

Lebensmi

Milchkonzentrat ist wirtschaftlich interessant

Andreas Thomet und Cédric Fragnière, Agroscope Liebefeld-Posieux, Eidgenössische Forschungsanstalt für Nutztiere und Milchwirtschaft (ALP), CH-3003 Bern

Auskünfte: Andreas Thomet, E-Mail: andreas.thomet@alp.admin.ch, Fax +41 (0)31 322 86 16, Tel. +41 (0)31 323 26 52

Zusammenfassung

Die Herstellung von Mikrofiltrationskonzentrat scheint für Klein- und Mittelunternehmen (KMU) eine wirtschaftlich interessante Alternative zur traditionellen Käseherstellung zu sein. Die Herstellkosten pro kg Konzentrat betragen je nach Zusammensetzung und Verwendungszweck 2,88 - 5,04 Franken bei 3'000 kg Ausgangsmilch. Die Weiterverarbeitung der MF-Konzentrate zu neuen kreativen Produkten eröffnet interessierten Betrieben neue Möglichkeiten am Markt. Die wirtschaftlichen Kennziffern sind vielversprechend und können die Rentabilität einiger Verarbeitungsbetriebe verbessern. Verarbeiter, welche neue Produkte unter Anwendung neuer Verfahren herstellen möchten, müssen deshalb zuerst die technischen und wirtschaftlichen Risiken möglichst genau abschätzen und fundiert kalkulieren können. Ein an ALP erarbeiteter Leitfaden soll dabei eine Hilfe darstellen.

Agroscope Liebefeld-Posieux (ALP), die Eidgenössische Forschungsanstalt für Nutztiere und Milchwirtschaft, ist bei der Entwicklung neuer Verfahren aktiv und befasst sich auch mit einfachen Verfahren, welche in Klein- und Mittelbetrieben (KMU) ohne grosse Investitionen angewendet werden können. Ein vielversprechendes Verfahren ist die Herstellung von MF-Konzentrat als Halbfabrikat zur Weiterverarbeitung. Daraus ergeben sich zahlreiche Möglichkeiten für die Entwicklung neuer Produkte. Vor der Entwicklung und Lancierung neuer Produkte muss der Verar-

beiter im Rahmen eines Businessplanes die Herstellkosten ermitteln. Zur Ermittlung dieser wirtschaftlichen Kennziffern hat ALP ein Dossier als Leitfaden für interessierte KMU erarbeitet (<http://www.alp.admin.ch/de/publikationen/alpforum.php>). Das Dokument dient auch zur Kostenermittlung von grösseren Produktionsmengen (Thomet und Fragnière 2004).

Konzentratherstellung mit Mikrofiltration

Idee und Prinzip:

Rohe, standardisierte Milch (1,0 – 4,0 % Fett) wird durch

eine 0,1 µm Membran mikrofiltriert. Bei der Mikrofiltration werden das Casein und das Fett aufkonzentriert. Aus dem MF-Konzentrat (Abb. 1) können neben Käse viele andere Produkte hergestellt werden. Die Textur des Milchkonzentrates ist dickflüssig und weist je nach Temperatur und Zusammensetzung (Fett, Gehalt an Molkenprotein) eine unterschiedliche Viskosität auf. Das Konzentrat kann sehr unterschiedlich eingesetzt werden. Es kann nature oder gesäuert (mit Starterkultur) genossen werden. Mittels Zusätzen sind zahllose Kombinationen in Richtung «süss, fruchtig», aber auch Richtung «pikant, würzig» möglich (Bachmann 2003).

Kostengünstige MF-Anlage

Das Prinzip dieses Verfahrens ist die Konzentration der Milch durch Mikrofiltration. Die verwendeten Keramikmembranen haben eine Porengrösse von 0,1 µm. Zur Herstellung und Vermarktung von neuen Produk-

Abb. 1. Das flüssige Milchkonzentrat kann in eine beliebige Form abgefüllt werden.



ttel

ten ist die Praxis zunächst auf kostengünstige Kleinanlagen angewiesen (Abb. 2).

Zurzeit sind zwei verschiedene Filtersysteme zur Herstellung von hochkonzentrierten MF-Konzentraten aus standardisierter Milch denkbar: Keramikelemente und Rohrmodule (Thomet und Fragnière 2004). Jedes System hat Vor- und Nachteile und sollte vor der Beschaffung und Inbetriebnahme möglichst auf deren Arbeitsweise und Trenneigenschaften ausgetestet und analysiert (Musterprodukte herstellen) werden. Bei allen Anwendungen von Mikrofiltrationsprozessen ist die Kontrolle der Deckschichtbildung oberstes Ziel. Für die qualitative und wirtschaftliche Herstellung der MF-Konzentrate ist die Wahl eines Systems, welches die Deckschicht richtig kontrolliert, wichtiger als der Anlagepreis. Interessierte Konzentrathersteller müssen deshalb von ihren Filterlieferanten den Nachweis der Deckschichtkontrolle verlangen. Dazu sind Testproduktionen (inkl. Prozessanalysen) über mindestens acht Stunden einwandfreien Filterbetrieb sehr zu empfehlen.

Informationen zur Technik und den gängigen Systemen zur Deckschichtkontrolle sind in der FAM-Information Nr. 453 (Thomet 2003) eingehend beschrieben.

Ermittlung von wirtschaftlichen Kennziffern

Dimensionierung einer MF-Anlage:

Bevor wirtschaftliche Kennziffern zu einem Prozess er-

mittelt werden können, muss dieser zuerst klar definiert und abgegrenzt werden. Es geht also darum, die einzelnen Verarbeitungsschritte zu bezeichnen sowie eine Annahme der erforderlichen Leistung der Anlage zu treffen. Um eine Mikrofiltrationsanlage zu definieren, sind folgende Schritte durchzuführen:

1. Bestimmen der Stundenleistung Ausgangsprodukt (Feed) und der Tagesleistung der Anlage.
2. Abschätzen des Konzentrationsfaktors und somit Bestimmen der Permeatleistung.
3. Bestimmen des Membransystems und des Membrantyps.
4. Abschätzen des Fluxes (für MF von caseinhaltiger Milch ca. 40 - 60 kg/m²*h).
5. Berechnen der erforderlichen Membranfläche (Wagner 2001).
6. Berechnen der Anzahl erforderlicher Modulelemente.
7. Anzahl Druckrohre berechnen.
8. Anlagendesign bestimmen.

Methodik zur Kostenermittlung beim MF-Prozess:

Die Kosten sind aufzuteilen in Investitionskosten (1), Betriebskosten (2) und daraus resultierenden Kapitalkosten (3). Dabei lassen sich die verschiedenen Kostenarten nach folgenden Formeln berechnen:



(1) Investitionskosten = Membranen + Anlage + Wärmetauscher + Stapeltanks + CIP-Anlage

(2) Betriebskosten = Rohstoffe + Verluste + Membranenersatz + Energie + Reinigungsmittel + Arbeit + Platzbedarf + Abwassergebühren

(3) Kapitalkosten = Rückzahlung Investitionskredit + Zinsen Investitionskredit + Abschreibung

(4) Herstellkosten = Betriebskosten + Kapitalkosten

Die einzelnen Formeln und Erklärungen zur Berechnung der

Abb. 2. Kleinanlage von Tetra mit Keramikelementen für ALP-Versuche.

Kostenelemente sind im ALP Forum Nr. 16d (2004) «Herstellkosten von MF-Konzentrat» (www.alp.admin.ch/de/publikationen/alpforum.php) beschrieben.

Erfahrungszahlen aus ALP Experimenten:

Für Betriebe, welche in die Konzentratherstellung einsteigen möchten, sind Erfahrungswerte und Vergleichszahlen zur Planung und Kalkulation hilfreich. ALP hat in verschiedenen Experimenten Daten und Erfahrungswerte erarbeitet und für die Praxis zur Verfügung gestellt (Bachmann 2003 sowie Thomet und Gallmann 2003).

Zur Berechnung der Ausbeute sind Informationen über die Zusammensetzung der Ausgangsmilch, des Konzentrates und des MF-Permeates nützlich. Nachstehend sind die Ergebnisse und Gesetzmässigkeiten aus den ALP-Experimenten mit standardisierter Rohmilch von 3 % Fett (Tab. 1) als Beispiele dargestellt.

Die Permeatmenge kann berechnet werden:

$$\text{Permeatmenge (kg)} = \text{Menge Werkmilch (kg)} - \text{Menge Konzentrat (kg)}$$

Das Permeat enthält Lactose und Mineralstoffe in praktisch unveränderter Konzentration zur Ausgangsmilch. MF-Permeat ist casein- und fettfrei und hat je nach Filtereinstellungen und Trenneigenschaften einen Gehalt an Molkenprotein (MP) von 3,5 – 5,0 g/kg.

Kostenvergleich

Der Erfolg einer neuen Technologie oder Anwendung ist immer von der Wirtschaftlichkeit abhängig. Dies wird auch für die Mikrofiltration zutreffen. Die Erfassung und Berechnung der wirtschaftlichen Faktoren und Kennziffern, welche die Rentabilität von Filtrationsprozessen beeinflussen, ist anspruchsvoll und aufwändig (Wyss 2003). Im Wesentlichen sind dabei die Investitionskosten, die Betriebskosten und die daraus resultierenden Kapitalkosten zu

beachten. Den Kosten stehen die erzielten Erträge aus den fabrizierten Produkten gegenüber.

Um die wirtschaftlichen Kennziffern des Prozesses zu ermitteln, muss dieser zunächst genauer definiert und abgegrenzt werden. Abbildung 3 zeigt das Anlageschema mit den Abgrenzungen. Dabei ist die Weiterverarbeitung des MF-Permeates lediglich als spätere Investitionsmöglichkeit aufgezeigt. In der ersten Phase müssen die Verarbeiter vorerst den Wegtransport oder die Verfütterung des anfallenden MF-Permeates planen und kalkulieren. Herzstück des Prozesses ist die MF-Anlage, welche den Hauptteil der Startinvestitionen ausmacht. Für Kleinmengen würde die Filtrationsanlage im ersten Schritt vorerst einstufig ausgelegt. Die Erweiterung auf zwei- oder mehrstufigen Betrieb lohnt sich erst ab grösseren Produktionsmengen.

Ausgehend von einem Tank (1) gelangt die standardisierte Rohmilch über einen Wärmetauscher (2) – die Milch wird auf Filtrationstemperatur (50 – 55 °C) erwärmt - auf die Mikrofiltrationsanlage (3). Diese wird in einem «kontinuierlichen System mit Recycling» (Abb. 3) betrieben und setzt sich beim Einstufenbetrieb im Wesentlichen aus einer Druck-, einer Zirkulations- und einer Permeatpumpe (UTP-Zirkulationssystem) sowie einem bis vier Druckrohren zusammen. Das entstehende MF-Retentat wird zur Kühlung (temperiert auf 25 – 35 °C) erneut über den Wärmetauscher (2) geleitet und gelangt schliesslich in den Konzentrattank (4). Von dort kann es kurzzeitig zwischengelagert oder zur direkten Weiterverarbeitung geleitet werden. Dieser Schritt ist jedoch nicht Bestandteil der durchgeführten Kalkulationsbeispiele, da diese

Tab. 1. Zusammensetzung der Werkmilch und von Konzentraten aus Rohmilch 3 % Fett (ALP)

Rohstoff	Rohmilch (Fettgehalt 3 %, 100 kg)							
	Cv	Menge kg	TS g/kg	Fett g/kg	Protein g/kg	MP g/kg	Casein g/kg	CMV -
Werkmilch	1,0	100	117	29	33	7	27	4,0
Konzentrat	2,0	50	178	59	66	13	53	4,2
Konzentrat	3,0	33	238	88	97	17	80	4,6
Konzentrat	4,0	25	298	117	129	22	106	4,8
Konzentrat	5,0	20	357	146	160	27	133	4,9
Konzentrat	5,5	18	387	161	176	30	146	5,0
Konzentrat	6,0	17	417	176	192	32	160	5,0
Konzentrat	6,5	15	447	190	207	34	173	5,0
Konzentrat	7,0	14	477	205	223	37	186	5,1

Legende:

Cv = Volumenkonzentrationsfaktor

TS = Trockenmasse

MP = Molkenprotein

CMV = Casein-Molkenprotein-Verhältnis

Prozesse je nach Produkt und Betrieb sehr unterschiedlich sind und betriebspezifisch berechnet werden müssen.

Das aus der Mikrofiltration anfallende MF-Permeat wird häufig als «ideale Molke» bezeichnet (Thomet 2001) und kann mit Hilfe der Ultrafiltration und Umkehrosmose (5) in wertvolles Molkenproteinkonzentrat, RO/NF-Permeat und -Retentat getrennt werden. Die im RO- oder NF-Permeat enthaltene Wärmeenergie kann im Wärmetauscher (2) zur Aufwärmung der Rohmilch zurückgewonnen werden.

Schätzung der Kosten

Investitionskosten:

Der Hauptanteil der Investitionskosten, welche für Keramiksyste­me in einem Bereich zwischen 221'000 und 354'000 Franken liegen, entfällt auf die Mikrofiltrationsanlage selbst (Tab. 2). In diesen Anlagekosten sind die Druckrohre, die Druckpumpe, die Zentrifugalpumpen, der Wärmetauscher sowie alle Rohrleitungen und Armaturen miteingerechnet. Bei der Auslegung der Membranfläche wurde eine mittlere Fluxleistung von 50 l/m²*h eingesetzt. Die mittlere Fluxleistung kann je nach Filtersystem, Deckschichtbildung, Einstellparameter und Produktzusammensetzung durchaus zwischen 30 bis 70 l/m²*h variieren. Dementsprechend ändert auch die Filterauslegung. Einen wichtigen Kostenfaktor stellt aber auch die halbautomatische CIP (Cleaning in Place)-Reinigungsanlage dar. Sie beinhaltet Tanks (Inhalt 500 – 700 l) für alkalische und saure Reinigungslösungen und für Desinfektionsmittel sowie eine Reinigungspumpe und die nötigen Rohrleitungen und Armaturen. Weitere wichtige Kostenelemente der Investition sind die Membran-Module mit Gehäuse sowie die Stapeltanks

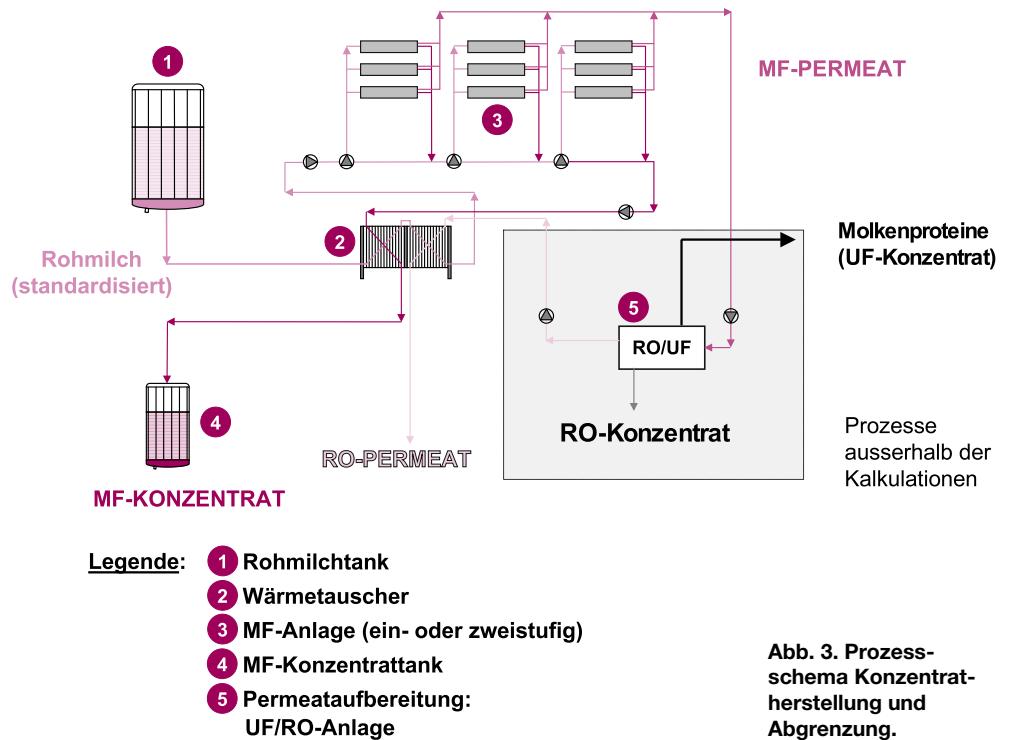


Abb. 3. Prozessschema Konzentratherstellung und Abgrenzung.

für die Ausgangsmilch und das MF-Konzentrat. In den Investitionskosten nicht miteingerechnet sind Aufwendungen für bauliche Anpassungen am Fabrikationsstandort, da diese betriebspezifisch zu kalkulieren sind.

Betriebskosten:

Die Betriebskosten setzen sich aus den Ausgaben für den Rohstoff, den jährlichen Membranersatz, für die Energie, die Reinigungsmittel, den Arbeitsaufwand, die Wartung, den Platzbedarf und die Abwassergebühren zusammen.

Weitaus der grösste Kostenfaktor sind die Rohstoffkosten mit 87 bis 91 %-Anteil an den gesamten Betriebskosten. Von den übrigen Betriebskosten sind die Arbeitskosten relativ bedeutend (Tab. 3). Alle andern Betriebskosten fallen weit weniger ins Gewicht und betragen weniger als 1,0 Rappen pro kg verarbeitete Milch.

Rohstoffe:

Der Rohmilchpreis wird individuell zwischen Lieferanten und Milchkäufer ausgehandelt und ist je nach Betrieb verschieden.

Tab. 2. Geschätzte Investitionskosten für eine MF-Anlage zur Konzentrierung von rund 3'000 kg Milch pro Tag (kein Schichtbetrieb, Preisstand 2004)

	Geschätzte Investitionskosten [Fr.]	
	Keramiksyste­m	Rohrmodulsyste­m
MF-Anlage (halb- bzw. vollautomatisch)	150'000 - 260'000	150'000 - 260'000
CIP-Anlage (Lauge, Säure, Spülwasser)	30'000 - 40'000	30'000 - 40'000
Membranen (inkl. Gehäuse) ca. 6 m ²	25'000 - 30'000	10'000 - 14'000
Rohmilchtank (3'000 bzw. 6'000 l)	10'000 - 15'000	10'000 - 15'000
Konzentrat tank (1'000 bzw. 2'000 l)	6'000 - 9'000	6'000 - 9'000
Total Investitionskosten	221'000 - 354'000	206'000 - 338'000
Mehrkosten bei doppelter Menge	40'000 - 50'000	25'000 - 30'000

Tab. 3. Geschätzte Betriebskosten für eine MF-Anlage zur Konzentrierung von rund 3'000 kg Milch pro Tag (kein Schichtbetrieb, Preisstand 2004)

	Keramiksystem		Rohrmodulsystem	
	[Fr./Jahr]		[Fr./Jahr]	
Rohstoffe: Rohmilch (4 % Fett) bei 73-76 Rp.	547'500	- 570'000	547'500	- 570'000
Verluste: 1 bis 2 % von Rohmilch = 0,7-1,4 Rp.	5'250	- 10'500	5'250	- 10'500
Reinigungswasser	1'500	- 3'750	1'500	- 3'750
Membranersatz (jährlicher Kostenanteil)	5'000	- 6'000	5'000	- 7'000
Energie: elektrische Energie	3'700	- 7'400	3'700	- 7'400
Wärmeenergie	2'000	- 3'000	2'000	- 3'000
Reinigungsmittel	790	- 1'500	790	- 1'500
Arbeit (Bedienung + Reinigung der Anlage)	35'000	- 50'000	35'000	- 50'000
Wartungsarbeit	2'100	- 2'800	3'000	- 4'100
Abwassergebühren	710	- 2'100	710	- 2'100
Platzbedarf	1'800	- 10'750	1'800	- 10'750
Total Betriebskosten	605'350	- 667'800	606'250	- 670'100
Kosten pro kg Milch [Rp.]	80,71	- 89,04	80,83	- 89,35
Betriebskosten bei doppelter Menge	1'163'550	- 1'252'500	1'166'050	- 1'256'500
Kosten pro kg Milch [Rp.]	77,57	- 83,50	77,74	- 83,77

Die Kosten für die Milch variieren je nach Milchkaufvertrag, Transportsituation und Fettgehalt. Dem vorliegenden Rechnungsbeispiel liegen folgende Kalkulationsdaten (Annahmen, Preise, Mengen etc.) zu Grunde:

Milchpreis ab Hof	70 bis 72	Rp. pro kg
Transport Rohmilch (Ø-Kosten)	3,0 bis 4,0	Rp. pro kg
Erlös aus Milchfett	10,0	Fr. pro kg
Geschätzte Verluste an Milch und Konzentrat: 1-2 %	0,7 bis 1,4	Rp. pro kg
Produktionstage (Vollauslastung)	250	Tage im Jahr
Produktionszeit	10	Std. pro Tag
Reinigungszeit	2	Std. pro Tag

Die Verkäsungszulage wird bei der Ermittlung der Kosten zur Herstellung von Konzentrat als Halbfabrikat für die Weiterverarbeitung nicht berücksichtigt. Diese käme erst als Ertrag bei der Käseherstellung in die Kalkulationsrechnung. Das Rechenbeispiel vergleicht also lediglich die Herstellkosten des Konzentrates als Halbfabrikat, unabhängig zu welcher Weiterverarbeitung dieses gelangt.

Die Erklärungen zur Ermittlung der dargestellten wirtschaftlichen

Kennziffern sind im ALP Forum Nr. 16d (2004) «Herstellkosten von MF-Konzentrat» (www.alp.admin.ch/de/publikationen/alpforum.php) im Detail beschrieben.

Kapitalkosten:

Die Bestimmung der Kapitalkosten ist nach verschiedenen Methoden durchführbar. Die an dieser Stelle durchgeführten Berechnungen beruhen auf folgenden Annahmen:

- Aufnahme eines Investitionskredites (50 % der Investitionskosten)
- Amortisation des Investitionskredites in 5 Jahren
- Zinssatz des Investitionskredites (50 % der Investitionskosten) von 5 %
- Lineare Abschreibung der gesamten Anlage in 8 Jahren

Die Kapitalkosten wurden unabhängig vom Filtersystem berechnet, da der Mehrpreis für die teureren Keramiksysteme auf

die gesamten Investitionskosten mit 5 bis 10 % (siehe Tab. 4) gering sind. Pro kg verarbeitete Milch sind je nach System und Anlagekonfiguration zwischen 6,6 bis 11,3 Rp. Kapitalkosten notwendig. Milchverarbeiter, welche 6'000 kg Milch pro Tag zu Konzentrat verarbeiten und absetzen können, müssten nur noch 3,7 bis 6,5 Rp. für die Kapitalkosten einsetzen.

Beispiel zur Berechnung der Herstellkosten:

Aus dem in Abb. 3 dargestellten Prozess gehen je nach TS pro Jahr 150 (Cv = 5,0, TS 42 %) bis 270 (Cv = 2,8, TS 25 %) Tonnen MF-Konzentrat aus 75 Tonnen Rohmilch mit 4,0 % Fett hervor. Damit entstehen Herstellkosten zwischen 0,655 bis 0,755 Mio. Fr. pro Jahr (Tab. 4). Bei der Verarbeitung von Vollmilch stellt das MF-Retentat die einzige Ertragsquelle dar. Wird standardisierte Milch konzentriert, helfen zusätzlich die Rahmehnahmen die Kosten decken. Für die Betriebe, welche Konzentrat fabrizieren möchten, sind die Herstellkosten pro kg Konzentrat von grossem Interesse. Diese müssen gedeckt sein, bevor das Produkt (oder Halbfabrikat) einen Gewinn abwirft. Zur Berechnung dieser Gewinnschwelle sind sowohl der Fettgehalt, die Trockenmasse wie auch der spätere Verwendungszweck entscheidend. Das Konzentrat aus dem beschriebenen Prozess benötigt je nach Produkt einen Fettanteil von 2 bis 4 % in der Ausgangsmilch. Die Ertragsspanne wird jedoch durch den unterschiedlichen Fettanteil nicht extrem beeinflusst, da der Fett- und der Konzentratpreis am Markt wenig differieren. Die kalkulierten TS-Gehalte beeinflussen die Herstellkosten und sind je nach Verwendungszweck anzupassen (Tab. 4). Die Weiterverarbeitung des konzentrierten Halbfabrikates kann grob in vier Verwendunggruppen für unter-

schiedliche Marktsegmente eingeteilt werden:

■ Weiterverarbeitung zu Käsen (v.a. Weichkäse, Frischkäse) ohne Bruchbearbeitung

■ Weiterverarbeitung zu Desserts, Saucen oder Dips

■ Weiterverarbeitung zu Produkten im Bereich Zwischenmahlzeit (Snacks, Käsewurst)

■ Einarbeitung in andere Lebensmittel

Schlussfolgerungen

Die Herstellung von Konzentrat mit Hilfe der Mikrofiltration scheint für KMU eine wirtschaftlich interessante Alternative zur traditionellen Käseherstellung zu sein. Die Herstellkosten pro kg Konzentrat betragen je nach Zusammensetzung und Verwendungszweck 2,88 - 5,04 Fr. bei 3'000 kg Ausgangsmilch. Ein zusätzlicher Nettoertrag zwischen 250 bis 1'000 Fr. pro Tonne zu diesem Halbfabrikat verarbeitete Milch scheint durchaus realistisch zu sein. Mit der Weiterverarbeitung und Vermarktung des MF-Permeates lassen sich zusätzliche interessante Erträge erwirtschaften.

Tab. 4. Herstellkosten von MF-Konzentrat je nach Verwendungszweck und TS-Gehalt für MF-Konzentrate aus rund 3'000 kg Milch (Fett 4,0 %) pro Tag (kein Schichtbetrieb, Preisstand 2004)

Verwendungszweck	Konzentratmenge (bei TS-Gehalt) [kg pro t Milch]	Geschätzte Herstellkosten [Fr./kg Konzentrat]	Geschätzte Herstellkosten [Fr./1000 kg Milch]	Geschätzte Herstellkosten [Fr./Jahr für 750 t Milch]
Käseprodukte	200 (42 %)	4,36 – 5,04	873 – 1'007	0,655 – 0,755 Mio.
Desserts, Saucenprodukte	303 (30 %)	2,88 – 3,32	873 – 1'007	0,655 – 0,755 Mio.
Bereich Convenience	213 (40 %)	4,09 – 4,73	873 – 1'007	0,655 – 0,755 Mio.
Einarbeitung Lebensmittel	250 (35 %)	3,49 – 4,03	873 – 1'007	0,655 – 0,755 Mio.

Literatur

■ Bachmann H.-P., 2003. Neues, innovatives Verfahren für die Herstellung von Käse (Agrarforschung). *FAM-Information* (459), 1-10. Zugang: http://www.alp.admin.ch/de/publikationen/docs/pub_BachmannHP_2003_15472.pdf

■ Thomet A., 2001. Reisebericht. 3rd International Whey Conference, München, 12.-14. September 2001. Zugang: http://www.sar.admin.ch/fam/docu/projekte_34/at_muenchen.pdf

■ Thomet A., Gallmann P.U., 2003. Neue Milchprodukte dank Filtrationstechnik *FAM-Information* 453, 1-41. Zugang: http://www.alp.admin.ch/de/publikationen/docs/pub_ThometA_2003_15408.pdf

[de/publikationen/docs/pub_ThometA_2003_15408.pdf](http://www.alp.admin.ch/de/publikationen/docs/pub_ThometA_2003_15408.pdf)

■ Thomet A., Fragnière C., 2004. Herstellkosten von MF-Konzentrat. *ALP Forum* 16d 1-23. Zugang: <http://www.alp.admin.ch/de/publikationen/alpforum.php>

■ Wagner J., 2001. Membrane Filtration Handbook. Practical Tips and Hints. Second Edition, Revision 2. Osmonics, Inc., Minnetonka USA. 127 S.

■ Wyss B., 2003. Ermittlung von wirtschaftlichen Kennziffern zur FAM NF-Methode. Semesterarbeit an der Fachhochschule für Landwirtschaft, Abteilung Lebensmitteltechnologie, Zollikofen. 28 S.

RÉSUMÉ

Le concentré de lait est rentable

La fabrication de concentré de lait par un procédé de microfiltration (MF) semble représenter pour les PME une alternative intéressante économiquement à la fabrication traditionnelle de fromage. Les coûts de fabrication par kg de concentré varient, en fonction de la composition et de l'usage prévu, entre Fr. 2,88 et Fr. 5,04 pour 3'000 kg de lait. La transformation des concentrés MF en nouveaux produits créatifs ouvre d'intéressantes perspectives aux exploitations intéressées et de nouvelles possibilités sur le marché. Les indices économiques sont très prometteurs et la rentabilité de quelques exploitations de transformation pourrait en être améliorée.

SUMMARY

Milk concentrate is interesting for small dairies

The production of cheese from milk concentrate made by microfiltration is an economic alternative to traditional cheese making for small dairies.

The estimated production cost of the milk concentrate are between 2,88 to 5,04 CHF/kg calculated to a batch size of 3'000 kg milk, depending on the intended purpose. The further processing of the milk concentrate to new products opens interesting perspectives on the market. The economic figures are promising to improve the profitability of small dairies.

Key words: concentration, microfiltration, costs, cheese manufacture