

# Einfluss des Grundfutters auf die Milchqualität - technologische und ernährungsphysiologische Eigenschaften

W. GINZINGER und E. TSCHAGER

## 1. Einleitung

Für den ökonomischen Erfolg der Milchproduktion sind nicht nur Milchmenge und bezahlte Inhaltsstoffe entscheidend. Ein hoher Milchpreis kann von den Molckereien und Käseereien nur mit Premium-Produkten sichergestellt werden. Daher gewinnen Qualitätseigenschaften wie die Verarbeitungseignung und spezielle ernährungsphysiologische Inhaltsstoffe zunehmend an Bedeutung.

Viele Eigenschaften, die für die Verarbeitungseignung wichtig sind, werden entweder durch die Milchkuh – Erbanlagen, Erkrankungen – oder durch die Bedingungen bei der Milchgewinnung bestimmt. Zu letzteren zählen unter anderem Keimzahl, Clostridiengehalt, Zellzahl und Sensorik. Nach WALSTRA und Mitarbeitern (1999) beeinflussen Umweltfaktoren vor allem die Milchmenge und weniger die Milchzusammensetzung. Milchkuhe sind in der Lage, die Milchzusammensetzung entsprechend dem Laktationsstadium konstant zu halten. Die wichtigsten Faktoren für die Verarbeitungseignung der angelieferten Milch sind Keimzahl, Zellzahl und Hemmstoffgehalt. Diese Eigenschaften werden im Rahmen der Qualitätsbezahlung untersucht und bewertet.

Für die Ausbeute – kg Produkt pro eingesetzte kg Milch – ist bei Butter der Fettgehalt und bei Käse der Eiweißgehalt entscheidend. Da die Milch nach Fett- und Eiweißgehalt bezahlt wird, ist der direkte ökonomische Zusammenhang zwischen Milchproduktion und Milchverarbeitung gegeben.

Die Ausbeute bei Käse hängt in erster Linie vom Anteil des Caseins am Gesamteiweiß, der Caseinzahl, ab. Das Fettsäurespektrum beeinflusst die Härte des Milchfettes und damit die Streichbarkeit der Butter und die Textur - Gefüge - von Käsen mit höherem Fettgehalt. Die Hit-

zestabilität ist eine wichtige Eigenschaft bei der Herstellung von Kondensmilch.

Eine entsprechende Labfähigkeit, gemessen mit den Parametern Gerinnungszeit und Festigkeit der Gallerte, wird bei der Käseherstellung gefordert und steht in engem Zusammenhang mit den genetischen Caseinvarianten, dem Caseingehalt und dem Calciumgehalt der Milch. Für die Farbe von Butter und Käse ist der  $\beta$ -Karotingehalt des Milchfettes entscheidend. Citrat ist (RENNER 1989) in der Milch durchschnittlich in einer Konzentration von 1,7 g/l enthalten mit Schwankungen zwischen 0,9 und 2,3 g/l. Citrat stellt einen wichtigen Bestandteil des Puffersystems der Milch dar. So beeinflusst der Citratgehalt die Verteilung des Calciums in der Milch und stabilisiert den Calciumcaseinkomplex. Weiters ist Citrat Ausgang für die Bildung von Geschmacks- und Aromakomponenten in Sauermilchprodukten, Topfen und Butter. Bei höheren Harnstoffgehalten der Milch soll die Hitzestabilität verbessert sein. Andererseits werden negative Auswirkungen sehr hoher Harnstoffwerte bei Käse vermutet.

Die Zusammenhänge zwischen Fütterung und technologischen Eigenschaften der Milch sind bislang mit Ausnahme einiger Beziehungen, wie zum Beispiel zwischen Silagefütterung und Clostridiengehalt der Milch, nur wenig erforscht.

Für die Ernährung gewinnen immer mehr die Minorbestandteile der Nahrungsmittel an Bedeutung. Bei Milch und Milchprodukten zählen unter anderem Thiocyanat, Orot- und Hippursäure und ungesättigte Fettsäuren dazu. Thiocyanat stellt einen bislang wenig beachteten alimentären Faktor dar.

THÜRKOW et al. (1992) führen an, dass das Thiocyanat in physiologisch angepasster Dosierung das Wachstum und

Regenerationsprozesse fördert und die unspezifische Resistenz erhöht. Bei Belastungen ist eine Schutzfunktion nachweisbar. In ihrer Gesamtheit münden diese Teilwirkungen in einer Steigerung der körperlichen Leistungsfähigkeit und Vitalität. Milch und Milchprodukte sind im Vergleich zu anderen tierischen Lebensmitteln thiocyanatreich, so daß ein Teil der Aufnahme mit diesen Produkten erfolgt. Der Thiocyanatgehalt der Milch ist weitgehend abhängig von der Fütterung.

Die Orotsäure hat eine wichtige Funktion als Zwischenglied bei der Synthese der Nucleinsäuren. Kuhmilch ist die Hauptquelle für Orotsäure in der menschlichen Ernährung. RENNER (1989) führt einen mittleren Gehalt von 60 mg/l an. Über den Hippursäuregehalt der Milch liegen nur wenige Veröffentlichungen vor. Die Hippursäure ist ein typisches Stoffwechselprodukt von Pflanzenfressern. Der Hippursäuregehalt der Kuhmilch liegt nach RENNER (1989) zwischen 40 und 50 mg/l.

Faktoren, die das Fettsäuremuster beeinflussen, sind nach ULBERTH und ROGENHOFER (1989) die Futterart, das Laktationsstadium, die Tierrasse, die genetische Veranlagung und der Ernährungszustand der Milchkuhe. Der erhöhte C18-Anteil des Milchfettes bei der Grünfütterung beruht auf dem relativ hohen Gehalt des Weidegrases an C18:2 und C18:3. Die Milchdrüse selbst ist nicht in der Lage, Fettsäuren mit einer Kohlenstoffzahl von über 16 zu synthetisieren. Diese im Futterfett enthaltenen mehrfach ungesättigten Fettsäuren werden im Pansen zum größten Teil zu Stearinsäure hydriert und über die Blutbahn zur Milchdrüse transportiert und ins Milchfett eingebaut. Die kurzen und mittellangen Fettsäuren werden dagegen in der Milchdrüse aus Acetat und  $\beta$ -Hydroxybuttersäure synthetisiert.

**Autoren:** Dr. Wolfgang GINZINGER und Dr. Erich TSCHAGER, Bundesanstalt für alpenländische Milchwirtschaft Rotholz, A-6200 JENBACH, email:wolfgang.ginzinger@rotholz.bmlf.gv.at



Nur wenige Arbeiten beschäftigen sich mit dem Einfluß der Fütterung auf den ernährungsphysiologischen Wert. So untersuchten TSCHAGER et al. (1994) technologische und ernährungsphysiologische Eigenschaften von Almmilchproben.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es im Rahmen eines multidisziplinären Projektes den Einfluss von Düngung und Nutzung des Grünlandes und der Kraftfütterergänzung auf ausgewählte technologische und ernährungsphysiologische Eigenschaften der Milch zu untersuchen.

## 2. Material und Methodik

Der Versuchsplan hinsichtlich Düngung und Nutzung des Grünlandes und der Fütterung wurde von GRUBER et.al. (2000) beschrieben.

An der BAM Rotholz wurde die Milch auf die in *Tabelle 1* zusammengestellten Parameter untersucht. Für die Untersuchung des Fettsäurespektrums wurde die Milch der Kühe der jeweiligen Versuchsgruppen zusammengemischt. Bei den

übrigen Parametern wurde die Einzelmilch untersucht.

Die Versuchsgruppen wurden folgendermaßen festgelegt und bezeichnet:

Nutzungshäufigkeit:

[N2] 2 Schnitte pro Jahr

[N3] 3 Schnitte pro Jahr

[N4] 4 Schnitte pro Jahr

Düngungsniveau:

[DG] nur Gülle

[DN] Gülle plus mineralischer Stickstoffdünger

Kraftfütterniveau:

[KO] nur Grundfutter

[KN] Ergänzung des Grundfutters mit Kraftfutter nach Norm

[KK] Konstanter Kraftfutteranteil

## 3. Ergebnisse und Diskussion

In der *Tabelle 2* sind die Ergebnisse der Untersuchungen Milch der Einzelkühe auf Gerinnungszeit, Zellzahl, Caseinanteil, Harnstoff, Calcium, Thiocyanat, Citronen-, Orot- und Hippursäure zusammengestellt.

Kein Einfluss der drei Versuchsvarianten bestand bei den Parametern Gerinnungszeit, Zellzahl, Caseinanteil, Citronen- und Orotsäure. Statistisch gesicherte Einflüsse durch die Nutzungshäufigkeit waren beim Harnstoff, Thiocyanat und bei der Hippursäure zu beobachten.

Durch die unterschiedlichen Kraftfüttergaben wurden Harnstoff, Calcium, Thiocyanat und Hippursäure beeinflusst. Der geringfügige Anstieg des Calciumgehaltes durch die Kraftfüttergaben ist in Zusammenhang mit höheren Eiweißwerten zu sehen.

Die Düngung hat mit Ausnahme von Thiocyanat keinen Einfluss. So betrug bei der Gruppe DG – nur Gülle – der mittlere Thiocyanatgehalt 5,6 mg/l, gegenüber 5,0 bei der Gruppe DN – mit zusätzlicher Stickstoffdüngung.

Aus der *Tabelle 3* können die Einflüsse von Nutzungshäufigkeit und des Kraftfutters anhand der Mittelwerte abgelesen werden.

Der Harnstoff- und Thiocyanatgehalt stiegen mit häufigerer Nutzung des Grünlandes, während der Hippursäuregehalt sank. Beim Kraftfutter waren vor allem Unterschiede zur Gruppe ohne Kraftfutter zu beobachten.

Die *Tabelle 4* enthält die Ergebnisse der Untersuchung des Fettsäurespektrums der pro Versuchsgruppe gemischten Milchproben.

Die Düngung hatte im Gegensatz keinen Einfluß auf das Fettsäurespektrum. Durch die Nutzungshäufigkeit des Grünlandes und das Kraftfutter wurde der Anteil der meisten Fettsäuren verändert.

Der *Tabelle 5* ist der Einfluß von Nutzungshäufigkeit und Kraftfutter auf das Fettsäurespektrum zu entnehmen.

Mit zunehmender Nutzungshäufigkeit stieg der Anteil der gesättigten Fettsäuren von C6 bis C14, während der Anteil der ungesättigten Fettsäuren, wie Ölsäure und Linolensäure sank.

Die Variante ohne Kraftfutter hatte höhere Anteile dieser Fettsäuren.

Zusammenfassend kann man daher feststellen, daß sich die Nutzungshäufigkeit des Grünlandes und die Höhe der Kraftfüttergabe auf den Gehalt an Harnstoff, Thiocyanat und Hippursäure und das Fettsäurespektrum auswirken. Dadurch

*Tabelle 1: Parameter und Methoden*

Parameter / Einheit	Methodik	Hersteller / Literatur
Gerinnungszeit (min)	Formagraph	A/S N. FOSS ELECTRIC DENMARK
Zellzahl	Fossomatic 360	A/S N. FOSS ELECTRIC DENMARK
Caseinanteil (%)	Milko Scan 605	A/S N. FOSS ELECTRIC DENMARK
Harnstoff (mg/l)	enzymatisch	TSCHAGER und JAGER (1988)
Calcium (%)	potentiometrisch	TSCHAGER und JAGER (1987)
Thiocyanat (mg/l)	photometrisch	IDF 234 (1988)
Citronensäure (mg/l)	HPLC	Methode BAM Rotholz
Orotsäure (mg/l)	HPLC	Methode BAM Rotholz
Hippursäure (mg/l)	HPLC	Methode BAM Rotholz
Fettsäurespektrum (%)	Gaschromatographisch	ULBERTH und ROGENHOFER(1989)

*Tabelle 2: Ergebnisse der Milchuntersuchung*

Parameter	Anzahl	Mittelwert	Min.	Max.	Einfluß Düngung	Einfluß Nutzung	Einfluß Kraftfutter
Gerinnungszeit (min)	296	30,3	13,8	80,9	-	-	-
Zellzahl (in Tausend)	385	73	1	390	-	-	-
Caseinanteil (%)	381	74,2	66,9	82,3	-	-	-
Harnstoff (mg/l)	383	231	107	450	-	P<0,001	P=0,026
Calcium (%)	382	0,116	0,087	0,145	-	-	P<0,001
Thiocyanat (mg/l)	385	5,32	1,8	13,9	P=0,0018	P<0,001	P=0,008
Citronensäure (mg/l)	377	1596	987	2437	-	-	-
Orotsäure (mg/l)	374	66,7	22,6	130,2	-	-	-
Hippursäure (mg/l)	367	19,1	6,1	49,6	-	P=0,023	P<0,001

*Tabelle 3: Einfluß von Nutzungshäufigkeit und Kraftfutter; angegeben sind die Mittelwerte der einzelnen Versuchsvarianten*

Parameter	N2	N3	N4	KO	KN	KK
Harnstoff (mg/l)	207	221	264	243	225	225
Thiocyanat (mg/l)	4,74	5,34	5,87	5,62	4,92	5,43
Hippursäure (mg/l)	19,76	19,85	17,67	21,74	17,43	18,11

Tabelle 4: Fettsäurespektrum der Milchproben; Angabe in Prozentanteilen

Parameter	Anzahl	Mittelwert	Min.	Max.	Einfluß Düngung	Einfluß Nutzung	Einfluß Kraftfutter
Buttersäure (%)	107	4,42	2,84	5,58	-	-	-
Capronsäure (%)	107	2,58	1,87	3,06	-	P=0,012	P<0,001
Palmitinsäure (%)	107	34,14	27,64	42,12	-	-	P<0,001
Stearinsäure (%)	107	7,74	5,82	10,03	-	-	-
C6:0 bis C14:0 (%)	107	23,81	15,08	28,12	-	P=0,001	P<0,001
Ölsäure (%)	107	17,44	13,05	30,97	-	P<0,001	P<0,001
Linolsäure (%)	107	1,36	0,76	2,08	-	P=0,016	-
Linolensäure (%)	107	0,87	0,33	1,51	-	P<0,001	P<0,001

Tabelle 5: Einfluss von Nutzungshäufigkeit und Kraftfutter auf das Fettsäurespektrum angegeben sind die Mittelwerte der einzelnen Versuchsvarianten

Parameter	N2	N3	N4	KO	KN	KK
C6:0 bis C14:0 (%)	22,5	24,3	24,7	21,2	25,3	25,0
Ölsäure (%)	19,6	16,9	15,8	20,9	16,4	14,9
Linolensäure (%)	0,69	0,86	1,05	1,13	0,71	0,76

werden auch die technologischen und ernährungsphysiologischen Eigenschaften der Milch verändert. Eine Quantifizierung der Auswirkungen auf Technologie und Ernährung bedarf noch weiterer Untersuchungen.

#### 4. Zusammenfassung

Neben den bisher untersuchten Qualitätskriterien und Inhaltsstoffen wie Keimzahl, Zellzahl, Hemmstofffreiheit, Fett- und Eiweißgehalt gewinnen weitere Eigenschaften der Milch mit technologischen oder ernährungsphysiologischen Auswirkungen zunehmend an Bedeutung. Im Rahmen eines multidisziplinären Projektes wurde daher von der BAM Rotholz der Einfluß von Düngung und Nutzungshäufigkeit des Grünlandes und Höhe der Kraftfütterergän-

zung auf ausgewählte technologische und ernährungsphysiologische Eigenschaften der Milch untersucht. Die Versuchsvarianten waren Düngung nur Gülle und Düngung mit zusätzlichem mineralischen Stickstoffdünger, 2-, 3- bzw. 4malige Nutzung des Grünlandes und nur Grundfutter bzw. konstante oder normgerechte Kraftfütterergabe.

Von insgesamt 385 Einzelmilchproben wurden Gerinnungszeit, Zellzahl, Caseinanteil, Harnstoff, Calcium, Thiocyanat, Citronen-, Orot- und Hippursäure bestimmt. Statistisch gesicherte Einflüsse durch die Nutzungshäufigkeit und die Kraftfütterergabe waren beim Harnstoff, Thiocyanat und bei der Hippursäure zu beobachten. Ausserdem wurde das Fettsäurespektrum von 107 Mischmilchproben be-

stimmt. Mit zunehmender Nutzungshäufigkeit stieg der Anteil der gesättigten Fettsäuren von C6 bis C14, während der Anteil der ungesättigten Fettsäuren, wie Ölsäure und Linolensäure sank.

#### 5. Literatur

- TSCHAGER, E., P. ZANGERL, H. SEBASTIANI, W. KNEIFEL, E.C. LANG und H. LEGNER, 1994: Organoleptische, technologische und ernährungsphysiologische Eigenschaften von Almmilch. *Milchw.Berichte* 120, 152-157.
- ULBERTH, F. und M. ROGENHOFER, 1989: Saisonale Variationen der Fettsäurezusammensetzung von österreichischem Butterfett. *Ernährung* 13, 3-9.
- RENNER, E., 1989: Micronutrients in milk and milk-based food products. Elsevier applied science, London and New York.
- THÜRKOW, B., W. WEUFFEN, A. KRAMER, H. BELOW und D. JOHNSON, 1992: Zur Bedeutung von Thiocyanat für die gesunde Ernährung des Menschen. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau* 88, 307-313.
- TSCHAGER, E. und H. JAGER, 1986: Die potentiometrische Bestimmung von Calcium in Milch und Milchprodukten. *Milchwirtschaftliche Berichte* 87, 91-95.
- TSCHAGER, E. und H. JAGER, 1988: Harnstoffbestimmung in der Milch. *Milchwirtschaftliche Berichte* 97, 213-219.
- WALSTRA, P., T.J. GEURTS, A. NOOMEN, A. JELLEMA und M.A.J.S. BOEKEL, 1999: *Dairy Technology*, Marcel Dekker, New York, Basel.
- GRUBER, L., A. STEINWIDDER, T. GUGGENBERGER, A. SCHAUER, J. HÄUSLER, R., STEINWENDER und B. STEINER, 2000: Einfluß der Grünlandbewirtschaftung auf Ertrag, Futterwert, Milcherzeugung und Nährstoffausscheidung. 27. *Viehwirtschaftliche Fachtagung*, BAL Gumpenstein, 6. -8. Juni 2000.

