

# FÜTTERUNG DER KUH – EINFLUSS AUF DIE MILCHQUALITÄT

Diskussionsgruppen



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Volkswirtschafts-  
departement EVD  
**Forschungsanstalt**  
**Agroscope Liebefeld-Posieux ALP**

## Inhalt

1	Einleitung	3
2	Fütterungsabhängige Milcheigenschaften und deren Einfluss auf die Käseherstellung	3
3	Milchgehalt & Milchleistung	4
3.1	Beeinflussung durch die Fütterung	4
3.2	Proteingehalt der Milch	4
3.3	Fettgehalt der Milch	7
4	Einfluss der Fütterung auf die Fettzusammensetzung	8
4.1	Synthese der MilCHFettes	8
4.2	Das Fettsäuremuster beeinflusst die Teigeigenschaften von Käse	9
5	Milchproduktion mit hohem Weideanteil	13
5.1	Versuche mit konzentrierten Abkalbungen im Frühling	13
5.2	Versuch mit Vollweide unter Bedingungen des Biolandbaus 2005	15
6	Einfluss der Fütterung auf die bakteriologische Beschaffenheit der Milch	20
6.1	Silage	20
6.2	Feuchtheu	20
7	Zusammenfassung	22
8	Literatur	23

# 1 Einleitung

Tierhaltung, Tiergesundheit, Fütterung und Melken können sich bei Fehlern und Mängeln negativ auf die Zusammensetzung und die Verarbeitungstauglichkeit der Milch auswirken. Der sinkende Milchpreis zwingt die Bauern, die Produktionskosten zu senken. Dabei besteht die Gefahr, dass sich die Rationalisierungsmaßnahmen zulasten der Qualität der Milch und der daraus hergestellten Produkte auswirken. Auch der Käser findet sich im Dilemma von Preis und Qualität der Milch.

Eine definierte Rohmilchqualität ist jedoch für die Käseherstellung eine wichtige Voraussetzung, um ein hochwertiges Produkt erreichen zu können. Dies gilt sowohl für die mikrobiologische Qualität der Rohmilch wie auch für die Inhaltsstoffe. Nur mit einer mikrobiell und bezüglich Zusammensetzung einwandfreien Rohmilch sind die Voraussetzungen für eine in sensorischer und in hygienischer Hinsicht einwandfreien Käsequalität gegeben.

## 2 Fütterungsabhängige Milcheigenschaften und deren Einfluss auf die Käseherstellung

In der Ausbildung haben wir gelernt, dass die Gehalte der echt gelösten Milchbestandteile wie der Laktose und gewisser Mineralstoffe (Na, K, Cl, Citrat) über die Fütterung nur in geringem Masse beeinflusst werden können. Der stärkste Zusammenhang mit der Fütterung zeigt sich erfahrungsgemäss beim Milchfettgehalt, während der Gehalt an Protein diesbezüglich eine mittlere Position einnimmt, gleich wie Calcium und Phosphat, zwei Mineralstoffkomponenten, die zu einem wesentlichen Teil ans Casein gebunden vorliegen und im Gehalt entsprechend eng mit dem Caseingehalt der Milch korrelieren.. Diese Gehaltsveränderungen wirken sich auf das technologische Verhalten und somit auch auf die Käseherstellung aus, wie Abb. 1 schematisch zeigt.



Abb. 1: Schematische Übersicht über die wichtigsten Einflüsse der Fütterung auf die Milcheigenschaften und den Käse.

### 3 Milchgehalt & Milchleistung

#### 3.1 Beeinflussung durch die Fütterung

Verschiedene Faktoren beeinflussen den Gehalt der Kuhmilch. Die Wichtigsten sind die Genetik und das Laktationsstadium. Aber auch die Fütterung spielt eine wichtige Rolle. Mit einer optimierten Ration und angepasster Fütterungstechnik können Schwankungen in den Milchgehalten verringert werden. Folgende Punkte sind in der Fütterungsgestaltung von Bedeutung, um die Milchgehalte auf ein der Rasse, dem Alter und dem Laktationsstadium entsprechendes Niveau zu bringen:

- Die Energieversorgung ist entscheidend für den Milchproteingehalt.
- Die Kuh als Wiederkäuer braucht eine Fütterung, die die Pansenfunktion und Wiederkautätigkeit fördert. Die Ration muss deshalb neben den Anforderungen an den Nährstoffgehalt auch solche bezüglich Strukturwert und Rohfasergehalt erfüllen.
- Energiereiche Futtermittel mit hohen Gehalten an leicht abbaubaren Kohlenhydraten (zB: Getreide, Rüben, Kartoffeln) müssen im Anteil begrenzt werden (Pansenübersäuerung)
- Fettzusätze zeigen je nach Art und Menge der Fette (Futterfett, Sonnenblumen, Raps, Soja etc.) unterschiedliche Auswirkungen auf Milchleistung und Milch Inhaltsstoffe (siehe weiter unten). Ein Gesamtfettgehalt der Ration von 5 – 6 % in der Trockensubstanz sollte nicht überschritten werden, wobei zu berücksichtigen ist, dass eine typische Grundration schon 2 – 3,5 % Fett enthält.
- Spezialprodukte bzw. „Wundermittel“ zur Gehaltsverbesserung existieren nicht.
- Bei der Fütterungstechnik ist zu beachten, dass
  - die Fütterungszeiten genügend lang sind, wenn möglich rund um die Uhr,
  - für maximalen Verzehr Futterreste in Kauf genommen werden müssen,
  - mit strukturierten Futtermittel zu beginnen ist, falls Futtermittel nacheinander vorgelegt werden,
  - Krafffutter über den Tag verteilt zu füttern ist, pro Gabe maximal 2 –3 kg.

#### 3.2 Proteingehalt der Milch

Die Bausteine des Milchproteins, welches in der Milchdrüse gebildet wird, sind die im Blut zirkulierenden Aminosäuren (Abb. 2). Sie stammen aus Mikrobenprotein, aus nicht abgebautem Futterprotein und in sehr beschränktem Mass aus Körperprotein. Dabei ist das von den Pansenbakterien aufgebaute Mikrobenprotein der wichtigste Lieferant von Aminosäuren für die Milchproteinsynthese. Voraussetzung für einen optimalen Aufbau von Mikrobenprotein ist die Schaffung idealer Wachstumsverhältnisse für die Pansenmikroorganismen. Dies bedingt eine genügende und ausgeglichene Versorgung der Bakterien mit im Pansen verfügbarer Energie und Stickstoff sowie einen Pansen-pH-Wert, welcher sich im Bereich von 6 bis 7 befindet.

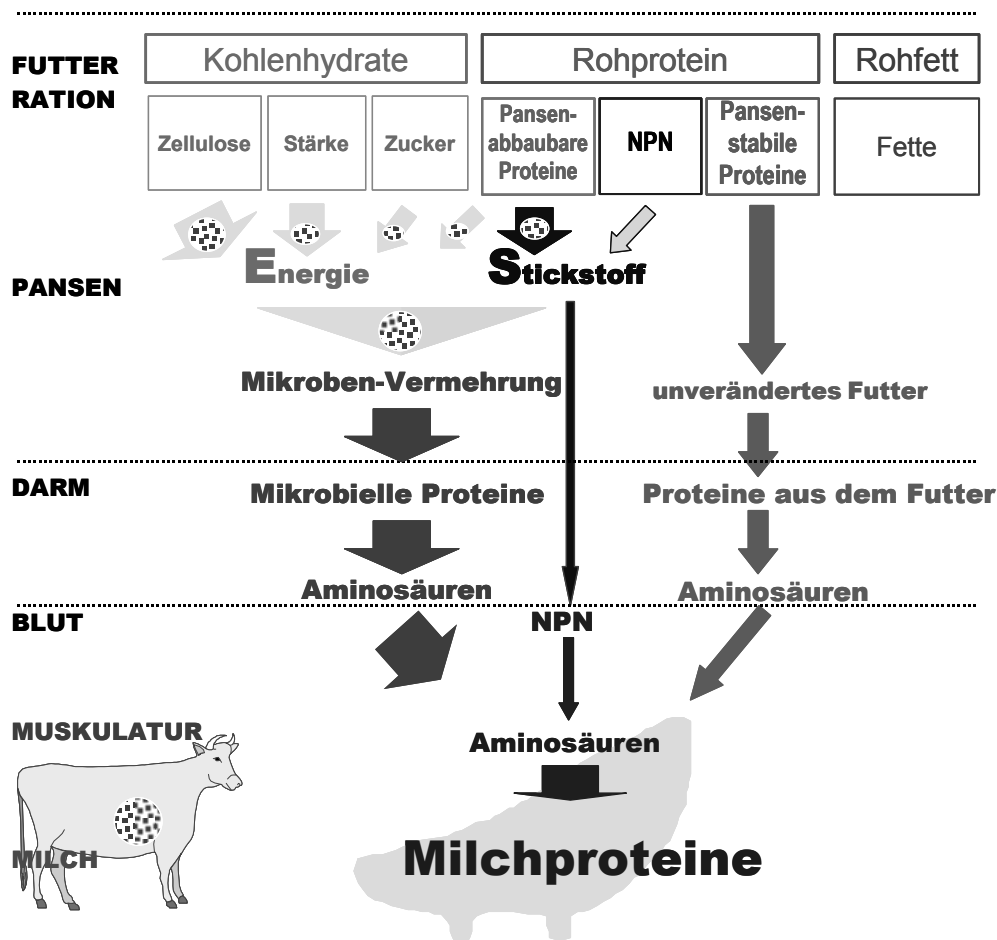


Abb. 2: Bildung des Milcheiweisses (NPN: Nichtproteinstickstoffverbindungen)

### Die Energieversorgung ist entscheidend für den Milchproteingehalt

Die Höhe der Energieversorgung ist hauptverantwortlich für Schwankungen im Milchproteingehalt. Eine Zufuhr von fermentierbarer Energie begünstigt die Synthese von mikrobiellem Protein im Pansen. Gerade in Rationen, die fast ausschliesslich aus Wiesenfutter bestehen, kann ein Mangel an pansenverfügbarer Energie die Ursache tiefer Milchproteingehalte sein, auch wenn im Futter ein Stickstoffüberschuss vorliegt. Die einzelnen Tiere reagieren aber z.T. verschieden (Abb. 3). Tiere, welche von der genetischen Veranlagung her hohe Milchproteingehalte aufweisen, reagieren besonders empfindlich auf ein Energiedefizit.

Wenn im Durchschnitt der ganzen Herde ein ungenügender Proteingehalt beobachtet wird, ist eine Überprüfung der Energieversorgung angezeigt. Gegebenenfalls sind die Mengen an energiereichen Rationskomponenten wie Getreidemischung und Maiskolbenschrot zu erhöhen, wobei die oben erwähnten Fütterungsgrundsätze massgebend bleiben.

Im Frühling ist die Energieversorgung in der Regel sehr gut und das Energie : Protein – Verhältnis ziemlich ausgeglichen.

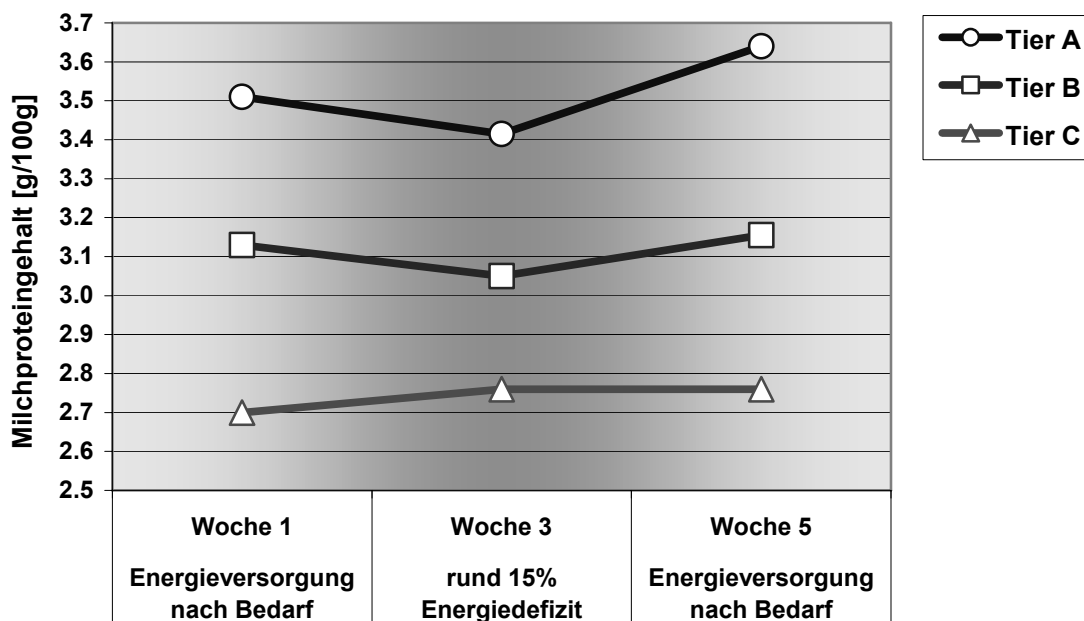


Abb. 3: Verlauf des Milchproteingehaltes bei defizitärer Energieversorgung (ALP-Versuch, 1994)

Abbildung 4 zeigt den jahreszeitlichen Verlauf des durchschnittlichen Proteingehaltes von Lieferantenmilchproben. Die Gehaltszunahme gegen den Herbst erklärt sich vor allem durch den wachsenden Anteil von Kühen, welche in einem späten Laktationsstadium sind. Die Graphik zeigt aber auch, dass die Gehalte in der Talzone allgemein höher sind als in der Bergzone. Hier liegt ein Zusammenhang mit der Fütterung bzw. der Futterqualität auf der Hand, denn es wurden nur Betriebe mit gleicher Viehrasse verglichen.

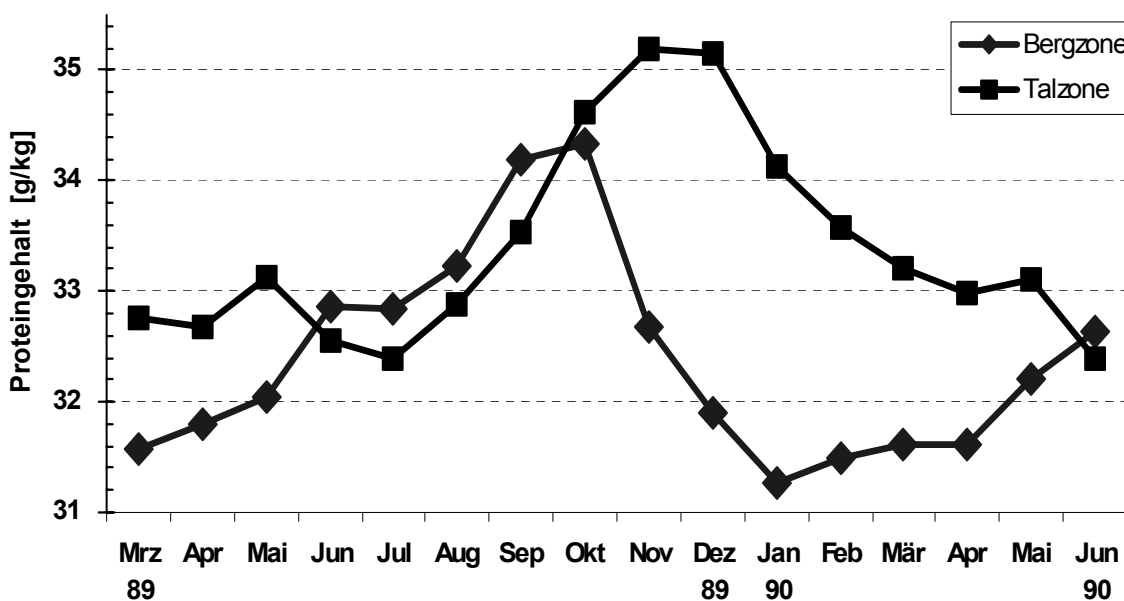


Abb. 4: Jahreszeitliche Schwankungen des Proteingehaltes der Milch. Durchschnitt von total 240 Braunviehbetrieben in Talzone und Bergzone (Daten F.Taha, Diss. ETH Nr. 9774, 1992)

### 3.3 Fettgehalt der Milch

Milchfett wird im Wesentlichen gebildet aus Acetat (Essigsäure), das vorab beim Abbau von Zellulose (Rohfaser) entsteht, und zu einem geringeren Teil aus Buttersäure, welche bei der Vergärung leicht löslicher Zucker (Futterrüben) anfällt. Auch Fettsäuren aus dem Futter tragen zur Milchfettbildung bei. Weitere Anteile des Milchfettes kommen aus mobilisierten Körperfettreserven (bis zu 60 kg Fettreserven).

Zwischen dem Strukturwert der Ration und der Produktion von Essigsäure im Pansen besteht ein enger Zusammenhang. Je grösser der Anteil an strukturierter Rohfaser (Abb. 5) in der Ration ist, umso intensiver ist die Wiederkautätigkeit und die Speichelproduktion. Dadurch wird ein Absinken des Pansen-pH-Wertes verhindert und die Essigsäureproduktion bleibt hoch, was sich in guten Fettgehalten der Milch äussert. Nicht alle rohfaserreichen Futtermittel weisen automatisch einen genügenden Strukturwert auf; sie können auch zu fein gehäckselt oder vermüst werden. Deshalb ist beim Einsatz von Mischwägen besonders auf ein korrektes und schonendes Mischen zu achten.

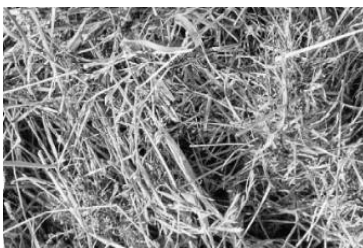


Abb. 5: Gut strukturiertes Heu

Hohe Anteile an Kraftfutter (Abb. 6), Futterrüben und Kartoffeln senken den Milchfettgehalt. Besonders wenn diese Anteile zusammen 50 % der Gesamtration überschreiten, steigt im Pansen aufgrund der vielen, rasch abbaubaren Kohlenhydrate und der mangelnden Struktur der Anteil der gebildeten Propionsäure auf Kosten der Essigsäure an, was einen verminderten Fettgehalt zur Folge hat. Dieser Rückgang hängt stark von der Kohlenhydratquelle ab. Eine gute Fütterungstechnik (siehe oben) kann ebenfalls die negativen Effekte dämpfen



Abb. 6: Kraftfuttermischung

Es ist darauf zu achten, dass vor allem bei hohen Kraftfuttermengen die energiereichen Ergänzungsfuttermittel rund 25 - 40 % Maiskörner enthalten. Da Maisstärke weniger schnell und unvollständiger abgebaut wird als Stärke anderer Getreide, steht dem Tier die Energie gleichmässiger über den Tag verteilt zur Verfügung. Der Milchfettgehalt fällt somit weniger stark ab. Dies wirkt sich auch positiv auf den Milchproteingehalt aus.

Bei fettarmen Rationen mit Dürrfutter oder Rüben kann der Einsatz von Futterfett im Rahmen der erwähnten Grenzen einen positiven Einfluss auf den Milchfettgehalt haben. Werden pflanzliche Fette in Form von geschroteten Ölsaaten (Raps-, Leinsamen, Sonnenblumenkerne) verfüttert, ist in der Regel zwar mit einem leichten Rückgang des Milchfett- und Milcheiweissgehaltes zu rechnen, dafür wird aber die Milchfettzusammensetzung positiv beeinflusst (siehe unten)

### Wundermittel gibt es nicht

Auf dem Markt werden viele Produkte angepriesen, welche die Milchgehalte verbessern sollen. In korrekt angelegten Fütterungsversuchen zeigen diese Spezialprodukte aber meist nur schwache bis keine Wirkungen auf die Milchgehalte. Durch eine ausgewogene, der Leistung entsprechende Nährstoffversorgung der Milchkuh können auf einfachem und billigerem Weg die Milchgehalte auf ein Niveau gebracht werden, welches auch dem genetischen Potenzial der Milchkuh entspricht.

## 4 Einfluss der Fütterung auf die Fettzusammensetzung

### 4.1 Synthese der Milchfettes

Fett besteht aus Glycerin und verschiedenen Fettsäuren (Abb. 7), die man aufgrund ihrer Kettenlänge und Struktur (mit oder ohne Doppelbindungen) grob wie folgt einteilen kann.

- Kurzkettige Fettsäuren (Buttersäure, Capronsäure)
- Mittelkettige Fettsäuren (Laurinsäure)
- Langkettige, gesättigte Fettsäuren (Bsp. Palmitinsäure, Stearinsäure)
- Langkettige, ungesättigte Fettsäuren (Bsp. Ölsäure, Linolsäure)

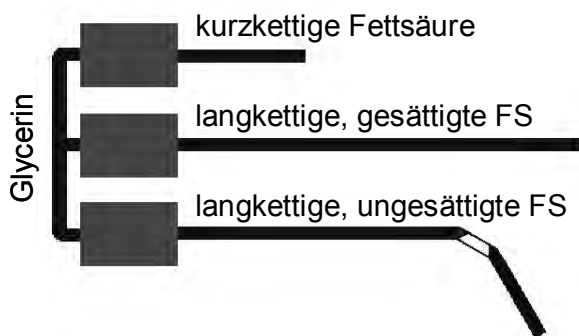


Abb. 7: Aufbau der Triglyceride des Milchfettes. Ungesättigte Fettsäuren behindern die Fettkristallisation und senken darum den Schmelzpunkt.

### Die Fettsäuren für das Milchfett stammen aus drei Quellen:

- **Neusynthese im Eutergewebe** (ca. 50% der Fettsäuren, hauptsächlich gesättigt)  
Ausgangsstoff für die Neusynthese sind Carbonsäuren (z.B. Essigsäure), die als Verdauungsprodukt im Pansen entstehen.
- **Fettsäuren aus dem Futterfett** (ca. 35% der Fettsäuren)  
Die Zusammensetzung der direkt aus dem Futterfett stammenden Fettsäuren ist stark durch die Art des Futters geprägt (z.B. dessen Ölsäuregehalt).
- **Abbau von Körperfett** (ca. 15% der Fettsäuren)  
Beim Abbau von Körperfett (erfolgt v.a. zu Beginn der Laktation) wird überwiegend Ölsäure in das Milchfett eingebaut.



Diese Zusammenhänge lassen erkennen, dass die Milchfettzusammensetzung von vielen Faktoren beeinflusst wird. Die wichtigsten sind:

- das Laktationsstadium
- die Höhe und Art der Energieversorgung
- die Rationsgestaltung und Fettzufuhr (Zusammensetzung der Grundration, Fettmenge und -art)
- der Milchfettgehalt

#### **4.2 Das Fettsäuremuster beeinflusst die Teigeigenschaften von Käse**

Die wichtigsten Fettsäuren sind die Palmitinsäure und die Ölsäure. Die gesättigte Palmitinsäure bewirkt ein härteres Milchfett während die Ölsäure für ein weiches Milchfett verantwortlich ist. Höhere Gehalte an Ölsäure verbessern die Teigbeschaffenheit der meisten Käsesorten.

#### **Versuch von ALP mit gemahlene Rapssamen, Sonnenblumenkernen und Leinsamen**

Zur Verbesserung der Fettzusammensetzung der Milch wurden drei verschiedene Ölsaaten durch ALP verglichen. Ziel des Versuches war, den Einfluss auf die Milchleistung und Milchhaltsstoffe abzuklären und die schon bekannten Auswirkungen der Fettzusammensetzung auf die Käsequalität zu bestätigen.

Drei Gruppen von je 11 Kühen erhielten die gleiche Grundration, bestehend aus 15 kg Futterrüben und Dürffutter. Die Rationen wurden aufgrund der individuellen durchschnittlichen Milchleistung, der Milchgehalte, des Lebendgewichtes und der Nährstoffaufnahme der vorangegangenen Woche mit einer Getreidemischung und einem Proteinkonzentrat ergänzt. Nach einer zweiwöchigen Vorperiode wurde während drei Wochen (Versuchsperiode 1) den drei Gruppen von Kühen pro Tag je 1.0 kg gemahlene Rapssamen, Sonnenblumenkerne respektive Leinsamen zur Verfügung gestellt. Anschliessend wurden die Sonnenblumen- und Leinsamenmengen für zwei Wochen auf 1.5 kg erhöht, während die verabreichte Menge an Rapssamen unverändert blieb (Versuchsperiode 2). In der dritten Woche der Versuchsperiode 1 wurde während drei aufeinanderfolgenden Tagen ein Teil der Milch in der Modellkäserei der ALP zu Emmentalerkäse weiter verarbeitet.

#### **Einfluss auf Milchleistungen und Inhaltsstoffe**

Bei den Tieren, welche Rapssamen erhielten, war tendenziell eine leicht höhere Milchleistung festzustellen (Tab. 1). Wird das bereits zu Versuchsbeginn bestehende höhere Niveau dieser Gruppe in die Auswertung einbezogen, so kann diese Mehrleistung statistisch nicht abgesichert werden. Auch der Vergleich der nach Energie korrigierten Milchmenge (ECM) und der Milchgehalte zeigte keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Varianten. Mit der Erhöhung der Sonnenblumenkerne auf 1.5 kg pro Tag sank der Fettgehalt.

Tab. 1: Mittelwerte der Milchleistungen und Inhaltsstoffe

Variante	Raps- samen	Sonnen- blumenkerne	Lein- samen
<b>Vorperiode</b>	-	-	-
Milch kg/Tag	30.5	29.7	30.1
ECM kg/Tag	30.1	30.1	30.4
Fettgehalt %	3.87	4.11	4.09
Proteingehalt %	3.37	3.38	3.30
<b>Versuchsperiode 1</b>	1 kg	1 kg	1 kg
Milch kg/Tag	30.5	29.0	28.8
Milch ECM kg/Tag	30.9	29.5	29.8
Fettgehalt %	4.05	4.13	4.19
Proteingehalt %	3.39	3.38	3.37
<b>Versuchsperiode 2</b>	1 kg	1.5 kg	1.5 kg
Milch kg/Tag	29.5	28.8	27.7
Milch ECM kg/Tag	29.4	27.6	28.4
<b>Fettgehalt %</b>	3.94	<b>3.69</b>	4.18
Proteingehalt %	3.33	3.26	3.29

ECM: nach Energiegehalt korrigierte Milchmenge

### Milchfettzusammensetzung

Die Ergänzung der Grundration von Heu und Futterrüben mit Ölsaaten verbesserte die Milchqualität sowohl in technologischer wie auch in ernährungsphysiologischer Hinsicht deutlich (Abb. 8). Die Gehalte der gesättigten Fettsäuren nahmen in Abhängigkeit von den verschiedenen Futterrationen (Kontrolle, 1 kg Leinsamen, Rapsamen oder Sonnenblumenkerne bzw. 1.5 kg Leinsamen oder Sonnenblumenkerne) mehr oder weniger linear ab, diejenigen der einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren nahmen linear zu. Damit konnte das Verhältnis von Ölsäure (C18:1) zu Palmitinsäure (C16:0) in den meisten Varianten über die für die Herstellung von qualitativ gutem Hartkäse wichtige Grenze von 0.8 angehoben werden.

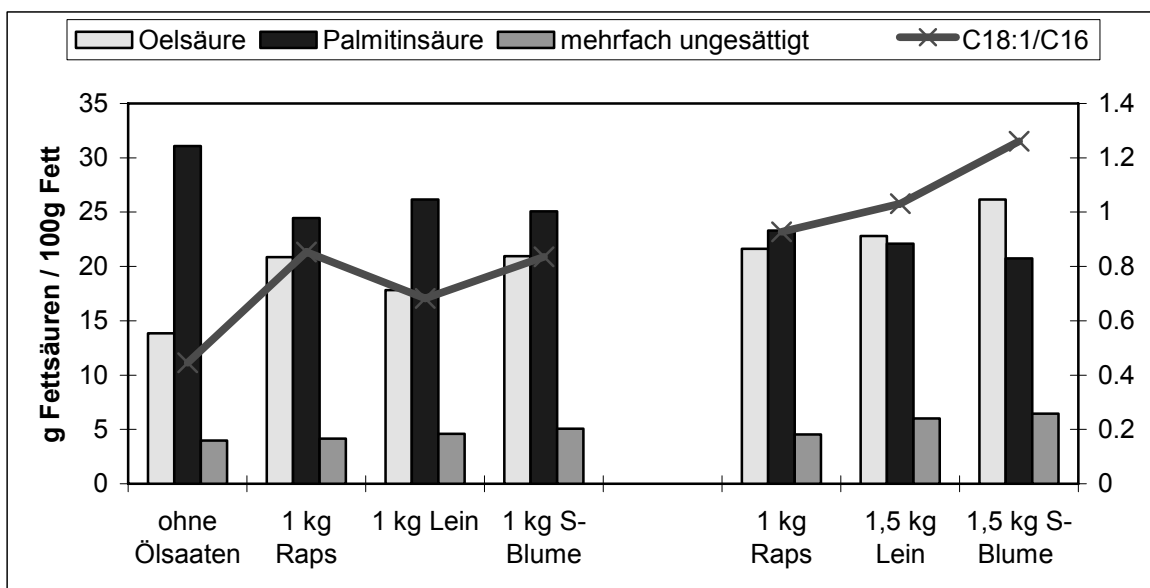


Abb. 8: Veränderung der Gehalte einiger technologisch und ernährungsphysiologisch wichtiger Fettsäuren in der Milch durch verschiedene Ölsaaten

## Käsequalität

Die Qualität der Versuchskäse der drei Varianten unterschied sich zum Teil recht deutlich. Insgesamt waren die Qualitätsnoten mit der Beifütterung von Sonnenblumenkernen am höchsten und mit Rapssamen am tiefsten (Abb. 9, 10). Auffällige Geschmacksabweichungen, wie z.B. bitter oder nach Ölsaaten schmeckend, wurden bei keiner Variante festgestellt.

Der deutlich festere Teig bei den Käsen mit Leinsamen-Fütterung lässt sich mindestens teilweise durch den geringeren Fettgehalt der Leinsamen im Vergleich zu Raps- und Sonnenblumensamen erklären. Bei gleicher Ölsaatenmenge in der Ration (1 kg) war das Fettangebot dadurch kleiner.

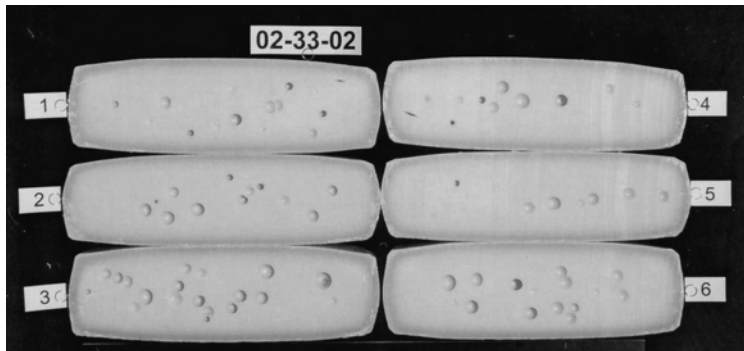


Abb. 9: Schnittbild der Versuchskäse (ohne Kontrollkäse). Nr. 1 und 4: 1 kg Rapssamen; Nr. 2 und 5: 1 kg Sonnenblumenkerne; Nr. 3 und 6: 1 kg Leinsamen

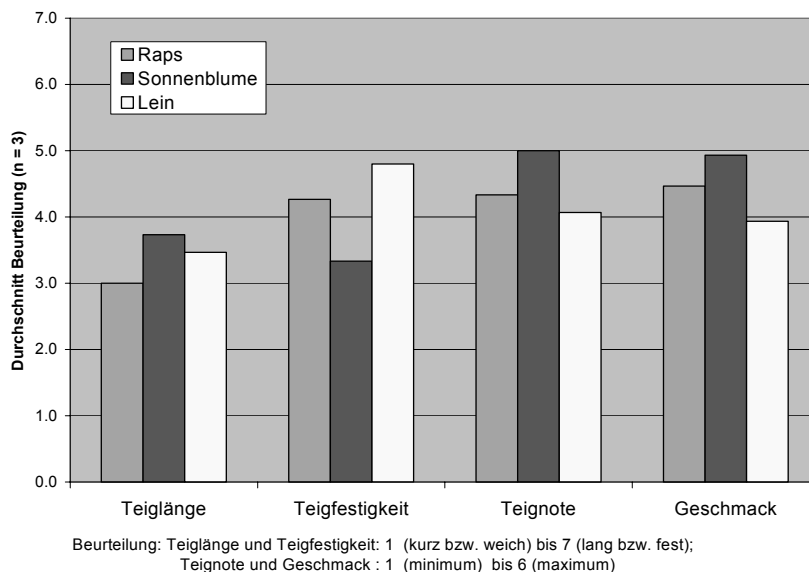


Abb. 10: Beurteilung der Modellemmentaler in Ölsaatenfütterungsversuch.

## Folgerungen für die Praxis

### Allgemein

Die Verfütterung von Ölsaaten ...

- verändert die Fettzusammensetzung in gewünschter Richtung
- auch bei relativ hohem Rübenanteil in der Ration
- erfordert aber mindestens eine Menge von einem Kilogramm, um den Quotienten Ölsäure/Palmitinsäure auf > 0.80 anzuheben
- beeinflusst weder die Milchleistung noch den Milchproteingehalt signifikant

### Rapssamen

- wäre aus Kostengründen und wegen der Möglichkeit des Eigenanbaus zu bevorzugen
- verbessert die Teigbeschaffenheit im Modellementaler; jedoch nicht im gleichen Ausmass wie Sonnenblumenkerne.

### Leinsamen

- führten tendenziell zu einem leicht tieferen Dürrfutterverzehr.
- wegen des tieferen Fettgehaltes sind höhere Mengen erforderlich.
- Bringen ausserdem zusätzliche Omega-3 Fettsäuren in die Milch

### Sonnenblumenkerne

- Das Verhältnis Ölsäure/Palmitinsäure wird deutlich über die technologisch wichtige Grenze von 0.8 angehoben.
- verbessern die Käsequalität am deutlichsten
- bei Tagesrationen von 1.5 kg leichter Abfall des Fettgehaltes
- Erhöhung des CLA-Gehaltes

## 5 Milchproduktion mit hohem Weideanteil

### 5.1 Versuche mit konzentrierten Abkalbungen im Frühling

Zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit in der Milchproduktion wird das «Neuseeländer Modell» der Milchproduktion vorgeschlagen. Ziel dieses Modells ist, durch die Konzentration der Abkalbungen im Spätwinter - Frühling einen möglichst hohen Anteil der Milchproduktion in die Weideperiode zu legen. Weil die Weide in der Regel die kostengünstigste Futterquelle ist, können so die Fütterungskosten beträchtlich reduziert werden. Bei dieser Produktionsform ist nebst den jahreszeitlich unterschiedlichen Milcheinlieferungen allerdings mit einer Verstärkung der saisonalen Schwankungen der Milcheigenschaften zu rechnen, weil dabei gleich zwei starke Effekte zusammenfallen: das veränderliche Futterangebot bezüglich Menge und Qualität und das synchron fortschreitende Laktationsstadium der Tiere. In Irland und Schottland, wo die Milchproduktion ebenfalls stark dem Vegetationszyklus folgt, kennt man dadurch bedingte Probleme in der Fabrikation von Cheddarkäse. Nebst der Wirtschaftlichkeit der Milchproduktion interessierte in den Untersuchungen von ALP darum auch die Zusammensetzung und die Verkäsbarkeit der Milch in der Anfangs- und Endphase der synchronisierten Laktation der Herde.

Für die Erhebung der Milchezusammensetzung während der Laktation wurden in der Regel pro Monat zwei Milchproben gefasst. Modellemmentaler wurden in verschiedenen Zeitperioden fabriziert:

- Dürrfütterungsperiode und gleichzeitig ganz am Schluss der Laktation.
- Noch Dürrfütterung und so früh wie möglich, in der Laktationsperiode (mit Einbezug der erwarteten energie-defizitären Phase).
- So früh wie möglich in der Weideperiode (mit Einbezug der immer noch erwarteten energie-defizitären Phase)

Für die Fabrikation der Kontrollkäse diente Mischmilch aus Uettligen.

#### Erkenntnisse aus den durchgeführten Versuchen:

##### Härte des Milchfettes in Abhängigkeit der Laktationsphase

Die Ölsäure (C18:1) als „Weichmacher“ des Milchfettes ist im Dezember und Januar mit geringeren Anteilen vertreten (Ende Laktation und Dürrfütteration), diese Feststellung erstaunt auch nicht (Abb. 11). Bei Laktationsbeginn (mit einer Dürrfütteration) kann der Anteil höher liegen als derjenige der Palmitinsäure (C16:0) als „Härter“ des Milchfettes. Dies lässt sich über eine Mobilisation von Körperfett erklären.

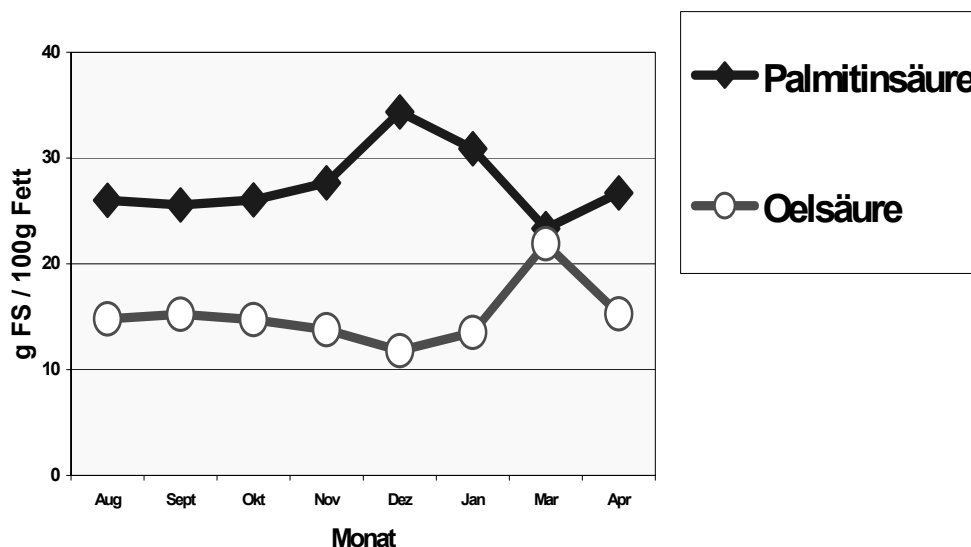


Abb. 11: Palmitin- und Ölsäure im saisonalen Verlauf (synchronisierte Laktationen)

Mineralstoffe (Calcium, Magnesium und Mangan) und Nicht-Casein-Stickstoff (NCN?) der Milch verhalten sich im Verlauf der Laktation grundsätzlich ähnlich (Abb.12). Beeindruckend ist der festgestellte Abfall zu Beginn der Laktation, wobei dieser beim Mangan und NCN am extremsten ist. Diese Beobachtung kann nicht allein über die prozentual stärkere Abnahme vom NCN im Vergleich zum Proteingehalt erklärt werden.

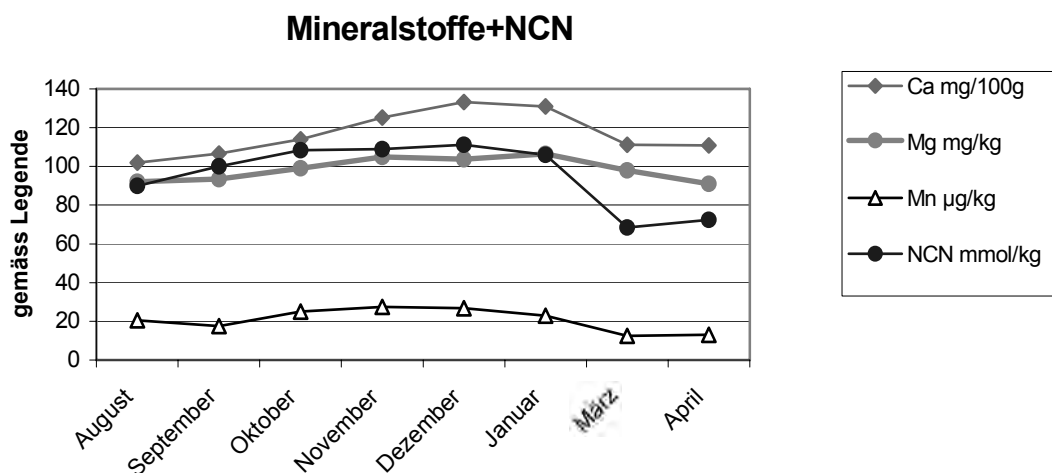


Abb. 12: Mineralstoffe (Ca, Mg und Mn) und Nicht-Casein-Stickstoff im saisonalen Verlauf (synchronisierte Laktationen)

Die Verkäsungsversuche bei ALP zeigten, dass zum Laktationsstart ein erhöhtes Käsequalitäts-Risiko bestand (Pick, Gläs, kurzer Teig). Es konnte aber nicht geklärt werden, ob das Problem tatsächlich durch den synchronisierten Laktationsanfang bedingt war oder durch ein offensichtlich erhebliches Energiedefizit der Kühe in der Versuchsherde.

Zu Beginn der Laktation führte die Milch der ALP zu deutlich schwächerer Proteolyse, d.h. vor allem zu weniger wasserlöslichem Stickstoff (WLN). Am Ende der Laktation lagen unabhängig von der Milchherkunft ähnliche Werte vor. Teig und Geschmack wurden jedoch in jedem Fall tiefer bewertet. Der Reifegrad war bei den Käsen aus Milch von der ALP leicht bis deutlich geringer.

## Fazit

Der Vergleich der Analysedaten über die Laktation führte zu signifikanten Unterschieden zwischen den Laktationsmonaten. Davon ist ein Teil sicher von der Laktationsphase abhängig und ein anderer Teil von der Fütterungsart oder der Kombination der beiden. Die Grundidee für eine Herden-Synchronisation besteht darin, die Milchproduktion grösstenteils in die Weideperiode zu legen. Damit kann die Milch mit insgesamt geringeren Futter- und Arbeitskosten produziert werden. Ob diese Kalkulation letztendlich aufgeht, hängt v.a. auch vom erzielten Milchpreis ab. Es ist anzunehmen, dass dieser im Frühling, wo schon heute ein Überhang besteht, der Nachfrage angepasst würde. Falls die Milch immer verkäst würde, wäre im Normalfall ein grosser Teil des Mindergehaltes am Anfang durch eine grössere Ausbeute am Ende kompensiert. Das in beiden Versuchen festgestellte Käsequalitäts-Risiko am Anfang der Laktation ist als negatives Argument zu werten, kann aber gemäss ausländischen Untersuchungen mit Beimischung von „normaler“ Milch zum grössten Teil kompensiert werden.

## 5.2 Versuch mit Vollweide unter Bedingungen des Biolandbaus 2005

Im Rahmen der Vollweideversuche auf dem Betrieb „L'Abbaye“<sup>1</sup> wurde die Verarbeitbarkeit der Milch im Jahresverlauf nochmals eingehend untersucht. Während 12 Monaten wurde monatlich ein Teil der Milch bei ALP zu Modell-Gruyère verarbeitet. In die Verkäsungsversuche mit einbezogen wurde jeweils auch Mischmilch von zwei anderen Käsereien der Region, wobei die eine Biomilch verarbeitet.

Im jahreszeitlichen Verlauf widerspiegelte sich in der Milch des Versuchsbetriebs die Zunahme des durchschnittlichen Laktationsstadiums zwischen März und September. Mit der Zunahme der Tage in Laktation stiegen der Proteingehalt und Fettgehalt der Mischmilch, bei rückläufigem Laktosegehalt (Abb.13).

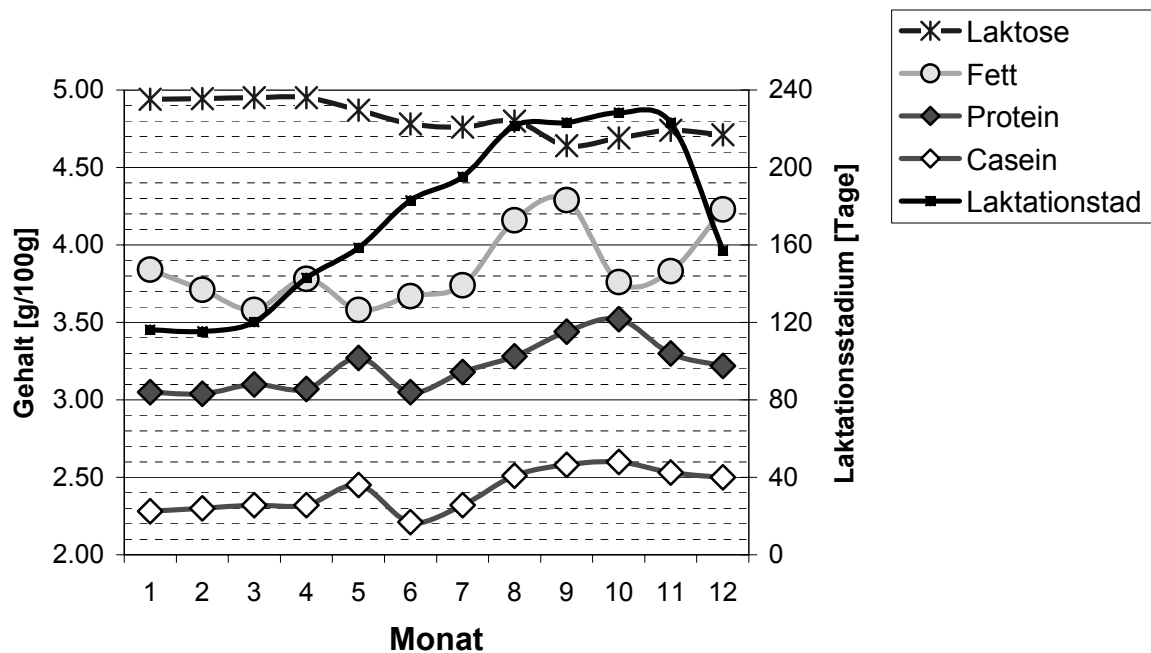


Abb. 13: Zusammensetzung der Bestandesmilch des ALP Versuchsbetriebs im Jahresverlauf 2005 und mittleres Laktationsstadium der Kühe.

Betrachtet man die Entwicklung der Proteingehalte der Milch in allen drei Betrieben, so fallen kurzfristige, starke Gehaltsschwankungen auf, die gleichzeitig in allen Betrieben auftreten. Hier ist ein Witterungseinfluss mit Folgen für die Futterqualität denkbar. Man beachte aber auch die grossen Unterschiede bezüglich der Minimalgehalte und der Spannweite der Gehaltsschwankungen: Im Betrieb M lagen die Gehaltswerte im ersten Halbjahr gleich fünfmal unterhalb von 30 g/kg, stiegen aber im Oktober gleichwohl auf hohe 34.5 g/kg.

<sup>1</sup> Der Betrieb „L'Abbaye“ in Sorens gehört dem Kanton Freiburg und steht unter der Leitung des Landwirtschaftlichen Institutes Grangeneuve (LIG). Er wird als Biobetrieb geführt. Zwischen LIG und ALP besteht ein Zusammenarbeitsvertrag, um den Betrieb für Forschungsprojekte unter praxisnahen Bedingungen zu nutzen

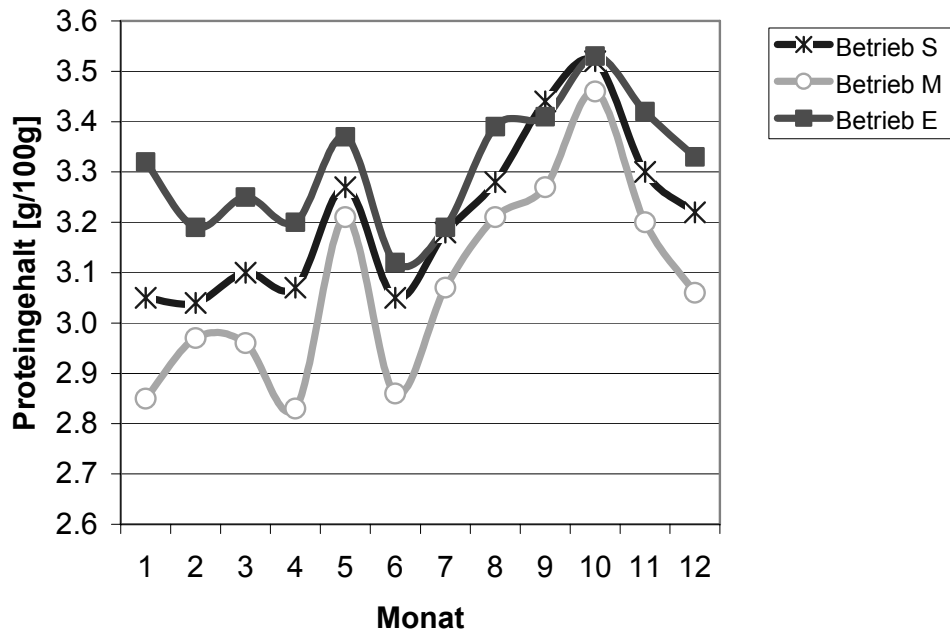


Abb. 14: Proteingehalt der Kessmilch im Jahresverlauf 2005 in den drei am Versuch beteiligten Käsereibetrieben (Betrieb S: Milch von „L'Abbaye“, M: Mischmilch Bio, E: Mischmilch konventionell)

### Zusammenhang zwischen Proteingehalt und Verkäsungseigenschaften

Die Schwankungen bzw. betriebsspezifischen Unterschiede im Proteingehalt der Milch sind käseereitechnologisch sehr bedeutsam, da der Proteingehalt und insbesondere der Caseingehalt direkt massgebend für die Käseausbeute ist. Der Caseingehalt der Milch bestimmt aber auch für das Gerinnungsverhalten der Milch (Abb. 15). Caseinreiche Milch gibt festere Gallerte und das daraus gewonnene Käsekorn erreicht den gewünschten „Griff“ früher als dies bei gehaltsschwächerer Milch der Fall ist.



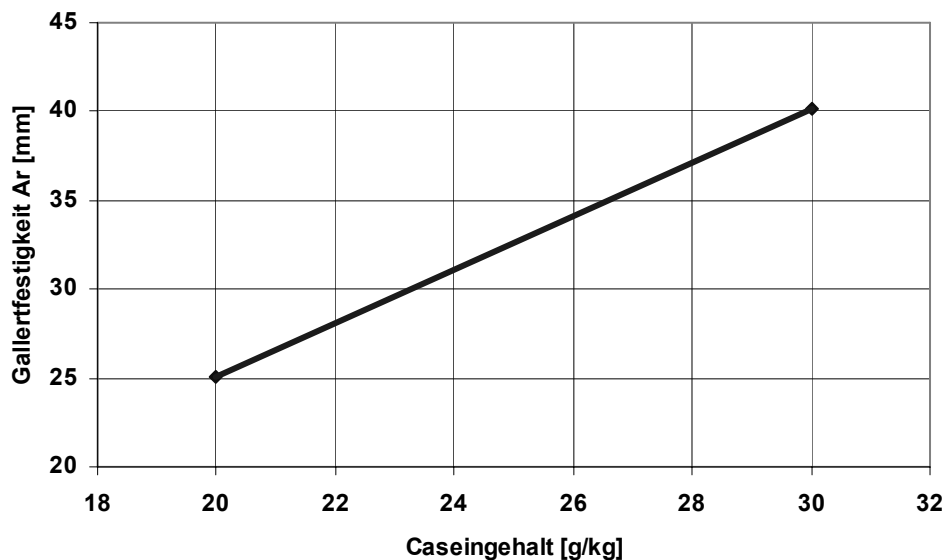


Abb. 15: Beziehung zwischen dem Caseingehalt der Milch und der Festigkeit der Labgallerte zum Zeitpunkt der doppelten Gerinnungszeit. Regressionskurve mit Gemelken von Tieren des Genotyps  $\beta$ -Casein  $A_{\alpha}B$  +  $\kappa$ -Casein AB (E. Jakob, Diss. ETH Nr. 10224, 1993)

Im vorliegenden Versuch wurde neben der Gerinnungszeit, welche keine klare Abhängigkeit vom durchschnittlichen Laktationsstadium des Bestandes erkennen liess, auch der Staubgehalt der Molke bestimmt. Dabei zeigte sich – nicht ganz unerwartet – dass die Staubmenge mit steigendem Caseingehalt der Milch nach unten tendiert. D.h. dass die festeren Gallerten weniger Käsestaub freisetzen (Abb. 16).

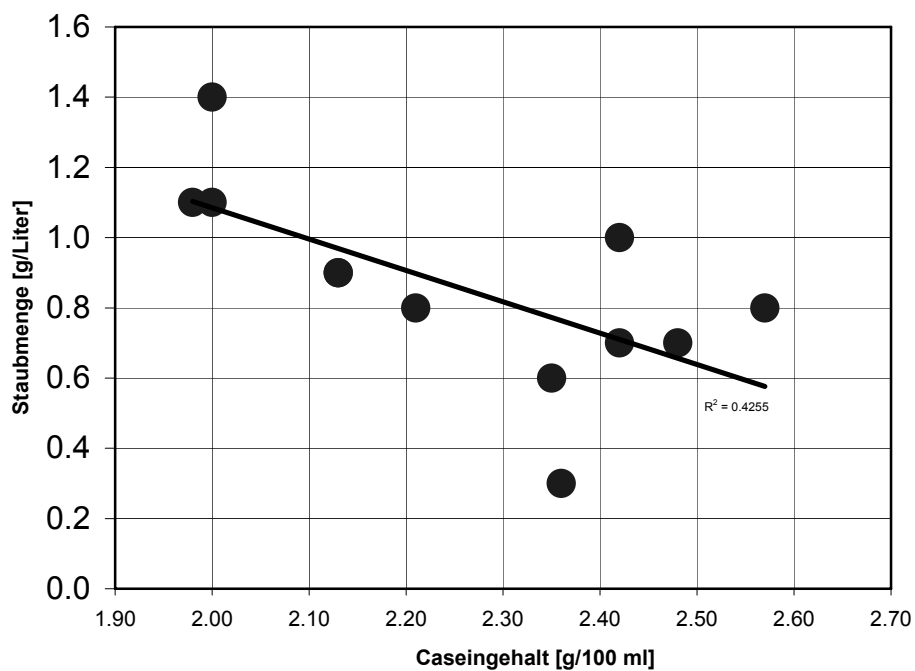


Abb. 16: Zusammenhang zwischen Caseingehalt der Kessmilch und dem Staubgehalt der Molke (Milch des Betriebs „L'Abbaye“)

## Fettsäurezusammensetzung des Milchfettes

Aufgrund des inzwischen gut bekannten Einflusses der Ölsäure auf die Käsequalität wurde das Ölsäure/Palmitinsäure-Verhältnis auch im Versuch von 2005 untersucht. Dabei zeigte sich, dass die Milch des ALP Versuchsbetriebs nie unterhalb des als günstig beurteilten Quotienten von 0.8 lag (Abb. 17).

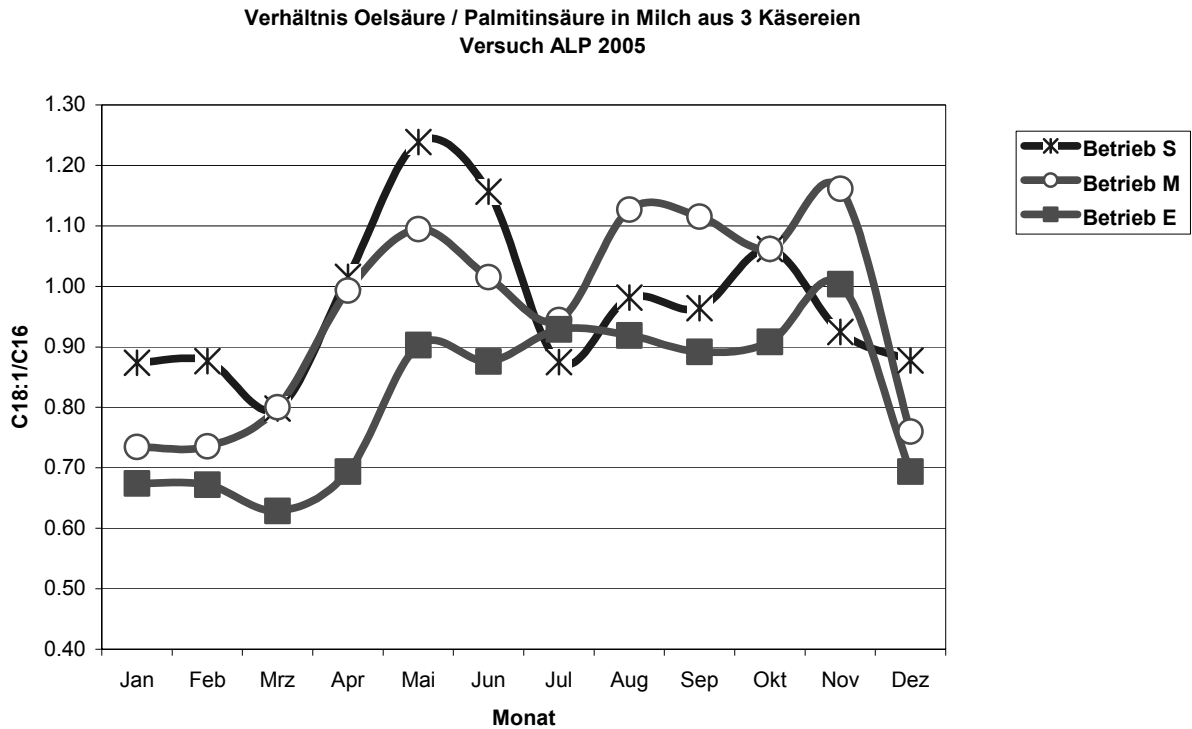


Abb. 17: Massenverhältnis von Ölsäure zu Palmitinsäure im Milchfett der Kessmilch im Jahresverlauf 2005 in den drei am Versuch beteiligten Käsereibetrieben (Betrieb S: Milch von „L'Abbaye“, M: Mischmilch Bio, E: Mischmilch konventionell)

Die erstaunlichste Erkenntnis ist aber die, dass sich anhand des Verhältnisses Ölsäure/Palmitinsäure und dem Wassergehalt des fettfreien Käses gut 80% der Unterschiede in der Bruchspannung des Käseteigs der 36 Versuchskäse erklären liessen (Abb. 18). Dies zeigt, dass diese Parameter gerade auch für die Erzielung einer guten Lagerfähigkeit der Käse von Bedeutung sind: Ein hohe Bruchspannung bedeutet, dass ein Käse weniger anfällig auf Gläsbildung ist.

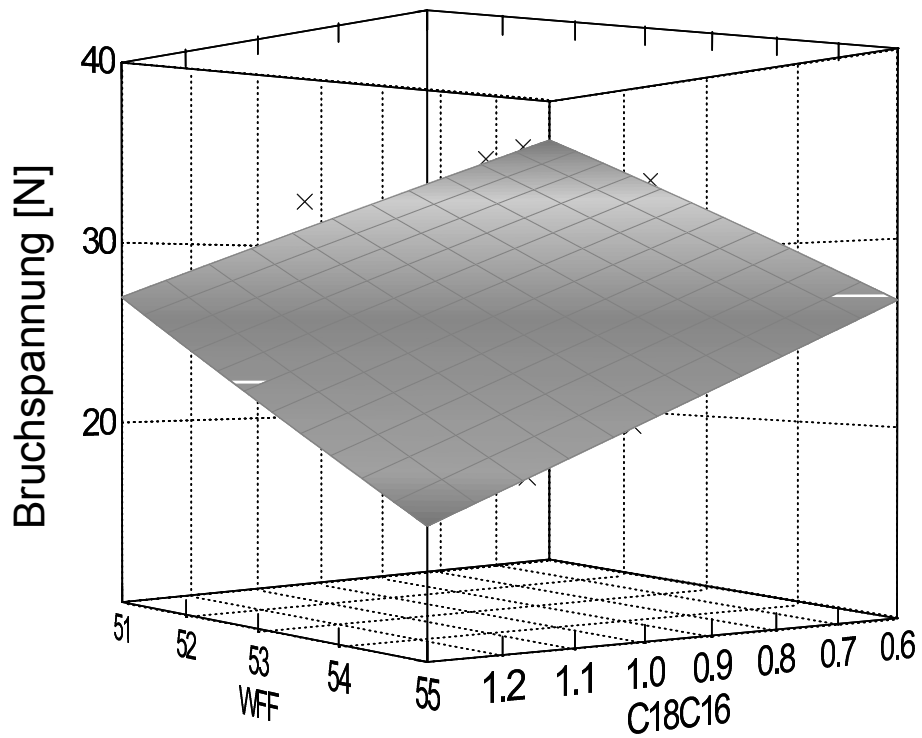


Abb. 18: Bruchfestigkeit [N] des Käseteiges in Abhängigkeit vom Verhältnis von Ölsäure zu Palmitinsäure (Achse C18C16) und dem Wassergehalt der fettfreien Käsemasse (WFF). Zweifache lineare Regression anhand der Daten von 36 Fabrikationen von Modell-Gruyère (Bestimmtheitsmass 81.2%)

In der sensorischen Beurteilung waren die Käse insgesamt von guter Qualität. Die zur Zeit des höchsten Anteils von spätlaktierenden Kühen befürchteten Käsefehler stellten sich kaum ein.

## 6 Einfluss der Fütterung auf die bakteriologische Beschaffenheit der Milch

Neben dem Milchgehalt ist natürlich auch die bakteriologische Qualität der Milch für die Käsequalität von grosser Bedeutung. Und es ist klar, dass es auch hier fütterungsbedingte Einflüsse gibt.

### 6.1 Silage

Silage ist in der Rohmilchkäsefabrikation sicher die gefürchtetste Quelle kásereischädlicher Keime, insbesondere für Buttersäuresporen (Clostridien). Ist das Ausgangsmaterial nicht verschmutzt und optimal angewelkt sowie das einsilierte Futter gut verdichtet und die Silos luftdicht abgeschlossen, dann findet die erwünschte Milchsäuregärung im Silo statt. Unter diesen Bedingungen ist es durchaus möglich, eine weitgehend sporenfreie Silage herzustellen und bei guter Stallhygiene auch eine sehr sporenarme Milch zu erzeugen. Die Silage kann aber noch andere Keime enthalten:

In Silage vorkommende, kásereischädliche Keime	Mögliche schädliche Wirkung
<i>Clostridium butyricum</i> , <i>Cl. tyrobutyricum</i> ,	Buttersäureblähung
Heterofermentative Milchsäurebakterien	unerwünschte Gasbildung, Glás Bildung biogener Amine
Propionsäurebakterien	unerwünschte Gasbildung unerwünschter Geschmack, Nachgärung
Enterobacterien	möglicherweise pathogene
Listerien	pathogen

Nach Driehuis und Elferink (2000) ist aerob verdorbene Silage eine ernste Gefahr für die hygienische Qualität der Milch. Gleich zwei Fälle in den letzten Jahren haben aufgezeigt, dass nicht einwandfreie Silage tatsächlich eine mögliche Quelle für Kontaminationen mit pathogenen Keimen sein kann. Im Jahre 2005 berichteten österreichische Forscher von einer an Listerose erkrankten Schafferde, nachdem den Tieren Silage verfüttert worden war, welche mit 100'000 Listerien pro g kontaminiert war. Vor Weihnachten 2005 traf es einen Hersteller von Rohmilchweichkäse in Frankreich: Vögel verunreinigten die Silage mit pathogenen Coli-Bakterien. Via Kuhdarm und Milch gelangten die Keime dann in den Käse und verursachten einen europaweiten Rückruf der Ware.

### 6.2 Feuchtheu

#### 6.2.1 Was ist Feuchtheu?

Bodenheu weist bei der Ernte nicht immer Trockensubstanzgehalte von über 82 % auf. Diese sind aber für eine problemlose Lagerung notwendig. Wegen der hohen Dichte des Futters in Grossballen kann die Restfeuchte nur langsam entweichen. Bestimmte Schimmelpilzarten profitieren von diesen Restfeuchtegehalten und beeinflussen die mikrobiologische Qualität des Futters mehr oder weniger stark. Seit einigen Jahren werden Konservierungsmittel auf der Basis von Propionsäure eingesetzt, die das Feuchtheu (zwischen 75 und 82 % TS) stabilisieren. Die ALP veröffentlicht jedes Jahr die Liste der bewilligten Konservierungsmittel. Damit das behandelte Feuchtheu während der Lagerung noch nachtrocknen kann, sollten die Grossballen nicht zu stark gepresst werden. Mit Vorteil sind Rundballenpressen mit variabler Presskammer zu verwenden, wo der Kern der Ballen weniger stark verdichtet wird.

### 6.2.2 Definition Silage und Heu

Silage ist in der Verordnung des EVD über die Hygiene bei der Milchproduktion definiert: Durch Milchsäuregärung haltbar gemachte Futtermittel, Getreide und Körnerleguminosen sowie mit Hilfsstoffen konservierte Raufutter sind einer Silage gleichgestellt, falls sie mehr als 18 Gewichtsprozent Wasser bei der Verfütterung enthalten.

Heu besteht mindestens aus 82% Trockenmasse.

Im Pflichtenheft Emmentaler ist die Fütterung von Silage im Milchproduktionsgebäude verboten. Dasselbe gilt auch beim Gruyère, wobei hier als Konservierungsmittel zum Grundfutter ausschliesslich Kochsalz erlaubt ist. Beim Sbrinz ist die Fütterung und Lagerung von Gärfutter aller Art (Silage) auf den Betrieben untersagt. Für Käse ohne Pflichtenheft (Tilsiter und Appenzeller) gilt Artikel 5 Fütterung ohne Silage der Verordnung des EVD über die Hygiene bei der Milchproduktion.

### 6.2.3 Untersuchungsmöglichkeiten von Feuchtheu

In einem Versuch an ALP (Meisser 2003) wurde das Futter mit einem TS-Gehalt von 76 % mit und ohne Zusatz von Konservierungsmitteln in Grossballen gepresst. Ziel war es, die mikrobiologische Qualität (Schimmelpilzbefall) und den Nährwert zu untersuchen. Die unbehandelten Ballen erwärmten sich bis 45°C und trockneten stark nach. Durch die Aktivität der Mikroorganismen wurde ein Teil des Zuckers abgebaut und dadurch nahm auch der Energiegehalt (NEL) leicht ab. Die behandelten Ballen trockneten nur sehr langsam nach und erreichten nach der viermonatigen Lagerung TS-Gehalte von rund 80 %, was gemäss der geltenden Definition noch einer Silage entspricht. Wenn die Temperaturen in Ballen weniger als 50 °C erreichen, wird in erster Linie die mikrobiologische Qualität des Futters und nicht der Nährwert beeinflusst. In unserem Versuch war der Unterschied beim NEL-Gehalt (Netto-Energie-Laktation) mit 0.2 MJ pro kg TS zwischen den unbehandelten und behandelten Ballen relativ gering. Beim Rohproteingehalt konnten keine Unterschiede festgestellt werden. Hingegen wurde die Abbaubarkeit des Rohproteins vermindert. Ein guter Indikator für eine Futtererwärmung stellt der Anteil an unlöslichem Stickstoff am Gesamtstickstoff (NADF/Ges. N) dar. Werte über 5 % deuten auf eine Futtererwärmung hin. Im vorliegenden Fall gab es auch keine Braunfärbung (Maillard-Reaktion) und Denaturierung des Proteins. Diese treten erst ein, wenn die Temperaturen auf mehr als 50 °C ansteigen

Tab. 2: Einfluss der Dosierung auf die chemischen Parameter von Feuchtheu

		Dosierung (Liter/Tonne)		
		0	5.4	6.7
TS-Gehalt nach Pressen	%	76.3	75.2	76.0
<b>TS-Gehalt nach Lagerung</b>	<b>%</b>	<b>87.5</b>	<b>80.2</b>	<b>79.1</b>
Rohasche	g/kg TS	90	81	83
Rohprotein	g/kg TS	130	123	126
Zucker	g/kg TS	94	141	133
NADF/N tot.	%	4.3	2.2	2
vOS	%	64.8	66.2	67.5
<b><u>NEL</u></b>	<b><u>MJ/kg TS</u></b>	<b><u>5.0</u></b>	<b><u>5.2</u></b>	<b><u>5.3</u></b>

vOS: Verdaulichkeit der organischen Substanz

NADF/N tot.: Anteil unlöslicher Stickstoff am Gesamtstickstoff

NEL: Nettoenergie Laktation

#### **6.2.4 Mikrobiologische Qualität**

Die Keimzahlbestimmungen haben gezeigt, dass der Schimmelpilzbefall in den verschiedenen Proben sehr unterschiedlich war. Während die unbehandelten Ballen einen hohen Keimbesatz aufwiesen, war die mikrobiologische Qualität für die Mehrzahl der behandelten Ballen genügend bis gut. Eine starke Staubentwicklung konnte besonders bei den unbehandelten Ballen beobachtet werden.

Trotz guter Konservierung war bei einigen behandelten Ballen die mikrobiologische Qualität schlecht, obwohl keine starke Erwärmung stattfand.

#### **6.2.5 Einschätzung der Gefahr von Buttersäuregärung oder anderer Käsefehler**

Falls das Feuchtheu bis zur Verfütterung nicht genügend nachtrocknet und TS-Gehalte über 82 % TS erreicht, gilt es nach der geltenden Definition als Silage. Diese Grenze muss jedoch neu definiert werden. Behandeltes Futter, welches nur 80 % TS aufweist und keinen beziehungsweise wenig Schimmelbefall aufweist ist sicher besser als die zwar trockenen Ballen (über 82 % TS), die aber stark verschimmelt sind!

Silage ist als Futter für die Produktion von silofreier Milch nicht erlaubt. Die Pflichtenhefte Emmentaler, Gruyère, Sbrinz verbieten ausdrücklich das Verfüttern von Silage für die silofreie Milchgewinnung. Beim Appenzeller, Tilsiter, etc. gilt Artikel 5 Fütterung ohne Silage der Verordnung des EVD über die Hygiene bei der Milchproduktion.

Wegen der relativ hohen Trockensubstanz des Feuchtheus und der Zugabe von Konservierungsmittel auf der Basis von Propionsäure vermehren sich die Buttersäuresporen im Futter nicht. Es wird auch keine Buttersäure gebildet, wie unsere Untersuchungen gezeigt haben. Eine Kontamination der Milch mit Buttersäuresporen ist als gering einzustufen beziehungsweise es gelten die gleichen Bedingungen wie beim Dürrfutter. Konkrete Untersuchungsergebnisse fehlen leider.

Das Hauptproblem beim Feuchtheu ist der Verderb des Futters durch Schimmel. Mit wirksamen Konservierungsmitteln kann der Schimmelbefall und der Verderb des Futters verhindert werden.

## **7 Zusammenfassung**

Mit bedarfsgerechter Fütterung der Milchkühe legt der Bauer den Grundstein für gute Gehaltswerte und Verarbeitungseigenschaften der Milch, insbesondere auch für eine hinreichende Labgerinnungsfähigkeit. Aufgrund tiefer Ölsäuregehalte weisen die Käse im Winter oft einen zu festen Käseteig auf. Mit dem Zufüttern von Ölsaaten kann der Bauer entgegenwirken. Der Qualitätsgewinn rechtfertigt die Mehrkosten für das Zusatzfutter.

Unter dem Rationalisierungsdruck suchen die Bauern auch nach neuen Formen der Milchgewinnung. Eine davon ist die Milchproduktion im Vollweidebetrieb mit oder ohne Konzentration der Abkalbungen im Frühling. Im Besonderen bei starker Synchronisation der Laktationen zeigen die Gehaltswerte der Milch grössere Schwankungen, mit möglichen Auswirkungen in der Käsefabrikation. Probleme bei der Käsequalität treten häufiger im Zusammenhang mit Milch aus der Startphase der Laktation auf, wo die Kühe meist im Energiedefizit sind und Körperreserven mobilisieren.

Die heute zulässige Verfütterung von Silage neben der silofreien Milchproduktion oder neuartige Futtermittel wie Feuchtheu bergen neue Risiken für die bakteriologische Qualität der Milch.

## 8 Literatur

- Erfolgreiche Milchviehfütterung, DLG Verlag, Hubert Spiekers, Volker Potthast, ISBN: 3769005732, Nov. 2003
- Rapaktuell Nr. 8, 2003, W. Stoll, Eidgen. Forschungsanstalt für Nutztiere
- Rapaktuell Nr. 9, 2003, M. Meisser, Eidgen. Forschungsanstalt für Nutztiere
- Mündliche Mitteilung Herr H.-M. Halter, UFA AG in Herzogenbuchsee, 30.1.2007
- Stoll W., Sollberger H., Collomb M. und Schaeren W., 2003. Raps- und Leinsamen sowie Sonnenblumenkerne in der Milchviehfütterung. Agrarforschung 10(9), 354-359
- Driehuis F und Elferink SJWHO, 2000: The impact of the quality of silage on animal health and food safety: A review. Veterinary Quarterly 22 (4): 212-216
- Meisser M., 2003. Mikrobiologische Qualität und Nährwert von Feuchtheu. Agrarforschung 10 (9), 348-353.

**Herausgeber** Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, CH-3003 Bern, Tel. +41 (0)31 323 84 18, Fax +41 (0)31 323 82 27, [www.alp.admin.ch](http://www.alp.admin.ch), e-mail: [info@alp.admin.ch](mailto:info@alp.admin.ch) **Autoren** Ernst Jakob, R. Amrein, A. Mürger, Hans Winkler, U. Wyss, Tel. +41 (0)31 323 82 45, e-mail: [ernst.jakob@alp.admin.ch](mailto:ernst.jakob@alp.admin.ch) **Gestaltung** Helena Hemmi (Konzept) **Fotos/Redaktion** Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP **Copyright** Nachdruck bei Quellenangabe und Zustellung eines Belegexemplars an die Herausgeberin gestattet.

ISSN 1661-0660 / 07.03.2007