einer Reihe von Lebensmitteln dieser Kategorie zu erfolgen.
- "Leicht" – für eine Kennzeichnung mit der Angabe "leicht" gelten die gleichen Voraussetzungen wie für die Angabe "reduziert". Es ist zudem ein erläuternder Hinweis erforderlich, warum das Produkt "leicht" ist (z.B. "leicht weil brennwertvermindert").

- "von Natur aus/natürlich" – erfüllt ein Lebensmittel von Natur aus die im Anhang der Health-Claims Verordnung genannten Bedingungen für eine nährwertbezogene Angabe, so kann dies mit den Angabe "von Natur aus"/ "natürlich" herausgestellt werden.

Neben den vorgenannten Angaben sind im Anhang weitere nährwertbezogene Angaben und Bedingungen für ihre Verwendung aufgeführt, auf die an dieser Stelle nicht weiter eingegangen werden kann (Einzelheiten hierzu finden sich z.B. bei Zipfel/Rathke, Kommentar zum Lebensmittelrecht, C 111).

Abschließend ist darauf hinzuweisen, dass derzeit Gespräche auf europäischer Ebene stattfinden, die eine Änderung des Anhangs der Health-Claims Verordnung zum Gegenstand haben. So soll unter anderem die Verwendungsbedingung der "reduziert" Angabe dahingehend geändert werden, dass eine Reduktion der Energie bzw. eines Nährstoffs in Höhe von 25 % (statt dem bisher grundsätzlich geltenden Wert von 30 %) ausreichend sein soll. Zudem soll eine Angabe "x-% weniger" zukünftig zulässig sein. Eine Einigung auf die genauen Verwendungsbedingungen konnte bisher nicht erreicht werden. Mit einer Verabschiedung einer Verordnung zur Änderungen des Anhang wird allerdings in Laufe des Jahres 2011 gerechnet.

• Gesundheitsbezogene Angaben

Eine gesundheitsbezogene Angabe ist jede Angabe mit der erklärt, suggeriert oder mittelbar zum Ausdruck gebracht wird, dass ein Zusammenhang zwischen einer Lebensmittelkategorie, einem Lebensmittel oder seinen Bestandteilen einerseits und der Gesundheit andererseits besteht (z.B. "Calcium stärkt die Knochen", "stärkt die Abwehrkräfte").

Die Health-Claims Verordnung sieht vor, dass gesundheitsbezogene Angaben, in einer Unionsliste zusammengefasst werden, die von der Kommission nach Bewertung durch die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) verabschiedet wird. Obwohl in der Health-Claims Verordnung eine Frist zur Erstellung einer solchen Liste festgesetzt wurde (31.01.2010), liegt diese Liste bis zum heutigen Zeitpunkt nicht vor. Die EFSA beabsichtigt jedoch bis September 2011 alle eingereichten Angaben, die einen Gesundheitsbezug aufweisen, begutachtet zu haben. Unter Berücksichtigung des Gesetzgebungsverfahrens ist daher voraussichtlich erst im ersten Quartal 2012 mit einer Verabschiedung der Gemeinschaftsliste, die die zulässigen gesundheitsbezogenen Angaben auflistet, rechnen. Eine Ergänzung der Liste ist jederzeit möglich. Das Verfahren zur Beantragung einer gesundheitsbezogenen Angabe ist in den Art. 15 – 19 geregelt.

Unklarheit besteht zur Zeit über die Frage, ob bereits ein negatives Gutachten der EFSA zu einer Unzulässigkeit der Verwendung der gesund-

heitsbezogenen Angabe führt. Hierzu hat das Landgericht München in einem Beschluss (vom 30. April 2010) festgestellt, dass eine negative Bewertung einer Angabe durch die EFSA nicht automatisch ein Verbot der gesundheitsbezogenen Angabe nach sich zieht. Sofern andere Gutachten die behauptete Wirkung belegen, müssten auch diese Gutachten herangezogen werden. Dies gilt zumindest solange bis der Verordnungsgeber abschließend entscheidet (durch Verabschiedung der Unionsliste), ob und unter welchen Voraussetzungen negative oder positive Gutachten der EFSA zur Zulässigkeit oder Unzulässigkeit einer gesundheitsbezogenen Angabe führen.

Für negativ bewertete Angaben, die von der Kommission nicht zugelassen werden, wird nach den aktuellen Stand der Diskussionen voraussichtlich eine sechsmonatige Übergangsfrist zur Anwendung kommen.

Abweichend von den Regelungen zu gesundheitsbezogenen Angaben werden Angaben über die Reduzierung von Krankheitsrisiken wie "Calcium kann das Osteoporoserisiko senken" und für Angaben "über die Entwicklung und Gesundheit von Kindern" (Art. 13 Abs. 5 und 14) nicht in die Unionsliste aufgenommen. Diese bedürfen einer Einzelzulassung.

5.5.5 Zusatzstoff-Zulassungsverordnung

Kenntlich-
machung von
Zusatzstoffen

Die ZZuV enthält in § 9 Vorschriften zur Kenntlichmachung von Zusatzstoffen. Eine besondere Kenntlichmachung ist gemäß § 9 Abs. 1 ZZuV u. a. beim Zusatz von Farbstoffen, Konservierungsstoffen, Antioxidationsmitteln, Geschmacksverstärkern und Sulfiten erforderlich. Vorschriften zur Kenntlichmachung von Zusatzstoffen waren auch schon vor 1998 in der ZZuV enthalten. Sie wurden jedoch im Zuge der Neuordnung des Zusatzstoffrechts Anfang 1998 insbesondere bei der Abgabe loser Lebensmittel gegenüber dem alten Recht erweitert. Damit soll laut Amtlicher Begründung das verstärkte Informationsinteresse der Verbraucher über die Verwendung von Zusatzstoffen aufgegriffen werden.

Die Formulierung der Kenntlichmachung ist vorgegeben. Der Zusatzstoff selbst muss nicht angegeben werden:

- "mit Farbstoff",
- "mit Konservierungsstoff" oder "konserviert",
- "mit Antioxidationsmitteln",
- "mit Geschmacksverstärker",
- "geschwefelt" (sofern der Gehalt an Schwefeldioxid den Wert von 10 mg/l übersteigt).

Die Angaben sind nicht erforderlich bei Lebensmitteln in Fertigpackungen, wenn ein Zutatenverzeichnis angegeben ist. Bedeutung haben die Vorschriften deshalb vorwiegend bei der Abgabe der Getränke in loser

Form, z. B. in der Gastronomie. Die Angaben sind außerdem nicht notwendig, wenn die Zusatzstoffe nur den Zutaten des Getränks zugesetzt sind und im Getränk selbst keine technologische Wirkung mehr ausüben.

In diesem Zusammenhang wird auf die in Kapitel 5.2.6.1 bereits erwähnte besondere Kennzeichnungspflicht bei Verwendung bestimmter Farbstoffe gemäß Zusatzstoff-Verordnung 1333/2008 hingewiesen. Der Angabe lautet: "Bezeichnung oder E-Nummer des Farbstoffs/der Farbstoffe: Kann Aktivität und Aufmerksamkeit bei Kindern beeinträchtigen".

Darüber hinaus ist gemäß § 9 Abs. 2 ZZuV die Verwendung von Süßungsmitteln kenntlich zu machen. Diese Vorschrift basiert auf der EG-Richtlinie 96/21/EG. Bei Lebensmitteln, denen Süßungsmittel zugesetzt worden sind, muss in Verbindung mit der Verkehrsbezeichnung die Angabe "mit Süßungsmittel" bzw. "mit Süßungsmitteln" erfolgen. Wenn neben Süßungsmitteln auch noch Zuckerarten zugesetzt sind, muss in Verbindung mit der Verkehrsbezeichnung der Hinweis "mit einer Zuckerart und Süßungsmittel" angegeben werden; ggf. sind die Begriffe in der Mehrzahl zu verwenden. Unter Zuckerarten werden in diesem Zusammenhang alle Mono- und Disaccharide verstanden sowie alle Lebensmittel, die wegen ihrer süßenden Eigenschaften verwendet werden. Die Kenntlichmachung der Süßungsmittel ist auch erforderlich, wenn das Lebensmittel eine Zutatenliste enthält. In diesem Fall ist eine Doppeldeklaration vorgeschrieben. Inwieweit die Kenntlichmachung um die Verkehrsbezeichnung der verwendeten Zuckerarten und Süßungsmittel ergänzt werden darf, bleibt fraglich. Im Markt finden sich jedoch diätetische Lebensmittel, bei denen Fruktose als verwendete Zuckerart ausgewiesen wird. Die Tabelle 3 enthält Beispiele für die verschiedenen Kenntlichmachungen.

Tabelle 3: Kenntlichmachung von Süßungsmitteln

Getränke	Hinweise in Verbindung mit der Verkehrsbezeichnung
Limonade mit Saccharin und Cyclamat	"mit Süßungsmitteln"
Limonade mit Zucker und Saccharin	"mit einer Zuckerart und Süßungsmittel"
Limonade mit Zucker	keine Kenntlichmachung erforderlich
Fruchtsaftgetränk mit Honig und Acesulfam-K	"mit einer Zuckerart und Süßungsmittel"

Lebensmittel, die Aspartam enthalten, müssen außerdem den Hinweis "enthält eine Phenylalaninquelle" enthalten (§ 9 Abs. 4 ZZuV).

Bei loser Angabe, z. B. aus Getränkeautomaten, müssen die Angaben auf einem Schild auf oder neben dem Lebensmittel angebracht werden. Bei der Abgabe in Gaststätten oder in Einrichtungen zur Gemeinschaftsverpflegung müssen die Angaben auf den Speise- oder Getränkekarten oder in den Preisverzeichnissen erfolgen. Eine Angabe mittels Fußnoten ist dabei möglich.

Weiterhin müssen Lebensmittel in Fertigpackungen, deren Haltbarkeit durch eine Schutzatmosphäre verlängert worden ist, gemäß § 9 Abs. 7 ZZuV mit dem Hinweis "unter Schutzatmosphäre verpackt" kenntlich gemacht werden.

5.5.6 Los-Kennzeichnungs-Verordnung

§ 1 Abs. 1 LKV bestimmt, dass Lebensmittel nur in Verkehr gebracht werden dürfen, wenn sie mit einer Losangabe gekennzeichnet sind. Davon betroffen sind sowohl Lebensmittel in Fertigpackungen als auch Lebensmittel, die lose abgegeben werden, unabhängig davon, ob sie zur Abgabe an den Verbraucher oder zur Abgabe an den gewerblichen Weiterverarbeiter bestimmt sind. Die LKV hat insoweit einen weiteren Anwendungsbereich als die LMKV.

Los

Als Los gilt gemäß § 1 Abs. 2 LKV die Gesamtheit von Verkaufseinheiten eines Lebensmittels, das unter praktisch gleichen Bedingungen erzeugt, hergestellt oder verpackt wurde. Die Festlegung des Losumfanges obliegt dem Erzeuger, Hersteller oder Verpacker des betreffenden Lebensmittels oder dem ersten im Inland niedergelassenen Verkäufer. Durch die Loskennzeichnung soll eine Information über die Identität der Ware erfolgen, um beispielsweise bei Rückrufaktionen die erforderliche Eingrenzung der betroffenen Produktionen vornehmen zu können.

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass zumindest bei Markenartikeln die Herstellbedingungen praktisch immer gleich sind. Dennoch wird es zweckmäßig sein, den Losumfang auf eine überschaubare Größe festzulegen. Die Faktoren, die zur Eingrenzung des Losumfanges führen können, sind vielfältig; dazu können gehören: Wechsel der Chargen von Zutaten, Einsatz unterschiedlicher Produktionsanlagen, Schichtwechsel. Aus praktischen Erwägungen heraus wird häufig eine zeitliche Produkteinheit als Los festgelegt, z. B. eine Tagesproduktionsabfüllung.

§ 2 LKV sieht Ausnahmen von der Verpflichtung zur Angabe des Loses vor, von denen für den Getränkebereich folgende Ausnahmen relevant sein können. Die Loskennzeichnung kann entfallen,

- wenn das Mindesthaltbarkeitsdatum unverschlüsselt unter Angabe mindestens des Tages und des Monats in dieser Reihenfolge angegeben wird.
- wenn das Lebensmittel lose an den Endverbraucher abgegeben wird.

Die Angabe des Loses muss gut sichtbar, deutlich lesbar und unverwischbar angebracht werden. Die Angabe muss grundsätzlich der Buchstabe "L" vorangestellt werden. Die Verpflichtung zur Angabe "L" besteht jedoch nur dann, wenn die Loskennzeichnung sich nicht deutlich von anderen Angaben auf dem Etikett, Handelsdokument usw. unterscheidet. Ist dabei ein Lebensmittel in einer Fertigpackung verpackt und zur Abgabe an den Endverbraucher oder Großverbraucher bestimmt, dann ist die Loskennzeichnung auf der Fertigpackung selbst (z. B. Verschluss) oder auf dem Etikett anzubringen. Bei anderen Lebensmitteln kann die Angabe auf dem Behälter, der Verpackung oder in einem Begleitpapier erfolgen.

5.6 Produktspezifische Kennzeichnung

Nachfolgend werden die Kennzeichnungsanforderungen an alkoholfreie Getränke erläutert, die sich aus den jeweiligen Produktvorschriften sowie aus den Leitsätzen für Fruchtsäfte und Erfrischungsgetränke ergeben und die die Anforderungen der LMKV und mögliche Verstöße gegen § 11 LFGB spezifizieren.

5.6.1 Erfrischungsgetränke

Im Folgenden werden die in den Leitsätzen für Erfrischungsgetränke von 2003 niedergelegten üblichen Kennzeichnungsanforderungen wiedergegeben.

Werden Erfrischungsgetränke am Quellort ausschließlich mit natürlichem Mineralwasser oder Quellwasser hergestellt und abgefüllt, kann darauf in der Verkehrsbezeichnung hingewiesen werden, z. B. "Apfelschorle mit natürlichem Mineralwasser".

Bei Erfrischungsgetränken, ausgenommen bei klaren Limonaden, erfolgt eine naturgetreue Abbildung von Früchten oder Pflanzenteilen nur bei Verwendung entsprechender Fruchtsäfte und/oder Fruchtmark.

Bei einem Hinweis auf die Mitverwendung von Fruchtsaft oder Fruchtmark wird der Gehalt an Fruchtsaft und/oder Fruchtbestandteilen angegeben.

5.6.1.1 Fruchtsaftgetränke

Fruchtsaft-
getränk

"Fruchtsaftgetränk" ist eine nach allgemeiner Verkehrsauffassung übliche Bezeichnung im Sinne des § 4 Abs. 1 Nr. 1 LMKV. Diese Verkehrsbezeichnung wird zum Teil auch durch die Nennung der geschmackgebenden Frucht bzw. Früchte ergänzt, z. B. "Fruchtsaftgetränk Orange".

5.6.1.2 Fruchtschorlen

Fruchtschorle

In der Verkehrsbezeichnung einer Fruchtschorle wird auf die geschmackgebende Frucht oder die geschmackgebenden Früchte hingewiesen, z. B. "Apfelschorle" oder "Apfelsaft-Schorle". Bei Verwendung von mehr als zwei Fruchtarten ist "Mehrfruchtschorle" eine übliche Verkehrsbezeichnung. Wird bei einer Mehrfruchtschorle auf eine bestimmte Geschmacksrichtung hingewiesen, werden alle verwendeten Fruchtarten angegeben.

5.6.1.3 Limonaden

Limonade

Die Verkehrsbezeichnung "Limonade" kann durch die Nennung der geschmackgebenden Frucht bzw. Früchte ergänzt werden.

Als Hinweis auf den Geschmack werden Bezeichnungen wie "Limonade mit Apfel-Geschmack", "Limonade mit Apfel-Aroma" verwendet.

Bei Limonaden ohne Kohlensäurezusatz wird dies mit einem entsprechenden Hinweis in Verbindung mit der Verkehrsbezeichnung kenntlich gemacht.

5.6.1.4 Brausen

Brause

Die Verkehrsbezeichnung "Brause" kann durch Hinweise auf den Geschmack ergänzt werden, z. B. "mit Waldmeister-Geschmack" oder "mit Waldmeister-Aroma".

Die in früheren Leitsätzen genannten Bezeichnungen "künstliches Kaltgetränk" und "künstliches Heißgetränk" für Brausen ohne Kohlensäurezusatz werden in den Leitsätzen von 2003 nicht mehr aufgeführt.

5.6.1.4 Koffeinhaltige und chininhaltige Erfrischungsgetränke

Koffeinhaltige Erfrischungsgetränke müssen mit einem Hinweis darauf in Verkehr gebracht werden wie "koffeinhaltige Limonade". Dies ergibt sich aus der Verordnung über koffeinhaltige Erfrischungsgetränke.

Chininhaltige Erfrischungsgetränke müssen gemäß § 5 AromenV mit der Angabe "chininhaltig" gekennzeichnet sein. Sie werden in der Regel mit zusätzlichen Bezeichnungen wie "Tonic" oder "Bitter" gekennzeichnet.

Im Jahr 2004 wurden Erzeugnisse, die nach den Vorschriften der LMKV zu kennzeichnen sind, d. h. Erfrischungsgetränke in Fertigpackungen für den Endverbraucher oder Großverbraucher, von beiden Regelungen ausgenommen. Zeitgleich wurden die besonderen Kennzeichnungsregelungen für Koffein und Chinin in die LMKV aufgenommen. Insofern haben die genannten Regelungen der Verordnung über koffeinhaltige Erfrischungsgetränke und der AromenV nur noch Bedeutung bei der losen Abgabe. Nach Amtlicher Begründung soll dieses bis zur geplanten umfassenden Regelung für die Kennzeichnung loser Ware bestehen bleiben.

5.6.1.5 Mineralstoffgetränke

Für Mineralstoffgetränke sind unter Berücksichtigung des redlichen Handelsbrauches als Verkehrsbezeichnung u. a. folgende Bezeichnungen festzustellen:

- Mineralstoffgetränk,
 - Mineral-Drink, Mineral-Getränk, Multi-Mineral-Drink,
 - Sportgetränk mit Zusatz von Mineralstoffen
- sowie weitere gleichsinnige Bezeichnungen.

Ein Hinweis auf eine isotonische, hypotonische oder hypertonische Wirkung ist üblich. Die Menge der einzelnen enthaltenen Mineralstoffe wird bezogen auf 100 Milliliter des verzehrfertigen Getränks angegeben.

5.6.2 Fruchtsäfte und Fruchtnektare

Nachfolgend sollen die Anforderungen an die Kennzeichnung von Fruchtsäften und Fruchtnektaren erläutert werden, die sich aus der FruchtsaftV und aus den Leitsätzen des Deutschen Lebensmittelbuches für Fruchtsäfte ergeben. Die Vorschriften der DiätV und der NKV bleiben unberührt.

Die FruchtsaftV regelt in § 3 Kennzeichnungsanforderungen für Fruchtsäfte und Fruchtnektare.

Koffeinhaltige Erfrischungsgetränke

Chininhaltige Erfrischungsgetränke

Mineralstoffgetränk

Verkehrsbezeichnungen

In § 3 Abs. 1 FruchtsaftV heißt es, dass für die in Anlage 1 aufgeführten Erzeugnisse die dort genannten Bezeichnungen Verkehrsbezeichnungen im Sinne der LMKV sind. Danach sind Verkehrsbezeichnungen für Produkte der FruchtsaftV "Fruchtsaft", "Fruchtsaft aus Fruchtsaftkonzentrat" "konzentrierter Fruchtsaft"/"Fruchtsaftkonzentrat", "getrockneter Fruchtsaft"/Fruchtsaftpulver" und "Fruchtnektar".

Gemäß § 3 Abs. 2 FruchtsaftV ist der Wortbestandteil "Frucht" durch die verwendete Fruchtart zu ersetzen, sofern das Erzeugnis nur aus einer einzigen Fruchtart besteht.

Mehrfruchtsaft

Stammt das Erzeugnis von zwei oder mehr Fruchtarten, so ist gemäß § 3 Abs. 3 die Verkehrsbezeichnung durch die Aufzählung der verwendeten Fruchtarten in absteigender Reihenfolge der in dem Erzeugnis enthaltenen Mengen zu ergänzen. Bei Erzeugnissen, die aus mehr als zwei Fruchtarten hergestellt sind, kann abweichend von der Aufzählung der verwendeten Fruchtarten in absteigender Reihenfolge die Angabe "Mehrfruchtsaft" oder die Angabe "... Fruchtsaft" unter Angabe der Zahl der verwendeten Fruchtarten gebraucht werden (z.B. "Vierfruchtsaft").

Entsprechend § 3 Abs. 2 FruchtsaftV darf "Süßmost" in Verbindung mit der Verkehrsbezeichnung nur bei einem Fruchtsaft, der aus Birnen, ggf. unter Hinzufügung von Äpfeln, jedoch ohne Zuckerzusatz, oder bei einem Fruchtnektar, der ausschließlich aus Fruchtsäften, konzentrierten Fruchtsäften oder einem Gemisch dieser beiden Erzeugnisse hergestellt wurde, die auf Grund ihres hohen Säuregehaltes zum unmittelbaren Genuss nicht geeignet sind. Außerdem können zusätzlich zur Angabe der Verkehrsbezeichnung unter den dafür vorgesehenen Voraussetzungen folgende fremdsprachigen Bezeichnungen verwendet werden: "Æblemost" oder "Äpplemust" für Apfelsaft ohne Zuckerzusatz, "Sur...saft" in Verbindung mit der Angabe der verwendeten Frucht in dänischer Sprache für Saft ohne Zuckerzusatz aus schwarzen, roten oder weißen Johannisbeeren, Kirschen, Himbeeren, Erdbeeren oder Holunderbeeren, "Sød...saft" oder "sødet...saft" für einen Saft mit einem Zuckerzusatz von mehr als 200 g/l, "Vruchtendrank" für Fruchtnektar, "Succo e polpa" oder "Sumo e polpa" für Fruchtnektar, der ausschließlich aus Fruchtmarmelade oder konzentriertem Fruchtmarmelade hergestellt wurde, und "mosto" für Traubensaft.

Weiterhin bestehen gemäß § 3 Abs. 3 FruchtsaftV zusätzlich zu den nach LMKV vorgeschriebenen Angaben folgende Kennzeichnungsverpflichtungen:

- bei Fruchtsäften, denen zur Erzielung eines süßen Geschmacks Zuckerarten zugesetzt wurden, die in die Verkehrsbezeichnung einbezogene Angabe "gezuckert" oder "mit Zuckerzusatz", gefolgt von der Angabe der höchstens zugesetzten Zuckermenge in Gramm je Liter, bezogen auf die Trockenmasse,
- bei Fruchtsäften der Zusatz von Fruchtfleisch oder Zellen,

- bei Mischungen aus Fruchtsäften und aus Konzentrat gewonnenen Fruchtsäften sowie bei Fruchtnektar, der ganz oder teilweise aus einem oder mehreren konzentrierten Erzeugnissen gewonnen wurde, die Angabe "aus Fruchtsaftkonzentrat(en)" oder "teilweise aus Fruchtsaftkonzentrat(en)" (deutlich hervortretend und in Verbindung mit der Verkehrsbezeichnung),
- bei Fruchtnektar der Mindestgehalt an Fruchtsaft oder Fruchtmark durch die Angabe "Fruchtgehalt: mindestens ...%" (im selben Sichtfeld wie die Verkehrsbezeichnung),
- bei konzentrierten Fruchtsäften oder Fruchtsaftkonzentraten, die nicht zur Abgabe an den Endverbraucher oder Großverbraucher bestimmt sind, und denen Zuckerarten oder Zitronensaft oder zugelassene Säuerungsmittel zugesetzt wurden, die Angabe der jeweiligen Menge.

Die Art und Weise der nach § 3 Abs. 3 geforderten Kennzeichnung muss § 3 Abs. 3 und 4 LMKV entsprechen, d. h. die Angaben müssen insbesondere an gut sichtbarer Stelle, leicht verständlich, deutlich lesbar und unverwischbar und nicht durch andere Angaben oder Bildzeichen verdeckt vorgenommen werden (siehe Kap. 5.5.1.7).

Abweichend von § 3 Abs. 1 Nr. 3 LMKV ist die Angabe der zur Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes der Fruchtsäfte aus Fruchtsaftkonzentrat, konzentriertem Fruchtsaft und getrocknetem Fruchtsaft unerlässlichen Zutaten im Zutatenverzeichnis nicht erforderlich. Hiervon betroffen sind insbesondere das für die Rückverdünnung erforderliche Wasser und Aroma.

Weiterhin werden in den Leitsätzen für Fruchtsäfte im Abschnitt D "Bezeichnung und Aufmachung" einige Ausführungen zur Kennzeichnung gemacht und Bedingungen festgelegt werden, die Voraussetzung für bestimmte Werbeaussagen sind. Einige Ausführungen sind durch die Änderung der FruchtsaftV bzw. der Verabschiedung der Claims-Verordnung hinfällig geworden. Nachfolgend werden auf einige, im Markt bedeutende Ausführungen genannt.

Gemäß den Leitsätzen sind die Angaben "klar" und "naturtrüb" verkehrszüblich. Die Angabe "Fruchtgehalt 100 %" bei Fruchtsäften schließt den Zusatz von Genuss säuren, Zuckerarten (einschließlich Korrekturzucker) und Zusatzstoffen mit Ausnahme der L-Ascorbinsäure aus. Die Angabe "mild" oder eine gleichsinnige Angabe wird bei Fruchtsäften verwendet, wenn bestimmte Gesamtsäuregehalte unterschritten werden oder der Fruchtsaft "im Gesamtbild einen milden Charakter aufweist".

5.6.3 Wasser

Die Mineral- und TafelwasserV enthält Anforderungen an die Kennzeichnung von natürlichem Mineralwasser, Quellwasser und Tafelwasser.

5.6.3.1 Natürliches Mineralwasser

Natürliches Mineralwasser § 8 Abs. 1 - 4 der Mineral- und TafelwasserV nennt verschiedene Bezeichnungen für natürliches Mineralwasser, die Verkehrsbezeichnungen im Sinne der LMKV sind:

Verkehrsbezeichnung	Anforderung
Natürliches Mineralwasser	§ 2 Mineral- und TafelwasserV
Natürliches kohlensäurehaltiges Mineralwasser	gleicher Gehalt an Kohlensäure wie vorhandener Quellsäuregehalt bei Quellaustritt vor etwaiger Behandlung und spontan und leicht wahrnehmbares Freisetzen von Kohlendioxid nach Abfüllen oder von Natur aus.
Natürliches Mineralwasser mit eigener Quellsäure versetzt	Gehalt an Kohlendioxid stammt aus gleichem Quellvorkommen und ist nach etwaiger Dekantation und nach Abfüllen höher als am Quellaustritt
Natürliches Mineralwasser mit Kohlensäure versetzt	Zusatz von nicht-quelleigenem Kohlendioxid

Bei Vorliegen dieser Anforderungen müssen die vorgenannten Verkehrsbezeichnungen gewählt werden. Daneben sind folgende zusätzliche Bezeichnungen bei Einhaltung folgender Anforderungen statthaft:

Zusätzliche Bezeichnung	Voraussetzung
Säuerling, Sauerbrunnen oder gleichsinnig	natürlicher Kohlendioxidgehalt von mehr als 250 mg/l und keine Veränderung außer Zusatz von Kohlendioxid
Sprudel	gleiche Bedingung wie vor und Hervorsprudeln unter natürlichem Kohlendruck; eine Abfüllung unter Kohlendioxidzusatz ist möglich

Bei natürlichem Mineralwasser, bei dem in der Verkehrsbezeichnung auf die zugesetzte Kohlensäure hingewiesen wird, bedarf dieser Zusatz abweichend von § 3 Abs. 1 LMKV im Verzeichnis der Zutaten keiner Angabe (§ 8 Abs. 9 Mineral- und TafelwasserV).

Zusätzlich zu den durch die LMKV vorgeschriebenen Angaben müssen gemäß § 8 Abs. 7 und 8 Mineral- und TafelwasserV - deutlich sichtbar, leicht lesbar und unverwischbar – sowie gemäß Art. 4 der Verordnung (EU) Nr. 115/2010 die nachfolgenden Angaben angebracht werden:

- der Ort der Quellennutzung und der Name der Quelle;
- die Angabe der Zusammensetzung unter Nennung der charakterisierenden Bestandteile (Analyseauszug), bei Gehalten von mehr als 1,5 mg Fluorid im Liter den vorhandenen Fluoridgehalt;
- "Kohlensäure ganz entzogen" oder "Kohlensäure teilweise entzogen", sofern eine diesbezügliche Bearbeitung vorgenommen wurde;
- "Dieses Wasser ist einem zugelassenen Oxidationsverfahren mit ozonangereicherter Luft unterzogen worden" in unmittelbarer Nähe des Analyseauszugs, wenn eine entsprechende Behandlung erfolgt ist;
- "Dieses Wasser wurde einem zugelassenen Adsorptionsverfahren unterzogen" in der Nähe der Analyseangaben, wenn eine Behandlung zur Fluoridentfernung erfolgt ist;
- "Enthält mehr als 1,5 mg/ Fluorid: Für Säuglinge und Kinder unter 7 Jahren nicht zum regelmäßigen Verzehr geeignet" in unmittelbarer Nähe der Verkehrsbezeichnung bei entsprechenden Fluoridgehalten.

§ 9 Mineral- und TafelwasserV enthält Regelungen zu irreführenden Angaben. Danach darf ein natürliches Mineralwasser, das aus ein und derselben Quelle stammt, nicht unter mehreren Quellnamen oder anderen gewerblichen Kennzeichen in den Verkehr gebracht werden, die den Eindruck erwecken können, das Mineralwasser stamme aus verschiedenen Quellen.

Wird für ein natürliches Mineralwasser auf Etiketten oder Aufschriften oder in der Werbung zusätzlich zum Namen der Quelle oder dem Ort ihrer Nutzung ein anderes gewerbliches Kennzeichen verwendet, das den Eindruck des Namens einer Quelle oder des Ortes einer Quellnutzung erwecken kann, so muss der Name der Quelle oder der Ort ihrer Nutzung in Buchstaben angegeben werden, die mindestens eineinhalbmal so hoch und breit sind wie der größte Buchstabe, der für die Angabe des anderen gewerblichen Kennzeichens benutzt wird.

Hinweise auf den Gehalt an bestimmten Inhaltsstoffen oder auf eine besondere Eignung des Wassers sind möglich, sie sind nicht obligatorisch. Bei Hinweisen dieser Art, die den Aussagen der Anlage 6 Mineral- und TafelwasserV entsprechen, sind die dort genannten Anforderungen einzuhalten. Anlage 6 stellt keine abschließende Liste der Bewerbungsmöglichkeiten dar.

Vorgeschriebene Angaben

Irreführende Angaben

Tab. 4: Anlage 6 der Mineral- und TafelwasserV

Angaben	Anforderungen
Mit geringem Gehalt an Mineralien	Der als fester Rückstand berechnete Mineralstoffgehalt beträgt nicht mehr als 500 mg/l
Mit sehr geringem Gehalt an Mineralien	Der als fester Rückstand berechnete Mineralstoffgehalt beträgt nicht mehr als 50 mg/l
Mit hohem Gehalt an Mineralien	Der als fester Rückstand berechnete Mineralstoffgehalt beträgt mehr als 1.500 mg/l
Bicarbonathaltig	Der Hydrogencarbonat-Gehalt beträgt mehr als 600 mg/l
Sulfathaltig	Der Sulfatgehalt beträgt mehr als 200 mg/l
Chloridhaltig	Der Chloridgehalt beträgt mehr als 200 mg/l
Calciumhaltig	Der Calciumgehalt beträgt mehr als 150 mg/l
Magnesiumhaltig	Der Magnesiumgehalt beträgt mehr als 50 mg/l
Fluoridhaltig	Der Fluoridgehalt beträgt mehr als 1 mg/l
Eisenhaltig	Der Gehalt an zweiwertigem Eisen beträgt mehr als 1 mg/l
Natriumhaltig	Der Natriumgehalt beträgt mehr als 200 mg/l
Geeignet für die Zubereitung von Säuglingsnahrung	Der Gehalt an Natrium darf 20 mg/l, an Nitrat 10 mg/l, an Nitrit 0,02 mg/l, an Sulfat 240 mg/l, an Fluorid 0,7 mg/l, an Mangan 0,05 mg/l, an Arsen 0,005 mg/l und an Uran 0,002 mg/l nicht überschreiten. Die in § 4 Abs. 1 Satz 3 genannten Grenzwerte*

müssen auch bei der Abgabe an den Verbraucher eingehalten werden. Bei der Abgabe an den Verbraucher darf in natürlichem Mineralwasser die Aktivitätskonzentration von Radium-226 den Wert von 125 mBq/ und von Radium-228 den Wert von 20 mBq/l nicht überschreiten. Sind beide Radionuklide enthalten, darf die Summe der Aktivitätskonzentrationen, ausgedrückt in Vihundertteilen der zulässigen Höchstkonzentration, 100 nicht überschreiten.

Geeignet für natriumarme Ernährung

Der Natriumgehalt beträgt weniger als 20 mg/l

*Anmerkung: Gesamtkeimzahl bei 20°C Bebrütungstemperatur: max. 100 Keime/ml bei 37°C Bebrütungstemperatur: max. 20 Keime/ml

5.6.3.2 Quellwasser und Tafelwasser

Die Verkehrsbezeichnung "Quellwasser" und "Tafelwasser" ergeben sich aus §§ 10 und 14 Mineral- und TafelwasserV. Bei Tafelwasser, das mindestens 570 mg/l Natriumhydrogencarbonat sowie Kohlendioxid enthält, kann die Verkehrsbezeichnung durch die Bezeichnung "Sodawasser" ersetzt werden.

Soweit Quellwasser oder Tafelwasser mit Kohlendioxid versetzt wird, darf die Verkehrsbezeichnung durch einen Hinweis hierauf ergänzt werden. Eine bestimmte Formulierung ist hier, im Gegensatz zu den natürlichen Mineralwässern, nicht vorgeschrieben. Es dürfte sich jedoch empfehlen, sich an den für das natürliche Mineralwasser vorgesehenen Bezeichnungen zu orientieren (z. B. "Quellwasser mit Kohlensäure versetzt"). Sofern in der Verkehrsbezeichnung auf den Kohlensäurezusatz hingewiesen wird, braucht dieser nicht im Verzeichnis der Zutaten angegeben zu werden. Bei Quellwasser muss wie bei natürlichem Mineralwasser der Ort der Quellsnutzung und der Name der Quelle angegeben werden (§ 14 Abs. 5 Mineral- und TafelwasserV). Quellwasser muss außerdem ebenfalls den Hinweis "Dieses Wasser ist einem zugelassenen Oxidationsverfahren mit ozonangereicherter Luft unterzogen worden" deutlich sichtbar, leicht lesbar und unverwischbar auf dem Behältnis tragen, wenn eine entsprechende Behandlung stattgefunden hat. Gemäß Art. 4 der Verordnung (EU) Nr.

Quellwasser
Tafelwasser
Sodawasser

Selters
Selterswasser

115/2010 muss in der Nähe der Analyseangaben der Hinweis "Dieses Wasser wurde einem zugelassenen Adsorptionsverfahren unterzogen" angebracht werden, sofern das Quellwasser einer Behandlung zur Fluoridentfernung unterzogen wurde.

§ 15 Mineral- und TafelwasserV enthält Regelungen über irreführende Angaben. Danach dürfen Quell- und Tafelwasser nicht mit Hinweisen oder in einer Aufmachung in Verkehr gebracht werden, dass sie mit natürlichem Mineralwasser verwechselt werden können. Unzulässige Bezeichnungen sind insbesondere Mineralwasser, Sprudel, Sauerling, Quelle, Brunn, Brunnen, unabhängig davon, ob sie als solche oder in Wortverbindungen als Teil der Firmenbezeichnung oder in Phantasiebezeichnungen verwendet werden.

Bei Tafelwasser sind Hinweise und Aufmachungen verboten, die sich auf eine bestimmte geographische Herkunft beziehen (ausgenommen Sole) bzw. die geeignet sind, eine solche vorzutäuschen.

Entsprechend der Regelung des § 15 Abs. 2 Mineral- und TafelwasserV dürfen Quell- und Tafelwasser mit einem Hinweis auf ihre Eignung zur Säuglingsernährung unter den dort und in § 11 Abs. 3 genannten Bedingungen in Verkehr gebracht werden.

Die Bezeichnungen "Selters" oder "Selterswasser" wurden früher für mineralarme und künstliche Mineralwässer verwendet. Die Verkehrsauffassung hat sich zu diesen Begriffen im Laufe der Zeit geändert. Heute werden unter diesen Bezeichnungen natürliche Mineralwässer aus dem Raum Selters in Verkehr gebracht (Amtliche Begründung zu § 14 Mineral- und TafelwasserV, zitiert bei Zipfel C 435 14 Rdn. 1)

5.7 Eichgesetz und Fertigpackungsverordnung

Nachfolgend werden die Anforderungen der eichrechtlichen Regelungen erläutert, die bei der Herstellung und dem Inverkehrbringen von alkoholfreien Getränken in Fertigpackungen zu beachten sind. Einschlägig sind hier das EichG und die Verordnung über Fertigpackungen (FPV).

Gegenstand des EichG sind u. a. Vorschriften, die eine richtige Messung sicherstellen. Angesprochen sind dabei Messungen im geschäftlichen Verkehr sowie auch Messungen im amtlichen Verkehr. Hieraus resultiert zugleich die ebenfalls im EichG normierte Verpflichtung, dass der Besitzer eines Messgerätes die Genauigkeit desselben amtlich überprüfen lassen muss. Diese Eichpflicht gilt nicht für Messgeräte, die nur zur Herstellung von Fertigpackungen gleicher Füllmengen verwendet werden. Es steht mit- hin nicht das Messgerät, sondern das Messergebnis im Vordergrund.

Die FPV enthält u. a. die Anforderungen an die Kennzeichnung der Füllmenge und des Grundpreises von Fertigpackungen sowie an die Genauigkeit bei der Abfüllung.

Alkoholfreie Getränke werden weitgehend in Fertigpackungen abgefüllt. Der Begriff "Fertigpackungen" wird in § 6 Abs. 1 EichG definiert als "Erzeugnisse in Verpackungen beliebiger Art, die in Abwesenheit des Käufers abgepackt und verschlossen werden, wobei die Menge des darin enthaltenen Erzeugnisses ohne Öffnen oder merkliche Änderung der Verpackung nicht verändert werden kann".

5.7.1 Füllmengenregelung

Fertigpackungen dürfen gemäß § 7 Abs. 1 EichG nur hergestellt, eingeführt oder in den Verkehr gebracht werden, wenn die Nennfüllmenge angegeben ist und die Füllmenge den festgelegten Anforderungen entspricht.

Hierzu gehört insbesondere, dass die Füllmenge von Fertigpackungen gleicher Nennfüllmenge zum Zeitpunkt der Herstellung im Mittel die Nennfüllmenge nicht unterschreitet (mittlere Füllmenge) und festgelegte Minusabweichungen nicht überschreitet (§ 22 FPV).

Als Nennfüllmenge wird die auf der Fertigpackung angegebene Menge bezeichnet; die Füllmenge ist dagegen die in der Fertigpackung tatsächlich enthaltene Menge.

5.7.1.1 Kennzeichnung

Fertigpackungen dürfen gewerbsmäßig nur mit einer Füllmengenangabe in den Verkehr gebracht werden. Eine Ausnahme von dieser Verpflichtung ist in § 30 Abs. 1 FPV für Fertigpackungen mit einer Füllmenge von weniger als 5 Milliliter vorgesehen, soweit eine Mengenkennzeichnung nicht durch andere Rechtsvorschriften vorgeschrieben ist.

Die Füllmengenangabe bei Getränken hat in Milliliter, Zentiliter oder Liter zu erfolgen (§§ 7 Abs. 2 und 18 Abs. 4 FPV). Bei Getränken in Fertigpackungen, die ausschließlich für den Letztverbraucher bestimmt sind, die das Erzeugnis in ihrer selbständigen, beruflichen oder gewerblichen Tätigkeit verwenden, darf gemäß § 7 Abs. 2 Satz 3 FPV von der Verpflichtung der Mengenkennzeichnung nach Volumen abgewichen werden (siehe auch Kap. 5.7.6).

Der Zahlenangabe ist der Name der Einheit oder das Einheitszeichen (ml, cl, l bzw. L) anzufügen.

Fertig-
packungen

Nennfüll-
menge

mittlere
Füllmenge

An die Größe der Zahlenangaben werden folgende Mindestanforderungen gestellt (§ 20 FPV).

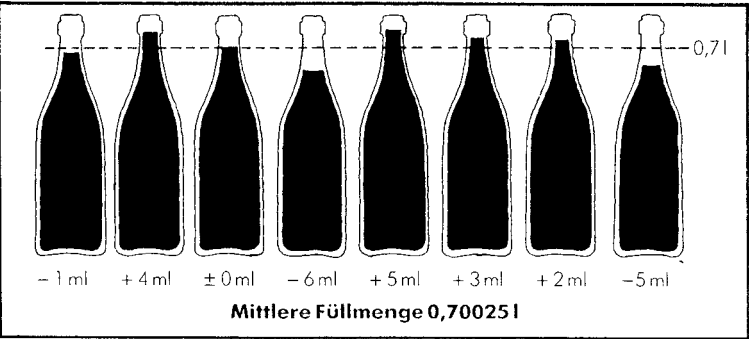
Abb. 4: Schriftgrößenfestlegung

Nennfüllmenge in ml			Schriftgröße in mm
	5 bis	50	mindestens 2
mehr als	50 bis	200	mindestens 3
mehr als	200 bis	1.000	mindestens 4
mehr als	1.000		mindestens 6

5.7.1.2 Mittelwert

Zum Zeitpunkt der Herstellung von Fertigpackungen gleicher Füllmenge oder ihrer Einführung darf die mittlere Füllmenge die Nennfüllmenge nicht unterschreiten. Der Mittelwert ist immer der arithmetische Mittelwert. Er ist die Summe von Einzelwerten, geteilt durch die Anzahl der Einzelwerte. Die Mittelwertforderung besagt, dass unterfüllte Fertigpackungen durch entsprechend überfüllte Fertigpackungen ausgeglichen werden müssen. Das bedeutet, dass z.B. bei einer bestimmten Anzahl gefüllter Flaschen der Inhalt größer sein muss, während andere auch weniger enthalten können. Diese Mittelwertbestimmung ist auf eine Temperatur von 20°C bezogen.

Abb. 5: Schwankungsbreite bei einer Nennfüllmenge von 0,7 l



5.7.1.3 Toleranzen

Zusätzlich zur Mittelwertforderung sind Toleranzgrenzen festgelegt, die die zulässigen Abweichungen begrenzen. Es gibt eine untere Toleranzgrenze (TU1) und eine unterste Toleranzgrenze (TU2).

Bei Fertigpackungen gleicher Nennfüllmenge sind zum Zeitpunkt der Herstellung folgende Minusabweichungen gestattet (§ 22 FPV):

Nennfüllmenge in ml	Zulässige Minusabweichung in % der Nennfüllmenge	in ml
5 bis 50	9	-
50 bis 100	-	4,5
100 bis 200	4,5	-
200 bis 300	-	9
300 bis 500	3	-
500 bis 1.000	-	15
1.000 bis 10.000	1,5	-

Diese zulässige Abweichung (TU1) darf von maximal 2% aller Fertigpackungen überschritten werden. Das Zweifache der zulässigen Abweichung (TU2) darf von keiner Packung überschritten werden.

5.7.1.4. Füllmengenkontrolle

Die Einhaltung der Mittelwertforderung sowie die Einhaltung der unteren bzw. untersten Toleranzgrenze ist vom Hersteller von Fertigpackungen gleicher Nennfüllmenge nach den allgemein anerkannten Regeln der statistischen Qualitätssicherung regelmäßig zu überprüfen (§ 27 Abs. 1 FPV). Somit ist eine stichprobenweise Überprüfung zulässig.

Die Kontrolle ist mit einem geeigneten Messgerät nach Anlage 7 FPV durchzuführen. Zur Eignung gehört insbesondere, dass das Messgerät geeicht ist.

Die Ergebnisse der Überprüfungen sind ebenfalls entsprechend den Regeln der statistischen Qualitätssicherung aufzuzeichnen (§ 27 Abs. 4 FPV). Die Aufzeichnungen sind bis zur Kontrolle durch die zuständige Behörde aufzubewahren und zur Einsicht vorzulegen.

Toleranzgrenzen

5.7.2 Standardisierung

Mit der Sechsten Verordnung zur Änderung der FPV wurden die verbindlichen Werte für Nennfüllmengen von Fertigpackungen mit Ausnahme bestimmter Weinerzeugnisse und Spirituosen aufgehoben. Seit dem 11. April 2009 dürfen alkoholfreie Getränke in beliebigen Nennfüllmengen abgefüllt werden.

5.7.3 Maßbehältnisse

Maßbehältnisse Erleichterungen bestehen bei der Abfüllung von Maßbehältnissen; dies sind nach § 2 FPV:

"(1) Behältnisse aus formbeständigem Material in Flaschenform (Flaschen) mit einem Nennvolumen von nicht mehr als 5 Liter sind Maßbehältnisse, wenn sie die Angaben nach Absatz 3 tragen und die Genauigkeitsanforderungen nach § 3 Abs. 1 bis 3 einhalten. Haben Flaschen ein in der nachstehenden Tabelle aufgeführtes Nennvolumen und halten ihre Randvollvolumen die in der Tabelle festgelegten Größenwerte und die Genauigkeitsanforderungen des § 3 Abs. 1 bis 3 ein, so sind sie Maßbehältnisse, auch wenn sie die Angaben nach Abs. 3 Nr. 1 und 2 nicht tragen:

Nennvolumen in ml	Randvollvolumen in ml
20	21,5
25	27
30	32,5
40	42,5

- (2) Bei Maßbehältnissen ist
1. das Nennvolumen das auf der Flasche angegebene Volumen,
 2. das Randvollvolumen das Flüssigkeitsvolumen, das die Flasche enthält, wenn sie bis zur oberen Randebene gefüllt ist."

Ein Maßbehältnis muss somit drei Voraussetzungen erfüllen: Es muss aus formbeständigen Materialien sein, Flaschenform haben und die Genauigkeitsanforderungen nach § 3 Abs. 1 bis 3 FPV erfüllen.

Ausgehend von dieser Definition kann festgestellt werden, dass eine Flasche als Maßbehältnis zwar kein echtes Maßgerät ist, da ihm Eichstrich oder Nennvolumenabgrenzung fehlen, aber ein solches in Verbindung mit entsprechenden Abfüllanlagen ersetzt. Die hiermit verbundene Bedeutung ist zurückzuführen auf die Besonderheiten von Serienherstellungen bei

hohen Leistungen im Bereich des Abfüllens flüssiger Lebensmittel und sonstiger flüssiger Füllgüter.

Maßbehältnisse sind zwar ebenfalls "Fertigpackungen", unterliegen jedoch, wenn sie (aus formbeständigem Material) in Flaschenform als Maßbehältnisse hergestellt werden, besonderen Vorschriften über ihre Volumengenauigkeit. Dafür wiederum ist das Verfahren der Füllmengenkontrolle für Maßflaschen weniger streng. Für Maßflaschen als solche gibt es auch ein besonderes Kennzeichnungsrecht. Ein Unterschied zwischen Mehrweg- und Einwegflaschen besteht im Falle ihrer Verwendung als Maßflaschen nicht.

Verändert sich das Volumen durch Wiederfüllung wie z.B. bei PET-Flaschen (Heißwäsche), verliert das Behältnis seine Maßbehältnis-Eigenschaft.

Die Verwendung von Maßbehältnissen bei der Getränkeabfüllung ist grundsätzlich freiwillig.

5.7.3.1 Genauigkeitsanforderungen an Maßbehältnisse

Bei Maßbehältnissen muss gemäß § 3 FPV das Randvollvolumen sowie die Entfernung zwischen der dem Nennvolumen entsprechenden Füllhöhe und der oberen Randebene oder der Unterschied zwischen dem Nennvolumen und dem Randvollvolumen für alle Flaschen desselben Musters hinreichend konstant sein.

"Hinreichend konstant" sind Flaschen eines Baumusters dann, wenn sie im Randvollvolumen, Randabstand der Füllhöhe für das Nennvolumen und Unterschied zwischen Randvoll- und Nennvolumen so genau übereinstimmen, dass bei einer Justierung der Füllmaschine mit zumutbarer Sorgfalt die Füllmengenforderungen der FPV erfüllt werden können (Strecker [Hrsg.], Kommentar Fertigpackungsrecht, V, § 3, S. 16 Nr. 2). Diese Anforderung muss von allen Flaschen desselben Musters erfüllt werden.

Das Randvollvolumen darf von dem gekennzeichneten Randvollvolumen um die Werte in Tabelle 5 abweichen:

Tab. 5: Zulässige Abweichungen des tatsächlichen Randvollvolumens vom gekennzeichneten Randvollvolumen

Nennvolumen in ml			% des Nennvolumens	ml
	bis	50	6	-
50	bis	100	-	3
100	bis	200	3	-
200	bis	300	-	6
300	bis	500	2	-
500	bis	1.000	-	10
1.000	bis	5.000	1	-

Zulässige Abweichungen Die zulässigen Abweichungen gelten als Plus- und Minus-Toleranzen und dürfen nicht planmäßig ausgenutzt werden.

5.7.3.2 Kennzeichnung als Maßbehältnis

Zum Wesen der Maßbehältnisse gehört es, dass sie entsprechend § 2 Abs. 3 FPV gekennzeichnet sind. Verantwortlich hierfür sind die Hersteller oder Importeure von Maßbehältnissen. § 2 Abs. 3 FPV bestimmt, dass derjenige, der Maßbehältnisse herstellt, einführt oder sonst in den Geltungsbereich der Verordnung verbringt, folgende Angaben am Boden, an der Bodennaht oder am Mantel der Flasche aufbringen oder aufbringen lassen muss:

- das Nennvolumen in Milliliter, Zentiliter oder Liter unter Anfügung der Volumeneinheit oder ihres Einheitenzeichens (ml, cl, l bzw. L),
- das Randvollvolumen in Zentiliter ohne Anfügung der Volumeneinheit oder ihres Einheitenzeichens oder die Entfernung zwischen der dem Nennvolumen entsprechenden Füllhöhe und der oberen Randebene in Millimeter unter Anfügung des Einheitenzeichens,
- das Herstellerzeichen nach § 4 FPV,
- bei Flaschen mit einem Nennvolumen
 - a) bis 50 ml den Buchstaben "M", beziehungsweise
 - b) von 50 ml bis 5 l das nach Anlage 8 (Zeichen """).

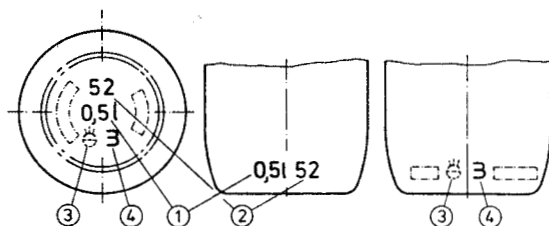
Nach § 2 Abs. 4 FPV müssen auch die Angaben unverwischbar, gut sichtbar und deutlich lesbar sein und mindestens mit der in § 20 Abs. 1 FPV festgelegten Schriftgröße (vgl. hierzu bereits oben unter 5.7.1.1) angebracht sein (siehe auch nachfolgend Abb. 6).

Die vorgenannten Kennzeichnungsvorschriften richten sich sowohl an den Hersteller als auch an den Importeur. Unbeachtlich ist es in diesem Zusammenhang bei Importen, ob leere oder gefüllte Flaschen in den Verkehr gebracht werden.

Abb. 6: Angaben auf Maßbehältnissen (nach § 2 Abs. 3 FPV)

A) Nennvolumen 50 ml bis 5 l

Kennzeichnung am Boden Kennzeichnung am Mantel in der Nähe des Bodens



Am Boden oder am Mantel in der Nähe des Bodens

① Nennvolumen in ml, cl oder l mit Einheitenzeichen

② Zahlenwert für Randvolumen in cl ohne Einheitenzeichen
③ Herstellerzeichen (§ 4 FPV)
④ 3 nach Anlage 8 FPV (immer neben dem Herstellerzeichen)

Die Angaben nach ① ③ ④ dürfen stattdessen auch an anderer Stelle des Mantels angebracht werden.

5.7.4 EWG-Zeichen für Fertigpackungen

EWG-Zeichen

Fertigpackungen können unter bestimmten Voraussetzungen das in § 21 FPV geregelte und in Anlage 9 FPV niedergelegte EWG-Zeichen tragen.

(Zeichen nach § 21 Abs. 1 FPV)



Mindesthöhe des Zeichens 3 mm

Das EWG-Zeichen für Fertigpackungen geht zurück auf gemeinschaftliche Richtlinien, mit denen die Vorschriften der Mitgliedstaaten über die Abfüllung bestimmter Erzeugnisse in Fertigpackungen angeglichen worden sind (75/106/EWG und 76/211/EWG). Mit der Verwendung des EWG-Zeichens bescheinigt der Hersteller von Fertigpackungen gleicher Nennfüllmenge, dass er die Vorschriften der EG-Richtlinien hinsichtlich der

- Füllmengenanforderungen (Einhaltung des Mittelwertes und der unteren (T_{U1}) und untersten Toleranzgrenze (T_{U2}) bei 20°C als Bezugstemperatur und Einhaltung der Betriebskontrollen) und der
- Füllmengen- und Herstellerangaben bei der Herstellung eingehalten hat.

Das EWG-Zeichen muss mit der Angabe der Nennfüllmenge in einem Sichtfeld liegen. Im Wesentlichen sind folgende Voraussetzungen an die Anbringung des EWG-Zeichens geknüpft:

- Die Füllmenge der Fertigpackung muss nach Gewicht oder Volumen gekennzeichnet sein.
- Die Nennfüllmenge muss zwischen 5 Gramm bzw. Milliliter und 10 Kilogramm bzw. Liter liegen.
- Fertigpackungen nicht gleicher Füllmenge so wie offene Packungen dürfen nicht das EWG-Zeichen tragen.
- Sonderregelungen dürfen bei Verwendung des EWG-Zeichens nicht in Anspruch genommen werden.

5.7.5 Kennzeichnung von Sammelpackungen

Sammel-
packungen

Sammelpackungen im Sinne des Eichrechtes sind Packungen, die aus mehreren Fertigpackungen bestehen (§ 6 Abs. 5 FPV). Gemäß der Kommentierung von Zipfel gehört es zum Wesen einer Sammelpackung, dass die einzelnen Fertigpackungen nicht ohne Öffnen oder merkliche Änderung des Packungsmittels der Sammelpackung entnommen werden können. In der Getränke-Industrie zählen dazu zum Beispiel Karton-Faltschachteln, wie "6er-Pack", nicht aber die üblichen Flaschenkästen.

§ 6 Abs. 4 FPV bestimmt, dass bei Sammelpackungen zusätzlich zur Angabe der Nennfüllmenge auf den einzelnen Fertigpackungen (z. B. Flaschen) die Anzahl und die Nennfüllmenge der einzelnen Fertigpackungen auf der Umhüllung der Sammelpackung anzugeben ist (z. B. "6 Dosen zu je 0,33 Liter"). Die Zahlenangaben müssen eine Schriftgröße von mindestens 3 Millimeter, falls die Einzelpackungen eine Nennfüllmenge von weniger als 50 Milliliter haben, bzw. von mindestens 6 Millimeter aufweisen, wenn die Einzelpackungen eine Nennfüllmenge von 50 Milliliter und mehr haben (§ 20 Abs. 2 FPV). Die Angaben können allerdings entfallen, wenn alle einzelnen Fertigpackungen sichtbar und leicht zählbar sind und die Angabe der Füllmenge wenigstens auf einer Fertigpackung erkennbar ist.

5.7.6 Kennzeichnung von Containern

Container

Auch Großbehälter für Premix- und Postmixanlagen, auch Container genannt, unterliegen den eichrechtlichen Anforderungen. Bei der Kennzeichnung der Füllmenge kann von § 7 Abs. 2 Satz 3 FPV Gebrauch gemacht werden. Hier ist vorgesehen, dass von der generellen Verpflichtung, flüssige Lebensmittel nach Volumen zu kennzeichnen, dann abgewichen werden darf, wenn die Lebensmittel ausschließlich für Letztverbraucher bestimmt sind, die das Erzeugnis in ihrer selbstständigen beruflichen und gewerblichen Tätigkeit verwenden. In der Praxis wird die Füllmenge von Pre- und Postmixcontainern überwiegend nach Gewicht abgegeben.

5.8 Grundpreisangabe

Die Verordnung zur Änderung der Preisangaben- und Fertigpackungsverordnung, mit der die Vorgaben der Richtlinie 98/6/EG in nationales Recht umgesetzt wird, hat mit dem 1.9.2000 zu einer erheblichen Ausweitung der Pflicht zur Grundpreisangabe in der Preisangabenverordnung (PAngV) geführt. Die Pflicht zur Angabe des Grundpreises richtet sich in erster Linie an den Handel. Nach der Amtlichen Begründung soll die Angabe des Grundpreises den Käufer in die Lage versetzen, den Preis verschiedener Erzeugnisse der gleichen Art auf einfache und schnelle Weise zu vergleichen.

Nach § 2 PAngV muss derjenige, der zur Abgabe an Letztverbraucher Waren in Fertigpackungen oder offenen Verpackungen nach Gewicht oder Volumen anbietet oder unter Angaben von Preisen für sie wirbt, zusätzlich zum Endpreis und in dessen unmittelbarer Nähe den von ihm geforderten Grundpreis für ein Kilogramm oder einen Liter angeben. Bei Fertigpackungen mit Nennfüllmengen von nicht mehr als 250 Gramm bzw. Milliliter darf als Grundpreis der Preis für 100 Gramm bzw. Milliliter angegeben werden.

Nicht unter die Pflicht zur Grundpreisangabe fallen Erzeugnisse, die nach anderen Mengeneinheiten (z. B. Stück, Paar) abgegeben werden. Allerdings ist diese Ausnahme für den Bereich der Erfrischungsgetränke – die stets unter Angabe einer Nennfüllmenge angeboten werden – nicht einschlägig.

Die Amtliche Begründung stellt für ein erhobenes Pfand, das üblicherweise bei Mehrwegverpackungen (insbesondere Mehrwegpfandflaschen) anfällt, klar, dass dieses kein Bestandteil des Preises ist und daher bei der Berechnung und Angabe des Grundpreises keine Berücksichtigung findet.

§ 1 Abs. 6 Satz 2 PAngV bestimmt, dass der Grundpreis leicht erkennbar und deutlich lesbar oder sonst gut wahrnehmbar sein muss sowie dem Angebot oder der Werbung eindeutig zugeordnet werden muss.

Keiner Pflicht zur Angabe des Grundpreises unterliegen nach den Ausnahmebestimmungen in § 9 Abs. 3 PAngV solche Waren,

- die in Getränke- und Verpflegungsautomaten angeboten werden,
- die von kleinen Direktvermarktern sowie kleinen Einzelhandelsgeschäften angeboten werden, bei denen die Warenabgabe überwiegend im Wege der Bedienung erfolgt, sofern das Warensortiment nicht im Rahmen eines Vertriebssystems bezogen wird,
- oder die über ein Nenngewicht oder Nennvolumen von weniger als 10 Gramm oder Milliliter verfügen.

Eine nach früherem Recht bestehende besondere Freistellung von der Pflicht zur Grundpreisangabe bei Getränken, wenn diese üblicherweise in nur einer Nennfüllmenge angeboten werden, wurde aufgehoben.

Grundpreis-
angabe

Ausnahmen

5.9 Produkthaftung

An das Inverkehrbringen von Lebensmitteln knüpft zwangsläufig auch die Frage des Haftungsrisikos für den Hersteller bzw. Inverkehrbringer im Falle eines fehlerhaften Produktes und eines dadurch hervorgerufenen Schadens beim Verbraucher an. Die Haftungsfrage hat insbesondere Bedeutung für das Inverkehrbringen von CO₂-haltigen Getränken in Glasflaschen, da es hierbei in der Vergangenheit (insbesondere durch das explosionsartige Zerplatzen der Glasflasche oder das geschossartige Abspringen des Flaschenverschlusses von der Flaschenmündung) mehrfach zu Haftungsfällen gekommen ist. Die Realisierung solcher produktinhärenter Gefahren durch Eintritt eines konkreten Schadensfalles kann verschiedenartige zivilrechtliche Ersatzansprüche des geschädigten Verbrauchers gegenüber dem Hersteller bzw. Inverkehrbringer auslösen. Daneben ist weiter zu beachten, dass die Schadensverursachung durch einen Produktfehler auch ordnungswidrigkeiten- bzw. strafrechtliche Konsequenzen nach sich ziehen kann.

5.9.1 Vertragliche Ersatzansprüche

Besteht zwischen dem Hersteller/Inverkehrbringer und dem geschädigten Verbraucher eine Vertragsbeziehung (was im konkreten Fall aufgrund der üblicherweise erfolgenden Zwischenschaltung einer oder mehrerer Handelsstufen äußerst selten vorkommen dürfte), könnte eine Haftung des Herstellers aus dem Gesichtspunkt einer "positiven Vertragsverletzung" eingreifen. Danach haftet der Hersteller als Vertragspartner für Schäden, die aus einer schuldhaft (d.h. vorsätzlich oder fahrlässig) verursachten Vertragsverletzung resultieren. Dazu zählt vor allem die Verletzung von vertraglichen Sorgfaltspflichten. Diese Haftung aus "positiver Vertragsverletzung" betrifft insbesondere die sog. Mangelfolgeschäden (Sachschäden an weiteren, d.h. produktverschiedenen Gegenständen oder Personenschäden), während der Sachschaden an dem fehlerhaften Produkt selbst über die im Bürgerlichen Gesetzbuch (BGB) geregelte Sachmängelhaftung ausgeglichen wird. Es ist also streng zu trennen zwischen der Haftung des Herstellers/Inverkehrbringers für Mängel am Produkt selbst und der Haftung für Schäden, die aufgrund von Produktfehlern an anderen Rechtsgütern verursacht werden.

5.9.2 Gesetzliche Produkthaftungsregelungen

Weitaus bedeutsamer als die in der Praxis seltene vertragliche Haftung sind die gesetzlichen Haftungsregelungen, die eine konkrete Rechtsbeziehung zwischen Geschädigtem und Schädiger nicht voraussetzen. Hierbei sind zwei verschiedene Haftungsgrundlagen zu unterscheiden, die verschuldensabhängige (deliktische) Produzentenhaftung nach dem BGB und die

verschuldensunabhängige Produkthaftung nach dem Produkthaftungsgesetz (ProdHaftG).

- Verursacht der Hersteller schuldhaft (d. h. vorsätzlich oder fahrlässig) durch das Inverkehrbringen eines fehlerhaften Lebensmittels oder einer fehlerhaften Verpackung bei einem Verbraucher einen Personen- oder Sachschaden, so haftet er hierfür gemäß § 823 BGB in grundsätzlich unbegrenzter Höhe. Als Verursachungshandlungen gelten Konstruktionsfehler (fehlerhafte technische Konzeption einer gesamten Serie), Fabrikationsfehler (fehlerhafte Einzelstücke = "Ausreißer"), mangelnde Produktbeobachtung (nach dem Inverkehrbringen) und mangelnde Produktinformation (beispielsweise über den Gebrauch oder mögliche Gefahren/Warnung). Aus der ab dem Zeitpunkt des Inverkehrbringens bestehenden Produktbeobachtungspflicht kann sich im Extremfall in Bezug auf unbekannt gebliebene schädliche Eigenschaften oder sonstige eine Gefährdungslage schaffende Verwendungsfolgen im Extremfall eine nachträgliche Warnpflicht oder gar eine Produktrückrufpflicht ergeben. Somit ist der Hersteller mit dem Inverkehrbringen des Produktes keinesfalls aller Sorgfaltspflichten entbunden.

In einigen Fällen, bspw. beim Inverkehrbringen einer Mehrwegflasche, die nicht ordnungsgemäß von der zur Reinigung eingesetzten Lauge befreit wurde, wird zudem auch gegen das LFGB als sog. Schutzgesetz im Sinne § 823 Abs. 2 BGB, als einer Norm, die gerade dazu dienen soll, den einzelnen gegen Personenschäden zu schützen, verstoßen. So ist es nach § 14 LFGB verboten, nicht sichere Lebensmittel, d.h. Lebensmittel, die zum Verzehr ungeeignet sind oder die gesundheitsschädlich sind, in den Verkehr zu bringen.

Die Produzentenhaftung nach dem BGB umfasst sämtliche Begleitschäden aus der Rechtsgutverletzung, nicht aber den Schaden am Produkt selbst. Daneben kann auch ein Anspruch auf Schmerzensgeld geltend gemacht werden. Dieser Schmerzensgeldanspruch ist im Wesentlichen auf den Ausgleich der Schäden des Verletzten gerichtet, die nicht Vermögensschäden sind. Darüber hinaus soll das Schmerzensgeld auch zu einer Genugtuung des Verletzten führen.

Nach der Rechtsprechung muss der Geschädigte zur Geltendmachung eines Ersatzanspruches aus der Produzentenhaftung nach dem BGB einen Produktfehler, den Eintritt eines Schadens und die Ursächlichkeit des Produktfehlers für den konkreten Schaden beweisen. Dabei können ihm im einzelnen Fall Beweiserleichterungen zu Gute kommen. So kann beispielsweise die Fehlerursächlichkeit bei einem eindeutigen Verstoß gegen Unfallverhütungsvorschriften vermutet werden. Der Geschädigte muss aber dem Hersteller nicht ein Verschulden nachweisen. Hierzu wäre er auch in den meisten Fällen gar nicht in der Lage, da er zu der Herstellersphäre (beispielsweise der Produktionsstätte) kei-

nen Zugang hat. Insoweit trifft den Hersteller im Wege der Beweislastumkehr die Verpflichtung, sich von dem vermuteten Verschuldensvorwurf zu entlasten. Dieser Entlastungsbeweis kann von ihm beispielsweise durch den Nachweis einer ordnungsgemäßen Betriebsorganisation, einer sorgfältigen Personalauswahl und der Einhaltung der erforderlichen Sorgfalt mittels begleitender Produktkontrollen, Untersuchungen sowie entsprechender Dokumentationen geführt werden. Gerade in den Fällen einer Schadensverursachung durch berstende Mineralwasserflaschen stellt die Rechtsprechung allerdings sehr strenge Anforderungen an eine Entlastung auf. So verlangt der Bundesgerichtshof (BGH) von den Verwendern von Mehrwegflaschen für Sprudelgetränke, dass sie ein Kontrollverfahren einführen, das es gewährleistet, vor dem Wiederbefüllen den Zustand jeder einzelnen Flasche zuverlässig zu ermitteln und - soweit das nach dem neuesten Stand der Technik möglich und den Verwendern zumutbar ist - alle nicht einwandfreien Flaschen auszusondern und von der Wiederbefüllung auszuschließen. Der BGH geht sogar soweit, dass, soweit durch maschinelle Überprüfung Fehler von Flaschen nicht festgestellt werden können, dies aber durch menschliche Sichtkontrollen erkennbar wäre, die Verwender der Flaschen die Pflicht trifft, jede einzelne Flasche einer solchen Kontrolle zu unterziehen (BGH NJW 1995, S. 2162). Nur beim Gelingen des zum Teil schwierigen Entlastungsbeweises kann auf einen einmaligen, nicht schuldhaft verursachten "Ausreißer" abgestellt werden, der eine Produzentenhaftung nach dem BGB entfallen lässt.

- Daneben greift aber zusätzlich die Produkthaftung nach dem Produkthaftungsgesetz. Das Produkthaftungsgesetz, das auf der EG-Produkthaftungs-Richtlinie 84/374/EWG aus dem Jahr 1985 beruht und seit 1990 in Kraft ist, soll die körperliche Integrität und das persönliche Eigentum des privaten Endverbrauchers zusätzlich zu bestehenden Gesetzen schützen. Es regelt demgemäß die Haftung des Herstellers für Körper-, Gesundheits- und Sachschäden, die durch das Inverkehrbringen eines fehlerhaften Produktes verursacht worden sind. Für die Lebensmittelindustrie gilt das Produkthaftungsgesetz für das Lebensmittel selbst einschließlich seiner Verpackung.

Es handelt sich um eine verschuldensunabhängige Gefährdungshaftung, die auch für vorgelagerte Produktstufen gilt. Dies bedeutet, dass es nur noch auf die Schadensverursachung durch das fehlerhafte Produkt ankommt, während ein Verschulden des Herstellers (Vorsatz oder Fahrlässigkeit) nicht mehr Haftungsvoraussetzung ist. Der Hersteller kann sich nicht mehr entlasten, d.h. auf eine sorgfältige Betriebsorganisation und Betriebskontrolle berufen, auch nicht bei unvermeidbaren Fehlern an einem Einzelstück ("Ausreißer"). Erfasst werden Konstruktionsfehler (fehlerhafte technische Konzeptionen einer ganzen Serie), Fabrikationsfehler (fehlerhafte Einzelstücke = "Ausreißer") und Instruktionsfehler (mangelhafte Gebrauchsanweisung/Warnung).

Wie bei der Produzentenhaftung nach dem BGB hat der Geschädigte im Schadensfall das Vorliegen eines Produktfehlers, den Eintritt eines Schadens und den ursächlichen Zusammenhang zwischen Produktfehler und Schaden zu beweisen. Gelingt dieser Nachweis, tritt die Haftung des Herstellers bzw. Inverkehrbringers - wie bereits erwähnt - ohne Rücksicht auf Verschuldensgesichtspunkte ein. Lediglich für Mängel am fehlerhaften Produkt selbst ergeben sich auch aus dem Produkthaftungsgesetz keine Ansprüche. Diese ist abschließend in der Sachmängelhaftung des BGB geregelt. Nur in besonderen Fällen ist nach § 1 Abs. 2 ProdHaftG eine Ersatzpflicht des Herstellers ausgeschlossen. Dies betrifft beispielsweise Produktfehler, die nachweisbar erst nach dem Inverkehrbringen des Produktes aufgetreten sind, oder Produktfehler, die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik zu dem Zeitpunkt, in dem das Produkt in den Verkehr gebracht wurde, nicht erkannt werden konnten (Entwicklungsfehler). Für die Haftungsausschlussgründe trifft den Hersteller die Beweispflicht.

Der Schadensersatz nach dem Produkthaftungsgesetz für Personenschäden umfasst keine immateriellen Schäden, d.h. kein Schmerzensgeld, und ist auch bei Serienschäden auf eine Haftungshöchstsumme von 85 Millionen Euro begrenzt. Sofern die Schadenssumme diesen Betrag übersteigt, werden die den Geschädigten zustehenden Entschädigungen anteilig gekürzt.

Für Sachschäden wird nur gehaftet, wenn eine andere Sache als das fehlerhafte Produkt selbst beschädigt wird und diese andere Sache nach ihrer Art gewöhnlich für den privaten Gebrauch bestimmt ist und vom Geschädigten auch dort gebraucht wird. Bei Sachschäden hat der Geschädigte im Rahmen der Selbstbeteiligung einen Schaden bis zu 500 Euro selbst zu tragen.

Die Ersatzpflicht nach dem Produkthaftungsgesetz kann nicht im Voraus durch Vertrag ausgeschlossen oder begrenzt werden. Weiter gehende Ersatzansprüche nach anderen Rechtsvorschriften finden daneben Anwendung. Der Ersatzanspruch nach dem Produkthaftungsgesetz verjährt drei Jahre nach Kenntnis von dem Schaden, dem Fehler und der Person des Ersatzpflichtigen. Der Ersatzanspruch erlischt außerdem in jedem Fall zehn Jahre nach dem Inverkehrbringen des Produktes.

Aus alledem folgt, dass sich der Hersteller eines Lebensmittels nur in Ausnahmefällen einer Haftung nach dem Produkthaftungsgesetz gänzlich entziehen kann. Es wird aber immer der Verursachungsbeitrag des Geschädigten an der Entstehung des Schadens über den Gesichtspunkt des Mitverschuldens zu berücksichtigen sein. Dies macht deutlich, dass die vorbeugende Verhinderung von Produktfehlern durch Maßnahmen der Qualitätssicherung für den Hersteller immer wichtiger wird, um Haftungsfälle von vornherein so weit wie möglich zu minimieren.

5.10 Produktsicherheitsgesetz

Das Geräte und Produktsicherheitsgesetz (GPSG) löste am 1. Mai 2004 das Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) und das Gerätesicherheitsgesetz (GSG) ab.

Da mittlerweile sowohl in der Verordnung (EG) Nr. 178/2002 als auch im LFGB gleichwertige Regelungen hinsichtlich der Einhaltung von (lebensmittel-)sicherheitsrechtlichen Anforderungen sowie sonstiger Pflichten des Inverkehrbringers (z.B. Meldepflichten) bestehen, ist ein Rückgriff auf die Vorschriften des GPSG nicht mehr erforderlich. Für Lebensmittel sind daher ausschließlich die speziellen Vorgaben des Lebensmittelrechts anzuwenden (§ 1 Abs. 3 S.1 GPSG).

ABKÜRZUNGEN

Abb.	Abbildung
ABl.	Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften bzw. Union
Abs.	Absatz
ALAG	Ausschuss Lebensmittelchemie der Arbeitsgemeinschaft der für das Gesundheitswesen zuständigen Länderminister
ALS	Arbeitskreis Lebensmittelchemischer Sachverständiger der Länder und des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit
Anreicherungs-Verordnung	Verordnung (EG) Nr. 1925/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates über den Zusatz von Vitaminen und Mineralstoffen sowie bestimmten anderen Stoffen zu Lebensmitteln
Aromen-Verordnung	Verordnung (EG) Nr. 1334/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates über Aromen und bestimmte Lebensmittelzutaten mit Aromaeigenschaften zur Verwendung in und auf Lebensmitteln sowie zur Änderung der Verordnung (EWG) Nr. 1601/91 des Rates, der Verordnungen (EG) Nr. 2232/96 und (EG) Nr. 110/2008 und der Richtlinie 2000/13/EG
Art.	Artikel
BAnz	Bundesanzeiger
BAP	Biologically Active Principles
Basis-Verordnung	Verordnung (EG) Nr. 178/2002 des europäischen Parlaments und des Rates zur Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch
BGBI.	Bundesgesetzblatt
BGesundhbl.	Bundesgesundheitsblatt
BGH	Bundesgerichtshof
BLL	Bund für Lebensmittelrecht und Lebensmittelkunde e. V. Berlin
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

BMG	Bundesministerium für Gesundheit
Claims-Verordnung	Verordnung (EG) Nr. 1924/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates über Nährwert- und gesundheitsbezogene Angaben über Lebensmittel
d. h.	das heißt
DiätV	Verordnung über diätetische Lebensmittel (Diätverordnung)
EFSA	Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit
EG	Europäische Gemeinschaft(en)
EichG	Gesetz über das Mess- und Eichwesen (Eichgesetz)
Enzym-Verordnung	Verordnung (EG) Nr. 1332/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates über Lebensmittelenzyme und zur Änderung der Richtlinie 83/417/EWG des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1493/1999 des Rates, der Richtlinie 2000/13/EG, der Richtlinie 2001/112/EG des Rates sowie der Verordnung (EG) Nr. 258/97
Etikettierungs-Richtlinie	Richtlinie 2000/13/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. März 2000 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Etikettierung und Aufmachung von Lebensmitteln sowie die Werbung hierfür
EU	Europäische Union
Farbstoff-Richtlinie	Richtlinie 94/36/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 30.6.1994 über Farbstoffe, die in Lebensmitteln verwendet werden dürfen
FIAP	Food Improvement Agents Package
FPV	Verordnung über Fertigpackungen (Fertigpackungsverordnung)
FruchtsaftV	Verordnung über Fruchtsaft, einige ähnliche Erzeugnisse und Fruchtnektar (Fruchtsaftverordnung)
G	Gesetz
GDA	Guideline Daily Amounts
ggf.	gegebenenfalls
GRUR	Gewerblicher Rechtsschutz und Urheberrecht, Verlagsgesellschaft, Weinheim
VCH	Herausgeber
Hrsg.	Kapitel
Kap.	Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände- und Futtermittelgesetzbuch (Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch)
LFGB	

LKV	Los-Kennzeichnungs-Verordnung
LMKV	Verordnung über die Kennzeichnung von Lebensmitteln (Lebensmittel-Kennzeichnungsverordnung)
Mineral- und TafelwasserV	Verordnung über natürliches Mineralwasser, Quellwasser und Tafelwasser
Miscellaneous-Richtlinie	Richtlinie 95/2/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 20.2.1995 über andere Lebensmittelzusatzstoffe als Farbstoffe und Süßungsmittel
	Nährwertkennzeichnungs- Richtlinie des Rates vom 24.9.1990 Richtlinie über die Nährwertkennzeichnung von Lebensmitteln
NJW	Neue Juristische Wochenzeitschrift
NKV	Verordnung über nährwertbezogene Angaben bei Lebensmitteln und die Nährwertkennzeichnung von Lebensmitteln (Nährwert-Kennzeichnungsverordnung)
Nr.	Nummer
Öko-Basisverordnung	Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91
PAngV	Preisangabenverordnung
ProdHaftG	Produkthaftungsgesetz
ProdSG	Produktsicherheitsgesetz
QUID	Quantitative Ingredients Declaration
Rdn.	Randnummer
RGBI.	Reichsgesetzblatt
S.	Seite
sog.	sogenannte/s/r
Süßungsmittel-Richtlinie	Richtlinie 94/35/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 30.6.1994 über Süßungsmittel, die in Lebensmitteln verwendet werden dürfen
TrinkwV	Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung)
u. a.	unter anderem
UBA	Umweltbundesamt
V	Verordnung
Verfahrens-Verordnung	Verordnung (EG) Nr. 1331/2008 des Europäischen Parlamentes und des Rates über ein Zulassungsverfahren für Lebensmittelzusatzstoffe, -enzyme und -aromen
vgl.	vergleiche

VitaminV	Verordnung über vitaminisierte Lebensmittel
z. B.	zum Beispiel
Zusatzstoff-Rahmenrichtlinie	Richtlinie 89/107/EWG des Rates vom 21.12.1988 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Zusatzstoffe, die in Lebensmitteln verwendet werden dürfen
Zusatzstoff-Verordnung	Verordnung (EG) Nr. 1333/2008 des Europäischen Parlamentes und des Rates über Lebensmittelzusatzstoffe
ZVerkV	Verordnung über Anforderungen an Zusatzstoffe und das Inverkehrbringen von Zusatzstoffen für technologische Zwecke (Zusatzstoff-Verkehrsverordnung)
ZZuV	Verordnung über die Zulassung von Zusatzstoffen zu Lebensmitteln zu technologischen Zwecken (Zusatzstoff-Zulassungsverordnung)
ZZuV alt	Verordnung über die Zulassung von Zusatzstoffen zu Lebensmitteln vom 22. Dezember 1981 (Zusatzstoff-Zulassungsverordnung)

Lebensmittelrechtliche Bestimmungen

I. EU-Verordnungen

Verordnung (EG) Nr. 178/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 28.1.2002 zur Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit (Basis-Verordnung) (ABl. L 31 vom 1.2.2002, S. 1), zuletzt geändert durch Verordnung (EG) Nr. 596/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18.6.2009 (ABl. L 188 vom 18.7.2009, S. 14)

Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates vom 28.6.2007 über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 (Öko-Basisverordnung) (ABl. L 189 vom 20.7.2007, S. 1), geändert durch Verordnung (EG) Nr. 967/2008 des Rates vom 29.9.2008 (ABl. L 264 vom 3.10.2008, S. 1)

Verordnung (EG) Nr. 889/2008 der Kommission vom 5.9.2008 mit Durchführungsvorschriften zur Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen hinsichtlich der ökologischen/biologischen Produktion, Kennzeichnung und Kontrolle (ABl. L 250 vom 18.9.2008, S. 1), zuletzt geändert durch Verordnung (EU) Nr. 271/2010 der Kommission vom 24.3.2010 (ABl. L 84 vom 31.3.2010, S. 19)

Verordnung (EG) Nr. 1235/2008 der Kommission vom 8.12.2008 mit Durchführungsvorschriften zur Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates hinsichtlich der Regelung der Einfuhr von ökologischen/biologischen Erzeugnissen aus Drittländern (ABl. L 334 vom 12.12.2008, S. 25), zuletzt geändert durch Verordnung (EU) Nr. 471/2010 der Kommission vom 31.5.2010 (ABl. L 134 vom 1.6.2010, S. 1)

Verordnung (EG) Nr. 1925/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20.12.2006 über den Zusatz von Vitaminen und Mineralstoffen sowie bestimmten anderen Stoffen zu Lebensmitteln (Anreicherungsverordnung) (ABl. L 404 vom 30.12.2006, S. 26), zuletzt geändert durch Verordnung (EG) Nr. 1170/2009 der Kommission vom 30.11.2009 (ABl. L 314 vom 1.12.2009, S. 36), zuletzt ber. im ABl. L 203 vom 5.8.2010, S. 21

Verordnung (EG) Nr. 1331/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16.12.2008 über ein Zulassungsverfahren für Lebensmittelzusatzstoffe, -enzyme und -aromen (Verfahrens-Verordnung) (ABl. L 354 vom 31.12.2008, S. 1)

Verordnung (EG) Nr. 1332/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16.12.2008 über Lebensmittelenzyme und zur Änderung der Richtlinie 83/417/EWG des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1493/1999 des Rates, der Richtlinie 2000/13/EG, der Richtlinie 2001/112/EG des Rates sowie der Verordnung (EG) Nr. 258/97 (Enzym-Verordnung) (ABl. L 354 vom 31.12.2008, S. 7)

Verordnung (EG) Nr. 1333/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16.12.2008 über Lebensmittelzusatzstoffe (Zusatzstoff-Verordnung) (ABl. L 354 vom 31.12.2008, S. 16), zuletzt geändert durch Verordnung (EU) Nr. 238/2010 der Kommission vom 22.3.2010 (ABl. L 75 vom 23.3.2010, S. 17), ber. im ABl. L 105 vom 27.4.2010, S. 114

Verordnung (EG) Nr. 1334/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16.12.2008 über Aromen und bestimmte Lebensmittelzutaten mit Aromaeigenschaften zur Verwendung in und auf Lebensmitteln sowie zur Änderung der Verordnung (EWG) Nr. 1601/91 des Rates, der Verordnungen (EG) Nr. 2232/96 und (EG) Nr. 110/2008 und der Richtlinie 2000/13/EG (Aromen-Verordnung) (ABl. L 354 vom 31.12.2008, S. 34), ber. im ABl. L 105 vom 27.4.2010, S. 115

Verordnung (EU) Nr. 115/2010 der Kommission vom 9.2.2010 zur Festlegung der Bedingungen für die Verwendung von aktiviertem Aluminiumoxid zur Entfernung von Fluorid aus natürlichen Mineralwässern und Quellwässern (ABl. L 37 vom 10.2.2010, S. 37)

Verordnung (EG) Nr. 1924/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20.12.2006 über nährwert- und gesundheitsbezogene Angaben über Lebensmittel (Claims-Verordnung) (ABl. L 404 vom 30.12.2006, S. 9), zuletzt geändert durch Verordnung (EU) Nr. 116/2010 der Kommission vom 9.2.2010 (ABl. L 37 vom 10.2.2010, S. 16)

II. EU-Richtlinien

Richtlinie 2000/13/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20.3.2000 zur Angleichung von Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Etikettierung und Aufmachung Lebensmitteln sowie die Werbung hierfür (Etikettierungs-Richtlinie) (ABl. Nr. L 109 vom 6.5.2000, S. 29), zuletzt geändert durch Verordnung (EG) Nr. 596/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18.6.2009 (ABl. L 188 vom 18.7.2009, S. 14)

Richtlinie 90/496/EWG vom 24.9.1990 über die Nährwertkennzeichnung von Lebensmitteln (Nährwertkennzeichnungs-Richtlinie) (ABl. Nr. L 276 vom 6.10.1990, S. 40), zuletzt geändert durch Verordnung (EG) Nr. 1137/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22.10.2008 (ABl. L 311 vom 21.11.2008, S. 1)

Richtlinie 89/107/EWG des Rates vom 21.12.1988 zur Angleichung der

Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Zusatzstoffe, die in Lebensmitteln verwendet werden dürfen (Zusatzstoff-Rahmenrichtlinie) (ABl. L 40 vom 11.2.1989, S. 27), zuletzt geändert durch Verordnung (EG) Nr. 1882/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29.9.2003 (ABl. L 284 vom 31.10.2003, S. 1)

Richtlinie 94/35/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 30.6.1994 über Süßungsmittel, die in Lebensmitteln verwendet werden dürfen (Süßungsmittel-Richtlinie) (ABl. Nr. L 237 vom 10.9.1994, S. 3), zuletzt geändert durch Richtlinie 2009/163/EU der Kommission vom 22.7.2009 (ABl. L 344 vom 23.12.2009, S. 37)

Richtlinie 94/36/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 30.6.1994 über Farbstoffe, die in Lebensmitteln verwendet werden dürfen (Farbstoff-Richtlinie) (ABl. Nr. L 237 vom 10.9.1994, S. 13)

Richtlinie 95/2/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 20.2.1995 über andere Lebensmittelzusatzstoffe als Farbstoffe und Süßungsmittel (Miscellaneous-Richtlinie) (ABl. Nr. L 61 vom 18.3.1995, S. 1), zuletzt geändert durch Richtlinie 2010/69/EU der Kommission vom 22. Oktober 2010 (ABl. L 279 vom 23.10.2010, S. 22)

Richtlinie 2008/84/EG der Kommission vom 27.8.2008 zur Festlegung spezifischer Reinheitskriterien für andere Lebensmittelzusatzstoffe als Farbstoffe und Süßungsmittel (ABl. L 253, 20.9.2008, p. 1), zuletzt geändert durch Richtlinie 2010/67/EU der Kommission (ABl. L 277 vom 21.10.2010, S. 17)

Richtlinie 2008/128/EG der Kommission vom 22.12.2008 zur Festlegung spezifischer Reinheitskriterien für Lebensmittelfarbstoffe (ABl. L 6 vom 10.1.2009, S. 20)

III. Gesetze

Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände- und Futtermittelgesetzbuch (Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch – LFGB) in der Fassung der Bekanntmachung vom 24.7.2009 (BGBl. I S. 2205), geändert durch Art. 1 Erste Änderungsverordnung vom 3.8.2009 (BGBl. I S. 2630)

Gesetz über das Mess- und Eichwesen (Eichgesetz – EichG), in der Fassung der Bekanntmachung vom 23.3.1992 (BGBl. I S. 711), zuletzt geändert durch Art. 2 Gesetz vom 3.7.2008 (BGBl. I S. 1185)

Bürgerliches Gesetzbuch (BGB) in der Fassung der Bekanntmachung vom 02.01.2002 (BGBl. I S. 42, 2909; 2003 I S. 738) zuletzt geändert durch Gesetz vom 17.01.2011 (BGBl. I S. 34)
Gesetz über die Haftung fehlerhafter Produkte (Produkthaftungsgesetz –

ProdHaftG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 15.12.1989 (BGBl. I S. 2198), zuletzt geändert durch Gesetz vom 19.07.2002 (BGBl. I S. 2674)

Gesetz über technische Arbeitsmittel und Verbraucherprodukte (Geräte- und Produktsicherheitsgesetz – GPSG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 06.01.2004 (BGBl. I S. 2, 219) zuletzt geändert durch Gesetz vom 07.07.2005 (BGBl. I S. 1970)

IV. Verordnungen (national)

Verordnung über diätetische Lebensmittel (Diätverordnung – DiätV) vom 28.4.2005 (BGBl. I S. 1161), zuletzt geändert durch die Sechzehnte Verordnung zur Änderung der Diätverordnung vom 1.10.2010 (BGBl. I S. 1306)

Verordnung über vitaminisierte Lebensmittel (Vitaminverordnung) vom 1.9.1942 (RGBl. I S. 538), zuletzt geändert durch Art. 2 der Verordnung über Nahrungsergänzungsmittel und zur Änderung der Verordnung über vitaminisierte Lebensmittel vom 24.5.2004 (BGBl. I S. 1011)

Verordnung über die Zulassung von Zusatzstoffen zu Lebensmitteln (Zusatzstoff-Zulassungsverordnung – ZZuIV alt) vom 22.12.1981 (BGBl. I S. 1625), zuletzt geändert durch Art. 2 der Dritten Verordnung zur Änderung der Rückstands-Höchstmengenverordnung vom 26.9.1997 (BGBl. I S. 2366)

Verordnung zur Neuordnung lebensmittelrechtlicher Vorschriften über Zusatzstoffe vom 29.1.1998 (BGBl. I S. 230)

Verordnung über die Zulassung von Zusatzstoffen zu Lebensmitteln zu technologischen Zwecken (Zusatzstoff-Zulassungsverordnung – ZZuIV) vom 29.1.1998 (BGBl. I S. 230), zuletzt geändert durch Art. 1 der Verordnung zur Änderung der ZZuIV und der FruchtsaftV vom 21.5.2010 (BGBl. I S. 674)

Verordnung über Anforderungen an Zusatzstoffe und das Inverkehrbringen von Zusatzstoffen für technologische Zwecke (Zusatzstoff-Verkehrsverordnung – ZVerkV) vom 29.1.1998 (BGBl. I S. 269), zuletzt geändert durch Art. 1 der Sechsten Änderungsverordnung vom 11.6.2009 (BGBl. I S. 1277)

Aromenverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 2.5.2006 (BGBl. I S. 1127), zuletzt geändert durch Art. 1 der Verordnung zur Änderung lebensmittelrechtlicher Vorschriften vom 30.9.2008 (BGBl. I S. 1911)

Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung – TrinkwV) vom 21.5.2001 (BGBl. I S. 959), zuletzt

geändert durch Art. 363 der Neunten Zuständigkeitsanpassungsverordnung vom 31.10.2006 (BGBl. I S. 2407)

Verordnung über Fruchtsaft, einige ähnliche Erzeugnisse und Fruchtnektar (Fruchtsaftverordnung) vom 24.5.2004 (BGBl. I S. 1016), zuletzt geändert durch Art. 2 der Verordnung zur Änderung der ZZuV und der FruchtsaftV vom 21.5.2010 (BGBl. I S. 674)

Verordnung über natürliches Mineralwasser, Quellwasser und Tafelwasser (Mineral- und Tafelwasser-Verordnung) vom 1.8.1984 (BGBl. I S. 1036), zuletzt geändert durch Art. 1 der Vierten Änderungsverordnung vom 1.12.2006 (BGBl. I S. 2762)

Verordnung über koffeinhaltige Erfrischungsgetränke vom 24.6.1938 (RGBl. I S. 691), zuletzt geändert durch Art. 4 der Verordnung zur Änderung der Alkoholhaltige GetränkeV sowie anderer Vorschriften vom 8.5.2008 (BGBl. I S. 797)

Verordnung über die Kennzeichnung von Lebensmitteln (Lebensmittel-Kennzeichnungsverordnung – LMKV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 15.12.1999 (BGBl. I S. 2464), zuletzt geändert durch Art. 1 der Siebten Änderungsverordnung vom 2.6.2010 (BGBl. I S. 752)

Los-Kennzeichnungs-Verordnung (LKV) vom 23.6.1993 (BGBl. I S. 1022), geändert durch Art. 13 der Verordnung zur Änderung lebensmittelrechtlicher und tabakrechtlicher Bestimmungen vom 22.2.2006 (BGBl. I S. 444)

Verordnung über nährwertbezogene Angaben bei Lebensmitteln und die Nährwertkennzeichnung von Lebensmitteln (Nährwert-Kennzeichnungsverordnung – NKV) vom 25.11.1994 (BGBl. I S. 3526), zuletzt geändert durch Art. 1 der Ersten Änderungsverordnung vom 1.10.2009 (BGBl. I S. 3221)

Preisangabenverordnung (PAngV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 18.10.2002 (BGBl. I S. 4197), zuletzt geändert durch Art. 6 des Gesetzes zur Umsetzung der Verbraucherkreditrichtlinie, des zivilrechtlichen Teils der Zahlungsdiensterichtlinie sowie zur Neuordnung der Vorschriften über das Widerrufs- und Rückgaberecht vom 29.7.2009 (BGBl. I S. 2355)

Verordnung über Fertigpackungen (Fertigpackungsverordnung – FPV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 8.3.1994 (BGBl. I S. 451), zuletzt geändert durch Art. 1 der Sechsten Änderungsverordnung vom 11.6.2008 (BGBl. I S. 1079)

V. Leitsätze und Wirtschaftsrichtlinien

Allgemeine Leitlinien für die Umsetzung des Grundsatzes der mengenmäßigen Angabe der Lebensmittelzutaten (QUID) – Artikel 7 der Richtlinie 79/112/EWG in der Fassung der Richtlinie 97/4/EG vom 29.10.1999 (BAnz. Nr. 221 S. 19183)

Deutsches Lebensmittelbuch, Leitsätze für Erfrischungsgetränke vom 18.3.2003 (GMBI Nr. 18 S. 383)

Deutsches Lebensmittelbuch, Leitsätze für Fruchtsäfte in der Fassung vom 27.11.2002, Bek. Vom 23.1.2003 (GMBI S. 150)

Deutsches Lebensmittelbuch, Leitsätze für Gemüsesaft und Gemüsenektar vom 28./29.10.1981, Bek. vom 14.5.1982 (GMBI S. 366), zuletzt geändert am 17.4.1997 (Bek. vom 10.10.1997 (GMBI S. 871))

Richtlinie für Mineralstoffgetränke des Bundesverbandes der Deutschen Erfrischungsgetränke-Industrie e.V. Bonn (nicht veröffentlicht, zu beziehen über die Wirtschaftsvereinigung Alkoholfreie Getränke e. V.)

Richtlinie für "Mineralwasser plus Frucht"-Getränke des Verbandes Deutscher Mineralbrunnen e.V. Bonn, Der Mineralbrunnen, Heft 9 (1995), S. 322

Leitlinien der Kommission für Einführen ökologischer/biologischer Erzeugnisse in die Europäische Union (Rev. 1) (ec.europa.eu/agriculture/organic/files/news/download-material/guidelines_for_imports_de.pdf)

Guidance of EFSA prepared by the Scientific Panel of Food Contact Material, Enzymes, Flavourings and Processing Aids on the Submission of a Dossier on Food Enzymes (EFSA Journal (2009) 1305, 1-26).

Literatur:

Dilly, P./Welsch, M.: Leitfaden zur Trinkwasserverordnung 2001, 3. Auflage 2003, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart

Horst, M.: Verbraucherinformationen bei verpackten Lebensmitteln, 1988, Carl Heymanns Verlag KG, Köln, Berlin, Bonn, München

Strecker, A. (Hrsg.): Kommentar Fertigpackungsrecht, Stand: 1. Mai 2000, Behr's Verlag, Hamburg

Zipfel, W./Rathke, K.-D. (Hrsg.): Lebensmittelrecht, Stand: Juli 2010, Verlag C. H. Beck, München

SACHREGISTER

Die beiden ersten Ziffern bezeichnen das Kapitel (z.B. 1.1), die Zahl(en) hinter dem Strichpunkt die Seite(n) innerhalb des Kapitels

A
 Abfiltrierbare Stoffe 4.10; 1
 Abfülltechnik 4.8; 3
 Abrieb, pneumatische Förderung 4.2; 8
 Abscheidemechanismen bei der
 Luftfiltration 4.3; 21
 Absetzbare Stoffe 4.10; 1, 8, 20
 Adsorption 4.7; 7
 Abwasser 4.1; 1 ff
 Abwasserabgabe 4.10; 9
 Abwasserbelastung
 - Reduzierung 4.10; 17
 Abwassergebühren 4.10; 9
 Abwasserinhaltsstoffe 4.10; 13
 Abwassermengen
 - spezifische 4.10; 16
 Abwasserreinigung
 - mechanisch 4.10; 19
 - aeorob 4.10; 20
 Abwasserteiche 4.10; 24
 Abwasserverordnung 4.10; 5
 Acesulfam-K 1.2; 62
 Adipositasrisiko 1.2; 27
 ADI-Werte 1.2; 56
 Adsorptionstrockner (Muntersprinzip)
 4.2; 22
 AIJN 1.3; 3
 Aktivkohlefiltration 4.1; 33
 Aldehyde 4.4; 9
 Allergene Zutaten 5.5; 53
 Allgemeine Kennzeichnungsvorschriften
 5.4; 42
 Allgemeine Verkehrsauffassung 5.5; 45
 Ammonium 4.10; 1,3,9
 Amylopektin 1.2; 41
 Amylose 1.2; 41
 Anaerobe Abwasserreinigung 4.10; 22
 Annolyte 4.4; 10
 Anreicherungsverordnung 5.2; 12
 Anrollverschluss 4.9; 8
 Anschlusskupplung 4.2; 6
 Anschlusskupplung
 - Tankfahrzeuge 4.3; 9
 Antioxidantien 1.6; 13 / 5.2; 8
 Äpfelsäure 1.4; 3
 Aräometer 3.3; 5
 Archimedisches Prinzip 3.3; 5
 Aromaextrakte 1.3; 5 / 5.2; 23
 Aromastoffe 1.3; 1, 5,11 / 5.2; 19
 - Zulassungspflicht 5.2; 25
 - Unionsliste 5.2; 25
 - natürlich 1.3; 11 / 5.2; 26, 27, 28
 Aromastoffkategorien 1.3; 11 / 5.2; 23 f
 Aromen 1.3; 1, 5, 11 / 5.2; 22 f
 - aus der Frucht 1.3; 5
 - Rückgewinnung 1.3; 6
 Aromen-Verordnung 5.2; 22 f; 29
 Aromavorstufen 1.3; 12 / 5.2; 24
 Aschegehaltsbestimmung
 - Sulfatasche 3.2; 24
 - Leitfähigkeitsasche 3.2; 25
 Ascorbinsäure 1.6; 9,13
 Aspartam 1.2; 60
 Aspartam-Acesulfamsalz 1.2; 64
 Atex 137 4.2; 29 ff
 Atex 95 4.2; 29 ff
 Ätherische Öle 1.3; 6
 Auflösen von Zucker 4.2; 47
 Aufsatzfilter 4.2; 12
 Ausbeuteberechnung 2.0; 14,15
 Ausbeutekontrolle 3.3; 18
 Ausbleichen 3.3; 15
 Ausflocken (Rock-Bildung) 3.3; 15
 Ausklaren 3.3; 14
 Ausmischanlagen 4.6; 8
 Ausstrichkultur 3.2; 40
 Ausstrichverfahren 3.2; 40
 Ausstrichpräparat 3.2; 69
 Automatische Probenehmer 3.1; 7
 aw-Wert 1.2; 17
 B
 Bacteria Challenge Test 4.3; 31
 BAP Biologically active principles 5.2; 25
 Basisverordnung 5.2; 1
 Batchmix 4.6; 18
 Benzoesäure 1.6; 15
 Betriebskontrolle 3.2; 42, 3.3; 1ff

Betriebspunkt 4.3; 48
 Beutelfilter 4.2; 97
 Biegeschwinger 3.3; 7 / 4.5; 38
 Big Four 5.5; 70
 Big Eight 5.5; 70
 Big-Bag, Entleerung 4.2; 2 ff
 Big-Bag, leitfähige 4.2; 4
 Big-Bags 4.2; 2
 Biofilme 4.4; 2
 Biologische Einordnung der Getränke
 4.8; 1
 Bio-Logo, EU 5.2; 8
 Biotin 1.6; 9
 Bioverfügbarkeit 1.6; 10
 Bittergetränke 1.3; 10
 Bitterstoffe 2.0; 11
 Blasenbildung 4.7; 8
 Blockvarianten 4.8; 10
 Blutglukosespiegel 1.2; 26
 Bodensatz 3.3; 14
 Bombage 3.3; 17,20
 Böschungswinkel 4.2; 17
 Bottlers Test 3.2; 47
 Brause 5.6; 82
 Brausegrundstoffe 1.3; 10
 Brauwasser 4.1; 3
 Brechungsindex 3.2; 3
 - von Saccharoselösungen 3.2; 5 ff
 Bremsphase 4.8; 18
 Brennwertvermindert 5.2; 18
 BSB 4.10; 1
 BSB5 4.10; 1,2,14
 Bubble-Point-Test 4.3; 34
 BVT-Merkblätter 4.10; 5
 C
 Calcium 1.6; 11
 - haltig 5.6; 88
 CANNERS-Test 3.2; 44, 52
 Carbokalk 1.2; 13
 Carbonisieren 1.5; 6 / 4.7; 1 ff
 Carotin 1.6; 1
 CARREZ-Lösung 3.2; 15
 Carry over 5.2; 17 / 5.5; 54
 Chargenmischanlage 4.6; 21
 Chinin 1.6; 18 / 5.2; 28 / 5.5; 52 / 5.6; 83
 Chininzusatz 1.3; 10
 Chlordioxid 4.4; 12
 Chlordioxid-Anlagen 4.1; 30
 Chlorgas-Dosieranlagen 4.1; 28
 Chlorhaltige Desinfektionsmittel
 4.1; 28 / 4.4; 11 ff
 Chlorzehrung 4.4; 11
 CIP-Reinigung 4.4; 42
 Citrat-Verwertung 3.2; 66
 Citronensäure 1.4; 1
 Claims-Verordnung 5.5; 73 ff
 CO₂ - Entlösung 4.7; 8
 CO₂ - Gehalt 4.3; 15 / 4.7; 14
 CO₂ - Kontrolle 3.3; 4
 CO₂ - Löslichkeit 4.7; 3
 CO₂ - Messung 4.7; 25
 CO₂ - Schnee 1.5; 4
 CO₂ - Verluste 2.0; 16 / 4.7; 9
 Cobalamin 1.6; 6
 Coffein 1.6; 19
 Colanuss 1.6; 19
 Colagetränke 1.3; 10
 Coliforme Bakterien 3.2; 59
 Container, Kennzeichnung 5.7; 76
 Corioliskraft 4.5; 29
 CSB 4.10; 2, 14
 Cyclamat 1.2; 58
 D
 D-Wert 4.4; 21
 Dalton-Gesetz 4.7; 3
 Dampfsterilisation 4.3; 27
 Demineralisation der Zähne 1.2; 25
 Desinfektion 4.4
 Desinfektionsmittel 4.4
 - Eigenschaften 4.4; 6
 - Wirksamkeit 4.4; 6
 - Auswahlkriterien 4.4; 8
 - Gebräuchliche 4.4; 9 ff
 Desinfektionsverfahren 4.4; 7 ff
 Desorption 4.7; 7
 Destillate 1.3; 12
 DE-Wert 1.2; 43
 Deutsche Gesellschaft für Ernährung
 1.2; 25
 DeWhalley's Nährboden 3.2; 57
 Dextrine 1.2; 41
 Dextrose 1.2; 45
 Dextrose-Caseinpepton-Agar 3.2; 46, 52
 Dextroseäquivalent 1.2; 43
 Diabetiker Lebensmittel 5.2; 11
 Diät-Ramenrichtlinie 5.2; 3
 Diät-V 5.2; 11
 Dichte

- Messung 3.3; 5.7 / 4.5, 38
- von Saccharoselösungen 1.2; 36
- von Invertzuckersirup 1.2; 36
- von Wasser 1.1; 2
- Dichtstromförderung 4.2; 9
- Dicksaft 1.2; 13
- Dickwerden 3.3; 17
- Diffusion 4.7; 1
 - skoeffizient 4.7; 7
- Diffusionstest 4.3; 35
- Diffusionsabscheidung 4.3; 22
- Direkteinleiter 4.10; 4,9
- DMD 1.6; 16
- Doppelrohrprobenehmer 3.1; 2
- Dosierkolbenpumpe 4.6; 2
- Dosierpumpen 4.6; 2
- Dosiersteuerung 4.6; 12
- Dosiersysteme 4.6; 2
- Dralldurchflussmesser 4.5; 19
- Drehflügel 4.5; 4
- Drehprobeteiler 3.1; 4,5
- Dreieckstest 3.3; 12
- Druckaufnehmer 4.5; 3,6
- Druckentgasung 4.7; 20
- Druckentlastungsflächen 4.2; 45
- Druckmessdosen 4.5; 12
- Dünnschicht 4.4; 47
- Dünnschicht 1.2; 13
- Durchfluss- u. Mengemessgeräte
 - Auswahlkriterien 4.5; 33
- Durchflussmesser 4.5; 14
- Durchlaufrinns 4.8; 25
- Durchschnittsprüfung 3.1; 2
- Duroplaste 4.3; 59
- Düsenteknik 4.4; 49 ff

E

- Echolot-Technik 4.5; 8
- Edelstahlklassen 4.4; 40
- EGSB-Verfahren 4.10; 22,28
- EHEDG 4.3; 59
- Eichgesetz 5.7; 90 ff
- Eintauchtiefe 4.2; 65
- Einwohnergleichwert 4.10; 3
- Eisenhaltig 5.6; 88
- Elastomere 4.3; 59
- Elektrische Leitfähigkeit von Wasser 1.1; 4
- Elektroanschluss für Belieferungen mit
- Tankfahrzeug 4.3; 9

- Elektroanschluss, Silofahrzeuge 4.2; 6
- Elektrostatische Aufladung
 - 4.2; 27 / 4.3; 24
- Empfängergruppen für Zucker 1.2; 23
- Endo-Agar 3.2; 61
- Endschwall 4.2; 13
- Energydrinks 5.2; 35
- Energiereduziert 5.5; 75
- Enteisung 4.1; 10
- Entfärbung 1.2; 31
 - von Zuckerlösungen 4.2; 99
- Entgasung 4.1; 7-9,28
- Enthärtung 4.1; 3 / 4.4; 35
- Entkarbonisierung 2.0; 3 / 4.1; 3,14
- Entkeimungsfiltration
 - 4.1; 42 / 4.2; 92 / 4.2; 106
 - von Luft 4.3; 20
- Entladung Silofahrzeuge 4.2; 7
- Entladung, pneumatisch 4.2; 7
- Entlüftung 3.3; 11 / 4.7; 10
- Entlüftungssysteme 4.7; 13
- Entmanganung 4.1; 10
- Entmischen 3.3; 14
- Entsalzung 1.2; 31 / 4.1; 5
- Entsäuerung 4.1; 13
- Entstaubung 4.2; 11
- Entstaubungsfilter 4.2; 11
- Enzymatische Bestimmung
 - von Glucose und Fructose 3.2; 21
 - Saccharose 3.2, 24
 - Herstellbestimmungen 5.3; 36
 - Produktspezifische Kennzeichnung 5.6; 81
- Enzym-Verordnung 5.2; 20
- Enzyme
 - Unionsliste 5.2; 21
 - Kennzeichnung 5.2; 21
- Erfrischungsgetränke
 - Produktspezifische Rechtsgrundlagen 5.3; 33
 - Leitsätze 5.3; 33
 - Herstellungsbedingungen 5.3; 36
 - produktspezifische Kennzeichnung 5.6; 81
- Erkennungsschwelle 3.3; 12
- Ernährungsempfehlung 1.2; 24
- Essenzen 1.3; 1 / 2.0; 11
- Essigbakterien 3.3; 18
- Etherische Öle 1.3; 5
- EU-Bio-Logo 5.2; 8

- Europäische Behörde für
- Lebensmittelsicherheit 1.2; 25
- Evakuieren 4.8; 15
- EWG-Zeichen für Fertigpackungen 5.7; 97
- Explosionsschutz 4.2; 28
- Explosionsschutzdokument 4.2; 30
- Extraktgehalt 1.3; 3
 - Kontrolle 3.3; 5
- Exzentralschneckenpumpe 4.6; 7
- EWG-Zeichen 5.7; 97

F

- F-Wert 4.4; 25
- Farbe in Lösung 3.2; 27
- Farbstoffe 1.6; 17 / 5.2; 19
- Farbtypen 1.2; 16 / 3.2; 29
- Fehlgeschmack 3.3; 16
- Feingut 4.2; 14
- Feldbusse 4.5; 40
- Fertiggetränk
 - Imprägnierung 4.7; 10
 - Ausmischung 4.6; 9
- Fertignährböden 3.2; 33
- Fertigpackung 5.5; 43
- Fertigpackungs-VO 5.7; 90 ff
- Feuchtigkeitsgehalt, Zucker 4.2; 14
 - Bestimmung 3.2; 2 ff
- FDA 4.3; 59
- Ficksche Gesetz 4.7; 6
- FIAP 5.2; 15
- Filterfläche 4.2; 12
- Filterkerze
 - Aufbau 4.3; 27,30
 - Materialien 4.3; 28,29
- Filtermembranen 4.1; 43
- Filtration 4.1; 4,17,35 / 4.2; 79 ff
 - Abscheidemechanismen 4.3; 21
 - von Zuckerlösungen 4.2; 79
 - von Luft 4.3; 21
 - mit Keramikmodulen 4.2; 109
 - Wasserpenetrationsdruck 4.3; 28
- Filtrationsdruck 4.2; 82
- Flaschen-
 - ausleuchtstation 3.3; 1
 - hubeinrichtung 4.8; 8
 - umlaufstrecke 4.8; 9
 - wender 4.8; 9
- Fließverhalten
 - idealviskos 4.3; 45
 - pseudoplastisches 4.3; 45

- irreversibles 4.3; 45
- Flugförderung 4.2; 8
- Flüssige Zucker
 - Einsatz 4.3; 1 ff
 - Herstellung 1.2; 30
 - Leitfähigkeit 1.2; 39
 - Lieferformen 4.3; 8
 - Oberflächenspannung 1.2; 39
 - Produktion 1.2; 30
 - Qualitätskriterien 1.2; 40
 - Umrechnung Gewicht in Volumen 4.3; 9
 - Vorteile 4.3; 7
 - Wärmeleitfähigkeit 1.2; 39
- Flüssigzucker 1.2; 30
- Folsäure 1.6; 8
- Förderprinzip 4.2; 8
- Förderpumpen 4.6; 5
- Förderschläuche 4.2; 6
- Fotosynthese 1.2; 11
- Fremdstoffdetektoren 3.3; 2
- Frequenzumformer 4.6; 7
- Frischhaltung 1.2; 50
- Früchteverarbeitung 4.10; 12
- Fruchtnektar 5.4; 37 f
- Fruchtsaft 5.3; 34 / 5.4; 37 f
- Fruchtsaftgetränke 1.3; 9 / 5.6; 82
- Fruchtsaftkonzentrat 1.3; 1 / 5.4; 38
- Fruchtsaft-V 5.3; 34
 - Herstellverfahren 5.4; 38
 - zulässige Zutaten 5.4; 39
 - Zusatz von Zuckerarten 5.4; 40
- Fruchtsäuren 1.4; 1
- Fruchtschote 5.6; 82
- Fruchtzucker 1.2; 48 ff
- Fruktose 1.2; 48 ff
- Fruktose-Glukose-Sirup 1.2; 44
- Füllen 4.8; 1
 - keimarm 4.8; 2
- Füllerarten 4.8; 12
- Füllmaschinen 4.8; 7
- Füllmenge
 - Toleranzen 5.7; 93
- Füllmenge, mittlere 5.7; 92
- Füllmengenkennzeichnung 5.5; 56
- Füllmengenkontrolle 3.3; 3 / 5.7; 93
- Füllmengenregelung 5.7; 91
- Füllstandsgrenzschar 4.5; 3
- Füllstandsmessung 4.5; 3
- Füllsysteme 4.8; 10, 16

Fülltechnik 4.8; 10,12
 Füllverfahren 4.8; 3,
 - Auswahlkriterien 4.8; 12
 - PET-Flaschen 4.8; 19

G
 Gammastrahlen 4.5; 10
 Gärkohlenensäure 1.5; 1
 Gärfähige Hefen 3.2; 58
 Gärttest 3.2; 58
 Gärung 3.3; 17
 Gase
 - Löslichkeit in Getränken 4.7; 1 ff
 Gattung von Zutaten 5.5; 59
 GDA 5.5; 72
 Gelatine-Nährböden 3.2; 46
 Gelee-Royale 1.6; 19
 Gel-Reiniger 4.4; 47
 Genusssäuren 1.4; 1 / 2.0; 9
 Geruchfehler 3.3; 16
 Gesamthärte 4.1; 5
 Geschmacksqualität 1.2; 9
 Gesundheitsbezogene Angaben 1.2; 24
 Getränkefehler 3.3; 13
 Getränkgrundstoff 1.3; 1 / 2.0; 8
 Getränkeschädlinge 4.8; 2
 Gingseng 1.6; 19
 Gleichgewichtsfeuchte 1.2 18
 Gleitringdichtungen 4.3; 57
 Glucose 1.2; 14
 Glukose-Fruktose-Sirup 1.2; 42
 Glukosesirupe 1.2; 40 ff
 Gramfärbung 3.2; 70
 Gramverhalten 3.2; 64
 „Gras-Status“ 1.2; 24
 Gravimetrische Ausmischanlagen 4.6; 9
 Gravimetrische Trockensubstanzbestimmung 3.2; 1
 Gravitationsabscheidung 4.3; 24
 Grenzscharter 4.5; 3
 Großlöser 4.2; 60, 68 ff, 72,73
 Grundpreisangabe 5.8; 99
 Grundstoffe 1.3; 7ff
 - Begriff 5.5; 53
 - Bestandteile 1.3; 8
 - Bittergetränke 1.3; 10
 - für Brausen 1.3; 10
 - Dosierung 1.3; 7
 - Ergiebigkeit 1.3; 10
 - für Fruchtsaftgetränke 1.3; 9

- Herstellung 1.3; 8
 - Lagerung 1.3; 9
 - für Limonaden 1.6; 10
 Guarana 1.6; 21
 Grüntee-Extrakt 1.6; 20
 Gummi Arabicum 1.6; 17
 Gusseisen 4.3; 59

H
 Halogencarbonsäuren 4.4; 10
 Haltedruckhöhe 4.3; 46
 Härtebereiche 1.1; 4
 Härtegrade 1.1; 4
 HD-Mixer 4.6; 23
 Hefen/Schimmelpilze 3.2; 53
 - osmotolerante 3.2; 56
 Hefewasser 3.2; 49
 Heißabfüllung 4.8; 6
 Heißfüllung 4.7; 12 / 4.8; 6
 Heißsiegel 4.9; 1
 Henry'sches Gesetz 1.1; 2 / 4.7; 2
 Herstellerangabe 5.5; 55
 HLB-Wert 4.4; 35
 Hochdruckanlagen 4.7; 6
 Hochdruckreinigung 4.4; 7
 Hochfruktosehaltige Glukosesirupe 1.2; 42
 - mit Füllrohr 4.8; 20
 Homogene Suspension 4.2; 52
 Hubelement 4.8; 8
 Hydrodynamischer Energiebedarf 4.2; 57

I
 ICUMSA 1.2; 22
 IDM 4.5; 23
 IEC 4.3; 58
 Imprägniersysteme 4.7; 22
 Imprägnierung 4.7; 1
 Indirekteinleiter 4.10; 6, 9
 Infektionsschutzgesetz 1.1; 9
 Innendruckfestigkeit 4.9; 9
 Inosit 1.6; 21
 Integritätsverfahren für Luftfilter 4.3; 39
 Interzeptionseffekt 4.3; 23
 Inversion/Invertierung 1.2; 14
 Inversionsgrad 1.2; 37
 Invertzuckerbestimmung
 - enzymatisch 3.2; 21
 - LUFFSCHOORL 3.2; 15 ff
 - MÜLLER 3.2; 13 ff

- LANE-EYNON 3.2; 18 ff
 Invertzuckersirup
 - analytische Merkmale 4.3; 4
 - Belieferung mit Tankfahrzeugen 4.3; 8
 - Dichte 2.0; 6
 - Haltbarkeit 4.3; 3
 - Kennzahlen 4.3; 3
 - Lagertemperatur 4.3; 2
 - Löslichkeit 4.3; 2
 - Qualitätskriterien 1.2; 40
 - Sensorische Merkmale 4.3; 3
 - Süßkraft 4.3; 3
 - Trockensubstanzgehaltsmessung 2.0; 6 / 4.3; 4
 - Umrechnung Gewicht in Volumen 4.3; 10
 - Viskosität 1.2; 37
 - Vorteile 4.3; 2, 7
 Ionenaustausch-Entcarbonisierung 4.1; 16
 Ionenaustausch-Entsalzung 4.1; 20
 Ionenaustauscher 1.2; 31
 Isoglukose 1.2; 42
 Isomalt 1.2; 53
 Isomaltulose 1.2; 53
 Isosüße 1.2; 4
 Isotonisch 1.6; 10

J
 Jetfilter 4.2; 11
 Jodophor 4.4; 10
 Johannisbrotkernmehl 1.6; 17

K
 Kalium 1.6; 12
 Kalkfäll-Entkarbonisierung 4.1; 14
 Kaltabfüllung 4.8; 2
 Kapazitive Füllstandsmessung 4.5; 5
 Karbonathärte 4.1; 5
 Karbonisierdrücke 4.7; 5
 Karbonisieren 4.7; 1 ff, 22
 Karbonisiersysteme 4.7; 24
 Karies 1.2; 25
 - vorbeugung 1.2; 26
 Karl Fischer Wassergehaltsbest. 3.2; 2
 Kavitation 4.3; 47
 Kegelböden 4.2; 64
 Keimarme Kaltabfüllung 4.8; 4
 Keimgruppen 1.2; 22
 Kennlinie für eine Kreislumppe 4.3; 48

Kennzeichnung
 - allgemeine Vorschriften 5.4; 42
 - Art und Weise 5.5; 56
 - deutlich lesbar 5.5; 57
 - im gleichen Sichtfeld 5.5; 57
 - nicht verdeckt 5.5; 57
 - Sammelpackungen 5.7; 98
 Kennzeichnungselemente 5.5; 43
 - spezifische Angaben
 - Hinweis auf Koffein 5.5; 56
 - Hinweis auf Glycyrrhizinsäure 5.5; 56
 - Monoprodukte 5.5; 60
 - Hervorhebung 5.5; 61
 Kernfluss 4.2; 19
 Keimarmut 4.8; 2
 Kerzenfilter 4.2; 93
 Kesselspeisewasser 4.2; 25
 Kjeldahl Stickstoff 4.10; 4
 Klassenname 5.5; 51
 Koffein
 1.6; 19 / 5.2; 28 / 5.5; 52 / 5.6; 83
 Kohlendioxid 1.5; 1 ff
 Kohlenhydrate 1.2; 24
 Kohlensäure 1.5; 1 ff
 - Entgasung 4.1; 7
 - Löslichkeit 4.1; 27
 KOH-Test 3.2; 60
 Kolbendosierpumpe 4.6; 2
 Komplexbildner 4.4; 6
 Konduktive Füllstandsmessung 4.5; 4
 Konservierung 1.3; 4
 Konservierungsstoffe 1.6; 14ff / 5.2; 12
 Kontaktschlammverfahren 4.10; 22
 Kopfkraft 4.9; 18
 Kopfraumbelüftung 4.2; 21
 Kraftmessdosens 4.5; 6
 Kreislumppe 4.6; 5 / 4.3; 51
 Kreiskolbenpumpe 4.6; 6
 Kristallzucker 1.2; 10
 Kronenkorkmundstücke 4.9; 5
 Künstliche Aromastoffe 5.2; 29
 Kupplung 4.3; 58
 Kurzzeiterhitzung 4.2; 113
 Küvettentest 4.10; 2

L
 Lactose-Bouillon 3.2; 62,65
 Lactose-Vergärung 3.2; 66
 Lagerfähigkeit Zucker 4.2; 13
 Lagertanks

- Auslegung 4.3; 12
- Ausstattung 4.3; 13,14
- Lagerung
 - flüssige Zucker 4.3; 12 ff
- Laktose 1.2; 52
- LANE-EYNON-Methode 3.2; 17
- Laufgrad 4.3; 51
- Laugen 4.4; 34
- Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch 5.2; 5
- Lebensmittelkategorie Getränke 5.2; 18
- Lebensmittel-Kennzeichnungsverordnung 5.5; 43
- Lebensmittelrecht
 - Systematik 5.1; 1
 - allgemeine Rechtsgrundlagen 5.2; 2
- Lebensmittelzutat mit Aromaeigenschaften 5.2; 24
- Leckage 4.3; 57
- Leerflaschenkontrolle 3.3; 1
- Leistungskennlinien 4.2; 57
- Leitfähigkeit, elektrostatisch 4.2; 4
- Leitfähigkeitsasche 3.2; 25
- Leitfähigkeitsmessmethode 4.5; 4
- Leitsätze 5.1; 1
 - Erfrischungsgetränke 5.3; 33
 - Fruchtsäfte 5.3; 34
- Lieferformen von Zucker 1.2; 22
- Limonaden 5.6; 82
- LIV-Verfahren 4.6; 20
- LFBG 5.2; 5
- Los 5.5; 80
- Los-Kennzeichnungsverordnung 5.5; 80
- Löslichkeit
 - Dextrose 1.2; 46
 - Fructose 1.2; 47
 - Invertzuckersirup 1.2; 32
 - Saccharose 1.2; 32
- Lösungswärme 4.2; 60
- Lotsystem 4.5; 9
- Luft
 - Keimbelastung 4.3; 20
 - filtration 4.3; 20 ff
- Luftfilter 4.3; 20 ff
 - Aerosolbelastungstest 4.3; 33
 - Bacteria Challenge Test 4.3; 31
 - Validierung 4.3; 31
 - Integritätstest 4.3; 33
- Lumineszenz 3.3; 2

M

Magnesium 1.6; 12

- haltig 5.6; 88

Magnetisch-induktive Durchflussmesser 4.5; 23

Maillard-Reaktion 1.2; 21

Maltodextrin 1.2; 41

Malz-Agar 3.2; 55

Malz-Extrakt-Agar 3.2; 56

Maßbehälter 5.7; 94 ff

Massendurchfluss 4.5; 15,29

Massendurchflussmesser 4.6; 24

Massenspektrometrie 3.3; 1

Mc Clesky-Faville-Agar 3.2; 49

Mechanische Abwasserreinigung 4.10; 19

Medienverteiler 4.8; 9

Mehrfruchtsaft 5.6; 84

Mehrkomponentenmischanlage 4.6; 17

Melasse 1.2; 14

Membrandosierpumpe 4.6; 3

Membranfilter 4.1; 36 / 3.2; 36

Membranfiltersysteme 4.1; 37

Membranfiltration 3.2; 36/4.1 ;37 ff

Membranmaterialien 4.3; 26

Membranzellenelektrolyseanlage 4.4; 11

Mengenerfassung 4.10; 10

Mengenkennzeichnung 5.5; 58 ff

Mesophile Gesamtkolonien 3.2; 43

Mesophile Schleimbildner 3.2; 47

Messblenden 4.5; 21

Messblenden-Anlage 4.6; 14

Messstellenplanung 4.5; 1

Messstoffeigenschaften 4.5; 1

Messwertdarstellung 4.5; 2

Methangas 4.10; 22

Methylenblaufärbung 3.2; 69

Mikrobiologische Anforderungen

- an Wasser 1.1; 7

Mikrobiologische Probenahme 3.1; 9

Mikrobiologische Untersuchung 3.1; 8 / 3.2; 30

- Differenzierungsschema 3.2; 63

Mikrobiologische Merkmale 1.2; 21 ff

- von Zucker 1.2; 22

Mikroorganismen 4.4; 2

- Wachstumsgrenze 1.2; 20
- Vermehrung und Inaktivierung 4.4; 16 ff
- Hitzeresistenz 4.4; 26

Mikrowellen-Füllstandsmessung 4.5; 11

Milchsäure 1.4; 4

Mindesthaltbarkeitsdatum 5.5; 47

Mindestprobengewicht 3.1; 2

Mineral- und Tafelwasser-V 5.3; 34 / 5.6; 85 ff

Mineralstoffe 1.6; 10 / 5.2; 13

- Reinheits-Kriterien 5.2; 14
- Höchstgehalte 5.2; 14
- Zulassung 5.2; 14

Mineralstoffgetränke 5.3; 34 / 5.4; 36 / 5.6; 82

Mineralwasser 1.1; 6ff / 5.6; 86

Mineralwasser plus Frucht-Getränke 5.3; 35 / 5.4; 37

Misch- und Ausgleichsbecken 4.10; 20

Mischanlagen, kontinuierliche 4.6; 17

MIXPOND-System 4.6; 10

Monoprodukte 5.5; 60

MPPS (Most Penetrating Particle Size) 4.3; 25

Müller'sche Lösung 3.2; 13

Myo-Inositol 1.6; 21

N

Nachlösekammern 4.2; 75

Nähragar 3.2; 45

Nährboden/Nährlösungen 3.2; 32

Nährkartonscheiben 3.2; 33

Nährwertbezogene Angaben 5.5; 69, 75

Nährwert-Kennzeichnungsverordnung 5.5; 69 ff

Natrium 1.6; 12

Natriumarm 5.5; 76 / 5.6; 89

Natriumcitrat 2.0; 10 / 1.6; 13

Natürliche Aromastoffe 5.2; 23, 26, 27

Natürliches Mineralwasser 5.4; 40 f / 5.6; 86

Natursole 2.0; 11

Negativfärbung 3.2; 70

Nennausbringung 4.8; 7

Nennfüllmenge 5.7; 91

Neohesperidin DC 1.2; 65

Neotam 1.2; 68

Neutralisation 4.10; 8, 18, 19, 26, 28

Niacin 1.6; 7

Nicotinsäure 1.6; 7

Nicht-alkoholische Getränke 5.2; 18

Niederdruckanlagen 4.7; 6

Nitratentfernung 4.1; 34

Nitrat 4.10; 1, 3

Nitratentfernung 4.1; 34

Nitrit 4.10; 1, 3, 8

Nockenmundstücke 4.9; 13

NPSH-Wert 4.3; 46

Nutrasweet 1.2; 60

O

O₂-Messung 4.7; 17

Oberflächenkultur 3.2; 34

Oberflächenspannung 1.2; 39 / 4.4; 50

Oberflächenrauhigkeit 4.4; 40 f

ohne Zuckerzusatz 5.2; 18, 76

Öko-Kontrollpflicht 5.2; 7

Öko-Basis-Verordnung 5.2; 6

Öko-Lebensmittel

- Zusatzstoffe 5.2; 7
- nicht ökologische Zutaten 5.2; 8
- Herkunftskennzeichnung 5.2; 8

Öko-Hinweis

- in der Verkehrsbezeichnung 5.2; 9
- Zutaten 5.2; 10

Ölringe 1.3; 6

Ölingbildung 3.3; 15

Omega-3-Fettsäuren 1.6; 21

Orangenöl 1.3; 7

Orange-Serum-Agar 3.2; 55

Organischer Stickstoff 4.10; 1,3

Osmotischer Druck 1.2; 21

Osmotolerante Hefen 3.2; 56

Ovalradzähler 4.5; 16

Oxidaseaktivität 3.3; 64

Ozonanlagen 4.1; 31

P

Palatinose 1.2; 53

Pantothenäure 1.6; 7

Pasteurisation 4.4; 13 f

Pasteurisationseinheiten 4.4; 14

Pektin 1.6; 18

Peressigsäure 4.4; 9

Pfropfenförderung 4.2; 9

Phenol-Geschmack 3.3; 16

pH-Messgerät 3.3; 9

Phosphat 4.10; 4

Phosphor 1.6; 11

Phosphorsäure 1.4; 4

Photometrische Messung 3.2; 30

Photosynthese 1.2; 11

pH-Teststreifen 3.3; 9

pH-Wert 1.1; 5 / 3.3; 9

Pilferproofmundstücke 4.9; 12
 Plate-Count-Agar 3.2; 45, 52
 Plattengussverfahren 3.2; 33
 pneumatische Entladung 4.2; 7
 pneumatische Förderung 4.2; 7
 Polarisation 3.2; 23
 Polyole 1.2; 1,55
 praktisch steril 4.4; 22
 Premixer 4.6; 8
 Probemenge 3.1; 2
 Probenahme 3.1 ff
 - mikrobiologisch 3.1; 9
 - von flüssigem Zucker 3.1; 7
 Probestecher 3.1; 2, 3
 Probeteilung 3.1; 5
 Produkthaftung 5.9; 100 ff
 Produktion flüssiger Zucker 1.2; 30
 Produktspezifische Kennzeichnung
 5.5; 80
 Produktionsverfahren
 (Erfrischungsgetränke)
 4.10; 10
 Produktsicherheitsgesetz 5.10; 93
 Propfenbildung 4.7; 4
 Provitamine 1.6; 1
 Prozessrefraktometer 4.5; 38
 Pumpengehäuse 4.3; 56
 Pumpenwelle 4.3; 56
 Pyridoxin 1.6; 6

Q

Q-Wert 4.4; 24
 Qualitätskontrolle
 - Messeinrichtungen 4.5; 3
 Quantum Satis 5.2; 18
 Quartäre Ammoniumverbindungen 4.4; 9
 Quats 4.4; 9
 Quellsäure 1.5; 1
 Quellnamen 5.6; 5
 Quellwasser 1.1; 7 / 5.4; 42 / 5.6;
 Quid-Regelung 5.5; 58 ff
 - Anwendungsbeispiele 5.5; 59, 67
 - Auslösetatbestände 5.5; 59

R

Raffinade 1.2; 16
 Reaktionsaroma 1.3; 11 / 5.2; 23
 Raucharoma 1.3; 12 / 5.2; 23
 Refraktometrische Bestimmung des
 Trockensubstanzgehaltes
 2.0; 2 / 3.2; 3 / 3.3; 6 / 4.5; 36

- Korrekturtabelle für Invertzuckersirupe
 4.3; 5
 Reinfektion 4.8; 28
 Reinigung 4.4; 1 ff; 28 f
 - Grundlagen 4.4; 29
 - Rückstände 4.4; 28
 - Wirksamkeitsfaktoren 4.4; 29
 - Verfahren 4.4; 42 ff
 Reinigungs-Luft-Ventilkombination 4.3; 16
 Reinigungsmittel 4.4; 33 ff
 Restentleerung 4.2; 13
 Retinol 1.6; 1
 Reynoldszahl 4.3; 45
 Rezepturbeispiele 2.0; 12 ff
 Rezepturplanung 2.0; 1
 Rezeptverwaltung 4.6; 12
 Riboflavin 1.6; 5
 Ringkolbenzähler 4.5; 17
 Rinstchnik 4.8; 25; 30
 Rohrmodul 4.1; 39
 Rohsaft 1.2; 13
 Rohwasserbelüftung 4.1; 12
 Rollkultur 3.2; 39
 Rührbehältermaterial 4.2; 63
 Rührerlelement-Durchmesser 4.2; 65
 Rührerleistung 4.2; 57
 Rührsysteme 4.2; 51
 Rührwerke 4.2; 72
 Rundfüller 4.8; 7
 Rundlaufinsler 4.8; 30
 Rütteldichte 4.2; 16

S

Saccharin 1.2; 56
 Saccharose
 - Bildung 1.2; 11
 - Formel 1.2; 14
 - Kristallgrößen 1.2; 15
 - Löslichkeit 1.2; 33
 - Lösungen, Dichte 1.2; 35
 Oberflächenspannung 1.2; 39
 - spezifische elektr. Leitfähigkeit 1.2; 39
 - Süßepotenzial 1.2; 10
 - Wärmeleitfähigkeit 1.2; 39
 Saccharose-Agar 30% 3.2; 49, 57
 Saccharosegehaltsbestimmung 3.2; 23
 - polarimetrisch 3.2; 23
 - enzymatisch 3.2; 24
 Sackware 4.2; 1
 Saftgewinnung 1.3; 2,6

Saftkonzentrate 1.3; 2 ff
 - andere (ausser Zitrus) 1.3; 5
 - Haltbarkeit, Konservierung 1.3; 4
 - Zitrus- 1.3; 3
 Saftöl 1.3; 6
 Sammelpackungen 5.7; 98
 Sanitation 4.4; 4
 Sättigungskennlinien 1.2; 33
 Säuerling 5.6; 86
 Säuglingsnahrung
 - geeignet für die Zubereitung von...
 5.6; 88
 Sauerstoff, Löslichkeit 4.7; 3 / 4.1; 27
 Sauerstoffgehalt von Zuckerlösungen
 4.2; 117
 Sauerstoffmessgerät 3.3; 10
 Säuremenge, Bestimmung 3.3; 9
 Säuren 1.4; 1 ff / 5.2; 11 / 4.4; 34
 Säureregulator 2.0; 10
 Schalldämpfung, Entladung 4.2; 6
 Scheinbarer TS-Gehalt 2.0; 2
 Scheitelrührwerke 4.2; 68
 Scherspaltührer 4.2; 55
 Schichtenfilter 4.2; 89
 Schimmelpilze, Nachweis 3.2; 53
 Schlauchmembrandosierpumpen 4.6; 4
 Schmutzbestandteile 4.4; 1
 Schmutzarten 4.4; 28, 38
 Schmutzfrachten
 - spezifische 4.19; 16
 Schraubverschlüsse 4.9; 8
 Schüttkegelentladung 4.2; 27
 Schüttstrommesser 4.5; 21
 Schutzfilter-Polisher 4.1; 4
 Schwebbett-Vollentsalzung 4.1; 24
 Schwebekörper 4.5; 22
 Schwefeldioxid 5.5; 78
 Schweflige Säure 1.6; 15
 Schüttgewicht 4.2; 16
 Segment-Filter 4.3; 20
 Seifenfehler 4.4; 8
 Seitenkanalpumpen 4.3; 52
 Selters 5.6; 90
 Sensorik 3.3; 12
 Shapton-Medium 3.2; 52
 Sicherheitsventile 4.3; 17
 Siebeffekt 4.3; 22
 SI-Einheiten 4.11; 1,3 Silo
 - Austragung 4.2; 26
 - Belüftung 4.2; 21

- Füllstandsmessung 4.2; 25
 - Werkstoff 4.2; 20
 Silofahrzeug 4.2; 7
 Silofilter 4.2; 11
 Silogröße 4.2; 17
 Siloisolierung 4.2; 21
 Silokompressor 4.2; 5
 Silolagerung 4.2; 13
 Silowerkstoff 4.2; 20
 Sinnerscher Kreis 4.4; 4
 - erweiterter 4.4; 30
 Sirupherstellung 4.6; 3
 Sodawasser 5.6; 89
 Sole 2.0; 11
 Sorbinsäure 1.6; 15
 Sorptionsisotherme 1.2; 17 / 4.2; 14
 Sperreffekt 4.3; 23
 Spezifische Abwassermengen 4.10; 16
 Spezifische Eigenschaften von AfG
 5.5; 47 f
 Spezifische Rührerleistung 4.2; 52
 Spezifische Schmutzfrachten 4.10; 16
 Spezifische Wärmekapazitäten,
 Wärmeleitfähigkeit von Zuckerlösungen
 1.2; 38
 Spindeln 2.0; 2 / 3.3; 6
 Sporenfärbung 3.2; 71
 Sprudel 5.6; 86
 Sprühköpfe 4.3; 18
 Sprühwinkel 4.4; 56
 Spurenelemente 1.6; 10
 Stabilisatoren 1.6; 17
 Stabilisierung der Zuckerlösung 4.2; 73
 Stampfgewicht 4.2; 16
 Standard-I-Nähr-Agar 3.2; 45, 46
 Standard
 - mikrobiologischer 1.2; 22
 Stapelreinigung 4.4; 45
 Stärke 1.2; 40
 Starkverschmutzerzuschläge 4.10; 9
 Strahlkraft 4.4; 56
 Strahlenformen 4.4; 57
 Sterile Probenahme 3.1; 9
 Sterilfilter 4.3; 26
 - auf Flüssigzuckertanks 4.3; 40
 - Aerosolbelastungstest 4.3; 33
 - Bacteria Challenge Test 4.3; 31
 - Bubble-Point-Test 4.3; 34
 - bei Dampfsterilisation 4.3; 41
 - Diffusionstest 4.3; 35

- Integritätstest 4.3; 33
- Klassifizierung 4.3; 26
- Validierung 4.3; 31
- Wartung 4.3; 40
- Wasserintrusionstest 4.3; 37
- Sterilisation 4.2; 11 / 4.4; 15
- Sterilisationseffekt 4.4; 16
- Steviosid 1.2; 69
- Stevio glykoside 1.2; 69
- Stichproben 3.1; 2
- Stickstoff 4.10; 3
- Stickstoff, Löslichkeit 4.7; 3
- Stoffaustauschsysteme 4.7; 9, 11
- Stoffaustauschvorgänge 4.7; 1
- Stoffbuchspackung 4.3; 57
- Strahlmischverfahren 4.2; 73
- Strahlwinkel 4.4; 51
- Strömungen 4.3; 45, 46
 - laminare 4.3; 45, 46
 - turbulente 4.3; 45, 46
- Stufenkontrolle 3.1; 8
- Sucralose 1.2; 67
- Sulfatsche 3.2; 24
- Sulfathaltig 5.6; 88
- Summenzählwerke 4.6; 13
- Suspendierbedingungen 4.2; 51 ff
- Suspension 4.2; 51
- Süßepprofil 1.2; 10
- Süßer Geschmack 1.2; 3
- Süßkraft 1.2; 3 ff
 - abhängig von Konzentration 1.2; 6
 - abhängig von Temperatur 1.2; 6, 8
 - Fructose in Tee, Wasser
- Zitronensaft 1.2; 8
 - im Vergleich 1.2; 5
 - Synergismus 1.2; 7, 51
 - Süßstoffe 1.2; 3, 56
 - Süßkraft 1.2; 4
- Süßungsmittel 1.2; 1
 - Einteilung 1.2; 2
 - Kenntlichmachung 5.5; 79

T

Tafelwasser 1.1; 7 / 5.4; 42 / 5.6; 89

Tankanlagen 4.3; 12 ff

- Absicherung 4.3; 15
- Ausstattung 4.3; 13
- Beatmung 4.3; 15
- Domdeckel 4.3; 18
- Größe 4.3; 12

- Reinigung 4.3; 18

- Überwachung 4.3; 18

- Sterilfilter 4.3; 40

- Verrohrung 4.3; 15

Tankfahrzeuge

- Belieferung mit 4.3; 8

Tauchkolbenpumpen 4.6; 3, 19

Taurin 1.6; 22

Technologische Werte 4.8; 23

Teilentsalzung 4.1; 10

Tenside 4.4; 35

- Reinigungswirkung 4.4; 36

Terpene 1.3; 6

Testkeime 4.1; 23

Thaumatococcus 1.2; 65

Thermischer Massendurchflussmesser 4.5; 30

Thermophile Sporenbildner 3.2; 50

Thermoplaste 4.3; 59

Thiamin 1.6; 4

Tiefenfilter 4.1; 35

TOC 4.10; 3

Tocopherol 1.6; 3

Trägheitsabscheidung 4.3; 23

Trinkwasser 1.1; 7

- Anforderungen 5.2; 30
- -aufbereitung 4.1; 35 / 5.2; 30 f
- DIN-Normen 1.1; 8
- Verordnung 1.1; 8 / 5.2; 29 f

Trockeneis 1.5; 6

Trockensubstanzbestimmung 3.2; 2 / 2.0; 2

Trockensubstanzbestimmung

- Korrekturtabelle ISI 72,7 / 67 4.3; 5

Trockensubstanzgehalt 2.0; 2

- Bestimmung 3.2; 1
- Gravimetrisch, Trockenschrank 3.2; 1
- Titrimetrisch, Karl Fischer

Trockensubstanzgehalte flüssiger Zucker 1.2; 34

Trübung 3.3; 17

Tryptophan-Trypton-Bouillon 3.2; 64

Turbinenzähler 4.5; 18

Twist-Off 4.9; 3

U

UASB-Verfahren 4.10; 22

Überfüllsicherung 4.5; 3

Übergewicht 1.2; 27 ff

Überschussschlamm 4.10; 21, 22, 26

Ultrafiltration 4.1; 37

Ultraschall-Durchflussmesser 4.5; 26

Ultraschall-Niveaumessung 4.5; 8

Umami 1.2; 3

Umkehrosiose 4.1; 38

Umrechnung Gewicht in Volumen

- flüssige Zucker 4.3; 10

Unionsliste für Enzyme 5.2; 21, 25

Universalgrenzschalter 4.5; 3

UV-Bestrahlung/Entkeimung 4.1; 32

V

Vakuumentgasung 4.7; 14

Vakuumhebergerät 4.2; 1

Vakuumentile 4.3; 17

Velcorin 1.6; 16 / 4.8; 5

Venturiprinzip 4.5; 21

- Mischanlagen 4.6; 16

Venturirohr 4.5; 21 / 4.6; 16

Verdampfungswärme des Wassers 1.1; 2

Verdrängerpumpen 4.3; 54

Verdünnungsreihe 3.2; 38

Verkehrsauffassung 5.5; 45

Verkehrsbezeichnung 5.5; 44

- alkoholfreie Getränke 5.5; 45 f

Verschleißmaschinen 4.9; 1, 17

Verschleißmittel 4.9; 2

Verschleißparameter 4.9; 4

Verschleißmaschinen 4.9; 18 ff

Verschleißtechnik 4.9; 1

Verschlüsse

- Arten 4.9; 2
- Normen 4.9; 3
- Ventulfunktionen 4.9; 7

Verzuckerungsgrad 1.2; 43

Vibrationsgrenzschalter 4.5; 3

Viskosität 1.2; 37

- flüssige Zucker 1.2; 37
- Glukosesirupe 1.2; 44

Vitalfärbung 3.2; 68

Vitamine 1.6; 1 ff

- Vitamin A 1.6; 1
- Vitamin B₁ 1.6; 4
- Vitamin B₂ 1.6; 5
- Vitamin B₆ 1.6; 6
- Vitamin B₁₂ 1.6; 6
- Vitamin D 1.6; 2
- Vitamin E 1.6; 3
- Vitamin H 1.6; 9

- Vitamin K 1.6; 4

- Reinheitskriterien 5.2; 14

- Höchstgehalte 5.2; 14

Vitaminverordnung 5.2; 14

Vitaminierung 5.5; 13

Vitaminisierte Getränke 5.2; 4

- Kennzeichnung 5.5; 54

Vollenthärtung 4.1; 11

Vollentsalzung 4.1; 12

Volumendurchfluss 4.5; 20

Volumenfüller 4.8; 12

Volumenzähler 4.5; 8

Volumenzählwerke 4.6; 5

Volumetrische Messung 4.5; 15/4.6; 4

Vorspannen 4.8; 16

W

Wägung 4.5; 2

Wärmeaustauscher 4.2; 111

Wärmekapazität, Wärmeleitfähigkeit

- von Zuckerlösungen 1.2; 38

Wasser

- Dichte 1.1; 2
- Hygienische Anforderungen
- Leitfähigkeit 1.1; 4
- Löslichkeit von Gasen 1.1; 2
- Löslichkeit fester Stoffe 1.1; 2
- pH-Wert 1.1; 5
- Verdampfungswärme 1.1; 2

Wasseraktivität 1.2; 17, 19

- verschiedener Lösungen 1.2; 20

Wasseraufbereitung 1.1; 6 / 4.1; 1 ff

Wasserbedarf 1.1; 1

Wasserfiltration 4.1; 2

Wassergehalt

- Zucker 1.2; 17

Wassergehaltsbestimmung 3.2; 1

Wasserhärte 1.1; 3 / 4.1; 4

Wasserhaushaltsgesetz (WHG) 1.1; 8 / 4.10; 4, 6

Wasserinhaltsstoffe 4.1; 1ff

Wasserkreislauf 1.1; 1

Wassermolekül 1.1; 2

Wasserstoffperoxid 4.4; 9

Wasserqualität 2.0; 3 / 5.2; 17

Wasserversorgung 1.1; 6

Weinsäure 1.4; 2

Weisszucker 1.2; 16

Wellendichtung 4.3; 57

WEMAN-Agar 3.2; 49

Wickelmodul 4.1; 40
 Wiederverschließdruck 4.9; 11
 Wirbelzähler 4.5; 18
 Wirkdruckmesser 4.5; 20
 Woltmann-Zähler 4.5; 18
 Würze-Agar 3.2; 54

 Z
 Z-Wert 4.4; 24
 Zielstrahlreinigung 4.4; 5
 Zitronensäure 1.4; 1 / 2.0; 10
 Zitrusafrkonzentrate 1.3; 2
 Zitruskonzentrate 1.3; 4
 Zitrusaroma
 - Öl- und Wasserphase 1.3; 7
 Zoneneinteilung 4.2; 31
 Zucker 1.2; 10 ff
 - Gehalt in der Rübe 1.2; 11
 - in der Ernährung 1.2; 23
 - Kristallgrößen 1.2; 15
 - Lagerfähigkeit 1.2; 18
 - Löslichkeit 1.2; 32
 - Mikrobiologie 1.2; 21
 - osmotischer Druck 1.2; 21
 - Qualitätskriterien 1.2; 16
 - Sorptionsisotherme 1.2; 17, 18, 19
 - Süßprofil 1.2; 10
 - Viskosität 1.2; 37
 - Wärmeleitfähigkeit 1.2; 39
 - Wassergehalt 1.2; 17
 Zuckerabsatz 1.2; 23
 Zuckerarm 5.5; 76
 Zuckerarten 1.2; 1 ff
 Zuckerfrei 5.5; 76
 Zucker und Süßungsmittel 1.2; 1 ff
 - Einteilung 1.2; 2
 Zucker, Handelsformen 4.2; 1
 Zucker, lose 4.2; 4
 Zuckeralkohole 1.2; 1
 Zuckeraustauschstoffe 1.2; 1, 55
 Zuckereinsatz in Getränken 2.0; 4
 Zuckergehalt 1.2; 10
 Zuckergewinnung 1.2; 12 ff
 Zuckerkrankheit 1.2; 26
 Zuckerkulör 1.2; 15
 Zuckerlösungen
 - Dichte 1.2; 36
 - Oberflächenspannung 1.2; 39
 - spezifische elektrische Leitfähigkeit
 1.2; 39
 - Wärmekapazität 1.2; 38
 - Wärmeleitfähigkeit 1.2; 39
 Zuckersirup 2.0; 4
 Zuckerspindel 3.3; 6
 Zuckerstaubexplosion 4.2; 26
 Zuckerverarbeitungsverfahren 4.3; 1
 Zuckerverbrauch 1.2; 23
 Zündtemperatur 4.2; 28
 Zugmessdosen 4.5; 13
 Zusatzstoffe 5.2; 5 ff
 - Funktionsklassen 5.2; 18
 Zusatzstoffverordnung 5.2; 16
 Zusatzstoff-Zulassungsverordnung
 5.5; 78 ff
 Zutaten 5.5; 50
 Zutatenangabe 5.5; 51
 Zutatenverzeichnis 5.5; 50
 Zusammengesetzte Zutaten 5.5; 52
 Zweikomponentenmischanlage
 4.6; 17