

Nr.: V-094

Beeinflussung der Milchqualität durch die Eutergesundheit

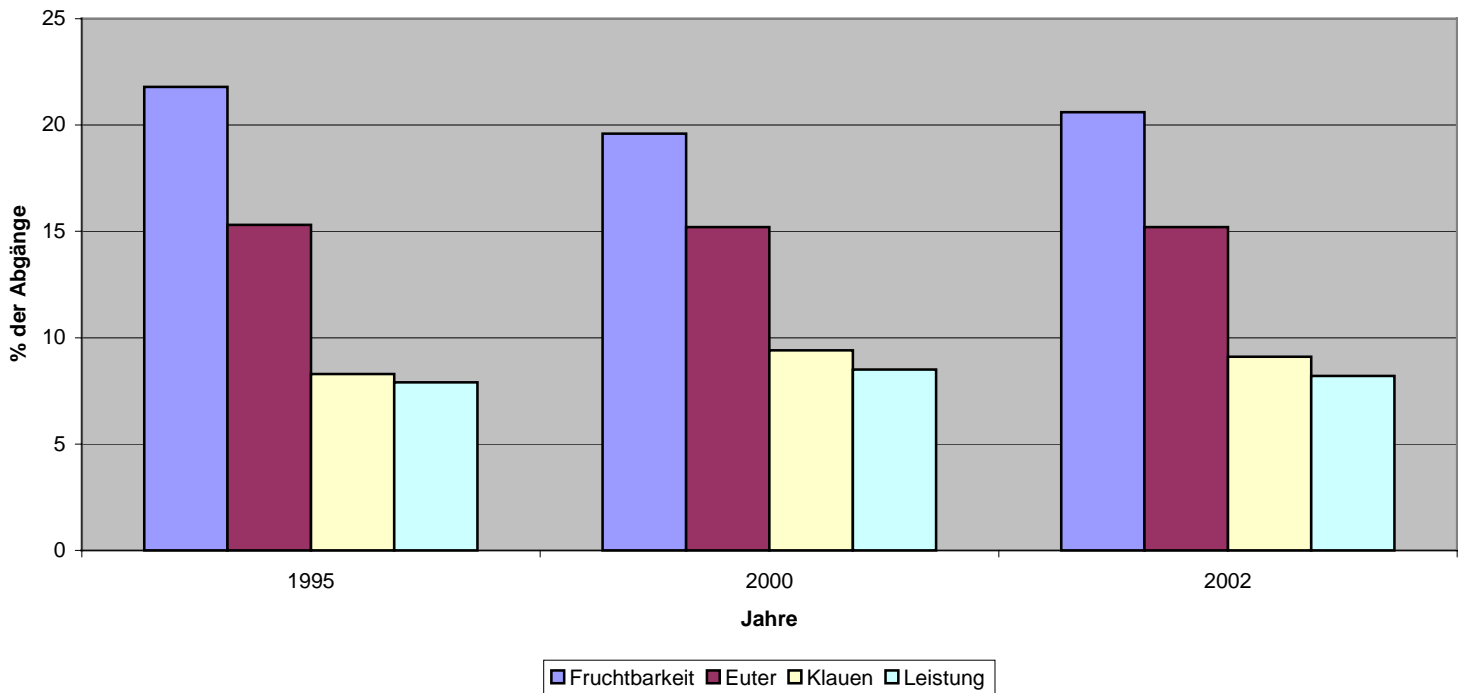
Anacker, Gerhard, (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Aussenstelle Clausberg, Oberellen OT Clausberg);

1. Einleitung

Die Milch gehört nach wie vor weltweit zu den Grundnahrungsmitteln. Etwa ein Drittel der Erlöse in der Landwirtschaft werden mit Milcherzeugung realisiert. In Deutschland stehen dem Verbraucher täglich etwa 1 l Rohmilch zur Verfügung. Nach Auswertungen des BMELF (2000) und des IDF (2001) werden etwa 20% der erzeugten Milch als Trinkmilch verbraucht. Der Rest wird zu verschiedensten Milchprodukten verarbeitet. Eine wesentliche Voraussetzung für die einwandfreie Beschaffenheit von Milch ist, dass sie von gesunden Kühen produziert wurde. Dies entspricht auch den Erwartungen der Verbraucher.

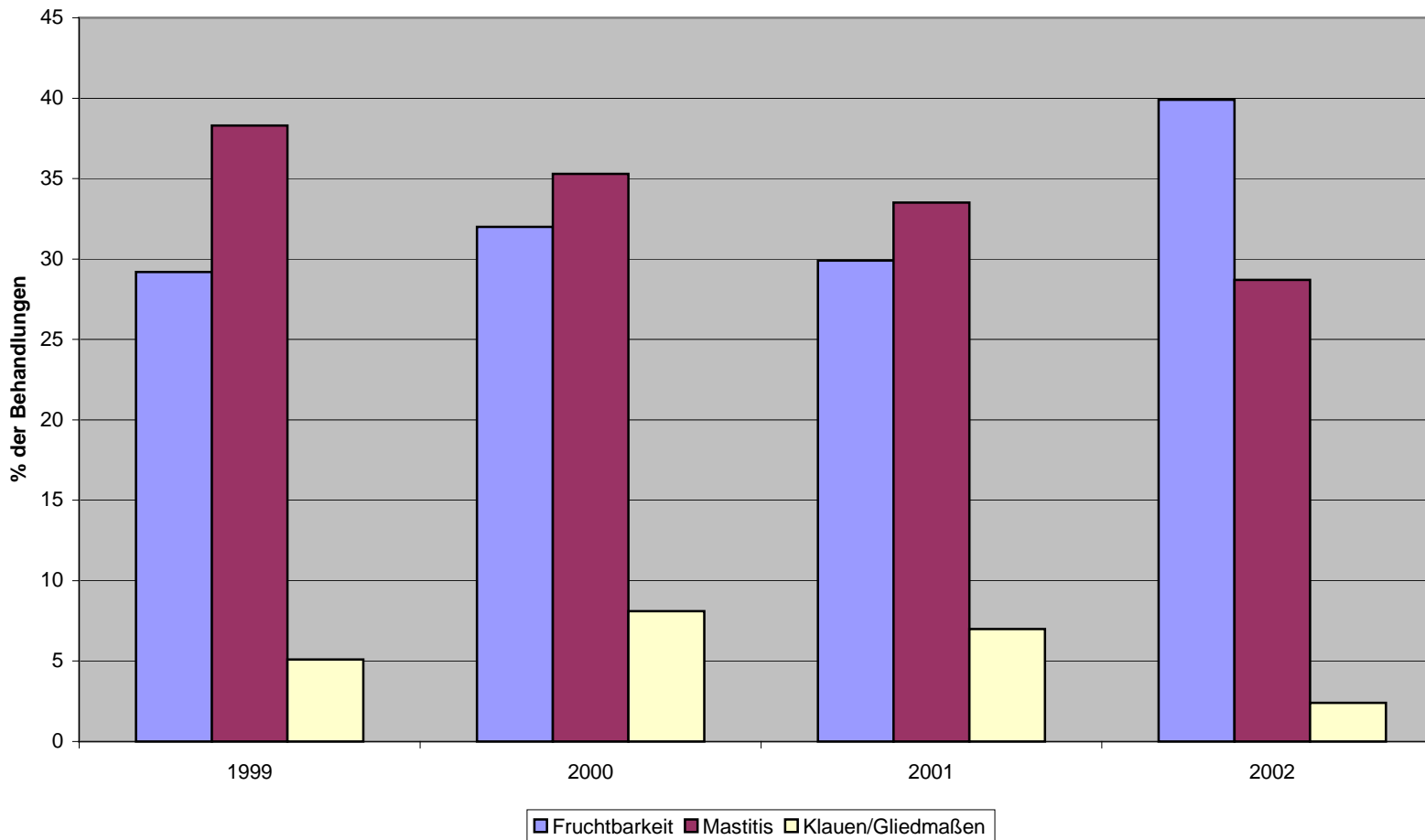
Leider ist die Eutergesundheit nach wie vor ein Problem in vielen Kuhbeständen. So nehmen Abgänge wegen Eutererkrankungen in Deutschland immer noch die zweite Stelle nach den Abgängen wegen Fruchtbarkeitsstörungen ein (Abb. 1).

Abb.1: Abgangsursachen bei Milchkühen in Deutschland



Umfangreiche Erhebungen zum Erkrankungsgeschehen wurden von mir im Rahmen einer Feldstudie gemacht. Die ermittelten Behandlungsschwerpunkte stimmten mit dem beschriebenen Abgangsgeschehen überein (Abb.2). Eutererkrankungen nahmen etwa ein Drittel aller Behandlungen bei Milchkühen ein.

Abb.2: Erkrankungsschwerpunkte bei Milchkühen



Die Auswirkungen von Eutererkrankungen bei Kühen auf die Milchleistung und technologische Wertigkeit der Milch lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Deutlicher Abfall der Milchleistung insbesondere im niedrigen Leistungsniveau
- Verringerung der Käseausbeute aufgrund des Absinkens des Caseinanteils am Reinproteingehalt
- Gefahr des Auftretens von Hemmstoffen in der Milch nach therapeutischen und/oder prophylaktischen Behandlungen durch Nichteinhaltung von Sperrfristen
- Kontamination der Milch mit humanpathogenen Mikroorganismen bei Verzehr von Rohmilch und Rohmilchprodukten
- Erhöhter Gehalt von Natrium und Chlor in der Milch und damit Geschmacksbeeinträchtigungen
- Verringerung des Laktosegehaltes der Milch und damit Verschlechterung der Käse-reिताuglichkeit (Gerinnungszeit, Festigkeitsparameter)

2. Untersuchungsmaterial

Im Rahmen von komplexen Untersuchungen zum Gesundheitsmanagement konnten in einem konventionellen Betrieb (Betrieb A) und einem ökologisch produzierenden Betrieb (Betrieb B) auch Parameter zur Milchqualität ermittelt werden. In Betrieb A wurden monatlich in Einzelgemelksproben des Gesamtbestandes (ca. 300 Kontrollen je Monat) die Parameter Milch-kg, Fett%, Eiweiß%, Laktose%, Zellzahl, Natrium, Chlor, Caseinzahl und Mastitiserreger unter-

sucht. Für Betrieb B entfiel die Untersuchung auf Natrium und Chlor. Die Zellzahl wurde für die statistischen Auswertungen logarithmiert (lg). Aus der lg Zellzahl wurden die in den Tabellen ausgewiesenen Zellzahlen berechnet. Zum anderen werden Mittelwerte für den natürlichen Zellgehalt ausgewiesen.

Die Caseinzahlbestimmung erfolgte mittels UV Messung tensidverdünnter Lösungen von Milch und Molke bei 210 nm (Basis Reineiweiß) (HARTUNG und SCHÜLER 1996).

Natrium- und Chloridionen (mmol/l) wurden im Labor der TLL untersucht.

Eine Übersicht des Untersuchungsmaterials gibt Tabelle 1.

Tabelle 1: Mittelwerte und Standardabweichungen des Untersuchungsmaterials nach Betrieben (Betrieb A: N = 4.317; Betrieb B: N = 3.012 Einzelgemelksproben)

Merkmal	Betrieb A		Betrieb B	
	MW	SA	MW	SA
Milch kg	36,7	7,4	26,4	9,2
FEKM*	35,2	6,5	27,0	8,5
Fett %	3,77	0,61	4,29	0,78
Eiweiß %	3,21	0,28	3,39	0,39
Laktose %	4,80	0,16	4,82	0,23
Casein %	2,55	0,24	2,70	0,30
Casein kg	0,927	0,17	0,704	0,21
Caseinzahl (Rel.-%)	79,4	2,0	79,9	2,1
Zellzahl in Tsd./ml	68 (156 **)	48	80 (208**)	56
Na Ionen mmol/l	18,1	2,7		
Cl Ionen mmol/l	34,6	4,7		

* FEKM= $((0,37 \times \text{Fett\%} + 0,21 \times \text{Eiweiß\%}) + 0,95) / 3,123 \times \text{Milch}$ (Standardwert: 4,00 Fett% bzw. 3,30 Eiweiß%) ** Natürliche Zellzahl in Tsd. je ml

Zwischen den Betrieben besteht eine erhebliche Differenz im Leistungsniveau. Auffällig ist der höhere Caseingehalt bei niedrigerer Milchleistung in Betrieb B.

Der Einfluss des Untersuchungsjahres auf die untersuchten Parameter zeigt Tabelle 2.

Tabelle 2: Mittelwerte nach Untersuchungsjahr und Betrieb

Merkmal	Betrieb A					Betrieb B		
	1998	1999	2000	2001	Signifik.	2003	2004	Signifik.
Milch kg	33,3	35,6	38,9	38,6	+++	26,1	28,1	+++
FEKM	32,2	34,1	37,2	37,1	+++	26,6	28,7	+++
Fett %	3,81	3,76	3,70	3,82	+++	4,28	4,31	n.s.
Eiweiß %	3,28	3,19	3,26	3,18	+++	3,37	3,41	++
Laktose %	4,81	4,79	4,82	4,79	+++	4,83	4,82	n.s.
Casein %	2,63	2,53	2,58	2,51	+++	2,69	2,73	+++
Casein kg	0,870	0,896	0,998	0,960	+++	0,687	0,750	+++
Caseinzahl (Rel.-%)	80,3	79,5	79,1	78,9	+++	79,6	80,1	+++
Zellzahl in Tsd./ml	64(150)	67(147)	65(131)	74(186)	+++(++)	79(195)	84(243)	+(++)
Na Ionen mmol/l	18,2	18,4	18,0	17,5	+++			
Cl Ionen mmol/l	35,0	34,7	34,5	34,3	++			

(in Klammern Natürliche Zellzahl in Tsd. je ml)

In Betrieb A liegt bei allen untersuchten Parametern ein signifikanter Einfluss des Probejahres vor, während in Betrieb B für den Fett- und Laktosegehalt sowie die Zellzahl keine Signifikanz

vorhanden war. In allen weiteren Auswertungen werden deshalb LSQ Werte geschätzt mit dem Prüfwahl als Kovariable.

3. Ergebnisse

3.1. Einfluss der Zellzahl auf Milchqualitätsparameter

Im ersten Teil der Ergebnisse wird zunächst der Einfluss des absoluten Zellgehaltes der Einzelgemelksproben auf die Milchqualitätsparameter dargestellt.

Tabelle 3: Qualitätsparameter von Rohmilch nach Zellzahlklassen in Betrieb A

Zellzahl in Tsd./ml	N	Milch Kg	Fett %	Eiweiß %	Laktose %	Casein %	Casein zahl Rel.-%	Casein kg	Na mmol/l	Cl mmol/l
< 100	3.179	37,1	3,74	3,19	4,82	2,55	79,6	0,935	17,6	34,3
101-300	672	35,9	3,85	3,25	4,76	2,53	78,9	0,912	19,0	35,1
301-500	162	36,5	3,81	3,25	4,75	2,53	78,8	0,923	19,5	35,6
>500	306	35,2	3,92	3,24	4,68	2,50	78,1	0,878	20,0	36,0
Signifik.		+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++

Tabelle 4: Qualitätsparameter von Rohmilch nach Zellzahlklassen in Betrieb B

Zellzahl in Tsd./ml	N	Milch kg	Fett %	Eiweiß %	Laktose %	Casein %	Casein Zahl Rel.-%	Casein kg
< 100	1.790	28,7	4,18	3,31	4,90	2,71	79,9	0,753
101-300	807	23,4	4,44	3,49	4,76	2,69	79,3	0,639
301-500	181	24,0	4,44	3,43	4,73	2,68	76,7	0,655
>500	268	22,1	4,54	3,55	4,62	2,63	73,7	0,606
Signifik.		+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++

Aus den Tabellen 3 und 4 lassen sich folgende Schlussfolgerungen ableiten:

- Die Eutergesundheit wirkt sich sowohl im konventionellen Betrieb (A) aber besonders im ökologischen Betrieb (B) auf die Milchmengenleistung negativ aus.
- Hohe Zellzahlen in der Milch führen zu niedrigeren Caseinzahlen, Caseingehalten und damit Caseinmengen in der Milch mit negativen Einflüssen insbesondere auf die Käseausbeute.
- Hohe Zellzahlen in der Milch führen zu einer deutlichen Verringerung des Laktosegehaltes der Milch in beiden Betriebsformen. Nach BUCHBERGER u. a. (2004) bewirkt die Verringerung des Laktosegehaltes in der Milch eine Erhöhung der Gerinnungszeit von Milch sowie eine Verschlechterung der Festigkeitsparameter bei der Herstellung von Käse.
- Die Auswirkungen der Haltungsform konventionell oder ökologisch werden insbesondere an der Verringerung der Caseinmenge von der Zellzahlklasse unter 100.000 zur Zellzahlklasse über 500.000 Zellen deutlich. Dies resultiert aus dem starken Absinken der Milchleistung
- Sowohl der Natrium- als auch Chloridionengehalt steigt mit Erhöhung der Zellzahl deutlich an. Dieser erhöhte Gehalt führt insbesondere zu Geschmacksveränderungen in der Milch

3.2. Einfluss einer klinischen Mastitis auf die Milchqualität

Zu den Einzelgemelksproben liegen neben dem beschriebenen Parameterspektrum auch Informationen über die Eutererkrankungen vor.

In den beiden nachfolgenden Tabellen werden Mittelwerte für die Qualitätsparameter tatsächlich erkrankter Tiere denen ohne klinische Mastitis gegenübergestellt.

Tabelle 5: Qualitätsparameter von Rohmilch gesunder und euterkranker Kühe in Betrieb A

Status	Milch kg	Fett %	Eiweiß %	Laktose %	Casein %	Casein Zahl Rel.-%	Casein kg	Na mmol/l	Cl mmol/l	IgZZ in Tsd. / ml	Nat. ZZ Tsd. / ml
Krank	34,9	3,96	3,23	4,74	2,52	78,1	0,877	19,7	35,9	145	831
Gesund	36,8	3,77	3,21	4,80	2,55	79,4	0,928	18,0	34,6	78	139
Signifik.	++	+++	n.s.	+++	n.s.	+++	+++	+++	++	+++	+++

(Krank N=105; Gesund N=4.206)

Tabelle 6: Qualitätsparameter von Rohmilch gesunder und euterkranker Kühe in Betrieb B

Status	Milch kg	Fett %	Eiweiß %	Laktose %	Casein %	Casein Zahl Rel.-%	Casein kg	Ig ZZ in Tsd. / ml	Natürl. ZZ Tsd./ml
Krank	27,2	4,20	3,32	4,77	2,59	77,9	0,695	145	842
Gesund	26,6	4,29	3,38	4,83	2,70	80,0	0,704	78	199
Signifik.	n.s.	n.s.	n.s.	+++	++	+++	n.s.	+++	+++

(Krank N=41; Gesund N=2.971)

Die Ergebnisse obiger Tabellen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Im Zellgehalt besteht in beiden Betrieben eine hochsignifikante Differenz zwischen eutergesunden und euterkranken Kühen. Eutergesunde Kühe weisen in den Einzelkontrollen einen Ig Zellgehalt von weniger als 100.000 Zellen je ml auf.
- Die Caseinzahl d.h. der Anteil Casein am Gesamteiweißgehalt der Milch ist in beiden Betrieben signifikant durch den Gesundheitsstatus beeinflusst. Eutergesunde Tiere weisen eine deutlich höhere Caseinzahl auf.
- Die Milchleistung euterkranker Kühe ist in Betrieb A signifikant niedriger. Damit ist auch die produzierte Caseinmenge, beeinflusst durch die niedrigere Caseinzahl signifikant geringer. In Betrieb B ist aufgrund der geringen Differenz in der Milchleistung die Caseinmenge gesunder Tiere nur geringfügig höher.
- Der Caseingehalt der Milch wird auf Grund der engen Beziehung zum Eiweißgehalt (r um 0,90) durch diesen beeinflusst.

3.3. Einfluss des Vorhandenseins von Mastitiserregern auf die Milchqualität

In Betrieb A konnten monatlich alle Einzelgemelksproben auf das Vorhandensein von Mastitiserregern untersucht werden. Die mögliche Wechselwirkung von bakteriologischem Status der Milch und Eutererkrankung auf die Rohmilchqualität wird in Tabelle 7 gezeigt.

Tabelle 7: Qualitätsparameter von Rohmilch in Abhängigkeit vom Ergebnis der bakteriologischen Untersuchung (BU) und der Eutererkrankung (Status) in Betrieb A

BU	Status	Milch kg	Fett %	Eiweiß %	Laktose %	Casein Zahl Rel.-%	Casein kg	Na mmol/l	Cl mmol/l	IgZZ in Tsd./ml	Nat. ZZ Tsd./ml
Positiv	Krank	34,0	4,08	3,24	4,74	78,1	0,854	20,1	35,5	149	910
	Gesund	36,5	3,82	3,22	4,78	79,4	0,927	18,5	34,6	76	187
	Signifik.	+	++	n.s.	n.s.	+++	++	+++	n.s.	+++	+++
Negativ	Krank	35,7	3,89	3,22	4,73	78,1	0,893	19,4	36,0	150	792
	Gesund	36,8	3,74	3,20	4,80	79,5	0,930	17,9	34,4	63	120
	Signifik.	n.s.	++	n.s.	+++	+++	+	+++	+++	+++	+++

(Positiv Krank=35; Positiv Gesund=719; Negativ Krank=70; Negativ Gesund =3.158)

Von 754 BU positiven Tieren erkrankten 35 (5%), während bei den 3.229 negativen Tieren 70 Erkrankungen auftraten (2%).

Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die Erkrankungsrate der bakteriologisch positiven Kühe ist mit 5% zwar niedrig, aber deutlich höher als die der negativen Kühe mit 2%. Insgesamt ist einzuschätzen, dass allein das Vorhandensein von Mastitiserregern im Euter noch keine Erkrankung bewirkt. Erst Störungen des stabilen Gleichgewichtszustandes von Mastitiserregern und Wirtstier Kuh führen zum Ausbruch von Erkrankungen (ANACKER 2003). Zum anderen treten auch Eutererkrankungen auf (2%), ohne dass Erreger nachzuweisen sind.
- Sowohl für BU- positive als auch- negative Tiere kann ein signifikanter Einfluss der Eutergesundheit auf die Caseinzahl, Caseinmenge, den Natriumgehalt sowie die Zellzahl nachgewiesen werden
- Aufgrund der engen Korrelation des Eiweißgehaltes, für den keine Signifikanz vorliegt, zum Caseingehalt ergibt sich auch für letzteren keine Signifikanz.

3.4. Einfluss der Eutergesundheit auf die Beziehungen zwischen Milchqualitätsparametern

Im folgenden sollen die Zusammenhänge zwischen Qualitätsmerkmalen der Milch unter Beachtung des Zellgehaltes dargestellt werden. Zu diesem Zweck werden für jeden Betrieb partielle Korrelationen berechnet. Als Faktor wurde der Gesundheitsstatus berücksichtigt.

Tabelle 8: Partielle Korrelationen für Rohmilchparameter in Abhängigkeit vom Zellgehalt (Betrieb A)

	Fett %	Eiweiß %	Laktose %	Casein-zahl	Casein %	Casein kg	Eiweiß kg	Ig ZZ
Fett %		0,43***	0,08***	0,07***	0,42***	-0,18***	-0,19***	0,15***
Eiweiß %	0,43***		0,03*	0,10***	0,97***	-0,03*	-0,04**	0,19***
Laktose %	-0,08**	-0,09**		0,09***	0,05**	0,04**	0,03n.s	-0,13***
Caseinzahl	0,13***	0,14***	0,25***		0,35***	0,15***	0,02	-0,10***
Casein %	0,43***	0,97***	-0,02	0,39***		0,01	-0,04	0,15***
Casein kg	-0,23***	-0,07**	0,20***	0,30***	0,01		0,99***	-0,10***
Eiweiß kg	-0,26***	-0,09***	0,18***	0,17***	-0,04*	0,99***		-0,09***
Ig ZZ	0,04*	-0,02	-0,18***	-0,23***	-0,07**	-0,10***	-0,07**	

Oberhalb Diagonale: Zellzahl < 100.000 (N=3.174); Unterhalb Diagonale: Zellzahl > 100.000 (N=1.139)

Tabelle 9: Partielle Korrelationen für Rohmilchparameter in Abhängigkeit vom Zellgehalt (Betrieb B)

	Fett %	Eiweiß %	Laktose %	Caseinzahl.	Casein %	Casein kg	Eiweiß kg	Ig ZZ
Fett %		0,51***	-0,22***	0,18***	0,51***	-0,29***	-0,30***	0,25***
Eiweiß %	0,56***		-0,30***	0,20***	0,98***	-0,31***	-0,33***	0,35***
Laktose %	-0,22***	-0,36***		0,18***	-0,24***	0,27***	0,26***	-0,33***
Caseinzahl	0,05*	0,01	0,45***		0,40***	0,21***	0,12***	-0,08**
Casein %	0,55***	0,97***	-0,23***	0,27***		-0,24***	-0,28***	0,31***
Casein kg	-0,32***	-0,43***	0,42***	0,34***	-0,32***		0,99***	-0,34***
Eiweiß kg	-0,33***	-0,44***	0,40***	0,27***	-0,35***	0,99***		-0,33***
Ig ZZ	0,01	0,01	-0,27***	-0,31***	-0,07**	-0,05*	-0,03	

Oberhalb Diagonale: Zellzahl < 100.000 (N=1.781); Unterhalb Diagonale: Zellzahl > 100.000 (N=1.231)

Tabelle 10: Partielle Korrelationen für Rohmilchparameter nach Betrieben

	Fett %	Eiweiß %	Laktose %	Caseinzahl	Casein %	Casein kg	Eiweiß kg	Ig ZZ
Fett %		0,43***	0,01	0,07***	0,43***	-0,20***	-0,22***	0,13***
Eiweiß %	0,55***		-0,03	0,09***	0,97***	-0,05***	-0,06***	0,14***
Laktose %	-0,27***	-0,39***		0,17***	0,02	0,10***	0,08***	-0,26***
Caseinzahl	0,07***	0,05**	0,38***		0,35***	0,20***	0,07***	-0,23***
Casein %	0,55***	0,97***	-0,28***	0,29***		0,01	-0,04**	0,07***
Casein kg	-0,34***	-0,41***	0,42***	0,31***	-0,31***		0,99***	-0,11***
Eiweiß kg	-0,35***	-0,42***	0,40***	0,24***	-0,34***	0,99***		-0,08***
Ig ZZ	0,22***	0,29***	-0,48***	-0,29***	0,21***	-0,33***	-0,32***	

Oberhalb Diagonale: Betrieb A (N= 4.313); Unterhalb Diagonale: Betrieb B (N=3.012)

Aus den Korrelationsanalysen lassen sich folgende Schlussfolgerungen ableiten:

- Zwischen der Zellzahl als Ausdruck für die Eutergesundheit und der Caseinzahl sowie dem Laktosegehalt bestehen signifikante negative Beziehungen. Die Beziehungen sind bei hohem Zellgehalt deutlich straffer als bei Zellgehalten unter 100.000 Zellen.
- Sowohl die Eiweiß- als auch die Caseinmenge werden durch den Zellgehalt negativ beeinflusst.
- Im Vergleich zu Betrieb A sind die Beziehungen in Betrieb B (niedrigeres Leistungs-niveau) deutlich straffer negativ, d.h. bei niedrigeren Leistungen ist der Einfluss der Eutergesundheit auf die Käseerzeugung deutlich höher aber negativ (-0,33 in B bzw. -0,11 in A).
- Gleiches trifft auch auf den Laktosegehalt zu. Mit Korrelationen von -0,48 ist der Laktosegehalt ein guter Parameter zur Erkennung von subklinischen Mastitiden.
- Erwartungsgemäß bestehen zwischen dem Caseingehalt und dem Eiweißgehalt signifikante positive Korrelationen von über 0,90. Zwischen der Caseinzahl und dem Eiweißgehalt bestehen hingegen nur geringe positive Beziehungen.

4. Zusammenfassung

1. Sowohl Verbraucher als auch Milchverarbeiter fordern, dass die Milch von gesunden Kühen stammen sollte. Vorliegende Analysen zeigen jedoch einen hohen Anteil an Abgängen und Behandlungen wegen Eutererkrankungen auf.

2. Aus der Sicht der Verarbeitung sind insbesondere der Caseingehalt und der Laktosegehalt bedeutungsvoll
3. Im Labor der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft konnten bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt in 7.319 Einzelgemelken aus zwei Betrieben die Caseinzahl(Rel.in % zum Reineiweiß) ermittelt werden. Zu den Einzelgemelken liegen weitere Parameter vor.
4. Hohe Zellzahlen führen unabhängig von einer tatsächlichen Erkrankung zu niedrigeren Caseinzahlen. Die Reduzierung der Caseinzahl beträgt im hohen Leistungsniveau nur 1,5 %, im niedrigen Leistungsniveau kommt es zu einer Verringerung um 5,2%. Der Laktosegehalt vermindert sich in beiden Betrieben etwa gleich stark (von 4,90% auf 4,60%).
5. Tatsächlich an Mastitis erkrankte Kühe weisen eine niedrigere Caseinzahl und auch Laktosegehalt auf.
6. Das Vorhanden von Mastitiserregern führt nicht unbedingt zu einer Verschlechterung der Milchqualität. Dies resultiert daraus, dass es bei Vorhandensein eines stabilen Gleichgewichtszustandes von Mastitiserreger mit dem Wirtstier Kuh nicht auf jeden Fall zu einer Mastitis kommen muss. Sowohl für bakteriologisch positive als auch negative Tiere kann jedoch ein signifikanter Einfluss der Eutergesundheit auf die Caseinzahl und den Laktosegehalt nachgewiesen werden.
7. Das Leistungsniveau der Betriebe hat einen deutlichen Einfluss auf die Höhe der negativen Beziehungen zwischen dem Zellgehalt und der Eiweiß- bzw. Caseinmenge. Bei niedrigen Leistungen sind die Korrelationen deutlich höher negativ.
8. Der Laktosegehalt korreliert mit dem Zellgehalt um $-0,50$ und ist somit auch ein guter Parameter zur frühzeitigen Erkennung von Eutererkrankungen.