



Ausbeute von Rohmilchkäse und Käse aus mikrofiltrierter Milch

Oliver LEHMANN, Thorid KLANTSCHITSCH und Zdenko PUHAN, Labor für Milchwissenschaft, Institut für Lebensmittelwissenschaft, ETH-Zentrum, CH-8092 Zürich

Auskünfte: Zdenko Puhan, e-mail: puhan@ilv.agr.ethz.ch, Fax +41 (0)1 632 11 56, Tel. +41 (0)1 632 53 68

Sporen von *Clostridium tyrobutyricum* können in Hart- und Halbhartkäse eine Spätblähung verursachen. Die Mikrofiltration ist eine für die Schweiz neue Technologie zur Eliminierung dieser Sporen, so dass eine Spätblähung im Käse verhindert wird. Für die Wirtschaftlichkeit der Mikrofiltration ist die Ausbeute mitentscheidend. Das Ziel des vorliegenden Tastversuches war ein Vergleich der Ausbeute zwischen Rohmilchkäse und Käse aus mikrofiltrierter Rohmilch. Bei der Käseherstellung mit Mikrofiltration fiel mehr Käsestaub an, dennoch war die Käseausbeute höher als bei Rohmilchkäse aus unbehandelter Milch. Dies konnte auf den erhöhten Wassergehalt im Käse aus mikrofiltrierter Rohmilch zurückgeführt werden.

Sporen von *Clostridium tyrobutyricum* können eine Spätblähung in Hart- und Halbhartkäse verursachen. Im Hartkäse können 100 Sporen pro Liter Milch bereits genügen, um eine Blähung hervorzurufen. Bei Halbhartkäse braucht es etwa 1000 Sporen pro Liter. Milch von Kühen, die mit Silage gefüttert werden, kann zwischen einigen Hundert und mehreren Zehntausend Sporen pro Liter enthalten. Solche Milch kann nur zu Hart- und Halbhartkäse verarbeitet werden, wenn die Sporenzahl vorgängig stark vermindert,

oder Nitrat beziehungsweise Lysozym zugesetzt wird, was aber in der Schweiz nicht zugelassen ist.

Mikrofiltration reduziert die Sporenzahl

Die Mikrofiltration ist eine Fest-Flüssig-Trennung im Grössenbereich von 0,1 bis 10 μm ($1\mu\text{m} = 1'000'000\text{stel Meter}$), ohne dabei auch die nativen Eigenschaften der Milcheiweisse zu verändern. Der Porendurchmesser der Membran (1,4 μm) ist so

gewählt, dass alle Magermilchkomponenten passieren können, die Bakterien und Sporen hingegen zurückgehalten werden (Abb. 1).

Da die Bakterien und die Fettkügelchen ungefähr von derselben Grösse sind, wird das Fett vorgängig abzentrifugiert und nur die Magermilch mikrofiltriert (Larsen 1992). In Modellversuchen mit Halbhartkäse konnte gezeigt werden, dass die Verarbeitung von Silomilch mit ursprünglich etwa 50'000 Sporen pro Liter nach einer Mikrofiltration keine Spätblähung ergab. Die Mikrofiltration verminderte den Sporengehalt bis unter die Nachweisgrenze von 25 Sporen pro Liter.

Bestimmung der Käseausbeute

Von einer effizienten Käserei wird erwartet, dass sie mit der gegebenen Milchmenge den grösstmöglichen Käseertrag erreicht. Selbst eine geringe Ausbeuteerhöhung trägt deutlich zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit bei. Eine überhöhte Ausbeute als Folge des höheren Wassergehalts gefährdet jedoch die Käsequalität, was wiederum langfristig den Erlös schmälert. Es gilt also, ein Optimum an Käseausbeute und -qualität anzustreben.

Die Käseausbeute wird vom Rohstoff (Käseeremilch), von der Technologie und von den Zusatzstoffen beeinflusst und im allgemeinen als Käsegewicht in Kilogramm angegeben, das aus 100 kg Milch gewonnen werden kann. Fast alle technologischen Schritte bei der Käseherstellung beeinflussen die Ausbeute, diejenigen, die Protein- oder Fettverluste verursachen, sind besonders wichtig. Sehr kleine Verluste können bei Extrapolation auf grosse Produktionsmengen entscheidend sein (Honoré *et al.* 1993). Der Wassergehalt spielt für die Käseausbeute ebenfalls eine zentrale Rolle.

Die Fett- (F) und Proteinausbeute (P) wurden nach Creamer (1987 und 1974) berechnet (Abb. 2).

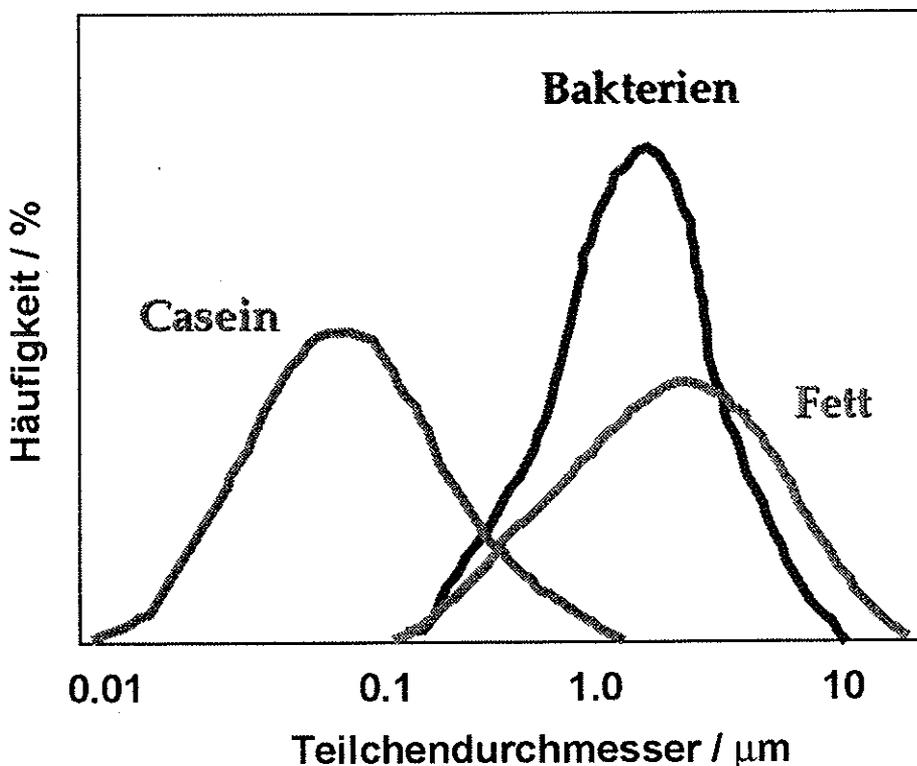


Abb. 1. Grössenverteilung von Kaseinmicellen, Bakterien und Fettkügelchen in der Milch nach Larsen (1992)

$$F = \frac{(1 - (F_w \cdot W_w + F_s \cdot W_s))}{(F_m \cdot W_m)} \cdot 100$$

$$P = \frac{(1 - (P_w \cdot W_w + P_s \cdot W_s))}{(P_m \cdot W_m)} \cdot 100$$

- F_m Fettgehalt der Milch
- P_m Proteingehalt der Milch
- W_m Masse der Milch
- F_s Fettgehalt des Käsestaubes
- P_s Proteingehalt des Käsestaubes
- W_s Masse des Käsestaubes
- F_w Fettgehalt der Molke
- P_w Proteingehalt der Molke
- W_w Masse der Molke

Abb. 2. Formeln für die Berechnung der Fett- (F) und Proteinausbeute (P).

Das Protein beziehungsweise Fett, das sich im Käsestaub und in der Molke befindet, wird als Verlust in der Ausbeute berücksichtigt.

Versuchsablauf

An drei Tagen wurde Modell-Halbhartkäse hergestellt und als Ausgangsmilch diente silofreie Rohmilch. Am Produktionstag wurde die Milch bei 25°C separiert (Rahm = 30-35 % Fett), die Magermilch im Tank mit Sporensuspension auf etwa 50'000 Sporen pro Liter eingestellt und bei 40°C (MF 40°C) beziehungsweise bei 12°C (MF 12°C) mit einer Pilot-Mikrofiltrationsanlage (Tetra Alcross M, MFS-7 pilot plant, Tetra Pak Filtration Systems, Denmark) mikrofiltriert. Das anfallende Retentat (Konzentration 20:1) und der Rahm wurden bei 121°C während vier Sekunden hochehitzt und der mikrofiltrierten Magermilch wieder zugemischt (Kessimilch = 3,5 % Fett). Die Rohmilch für den Vergleichsversuch wurde mittels Separation direkt auf den Fettgehalt von 3,5 % eingestellt. Die Bestimmung der Fett- und Proteinausbeute erfolgte nach dem in Abbildung 3 dargestellten Versuchsablauf.

Ausbeute des Gewichtes

Tabelle 1 zeigt die Massenbilanz in Prozent der drei verschiedenen Versuchsdurchführungen. Der Kessinhalt wurde als 100 % angenommen. Die Differenz zwischen dem Kessinhalt (Kessimilch und Waschwasser) und dem Endgewicht (Käsestaub, Molke und Frischkäse) ergab die nicht erfassten Verluste, die jedoch mit maximal 0,37 % so klein waren, dass die Bilanz der Inhaltsstoffe kaum beeinflusst wurde.

Bei den Massenbilanzen fiel der höhere Wert für Käsestaub vor allem bei tiefer Mikrofiltrationstemperatur (12°C) auf. Dieser war mit 0,44 % gut doppelt so hoch

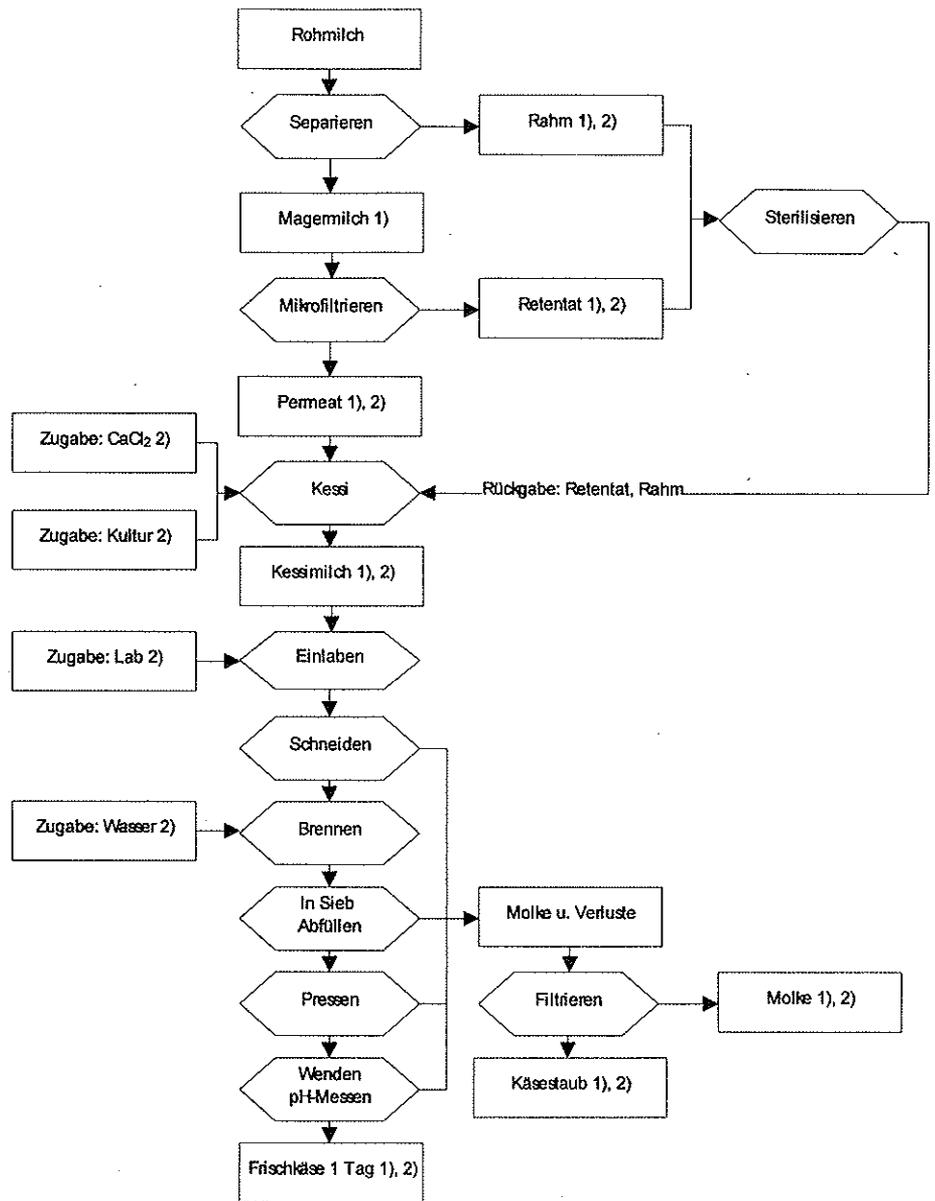


Abb. 3. Versuchsablauf: Proben mit 1) wurden auf Fett, Wasser und Stickstoff untersucht. Proben und Zugaben mit 2) wurden genau abgewogen.

Tab. 1. Massenbilanz der Käseherstellung

	MF 12°C ¹ - %	MF 40°C ² - %	Rohmilch (%)
Kessimilch	69,00	68,86	69,02
Waschwasser	31,00	31,14	30,98
Kessinhalt	100,00	100,00	100,00
Käsestaub	0,44	0,22	0,18
Molke	91,67	92,06	92,32
Frischkäse	7,52	7,45	7,24
Endgewicht	99,63	99,73	99,74
Nicht erfasste Verluste	0,37	0,27	0,26

¹Mikrofiltration der Magermilch bei 12°C

²Mikrofiltration der Magermilch bei 40°C

Tab. 2. Zusammensetzung 1 Tag alter Käse

	Wasser g/kg	Fett g/kg	Protein g/kg	WFF %	F.i.T.%
MF 12°C	444,7	292,7	224,3	62,9	52,7
MF 40°C	438,7	288,5	232,2	61,7	51,4
Rohmilch	424,2	296,7	236,6	60,3	51,5

WFF: wasserfreier Fettgehalt
F.i.T.: Fett in der Trockenmasse

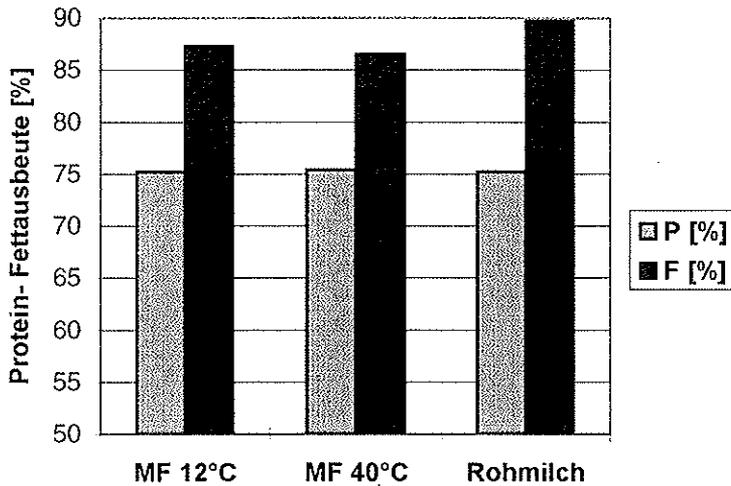


Abb. 4. Protein- und Fettausbeute.

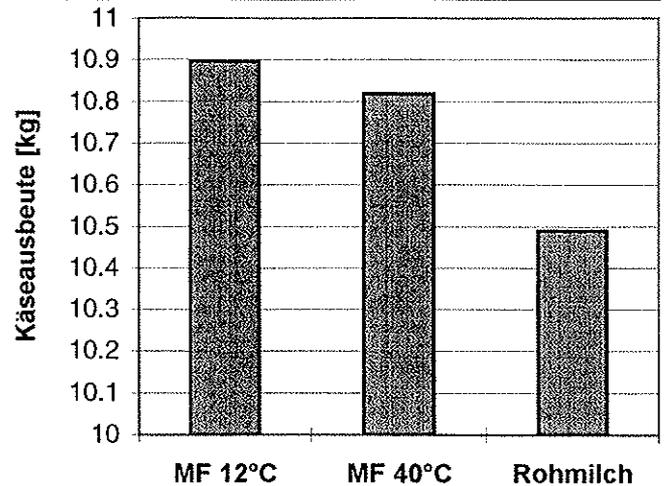


Abb. 5. Käseausbeute aus 100 kg Milch.

wie bei Käse aus bei 40°C mikrofiltrierter Milch. Beim Vergleichskäse aus Rohmilch fiel am wenigsten Käsestaub an, jedoch trat mehr Molke aus. Der erhöhte Molkenaustritt ergab erwartungsgemäß den tiefsten Wassergehalt für den Rohmilchkäse (Tab. 2). Bredahl und Lidberg (1991) fanden für Käse aus mikrofiltrierter Milch ebenfalls höhere Wassergehalte als für Rohmilchkäse.

Ausbeute von Protein und Fett

In Abbildung 4 ist die Protein- und Fettausbeute dargestellt. Die Proteinausbeute (P) war bei allen Käsen gleich, obwohl beim Käse aus der 12°C mikrofiltrierten (MF) Milch geringfügig mehr Käsestaub anfiel. Die Fettausbeute (F) war für den Rohmilchkäse mit 89,7 % am höchsten. Für die MF-Käse lag diese 2 bis 3 % tiefer als beim Rohmilchkäse. Der sehr feine Käsestaub konnte mit den üblichen Käseformen nicht zurückgehalten werden und ging mit der Molke verloren. Die bei 12°C mikrofiltrierte Milch ergab bei der Käseherstellung den höchsten Anteil an Käsestaub. Dies wirkte sich allerdings wegen der kleinen Menge nicht negativ auf die Proteinausbeute aus. Das Fett, das mit der Molke verloren geht, kann durch Separierung zurückgewonnen werden.

Mikrofiltration erhöht die Käseausbeute

In Abbildung 5 ist die Käseausbeute aus 100 kg Milch dargestellt und in Tabelle 2 die Zusammensetzung der Käse nach einem Tag.

Die Käseausbeute war mit 10,5 kg für den Rohmilchkäse am tiefsten und mit 10,9 kg

für den MF12-Käse am höchsten. Diese Werte stehen im Zusammenhang mit dem Wassergehalt (Tab. 2). Der Wassergehalt für Rohmilchkäse war deutlich tiefer als derjenige der Käse aus mikrofiltrierter Milch und führte dadurch zu einem geringeren Gewicht des Käses. Der Säuerungsverlauf der drei Käse unterschied sich nicht wesentlich. Der höhere Wassergehalt der Käse aus mikrofiltrierter Milch ist deshalb vor allem auf eine schlechtere Synärese, verursacht durch Zugabe von hochoverhitztem Rahm und Retentat, zurückzuführen.

Im vorliegenden Tastversuch war die Käseausbeute für Käse aus mikrofiltrierter Milch höher als für Rohmilchkäse. Der Wassergehalt spielte für die Käseausbeute eine wichtigere Rolle als die Fett- und Proteinausbeute.

RÉSUMÉ

Rendement à partir de fromage de lait cru et fromage de lait microfiltré

Les spores de *Clostridium tyrobutyricum* peuvent causer une fermentation butyrique dans le fromage à pâte mi-dure et à pâte dure. Par la microfiltration du lait d'ensilage à 40°C et à 12°C, on peut considérablement réduire la teneur en spores et ainsi fabriquer un fromage d'une bonne qualité.

Le bilan des masses (rapport) démontre que la transformation d'un lait d'ensilage microfiltré à 12°C produit une plus grande quantité de poussière de caillé dans le petit-lait que celle d'un lait d'ensilage microfiltré à 40°C ou celle d'un lait cru.

Cette teneur élevée en poussière de caillé n'influence pas le rendement en protéine. En effet, on a constaté que le rendement des fromages fabriqués avec du lait microfiltré est meilleur que celui fabriqué avec du lait cru en raison de la teneur en eau plus élevée dans le produit fini.

SUMMARY

Yield of raw milk cheese vs. cheese from microfiltered milk

Contamination of milk with spores of *Clostridium tyrobutyricum* is causing late blowing in hard and semi-hard cheese. The microfiltration at 12°C and 40°C reduced the count of spores efficiently making it possible to manufacture cheese of good quality from silage milk with initially high spore contamination. The mass balance showed that microfiltration at 12°C resulted in more cheese fines in the whey than microfiltration at 40°C or untreated raw milk. The higher amount of cheese fines due to microfiltration at 12°C did not influence the protein recovery since this was compensated with increased water content in cheese. Cheese yield was higher for microfiltered milk than for untreated raw milk because of the slightly increased water content.

KEY WORDS: late blowing, microfiltration, cheese fines in whey, protein and fat recovery, cheese yield

LITERATUR

* Bredahl B. and Lidberg E., 1991. Suitability of microfiltered cheese milk in manufacture of Swedish hard cheese. Rapport fran Fouenhöten. Unpublished.

* Creamer L.K., Iyer M. and Lelievre J., 1987. *N.Z.J. Dairy Technol.* 22, 205-214.

* Creamer L.K. and Richardson B.C., 1974. *N.Z.J. Dairy Technol.* 9, 9-13.

* Honoré C., Johnston K. and Lawrence R.C., 1993. Cheese yield, quality and profitability. Cheese yield & factors affecting its control, IDF Seminar, Cork, 529-538.

* Kammerlehner J., 1994. Die Labkäseausbeute. *Deutsche Milchwirtschaft* 3, 118-125.

* Larsen P.H., 1992. Mikrofiltration zur Entfernung von Bakterien und Sporen. *Deutsche Milchwirtschaft* 3, 46-50.