

## Wärmebehandlung von Milch – eine Übersicht

### IDF Faktencheck 1/2018

In der Milchindustrie zählt die Wärmebehandlung zu der am weitesten verbreiteten Verarbeitungstechnologie. Primäres Ziel der Wärmebehandlung ist die Zerstörung von pathogenen und verderblichen Mikroorganismen, um sicherzustellen, dass die Milch sicher ist und eine angemessene Haltbarkeit aufweist. Trotz der Entwicklung alternativer Technologien wie der Hochdruckbehandlung oder der Technologie der gepulsten Felder zur Zerstörung von Mikroorganismen bleibt die Wärmebehandlung die Methode der Wahl für die meisten bakteriziden Behandlungen in der Milchindustrie und bei der Verarbeitung anderer Lebensmittel. Dies wird größtenteils auf den enormen Erfolg der Erhitzungsprozesse seit der Einführung der Pasteurisierung von Milch in den 1890er Jahren zurückgeführt. Bereits in einer früheren Entdeckung konnte Louis Pasteur nachweisen, dass die Wärmebehandlung von Bier den Verderb verhindern konnte. Zusätzlich beziehen sich Ausfuhrbescheinigungen für Milcherzeugnisse häufig auf den OIE-Tiergesundheitscodex, der keine Alternativen zur thermischen Behandlung zulässt.

Seit der Einführung der Pasteurisierung wurde der Wärmebehandlung von Milch in der Forschung große Aufmerksamkeit geschenkt. Folglich gibt es viel Literatur zu unterschiedlichen Aspekten der Technologie. Mehrere Bücher, Buchkapitel und Rezensionen

wurden zu dem Thema veröffentlicht, viele davon unter der Schirmherrschaft des Internationalen Milchwirtschaftsverbandes (IDF).

Jede absichtliche Erwärmung für eine bestimmte Zeit auf über 50°C, die zu einer Verringerung der Konzentration von Mikroorganismen führt, wird als Wärmebehandlung angesehen. Somit deckt das Konzept der Wärmebehandlung eine unendliche Anzahl an Kombinationen von Zeit und Temperatur ab. Die Intensität der Wärmebehandlung wird durch die Behandlungstemperatur und den Behandlungszeitraum, über den das Produkt bei der Temperatur gehalten wird, bestimmt.

In der Milchindustrie kommt eine breite Palette von Wärmebehandlungen zum Einsatz, wobei sinnvoll ist, diese in Bezug auf ihre Auswirkungen auf Milch zu relativieren. Die Tabelle 1 listet die wichtigsten Behandlungen, ihre Anwendung und ihre bakteriologischen, chemischen und anderweitigen Wirkungen auf. Die Wärmebehandlungen lassen sich einteilen in Verfahren für Milch, die zum direkten Verzehr gedacht ist, wie die Pasteurisierung, die Extended Shelf-Life (ESL)-Verarbeitung, die Ultrahocherhitzung (UHT) und die Sterilisation im Behälter und in Behandlungen für bestimmte Milchprodukte wie Joghurt und Milchpulver. Des Weiteren ermöglicht die Thermisierung von Rohmilch eine längere Lagerung vor der Verarbeitung oder die Käseherstellung.

**Tabelle 1: Wichtige Wärmebehandlungen in der Milchindustrie**

<b>Wärmebehandlung (Temperatur/Dauer)</b>	<b>Anwendungen</b>	<b>Zerstörte Bakterien</b>	<b>Signifikante chemische Effekte</b>	<b>Bemerkungen</b>
<b>Thermisierung</b> <b>57-68°C/ 5 Sek. -30 Min.</b>	Verlängerung der Haltbarkeit von Rohmilch vor der weiteren Verarbeitung  Herstellung einiger Käsesorten	einige nicht sporenbildende Erreger und psychotrophe Verderbnisbakterien	geringer Effekt	Produkt darf nicht Phosphatase-negativ sein;  nicht für Trinkmilch geeignet, da einige Krankheitserreger lebensfähig bleiben können
<b>Pasteurisierung</b> <b>72-80°C/ 15-30 Sek.</b>	Trinkmilch  Käseherstellung	Nicht-Sporenbildende Krankheitserreger und psychotrophe Verderbnisbakterien;  keine Sporen oder hitzebeständigen vegetativen Bakterien	geringe Wirkung auf Vitamine,  ~ 5 % Molkenprotein Denaturierung,  Inaktivierungslipase	Produkt muss Phosphatase-negativ sein;  Standard-Mindestbedingungen in den meisten Ländern sind in der Regel 72°C/15 Sek.;  ein alternatives Verfahren ist die Chargenpasteurisierung bei 63-65°C/15-30 Min.
<b>Pasteurisierung mit ESL (Extended Shelf-Life)</b> <b>125-140°C/ 1-10 Sek.</b>	ELS-Trinkmilch, gekühlt	Nicht-Sporenbildenden Bakterien und die meisten psychotrophen und mesophilen Sporen	hängt von den tatsächlichen Wärmebehandlungsbedingungen ab;  signifikante, aber variable Denaturierung von Molkenproteinen (25 – 85 % von $\beta$ -Lactoglobulin)	keine Standard-Wärmebehandlungsbedingungen;  inaktiviert Lactoperoxidase (manchmal als Test für die Wirksamkeit der ESL-Hitzebehandlung verwendet);  leichte Geschmacksveränderung, aber bei höheren Temperaturen für kürzere Zeiten minimal;  ESL-Milch wird ebenfalls mittels Mikrofiltration hergestellt, üblicherweise kombiniert mit einem abschließenden (thermischen) Pasteurisierungsschritt

<sup>1</sup>WPNI = Molkenprotein Denaturierungsindex; gibt den Gehalt an nicht denaturiertem Molkenprotein an und wird verwendet, um Magermilchpulver zu kategorisieren.

**Fortsetzung Tabelle 1: Wichtige Wärmebehandlungen in der Milchindustrie**

<b>Wärmebehandlung (Temperatur/Dauer)</b>	<b>Anwendungen</b>	<b>Zerstörte Bakterien</b>	<b>Signifikante chemische Effekte</b>	<b>Bemerkungen</b>
<b>Ultrahocherhit- zung (UHT)</b>  <b>135-150°C/ 1-10 Sek.</b>	Trinkmilch mit langer Haltbarkeit bei Umgebungstemperatur	Nicht-Sporenbildenden Bakterien und alle Sporen mit Ausnahme von sehr hitzebeständigen Sporen;  ergibt ein „kommerziell steriles“ Produkt	geringere Effekte bei direkter Erhitzung;  hohe Denaturierung von Molkenprotein (70-95 % von $\beta$ -Lactoglobulin);  Epimerisierung von Lactose zu Lactulose, Lactosylierung von Lysinresten;  Formation von Sulfhydryl-Verbindungen	Ergibt einen milden erwärmten/gekochten/schwefelhaltigen Geschmack;  weitere chemische Veränderungen treten während der Lagerung auf;  Marktanteil variiert zwischen den Ländern von <10 % bis >90 % des Milchkonsums
<b>Sterilisation im Container</b>  <b>110-120°C/ 10-20 Min. oder 125°C/ 5 Min.</b>	Kondensmilch und Trinkmilch mit langer Haltbarkeit beim Raumtemperatur	Nicht-Sporenbildenden Bakterien und alle Sporen, mit Ausnahme von sehr hitzebeständigen Sporen	vollständige Denaturierung von Molkenprotein,  umfangreiche Maillard-Reaktion;  Herstellung Aromastoffen	verursacht einen stark gekochten Geschmack und eine hellbraune Verfärbung;  wird für einige aromatisierte Milchprodukte verwendet
<b>90-95°C/ 5-10 Min.</b>	Joghurtherstellung	fast alle nicht-Sporenbildenden Bakterien	vollständige Denaturierung von Molkenprotein	verursacht erhöhte Viskosität von Joghurt durch Bildung von WP- $\kappa$ -Casein-Komplexen und eine erhöhte Wasserbindungskapazität
<b>72-80°C/ 15-30 Sek.</b>	Magermilchpulver, mit geringer Hitze	Nicht-Sporenbildende Pathogene und psychotrophe Verderbnisbakterien	wie bei der Pasteurisierung;  geringe Denaturierung von Molkenprotein - WPNI1 > 6,0 g / l <sup>1</sup>	Verfahren für rekombinierte Milch, Milch, Standardisierung, Käseherstellung

<sup>1</sup>WPNI = Molkenprotein Denaturierungsindex; gibt den Gehalt an nicht denaturiertem Molkenprotein an und wird verwendet, um Magermilchpulver zu kategorisieren.

Fortsetzung Tabelle 1: Wichtige Wärmebehandlungen in der Milchindustrie

Wärmebehandlung (Temperatur/Dauer)	Anwendungen	Zerstörte Bakterien	Signifikante chemische Effekte	Bemerkungen
<b>85°C/ 1 Min.</b>  <b>90°C/ 30 Sek.</b>  <b>105°C/ 30 Sek.</b>	Magermilchpulver, mittlere Hitze;  Vorheizen zur UHT-Verarbeitung;  Vollmilchpulver	Nicht-Sporenbildende Pathogene und psychotrophe Verderbnisbakterien	Moderate bis erhebliche Denaturierung von Molkenprotein - WPNI 1,5-6,0 g / l <sup>1</sup> ;  Inaktivierung von Plasmin;  Exposition einiger Sulfhydrylgruppen und Bildung von Sulfhydrylverbindungen, die als Antioxidantien in Vollmilchpulver wirken	Verfahren für Eiscreme, Schokolade, Konfekt  vermindert die Verunreinigung im UHT-Verfahren und reduziert Plasmin-katalysierte Proteolyse während der Lagerung;  verbessert die Lagerstabilität von Vollmilchpulver
<b>90°C/ 5 Min.</b>  <b>120°C/ 1 Min.</b>  <b>135°C/ 30 Sek.</b>	Magermilchpulver, hochoverhitzt	Nicht-Sporenbildende Pathogene, psychotrophe Verderbnisbakterien und unter schwierigsten Bedingungen die meisten Sporen	Erhebliche Denaturierung von Molkenprotein - WPNI < 1.5/L <sup>1</sup> ;	Verfahren für rekombinierte Kondensmilch
<b>&gt; 120°C/ &gt; 40 Sek.</b>	Magermilchpulver, ultrahochoverhitzt und hochstabil	Nicht-Sporenbildende Pathogene, psychotrophe Verderbnisbakterien und die meisten Sporen	Vollständige Denaturierung von Molkenprotein - WPNI << 1.5/L <sup>1</sup> ;	Verfahren in Bäckereien und bei rekombinierter Kondensmilch

<sup>1</sup>WPNI = Molkenprotein Denaturierungsindex; gibt den Gehalt an nicht denaturiertem Molkenprotein an und wird verwendet, um Magermilchpulver zu kategorisieren.

## Weitere Informationen

---

Deeth, H.C. and Lewis, M.J. (2017): High Temperature Processing of Milk and Milk Products. Wiley Blackwell, Oxford.

IDF (1993): Protein & Fat Globule Modifications by Heat Treatment, Homogenisation and other Technological Means for High Quality Dairy Products. Doc. 9303. International Dairy Federation, Brussels.

IDF (1995): Heat-induced Changes in Milk. Doc. 9501. International Dairy Federation, Brussels.

IDF (1996): Heat Treatments and Alternative Methods. Doc. 9602. International Dairy Federation, Brussels.

Kelly, A., Datta, N & Deeth, H.C. (2012): Thermal processing of dairy products. In: Thermal Food Processing: New Technologies and Quality Issues 2nd edn (ed. D.-W. Sun) pp. 273-307. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL.

Kessler H G (1989): Effect of thermal processing on milk. In: Developments in Food Preservation 5. (ed. S. Thorne), pp. 91–130. Elsevier Applied Science, London.

Lewis, M.J. & Deeth, H.C. (2009): Heat treatment of milk. In: Market Milks – Processing and Quality Management (ed. AY. Tamime), pp. 168-204. Blackwell Publishing Ltd, Oxford.

Lewis, M.J. & Heppell, N.J. (2000): Continuous Thermal Processing of Foods: Pasteurization and UHT Sterilization. Aspen Publishers, Gaithersburg, MD.

Tetra Pak (2015): Dairy Processing Handbook. Tetra Pak Processing Systems, Lund, Sweden

*Der Faktencheck wurde von Prof. em. H. Deeth und Dr. G. Smithers mit der Unterstützung der Mitglieder des IDF Ständigen Ausschusses für Milchwissenschaft und Technologie erstellt.*

*Quelle: IDF Factsheet "Heat Treatment of Milk – Overview"  
001/2018-02*