

**Zeitschrift:** Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène  
**Herausgeber:** Bundesamt für Gesundheit  
**Band:** 56 (1965)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Der Einfluss der Ultra-Hoch-Temperatur (UHT)-Sterilisation auf die Proteine und Vitamine der Milch  
**Autor:** Hostettler, H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-982195>

### **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:** 28.01.2026

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

# MITTEILUNGEN

AUS DEM GEBIETE DER

## LEBENSMITTELUNTERSUCHUNG UND HYGIENE

VERÖFFENTLICHT VOM EIDG. GESUNDHEITSAMT IN BERN

Offizielles Organ der Schweizerischen Gesellschaft für analytische und angewandte Chemie

## TRAVAUX DE CHIMIE ALIMENTAIRE ET D'HYGIÈNE

PUBLIÉS PAR LE SERVICE FÉDÉRAL DE L'HYGIÈNE PUBLIQUE À BERNE

Organe officiel de la Société suisse de chimie analytique et appliquée

### ABONNEMENT:

Schweiz Fr. 22.— per Jahrgang (Ausland Fr. 27.—)  
Suisse fr. 22.— par année (étranger fr. 27.—)

Preis einzelner Hefte Fr. 4.— (Ausland Fr. 5.—)  
Prix des fascicules fr. 4.— (étranger fr. 5.—)

Band - Vol. 56

1965

Heft - Fasc. 3

## Der Einfluß der Ultra-Hoch-Temperatur (UHT)-Sterilisation auf die Proteine und Vitamine der Milch\*

*H. Hostettler*

Aus dem Medizinisch-chemischen Institut der Universität Bern und der wissenschaftlichen  
Abteilung der URSINA AG., Bern-Konolfingen

Anläßlich des am 27. Februar 1963 auf Einladung der Society of Chemical Industry Microbiology Group/Food Group in London am Joint Meeting über das Thema «Aseptic Filling of Milk into Tetra Pack» gehaltenen Vortrages wurde in der anschließenden Diskussion die Frage aufgeworfen, wie sich die bei der Uperisation® angewandte Thermik (150 ° C/2,4 Sec.) auf den Zustand der Proteine, deren ernährungsphysiologischen Wert und den Vitamingehalt der Milch, speziell an Vitamin B<sub>6</sub> und B<sub>12</sub> im Vergleich zur Pasteurisation und Sterilisation im Autoklaven auswirke. Diese Frage ließ sich damals nicht einwandfrei beantworten, da eine solche, von der gleichen Rohmilch ausgehende vergleichende Untersuchung noch nicht vorgenommen war. Sie wurde jedoch in Aussicht gestellt und es wurde hierfür wie folgt vorgegangen:

Die gleiche rohe Magermilch wurde folgenden Erhitzungsprozessen unterworfen:

- Pasteurisation bei 85 ° C im Durchfluß
- Uperisation 150 ° C/2,4 Sekunden
- Sterilisation der in Dosen abgefüllten Milch im Autoklaven 116 ° C/15 Min.

\* Vortrag gehalten am Symposium der Society of Chemical Industry/Food Group, London, 21. März 1965 in Bern.

Mit den vier Milchen wurden folgende Untersuchungen vorgenommen:

*Medizinisch-chemisches Institut der Universität Bern (Dir. Prof. H. Aebi) und Zentrallaboratorium der Ursina AG. in Konolfingen:*

- Stickstoffverteilung nach *Aschaffenburg* und *Drewry* (1).
- Elektrophoretisches Verhalten (*Tiselius*).
- Verteilungszustand des Caseins (Elektronenmikroskopie und Ultrazentrifugation).

*Physiologisch-chemisches Institut der Johannes Gutenberg-Universität Mainz (Dir. Prof. K. Lang)*

- Ernährungsphysiologische Eigenschaften.

*Universität of Reading / The National Institute for Research in Dairying, Shinfield/Reading (Dir. Prof. R. G. Basket)*

- Bestimmung des Gehaltes an Vitamin B<sub>1</sub>, B<sub>6</sub> und B<sub>12</sub>.

Der Versand der Milchen nach Mainz und nach Reading konnte nur so bewerkstelligt werden, daß sie lyophilisiert, luftdicht in Dosen verpackt und zur Untersuchung bereit gestellt wurden. In Bern und Konolfingen wurde die Untersuchung sowohl an den flüssigen als auch den lyophilisierten/rekonstruierten Milchen vorgenommen. Die Ergebnisse unserer eigenen Untersuchungen und derjenigen von Prof. *Lang* sind inzwischen veröffentlicht worden (2, 3, 4), so daß ich mich auf eine kurze Zusammenfassung beschränken kann.

### 1. Ergebnisse

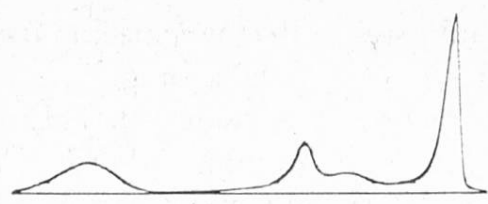
Die bei der Ermittlung der Stickstoffverteilung erhaltenen Ergebnisse (Tabelle 1) lassen sich wie folgt zusammenfassen:

*Tabelle 1 Stickstoffverteilung in der flüssigen Magermilch  
(Nach Aschaffenburg und Drewry [1])*

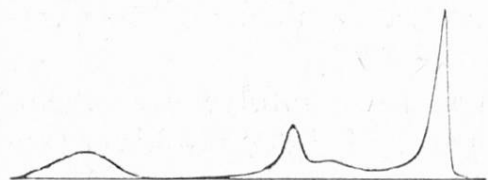
\* mg/100 g; \*\* d · G-N

	I roh		II past.		III ster.		IV uper.	
	*	**	*	**	*	**	*	**
Gesamt-N	551		544		554		551	
Casein-N	432	78,4	442	81,2	498	89,9	470	86,4
Molken-Pr. N	87	15,8	68	12,5	19	3,4	37	6,8
NPN								
lösl. in 4 % TES	69	12,5	62	11,4	37	6,7	40	7,4
lösl. in 12 % TES	32	5,8	34	6,2	37	6,7	34	6,3

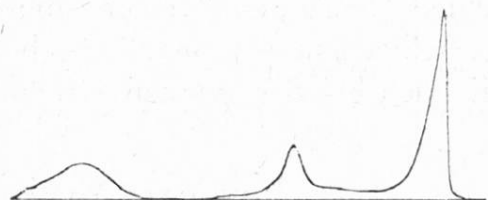
MAGERMILCH  
SKIM-MILK



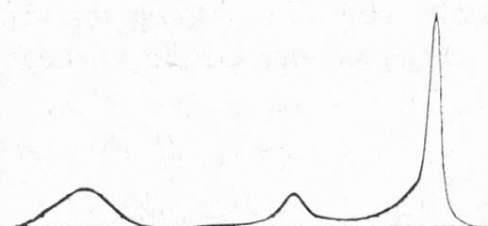
Roh  
crude



Pasteurisiert  
pasteurized



Uperisiert  
uperized



Sterilisiert  
sterilized

6 5 3+4 1+2

Abbildung 1. Elektrophoresendiagramme von Magermilch nach Tiselius.

Der durch Fällung bei pH 4,6 ermittelte Caseingehalt erfährt eine mit steigender Temperatur fortschreitende scheinbare Erhöhung, während umgekehrt der Gehalt an Molkenprotein absinkt. Die Erhöhung des Caseingehaltes entspricht weitgehend dem Rückgang an Molkenprotein. Die Erscheinung ist auf die mit steigender Wärmeeinwirkung zunehmende Komplexbildung der Molkenproteine mit Casein zurückzuführen; die an das Casein angelagerten Molkenproteine werden deshalb bei der Caseinfällung bei pH 4,6 mitgefällt. Der Vorgang tritt schon bei der Pasteurisation (MM II) merklich in Erscheinung, verstärkt sich bei der uperisierten Milch (MM IV) und ist am ausgeprägtesten bei der autoklavierten Milch (MM III). Je nach Beschaffenheit der Rohmilch können sich hier Verschiebungen einstellen.

## 2. Elektrophoretisches Verhalten

Die in der freien Elektrophorese nach Tiselius aufgenommenen Diagramme sind in Abbildung 1 wiedergegeben.

Zur Ermittlung des prozentualen Anteils der Proteine aus den zugehörigen Gradienten wurden die Diagramme ausgewertet (Tabelle 2).

Tabelle 2

Prozentualer Anteil der Milchproteine ermittelt aus dem Elektrophoresediagramm

	Gradienten im aufsteigenden Ast				
	1 + 2 $\alpha$	3 + 4 MP	5 $\beta$	6	$\alpha : \beta$
MM/roh	55,7	17,8	21,3	5,2	2,61:1
MM/pasteurisiert	55,4	18,4	21,6	4,5	2,54:1
MM/sterilisiert	69,9	7,9	18,9	3,9	3,69:1
MM/uperisiert	63,1	9,6	23,2	4,2	2,72:1



Es ergibt sich daraus:

1. Der prozentuale Anteil an  $\alpha$ -Casein nimmt mit steigender Wärmeeinwirkung zu, in Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Stickstoffverteilung.
2. Der Anteil an freiwanderndem Molkenprotein geht mit zunehmender Hitzeeinwirkung zurück. Kein Rückgang ist bei der Momenterhitzung auf 85 °C (Pasteurisation) festzustellen; merklich ist er bei der Uperisation und ausgeprägt bei der Sterilisation im Autoklav.
3. Der  $\beta$ -Casein-Anteil erfährt bei der Sterilisation im Autoklav eine Senkung, während er bei der Pasteurisation und der Uperisation nicht merklich verschoben ist.
4. Das Verhältnis von  $\alpha$ -Casein :  $\beta$ -Casein ist vor allem infolge der scheinbaren Erhöhung  $\alpha$ -Caseins verschoben, besonders ausgeprägt bei der autoklavierten Milch.

Die Verschiebungen in der Stickstoffverteilung fallen nicht immer gleich aus, von Milch zu Milch können sich merkliche Unterschiede einstellen. Ursache hierfür dürften geringe, analytisch kaum erfassbare Unterschiede in der physikalisch-chemischen Beschaffenheit der Milchproteine sein, die sich bei der starken Hitzeeinwirkung auszuwirken vermögen.

### *3. Der Verteilungszustand des Caseins*

Mit Hilfe des Elektronenmikroskopes wurde 1949 von *H. Nitschmann* (5) gezeigt, daß das Casein in Form kugelliger Teilchen verschiedener Größe vorliegt (Abbildung 2).

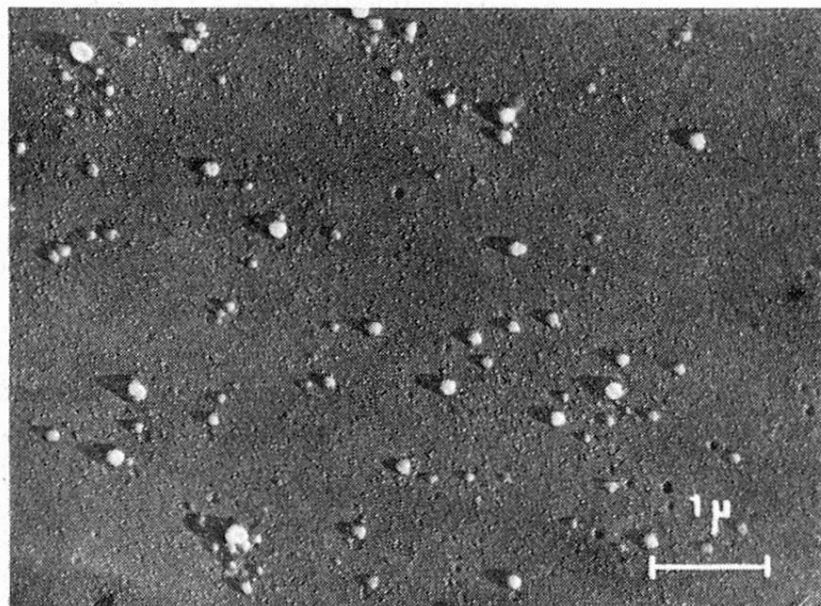


Abbildung 2. Caseinpartikel von Magermilch.

In den vier Milchen schien nach der vorgenommenen Untersuchung der polydisperse Verteilungszustand der pasteurisierten, autoklavierten und uperisierten

Milch gegenüber der Rohmilch wenig verändert. Die eingehende Auswertung der elektronenmikroskopischen Bilder und die Erweiterung der Untersuchungen auf weitere Versuchsreihen, der Beizug der Ultrazentrifuge und der statistischen Auswertung der Größenverteilung ließen jedoch erkennen, daß mit steigender thermischer Einwirkung eine zunehmende Umgestaltung der Caseinverteilung eintritt:

a) Die thermische Behandlung der Milch führt zur Abspaltung eines feindispersen Caseinanteils, der in der Ultrazentrifuge bei 50,000 g nicht sedimentiert (Abbildung 3). Dieser Anteil ist umso größer je intensiver die Hitzeeinwirkung wird (Tabelle 3).

*Tabelle 3*

Bei 50,000 g nicht sedimentierender Caseinanteil in % des Gesamtcaseins	
Rohmilch	4—6 %
Pasteurisiert	6—12 %
Aufgekocht	15—20 %
Uperisiert	10—25 %
Sterilisiert (Autoklav)	20—36 %
135 ° C im Durchfluß + Sterilisation	45 %

Während der feindisperse Anteil in der Rohmilch 4—6 % beträgt, erreicht er in autoklavierter Milch 36—45 %. In uperisierter Milch beträgt er 10—25 %, wobei sich von Milch zu Milch Unterschiede ergeben können. Der abgespaltene feindisperse Anteil ist bei pH 4,6 ausfällbar und zeigt elektrophoretisch nahezu gleiches Verhalten wie das zugehörige Gesamtcasein (Abbildung 4 und 5).

b) Neben der Abspaltung des feindispersen Anteils ist mit zunehmender Hitzeeinwirkung eine Vergrößerung der Teilchen des übrigen Caseinanteils zu beobachten. Dieser Anteil relativ großer Teilchen kann je nach Grad der Hitzeeinwirkung in nahezu monodisperser Verteilung vorliegen. (Abbildung 6).

Unter Weglassung der Teilchen mit weniger als 50 m $\mu$  Durchmesser messen bei der Teilchenausählung in:

— Rohmilch	78 % der Teilchen 50—100 m $\mu$ .
— Milch roh/sterilisiert	73 % der Teilchen 100—150 m $\mu$ .
— Milch 135 ° C Durchfluß vorerhitzt, hernach in der Dose nachsterilisiert	74 % der Teilchen 125—175 m $\mu$ .

Über die sich bei diesen Verschiebungen des Verteilungszustandes des Caseins sich abspielenden Vorgänge kann noch nichts ausgesagt werden.

#### *4. Ergebnisse der ernährungsphysiologischen Untersuchung*

Im Tierversuch mit Ratten wurde gefunden, daß durch die Uperisation® die biologische Wertigkeit der Milch nicht beeinträchtigt wird: bezüglich Wachstum,

Futtermittelaufnahme und Proteinefficiency traten keine Unterschiede auf bei Tieren, die mit lyophilisierter Rohmagermilch, pasteurisierter und uperisierter Magermilch gefüttert wurden. Die Proteinefficiency war bei den mit uperisierter Milch gefütterten Tiere significant besser als denjenigen, die im Autoklav sterilisierte Milch erhielten. Die Zusammensetzung der Blutserumproteine erfuhr keine Veränderung. Bei der Leber wiesen die Tiere der Gruppe MM III (Sterilmilch) eine etwas stärkere Verfettung auf als die Tiere der Gruppe MM I, II und IV. Die Leberfunktionsprüfung wurde durch keines der verfütterten Milchpulver beeinflusst.

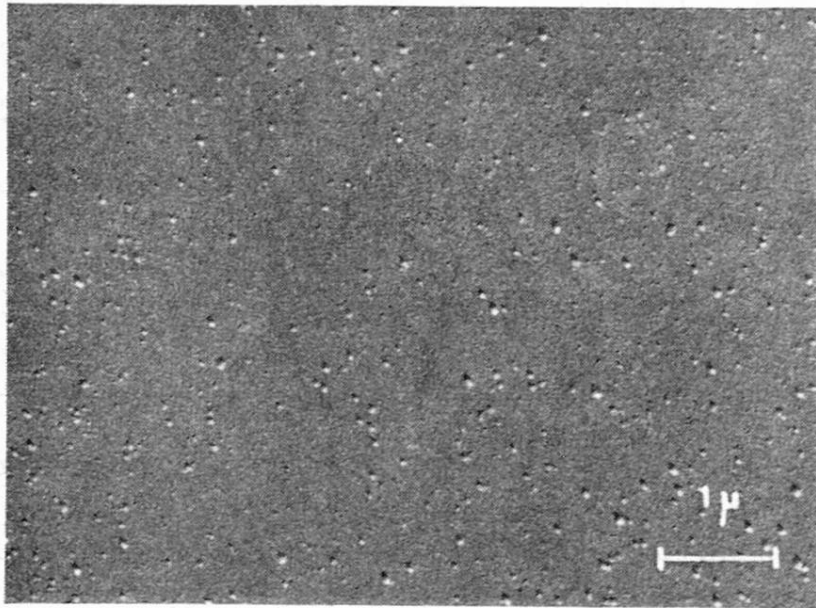


Abbildung 3  
Hochdisperses, bei 50 000 g nicht  
sedimentierendes Casein.

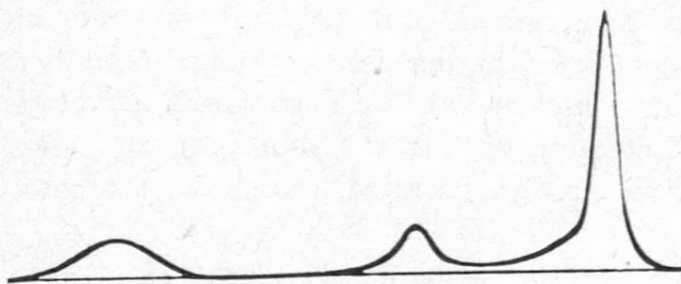


Abbildung 4  
Elektrophoresediagramm von  
Gesamtcasein  
(sterilisierte Milch).

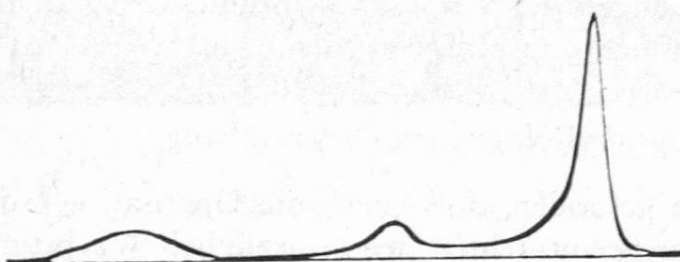


Abbildung 5  
Elektrophoresediagramm von  
hochdisperssem Casein  
(sterilisierte Milch).



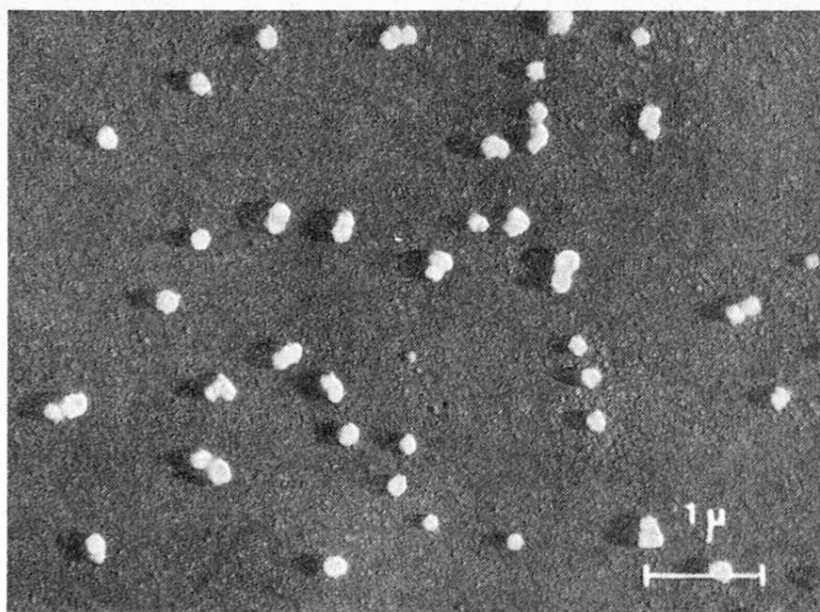


Abbildung 6  
Große Caseinteilchen von steri-  
lisierter Milch (im Durchfluß  
auf 135 °C vorerwärmt, hernach  
in der Dose im Autoklav nach-  
sterilisiert).

#### 5. Der Einfluß auf den Gehalt an Vitamin B<sub>1</sub>, B<sub>6</sub> und B<sub>12</sub>

Die Vitaminbestimmung wurde im National Institute for Research in Dairying Shinfield/Reading nach der mikrobiologischen Methode von *M. E. Gregory* und *R. L. J. Lyster* vorgenommen. Die Ergebnisse wurden mir freundlichst von *H. Burton* mitgeteilt, wofür ich an dieser Stelle den herzlichsten Dank ausspreche. Die Werte sind in Tabelle 4 zusammengestellt.

Tabelle 4  
Einfluß der Wärmebehandlung auf den Gehalt an Vitamin B<sub>1</sub>, B<sub>6</sub> und B<sub>12</sub> von  
Magermilch

	Gehalt der Rohmilch = 100		
	B <sub>1</sub>	B <sub>6</sub>	B <sub>12</sub>
MM/pasteurisiert	100	100	100
MM/sterilisiert	80	75	10
MM/uperisiert	100	75	80

In Tabelle 4 stellen wir einen nahezu vollständigen Verlust an Vitamin B<sub>12</sub> in der sterilisierten Milch fest, während dieser Verlust in der uperisierten Milch bedeutend geringer ist, trotz der extremen Hitzebehandlung im Uperisationsprozeß.

Abschließend ist es mir eine angenehme Pflicht, allen, die an diesen Untersuchungen mitgewirkt haben, den besten Dank auszusprechen, vor allem Prof. *Lang*, und seinen Mitarbeitern in Mainz und *M. E. Gregory*, *R. L. J. Lyster* und *H. Burton* in Shinfield/Reading, dann aber auch meinen Mitarbeitern, *K. Imhof*, *J. Stein*, *J. Judin* und *Camilla Zbinden*.



## Zusammenfassung

Zur Abklärung der Frage, wie sich die Uperisation® der Milch im Vergleich zu Pasteurisation und Sterilisation auf den Zustand der Proteine, deren ernährungsphysiologischen Wert, den Vitamingehalt der Milch, speziell an Vitamin B<sub>1</sub>, B<sub>6</sub> und B<sub>12</sub> auswirkt, wurde frische Magermilch der Pasteurisation (85 ° C im Durchfluß), Sterilisation (116 ° C/15 Min. im Autoklav) und Uperisation (150 ° C/2,4 Sek.) unterworfen. Mit den vier Milchen MM I (roh), MM II (past.), MM III (ster.), MM IV (up.) — wurden folgende vergleichende Untersuchungen vorgenommen:

- Stickstoffverteilung
- Elektrophorese (*Tiselius*)
- Verteilungszustand des Caseins
- Ernährungsphysiologische Eigenschaften
- Gehalt an Vitamin B<sub>1</sub>, B<sub>6</sub> und B<sub>12</sub>.

Über die Ergebnisse der umfangreichen Untersuchungen wird zusammenfassend berichtet.

## Résumé

Pour connaître l'influence de l'upérisation® du lait, en comparaison avec la pasteurisation et la stérilisation, sur l'état des protéines, la valeur physiologique alimentaire, la teneur en vitamines, spécialement en vitamines B<sub>1</sub>, B<sub>6</sub> et B<sub>12</sub>, du lait maigre frais fut pasteurisé (85 ° C en circulation), stérilisé (116 ° C/15 min. à l'autoclave) et upérisé (150 ° C/2,4 sec.).

Les recherches comparées suivantes furent effectuées sur les 4 laits — MM I (cru), MM II (past.), MM III (ster.), MM IV (up.).

- Répartition de l'azote
- Electrophorèse (*Tiselius*)
- Dispersion de la caséine
- Caractéristiques physiologiques de nutrition
- Teneur en vitamines B<sub>1</sub>, B<sub>6</sub> et B<sub>12</sub>.

Les résultats de ces recherches étendues sont communiqués.

## Summary

In order to ascertain how Uperisation® affects the condition of proteins, their nutritional-physiological value and the vitamin content of Milk, especially vitamins B<sub>1</sub>, B<sub>6</sub> and B<sub>12</sub>, in comparison with Pasteurisation and Sterilisation, fresh skim milk was subjected to Pasteurisation (85 ° C in the flow), Sterilisation (116 ° C/15 min. in the autoclave) and Uperisation (150 ° C/2,4 sec.). The following comparative investigations were carried out:

- Distribution of nitrogen
- Electrophoresis (*Tiselius*)
- Distribution of casein
- Nutritional-physiological qualities
- Content of vitamin B<sub>1</sub>, B<sub>6</sub> and B<sub>12</sub>.

The results of the extensive investigations are communicated.

## Literatur

1. Aschaffenburg R. und Drewry J.: Int. Dairy Congr., London, 1959, Vol. 3, 1631.
2. Hostettler H., Imhof K. und Stein J.: Milchwissenschaft **20**, 189—198 (1965).
3. Lang K., Czok C., Fricker A., Griem W., Kieckebusch, Krug E. und Pabst W.: Milchwissenschaft **20** 309—315 (1965).
4. Hostettler H., Lang K., Czok G., Fricker A., Griem W., Imhof K., Kieckebusch W., Krug E., Pabst W., und Stein J.: Zeitschr. f. Ernährungswissenschaft **6**, 25—35 (1965)
5. Nitschmann H.: Helv. Chim. Acta **32**, 1158 (1949).