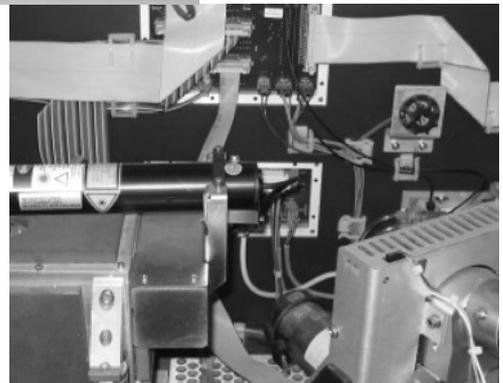


# DIE BEDEUTUNG DES KASEINGEHALTES VON KÄSEREIMILCH

Diskussionsgruppen Gruyère





## **Inhalt**

Zusammenfassung	4
Einleitung	4
Zusammensetzung der Milch	5
Kasein	5
Statistik der Milchkontrollen	5
Ergebnisse verschiedener ALP-Versuche	7
Einfluss des Kaseins auf die Käseausbeute	10
Bewertung der Inhaltstoffe von Gruyère	10
Schlussfolgerungen	12

# Die Bedeutung des Kaseingehaltes von Käsereimilch

## Zusammenfassung

Der Kaseingehalt der Käsereimilch ist für die Käseherstellung von zentraler Bedeutung. Er ist der ausbeutebestimmende Faktor bei der Herstellung von Käse und wird über die Genetik und Fütterung der Kuh beeinflusst. Das Kasein macht 72 und 78 % des Gesamtproteins aus. Obwohl der Kaseingehalt in der Käsereimilch bei der Herstellung von traditionellen Käsen nicht eingestellt wird, sind spezifische Angaben über den Kaseingehalt der Milch jedes Milchproduzenten von grossem Interesse. In der Schweiz nehmen die Milchlabors sukzessive eine neue Generation von Analysengeräten (Combi-Foss 6'000 FC) in Betrieb, mit denen die Milch zusätzlich zu den bisherigen Gehaltsmerkmalen (Fett, Eiweiss, Laktose, Zellzahl) gleichzeitig auch auf den Kaseingehalt untersucht werden kann. Bessere Angaben zum Kaseingehalt der Fabrikationsmilch sind für jede Käserei interessant, weil damit auch die Zusammensetzung der Käse noch besser gesteuert werden kann. Bei der Bezahlung der Milch nach Inhaltstoffen ermöglicht die routinemässige Bestimmung des Kaseingehaltes insbesondere bei Käsereimilch neue Perspektiven. Ziel des vorliegenden Diskussionsgruppenstoffes ist es, die Bedeutung des Kaseingehaltes von Käsereimilch anhand von praxisbezogenen Angaben zu erläutern.

## Einleitung

Der Kaseingehalt in Käsereimilch ist für den Käser ein wirtschaftlich bedeutender Faktor. Kasein kann als eine Gruppe von phosphorhaltigen Proteinen definiert werden, welche in der Milch bei 20°C und einem pH-Wert von 4,6 koaguliert. Kasein tritt in der Milch vornehmlich in Form von Micellen auf. Diese finden sich in der Milch in Form von kleinsten Festpartikeln (=kolloidale Suspension).

Reines Kasein ist ein Komplex, welcher aus verschiedenen Fraktionen besteht und vier Einzelproteine umfasst:

Alpha-Kasein ( $\alpha$ -Kasein)		
Variante $\alpha_{s1}$	36 %	
Variante $\alpha_{s2}$	10 %	
Beta-Kasein ( $\beta$ -Kasein)	34 %	
Kappa-Kasein ( $\kappa$ -Kasein)	13 %	(4 genetische Varianten A, B, C und E)*
Gamma-Kasein ( $\gamma$ -Kasein)	7 %	(Proteolyseprodukt des Beta-Kaseins)

\* Anmerkung zum  $\kappa$ -Kasein: Die Anteile der vier Varianten sind je nach Rasse unterschiedlich. Die Variante B ist vorteilhaft für die Labgerinnung und Bruchfestigkeit.

Kaseingehalt in Käse ist je nach Festigkeitsstufe wie folgt:

- 26 bis 32 % der Zusammensetzung von Hartkäse.
- 24 bis 26 % der Zusammensetzung von Halbhartkäse.
- 18 bis 23 % der Zusammensetzung von Weichkäse.

## Zusammensetzung der Milch

Wasser	872 g/kg			
Trockenmasse	128 g/kg			
Laktose	49 g/kg	}	Kasein	25.4 g/kg    77 %
Fett	39 g/kg		Lactalbumine	5.0 g/kg    15 %
Protein	33 g/kg		Lactoglobuline	1.6 g/kg    5 %
Mineralstoffe	8.8 g/kg		andere Proteine	1.0 g/kg    3 %

## Kasein

Kasein ist der zentrale Inhaltsstoff in der Käseverarbeitung. **Es stellt den ausbeutebestimmenden Inhaltsstoff dar.** Der Kaseingehalt kann trotz gleichem Gesamtproteingehalt in der Milch deutlich variieren und schwankt bezogen auf den Gesamtproteingehalt zwischen 72 – 78 %.

Folgende Faktoren beeinflussen den Kaseingehalt der Milch:

- Genetik (Eltern, Vererblichkeit, Rasse, genetische Variante)
- Eutergesundheit
- Laktationsstadium (im Kollostrum von Bedeutung, Abfall innerhalb der ersten 15 Tage, anschliessend progressiver Anstieg bis zum Trockenstellen)
- Fütterung (Futterration, Saison, Höhenlage aus Gründen der botanischen Zusammensetzung)
- Fütterungstechnik (Vorbereitung und optimale Mischung des Futters).

Seit kurzem sind zwei Milchlabors mit einem Gerät ausgestattet (Combi-Foss 6'000 FC), welches die simultane Ausführung mehrerer Analysen erlaubt, eine davon ist die Bestimmung des Kaseingehaltes. Eines dieser beiden Labors bietet diese Analyse bereits als Dienstleistung an. Das zweite verfügt noch nicht über ein Kalibrierungsset. Bei grösserer Nachfrage beabsichtigt das Labor jedoch, seinen Kunden diesen zusätzlichen Service anzubieten. Ein drittes Labor plant den Kauf des Gerätes im Jahr 2006.

## Statistik der Milchkontrollen

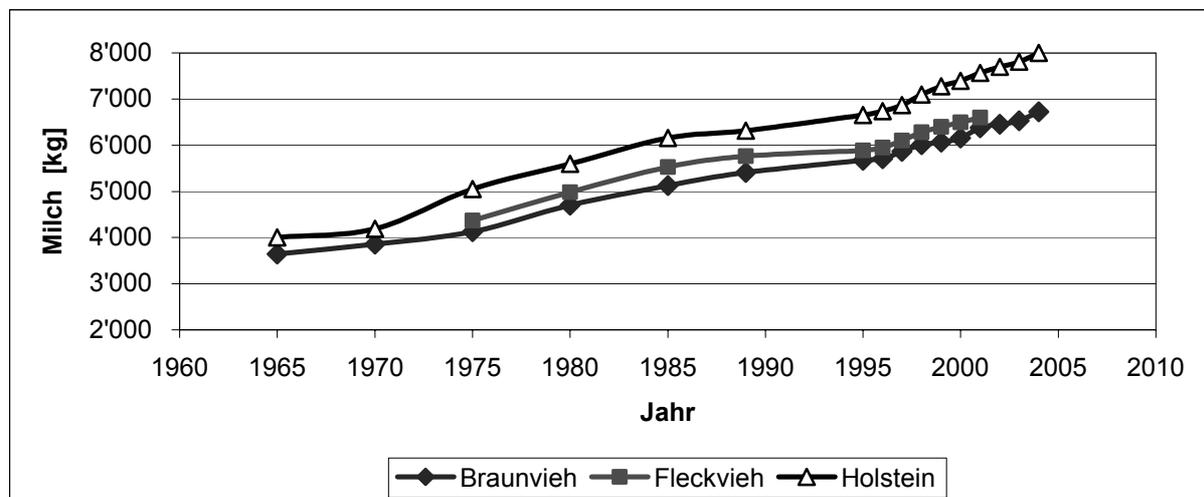


Abbildung 1: Entwicklung der durchschnittlichen Milchleistung der Kühe seit 1965.

Seit der Einführung der Milchkontingentierung (1975) ist die Milchleistung pro Kuh fortwährend angestiegen (ca. 100 kg/Jahr).

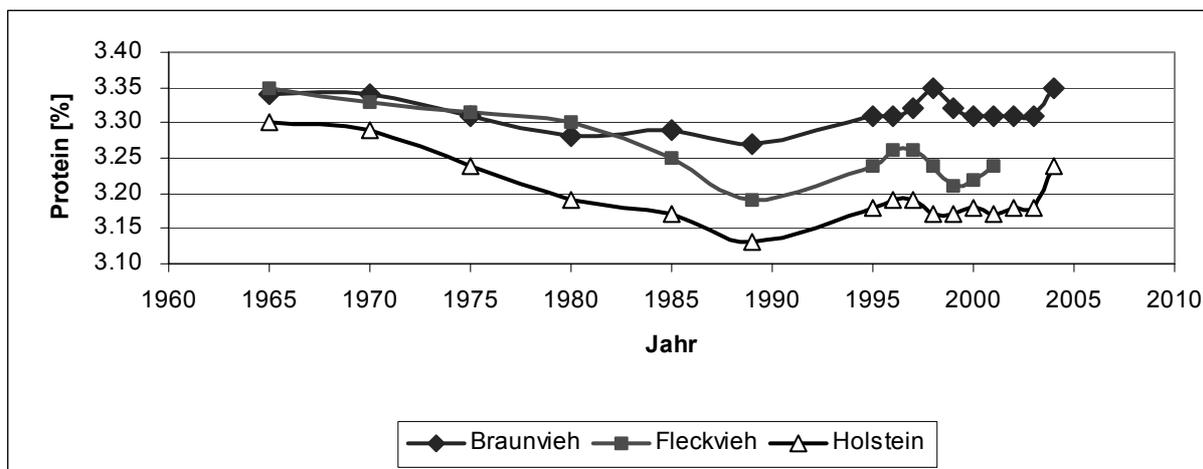


Abbildung 2: Veränderung des Proteingehalts zwischen 1965 und 2004

Aus Abbildung 2 wird ersichtlich, dass der Proteingehalt seit der Einführung der Milchkontingentierung bis Ende der achtziger Jahre gesunken ist. Dieses Phänomen beruht wahrscheinlich auf der negativen Korrelation zwischen Milchmenge und Proteingehalt.

Mit der Einführung der Bezahlung von Milch in Abhängigkeit vom Fett- und Proteingehalt kehrte sich diese Tendenz um.

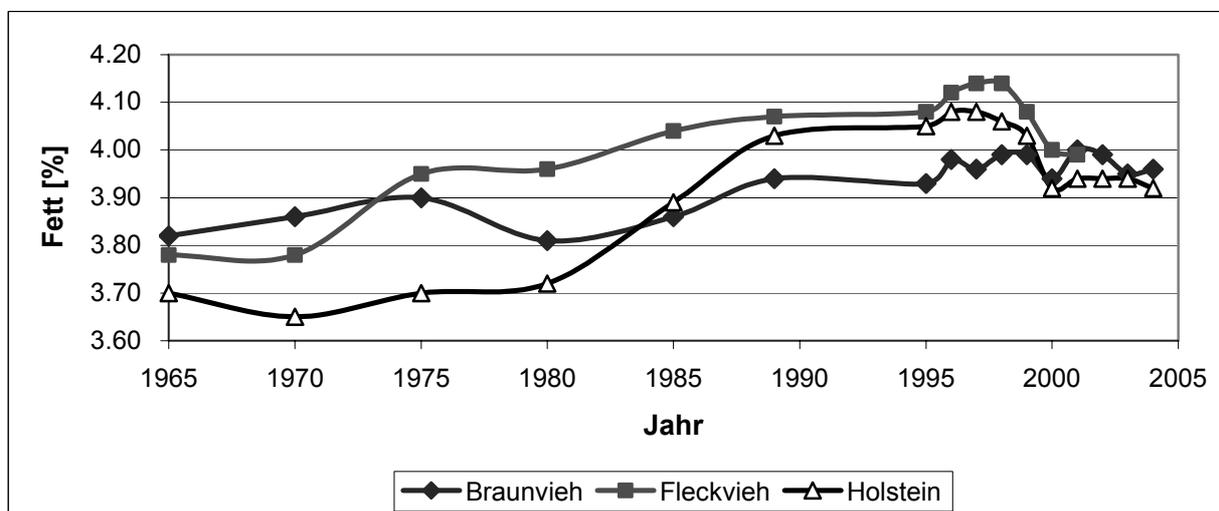


Abbildung 3: Schwankung des Fettgehaltes zwischen 1965 und 2004

Der Fettgehalt (Abb. 3). ist von 1965 und bis 1997 angestiegen und anschliessend deutlich gesunken. Mehrere Gründe dürften dazu beigetragen haben:

- Vorteilhaftere Bewertung des Proteins im Vergleich zum Fett.
- Veränderung der Futterrationen von Milchkühen.
- Veränderungen der Selektionsweise beim Vieh.

## Ergebnisse aus Versuchen von ALP

Um unsere Aussagen möglichst gut abzustützen, hätten wir gerne Jahresstatistiken zu den Protein- und Kaseinwerten vorgelegt. Leider sind uns diese Ergebnisse nicht rechtzeitig zugekommen. Da diese Statistiken derzeit noch nicht verfügbar sind, haben wir für diesen Diskussionsgruppenstoff auf Daten aus Versuchen von ALP zurückgegriffen. Die nachfolgenden Angaben stammen aus zwei Versuchen, die seit 2004 bei ALP durchgeführt werden.

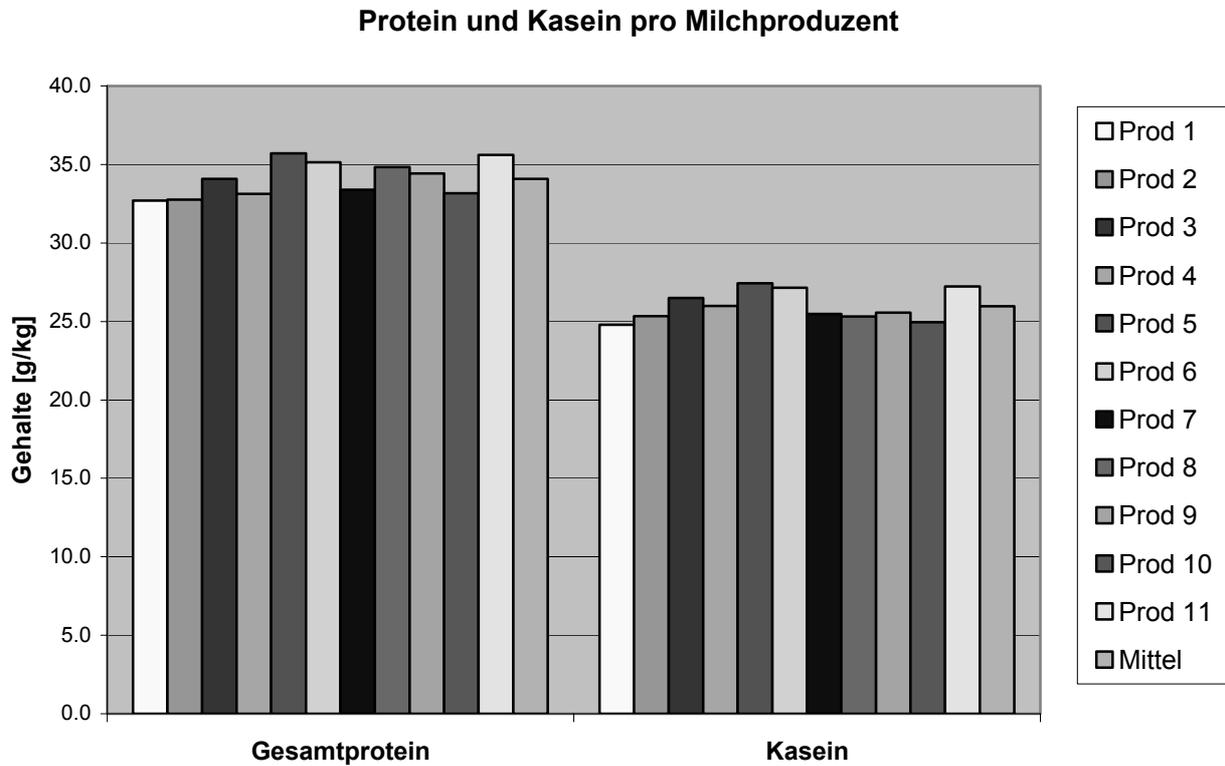


Abbildung 4: Analyse der Protein- und Kaseingehalte von Milchproduzenten aus Uettligen und Möriswil.

Wie aus Abbildung 4 ersichtlich ist, schwanken die Protein- und Kaseingehalte von Produzent zu Produzent erheblich. Die angegebenen Gehalte sind Mittelwerte von 8 Gemelken pro Produzent (Juni, Juli, November und Dezember 2004). Pro Gemelk sind die Abweichungen noch bedeutender, wie die Werte in der folgenden Tabelle verdeutlichen:

	<b>Protein [g/kg]</b>	<b>Kasein [g/kg]</b>
Minimum	30.0	22.2
Maximum	41.3	32.2

Für den Käser ist es besonders wichtig, dem Kaseingehalt besondere Aufmerksamkeit zu schenken und nicht nur den Proteingehalt anzuschauen. Die nachfolgende Darstellung zeigt den durchschnittlichen Kaseinanteil in den Gemelken der gleichen Produzenten.

### Kasein in Prozent des Gesamtproteins

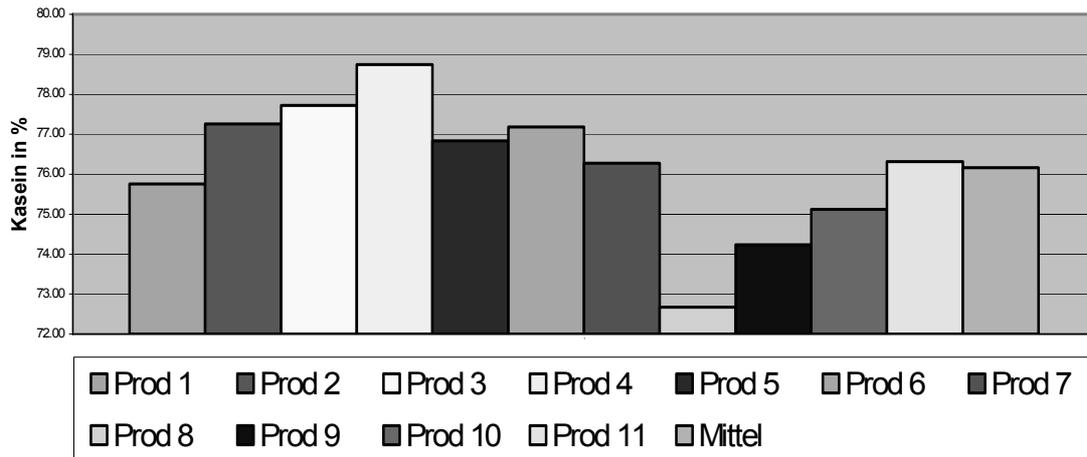


Abbildung 5: Durchschnittlicher Anteil des Kaseins am Gesamtprotein

Abbildung 5 verdeutlicht, dass der prozentuale Kaseingehalt zwischen den verschiedenen Produzenten signifikant unterschiedlich sein kann. So weist die Milch von Produzent 8 lediglich einen Kaseinanteil von 72,7 % am Gesamtprotein auf, während die Milch von Produzent 4 auf einen Anteil von 78,4 % kommt. (Durchschnitt Sommer/Winter). Diese Ergebnisse zeigen uns, welche bedeutende Rolle die Genetik im Zusammenhang mit der Kaseingehalt spielt. Neben genetischen Faktoren spielen aber auch Laktationsstadium und Fütterung eine wichtige Rolle, wie die nachfolgende Grafik zeigt.

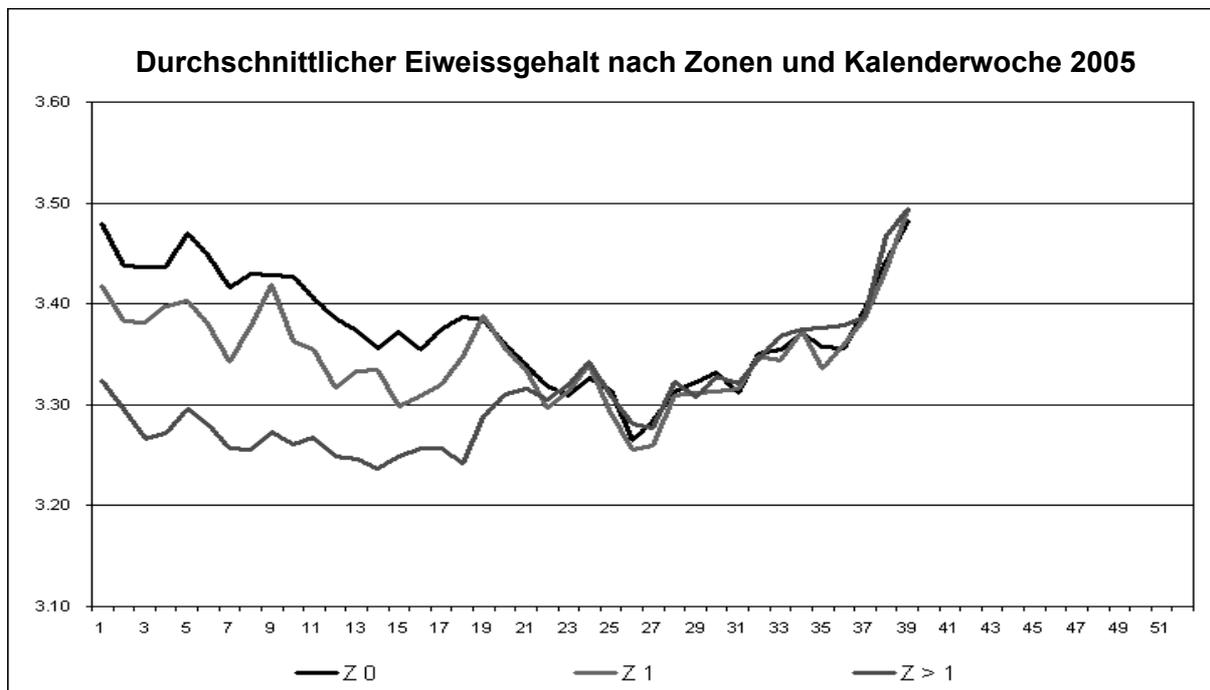


Abbildung 6: Durchschnittlicher Proteingehalt nach Zonen und Kalenderwoche 2005.  
 Z0 = Talgebiet, Z1 = Bergzone 1, Z > 1: Bergzonen 2-4  
 (Quelle: www.fleckvieh.ch; Schweizerischer Fleckviehzuchtverband).

Abbildung 6 zeigt den Verlauf des durchschnittlichen Eiweissgehaltes nach Zonen und Kalenderwoche. Der Einfluss der Produktionswoche und der Höhenlage ist offensichtlich und es kann davon ausgegangen werden, dass die Unterschiede im Proteingehalt vor allem auf zonalen Unterschieden in der Fütterung beruhen (Einsatz von Krafftutter). Die Abbildung

macht aber auch deutlich, dass der Proteingehalt auch saisonalen Schwankungen unterliegt. In der nachfolgenden Abbildung sind die durchschnittlichen Protein- und Kaseingehalte der Gemelke von unseren Versuchen im Sommer und Winter dargestellt.

### Einfluss von Jahreszeit und Gemelk auf den Protein- und Kaseingehalt

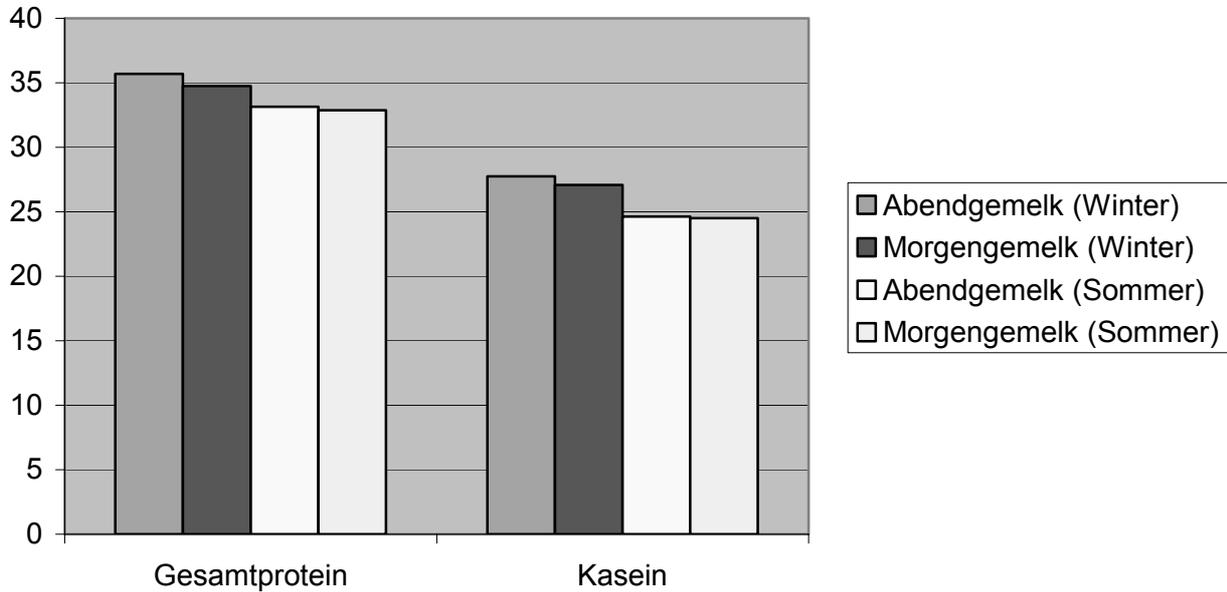


Abbildung 7: Einfluss von Jahreszeit und Gemelk auf den Protein- und Kaseingehalt.

Aus Abbildung 7 und Abbildung 8 kann gefolgert werden, dass die Kaseinmenge im Winter sowohl absolut (in g/kg) als auch anteilmässig bezogen auf das Gesamtproteins (in %) deutlich grösser. Abbildung 8 zeigt, dass der Unterschied im Kaseinanteil zwischen Sommer und Winter knapp bei 4 % liegt. Als Gründe für diese saisonalen Unterschiede sind vor allem die Fütterung (Futter und Fütterungstechnik) sowie das Laktationsstadium in Betracht zu ziehen.

### Einfluss der Jahreszeit auf den Protein- und Kaseingehalt in %

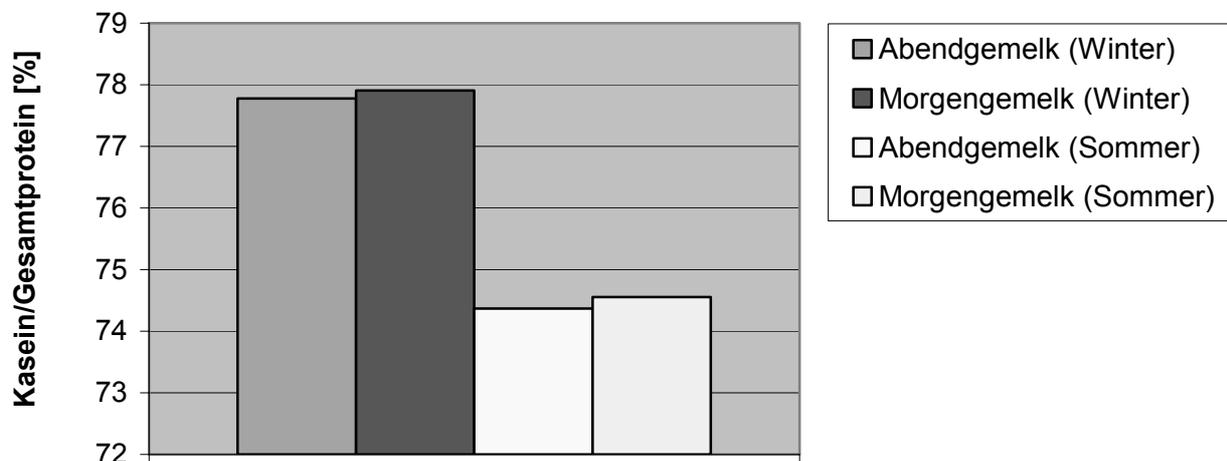


Abbildung 8: Einfluss der Jahreszeit auf das Verhältnis von Kasein zu Protein.

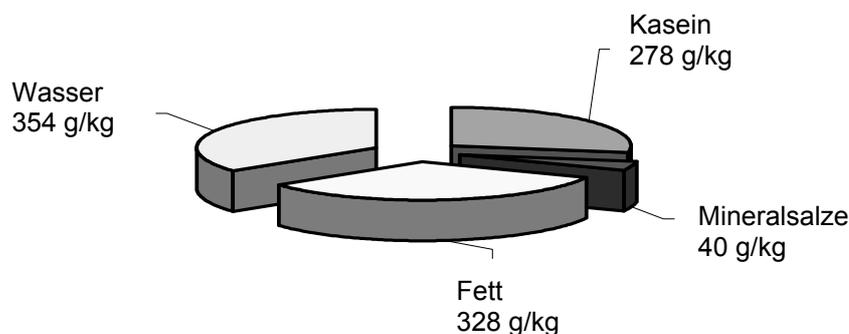
## Einfluss des Kaseins auf die Käseausbeute

Gemäss Abbildung 4 liegt der durchschnittliche Kaseingehalt bei 25 g pro kg Milch bzw. 2.5 kg pro 100 kg Milch. Nach den in der Praxis gesammelten Informationen erscheint dieser Durchschnittswert relativ hoch. Für unsere nachfolgenden Berechnungen gehen wir daher von einem Gehalt von 24 g/kg Milch aus.

Ein ausgereifter Gruyère weist folgende Zusammensetzung auf (Durchschnittswerte):

Wasser	354 g/kg
Fett	328 g/kg
Kasein	278 g/kg
Mineralsalze	40 g/kg
Trockenmasse	646 g/kg
Fettfreie Trockenmasse	318 g/kg

## Durchschnittliche Zusammensetzung von Gruyère-Käse



## Bewertung des Inhaltstoffe von Gruyère

Für die Berechnungen des Wertes der einzelnen Inhaltsstoffe kann von folgenden Überlegungen ausgegangen werden:

Preis von Gruyère: CHF 8.50 / kg Käse bzw pro 646 g Trockenmasse  
Preis Milchfett: CHF 11.00 / kg Milchfett (Basis: Preis Cremo, Februar 2005)

Basierend auf diesen Angaben lässt sich der Wert des Kaseins im Gruyère wie folgt berechnen:

Wert des Milchfettes pro kg Gruyère:  
 $\text{CHF } 11.00 \cdot 0.328 = \text{CHF } 3.60$

Der Wert der der fettfreien Trockenmasse pro kg Gruyère beträgt demnach:  
 $\text{CHF } 8.50 - \text{CHF } 3.60 = \text{CHF } 4.90$

Zur Vereinfachung der Berechnung des Wertes von Kasein gehen wir davon aus, dass die weiteren Bestandteile in der fettfreien Trockenmasse von Gruyère (wie z.B. Mineralstoffe) keinen finanziellen Wert haben. Basierend auf dieser Überlegung entspricht der Wert der fettfreien Trockenmasse (CHF 4.90) den 278 g Kasein, die darin enthalten sind.

Der Wert pro Kilogramm Kasein beträgt somit:

$$\text{CHF } 4.90 / 278 * 1000 = \text{CHF } 17.62$$

Der durchschnittlichen Gehalt von 24 g Kasein pro kg Milch entspricht somit einem Wert von ca. 42 Rappen. Geht man von einem durchschnittlichen Fettgehalt von 28 g pro kg in der Kessmilch aus, entspricht dies einem Wert von ca. 31 Rappen.

Um innerhalb der Idealnormen zu liegen, sollte ein Gruyère bei der Taxation innerhalb folgender Werte liegen:

Wasser: 353 - 357 g/kg  
Fett: 330 - 336 g/kg

Dadurch wird garantiert, dass das Fett in der Trockenmasse zwischen 507 und 523 g/kg und der Wff zwischen 530 und 538 g/kg beträgt.

Zur Erinnerung, gemäss Pflichtenheft der IPG gelten folgende Normen:

Wasser: 345 - 369 g/kg  
Fett in der Trockenmasse: 490 - 530 g/kg  
Wff: max. 540 g/kg

Um einen Gruyère herzustellen, der den IPG-Normen entspricht, sollte das Kasein somit etwa 85 % von dem im Käse enthaltenen Fett ausmachen. Dieses Verhältnis lässt sich auf die Kessmilch übertragen.

Beispiel:  
Kaseingehalt Kessmilch: 2.40%  
Fettgehalt Kessmilch: 3.27%  
Fettgehalt Molke: 0.45%

Berechnungsformel:

Kaseingehalt / 0.85 + Fettgehalt der Sirte = erforderlicher Fettgehalt der Kessmilch.

$$2.4 / 0.85 + 0.45 = \mathbf{3.27 \%}$$

Die folgenden Analysenwerte aus einem laufenden Versuch bestätigen diese Berechnungsgrundlagen (Januar / März)

### Analysenergebnisse Kessmilch

Käserei	Fett KM	Fett FS	Fett. Käse (Differenz)	Protein	Kasein	% Kasein/Protein	% Kasein/Fett
1	3.32	0.72	2.60	3.07	2.28	74	87.7
2	3.32	0.79	2.54	2.90	2.07	71	81.5
3	3.60	0.78	2.82	3.24	2.44	75	86.5

### Analysenergebnisse der entsprechenden Käse

Käserei	Ausbeute	Ergebnisse nach 150 Tagen			
		Fett g/kg	Wasser g/kg	Fett i.d.TM %	wff %
1	8.80	323	355	50.1	52.4
2	8.30	324	354	50.2	52.4
3	9.30	326	351	50.2	52.1

Steigt der Kaseingehalt der Milch um 0.1%, kann man den Fettgehalt der Kessmilch um 0.12% erhöhen.

## Schlussfolgerungen

- Kasein ist eine Komponente, welche man im Verlaufe der Fabrikation nicht verändern kann.
- Verschiedene Parameter beeinflussen den Kaseingehalt: Genetik, Eutergesundheit, Fütterung, Saison, etc.
- Die Käseausbeute hängt linear vom Kaseingehalt der Milch ab.
- Der Kaseingehalt ist für die Standardisierung des Milchfetts im Kessi eine ideale Referenzgrösse
- Es wäre vorteilhafter für die Käser, neben dem Fettgehalt den Kaseingehalt als Kriterium für die Bezahlung der Käseemilch zu verwenden. Die Bezahlung nach Fett- und Kaseingehalt würde besser dem effektiven Wert der Milchinhaltstoffe entsprechen, die bei der Käsefabrikation in den Käse übergehen.
- Eine Erhöhung des durchschnittlichen Kaseinsgehalts in der Milch ergibt für den Käser einen Vorteil bei der Verwertung des Milchfettes.