

**Zeitschrift:** Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène

**Herausgeber:** Bundesamt für Gesundheit

**Band:** 74 (1983)

**Heft:** 2

**Artikel:** Gefrierpunkt der Milch = Freezing point of milk

**Autor:** Rieder, K. / Jegerlehner, T. / Glatthard, R.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-983003>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 25.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Gefrierpunkt der Milch

### Freezing point of milk

K. Rieder

## Kantonales Laboratorium, Bern

T. Jegerlehner

Verbandsmolkerei Thun, Thun und

R. Glatthard

Verbandsmolkerei Region Bern AG, Ostermundigen

## Einleitung

Der Gefrierpunkt wird heute als Kriterium benutzt, um einen Zusatz von Wasser in der Milch zuverlässig und exakt festzustellen.

Es ist dabei wichtig, die natürlichen Schwankungen und den Einfluß von Lagerung, Transport und Behandlungen wie Pasteurisation und Uperisation auf den Gefrierpunkt der Milch zu kennen. Verschiedene Arbeiten in der Literatur befassen sich mit diesem Thema (1-3).

Erst seitdem automatische Gefrierpunktbestimmungsapparate, sog. Milch-kryoskope, im Handel sind, können systematische Untersuchungen des Gefrierpunktes der Milch vom Produzenten über die Molkerei bis zum Konsumenten durchgeführt werden.

Die vorliegende Arbeit faßt Resultate von Gefrierpunktsbestimmungen an Lieferanten-, Genossenschafts- und abgepackter Pastmilch\* aus dem Zeitraum 1977 bis 1982 zusammen.

## Experimenteller Teil

## Reagenzien



\* Definition der verschiedenen Begriffe siehe Seite 108.

## *Geräte*

- Milchkryoskop Advanced 4 D II (halbautomatisches Gerät)
- Probegläser Advanced
- Spezialthermometer (zur Kontrolle der Kühlbadtemperatur von  $-7^{\circ}\text{C}$ )

Damit keine falschen Resultate erzielt werden, ist der Reinigung der Probegläser besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Nach der normalen Reinigung werden die Gläser zweimal mit destilliertem Wasser gespült und luftgetrocknet.

## *Eichungen*

Nachdem die Kühlbadflüssigkeit (2 Teile destilliertes Wasser und 1 Teil Ethyenglycol)  $-7^{\circ}\text{C}$  erreicht hat, wird die Eichung des Gerätes vorgenommen. Für die Eichungen werden generell 2,5 ml Eichstandard verwendet.

### *Tägliche Eichung*

Die drei Standardlösungen  $-0,408^{\circ}\text{C}$ ,  $-0,512^{\circ}\text{C}$  und  $-0,600^{\circ}\text{C}$  werden je zweimal bestimmt. Die erhaltenen Werte dürfen im Maximum um  $\pm 0,002^{\circ}\text{C}$  abweichen, d. h. der Eichstandard  $-0,408^{\circ}\text{C}$  muß  $-0,406$  bis  $-0,410^{\circ}\text{C}$  anzeigen. Bei der täglichen Eichung wird an der Geräteeinstellung normalerweise keine Änderung vorgenommen.

### *Neueichung*

Beim Auswechseln eines defekten Thermistors (Meßfühler) ist eine Neueichung des Gerätes erforderlich. Mit dem Eichpotentiometer A wird der Wert des Eichstandards  $-0,026^{\circ}\text{C}$  eingestellt. Anschließend erfolgt die Justierung der beiden Standards  $-0,408^{\circ}\text{C}$  und  $-0,600^{\circ}\text{C}$  mit dem Eichpotentiometer B. Bei diesem Vorgehen liegt der vierte Standard ( $-0,512^{\circ}\text{C}$ ) normalerweise im Bereich von  $-0,510$  bis  $-0,514^{\circ}\text{C}$ . Die Höhe des Thermistors hat einen entscheidenden Einfluß auf die Meßwerte. Um Fehlresultate zu eliminieren, ist darauf zu achten, daß die Höhe des Meßfühlers immer gleich gewählt und somit die Eintauchtiefe im Probeglas nicht verändert wird.

In einem Ringversuch mit 5 Laboratorien wurden an 24 verschiedenen Lieferantenmilchproben je zwei Wiederholungen durchgeführt. Die gemittelte Standardabweichung unter Wiederholbedingungen ( $s_v$ ) betrug  $\pm 0,0011^{\circ}\text{C}$ .

## **Resultate und Diskussion**

### *Lieferanten- bzw. Produzentenmilch*

Zur Beschaffung von Unterlagen wurde während eines Jahres (Dezember 1977 bis November 1978) von 45 Genossenschaften mit rund 750 Lieferanten monat-

lich einmal der Gefrierpunkt bestimmt. Um die regionalen Verhältnisse zu berücksichtigen, wurden die 45 Genossenschaften aus dem gesamten Verbandsgebiet des Milchverbandes Bern ausgewählt.

Die Lieferantenproben wurden durch die ordentlichen Probenehmer des Milchwirtschaftlichen Kontroll- und Beratungsdienstes (MKBD) aus den Transportgefäß in den Sammelstellen erhoben. Bei den Lieferantenproben handelte es sich meistens um Morgenmilch. Sämtliche Milchen wurden gleichentags im Verbandslabor des Milchverbandes Bern untersucht. Von allen Proben wurden zwei Analysengläser mit je 2,5 ml Milch gefüllt und der Gefrierpunkt somit doppelt bestimmt. Für die weitere Berechnung wurde von beiden Resultaten der Mittelwert genommen, wobei die maximal tolerierbare Abweichung  $\pm 0,002$  °C betrug.

Aus Abbildung 1 ist ersichtlich, daß die 8720 Werte angenähert normal verteilt sind.

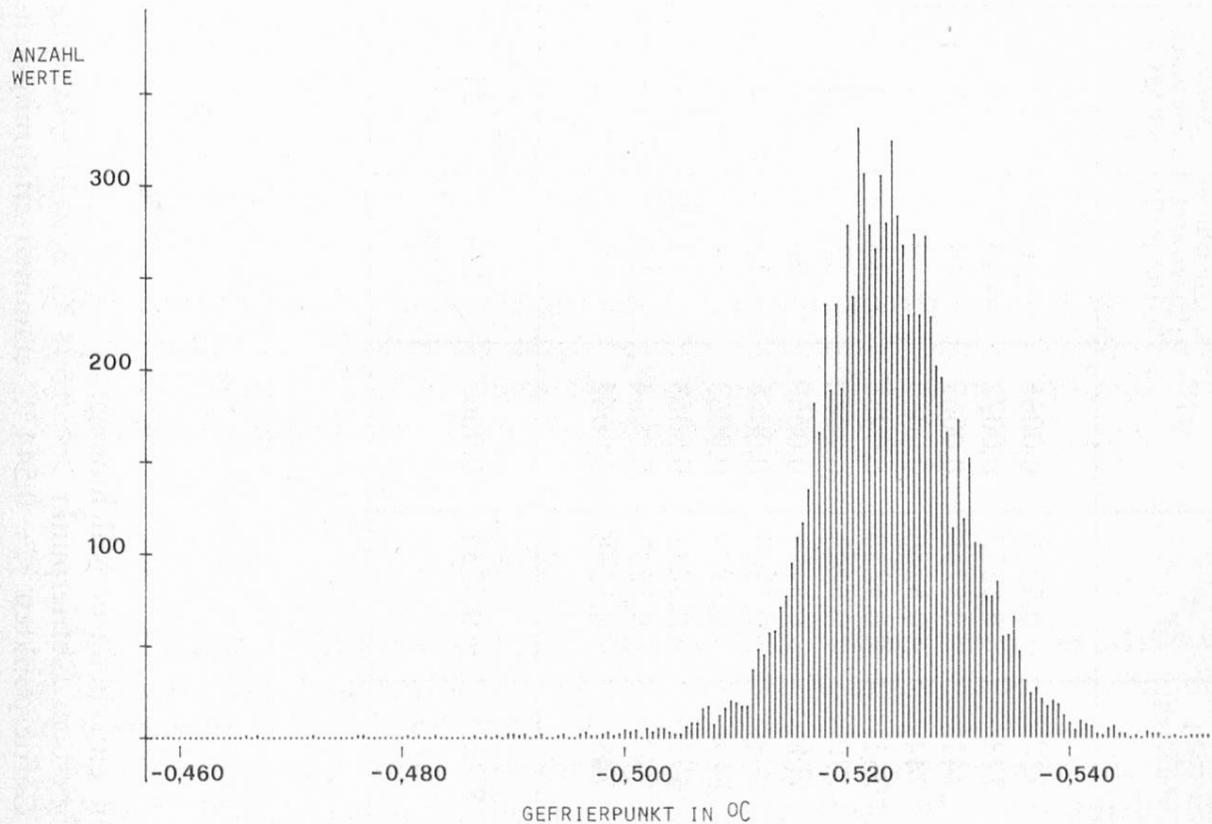


Abb. 1. Häufigkeitsverteilung der Gefrierpunkte von Lieferantenmilch Dezember 1977 bis November 1978

Die Resultate stimmen mit den im Schweiz. Lebensmittelbuch publizierten Werten von  $-0,53$  bis  $-0,57$  °C nicht überein.

Der Mittelwert der Lieferantenproben wird durch Eliminierung der 161 Resultate, die außerhalb  $-0,508$  bis  $-0,544$  °C liegen, kaum verändert. Das Jahresmittel beträgt  $-0,5234$  °C (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1. Gefrierpunkt (GP) der abgelieferten Lieferantenmilch vom Dezember 1977 bis November 1978

Monat	Anzahl Lieferanten	$\bar{x}^1$ GP in °C	$s$	Anzahl Lieferanten $>-0,508\text{ °C}^2$	Anzahl Lieferanten $<-0,544\text{ °C}^3$	$\bar{x}$ GP in °C ohne Berücksichtigung von Lieferantenmilch mit GP $>-0,508\text{ °C}$ oder GP $<-0,544\text{ °C}$	$s$
Dezember 77	737	-0,5280	0,0065	6	7	-0,5281	0,0056
Januar 78	728	-0,5252	0,0072	14	-	-0,5256	0,0061
Februar	741	-0,5258	0,0069	14	7	-0,5260	0,0059
März	744	-0,5240	0,0067	9	2	-0,5243	0,0057
April	761	-0,5230	0,0058	13	1	-0,5234	0,0051
Mai	770	-0,5203	0,0060	12	1	-0,5206	0,0053
Juni	708	-0,5199	0,0059	20	-	-0,5204	0,0048
Juli	669	-0,5202	0,0056	12	1	-0,5206	0,0046
August	667	-0,5234	0,0063	11	-	-0,5238	0,0054
September	693	-0,5243	0,0058	5	1	-0,5244	0,0054
Oktober	757	-0,5227	0,0064	17	-	-0,5232	0,0052
November	745	-0,5238	0,0062	5	3	-0,5238	0,0057
Total	8 720	-0,5234	0,0067	138 1,6%	23 0,3%	-0,5237	0,0059

<sup>1</sup> Mittelwerte gewichtet mit eingelieferter Milchmenge.<sup>2</sup> Bei Lieferantenmilch mit einem Gefrierpunkt  $>-0,508\text{ °C}$  besteht erfahrungsgemäß ein Verdacht auf Wasserzusatz.<sup>3</sup> Lieferantenmilchen mit Gefrierpunkten  $<-0,544\text{ °C}$  stammen erfahrungsgemäß oft von kranken Tieren ab.

Der Gefrierpunkt ist saisonalen Schwankungen unterworfen. Die extremen Monate in dieser Beziehung sind Dezember und Juni mit einem Mittelwert von  $-0,5280$  bzw.  $-0,5199$  °C (siehe Abb. 2). Bei der Festlegung von Gefrierpunktsnormen ist diese Erkenntnis unbedingt zu berücksichtigen.

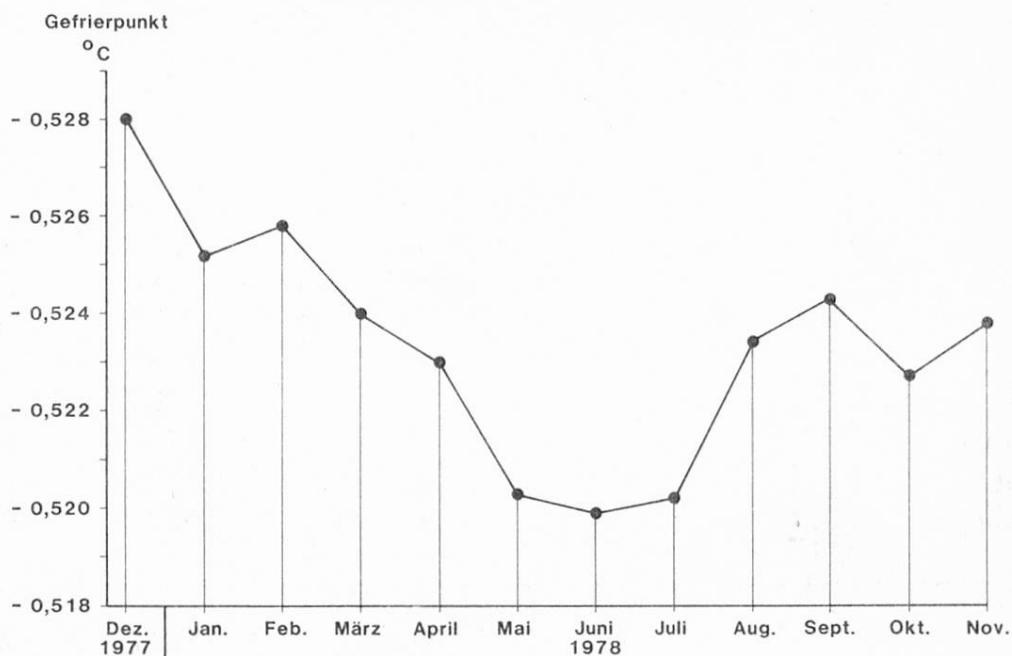


Abb. 2. Monatliche Mittelwerte von Lieferantenmilch entsprechend Kolonne 3 in Tabelle 1

Der Mittelwert der entsprechenden Genossenschaftsproben liegt um durchschnittlich  $0,002$  °C höher als derjenige der Lieferantenproben (siehe Tabellen 1 und 2). Dies könnte auf mechanische Einflüsse, z. B. Röhren während der Lagerung oder Ausgasen von  $\text{CO}_2$  (3) zurückzuführen sein.

### *Tankmilch (Genossenschaftsmilch)*

Die Tankmilchproben wurden von den Milchinspektoren des Milchverbandes Bern aus den Lagerbehältern in den Sammelstellen erhoben. Es handelt sich um Gemische von Abend- und Morgenmilch.

Für die unterschiedliche Anzahl Genossenschaften in den einzelnen Monaten sind die Halbjahresbetriebe, die nur im Winterhalbjahr Konsummilch abliefern, und die Käsereien mit Überschussmilch verantwortlich.

Auch die Gefrierpunkte der Genossenschaftsmilchen unterliegen saisonalen Schwankungen. Die extremen Mittelwerte sind September 1980 mit  $-0,5171$  und März 1979 mit  $0,5227$  °C (siehe Tabelle 3).

Der Gesamtmittelwert der 5 787 Genossenschaftsproben von 1979 bis 1982 beträgt  $-0,5197$  °C, (siehe Tabelle 3) d. h. er ist um  $0,0037$  °C höher als derjenige der Lieferantenproben von 1978 ( $-0,5234$  °C).

Die erfaßten Genossenschaftsmilchen werden mit Tankwagen in acht verschiedene Molkereien geliefert. Diese Verwertungsbetriebe erhalten normaler-

Tabelle 2. Gefrierpunkt (GP) der Genossenschaftsmilch, welche der Lieferantenmilch in Tabelle 1 entspricht, von Dezember 1977 bis November 1978

Monat	Anzahl Genossenschaften	$\bar{x}$ GP in °C	s
Dezember 77	45	-0,5262	0,0058
Januar 78	45	-0,5234	0,0052
Februar	45	-0,5219	0,0070
März	45	-0,5226	0,0061
April	45	-0,5215	0,0045
Mai	45	-0,5188	0,0048
Juni	45	-0,5179	0,0037
Juli	45	-0,5182	0,0035
August	45	-0,5204	0,0047
September	45	-0,5219	0,0042
Oktober	45	-0,5208	0,0045
November	45	-0,5201	0,0073
Total	540	-0,5211	0,0056

weise die Milch von fest zugeteilten Genossenschaften, d. h. die Milch kommt immer aus derselben Region.

Die Mittelwerte der den acht Molkereien gelieferten Tankmilch sind sehr unterschiedlich. In Abbildung 3 sind die Mittelwerte von zwei Molkereien den Gesamtmittelwerten aller acht Molkereien gegenübergestellt.

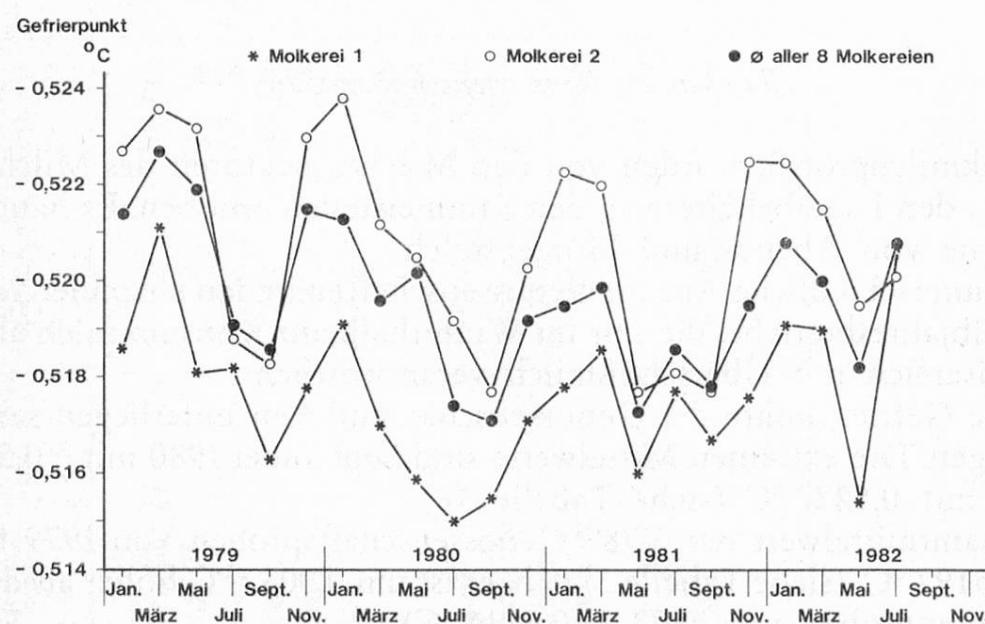


Abb. 3. Monatliche Mittelwerte der Tankmilch zweier Molkereien (Molkerei 1 und 2) in verschiedenen Regionen und aller 8 Molkereien

Tabelle 3. Zusammenstellung der Gefrierpunkte sämtlicher Genossenschaften, die tiefgekühlte Konsummilch abliefern (Tankmilch)

Monat	Anzahl Genossenschaften	$\bar{x}$ °C	Minimaler und maximaler Wert °C	Jahresmittel °C
Januar 1979	270	-0,5214	-0,504 -0,532	
März 1979	270	-0,5227	-0,502 -0,535	
Mai 1979	238	-0,5219	-0,501 -0,531	
Juli 1979	232	-0,5191	-0,500 -0,529	
September 1979	230	-0,5186	-0,497 -0,532	
November 1979	286	-0,5215	-0,506 -0,529	-0,5209
Januar 1980	282	-0,5213	-0,505 -0,532	
März 1980	286	-0,5196	-0,507 -0,528	
Mai 1980	244	-0,5202	-0,499 -0,528	
Juli 1980	232	-0,5174	-0,487 -0,528	
September 1980	228	-0,5171	-0,492 -0,524	
November 1980	292	-0,5192	-0,496 -0,531	-0,5191
Januar 1981	293	-0,5195	-0,505 -0,527	
März 1981	275	-0,5199	-0,500 -0,535	
Mai 1981	255	-0,5173	-0,499 -0,527	
Juli 1981	240	-0,5186	-0,508 -0,526	
September 1981	231	-0,5178	-0,508 -0,525	
Novemver 1981	296	-0,5195	-0,504 -0,531	-0,5188
Januar 1982	301	-0,5208	-0,503 -0,532	
März 1982	291	-0,5200	-0,512 -0,528	
Mai 1982	268	-0,5182	-0,496 -0,527	
Juli 1982	247	-0,5208	-0,503 -0,528	
Januar 1979 bis Juli 1982	5 787	-0,5197	-0,487 -0,535	

Es kommt deutlich zum Ausdruck, daß der Gefrierpunkt sowohl saisonalen wie regionalen Schwankungen unterworfen ist.

Die unterschiedlichen Mittelwerte zwischen Molkerei 1 und Molkerei 2 sind auf regionale Abweichungen zurückzuführen.

Die Gesamtmittelwerte entsprechen effektiv der den acht Molkereien gelieferten Tankmilch.

### *Abgepackte Pastmilch*

Der Monatsmittelwert von pasteurisierter, abgepackter Konsummilch hat einen um 0,002 bis 0,004 °C höheren Gefrierpunkt als der entsprechende Durchschnitt der eingelieferten Tankmilch (Abb. 4 und 5).

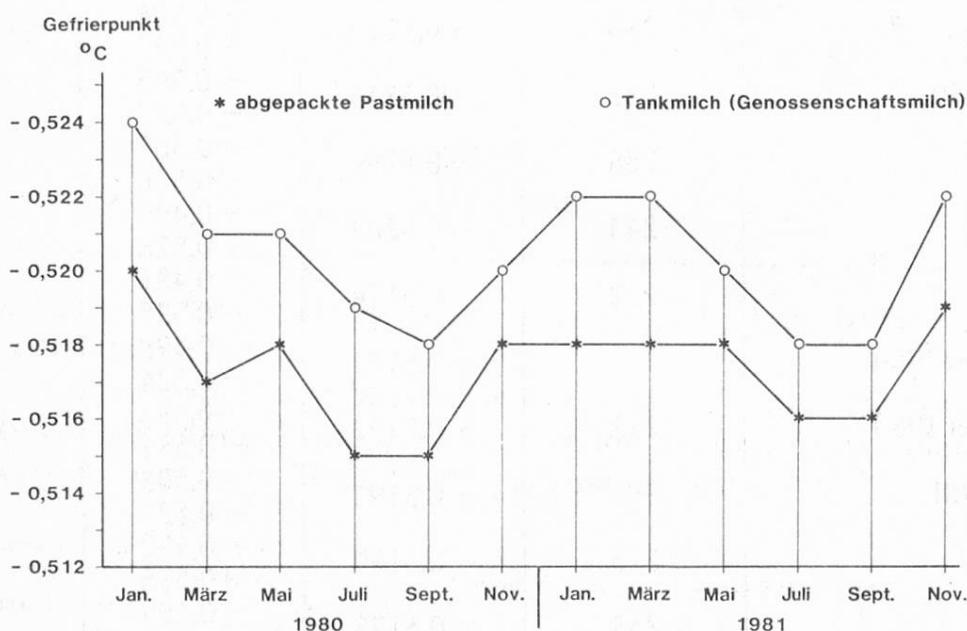


Abb. 4. Monatliche Mittelwerte der Tankmilch und der abgepackten Pastmilch von Molkerei 2

In Molkerei 3 wurden über 500 Untersuchungen durchgeführt, um abzuklären, ob die Differenz von 0,002 bis 0,004 °C auf technische Verwässerung, mechanische oder thermische Behandlung zurückzuführen ist. Es wurde folgendes gefunden:

- Die Vorwärmung der Milch auf 69 °C bewirkt einen Anstieg des Gefrierpunktes um durchschnittlich 0,002 °C.
- Die anschließende Pasteurisation bei 85 °C und Homogenisation von 100 bar hat einen Anstieg von durchschnittlich 0,0005 °C zur Folge.
- Bei der Lagerung der pasteurisierten Milch im Hauptlager und in der Fertigpackung wurde ein weiterer Anstieg von durchschnittlich 0,0005 °C beobachtet.

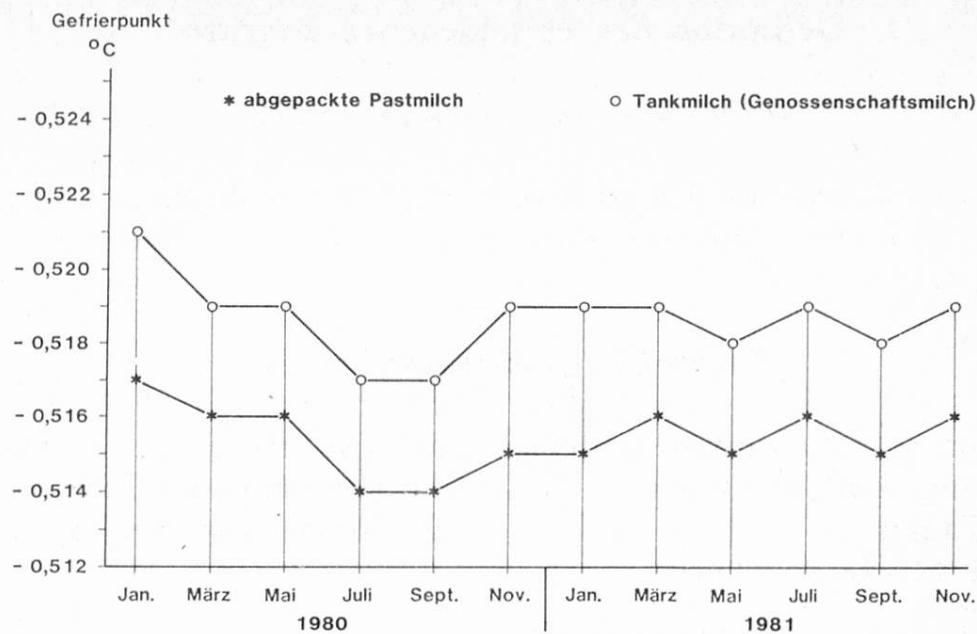


Abb. 5. Monatliche Mittelwerte der Tankmilch und der abgepackten Pastmilch von Molkerei 3

#### *Anfahren der Abfüllanlage*

Die Bestimmung des Gefrierpunktes ist die zuverlässigste Methode, um festzustellen, wieviele Milchpackungen beim Anfahren der Abfüllanlage einen vermeidbaren Wasserzusatz enthalten und nicht in den Verkehr gelangen dürfen. Diese Milchmenge ist je nach Anlage verschieden. Das Anfahren einer Abfüllanlage ist in Abbildung 6 dargestellt.

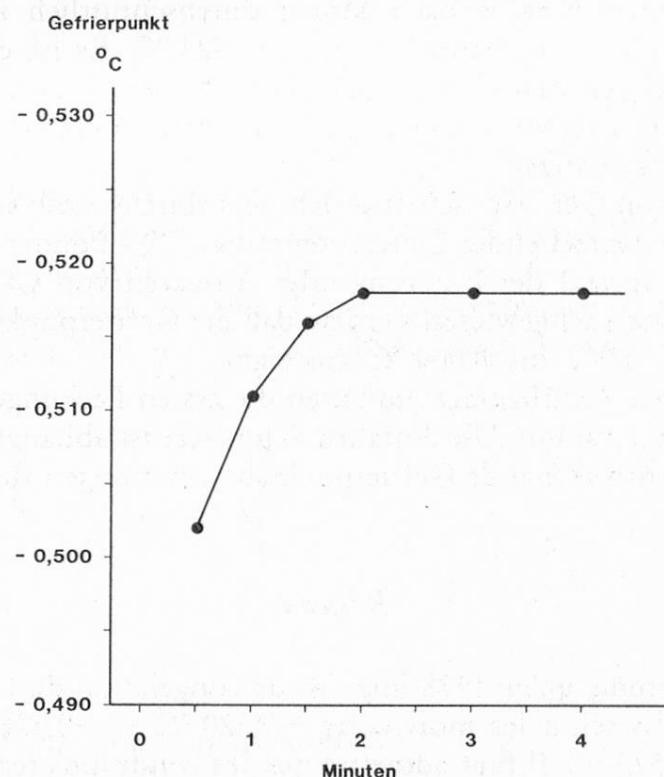


Abb. 6. Gefrierpunkt von abgepackter Pastmilch beim Anfahren einer Abfüllanlage

## Definition der verschiedenen Begriffe

### *Lieferanten bzw. Produzentenmilch*

Die von den Bauern am Abend bzw. Morgen in eine Sammelstelle gelieferte Milch wird als Lieferanten- bzw. Produzentenmilch bezeichnet.

### *Tankmilch (Genossenschaftsmilch)*

In der Sammelstelle wird die Lieferantenmilch mit Hilfe einer Eiswasser- oder Direktverdampferanlage auf 3 bis 5 °C gekühlt und bei dieser Temperatur gelagert. Diese Tankmilch wird mit Tankwagen täglich oder alle zwei Tage abgeführt und in eine Molkerei geliefert.

### *Abgepackte Pastmilch*

In den Molkereien wird die Tankmilch gereinigt, homogenisiert und pasteurisiert. Anschließend erfolgt die Abfüllung in 1 Liter-Tetra-Brik-Packungen.

### *Zusammenfassung*

Aus der vorliegenden Arbeit geht hervor, daß im Jahre 1978 der Gefrierpunkt von Lieferantenmilch im Kanton Bern je nach Monat durchschnittlich zwischen  $-0,520$  und  $-0,528$  °C schwankte. Das Jahresmittel betrug  $-0,523$  °C. Es ist ebenfalls festzustellen, daß regionale Bedingungen den Gefrierpunkt beeinflussen. Wenn somit für die Berechnung von Wasserzusätzen zu Milch Gefrierpunktsnormen festgelegt werden, sind diese Erkenntnisse mitzuberücksichtigen.

Der Gefrierpunkt von Genossenschaftsmilch liegt durchschnittlich um 0,002 °C höher als der Gefrierpunkt entsprechender Lieferantenmilch. Dies könnte auf mechanische Einflüsse, z. B. Rühren während der Lagerung oder Ausgasen von  $\text{CO}_2$  (3) zurückzuführen sein. Im weiteren konnte nachgewiesen werden, daß der Gefrierpunkt von Rohmilch durch die Pasteurisation um 0,002 bis 0,004 °C ansteigt.

Beim Anfahren einer Abfüllanlage enthalten die ersten Packungen Restwasser, das vor allem aus Rohrleitungen stammt. Die Anfahrmilchmenge ist abhängig von der Art der Anlage und kann durch entsprechende Gefrierpunktsbestimmungen für jede Molkerei ermittelt werden.

### *Résumé*

Il ressort de cette étude, qu'en 1978 le point de congélation du lait des producteurs du canton de Berne variait selon les mois entre  $-0,520$  °C et  $-0,528$  °C. La moyenne annuelle se situait à  $-0,523$  °C. Il faut admettre que les conditions régionales influencent le point de congélation. Lors de l'établissement des normes du point de congélation du lait

en vue du calcul des adjonctions d'eau, il y a lieu de prendre en considération ces différents facteurs.

Le point de congélation du lait de la Société laitière est en moyenne 0,002 °C plus élevé que celui du lait des producteurs correspondant. Ceci peut résulter d'influences mécaniques telles que le brassage pendant le stockage ou le dégazage du CO<sub>2</sub> (3). D'autre part, il a été prouvé que lors de la pasteurisation le point de congélation du lait augmente de 0,002 °C à 0,004 °C.

Lors de l'enclenchement d'une installation de remplissage, les premiers emballages contiennent un reste d'eau qui provient essentiellement des conduites. La quantité de lait ainsi mouillé lors de l'enclenchement dépend du type d'installation; il peut être contrôlé par le point de congélation dans chaque centrale laitière.

### Summary

The present publication shows that in 1978 the freezing point of farmer's milk in the canton of Berne varied averagely between -0.520 and -0.528 °C, depending on the month. The annual average was -0.523 °C. It is also evident that regional conditions of milk production must influence the freezing point. If therefore standards have to be established for the freezing point in order to calculate the amount of water additions to milk, these findings have to be taken into account.

The freezing point of milk from the co-operative societies is on the average 0.002 °C higher than the freezing point of farmer's milk. This fact might be due to mechanical effects, for instance stirring during storage or degassing of CO<sub>2</sub> (3). Further it has been shown that through pasteurization the freezing point increases by 0.002 to 0.004 °C.

The first packages after starting the filling machine contain residual water, originating mainly from pipelines. The starting quantity of milk depends on the type of plant and can be determined for each dairy by running freezing points.

### Literatur

1. *Dillier-Zulauf, A. et Doyotte, J. P.*: Elévation du point de congélation du lait de vache. Mesures sur le lait cru, pasteurisé et upérisé. *Trav. chim. aliment. hyg.* **62**, 32–41 (1971).
2. *Bosset, J. O., Rüst, P. et Widmer, P.*: Etude statistique du point de congélation du lait de vache. *Trav. chim. aliment. hyg.* **70**, 254–270 (1979).
3. Rapport van de werkgroep onvermijdelijke watervermenging: vriespunt van melk. Nr. 30 van de verslagenreeks van de Koninklijke Nederlandse Zuivelbond FNZ (1979).

T. Jegerlehner  
Verbandsmolkerei Thun, Zentrallabor MVB  
Schwabisstraße 40  
CH-3602 Thun

Dr. K. Rieder  
Kantonales Laboratorium Bern  
Muesmattstraße 19  
CH-3000 Bern 9

R. Glatthard  
Verbandsmolkerei Region Bern AG, Forelstr. 1  
CH-3072 Ostermundigen