

# Fabrikproduktion von Lebensmitteln (Differenzierung 2)

---

*Nina Baur*

Datum: 15.03.2013

## Differenzierung

Wie sprechen in der Soziologie immer wieder von „[Differenzierung](#)“, aber was heißt das ganz genau? Wie [gestern](#) erläutert, bedeutet dies im Bereich der Wirtschaft u.a., dass sich die Zahl der Arbeitsschritte pro Produktionsstufe immer mehr zunimmt, so dass der Produktionsprozess selbst heute extrem komplex geworden ist. Wie ich am Beispiel des Wandels der Produktionstechnik auf dem [Joghurtmarkt](#) zwischen den 1950ern und den 2000ern exemplarisch zeigen möchte, hat die moderne Lebensmittelproduktion wenig mit [werbevermittelten Botschaften von „natürlichen Produkten“](#) gemein.

Ich sollte vielleicht vorweg sagen, dass ich den Joghurt ursprünglich ausgewählt hatte, weil ich dachte, es handele sich um ein einfaches Produkt.

Und im Grunde genommen ist er das auch: Joghurt ist eines der ältesten Nahrungsmittel der Menschheit. Wo es herkommt, ist zwar nicht bekannt.<sup>1</sup>, aber bis über Jahrtausende hinweg veränderte sich die Produktionstechnik kaum. In Deutschland wurden bis in die 1950er Milchsäureprodukte hergestellt, indem die Bäuerin oder Hausfrau eine Schüssel frischer Milch (= Rohmilch)<sup>2</sup> über Nacht stehen ließ.<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> Um die Entstehung des Joghurts ranken viele Sagen: Einer Sage gemäß hat ein Engel die Schale mit dem ersten Joghurt vom Himmel gebracht. Eine andere Erzählung berichtet, die Türken haben den weißen „Sauerstoff“ erfunden, um ihren persönlichen Schutzengel damit zu bestechen. Eine dritte Legende berichtet, ein Nomade habe Milch in einer Ziegenhaut als Behälter auf einem langen Kamelritt durch die Wüste transportiert. Als er sich am Ziel erfrischen wollte, stellte er fest, dass die Milch geronnen war, ihm aber trotzdem vorzüglich schmeckte. Möglicherweise wurde der Joghurt auch von Gläubigen entdeckt, die den Göttern Milch opferten, die in den Opferschalen sauer und dick wurde. Wie und wann genau der Joghurt tatsächlich entdeckt/erfunden wurde, ist unbekannt. Wahrscheinlich ist er eine Innovation aus dem 9. Jahrtausend v. Chr. Herkunftsregionen des Joghurt sind jedoch Asien und die Balkanländer, die ein Zentrum früher Viehwirtschaft waren: Da die Herstellung von Joghurt unproblematisch war – man ließ die Milch einfach sauer werden – und Joghurt gleichzeitig nahrhaft war, wurde Joghurt schon bald von allen Nomadenvölkern im Nahen und Fernen Osten verwendet. Nach Westeuropa wurde der Joghurt von den Reiterhorden des Dschingis Khan gebracht. Hier ging er in die bäuerliche Küche des Mittelalters ein.

<sup>2</sup> Rohmilch ist Milch, die weder erhitzt noch behandelt worden ist. Infolgedessen ist sie nur ein bis zwei Tage haltbar. Die Milchsäurebakterien der Luft ließen folglich die Milch über Nacht dick werden. Heute ist dies nicht mehr möglich. Ursache hierfür ist die Hygiene: Früher kam die Milch schon im Verdauungstrakt der Kühe mit Milchsäurebakterien in Berührung und wurde dadurch relativ sauer. Die Säuerung unterdrückte das Wachstum von Fäulnisbakterien. Heute dagegen kommt die Milch von alleine nicht mehr mit Milchsäurebakterien in Berührung, und wenn doch, dann wird deren Vermehrung durch Kühlung verhindert. Deshalb fault die Milch heute bevor sie sauer wird.

<sup>3</sup> Etwas komplexer, aber immer noch einfacher ist der traditionelle Herstellungsprozess im Balkan und Nahen Osten, der ein etwas schmackhafteres Produkt erzeugt. Traditionell wird dort Joghurt folgendermaßen hergestellt:

- 
1. *Milch auf zwei Drittel des Volumens eindampfen:* Zunächst wird die Milch auf zwei Drittel ihres Volumens eingekocht. Durch die Konzentration der Milch wird auch das Endprodukt dickflüssiger. Sie lässt sich in der Küche leichter weiterverarbeiten. Durch die Erhitzung werden die Eigenschaften des Kaseins verändert. Dies wiederum verbessert die Qualität des Endprodukts. Die Hitze tötet krankheitserregende Mikroorganismen ab. Die Hitze tötet zunächst die meisten oder alle in der Milch enthaltenen Bakterien und Hefen ab. Wenn man später die Joghurt-Starterkulturen hinzufügt, wirken nur die in dieser Starterkultur enthaltenen Bakterien. Der Gärungsprozess wird dadurch kontrolliert. So konnten nach und nach Milchsäurebakterien selektiert werden, die erst bei einer hohen Milchsäurekonzentration absterben. Da die Milchsäure dem Joghurt seinen spezifischen Geschmack gibt, konnte so im Laufe der Zeit der Geschmack des Joghurts immer verbessert werden. Wenn die Milch bei der richtigen Temperatur gärt, werden die Milchsäurebakterien dominant.
  2. *Milch die Bebrütungstemperatur abkühlen:* Die Bebrütungstemperatur entspricht ungefähr der Körpertemperatur.
  3. *Impfen:* Nachdem die Mikroorganismen der Rohmilch weitgehend abgetötet sind, wird die Milch mit einer Starterkultur geimpft. Die Starterkultur ist typischerweise ein Joghurt vom Vortag.
  4. *Bebrüten:* Die Bakterien der Starterkultur vermehren sich. Dabei wandeln sie Milchzucker in Milchsäure um. Die Milchsäure lässt die Milch gerinnen. Ab einer bestimmten Säurekonzentration sterben die Milchsäurebakterien ab. Bei Raumtemperatur dauert der Gerinnungsprozess normalerweise achtzehn oder mehr Stunden.
  5. *Abkühlen lassen*
  6. *In Behälter abfüllen*
  7. *Weiterverarbeiten:* Joghurt ist zwar länger haltbar als Milch, aber dennoch innerhalb weniger Tage verdorben, insbesondere wenn er nicht gekühlt wird. Deshalb entwickelten die Menschen im Nahen Osten eine Reihe von Methoden, die Haltbarkeit des Joghurts zu verlängern. Die meisten dieser Weiterverarbeitungsmethoden wurden wahrscheinlich genauso wie die Herstellung von Joghurt selbst zufällig entdeckt. Die traditionellen Konservierungsformen – Trocknen, Räuchern, Salzen, Würzen, in Öl Einlegen – verleihen dem Joghurt eine salzig-würzige Komponente. Im Gegensatz zur europäischen Küche wird Joghurt in der orientalischen und asiatischen Küche traditionell entweder als Beilage zu Hauptgerichten verwendet oder verkocht. Verwendet werden entweder Naturjoghurt oder die salzig-würzigen Formen der Weiterverarbeitung. Auch heute noch sind diese Joghurtprodukte Bestandteil der orientalischen und asiatischen Küchen. In Deutschland sind sie dagegen weitgehend unbekannt. Hier wird Joghurt hauptsächlich gesüßt konsumiert.

Die Nomaden im Nahen Osten stellten Joghurt traditionell in Behältern aus Tierhäuten her und bewahrten ihn auch in diesen Behältern auf. Wenn Joghurt für längere Zeit in einer Tierhaut aufbewahrt wird, sickert die Molke durch die Tierhaut und verdunstet. Dadurch steigern sich der Anteil der Festbestandteile im Joghurt von etwa 12-13% auf etwa 25% sowie der Säuregehalt von etwa 1,5% auf mehr als 2%. Dieses neue Produkt nennt man „*kondensierten Joghurt*“ bzw. „*Konzentrierten Joghurt*“. In Armenien nennt man es „*Tan*“ oder „*Than*“, in Ägypten „*Leben Zeer*“, in der Türkei „*Torba*“, „*Kurut*“ oder „*Tulum*“, in den meisten anderen arabischen Ländern „*Labneh*“ oder „*Lebneh*“.

Kondensierter Joghurt hält immerhin ein bis zwei Wochen, was für die Nomaden, für die Milchprodukte eine Hauptnahrungsquelle war, eine deutliche Verbesserung darstellte. Nach und nach wurden in verschiedenen Ländern unterschiedliche Methoden, den Joghurt zu konzentrieren, entwickelt. Heute wird Labneh auch industriell hergestellt. Aus hygienischen Gründen werden nicht mehr Tierhäute sondern Tücher als Behälter verwendet.

Da auch konzentrierter Joghurt nur eine begrenzte Haltbarkeit hat, entwickelte man im Nahen Osten mehrere Verfahren, den Joghurt noch länger zu konservieren: *Labneh Anbaris (Joghurtkäse)* hat mit 30 bis 40% einen noch höheren Anteil an Festbestandteilen als konzentrierter Joghurt. Traditionell wird er zu Bällen geformt, in Einmachgläser oder irdene Töpfe gelegt und mit Olivenöl übergossen. Eine traditionelle türkische Methode, Lebensmittel zu konservieren, ist, sie zu salzen. Das Endprodukt ist gesalzener Joghurt. Durch das Salzen verliert Joghurt allerdings seinen typisch säuerlichen Geschmack. Im Libanon wird gesalzener Joghurt zu Bällen mit etwa 2cm Durchmesser geformt. Diese Bälle werden in der Sonne getrocknet, danach in Einmachgläser gelegt und mit Olivenöl übergossen. Man nennt dieses Produkt getrockneten Joghurt oder Winterjoghurt, weil es auch außerhalb der Milchsaison erhältlich ist. Gegessen wird es als Brotaufstrich. Man kann Joghurt auch mehrere Stunden über Feuern aus speziellen Hölzern räuchern. Geräucherter Joghurt wird wie getrockneter Joghurt in Einmachgläser gefüllt und mit Olivenöl oder Talg bedeckt. Deshalb ist auch geräucherter Joghurt im Winter erhältlich.

Zwischen 1950 und 1980 wandelte sich die Verfahrenstechnik dann innerhalb weniger Jahrzehnte radikal. Zunächst zögerlich, dann aber rasant fortschreitend wurden beim Herstellen und Verteilen von Nahrungsmitteln industrielle Technologien und entsprechende marktwirtschaftliche Verfahren übernommen. Wie ein Blick auf die von [Lekkerkerker](#) vertriebenen Anlagen illustriert, hat eine Joghurtfabrik heute mehr mit einer Chemiefabrik gemeinsam als mit der Feuerstelle der Nomaden oder den [Werbebotschaften von „glücklichen Kühen auf blühenden Weiden“](#).

Zwar sind die Grundschriffe der Joghurtproduktion noch immer dieselben wie vor 11.000 Jahren. Allerdings haben sich durch die Anforderungen der industriellen Massenproduktion einige weitreichende Änderungen ergeben. Jede Produktionsphase ist so komplex geworden, dass der Hersteller zahlreiche Einzelentscheidungen treffen muss. Die Gesamtheit der Entscheidungen, die ein Hersteller treffen muss, gleicht einem komplexen System, in dem jede Entscheidungen Folgen für zahlreiche andere Bereiche hat.

Um ein Gefühl für die Komplexität und Tragweite dieses Prozesses zu geben, werde ich weiter unten skizzieren, wie die Produktion heute aussieht. Datenquelle für die war Fachliteratur zur Lebensmittelproduktion.<sup>4</sup> Und ja – es handelt sich tatsächlich eine vereinfachte und verkürzte Darstellung des

---

In der Türkei, im Libanon, in Syrien, im Irak und im Iran wird Joghurt zu „*Kishk*“ verarbeitet, einem Produkt von fast unbegrenzter Haltbarkeit: Weizenmehl oder Bulgur wird in Joghurt oder konzentrierten Joghurt gerieben. Die Getreide-Joghurtmischung wird in schmale Zylinder gerollt und in der Sonne getrocknet. Wenn man Kishk essen will, löst man die Getreide-Joghurtmischung in Wasser auf und lässt sie eine Weile bei geringer Hitze köcheln. Das Ergebnis ist ein dem Haferbrei ähnliches Gericht, das normalerweise mit Brot gegessen und manchmal mit gehackten Zwiebeln und/oder Koriander gewürzt wird.

Um Chanklich zu produzieren, stellt man wie bei Kishk eine Getreide-Joghurtmischung her oder verwendet Joghurtkäse. Hinzu kommen Kräuter und Gewürze, die die Haltbarkeit verlängern. Die Mischung wird ange-trocknet und zu Bällen geformt. Die Bälle werden in Einmachgläser gefüllt und mit Olivenöl bedeckt. Labneh Anbaris und Chanklich werden traditionell mit Brot und Olivenöl als Vorspeise serviert.

<sup>4</sup> Weil diese Frage [an früherer Stelle](#) auf diesem Blog gestellt wurde, ist dies vielleicht eine gute Gelegenheit zu zeigen, wie ich empirisch mit prozessproduziertem Material umgehe. Wie ich bereits geschrieben habe, ist meines Erachtens für eine [prozessorientierte Marktsoziologie](#) eine Verlaufsmusteranalyse (Baur 2005) erforderlich. Hierzu verwende ich einen [Methoden-Mix](#) aus prozessproduzierten Daten (u.a. Fachbücher aus dem Lebensmittelbereich und Zeitungsartikel), Ethnografie und Interviews. Die jeweiligen Vor- und Nachteile dieser Datentypen habe ich in Baur (2011) diskutiert.

Bezogen auf den Wandel der Produktionstechnik haben mir Historiker bereits abgenommen. Insbesondere im Bereich der Milchproduktion haben zahlreiche Forscher wichtige Verlaufsmuster identifiziert. Geographen haben räumliche Veränderungen der Produktionskette analysiert. Auf diese Arbeiten kann ich zurückgreifen. Die wichtigste Informationsquelle für die hier präsentierte Darstellung sind allerdings Fachhandbücher für Lebensmitteltechniker und Agrarwissenschaftler, die die Verfahrenstechnik für die moderne Joghurtproduktion darstellen. Diese Gattung hat eine eigene Geschichte: Bis zum Ende des Zweiten Weltkrieges Hauswirtschafts- und Bauernzeitschriften Tipps zur Milchproduktion und informierten über neuste wissenschaftliche Erkenntnisse über Milchproduktion und -konsum. Mitte der 1950er Jahre wurden die ersten Fachbücher über die Milchproduktion verfasst. Zunächst wurde Joghurt in die Gruppe der Sauermilchprodukte und Desserts eingereiht. Im Lauf der Zeit wurden die Bücher immer umfangreicher – allein dies ist bereits ein erstes Indiz für Spezialisierung und die Zunahme der Komplexität des Produktionsprozesses. 1985 schrieben Robinson und Tamime das erste Buch, das ausschließlich die Joghurtproduktion behandelte. Seitdem behandeln zahlreiche Texte einzelne Phasen des Produktionsprozesses. Die Zahl der Publikationen zu diesem Thema steigt außerdem ständig an. Die Abstände zwischen den Publikationen werden immer geringer. Allein diese oberflächlichen Informationen sprechen dafür, dass sich die Produktion differenziert und Wissen immer bedeutender wird – wie sich zeigen wird, ist dieser Eindruck richtig. Verfolgt man diese Bücher Schritt für Schritt, kann man nachvollziehen, wann und wie sich die Produktionstechnik verändert hat. Um den Wandel der Produktionstechnik herauszuarbeiten, habe ich insbesondere folgende Handbücher über die Joghurtproduktion herangezogen: Storck 1959; Robinson/Tamime 1985; Klupsch 1992; Gravert et al. 1993a, 1993b; Robinson 1994; Spreer 1995; Bake et al. 1995; Connor/Schiek 1997; Distl et al. 1997; Jervis 1998; Muir 1998; Langridge/Neaves 1998; Staff 1998; Stanley

Standes Ende der 1990er (die Originaltexte umfassen i.d.R. mehrere hundert Seiten, und heute ist vermutlich Alles noch viel komplizierter). Da ich aber davon ausgehe, dass sie meisten Leser meine Begeisterung für Verfahrenstechnik nicht teilen, möchte ich vorab die wichtigsten Punkte zusammenfassen:

Das Wichtigste habe ich bereits gesagt – Lebensmittel werden heute i.d.R. in Fabriken hergestellt, und der Produktionsprozess ist sehr komplex und spezialisiert, weshalb es sehr schwer ist, den Überblick zu behalten, was aber wiederum wichtig ist für das Gelingen des Gesamtprozesses.

Häufig entstehen durch die Produktion selbst oder durch Wechselwirkungen mit anderen Faktoren Zwänge, die die *Handlungsspielräume und Wahlfreiheiten der Hersteller stark einschränken*. Ein Beispiel hierfür sind die Verpackungsmaterialien – viele Lebensmittel erhält man nur in sehr wenigen typischen Verpackungstypen (im Fall von Joghurt sind das i.d.R. Glasbecher oder Plastikbecher in ganz bestimmten Größen). Schaut man sich den Produktionsprozess an, wird deutlich, warum die Variation so gering ist – sie muss nämlich gleichzeitig sehr verschiedene Anforderungen erfüllen, und nur sehr wenige Materialien erfüllen diese gleichzeitig.<sup>5</sup> Die Verpackung ...

---

1998; Robinson/Tamime 1999; Kelly 2001; Kirkland 2001; Latrille et al. 2001; Roberston 2001; Sutherland/Varnam 2001.

Die Autoren erläutern die Produkteigenschaften, moderne Produktionstechniken und die dabei möglicherweise auftretenden Probleme. Gleichzeitig findet man in den meisten Büchern einen kurzen geschichtlichen Überblick über veraltete Produktionstechniken. Liest man diese Bücher in zeitlicher Reihenfolge, kann man sehr gut sehen, wann und wie sich technologische Sprünge ergaben. Insbesondere aber lese ich die Darstellung des Produktionsprozesses zwischen den Zeilen, d.h. ich versuche zu interpretieren, was die technologischen Gegebenheiten selbst für den Produktionsprozess bedeuten und welche Zwänge sie den Akteuren auferlegen.

<sup>5</sup> Die Verpackung hat verschiedene Funktionen:

- *Sie schützt den Joghurt* vor Schmutz, Mikroorganismen, Sauerstoff und Licht. Mikroorganismen wie Bakterien, Hefen und Schimmel mindern die Qualität des Joghurts. Gase wie Sauerstoff erleichtern Mikroorganismen das Wachstum, so dass der Joghurt schneller verdirbt. Licht kann Joghurt mit Geschmacksstoffen oder Fruchtzusätzen entfärben. Milchfette oxidieren unter Lichteinfluss. Die Verpackung verhindert auch, dass der Joghurt verschüttet wird oder verdunstet. Wenn Flüssigkeit verdunstet, verändern sich das Gewicht und die chemischen Eigenschaften des Joghurts: Obwohl der Joghurt beim Verlassen der Fabrik allen gesetzlichen Bestimmungen entspricht, verletzt er diese beim Verkauf. Die Verpackung schützt auch davor, dass der Joghurt seinen Geschmack verliert oder dass er unangenehme Düfte aus seiner Umgebung aufnimmt.
- *Die Verpackung erleichtert die Lagerung und den Transport*. Joghurt und Produkte auf Joghurtbasis sind normalerweise mehr oder weniger flüssig. Die Verpackung erleichtert es, Flüssigkeiten in Lagerhallen und Supermarktregalen aufzubewahren sowie zwischen den verschiedenen Aufbewahrungsorten zu transportieren.
- *Die Verpackung vermittelt eine Werbebotschaft*. Verpackungen haben eine bestimmte Form und sind normalerweise außen farbig bedruckt. Sie gibt dem Produkt damit ein Markenimage und soll den Verbraucher davon überzeugen, das Produkt zu kaufen. Außerdem enthält die Verpackung folgende Produktinformationen: Produktart, Markenname, Herstellername und -adresse, ungefähre chemische Zusammensetzung des Produkts bzw. Zutaten in abnehmender Reihenfolge der Gewichtsanteile, Mindesthaltbarkeitsdatum, andere Informationen wie Kalorien- und Nährstofftabelle, Hinweise zur Benutzung, Rezeptvorschläge u.a. In den meisten Ländern ist gesetzlich vorgeschrieben, welche Informationen mindestens auf einer Verpackung stehen müssen und welche dort nicht stehen dürfen. In Deutschland ist gesetzlich vorgeschrieben, dass auf Packungen von Milchprodukten folgende sieben Angaben des Herstellers stehen müssen: Verkehrsbezeichnung (Joghurt, Trinkjoghurt, Fruchtjoghurt usw.), Mengenangabe in Gramm, Fettgehalt in Prozent Fett im Milchanteil, Art der Wärmebehandlung, Mindesthaltbarkeitsdatum, Name und Anschrift der Molkerei und Zutatenliste: Sind mehrere Zutaten enthalten, müssen diese in absteigender Reihenfolge der Gewichtsanteile angeführt werden. Bezeichnungen wie „Joghurt mit *Lactobacillus bulgaris*“ verweisen eindeutig auf die verwendete Bak-

- ... darf nicht giftig sein.
- ... schützt den Joghurt vor Schmutz, Mikroorganismen, Sauerstoff und Licht.
- ... darf nicht chemisch mit dem Joghurt reagieren.
- ... erleichtert die Lagerung und den Transport.
- ... vermittelt eine Werbebotschaft.
- ... erfüllt die gesetzlichen Vorgaben.
- ... entspricht den Verbraucherwünschen und Konsumgewohnheiten – die Glasflasche wird in Deutschland z.B. oft mit Umweltfreundlichkeit und höherer Qualität assoziiert (obwohl die Verpackung nichts über die Qualität des Lebensmittel aussagt und es äußerst umstritten ist, ob Glasflaschen wirklich umweltfreundlicher sind).

Neue Verpackungsarten sind daher zwar denkbar, wegen der hohen Anforderungen werden aber selten wirklich neue Verpackungsarten erfunden. Gleichzeitig werden die bestehenden Verpackungsarten ständig verbessert, wobei dies pfadabhängig geschieht – da die Produktionsanlagen teuer sind, wird es sich ein Hersteller darüber hinaus dreimal überlegen, ob er – wenn er einmal eine Anlage angeschafft hat – wirklich den Produktionsprozess umstellt. Dadurch wird die Herstellung der Verpackung (also noch nicht einmal des Joghurts, sondern einer einzelnen Produktionsstufe) immer komplexer. Dies ist mit ein Grund, warum sich nach und nach Spezialisten für einzelne Produktionsschritte herausbilden. Sowohl die zyklische Komponente (Verwendung einer begrenzten Menge von Verpackungsmaterialien), als auch die geordnete Transformation (Herausbildung von eigenen Joghurt-Verpackungsherstellern) sind also immanent im Produktionsprozess angelegt und werden nach und nach freigesetzt, sobald die industrielle Massenproduktion einmal begonnen hat. Einmal in Gang gesetzt, ist es folglich wahrscheinlich, dass die Differenzierung immer weiter voranschreitet ([Nassehi 2012](#)).

Ein zweiter wichtiger Punkt ist, dass die verschiedenen Produktionsstufen miteinander zusammenhängen und es zu zahlreichen Wechselwirkungen und unerwünschten Nebenfolgen kommen kann. *Im Versuch, ihn zu kontrollieren, wird der Produktionsprozess schwerer kontrollierbar, unübersichtlicher und fehleranfälliger.* Viele Joghurts werden etwa gesüßt, man kann aber nicht jeden Süßstoff in den Joghurt mischen. Je nachdem, welche anderen Zutaten man beimengt, scheiden bestimmte Süßstoffe aus (weil die Stoffe ggf. untereinander reagieren), und es macht auch einen Unterschied, wann man den Süßstoff beimengt. Man muss also genau wissen, was man tut. Ein Beispiel, dass das jemand nicht wusste, war das kürzlich in der Presse diskutierte Aflatoxin – es handelte sich ja eigentlich um eine Beimischung im Futter für Kühe. Wenn nun Fleischkühe gefüttert worden wären, wäre das kein Problem gewesen – das über die Nahrung aufgenommene Aflatoxin lagert sich

---

terienkultur. „Naturidentische Aromastoffe“ bedeutet, dass das Produkt künstliche Zusätze enthält. Die meisten Zusatzstoffe sind im Fruchtjoghurt enthalten. Zusätzliche Hinweise – wie etwa Kalorienangaben – sind freiwillig.

- *Die Verpackung von Lebensmitteln darf nicht giftig sein.*
- *Verpackungsmaterial und Nahrungsmittel dürfen nicht chemisch reagieren.* Deshalb werden Milchprodukte hauptsächlich in Plastikcontainer oder Gläser verpackt. Wegen des Säuregehalts des Joghurts werden die Plastikbehälter meistens mit Aluminiumdeckeln verschlossen.
- Das *Lebensmittelrecht* schreibt vor, dass Verpackungsmaterialien für Lebensmittel so beschaffen sein müssen, dass von ihnen keine gesundheitlich bedenklichen Bestandteile auf die Lebensmittel übergehen können. Für Joghurts werden üblicherweise entweder Kunststoff- oder Glasbehälter verwendet. Des Weiteren sind die Volumina und Abmessungen, in denen Joghurt verkauft werden darf, vom Lebensmittelrecht vorgeschrieben. Zugelassen sind ausschließlich folgende Abfüllungen: 0, 1 – 0,2 – 0,25 – 0,50 – 0,75 – 1,0 – 1,5 – 2 – 3 – 4 – 5 – 10 Liter.

normalerweise nicht im Fleisch an. Leider aber schon in der Milch (d.h., das mit dem Aflatoxin in der Milch ist vermutlich nicht einmal absichtlich passiert – da hat vermutlich nur jemand den Überblick verloren). in [Nassehis \(2012\)](#) Worten:

„Funktionale Differenzierung ist die funktionale Lösung für das Komplexitätsproblem, das mit der Umstellung auf funktionale Differenzierung bewältigt wird. (...) Diese Lösung ist aber zugleich das Problem.“

*Damit verbunden nimmt die potenzielle Reichweite von Risiken immer mehr zu:* Durch die fabriktförmige Verarbeitung werden immer größere Mengen verarbeitet, d.h. Lebensmittel miteinander vermischt, die früher getrennt blieben. Wenn früher ein Liter Milch verdorben war, wurden vielleicht ein oder zwei Personen gesundheitlich beeinträchtigt – nämlich die, die ihn zu sich nahmen. Heute wird aber derselbe Liter Milch mit 100.000 anderen vermengt und in großen Containern verarbeitet. Daher reicht ein einziger Liter verdorbene Milch, die in einem großen Container beigemengt wird, um Hunderttausende von Verbrauchern zu vergiften.

Hygiene bekommt folglich eine immer größere Bedeutung, birgt aber gleichzeitig wieder eine neue gesundheitliche Risiken: Die Desinfektionsmittel müssen so stark sein, dass sie Mikroorganismen abtöten. Wenn sie in die Nahrungskette gelangen, können sie gesundheitsschädlich sein (siehe Aflatoxin).

*Durch die zahlreichen Produktionsstufen trägt das Produkt Joghurt auch Rückstände aus früheren Phasen des Produktionsprozesses in sich:* Wenn die Kühe mit Antibiotika gespritzt wurden und diese Rückstände in der Milch sind, oder wenn die Früchte mit Pestiziden gespritzt sind, dann sind diese Rückstände auch im Joghurt. Der dauernde Konsum von Antibiotika fördert Resistenzen von Bakterien, die Menschen gefährlich werden können. Wenn man Pech hat, werden dieselben Anlagen für unterschiedliche Produkte verwendet – dann können die Produkte auch Rückstände aus der Produktion anderer Lebensmittel enthalten (Nuss-Allergiker können ein Lied davon singen...). Übrigens können auch Reinigungsmittel Allergien auslösen. Damit wird jedes industriell hergestellte Lebensmittel zumindest zum Gesundheitsrisiko.

Ich werde an einem anderen Tag noch mehr über die Folgen dieses Differenzierungsprozesses schreiben. Für heute geht es mir darum, einen Eindruck zu vermitteln, wie kompliziert das Ganze ist. Wie gesagt – wer keine Lust darauf hat, soll einfach nicht weiterklicken. Wenn Sie weiterlesen – sie wurden gewarnt!<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> Sollte unter den Lesern ein Lebensmittel-Techniker dabei sein – bitte sehen Sie es mir nach, wenn ich den einen oder anderen Fachterminus falsch übersetzt habe (wobei ich für Hinweise für die fachlich korrekten Termini natürlich dankbar bin).

Ich habe Sie gewarnt – also gut ...

## Produkteigenschaften

Man kann den Produktionsprozess von Lebensmitteln nicht verstehen, ohne die konkreten Produkteigenschaften zu berücksichtigen.<sup>7</sup>

Milcherzeugnisse unterteilen sich nach dem deutschen Lebensmittelrecht in gesäuerte Milcherzeugnisse, Sahneerzeugnisse, Kondensmilcherzeugnisse und Molkenerzeugnisse. Hinzu kommen Milchmischerzeugnisse. Joghurt gehört neben Sauermilch (Dickmilch), Saurer Sahne, Sahnedickmilch, Crème fraîche, Kefir und Buttermilch zu den gesäuerten Milcherzeugnissen. Gesäuerte Milcherzeugnisse werden aus Milch mit unterschiedlichem Fettgehalt unter Zugabe verschiedener Fermente hergestellt. Fermente lassen die Milch gerinnen und geben ihr den sauren Geschmack. Von anderen gesäuerten Milchprodukten unterscheidet sich Joghurt in der Art des zugegebenen Ferments: Während bei Joghurt Bakterienkulturen<sup>8</sup> zugegeben werden, sind es bei Kefir (auch) Pilze und bei Quark und Käse Säuerungskulturen und ein Enzym.

---

<sup>7</sup> Die Produkteigenschaften des Joghurts hängen davon ab, was man als Joghurt definiert. Diese Definition hängt einerseits von den natürlichen Eigenschaften des Produkts, andererseits aber auch von seinen Verwendungsformen ab. Entsprechend unterscheiden sich die Definitionen des Begriffes „Joghurt“ von Land zu Land, auch wenn sich teilweise überlappen. Da ich mich vor allem für den deutschen Markt interessiere, verwende ich als Arbeitsdefinition den Begriff „Joghurt“ im Sinn des deutschen Lebensmittelrechts.

<sup>8</sup> Mittlerweile kennen Wissenschaftler ungefähr 3500 verschiedene Milchsäurebakterien. Üblicherweise verwenden deutsche Molkereien Milchsäurebakterien der Stämme *Lactobacillus bulgaricus* oder *Streptococcus thermophilus*; bei „Bioghurt“ den Stamm *Lactobacillus acidophilus* in Symbiose mit einer Variante des *Streptococcus lactis*.

In allen Fettgehaltstufen ist auch „Joghurt mild“ erhältlich. Dieser säuert im Gegensatz zum traditionell hergestellten Joghurt durch Verwendung anderer Kulturen nicht nach.

Seit 1995 bieten Firmen auch sogenannte „probiotische“ Joghurts an. Neu an den probiotischen Produkten ist genau genommen nur die hohe Konzentration an Lebendkeimen, die die Magenpassage besser überstehen als herkömmliche Milchsäurebakterien und deshalb in der Lage sind, sich in der Darmflora anzusiedeln. Unter anderem gehören zu den probiotischen Milchsäurebakterien die Stämme *Lactobacillus acidophilus 1* (= LC1), *Lactobacillus Goldin und Gorbach* (= LGG) und *Lactobacillus acidophilus 7* (= LA7). Vorreiter für probiotische Joghurts war die Firma Nestlé, die im September 1995 das Produkt LC1 auf dem deutschen Markt einführte. Die anderen großen Hersteller (Danone, Südmilch) zogen schnell nach. Die neuen „probiotischen“ Joghurts sollen das Immunsystem stärken, eine intakte Darmflora fördern und sich insgesamt positiv auf den Organismus auswirken. „Probiotisch“ leitet sich von „pro bios“ ab und bedeutet „für das Leben“. Es gibt Hinweise darauf, dass zumindest einige der probiotischen Bakterienkulturen das Immunsystem stärken, Durchfall verhindern bzw. mindern und eventuell sogar Krebs vorbeugen – eindeutige wissenschaftliche Beweise gab es um die Jahrtausendwende jedoch noch nicht. Labortests wiesen diese Eigenschaften zwar für hohe Konzentrationen der probiotischen Milchsäurebakterien nach. Ungeklärt war aber, wie sich diese Bakterien bei geringeren Dosierungen (wie sie im Joghurt vorkommen) im Magen (wo sie mit anderen Bakterienkulturen zusammenwirken) bei unregelmäßiger Einnahme verhalten und wie sie sich im Verhältnis zu anderen Joghurtkulturen verhalten. Eine Ausnahme unter den probiotischen Milchprodukten ist *Yakult*, ein Produkt eines japanischen Herstellers. *Yakult* ist ein Getränk auf der Basis von Milchpulver und Traubenzucker, das in kleinen Fläschchen angeboten wird. Während in anderen probiotischen Joghurts verschiedene Bakterienstämme enthalten sind, findet sich in *Yakult* nur der Keim *Lactobacillus Casei Shirota*. Seit Jahren untermauert der Konzern seine Behauptung der gesundheitsfördernden Wirkung seines Produkts mit zahlreichen Studien. *Yakult* war um 2000 das teuerste probiotische Lebensmittel, enthielt aber auch die höchste Keimdichte aller angebotenen probiotischen Produkte. Die Gewinnspanne ist bei probiotischen Produkten sehr hoch: Die Herstellung probiotischer Produkte muss nicht kostenintensiv sein, denn der Einsatz dieser speziellen Keime ist nicht teurer als die Produktion anderer Bakterienkulturen ebenso wie die Herstellung der Joghurts dasselbe kostet. Teuer ist lediglich die Forschung und Entwicklung des Produkts.

*Naturjoghurts* enthalten keinerlei Zusatzstoffe. Wesentlich bedeutender für den deutschen Markt als die Naturjoghurts sind jedoch Joghurts, denen geschmacksgebende Lebensmittel und Vitamine zugesetzt wurden, also insbesondere die Fruchtjoghurts.<sup>9</sup>

Joghurt ist in vier Fettstufen erhältlich: *Magermilchjoghurt* enthält höchstens 0.3% Fett, *fettarmer Joghurt* zwischen 1,5% und 1,8% Fett, *Joghurt (= Vollmilchjoghurt)* mindestens 3,5% Fett, und *Sahnejoghurt* enthält mindestens 10% Fett.

Des Weiteren gibt es Joghurt - wie alle gesäuerten Milcherzeugnisse – sowohl als *Standardsorte* als auch als *Gruppenerzeugnis*. Bei Gruppenerzeugnissen ist im Gegensatz zu Standardsorten eine Wärmebehandlung nach der Säuerung gestattet. Deshalb können bei Gruppenerzeugnissen andere Milchsäure-Kulturen verwendet werden sowie Milcheiweiß, Stärke, Speisegelatine und andere Verdickungsmittel zugesetzt werden.

Die Produkteigenschaften an sich legen noch nicht fest, warum ein Produkt wie von wem konsumiert wird. Vielmehr legen die natürlichen Produkteigenschaften zwar bestimmte Verwendungsmöglichkeiten nahe. Ob und wie ein Produkt tatsächlich verwendet wird, ist dagegen vor allen sozial definiert. Dies gilt auch für Joghurt: Er gilt wegen einer Reihe von Eigenschaften als äußerst gesundes Nahrungsmittel.<sup>10</sup> Zu seinen wichtigen *Bestandteilen* zählen:

---

<sup>9</sup> Diese Joghurts gehören der Gruppe der Milchmischerzeugnisse an. Das deutsche Lebensmittelrecht unterscheidet dabei drei Fruchtjoghurterzeugnisse: *Fruchtjoghurt (= Joghurt mit Früchten)* enthält mindestens 6% Frischfrucht bzw. 2% Frischfrucht bei besonders geschmacksintensiven Früchten (z.B. Zitrone). *Joghurt mit Fruchtzubereitung* enthält mindestens 3,5% Frischfrucht bzw. 1,5% Frischfrucht bei besonders geschmacksintensiven Früchten. *Joghurt mit Fruchtgeschmack* enthält weniger als 3,5% Frischfrucht bzw. 1,5% Frischfrucht bei besonders geschmacksintensiven Früchten.

Im Folgenden verwende ich der einfacheren Terminologie wegen die Bezeichnung „Fruchtjoghurt“ für alle drei Sorten von Fruchtjoghurterzeugnissen. Ist die Fruchtjoghurterzeugnissorte „Fruchtjoghurt“ gemeint, wird von „Joghurt mit Früchten“ gesprochen. Neben diesen wichtigsten Unterschieden gibt es unzählige andere gesetzliche Verordnungen, die Hersteller beachten müssen. Hierzu zählen die Mindesthaltbarkeit der Produkte, wann eine Zutatenliste erstellt werden muss und die Bechergröße, die der Verpackungsordnung entsprechen müssen.

<sup>10</sup> Joghurt wird deshalb - wie andere Sauermilchprodukte - von Ernährungsfachleuten im Allgemeinen für Menschen aller Altersstufen empfohlen, insbesondere für Kinder in der Wachstumsphase, Kranke und ältere Menschen. Weiterhin wird Joghurt als Zutat für Diäten empfohlen, weil er sowohl wichtige Nährstoffe enthält als auch relativ kalorienarm ist. Andererseits warnt z.B. die „makrobiotische“ Diät vor allzu hohem Milch- und Joghurtkonsum, da Milchprodukte übermäßig den Cholesterinspiegel erhöhen und damit zahlreiche Krankheiten (u.a. auch Herzinfarkt) verursachen sollen. Nicht nur die vielen Behandlungsmethoden sollen die Milch belasten sondern auch Umweltgifte wie DDT, PCB, Antibiotika und radioaktive Stoffe. Überdies gilt Milch in dieser Diät als Fremdkörper, der den Organismus belastet, indem sie den Magen- und Darmtrakt sowie die Bauchspeicheldrüse belastet, die Nährstoffaufnahme erschwert, die Bildung von Zysten, Tumoren und Krebs begünstigt sowie Menstruationsbeschwerden, Verstopfungen, Atembeschwerden, häufige Erkältungen, Allergien, Müdigkeit und Konzentrationsschwäche hervorruft. Von allen Milchprodukten gilt dabei Joghurt allerdings als das vergleichsweise kleinste Übel.

Des Weiteren ist Joghurt – wie alle Milchprodukte – ein klassisches Mittel der Schönheitspflege: Zum einen wird eine gesunde Ernährung mittlerweile als wesentliche Grundlage eines schönen Äußeren gesehen. Milchprodukte sollen einen wesentlichen Beitrag hierzu leisten. Zum anderen gilt die äußere Anwendung von Joghurt auch als eines der bekanntesten Naturmittel der Schönheitspflege: Spezielle Joghurtrezepte sollen – aufgetragen auf die betroffene Körperstelle – Zahnfleischbluten beenden, fettige, großporige und unreine Haut bekämpfen, das Gesicht reinigen und Faltenbildung vorbeugen.

(Natur-)Joghurt soll des Weiteren besonders gesundheitsfördernde Wirkung haben, nämlich u.a. den Stoffwechsel anregen, den Cholesterinspiegel senken, das Immunsystem stärken, Durchfall und Magen-Darm-Störungen kurieren, Darmkrebs, den Abbau von Wasseransammlungen im Gewebe beschleunigen und Harner-



- Milchprodukte gehören zu den wichtigsten *Calcium*-Lieferanten überhaupt.<sup>11</sup>
- *Eiweiß* in Form von Milcheiweiß ist besonders gut verträglich.
- Dasselbe gilt für *Fett* in Form von Milchfett. Milchfett transportiert außerdem die in der Milch gelösten Vitamine. Ein Teil des Milchfetts liegt in Form von essentieller ungesättigter Fettsäure vor.
- Milchprodukte enthalten außerdem *Phosphor* und die *Vitamine* A, B1, B2, C, D, E, K und Niacin. Insbesondere die B-Vitamine sind eine wertvolle Komponente des Joghurts.
- Das Problem bei Milchprodukten ist allerdings, dass weltweit 80% der Erwachsenen an Laktose-Intoleranz leiden (Die deutsche Bevölkerung weist im Weltmaßstab eine genetische Anomalie auf, weil hier nur 10 bis 15% der Erwachsenen und Laktose-Intoleranz leiden – aber immerhin!). Laktose-Intoleranz wird durch das Fehlen des Enzyms Laktase verursacht, mit dessen Hilfe der im Milch enthaltenen Zucker (= Laktose) im Körper verarbeitet wird. Sie führt nicht nur zu Übelkeit, Bauchschmerzen, Blähungen und Durchfällen infolge von Milchkonsum sondern auch zu verschlechterter Aufnahme des in der Milch enthaltenen Calciums. Das Besondere am Joghurt ist nun, dass die Joghurtbakterien den Milchzucker in *Milchsäure* umwandeln, so dass er i.d.R. auch von Menschen mit Laktose-Intoleranz genossen werden kann. Welche Art der Milchsäure<sup>12</sup> bei der Joghurtherstellung gebildet wird, hängt in erster Linie von den zur Säuerung eingesetzten Starterkulturen ab.

---

krankungen bei Frauen vorbeugen. Diese gesundheitsfördernden Wirkungen werden von zahlreichen Autoren propagiert. Insbesondere seit Mitte der 1990er gibt es Bücher, die eigens der gesundheitsfördernden Wirkung von Joghurt und anderen Milchprodukten gewidmet sind.

<sup>11</sup> Neben dem Säuglingsalter besteht auch während der Pubertät ein erhöhter Calciumbedarf infolge besonders intensiven Knochenwachstums. Die maximale Knochenmasse wird zwischen dem 25. und 30. Lebensjahr erreicht. Eine große Knochenmasse gilt als wichtige Voraussetzung zur Vorbeugung von Osteoporose im Alter.

<sup>12</sup> Milchsäure lässt sich in drei verschiedenen Formen nachweisen: optisch inaktive Milchsäure (= DL-Lactat), linksdrehende Milchsäure (= L(-)-Lactat) und rechtsdrehende Milchsäure (= L(+)-Lactat bzw. physiologische Milchsäure). Linksdrehende Milchsäure galt lange als ein den Stoffwechsel eher belastendes Produkt, was aber bereits Ende der 80er Jahre widerlegt wurde. Das Milchsäurebakterium *Lactobacillus bulgaricus*, das neben dem *Streptococcus thermophilus* bis Ende der 80er fast ausschließlich zur industriellen Herstellung von Joghurt verwendet wurde, bildet zu 100% L(-)-Lactat. Auch der *Lactobacillus acidophilus*, der als besonders gesund gilt, produziert überwiegend L(-)-Lactat. Rechtsdrehende Milchsäure ist auch im Körper des Menschen vorhanden und kann am besten vom Körper aufgenommen werden. Das Milchsäurebakterium *Streptococcus thermophilus* bildet zu 100% L(+)-Lactat. Die meiste aktive rechtsdrehende Milchsäure kommt dabei in Naturjoghurt vor. Rechtsdrehende Milchsäure galt lange Jahre als wesentlich gesünder als linksdrehende, weshalb einige Molkeereien damit werben, dass ihre Joghurts überwiegend rechtsdrehende Milchsäure enthält. Diese Haltung ist jedoch wissenschaftlich nicht erwiesen.

## Joghurtproduktion seit etwa 1950

In Mitteleuropa besteht die Joghurtproduktion seit etwa den 1950ern aus folgenden Produktionsschritten.

### 1. Schritt: Vorbereitung der Milch

Der *Rohstoff* für die Joghurtherstellung ist Milch. Milch hat zahlreiche Bestandteile – Wasser, Fett, Proteine, Laktose (Milchzucker) und Mineralien sind die wichtigsten, und dieser Rohstoff hat auch keine einheitliche Qualität, was aber wünschenswert wäre, weil jeder der Milchbestandteile auch die späteren Eigenschaften des Joghurts beeinflusst.<sup>13</sup> Es macht auch einen Unterschied, von welchem Tier die Milch stammt.<sup>14</sup> Heute wird in den meisten Regionen der Welt – vor allem in Europa – Joghurt aus Kuhmilch hergestellt, weil Kuhmilch die häufigste produzierte Milchsorte ist.

Die Wahl einer bestimmten Milch ist daher die erste wichtige Entscheidung, die der Joghurthersteller zu treffen hat, da diese die folgenden Produktionsbedingungen stark beeinflusst.

Bevor aus Kuhmilch für die Herstellung von Joghurt verwendet werden kann, muss sie weiterhin hierfür vorbereitet werden. Hierzu sind folgende Schritte notwendig:

1. *Melken, Entfernen von Verunreinigungen und Transport zur Molkerei:* Die Rohmilch wird von der Melkmaschine direkt in Kühltanks geleitet. Unmittelbar nach dem Melken hat Milch eine Temperatur von 37 °C und ist nahezu keimfrei. Zellen vom Kuheuter, Stroh, Blätter, Haare, Samen, Erde, Staub, das Melkpersonal usw. können die Milch verschmutzen und infizieren. Durch hygienische Melkbedingungen und sorgfältiges Melken versucht der Bauer, diese Verunreinigungen so weit wie möglich zu vermeiden. Um etwaige Verschmutzungen wieder zu beseitigen, wird die Milch nach dem Melken gefiltert. Einmal am Tag holen die Molkereien die Rohmilch mit großen Tankzügen ab, manchmal auch nur alle zwei Tage. Durch den Transport in Tankzügen entstehen zusätzliche Hygieneprobleme: Während der Lagerung und des Transportes kann die Keimzahl steigen, insbesondere wenn die Kühlkette unterbrochen wird. Gelangt die Milch von auch nur einer einzigen kranken Kuh in den Tankzug, sind zehntausende Liter Milch verunreinigt. Sowohl der Bauer, als auch das Lieferunternehmen ergreifen daher Maßnahmen zur Qualitätssicherung.

---

<sup>13</sup> Je etwa höher der Wasseranteil der Milch, desto flüssiger ist später der Joghurt. Je höher der Fettanteil der Milch ist, desto cremiger schmeckt der Joghurt und desto angenehmer fühlt er sich im Mund an. Die Milchsäurebakterien benötigen die Laktose als Energiequelle, um sich zu vermehren. Sie wandeln den Milchzucker in Milchsäure um. Der Anteil der Milchsäure gibt dem Joghurt seinen charakteristischen Geschmack. Die Milchsäure wiederum bricht die Molekularstruktur des Milchproteins Kasein sowie einiger Molkeproteine auf. Wenn der pH-Wert zwischen 4,6 bis 4,7 liegt und gleichzeitig Calcium- und Magnesium-Ionen vorliegen, bildet das Kasein ein dreidimensionales Netzwerk, das die anderen Milchbestandteile einschließlich des Wassers einschließt. Die Milch gerinnt. Die Konsistenz des Joghurts ist deshalb proportional zum Anteil von Kasein in der Milch, die zur Joghurtherstellung verwendet wird.

<sup>14</sup> In verschiedenen Ländern wird und wurde die Milch unterschiedlicher Säugetiere zur Herstellung von Joghurt verwendet, unter anderem von Büffel und Esel, Kamel und Kuh, Pferd und Rentier, Schaf und Ziege. Die Milch verschiedener Spezies unterscheidet sich stark in ihren Bestandteilen: Der Fettanteil an der Milch variiert von 1,5% (Pferd) bis 22,5% (Rentier). Der Proteinanteil reicht von 2,0% (Esel) bis 10,3% (Rentier). Der Laktoseanteil schwankt zwischen 2,5% (Rentier) bis 6,2% (Pferd). Entsprechend sind die Eigenschaften des Joghurts, der aus der Milch verschiedener Tierarten hergestellt wird, sehr verschieden. Der für Joghurt typische Geschmack entsteht zwar hauptsächlich durch die biochemischen Reaktionen, die von den Milchsäurebakterien ausgelöst werden, aber auch der für eine bestimmte Milchsorte typische Geschmack beeinflusst den Endgeschmack.

2. *Vorstapeln in Silotanks*: Die Tankzüge fahren dann die Annahmestation der Molkerei an. Die Molkerei ermittelt die Milchmenge entweder über das Volumen oder das Gewicht. Falls sich die Milchttemperatur während des Transports erhöht hat, wird die Milch sofort auf 5 °C abgekühlt. Bis sie weiterverarbeitet wird, wird die Milch nun in Silotanks vorgestapelt.<sup>15</sup>
3. *Qualitätsüberprüfung*: Nach ihrer Ankunft in der Molkerei wird die unbehandelte, frische Kuhmilch zusätzlich zahlreichen Qualitätsprüfungen unterzogen, um eine stets gleiche Qualität der Milch zu gewährleisten. In einer späteren Produktionsphase wird die Milch zusätzlich erhitzt, um Keimfreiheit zu erzielen.
4. *Standardisieren (Einstellen des Fettanteils der Milch auf 0,5 – 3.5%)*: Kuhmilch besteht im Schnitt zu 87,6% aus Wasser, zu 4,7% aus Laktose, zu 3,8% aus Fett und zu 3,3% aus Proteinen. Die verschiedenen Bestandteile der Milch variieren von Tag zu Tag. Die Zusammensetzung der Milch hängt u.a. ab von der Jahreszeit, den klimatischen Bedingungen, der Kuhrasse und davon, wie alt die Kuh ist, wann sie gekalbt hat, wie gesund sie ist, ob ihr Euter entzündet ist, wie sie gefüttert wird und wie oft sie gemolken wird. Der moderne Konsument will dagegen ein Produkt, das in seinen Eigenschaften immer gleich ist. Um den Verbraucher zu schützen, regeln viele Länder (darunter auch Deutschland) per Gesetz den Fettanteil, den Milch haben muss, damit sie verkauft werden darf. Damit die Milch diesen Anforderungen genügt, muss sie eingestellt werden. Nicht eingestellte Milch nennt man „Rohmilch“. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, den Fettanteil der Milch einzustellen. In allen Fällen mischt man Milch mit unterschiedlichem Fettgehalt im richtigen Verhältnis.<sup>16</sup> Allein hierfür sind eigene Produktionsanlagen vonnöten. Der Produzent muss

---

<sup>15</sup> Allein schon diese Zwischenlagerung und der Transport innerhalb der Molkerei ist keine einfache Sache und muss wohl bedacht werden:

Die Tanks fassen bis zu 200.000 Liter Milch. Um Produktionsverzögerungen zu vermeiden, sind sie i.d.R. so angelegt, dass die Molkerei doppelte Milch vorstapeln kann, wie in einer milcharmen Zeit angeliefert wird. Innerhalb des Molkereigebäudes werden in der Regel nur kleine Silotanks aufgestellt. Größere *Silotanks* stehen außerhalb der Molkerei, um Baukosten zu sparen. Außenstehende Silotanks müssen doppelwandig sein und eine Isolierschicht im Doppelmantel aufweisen. Der innere Tank wird aus rostfreiem Stahl gefertigt. Da auch die bei niederen Temperaturen gestapelte Milch zum Aufrahmen neigt, muss der Tankinhalt schonend umgewälzt werden.

Nicht alle Maschinen der Prozesslinie arbeiten gleich schnell. Einzelne Maschinen können ausfallen, so dass sich die Zwischenprodukte anstauen. Immer wieder muss die Milch im Lauf des Produktionsprozesses ruhen, z.B. um erhitzt oder gekühlt zu werden. Zwischenlagertanks dienen deshalb zur kurzfristigen Stapelung oder als *Puffertanks*.

Da für jede Produktionsphase eigene Maschinen und Behälter benötigt werden, benötigt die Molkerei verschiedene *Rohrleitungssysteme*. Diese transportieren die Milch, Wasser und Druckluft. Sie müssen für einen konstanten Materialfluss sorgen, leicht zu reinigen und für das zu transportierende Material geeignet sein. Beispielsweise müssen die Druckluftrohre dem Druck standhalten.

Molkereien verbrauchen weiterhin viel *Energie*, um Milch zu kühlen bzw. zu erhitzen, um Druckluft zu erzeugen, die Anlage zu beleuchten und die Räume zu beheizen. Viele der Maschinen benötigen eine Spannung von 380 V bis 3000 V. Das Elektrizitätswerk liefert Strom mit einer Spannung zwischen 3000 V und 20 000 V. Molkereien verfügen deshalb über einen Transformatorraum, in dem der Strom auf Niederspannung transformiert und über eine komplexe elektrische Anlage auf die Maschinen verteilt wird.

Das *elektrische Leitungssystem* und die *Verteilerstationen* müssen sorgfältig gestaltet sein, weil sie absolut trocken liegen müssen – bei den großen Mengen Wasser und Milch, die in einer Molkerei verarbeitet werden, durchaus ein Problem.

Alle Teile der Prozesslinie sollen schließlich einerseits möglichst platzsparend, andererseits möglichst übersichtlich und leicht zugänglich angeordnet sein, damit sie bei Betriebsstörungen und Inspektionen leicht überprüft werden könne.

<sup>16</sup> Folgende Möglichkeiten existieren:

die Funktionsweise seiner Produktionsanlagen kennen und die verschiedenen mathematische Verfahren beherrschen, mit deren Hilfe er bestimmen kann, zu welchen Teilen er die verschiedenen Milcharten wieder mischen muss. Größere Produktionsanlagen erfordern darüber hinaus ein automatisches Kontrollsystem. Verschiedene Hersteller bieten den Molkereien unterschiedliche Produktionsanlagen an. Welche dieser Anlagen gewählt wird und in welcher Phase des Produktionsprozesses der Fettanteil standardisiert wird, hängt davon ab, welche Anlagen in den anderen Phasen des Produktionsprozesses verwendet werden und welche Stoffe der Milch später noch hinzugefügt werden. Meistens ist das Einstellen des Fettanteils der Milch jedoch der erste Produktionsschritt.

5. *Trockensubstanzgehalt der Milch auf 14 – 16% erhöhen:* In manchen Ländern schreibt das Gesetz einen bestimmten Trockensubstanzgehalt der Milch vor, um den Verbraucher zu schützen. Meistens sind Mindestanteile vorgeschrieben, die zwischen 8,2 und 8,6% schwanken. Aus Sicht des Herstellers ist ein hoher Proteinanteil an der Milch wünschenswert, weil die Konsistenz des Joghurts umso höher ist, je geringer der Wasseranteil und desto höher der Proteinanteil der Milch ist. Der Wasseranteil der Milch schwankt von 70% (für Sahnejoghurt) bis 91% (für fettarmen Joghurt). Der beste Joghurt wird aus Milch mit einem Wasseranteil von 84 – 85% hergestellt. Ist der Wasseranteil höher, wird der Joghurt zu flüssig. Ist der Wasseranteil geringer als 75%, können sich die Joghurtkulturen nicht so gut entwickeln. Da der Wasseranteil von roher Kuhmilch im Schnitt aber 87,6% beträgt, wird nach der Standardisierung des Fettgehalts der Milch ihr Wasseranteil verringert und ihr Proteinanteil erhöht. Auch hierzu gibt es mehrere Möglichkeiten, die oft auch in Kombination angewandt werden. Jede dieser Methoden hat ihre Vor- und Nachteile: Bei der industriellen Fertigung<sup>17</sup> wird meistens ein proteinreiches Pulver im Umfang von 1 – 6% des Milchvolumens unter die Milch gemischt. Am häufigsten wird fettarmes Milchpulver unter die Milch gemischt.<sup>18</sup> Statt der Milch ein Pulver hinzuzufügen, kann man auch in einem Evaporator

- 
- Die Rohmilch wird zunächst in eine Zentrifuge gefüllt und entfernt so einen Teil des Fetts aus der Milch. Die Zentrifuge füllt die Sahne und die fettarme Milch in verschiedene Behälter. Die überschüssige Sahne wird abgefüllt. Danach werden Sahne und Milch in einem Mixer wieder gemischt.
  - Man mischt Vollmilch mit fettarmer Milch.
  - Man mischt Sahne mit Vollmilch oder fettarmer Milch.
  - Alternativ trennt man zunächst das Milchfett ganz oder teilweise von der Milch. Man hat nun einerseits Sahne oder Vollmilch, andererseits fettarme Milch. Nun mischt man die Sahne mit der Vollmilch bzw. fettarmen Milch.

Der Grad, mit dem man den gewünschten Fettanteil der Milch erreichen kann, hängt einerseits von der Qualität der Produktionsanlagen, insbesondere der Zentrifugen, ab. Diese wurden in den letzten Jahrzehnten immer weiter perfektioniert. Bereits in den 1980ern hatte die fettarme Milch nur noch einen Fettanteil von 0,05-0,07%. Andererseits muss der Fettgehalt der Milch nach der Abschöpfung des Milchfettes sowie nach der Standardisierung gemessen haben, um sicherzustellen, dass die Milch den gewünschten Fettgehalt hat. Dies kann man manuell machen, was in kleineren Molkereien noch gemacht wird. Alternativ kann man automatisierte Produktionsanlagen verwenden.

<sup>17</sup> Traditionell wird die Milch solange in einem Kessel oder Tank gekocht, bis sie nur noch zwei Drittel ihres ursprünglichen Volumens hat. Diese Methode wird nur angewandt, wenn sehr geringe Mengen an Joghurt hergestellt werden. Für die Massenproduktion ist sie nicht geeignet, weil die Hitze die biochemischen Eigenschaften der Milch verändert, weil der Konzentrationsgrad der Milch nicht kontrolliert werden kann, weil die Energiekosten zu hoch sind und weil die Dampfentwicklung dem Personal den Aufenthalt in der Fabrik unerträglich machen kann.

<sup>18</sup> Auch hier bestehen wiederum mehrere Möglichkeiten:

- Milchpulver gibt es in einer fettarmen und in einer fettreichen Variante.

10 – 25% des Wasseranteils der Milch verdampfen und so den Anteil der Festbestandteile an der Milch um 2 – 4% erhöhen.<sup>19</sup> Evaporatoren sparen Platz, verbrauchen relativ wenig Energie, können sofort eingesetzt werden und ersparen der Molkerei den Aufwand, Beziehungen zu einem Milchpulverlieferanten aufzubauen und zu pflegen. Eine weitere Alternative ist, die Milch bei hohem Druck durch eine semipermeable Membran zu pressen.<sup>20</sup> Die Kombination aus Fettgehalt der Milch, Zugabe von Pulver und Evaporation bzw. Membranfilter kann den Anteil von Fett, Proteinen und Laktose an der Milch erhöhen oder verringern. Dies verändert auch die Eigenschaften des Endprodukts. Wenn zu viel Pulver beigefügt wird, schmeckt der Joghurt nach Pappe. Ist der Laktoseanteil in der Milch zu hoch, wird zu viel Milchsäure produziert. Am wichtigsten ist, dass

- 
- Alternativ zu Milchpulver kann Buttermilchpulver unter die Milch gemischt werden. Buttermilch entsteht als Abfallprodukt der Butterherstellung. Buttermilch hat den Vorzug, dass sie einen hohen Anteil von Phosphorlipiden hat, in denen sich andere Stoffe sehr gut lösen.
  - Produzenten können der Milch auch 1 – 2% Molkepulver begeben – höhere Anteile führen zu einem Molkegeschmack der Milch. Molke entsteht als Abfallprodukt bei der Käseherstellung. Je nachdem, wie die Molke vor dem Trocken behandelt wurde, unterscheiden sich verschiedene Arten von Molkepulver unter anderem in ihrem Mineral-, Laktose- und Proteingehalt.
  - Aus fettarmer Milch werden verschiedene Arten von Kaseinpulver hergestellt. Da Kaseinpulver – wie der Name sagt – hauptsächlich aus Kasein besteht, erhöht Kaseinpulver sowohl den Proteinanteil als auch die Konsistenz des Endprodukts. Auch Kaseinpulver kann unter die Milch gemischt werden.

Am häufigsten wird Milchpulver beigemischt. Empfohlen werden maximal 3 – 4%, weil bei höheren Milchpulveranteilen der Joghurt nach Pappe schmeckt. Milchpulver wird hauptsächlich in drei Größen angeliefert:

- Papiersäcke fassen 25 bis 50 kg.
- Metall- und Plastikcontainer fassen bis zu einer Tonne.
- Tanklastzüge füllen noch größere Mengen in Metallsilos ab.

Die Säcke werden direkt in die Mischbehälter geleert. Größere Mengen Pulver aus Säcken müssen mit einem Spezialsieb in den Behälter gesiebt werden. Das Pulver aus den Containern und Silos wird in die Mischbehälter geblasen oder gepumpt.

Je größer die Fabrik ist, desto wichtiger werden daher Staubfilter, um zu verhindern, dass sich in der Luft und der gesamten Produktionsanlage Staub ablagert. Um das Pulver und die Milch miteinander zu vermischen, benötigt man eine Produktionsanlage.

Für die Qualität des Endprodukts ist wichtig, dass sich das Pulver völlig und klumpenfrei in der Milch auflöst. Wenn im Mischtank zu viel Luft ist, bildet sich Schaum. Außerdem müssen die Mischanlagen leicht zu reinigen sein.

Es gibt außerdem zahlreiche verschiedene Pulver-Milch-Mischanlagen. Welche dieser Anlagen gewählt wird, hängt von der täglichen Produktionskapazität der Joghurtfabrik ab sowie davon, wie das Pulver angeliefert wird. Im Mischtank muss das Pulver-Milch-Gemisch etwa eine Viertelstunde ziehen, damit sich das Pulver lösen kann. Pulver von schlechter Qualität, eine ineffiziente Mischanlage und verbrannte Partikel haben zu Folge, dass sich das Pulver nicht völlig in der Milch auflöst. Deshalb müssen abschließend Restpartikel aus der Milch gefiltert werden. Hierzu verwendet man Stahlnetze, Nylonfilter oder Zentrifugen.

<sup>19</sup> Hierzu wird die Milch zunächst in den Kondensator gepumpt und auf 60°C erwärmt. Die Milch fließt in einen weiteren Behälter, wo sie auf 85 – 90°C erwärmt wird. Nun fließt die Milch in den Separator, wo ein Teil des Wassers verdampft. Damit die Temperatur nicht höher sein muss und keine Milchbestandteile zerstört werden, ist der Separator meistens ein Vakuumbehälter. Die Anlage muss so konstruiert sein, dass die Milch nicht anbrennt. Im Separator sinkt die Temperatur der Milch auf 70°C. Danach wird die Milch wieder in den Kondensator gepumpt. Dieser Prozess wird solange wiederholt, bis die Milch den gewünschten Konzentrationsgrad hat. Normalerweise sind fünf bis sechs Zyklen notwendig. Um Energie zu sparen, wird ein Thermokompressor verwendet: Das verdampfte Wasser wird verwendet, um die Milch in späteren Phasen des Produktionsprozesses wieder zu erwärmen.

<sup>20</sup> Milch besteht aus kleinen Molekülen (Wasser), mittleren Molekülen (Laktose und Mineralstoffe) und großen Molekülen (Proteine und Fette). Bei der Hyperfiltration (Reverse Osmose = RO) arbeitet man mit einem sehr hohen Druck. Nur Wasser gelangt durch die Membran. Bei der Ultrafiltration (UF) arbeitet man mit einem wesentlich geringeren Druck. Kleine Moleküle und mittlere Moleküle gelangen durch die Membran. In der Joghurtindustrie wird meistens die Ultrafiltration angewandt, weil sie den Kaseingehalt der Milch erhöht und ihren Laktosegehalt verringert.

der Kaseinanteil an der Milch hoch ist. Damit der Joghurt nachher gut schmeckt, muss man daher genau berechnen, wie stark die Milch konzentriert werden darf bzw. wie viel Pulver man beimischen darf. Bis auf die Ultrafiltration liefern die oben genannten Methoden dabei relativ ähnliche Ergebnisse, sofern die Maschinen richtig funktionieren und richtig kalkuliert wurde. Jede Molkerei beschreitet ihren eigenen Entwicklungspfad. Vor allem ökonomische Faktoren entscheiden, welche dieser zahlreichen Methoden zur Reduktion des Wasseranteils der Milch ein Produzent verwendet. Am billigsten ist es, das bisherige Verfahren beizubehalten, weil ein Umrüsten auf andere Methoden unter Umständen mit erheblichen Investitionskosten verbunden ist. Wenn ein Hersteller die Produktionsanlagen erneuert, ist entscheidend, wie viel der Hersteller in die Produktionsanlagen investieren kann und will. Auch der Produktionsumfang ist ein entscheidender Faktor, weil bestimmte Anlagen erst bei großen Produktionsmengen ausgelastet werden. Entscheidend kann auch sein, ob die Rohmaterialien leicht erhältlich sind und wie teuer sie sind.

6. *Lösungs- und Bindemitteln beifügen*: Einige Stoffe, die der Milch bzw. dem Joghurt beigegeben werden, lösen sich nicht besonders gut. Joghurt wird während der verschiedenen Phasen des Produktionsprozesses und beim Abpacken umgerührt und von einem Behälter in den nächsten gepumpt. In der Endphase der Produktion werden oft noch Früchte und Geschmacksstoffe unter den Joghurt gemischt. Nach dem Abpacken wird er manchmal noch einmal erhitzt, damit er länger haltbar wird. Die Folge kann sein, dass die Kaseinstruktur aufbricht, die dem Joghurt seine cremig-geleeartige Konsistenz gibt. Wenn das passiert, sondern sich Molke ab, im schlimmsten Fall wird der Joghurt flockig. Deshalb geben die meisten Molkereien Joghurt Stabilisatoren und Emulgatoren bei.<sup>21</sup> Stabilisatoren und Emulgatoren verbessern die Konsistenz des Joghurts: Sie binden Wasser und/oder in den Joghurt gemischte Stoffe, sie verdicken den Joghurt, sie stabilisieren die Kaseinstruktur des Joghurts. Die meisten Lösungs- und Bindemittel haben nur eine oder zwei dieser Eigenschaften, weshalb meistens eine Mischung verwendet wird. Welche und wie viele Stabilisatoren und Emulgatoren verwendet werden, hängt davon ab, welche Joghurtsorte eine Molkerei herstellt. Die Gesetzgebung zahlreicher Länder verbietet bestimmte Stabilisatoren und Emulgatoren oder schreibt Höchstgrenzen fest. Emulgatoren und Stabilisatoren können auch unerwünschte Nebenwirkungen haben. Beispielsweise kann sich das Mundgefühl des Joghurts verändern, wenn zu viele Stabilisatoren beigelegt werden. Manche Stabilisatoren und Emulgatoren hemmen das Wachstum der Milchsäurebakterien. Andere Stabilisatoren destabilisieren bereits bei geringen Mengen die Kaseinstruktur, so dass sie später nicht die erwünschte Netzwerkstruktur bildet. Manche Verbraucher achten darauf, dass die Produkte, die sie verzehren, möglichst keine oder nur wenige natürliche Bindemittel enthalten. Vegetarier wollen gelatinfreien Joghurt. Seit dem BSE-Skandal wollen dies auch andere Verbraucher. Die meisten Stabilisatoren lösen sich erst bei Temperaturen zwischen 50 und 85°C in Milch, Agar-Agar sogar erst bei 90 bis 95°C. Stabilisatoren und Emulgatoren können weiterhin krankheitserregende Mikroorganismen enthalten. Wenn die Milch wärmebehandelt wird (siehe unten), werden auch diese Mikroorganismen abgetötet. Wenn die Stabilisatoren nach der Bebrütungsphase (siehe unten)

---

<sup>21</sup> Es gibt drei Arten von *Lösungs- und Bindemitteln*:

- Natürliche Lösungs- und Bindemittel können sein: bestimmte Pflanzensude; Pflanzenextrakte; Samenmehl; Algenextrakte (z.B. Agar-Agar), Getreidestärke (z.B. Weizen- oder Maisstärke), tierische Bindemittel (z.B. Gelatine oder Kaseinpulver), Sojaprotein usw.
- Modifizierte bzw. halbsynthetische Lösungs- und Bindemittel sind chemisch veränderte natürliche Bindemittel.
- Synthetische Lösungs- und Bindemittel werden chemisch hergestellt. Hierzu gehören verschiedene Polymere.

der Milch beigegeben werden, muss der Stabilisator keimfrei sein, weil der Joghurt sonst kürzer haltbar ist. Deshalb werden Stabilisatoren und Emulgatoren meistens nach der Standardisierung und vor der Wärmebehandlung der Milch beigegeben. Um die Stabilisatoren und Emulgatoren der Milch beigegeben, benötigt man einen eigenen Tank mit Mixer.

7. *Süßstoffe beifügen*: Naturjoghurt schmeckt säuerlich. In Deutschland wird neben Naturjoghurt hauptsächlich Fruchtjoghurt nachgefragt. Wenn Molkereien Fruchtjoghurt herstellen, fügen sie der Milch meistens Süßstoffe zu.<sup>22</sup> Wie die anderen Zusatzstoffe, die der Milch beigelegt werden, ist auch die Produktion von Süßstoffen sehr komplex.<sup>23</sup> Welcher Süßstoff verwendet wird, hängt ab von der juristischen Lage, der Wirtschaftlichkeit des Süßstoffes und davon, wie die Lager und Produktionsanlagen der Molkerei beschaffen sind. Ebenso wichtig ist, wie der Süßstoff die Aktivität der Milchsäurebakterien beeinflusst. Auch die ernährungsphysiologischen Eigenschaften des Süßstoffes und Verbraucherwünsche müssen beachtet werden.<sup>24</sup>

---

<sup>22</sup> Man kann auch süßen Naturjoghurt herstellen, dieser wird aber kaum nachgefragt. Fruchtjoghurt und Joghurt mit Fruchtaroma kann bis zu 20% Kohlenhydrate haben. Diese *Kohlenhydrate* stammen aus drei Quellen:

1. Die Milchsäurebakterien wandeln nicht sämtlichen Milchzucker in Milchsäure um. Naturjoghurt hat meistens einen bestimmten Gehalt an Laktose, Galaktose und Glukose (Dextrose). Sowohl der Wasseranteil der Milch als auch die Gärungsmethode (siehe unten) beeinflussen den Restzuckergehalt.
2. Saccharose, Fruktose, Glukose und Maltose kommen natürlich in Früchten vor.
3. Obstverarbeiter fügen dem Obst und Molkereien der Milch Süßstoffe hinzu.

Verschiedene Süßstoffe süßen unterschiedlich stark. Je mehr Restzucker der Joghurt enthält, je süßer die Frucht, je mehr Süßstoff verwendet wird und desto süßender ein Süßstoff wirkt, desto süßer wird der Joghurt.

<sup>23</sup> Die wichtigsten industriell verwendeten *Süßstoffe* sind:

- Der in der Nahrungsmittelindustrie am häufigsten verwendete Süßstoff ist Saccharose – dem Verbraucher auch als Haushaltszucker bekannt. Saccharose wird aus Zuckerrohr oder der Zuckerrübe hergestellt. Saccharose gibt es als Granulat oder als Sirup. Das Granulat löst sich nur sehr schwer in Milch auf, weshalb es sehr stark untergerührt werden muss. Bei der Joghurtherstellung gibt man es der 40°C warmen Milch zusammen mit den anderen Zusatzstoffen bei. Der Sirup löst sich zwar leicht in Milch auf, erhöht aber auch den Wassergehalt der Milch – dies muss bei der Berechnung des Endwassergehalts der Milch berücksichtigt werden.
- Glukose (Dextrose) wird aus Maisstärke gewonnen.
- Fruktose (Fruchtzucker) wird meistens aus Weizenstärke gewonnen.
- Invertierte Zucker entstehen, wenn man andere Zuckerarten der sauren Hydrolyse unterzieht.
- Glukose- und Galaktose-Sirup entstehen aus der Weiterverarbeitung von Molke. Diese ist ein Abfallprodukt der Käse- und der Kaseinindustrie sowie der Ultrafiltration von Milch.

<sup>24</sup> *Süßstoffe* sind unterschiedlich teuer und leicht erhältlich. Saccharose ist am billigsten und in den größten Mengen am Markt erhältlich. Dies ist der Hauptgrund dafür, dass Saccharose in der Joghurtindustrie am häufigsten verwendet wird. Ob und welche Menge eines bestimmten Süßstoffs Milchprodukten beigelegt werden darf, hängt dabei u.a. von folgenden Faktoren ab:

- Zunächst sind gesetzliche Regelungen zu beachten. Die meisten Süßstoffe werden aus natürlichen Produkten gewonnen. Deshalb sind auch nur selten Süßstoffe verboten.
- Ebenso wichtig ist die Beschaffenheit der Lager- und der Produktionsanlagen der Molkerei: Granulate werden in Papiersäcken oder großen Silos aufbewahrt. In den Lagerräumen muss deshalb die Feuchtigkeit kontrolliert werden, damit der Zucker nicht zusammenklebt. Sirup wird großen Metallbehältern oder Silos aufbewahrt. Eine Molkerei benötigt deshalb moderne Lagerräume.
- Ebenso benötigt man unterschiedliche Mischbehälter, je nachdem, welchen Süßstoff man verwendet. Soll ein Süßstoff durch einen anderen ersetzt werden, ist dies daher mit erheblichen Investitionen verbunden.
- Es ist auch wichtig, wann der Süßstoff dem Joghurt beigegeben wird, weil sich je nach Beigabezeitpunkt die Produkteigenschaften ändern und unerwünschte Nebeneffekte entstehen können. Wenn Süßstoff in den fertigen Joghurt gegeben wird, ist es schwierig, ihn gleichmäßig zu verteilen. Das Unterrühren des Süßstoffes kann außerdem die Konsistenz des Joghurts verringern. Deshalb geben Hersteller Süßstoffe meistens unmittelbar vor der Wärmebehandlung in die Milch. Wenn allerdings der Milch mehr als 10% Süßstoffe hinzugefügt werden, führt Osmose dazu, dass die meisten Milchsäure-

8. *Antibiotikahemmende Wirkstoffe beifügen:* Milchkühe sind wie alle Tier anfällig für Krankheiten, und durch die Massentierhaltung sind die Krankheitsrisiken wesentlich größer geworden.<sup>25</sup> Um Infektionskrankheiten vorzubeugen, impfen die meisten Bauern daher ihre Kühe. Im Krankheitsfall behandeln Tierärzte Kühe mit Antibiotika – am häufigsten mit Penicillin. Restbestände von Antibiotika und anderen Medikamenten finden sich auch in der Milch (wie gesagt –die aktuellen Skandale lassen grüßen). Dies ist aus Sicht der Molkereien aus zwei Gründen problematisch: Wenn der Mensch diese Milch trinkt, können Krankheitserreger, die auch dem Menschen gefährlich werden können, Resistenzen entwickeln. Erkrankt ein Mensch lebensgefährlich, wirken die Antibiotika nicht mehr. Deshalb muss die Arzneimittelindustrie ständig nach neuen Antibiotika forschen. Auch Milchsäurebakterien sind Bakterien. Antibiotika zerstören folglich Milchsäurebakterien oder hemmen ihr Wachstum. Deshalb fügen zahlreiche Molkereien der Milch antibiotikahemmende Wirkstoffe bei. Für unterschiedliche Antibiotika benötigt man unterschiedliche

---

bakterien eingehen und deshalb nicht genügend Milchsäure produziert wird. Süßstoffe können folglich die Aktivität der Milchsäurebakterien fördern oder hemmen, was den Geschmack und die Eigenschaften des Endprodukts beeinflusst: Zucker ist ein natürliches Konservierungsmittel: Er zerstört eine ganze Reihe von Hefen, Schimmelpilzen, Sporen und anderen schädlichen Mikroorganismen. Den meisten Fruchtjoghurts wird allerdings mehr als 10% Zucker beigemischt. Einige Milchsäurebakterien vertragen höhere Zuckerkonzentrationen – man muss aber wissen, welche das sind, und es müssen auch die sein, mit denen man arbeiten möchte. Wenn Hersteller keine solchen Milchsäurebakterien verwenden, fügen sie im Allgemeinen der Milch 5% Süßstoff zu. Unter den fertigen Joghurt werden dann nochmals gesüßte Fruchtmischungen gemischt. Für die industrielle Produktion verwendete Fruchtmischungen sind meistens zwischen 25 bis 65% Süßstoffe beigemischt. Joghurtproduzenten verwenden meistens Fruchtmischungen mit 30 bis 35% zusätzlichem Zucker.

- Zucker hat auch bestimmte ernährungsphysiologische Eigenschaften: Fruktose hat gegenüber anderen Süßstoffen bei gleicher Kalorienmenge eine sehr stark süßende Wirkung. Zudem nimmt der Körper Fruktose nur langsam in den Blutkreislauf auf. Deshalb eignen sich Fruktose und Fruktose-Saccharosemischung besonders für die Herstellung von Diät-Joghurt.
- Schließlich sind Verbraucherwünsche zu beachten.

<sup>25</sup> Dadurch, dass Hunderte oder sogar Tausende von Kühen auf engstem Raum gehalten werden, ist es wesentlich schwieriger, den Stall sauber zu halten. Wenn eine Kuh von einem Erreger infiziert wird, breitet sich die Krankheit wegen der Enge sehr schnell auf die ganze Herde aus. Früher zog der Bauer Kühe auf, molk sie und schlachtete sie. Heute werden Kühe wegen der differenzierten Arbeitsteilung der Landwirtschaft mehrmals in ihrem Leben transportiert: von dem Betrieb, in dem sie geboren wurden, zum Aufzuchtbetrieb; vom Aufzuchtbetrieb zum Milchbauern; vom Milchbauern zum Schlachthof. Darüber hinaus verkaufen Bauern einander Kühe. Während früher eine Kuh selten die Ortsgrenzen verließ, werden sie heute quer durch Europa oder sogar in Übersee verladen. Mit der Kuh reisen die Krankheitserreger, mit denen die Kuh infiziert ist. Wie die Tierskandale der letzten Jahre (BSE, Schweinepest, Hühnerpest usw.) gezeigt haben, werden Seuchen schnell zu einem europaweiten Problem.

Da *frische Kuhmilch* ein empfindliches Produkt ist, das schnell verderben kann und ein idealer Nährboden für Bakterien ist, die Milch aber dennoch möglichst einwandfrei von der Kuh zur Molkerei gelangen soll, regelt die „Milchgüteverordnung“ die Bewertung, Güteinstufung und Bezahlung der Milch. Bedienstete der Molkerei entnehmen der Milch ohne Voranmeldung Proben, bevor die Milch auf dem Bauernhof in einen Sammeltankwagen kommt. Es geht dabei nicht nur um den Schutz der Verbraucher, sondern wieder auch um die Produktionseigenschaften. Körpereigene Zellen der Kuh in der Milch sind etwa ein Hinweis für eine Euterentzündung. Sie machen die Milch zwar nicht gesundheitsschädlich, können aber bei der Weiterverarbeitung der Milch von Nachteil sein. Biohöfe stellen noch höhere Qualitätsanforderungen an die Milchproduktion: Die Kühe müssen überwiegend mit hofeigenem Futter gefüttert werden. Futterzusätze wie Antibiotika und Masthilfsmittel sind nicht erlaubt. Wird das Tier krank, werden so weit wie möglich natürliche Heilverfahren angewendet. Die Tiere werden außerdem artgerecht gehalten. Dies schließt regelmäßige Weidegänge ein. Bio-Milch wird in der Regel nicht homogenisiert. Bio-Milch ist erheblich teurer als konventionell erzeugte Milch. Gründe hierfür sind nicht nur die erhöhten Kosten für die biologische Wirtschaftsweise, sondern auch die kleinen Mengen, die produziert werden. Hinzu kommen hohe Transportkosten beim nationalen Vertrieb, da die Biohöfe oft weit auseinander liegen. Schließlich sind Bio-Höfe meist nicht reine Milchwirtschaftsbetriebe sind, sondern die die Milcherzeugung Teil eines vielseitigen Mischbetriebes ist.



Hemmstoffe. Penicillinase wirkt beispielsweise nur gegen Penicillin. Einen Hemmstoff profilaktisch in die Milch zu geben, ist teuer. Der Hersteller muss deshalb genau wissen, ob und welches Antibiotikum in der Milch vorhanden ist. Entweder der Hersteller kann sich auf seinen Zulieferer verlassen, oder er benötigt eigene Messgeräte.

9. *Konservierungsmittel beifügen:* In den letzten Jahrzehnten kaufen Europäer immer seltener ein: Während früher die Hausfrau täglich einkaufte, kaufen heute die meisten Verbraucher nur einmal pro Woche oder sogar noch seltener ein. Gleichzeitig sind die Ansprüche an die Qualität und Haltbarkeit der Produkte gestiegen. Lebensmittel sollen möglichst lange im Kühlschrank halten. Durch die hochgradige Arbeitsteilung und Internationalisierung der Nahrungsmittelindustrie werden Nahrungsmittel über weite Strecken transportiert und bisweilen über Tage oder Wochen zwischen gelagert. Das alles kostet Zeit – in der die Lebensmittel verderben können. Entsprechend müssen Nahrungsmittel länger haltbar sein. Deshalb verwenden die meisten Fruchtzubereitungshersteller und Molkereien Konservierungsstoffe. Diese hemmen das Wachstum von Hefen und Schimmelpilzen. Die Molkerei muss genau wissen, ob und welche Konservierungsstoffe in Milchprodukten erlaubt sind. Dies schränkt auch die Auswahl an Fruchtzubereitungen ein, weil auch diese häufig Konservierungsstoffe enthalten, aber andere, als im Joghurt erlaubt sind. Ein weiteres Problem ist, dass Konservierungsstoffe auch das Wachstum von Bakterien hemmen – eben auch von Milchsäurebakterien – und so das Endprodukt negativ beeinflussen können.
10. *Hinzufügen weiteren Zusatzstoffen:* Schließlich fügen Molkereien der Rohmilch häufig noch weitere Zusatzstoffe bei, bevor sie sie weiter verarbeiten – was wiederum so kompliziert ist wie die vorherigen Stufen.

Das war erst der erste Schritt – von zwölf! Falls Sie immer noch nicht genug haben, können Sie gerne weiterlesen ...

## 2. Schritt: Erwärmen der Milch auf 50 – 60°C

(Hierzu könnte ich natürlich auch viel schreiben, aber hier kann nicht ganz so viel schief gehen, und später wird nochmal erhitzt, weshalb ich diesen Schritt mal überspringe.)

## 3. Schritt: Homogenisierung der Milch bei 100 – 200 kg/cm<sup>2</sup> Druck

Milch besteht unter anderem aus Fett und Wasser. Fett und Wasser mischen sich nicht, so dass sich das Milchfett von der restlichen Milch absondert, wenn die Milch länger steht. Während der Bebrütungsphase (siehe unten) muss die Joghurtmilch aber länger stehen. Traditionell hergestellte saure Milch bestand daher immer aus geronnenen Klumpen dünnflüssigerem Wasser. Sie war also optisch nicht besonders ansprechend. Um die Wasserbindekapazität der Milch zu erhöhen, wird deshalb die Milch homogenisiert.<sup>26</sup> Die Homogenisierung erzielt die erwünschte Wirkung bei einem bestimmten Fettanteil der Milch nur, wenn die Temperatur und der Druck richtig berechnet wurden. Joghurtmilch wird im Allgemeinen homogenisiert, indem sie bei 100 bis 200 kg/cm<sup>2</sup> Druck und 50 bis 70°C durch eine Hochdruckpumpe oder durch ein Ventil gepresst wird. Homogenisierte Milch schmeckt vollmundiger, ist besser verdaulich und sieht optisch besser aus – allerdings sehen Kritiker einen Zusammenhang zwischen Homogenisieren und der Zunahme von Milchallergien

## 4. Schritt: Wärmebehandlung

Nach der Homogenisierung wird die Milch pasteurisiert, sterilisiert, ultrahochoerhitzt oder einer anderen Wärmebehandlung unterzogen.<sup>27</sup> Traditionell wurde Milch erhitzt, um den Wasseranteil der

---

<sup>26</sup> *Homogenisierung* bedeutet, dass aus zwei nicht ineinander löslichen Substanzen eine homogene Emulsion hergestellt wird. Bei Milchprodukten gibt es zwei Arten von Emulsionen:

- Bei Wasser-in-Öl-Emulsionen werden Wassertropfen in Öl bzw. Fett gemischt. Butter ist eine typische Wasser-in-Öl-Emulsion.
- Joghurt und die meisten anderen Milchprodukte sind dagegen Öl-in-Wasser-Emulsionen: Fett- bzw. Öltröpfchen werden in Wasser aufgelöst.

Um die Joghurtmilch zu homogenisieren, wird sie unter hohem Druck durch ein kleines Ventil gepresst. Wenn der Fettanteil der Milch hoch ist, muss dieser Prozess wiederholt werden. Die Homogenisierung hat eine Reihe von Wirkungen. Die wichtigsten sind:

- Noch nicht aufgelöstes Milchpulver und andere Zusatzstoffe werden vollständig in die Milch eingemischt.
- Fettmoleküle sind in der Milch von einer Membran aus Wasser, Proteinen und anderen Molekülen umgeben. Beim Pressen durch die Düse bricht diese Membran auf. Die Fettmoleküle werden zerschlagen. Nach der Homogenisierung sind Fettmoleküle wesentlich kleiner. Sie verteilen sich besser in der Milch und sondern sich nicht mehr so leicht von der restlichen Milch ab. Weil kleinere, dafür aber mehr Fettmoleküle in der Milch vorhanden sind, reflektiert diese stärker – die Milch wirkt weißer.
- Das Kasein kann die kleineren Fettmoleküle leichter umschließen. Auch andere Milchproteine umschließen Fett oder verbinden sich miteinander. Dadurch können sie auch besser Wasser binden – die Milch wird cremiger und der Joghurt hat später eine bessere Konsistenz.

<sup>27</sup> Bei der *Pasteurisierung* wird die Milch gering erhitzt. Wenn Milch bei 65°C dreißig Minuten lang erwärmt wird, werden etwa 99% der vegetativen Zellen von Mikroorganismen zerstört. Diese Methode nennt man Holder-Methode. Alternativ wird die Milch bei 72°C für 15 Sekunden erhitzt (HTST = High Temperature Short Time). Höhere Temperaturen töten alle vegetativen Zellen und einige Sporen ab. Bei der HLT (High Temperature Long Time) wird die Milch bei 85°C für dreißig Minuten erhitzt, bei der VHTST (Very High Temperature Short Time) bei 90 bis 95°C für fünf bis zehn Minuten.

Die *Sterilisation* tötet sogar alle Sporen ab: In einem geschlossenen Behälter wird die Milch bei Temperaturen von 110 bis 115°C für mindestens zwanzig Minuten erhitzt.

Milch zu reduzieren (siehe oben). Die Wärmebehandlung kann auch heute noch unbeabsichtigt den Wasseranteil der Milch verändern – was sich später auf die Konsistenz des Joghurts auswirkt. Heute erhitzt man die Milch aber aus einem ganz anderen Grund: Hitze zerstört Krankheitserreger und andere unerwünschte Mikroorganismen. Je höher die Temperatur ist und je länger die Wärmebehandlung dauert, desto mehr Mikroorganismen der Rohmilch werden zerstört.<sup>28</sup> Die Wärmebehandlung wirkt sich aber auch negativ auf die Milch aus. Sie verändert die biochemischen Eigenschaften der Milchbestandteile.<sup>29</sup> Bestimmte Temperaturen hemmen, andere fördern das Wachstum der Milchsäurebakterien.<sup>30</sup>

Molkereien müssen also einen Kompromiss eingehen: Damit Mikroorganismen abgetötet werden, sollte die Milch möglichst lange und hoch erhitzt werden. Deshalb pasteurisieren Joghurthersteller die Milch nur selten. Zu hoch dürfen die Temperaturen auch nicht sein, weil sonst das Wachstum der Milchsäurebakterien gehemmt wird, die Milch einen schlechten Geschmack bekommt und zu viele Vitamine zerstört werden. Ideal sind Wärmebehandlungen, die die Stoffe freisetzen, die Milchsäurebakterien gedeihen lassen (Calcium-Ionen, Sauerstoff, Glutathion, Thioglycolat und in Maßen Zystein), andererseits aber möglichst wenig wachstumshemmende Stoffe freisetzen (Sulfide und zu viel Zystein). Deshalb wird Joghurtmilch normalerweise entweder bei 85°C für dreißig Minuten, bei 90 bis 95°C für fünf bis zehn Minuten oder bei 120°C für drei bis fünf Sekunden erhitzt.

## 5. Schritt: Abkühlung auf Bebrütungstemperatur

Nach der Wärmebehandlung muss die Milch wieder auf die Bebrütungstemperatur abgekühlt werden. Die Temperatur der Milch muss dabei auf die Bebrütungsdauer abgestimmt werden. Bei kurzer Bebrütungsdauer (2 ½ Stunden oder länger) wird die Milch auf 40 bis 45°C abgekühlt. Alternativ kann

---

Verschiedene Verfahren der *Ultrahoherhitzung* (*UHT = Ultra-High Temperature*) arbeiten mit Temperaturen von mindestens 115°C. Außer bei der Niedrig-Temperatur Ultrahoherhitzung (drei Sekunden bei 115°C) töten alle Verfahren der Ultrahoherhitzung sämtliche Mikroorganismen ab.

<sup>28</sup> Ausnahme sind einige hitzeresistente Enzyme und einige sporenbildende Organismen. Einerseits ist damit sichergestellt, dass in der Rohmilch enthaltene Bakterien den Menschen infizieren. Andererseits haben die Joghurtstarterkulturen, die der Milch nach der Wärmebehandlung zugeführt werden (siehe *Schritt 5*) keine Konkurrenz und können ungestört wachsen. Dennoch ist es wichtig, dass die Rohmilch und die Zusatzstoffe keimfrei sind – bei zahlreichen Mikroorganismen schaden nicht die Mikroorganismen selbst dem Menschen sondern die Stoffe, die bei ihrer Vermehrung entstehen.

<sup>29</sup> Manche Milchmoleküle werden bei der Hitze zerschlagen. Beim Abkühlen setzen sie sich so wieder zusammen, dass der später leichter eine geleeartige Struktur bekommt. Molkeproteine werden bei Temperaturen ab 80°C destabilisiert und verbinden sich mit dem Kasein, was die Konsistenz des Joghurts verbessert. Wenn Milch bei hohen Temperaturen (mindestens 85°C für dreißig Minuten) erhitzt wird, bilden sich Calcium-Ionen. Diese bewirken zusammen mit Säure, dass Kasein ausflockt und die Milch die joghurttypische Konsistenz bekommt. Wärme zerstört zunächst unerwünschte Geschmacksstoffe. Wird die Milch jedoch zu stark erhitzt, kann es sein, dass sie verbrannt oder nach Karamell schmeckt. Fettlösliche Vitamine (A, D, E und K) sind relativ hitzeresistent. Wasserlösliche Vitamine (B und C) werden dabei bei hohen Temperaturen größtenteils zerstört. Da Milch ein wichtiger Vitamin-B-Lieferant ist, ist dies ein großer Nachteil.

<sup>30</sup> Wenn die Milch zwischen 62°C und 72°C für dreißig bis vierzig Minuten erhitzt wird, verändern sich eine ganze Reihe von Milchbestandteilen, werden zerstört oder freigesetzt. Unter anderem erhöht sich der Anteil von Zystein, Glutathion und Thioglycolat und Sauerstoff wird freigesetzt. Dies stimuliert das Wachstum der Milchsäurebakterien. Wenn die Milch bei 72°C für 45 Minuten, bei 82°C für zehn Minuten bis zwei Stunden oder bei 90°C für eine bis 45 Minuten erhitzt wird, steigert sich der Anteil von Zystein soweit, dass er das Wachstum der Milchsäurebakterien stört. Außerdem werden für die Milchsäurebakterien giftige Sulfide frei. Durch stärkere Hitze (ein bis drei Stunden bei 90°C oder fünfzehn bis dreißig Minuten bei 120°C) werden die Sulfide wieder zerstört. Die Milchsäurebakterien können wieder leichter wachsen. Bei noch höheren Temperaturen wird das Wachstum der Milchsäurebakterien wieder gehemmt.

die Milch auf 30°C abgekühlt werden. Die Milch brütet dann achtzehn Stunden bzw. solange, bis der gewünschte Säuregehalt erreicht ist.

## 6. Schritt: Beimpfen mit der Starterkultur

Die abgekühlte Milch wird nun mit einer Starterkultur geimpft: Während die Milch in die Brutkammer gepumpt wird, wird gleichzeitig die Starterkultur in die Kammer gepumpt. Wenn die Milch in derselben Brutkammer gerinnen soll, in der sie abgekühlt wurde, wird die Starterkultur entweder per Hand eingerührt oder in den Tank hineingepumpt. In der Starterkultur sind die gewünschten Milchsäurebakterien (meist die Stämme *Lactobacillus bulgaricus* und *Streptococcus thermophilus*) dominant. Starterkulturen werden heute oft in eigenen Betrieben hergestellt.

Nach dem Abfüllen wird der Joghurt im nächsten Schritt bei 38 bis 45° C bebrütet. Das Wachstumsoptimum der Bakterienkulturen liegt bei 42 °C: Die Milchsäurekultur vermehrt sich und bildet aus Milchzucker (Laktose) Milchsäure. Der pH-Wert sinkt auf pH 3,0 bis 4,5, die Milch schmeckt angenehm säuerlich. Wird der Anteil der Milchsäure hoch genug, wird Eiweiß ausgefällt und die Milch wird dick.

## Verzweigung des Produktionsprozesses

Die folgenden vier Produktionsschritte verlaufen unterschiedlich, je nachdem, ob man stichfesten oder gerührten Joghurt produzieren will (d.h., man braucht auch unterschiedliche Produktionsanlagen, je nachdem, welche Sorte Joghurt man produzieren will!):

- Bei „stichfestem“ (auch „löffelfestem“ oder „naturfestem“) Joghurt wird die geimpfte Milch vor der Säuerung in die verkaufsfertige Packung (also in die Becher) abgefüllt. Diese Säuerungsmethode eignet sich vor allem für *Naturjoghurt*.
- Alternativ wird der Joghurt in Kessel bzw. Tanks gefüllt, dort gerührt und erst nach Fertigstellung in Becher gefüllt. Dieser Joghurt heißt „gerührt“. Diese Säuerungsmethode wird vor allem für Fruchtjoghurts verwendet.

Die biochemischen Prozesse, die bei der Gerinnung der Milch (Fermentation) ablaufen, sind dieselben. Allerdings ist die Konsistenz des Joghurts bei stichfestem Joghurt und bei gerührtem Joghurt unterschiedlich: Beim stichfestem Joghurt wird die Milch während des Gerinnungsprozesses und danach nicht mehr gerührt oder gepumpt oder anderswie bewegt. Dadurch bildet der Joghurt eine halbfeste, stichfeste Masse. Bei längerem Stehen sondert sich oben Wasser ab. Gerührter Joghurt wird mehrmals umgerührt, während er brütet, während Früchte untergemischt werden, wenn er verpackt wird. Dadurch bricht die Kaseinstruktur des Joghurts auf. Er ist cremiger und kann zerfallen. Dafür sondert sich weniger Wasser bei längerem Stehen ab.

## Stichfester Joghurt

### 7. Schritt: Abfüllen des Joghurts in die Verpackung

Nachdem die Starterkultur in die Milch gegeben wurde, wird stichfester Joghurt direkt in die Verpackung abgefüllt. Sowohl für stichfesten wie für gerührten Joghurt gilt: Die Wahl der richtigen Verpackung ist eine eigene Kunst. Wie ich bereits weiter oben geschrieben habe, soll die Verpackung dafür sorgen, dass der Joghurt in tadellosem Zustand zum Endverbraucher gelangt. Eine gute Verpackung schützt den Joghurt und erleichtert Lagerung und Transport. Sie vermittelt Informationen über das Produkt und ist Werbeträger. Die Verpackung von Lebensmitteln darf nicht giftig sein. Verpackungsmaterial und Nahrungsmittel dürfen nicht chemisch reagieren. Oft sind bestimmte Packungsmaterialien und -größen gesetzlich vorgeschrieben. Schließlich beeinflussen auch soziale Faktoren die Wahl des Verpackungsmaterials. Es gibt zwei Hauptkategorien von Verpackungsmaterialien für Joghurt:

1. *Der Joghurtbecher oder das Joghurtglas kommen mit dem Joghurt direkt in Kontakt.* Sie umhüllen den Joghurt in Portionsgrößen, die nachher verkauft werden. Joghurtbecher und -gläser müssen deshalb alle oben genannten Produkteigenschaften erfüllen. Joghurtbecher kann man nach zwei Kategorien klassifizieren: einerseits nach der Flexibilität des Verpackungsmaterials, andererseits nach der Packungsgröße. Es gibt flexible, halbstarre und starre Gefäße: *Glasflaschen und -becher*, irdene Töpfe und Metall Dosen<sup>31</sup> sind starre Gefäße. Neben Glasbechern wird Joghurt meistens in halbstarre *Plastikbecher* abgefüllt.<sup>32</sup> Plastikbecher

---

<sup>31</sup> Tontöpfe sind ein traditionelles Aufbewahrungsgefäß für Joghurt und werden heute noch im Nahen Osten und in Indien verwendet: Während der Bebrütungsphase werden sie offen stehen gelassen. Bevor der Joghurt abkühlt, wird der Tonkrug mit einem Pergamentpapier zugedeckt. Die Käufer bringen später das leere Gefäß wieder zurück. Auch in Deutschland stellten Hausfrauen saure Milch bis in die 1970er in Steingutkrügen her. Für die industrielle Fertigung sind irdene Krüge nicht geeignet, weil ihre Herstellung sehr teuer ist, sie sehr leicht brechen und die Gefahr sehr groß ist, dass der Joghurt von Bakterien und Schimmel befallen wird. Manche trockene Produkte auf Joghurtbasis werden auch in Metall Dosen aufbewahrt. Um flüssigen Joghurt aufzubewahren, sind Dosen jedoch nicht geeignet – die Feuchtigkeit und die Säure setzen der Dose zu, und die Dose verändert den Geschmack des Joghurts.

<sup>32</sup> Nicht alle Plastiksorten sind für die Aufbewahrung von Joghurt geeignet: Viele sind nicht säureresistent, lassen die Geschmacksstoffe entweichen oder Sauerstoff in den Becher eindringen. Als Material für Joghurtbecher geeignet sind beispielsweise Polyethylene (PE), Polypropylene (PP), Polystyrene (PS), Polyvinylchloride (PVC) und Polyvinylidene Chloride (PVDC). In Großbritannien waren etwa Mitte der 1980er Polypropylene und Polystyrene die beliebtesten Materialien. Unabhängig von der Kunststoffsorte muss ein Plastikbecher nicht halbstarr sein – er kann auch flexibel oder starr produziert werden.

- Stichfester und Rührjoghurt, konzentrierter Joghurt und Joghurteis werden meistens in starren oder halbstarren Bechern verpackt.
- Flexible Becher werden meistens für trockene Joghurtprodukte verwendet.

Plastikbecher können in jeder beliebigen Form hergestellt werden und entsprechend an den Konsumentengeschmack angepasst werden. Eine Formvariante des Plastikbeckers ist der Behälter mit zwei Abteilungen: In die eine Abteilung wird der Joghurt gefüllt, in die andere ein anderes Lebensmittel wie beispielsweise Nüsse, Rosinen oder Müsli, das dadurch frisch und knackig bleibt. Der „Joghurt mit der Ecke“ von Müller ist ein Beispiel für diese Verpackungsform. Kunststoffe sind also äußerst flexibel. Es gibt zwei Techniken zur Herstellung von Plastikbechern:

- Eine Möglichkeit ist, den Kunststoff in einem heißen Zylinder weich zu machen. Unter hohem Druck wird der Kunststoff dann in die gewünschte Form gepresst. Dieses Verfahren stellt starrere Becher her als das andere. Die Becher werden ineinander gestapelt, vakuumversiegelt, in eine Kiste gepackt und zur Molkerei transportiert. In der Molkerei werden die Becher in die Abfüllmaschine gelegt. Der Joghurt wird in die Becher gefüllt und der Becher dann verschlossen. Dieses Verfahren nennt man „Abfüll-Verschlussverfahren“ („fill/seal“ operation).

werden mit einem Aluminiumdeckel verschlossen. Schließlich kann man Joghurt auch in *flexiblen Getränkekartons* verpacken. Ein Beispiel hierfür ist der Tetra-Pak, ein Kunststoff-Aluminium-Laminat.<sup>33</sup> In Deutschland sind Getränkekartons für Joghurt nicht gebräuchlich. Möglicherweise liegt dies an den unterschiedlichen Konsumgewohnheiten: Deutsche Verbraucher sind Glas- und Plastikbecher gewöhnt. Außerdem verbrauchen sie kaum Trinkjoghurt (in den 1990ern nur etwa 2% aller gekauften Joghurts<sup>34</sup>). Deutsche Hersteller füllen also entweder in Plastikbecher oder Glasflaschen ab. Produktionstechnisch und aus Kostengründen bevorzugen die Hersteller Plastikbecher.<sup>35</sup> Der Hersteller muss sich nicht nur für ein bestimmtes Verpackungsmaterial sondern auch für eine bestimmte Verpackungsgröße entscheiden.<sup>36</sup> Interessant ist hierbei, dass nicht alle möglichen Kombinationen aus Joghurtsorte, Verpackungsmaterial und -größe ausgeschöpft werden: Bestimmte Füllmengen werden immer im selben Material verpackt.

2. *Transportverpackungen* kommen nicht mit dem Joghurt selbst in Kontakt. Sie erleichtern den Transport der Gläser bzw. Becher in der Fabrik oder zwischen Fabrik und Supermarkt. Es gibt

- 
- Die andere Möglichkeit, einen Plastikbecher herzustellen, ist, den Kunststoff in Form einer Rolle in die Molkerei zu liefern. Die Arbeiter führen ein Ende der Rolle in die Abfüllmaschine ein. Dort wird das Plastik durch Hitze weich gemacht. Mit Hilfe einer Form wird der Becher geformt und sofort mit Joghurt gefüllt. Danach wird der Becher verschlossen. Dieses Verfahren nennt man „Form-Abfüll-Verschlussverfahren“ („*form/fill/seal*“ operation).

Mit Joghurt befüllte Plastikbecher werden dann mit einem Aluminiumdeckel verschlossen. Aluminium hat eine ganze Reihe von Vorzügen: Aluminium lässt weder Gase noch Gerüche durch. Aluminium behält seinen schimmernden Glanz auch, wenn es mit Fett in Kontakt kommt. Aluminium kann leicht bedruckt werden. Aluminiumdeckel werden lackiert, um Korrosion zu verhindern. Damit sich der Deckel gut mit dem Becher verbindet, werden sie mit demselben Kunststoff beschichtet, der zur Herstellung des Bechers verwendet wurde.

<sup>33</sup> Wird Joghurt in Kartons verpackt, verwendet man normalerweise das Form-Abfüll-Verschlussverfahren. In Großbritannien wurden sie etwa in den 1950ern beliebt. Damals kamen gewachste Kartons auf dem Markt. Gewachste Kartons lecken oft. Deshalb wurden sie im Lauf der Zeit durch Plastikbecher oder Tetra-Paks ersetzt.

<sup>34</sup> Diese Konsumzahlen basieren auf eigenen Berechnungen. Datenbasis war das *ZUMA Verbraucher-Panel 1995*.

<sup>35</sup> Während der Tonkrug als Joghurtverpackung völlig verschwunden ist, war die Geschichte des Glasbeckers wankelmütig. Glasbecher sind ein hervorragendes Verpackungsmaterial. Direkt nach dem Zweiten Weltkrieg waren sie in Europa das beliebteste Verpackungsmaterial. Ihre Produktion ist jedoch sehr teuer. Mitte der 1980er wurden sie deshalb mehr und mehr durch Wegwerfbecher ersetzt. Nur in wenigen europäischen Ländern (Frankreich, osteuropäische Länder) und im Nahen Osten wurden sie noch verwendet. Mitte der 1980er wurden dann neue Deckel für die Glasbehälter entwickelt. In Deutschland forderte die Umweltbewegung die Rückkehr zu Glasflaschen. Deshalb wird heute wieder ein Großteil der Joghurts in Gläsern verkauft. „Glas“ ist ein Zeichen für „Naturbelassenheit“ und „Qualität“. Joghurts in Glasbechern können deshalb auch teurer verkauft werden als Joghurts in Plastikbechern.

<sup>36</sup> Die Ein-Portionen-Packung soll von einer Person auf einmal aufgegessen werden. Becher fassen zwischen 125g und 250g. Am gebräuchlichsten sind in Deutschland 150g-Becher (etwa zwei Fünftel aller verkauften Becher) und 250g-Becher (etwa ein Fünftel aller verkauften Becher). Groß bzw. Familienpackungen sollen von mehreren Personen gleichzeitig bzw. von einer Person zu mehreren Mahlzeiten verzehrt werden. Großpackungen werden meistens mit einem wiederverschließbaren Deckel verschlossen, weil es schwierig ist, die große Öffnung mit Aluminium zu versiegeln und weil man Aluminiumdeckel nicht mehr schließen kann. Am gebräuchlichsten sind 500g-Glasgläser (etwa ein Fünftel aller verkauften Becher). Für Großabnehmer wie Kantinen gibt es aber auch 2500g- und größere Becher. Der Multipack enthält vier oder sechs Ein-Portionen-Packungen. Multipacks enthalten normalerweise mehrere Fruchtjoghurts verschiedener Sorten. Die Hersteller versuchen oft, neue Geschmacksrichtungen so einzuführen. Dies könnte aber genau der Grund sein, warum Multipacks so unbeliebt sind: Man hat immer einen Joghurt, dessen Geschmack man nicht mag. Entsprechend werden in Deutschland neun Zehntel aller Joghurts im Einzelbecher verkauft. Von Mehrbecher-Sets werden fast ausschließlich viermal 125g-Portionen gekauft. (Die Konsumzahlen basieren auf eigenen Berechnungen. Datenbasis war das *ZUMA Verbraucher-Panel 1995*.)

Einweg- und Mehrweg-Container.<sup>37</sup> Einweg-Container werden häufiger als Mehrweg-Container verwendet.

## 8. Schritt: Hinzufügen von Früchten, Geschmacksstoffen und Farbstoffen

Außer bei Naturjoghurt fügen Hersteller dem Joghurt Früchte, Geschmacksstoffe und/oder Farbstoffe bei.<sup>38</sup> Molkereien könnten dem Joghurt zwar frisches Obst beifügen. Frisches Obst hat aber sehr unterschiedliche Qualität, verdirbt schnell und ist nur saisonal verfügbar. Wenn eine Molkerei frische Früchte verwendet, kann sie bestimmte Produkte nur zu bestimmten Jahreszeiten und von uneinheitlicher Qualität anbieten. Die Verarbeitung von Früchten ist außerdem ebenso aufwendig wie die Joghurtproduktion selbst und erfordert eigene Spezialkenntnisse. Deshalb greifen die meisten Hersteller auf das Angebot der Fruchtzubereitungsindustrie zurück.<sup>39</sup> Die Verarbeitung von Früchten ist

---

<sup>37</sup> Mehrweg-Container oder -kisten bestehen entweder aus Hartplastik oder Metall. Das sie wieder zur Molkerei zurücktransportiert werden müssen, werden sie normalerweise nur verwendet, wenn die Joghurtgläser recycelt werden und deshalb auch zur Molkerei zurücktransportiert werden müssen. Werden Joghurtgläser verwendet, sind die Metall-Container beliebt: Joghurthersteller lassen Rührjoghurt oft in den Gläsern in den Metallcontainern im Wasserbad gären.

<sup>38</sup> Auch andere Lebensmittel außer Früchten können den Geschmack des Joghurts verändern. Am häufigsten werden folgende Lebensmittel verwendet: Süße Lebensmittel (Honig, Ahornsirup, *butterscotch*), Nüsse (Kokosnuss, Haselnuss, Walnuss, Mandel), Getreide (Müsli), Gemüse (Gurke, Tomate, Sellerie) und Sonstige (Kaffee, Mokka, Gewürze, Paprika, Vanille).

<sup>39</sup> Wieder gibt es mehrere Möglichkeiten, den Fruchtgeschmack in den Joghurt zu bekommen, u.a.:

- Bei *Fruchtzubereitungen* wird die Frucht zu einem Zuckersirup verarbeitet. Dieser hat einen Fruchtanteil von 70% und einen Wasseranteil von 30%. Weil dem Sirup keine Farb- und Konservierungsstoffe beigegeben werden, kann der Joghurthersteller seinen Produkt als „natürlich“ oder „mit echten Früchten“ bezeichnen. Durch die Verarbeitungsmethode wird die Fruchtzubereitung meistens sehr aromatisch. Die Hitzebehandlung zerstört aber die frische Farbe der Früchte. Dieses Produkt ist relativ teuer, weshalb es in der Joghurtindustrie fast nicht verwendet wird.
- *Dosenfrüchte*: Im Gegensatz zur Fruchtzubereitung enthalten *Dosenfrüchte* Zusatzstoffe: Farbstoffe verschleiern, dass die Früchte ihre natürliche Farbe verloren haben. Stabilisatoren schützen die Struktur der Frucht und erhöhen die Konsistenz der Fruchtzubereitung. Geschmacksstoffe machen den Geschmack des Joghurts für den Konsumenten ansprechender.
- Die Molkerei kann auch *gefrorene Früchte* verwenden. Manche Obstsorten können bei  $-20^{\circ}\text{C}$  tiefgefroren und dann nach Bedarf wieder aufgetaut und benutzt werden. Beim Gefrieren kann die Frucht beschädigt werden. Um den Schaden möglichst gering zu halten, muss die Frucht bei einem genau abgepassten Reifegrad schockgefroren werden. Bevor die Frucht dem Joghurt beigegeben wird, wird sie aufgetaut und gesüßt. Je nachdem, wie sauer die Frucht ist, wird sie dann auf zwischen  $60$  und  $95^{\circ}\text{C}$  erhitzt. Um die Struktur der Frucht zu erhalten, werden ihr vor dem Erhitzen oft Stabilisatoren beigegeben. Weil die Frucht beim Auftauen und Erhitzen braun werden kann, werden oft Farbstoffe beigegeben. Weil die Aufbereitung gefrorener Früchte aufwendige Produktionsanlagen erfordert, lohnt sich ihre Verwendung nur große Molkereien.
- Wenn die Frucht homogenisiert wird, entsteht ein *Fruchtpüree*, das im Gegensatz zur Fruchtzubereitung keine Fruchtstückchen mehr enthält. Der Hersteller kann sogar sämtliche Pflanzenfasern entfernen.
- Um stichfesten oder Trinkjoghurt herzustellen, verwenden Molkereien oft *Fruchtsirup*. Dieser enthält keine Festbestandteile mehr, dafür aber Süßstoff. Bei der Herstellung von stichfestem Joghurt wird Joghurt der Milch vor der Bebrütungsphase zugeführt. Bei der Produktion von Trinkjoghurt kann der Fruchtsirup dagegen unter den fertigen Naturjoghurt gerührt werden.
- *Marmelade* verwenden Molkereien nur zur Herstellung billigen stichfesten Joghurts oder wenn keine anderen Verarbeitungsformen einer Fruchtart erhältlich sind. Bei der Produktion von stichfestem Joghurt wird die Marmelade auf den Boden des Behälters gefüllt. Darauf wird die Joghurtmilch gefüllt. Deshalb benötigt man eine Abfüllmaschine mit einem Messgerät, damit genau die richtige Menge Milch in den Karton gefüllt wird. Es ist nicht ratsam, Marmelade unter Gerührten Joghurt zu mischen,

ebenfalls sehr komplex. Ein großes Problem verursacht dabei die Hitzebehandlung der Früchte. Diese führt meistens dazu, dass diese an Geschmack verlieren und farblos werden.

Oft soll der Joghurt einer Frucht ähnlich schmecken und doch noch andere Geschmackskomponenten haben. Deshalb fügen meistens entweder die FruchtzubereitungsHersteller der Fruchtzubereitung oder die Joghurthersteller dem Joghurt Geschmacks- und Farbstoffe bei. Geschmacks- und Farbstoffe lassen sich unterteilen in natürliche, naturidentische und künstliche bzw. synthetische Aromen und Farbstoffe. Hinter dieser scheinbar einfachen Unterteilung verbergen sich Tausende von Geschmacksstoffen. Welche Aromen und Farbstoffe dem Joghurt beigemischt werden dürfen, ist in jedem Land unterschiedlich. (Wenn Sie eine echte Frucht im Joghurt haben wollen und möglichst wenig Farbstoffe, sollten Sie auf gar keinen Fall Erdbeer-Joghurt kaufen, weil es eigentlich gar nicht sein kann, dass da echte Erdbeere drin ist – allein der angebliche Anteil an „Erdbeeren“ an in Deutschland verkauften Erdbeer-Joghurts übersteigt die Welt-Jahres-Erdbeerproduktion um ein Mehrfaches, und wir essen ja auch mal frische Erdbeeren.)

## 9. Schritt: Bebrütung

Man lässt nun die Milchsäurebakterien solange gären, bis die Milch geronnen ist und der Joghurt den gewünschten Säuregehalt hat. Dieser beträgt ungefähr pH 4,6 bzw. 0.9% Milchsäureanteil an der Milch. Der exakte Säuregehalt, bei dem die Bebrütung abgebrochen wird, hängt von der produzierten Joghurtsorte, der Kühlmethode und der Effizienz des Kühlsystems ab.

## 10. Schritt: Abkühlen der Milch auf die Lagertemperatur

Milchsäurebakterien vermehren sich bei Temperaturen von 10°C und niedriger wesentlich langsamer. Deshalb kühlt man den Joghurt nach der Bebrütung so schnell wie möglich auf unter 10°C ab, sobald er den gewünschten Säuregehalt erreicht hat. Ideal sind 5°C.

Das war's mit dem stichfesten Joghurt – aber das war ja auch nur eine von zwei Varianten der Prozesslinie. Bei gerührtem Joghurt sieht es etwas anders aus. Falls Sie immer noch nicht genug haben, können Sie ja weiterlesen ...

---

weil sich die Marmelade wegen ihrer Klebrigkeit und Dickflüssigkeit schlecht unter den Joghurt mischen lässt. Wenn man zu viel rühren muss, löst sich der Joghurt auf.

- Dann gibt es noch das *ausgepresste Fruchtfleisch*, d.h. die Reste aus der Herstellung etwa von Obstsaften, das wieder mit Farb- und Geschmacksstoffen versetzt wird.



## Gerührter Joghurt

Nachdem die Milch mit der Starterkultur geimpft wurde, verläuft der weitere Produktionsprozess bei gerührtem Joghurt anders als bei stichfestem Joghurt.

### 7. Schritt: Bebrütung

Man lässt die Milchsäurebakterien solange gären, bis die Milch geronnen ist und den gewünschten Geschmack hat. Die Prozesse, die bei der Gärung ablaufen, sind dieselben wie beim stichfesten Joghurt. Danach wird der Joghurt in der Brutkammer solange umgerührt, bis die Mischung eine homogene Masse bildet

### 8. Schritt: Abkühlen der Milch (Ein- oder zwei Phasen-Kühlung)

Bei gerührtem Joghurt gibt es zwei Kühlmethoden, die beide Vor- und Nachteile haben:

1. *Ein-Phasen-Kühlung*: Die Geleestruktur des Joghurts ist bei Temperaturen von unter 20°C stabiler. Beim Hinzufügen der Früchte und Verpacken entsteht weniger Schaden – die Wahrscheinlichkeit ist geringer, dass der Joghurt klumpig wird oder dass sich Molke absondert. Der Joghurt wird deshalb bei der Ein-Phasen-Kühlung sofort nach der Bebrütungsphase auf Temperaturen von unter 10°C abgekühlt.
2. *Zwei-Phasen-Kühlung*: Die Qualität von gerührtem Joghurt verbessert sich erheblich, wenn er bei 24°C abgefüllt und in der Verpackung noch einmal abgekühlt wird. Deshalb gibt es bei der Zwei-Phasen-Kühlung zwei Abkühlungsphasen: In der Primärphase wird der Joghurt auf 24°C abgekühlt. Die Sekundärphase erfolgt erst, nachdem der Joghurt verpackt wurde (siehe unten). Die Qualität des Joghurts steigt, wenn die Sekundärkühlung sehr langsam verläuft (mindestens 12 Stunden): Die Joghurtpaletten werden in einen kühlen Lagerraum gestellt. Der Lagerraum muss einen programmierbaren Temperaturregler haben. Die Luft muss sehr stark zirkulieren. Die Konstruktion der Paletten und Verpackung sowie die Eigenschaften der Verpackungsmaterialien beeinflussen die Kühlgeschwindigkeit stark. In den ersten fünf bis sechs Stunden beträgt die Lufttemperatur im Kühlraum 7 bis 10°C. Für die restlichen sechs bis sieben Stunden wird die Lufttemperatur auf 1 bis 2°C reduziert.

### 9. Schritt: Hinzufügen von Früchten, Geschmackszusatzstoffen und Farbstoffen

Dieser Schritt entfällt bei der Herstellung von Naturjoghurt.

### 10. Schritt: Abfüllen des Joghurts in Verpackung

Naja – einigermaßen wie oben, aber natürlich nicht ganz. Ist ja schließlich eine andere Prozesslinie, weshalb andere Wechselwirkungen entstehen können.

So, ab jetzt ist die Prozesslinie bei stichfestem und gerührtem Joghurt wieder gleich.

## Weiteres Vorgehen bei beiden Joghurt-Varianten

### 11. Schritt: Joghurt ausliefern

Joghurt hält am längsten, wenn er gekühlt wird, weshalb Möglichkeiten zum gekühlten Transport von Produkten, das Vorhandensein von Kühlregalen in Supermärkten sowie das Vorhandensein von Kühlschränken in den Haushalten der Konsumenten Voraussetzungen für die industrielle Erzeugung und den massenhaften Konsum von Joghurt in modernen Konsumgesellschaften sind.

### 12. Schritt: Anlage reinigen

Auch hier könnte man noch eine Menge schreiben, weil selbst das Säubern in einer Fabrik keine einfache Sache ist ... aber ich denke, das Prinzip sollte klar sein: Durch die zahlreichen Produktionsstufen ist Joghurt heute alles Andere als ein einfaches Produkt ...

## Literatur

- Bake, Klaus/Bylund, Gösta/Damerow, Günter/Herrmann, Martin/Kirschenmann, Bernd/Münster, Paul/Wilde, Gerd (1995): Handbuch der Milch- und Molkereitechnik. 2., überarbeitete Auflage. Herausgegeben von Tetra Pak. Gelsenkirchen-Buer: Th. Mann
- Baur, Nina (2005): Verlaufsmusteranalyse. Methodologische Konsequenzen der Zeitlichkeit sozialen Handelns. Wiesbaden: VS-Verlag für Sozialwissenschaften
- Baur, Nina (2011): Mixing Process-Generated Data in Market Sociology. In: Quality & Quantity 45 (6). 1233-1251. DOI 10.1007/s11135-009-9288-x.
- Connor, John M./Schiek, William A. (1997): Food Processing. An Industrial Powerhouse in Transition. 2. Auflage. New York: John Wiley & Sons
- Distl. O./Mack, Gabriele/Weidele, A./Zeddies, J. (1997): Grenznutzen der Leistungsverbesserung der Milchproduktion. In: Züchtungskunde. Band 69. Heft 5. S. 322-333
- Gravert, H. O./Pabst, K./Ordolff, D./Weber, S. (1993a): Fünfjährige Untersuchungen zur Umstellung auf ökologische Milcherzeugung. 2. Mitteilung: Milchqualität und Tiergesundheit. In: Züchtungskunde. Band 65. Heft 5. S. 338-347
- Gravert, H. O./Pabst, K./Schulte-Coerne, H./Weber, S./Westphal, R. (1993b): Fünfjährige Untersuchungen zur Umstellung auf ökologische Milcherzeugung. 1. Mitteilung: Produktionstechnik. In: Züchtungskunde. Band 65. Heft 5. S. 325-337
- Jervis, D. I. (1998): Hygiene in Milk Product Manufacture. In: Early, Ralph (Hg.) (1998): The Technology of Dairy Products. 2. Auflage. London u.a.: Blackie Academic & Professional. S. 405-436
- Kelly, A. L. (2001): Primary Milk Production. In: Law, Barry A./Tamime, Adman Y. (Hg.) (2001): Mechanisation and Automation in Dairy Technology. Sheffield u.a.: Sheffield Acad. Press u.a. S. 30-52
- Kirkland, W. (2001): Principles of Automation in the Dairy Industry. In: Law, Barry A./Tamime, Adman Y. (Hg.) (2001): Mechanisation and Automation in Dairy Technology. Sheffield u.a.: Sheffield Acad. Press u.a. S. 1-29
- Klupsch, H. J. (1992): Saure Milcherzeugnisse, Milchmischgetränke und Desserts. 2. Auflage. Gelsenkirchen-Buer: Th. Mann
- Langridge, E. W./Neaves, P. (1998): Laboratory Control in Milk Products Manufacture. In: Early, Ralph (Hg.) (1998): The Technology of Dairy Products. 2. Auflage. London u.a.: Blackie Academic & Professional. S. 368-404
- Latrille, E./Robinson, Richard K./Tamime, Adman Y. (2001): Yoghurt and other Fermented Products. In: Law, Barry A./Tamime, Adman Y. (Hg.) (2001): Mechanisation and Automation in Dairy Technology. Sheffield u.a.: Sheffield Acad. Press u.a. S. 152-203
- Muir, D. D. (1998): Milk Chemistry and Nutritive Value. In: Early, Ralph (Hg.) (1998): The Technology of Dairy Products. 2. Auflage. London u.a.: Blackie Academic & Professional. S. 353-367

Roberston, L. (2001): Nonproduct Operations, Services and Waste Handling. In: Law, Barry A./Tamime, Adman Y. (Hg.) (2001): Mechanisation and Automation in Dairy Technology. Sheffield u.a.: Sheffield Acad. Press u.a. S. 318-339

Robinson, Richard K. (Hg.) (1994): Modern Dairy Technology. 2 Bände. London u.a.: Elsevier Applied Science Publishers

Robinson, Richard K./Tamime, Adman Y. (1985): Yoghurt. Science and Technology. Oxford u.a.: Pergamon Press

Robinson, Richard K./Tamime, Adman Y. (1999): Yoghurt. Science and Technology. 2.Auflage. Oxford u.a.: Pergamon Press

Spreer, Edgar (1995): Technologie der Milchverarbeitung. 7., neubearbeitete und aktualisierte Auflage. Hamburg: Behr's

Staff, M. C. (1998): Cultured Milk and Fresh Cheeses. In: Early, Ralph (Hg.) (1998): The Technology of Dairy Products. 2. Auflage. London u.a.: Blackie Academic & Professional. S. 123-157

Stanley, G. (1998): Microbiology of Fermented Milk Products. In: Early, Ralph (Hg.) (1998): The Technology of Dairy Products. 2. Auflage. London u.a.: Blackie Academic & Professional. S. 50-80

Storck, Wennemar (1959): Milchmischgetränke und Sauermilchgetränke einschließlich Joghurt und Bioghurt. Hildesheim: Th. Mann

Sutherland, Jane P./Varnam, Alan H. (2001): Milk and Milk Products. Technology, Chemistry and Microbiology. Gaithersburg (Maryland): Aspen

ZUMA/GESIS/GfK (Hg.) (2001): ZUMA Verbraucherpaneldaten 1995. CD-Rom. Mannheim