

15. Kapitel

Gefrierpunkt wärmebehandelter Milch

I. Clawin-Rädecker und P. Chr. Lorenzen

1. Einleitung

Die Bestimmung des Gefrierpunktes wärmebehandelter Milch dient als Qualitätsnachweis von Konsummilch (1). Nach Artikel 5.9 der EG-Milchhygiene-Richtlinie (92/46/EWG) muß wärmebehandelte Konsummilch „einen Gefrierpunkt von nicht über $-0,520\text{ °C}$... aufweisen“. Eine Erhöhung des Gefrierpunktes über diesen Grenzwert könnte auf Verfälschung der Milch durch Fremdwasser zurückzuführen sein. Untersuchungen in jüngerer Zeit haben gezeigt, daß Gefrierpunkte über $-0,520\text{ °C}$ nicht unbedingt auf Fremdwasser zurückzuführen sind (2-7). Dies hat zur Änderung von Artikel 5.9 der Richtlinie 92/46 geführt. „Ein Gefrierpunkt von mehr als $-0,520\text{ °C}$ ist unter der Voraussetzung annehmbar, daß bei Kontrollen ... kein Fremdwasser festgestellt wird“ (94/330/EG).

In Rohmilch wird ein mittlerer Gefrierpunkt von $-0,526\text{ °C}$ gemessen (2). Je nach Melkzeit, Rasse, Lactationsstadium, Jahreszeit, hygienischer Qualität und Fütterungsbedingungen weisen die Gefrierpunkte der Rohmilch eine erstaunliche Variationsbreite ($-0,480$ bis $-0,541\text{ °C}$) auf. Besonders in Sammelmilchen einer kleinen Herde führen individuelle Schwankungen der einzelnen Tiere zu deutlichen Abweichungen. Methodische Probleme führen außerdem zu (stark) abweichenden Meßergebnissen in Abhängigkeit von der Meßmethode und Gerätetyp (12).

Der Einfluß der verschiedenen Erhitzungsverfahren auf den Gefrierpunkt der Konsummilch wurde bislang nur selten unter kontrollierten Prozeßbedingungen untersucht und wird in der Literatur z.T. widersprüchlich diskutiert (8-11). Buchberger (10) stellt eine Erhöhung des Gefrierpunktes bei Pasteurisierung und UHT-Erhitzung fest, der nicht allein durch die technologisch bedingte Verwässerung zu erklären ist. Kessler (8) und Bosset (11) stellen keine Erhöhung des Gefrierpunktes bei Pasteurisierung und indirekter UHT-Erhitzung fest. Die Erhöhung des Gefrierpunktes um bis zu $0,01\text{ °C}$ bei direkt erhitzter UHT-Milch führen beide auf eine Entgasung der Milch im Prozeßverlauf zurück. Für die Festlegung eines Grenzwertes für den Gefrierpunkt wärmebehandelter Konsummilch muß der Einfluß der unterschiedlichen Erhitzungsverfahren berücksichtigt werden. In der vorliegenden Arbeit wurde der Einfluß der Thermisierung, Pasteurisierung, indirekten Ultrahoherhitzung und Sterilisierung auf den Gefrierpunkt unter kontrollierten Prozeßbedingungen hinsichtlich Prozeßtemperatur und Heißhaltezeit untersucht.

2. Methodik

Die Bestimmung des Gefrierpunktes erfolgte nach der Amtlichen Methode gemäß § 35 LMBG (01.00-29) an einem Advanced Milk Cryoscope 4L II. Die Kalibrierung

wurde anhand von NaCl-Lösungen (Calibration-Standard; Advanced Instruments, Massachusetts) im Bereich von $-0,408$ bis $-0,600$ °C durchgeführt. Für die Methode wird eine Wiederholbarkeit von $r=0,003$ °C und eine Vergleichbarkeit von $R=0,008$ °C angegeben. Die Milchproben wurden bis zur Messung bei 5 °C gelagert. Die Proben wurde innerhalb 24 h nach Herstellung untersucht. Lediglich die Milchproben aus dem Hoherhitzungsbereich wurden aufgrund methodischer Probleme nicht direkt gemessen und bis zur Untersuchung tiefgefroren.

3. Ergebnisse und Diskussion

Der mittlere Gefrierpunkt von Rohmilch liegt bei $-0,526$ °C (2). Für die für die Wärmebehandlung eingesetzten Rohmilchen sowie separierten und homogenisierten Ausgangsmilchen wurden Gefrierpunkte zwischen $-0,517$ °C und $-0,530$ °C festgestellt. Zur Herstellung der wärmebehandelten Milchen wurde eine Sammelmilch aus ca. 30 Kühen des Versuchsgutes Schaedtбек der Bundesanstalt für Milchforschung eingesetzt. Aufgrund der geringen Anzahl an Tieren können individuelle Schwankungen zu einer größeren Varianz des Gefrierpunktes führen.

Die Wärmebehandlung der Milchproben unter den Temperatur-Zeit-Bedingungen der Thermisierung, Pasteurisierung, indirekten Ultrahoherhitzung und Sterilisierung führt in keinem Fall zu einer eindeutigen Erhöhung des Gefrierpunktes (Abb. 1 - 4). Im Sterilbereich bei längeren Heißhaltezeiten oder höheren Temperaturen (ab F_0 -Werten von ca. 20 min) erfolgt dagegen eine deutliche Abnahme des Gefrierpunktes bis auf $-0,555$ °C bei extrem erhitzten Milchen (134 °C, $t=2970$ s, $F_0=966$ min). Im Bereich der Pasteurisierung, Thermisierung und Ultrahoherhitzung bleibt der Gefrierpunkt bei Ausschluß einer Verwässerung unverändert. Ein Einfluß der Separierung, Einstellung des Fettgehaltes und Homogenisierung der Ausgangsmilch ist ebenfalls nicht erkennbar. Die im Bereich der Hoherhitzung auftretenden Schwankungen im Gefrierpunkt der einzelnen Milchen sind auf die Schwankungen im Gefrierpunkt der einzelnen Ausgangsmilchen zurückzuführen. Die Auftragung der Gefrierpunktabnahme der einzelnen HE-Milchproben gegenüber der jeweiligen Ausgangsmilch läßt eine leichte Abnahme des Gefrierpunktes mit zunehmender Heißhaltezeit vermuten (Abb. 5).

4. Zusammenfassung und Schlußfolgerung

Zusammenfassend muß gesagt werden, daß der Gefrierpunkt von Milch durch eine Thermisierung, Pasteurisierung oder eine indirekte Ultrahoherhitzung nicht beeinflußt wird. Lediglich bei sehr starker Erhitzung im Sterilbereich (ab F_0 -Werten von ca. 20 min) wird eine Erniedrigung des Gefrierpunktes beobachtet. In der vorliegenden Arbeit wurde der Einfluß der direkten UHT-Erhitzung nicht untersucht. Ob bei direkter UHT-Erhitzung eine Erhöhung des Gefrierpunktes durch eine Entgasung der Milch stattfindet, bleibt somit noch zu klären.

Um einen Zusatz von Fremdwasser auszuschließen, ist die Festlegung eines Gefrierpunktgrenzwertes für wärmebehandelte Milch ohne Berücksichtigung des Gefrierpunktes der Ausgangsrohmilch wenig sinnvoll, da eine Überschreitung des

Grenzwertes von $-0,520\text{ }^{\circ}\text{C}$ auch ohne Verwässerung - je nach eingesetzter Rohmilch - möglich ist. Bei Einsatz einer Rohmilch mit einer ausgeprägten Gefrierpunktniedrigung ist dagegen eine Verwässerung durch Fremdwasserzusatz auch unter Einhaltung des Grenzwertes von $-0,520$ denkbar.

5. Literatur

- (1) Glaeser, H.: DMZ 26, 1310-1317 (1994)
- (2) Buchberger, J.: DMZ 3, 44-48 (1993)
- (3) Wiedemann, M., Buchberger, J. und Klostermeyer, H.: DMZ 22, 634-644 (1993)
- (4) Wiedemann, M., Buchberger, J. und Klostermeyer, H.: DMZ 23, 656-663 (1993)
- (5) Buchberger, J.: DMZ 108, 34-35, 1103-1105 (1987)
- (6) Thomasow, J.: DMZ 36, 813-816 (1982)
- (7) Buchberger, J.: DMZ 8, 376-383 (1994)
- (8) Kessler, H.G.: Milchwissenschaft 39, 339-341 (1984)
- (9) Mayr, M.: Deutsche Milchwirtschaft 37, 25, 797-801 (1986)
- (10) Buchberger, J.: DMZ 107, 10, 244, 246-252 (1986)
- (11) Bosset, J.O., Ruegg, M.: Alimenta 23, 163-170 (1984)
- (12) van Buuren, R.: EU-Kommission Dok. VI/264/94

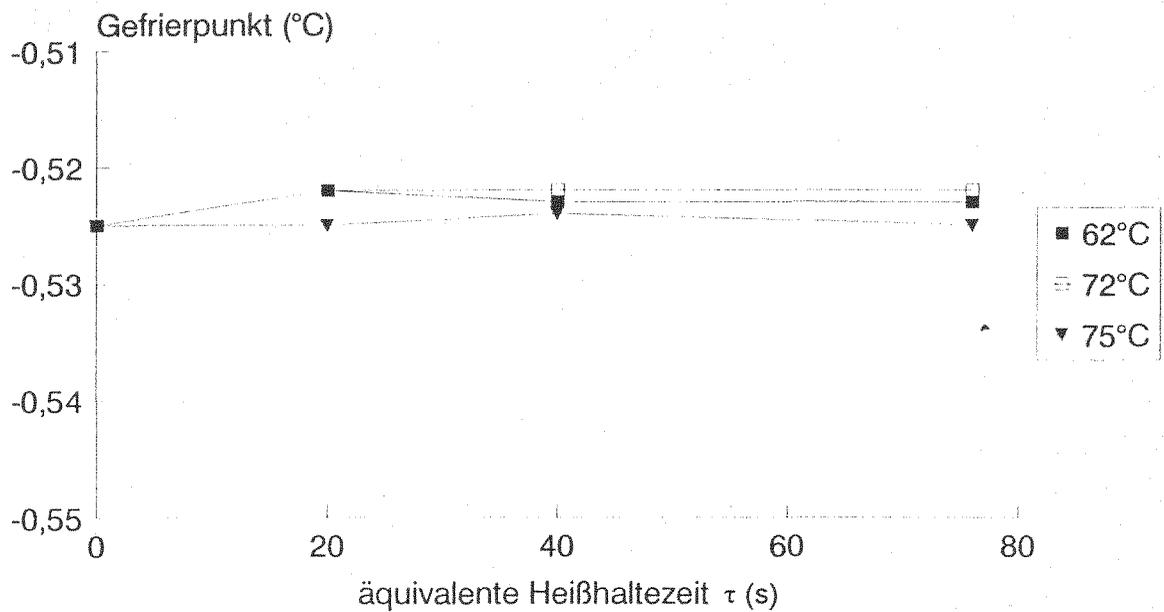


Abb. 1: Gefrierpunkt von wärmebehandelter Milch in Abhängigkeit von der äquivalenten Heißhaltezeit bei unterschiedlichen Temperaturen im PT-Bereich

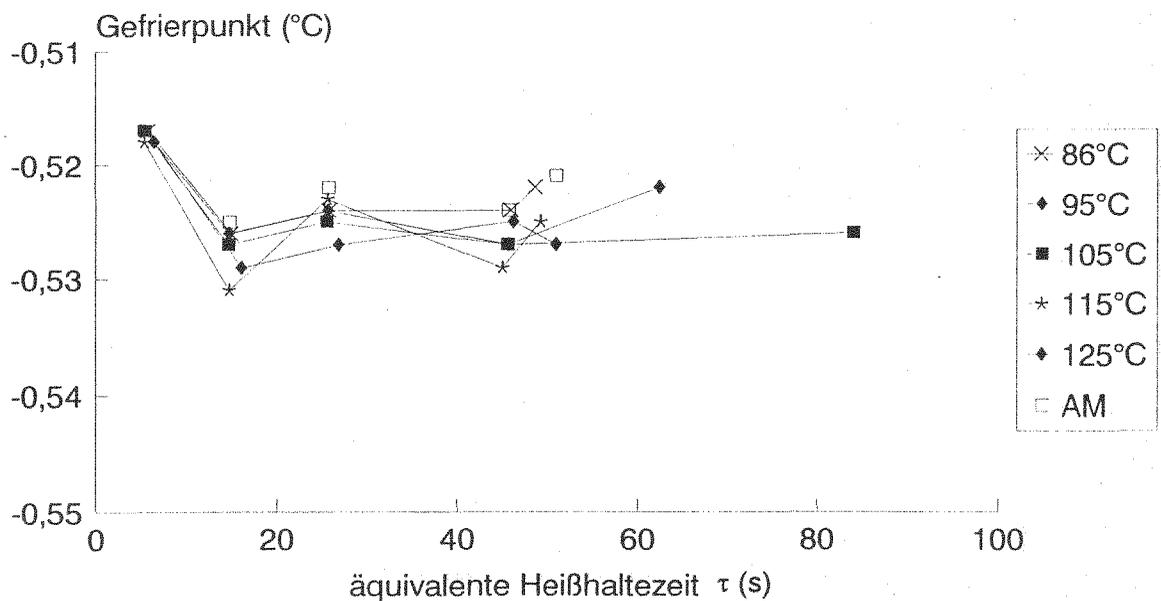


Abb. 2: Gefrierpunkt von wärmebehandelter Milch in Abhängigkeit von der äquivalenten Heißhaltezeit bei unterschiedlichen Temperaturen im HE-Bereich

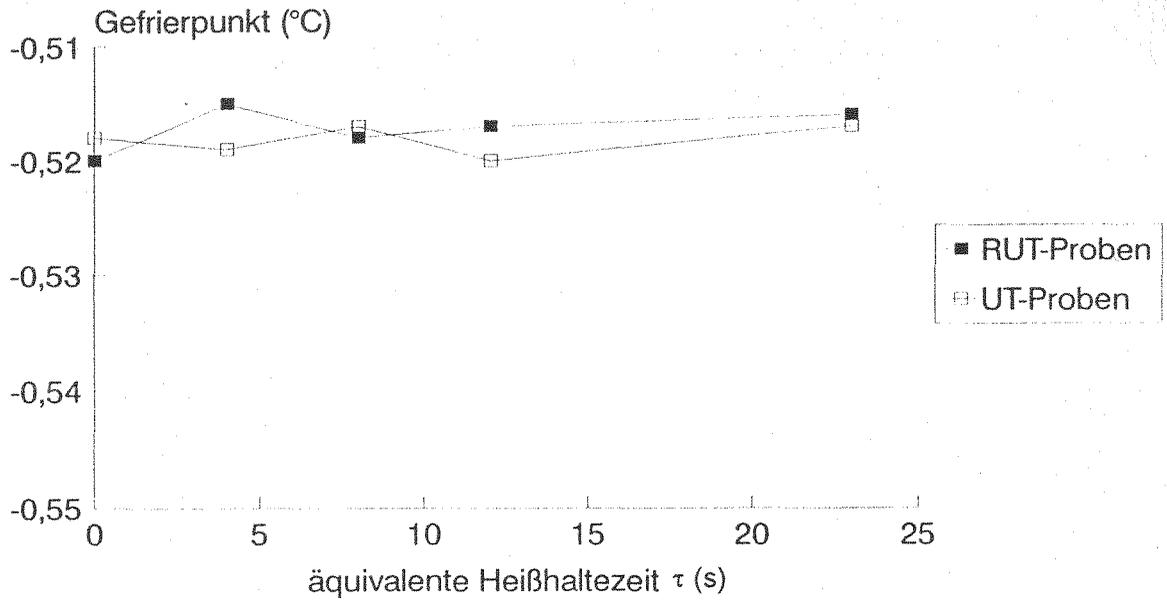


Abb. 3: Gefrierpunkt von wärmebehandelter Milch in Abhängigkeit von der äquivalenten Heißhaltezeit bei einer Prozeßtemperatur von 140 °C (UT-Bereich)

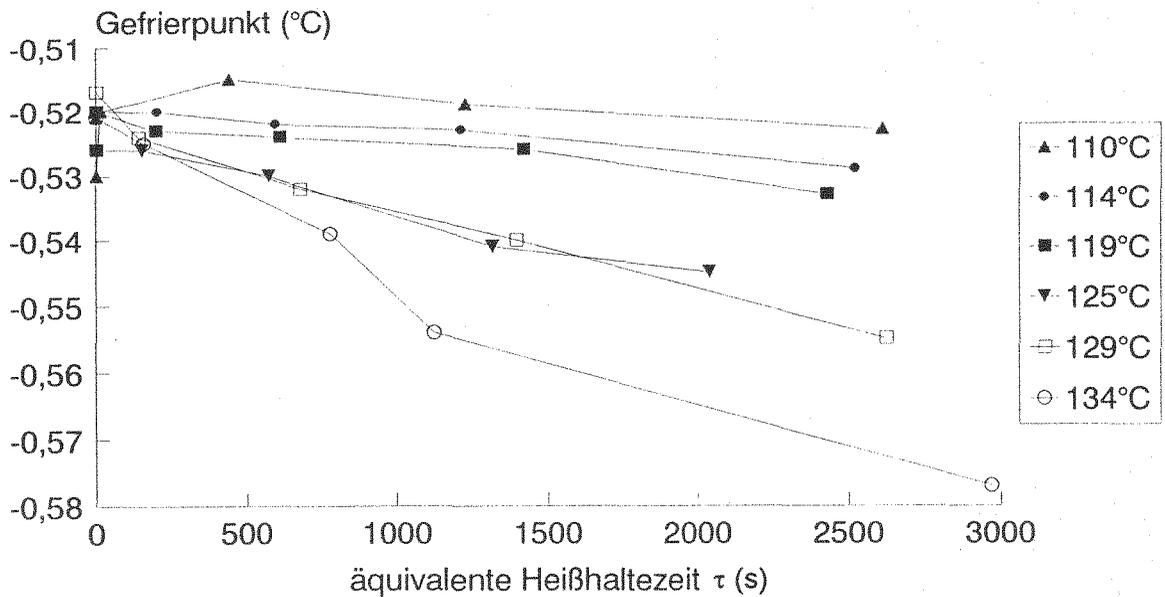


Abb. 4: Gefrierpunkt von wärmebehandelter Milch in Abhängigkeit von der äquivalenten Heißhaltezeit bei unterschiedlichen Temperaturen im Sterilbereich

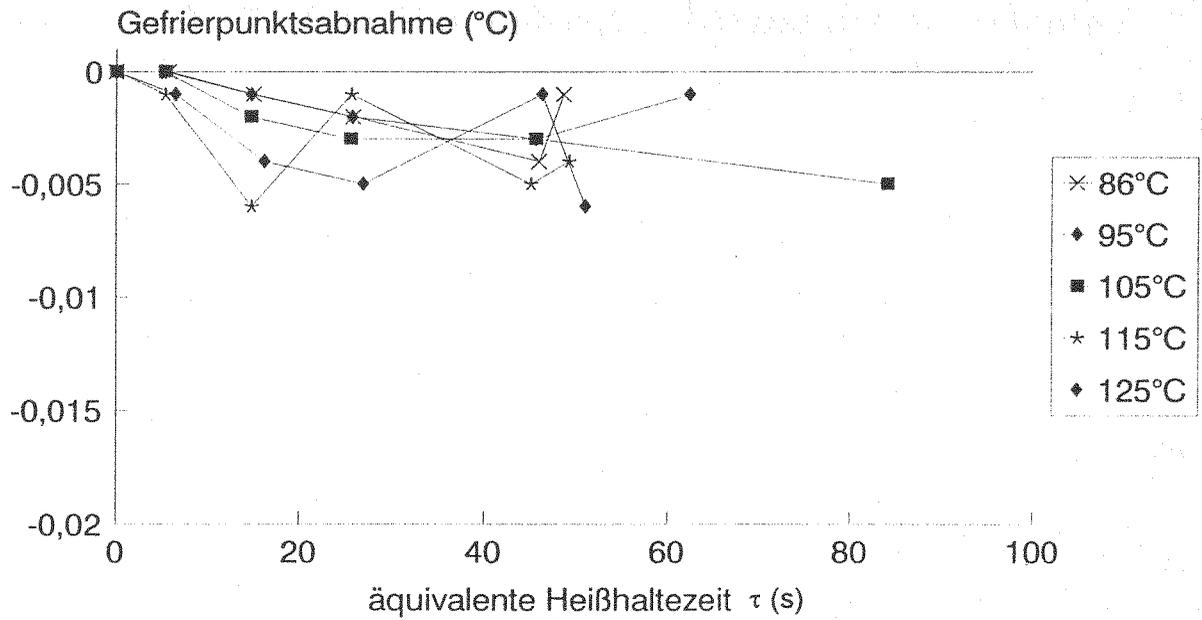


Abb. 5: Gefrierpunktsabnahme von wärmebehandelter Milch unter Bezug auf den Gefrierpunkt der jeweiligen Ausgangsmilch in Abhängigkeit von der äquivalenten Heißhaltezeit bei unterschiedlichen Temperaturen im HE-Bereich