

## 4. Ergebnisse

### 4.1 Vorversuche

#### 4.1.1 Standards

Zur Messung der Präzision des Gerätes und den Vergleich zwischen wässrigen und milchigen Standards wurden Acetonlösungen mit verschiedenen Konzentrationen hergestellt und je zehnmal bestimmt (Tabelle 6). Die Standardabweichungen sind bei den Konzentrationen von 3,2 mmol/l Aceton in Wasser und Milch mit 0,087 bzw. 0,124 am höchsten. Ebenso weichen die Mittelwerte nur gering bzw. nicht von den Sollwerten ab. Die Variationskoeffizienten liegen bei den niedrigen Konzentrationen deutlich höher als bei den hohen Konzentrationen. Bei den 0,1 mmol/l Standards liegen sie bei 47% in Wasser und 50,9% in Milch, im Unterschied dazu sind die Variationskoeffizienten bei den Standards mit 3,2 mmol/l mit 2,75% in Wasser und 3,8% in Milch unter der von THIELE (1974) festgelegten Mindestanforderung von 5%. Die übrigen Variationskoeffizienten liegen zwischen 14,3% (milchig, 0,4 mmol/l) und 7,0% (beide 0,8 mmol/l Standards). Aufgrund der geringeren Abweichungen der Mess- und Mittelwerte sowie der Variationskoeffizienten der wässrigen gegenüber den milchigen Standards, wurden bei den Messungen wässrige Standards verwendet. Zudem ist der Aufwand der Herstellung geringer.

Tab.6: Präzision der Meßmethode und Vergleich zwischen wässrigen und milchigen Standards.

Acetonstandard (mmol/l)	Zahl der Wiederholungen (n)	arithmetisches Mittel (mmol/l)	Standardabweichung	Variationskoeffizient (%)
Wässrig 0,1	10	0,1	0,047	47
Wässrig 0,4	10	0,4	0,047	11,75
Wässrig 0,8	10	0,79	0,056	7,0
Wässrig 3,2	10	3,21	0,087	2,7
Milchig 0,1	10	0,11	0,056	50,9
Milchig 0,4	10	0,39	0,056	14,3
Milchig 0,8	10	0,79	0,056	7,0
Milchig 3,2	10	3,2	0,124	3,8

#### 4.1.2 Konservierung

Für den Langzeitversuch musste untersucht werden, ob es Unterschiede in der Haltbarkeit von Milchproben gibt, die mit Natriumacid bzw. Borsäure konserviert waren. In Tabelle 7 sind die Messergebnisse dargestellt. Die Haltbarkeit der Milchproben mit den unterschiedlichen Konservierungsmitteln unterscheidet sich nicht. Auch hier erkennt man bei den niedrigen Acetonwerten hohe Variationskoeffizienten und bei den hohen Konzentrationen niedrige Variationskoeffizienten. Vergleicht man die aufeinanderfolgenden Tage der einzelnen Konservierungsmittel, so sind keine Unterschiede in der Haltbarkeit zu erkennen.

Tab. 7: Vergleich von Acetonstandards, mit Natriumacid Borsäure konserviert, am ersten, dritten und fünften Tag.

Acetonstandard (mmol/l)	Konservierung	Tag	Zahl der Wiederholungen (n)	arithmetisches Mittel (mmol/l)	Standardabweichung	Variationskoeffizient (%)
0,1	Na-Acid	1	10	0,09	0,032	35,5
0,4	Na-Acid	1	10	0,39	0,032	8,2
0,8	Na-Acid	1	10	0,8	0,047	5,8
3,2	Na-Acid	1	10	3,19	0,032	1
0,1	Na-Acid	3	10	0,1	0	0
0,4	Na-Acid	3	10	0,4	0,047	11,8
0,8	Na-Acid	3	10	0,81	0,032	3,9
3,2	Na-Acid	3	10	3,18	0,063	2
0,1	Na-Acid	5	10	0,09	0,032	35,5
0,4	Na-Acid	5	10	0,41	0,032	7,8
0,8	Na-Acid	5	10	0,79	0,032	4,1
3,2	Na-Acid	5	10	3,18	0,047	1,5
0,1	Borsäure	1	10	0,09	0,032	35,5
0,4	Borsäure	1	10	0,41	0,032	7,8
0,8	Borsäure	1	10	0,79	0,032	4,1
3,2	Borsäure	1	10	3,2	0,047	1,5
0,1	Borsäure	3	10	0,09	0,032	35,5
0,4	Borsäure	3	10	0,38	0,042	11,1
0,8	Borsäure	3	10	0,81	0,032	3,9
3,2	Borsäure	3	10	3,18	0,042	1,3
0,1	Borsäure	5	10	0,09	0,032	35,5
0,4	Borsäure	5	10	0,39	0,032	8,2
0,8	Borsäure	5	10	0,81	0,032	3,9
3,2	Borsäure	5	10	3,18	0,047	1,5

## 4.2 Milchaceton

### 4.2.1 Ergebnisse der Betriebe

Tabelle 8 zeigt die Verteilung der Tiere der verschiedenen Betriebe auf die unterschiedlichen Acetonklassen. Von den Milchproben hatten 179 (1,8 %) eine Milchacetonkonzentration von 0,3 mmol/l oder mehr. Der höchste Anteil an erhöhten Acetonwerten trat mit 4,6 % in Betrieb 7 auf. Betrieb 6 wies den geringsten Prozentsatz (0,8 %) veränderter Werte auf. Die restlichen Betriebe hatten einen Durchschnittswert um 1,8 % .

Die jeweils höchsten gemessenen Milchacetonwerte wurden in Betrieb 7 mit einer Konzentration von 7,2 mmol/l und in Betrieb 1 mit je zwei mal 3,0 mmol/l und 2,9 mmol/l gemessen.

Von den auffälligen Acetonwerten befanden sich im Durchschnitt 66,5 % in Klasse 2, 22,9 % in Klasse 3 und nur 10,6 % in Klasse 4 (Tab. 10).

Der Anteil der Tiere mit Milchproben in der Acetonklasse 1 beträgt in Schnitt 98,3% und variiert von 95,4% in Betrieb 7 bis zu 99,2% in Betrieb 6. Den höchsten Wert in Klasse 2 weist mit 2,1% Betrieb 7 auf, den geringsten Betrieb 2 mit 0,5%. In Klasse 3 und 4 treten je 3 Betriebe auf, die keine Tiere in diesen Klassen haben. 0,6% der Tiere in Betrieb 1 hatten Acetonwerte in Klasse 3. Mit je 0,7% der Tiere in Acetonklasse 4 sind Betrieb 3 und 5 betroffen.

Tab.8: Verteilung der Acetonklassen auf die Betriebe.

Betrieb	Probenanzahl (n)	Acetonklasse 1 (%)	Acetonklasse 2 (%)	Acetonklasse 3 (%)	Acetonklasse 4 (%)	Acetonklasse 2-4 (%)
1	1962	98,2	0,8	0,6	0,4	1,8
2	193	98	0,5	1	0,5	2
3	135	98,6	0,7	0	0,7	1,4
4	467	98,9	1,1	0	0	1,1
5	446	97,1	2	0,2	0,7	2,9
6	1746	99,2	0,6	0,2	0	0,8
7	625	95,4	2,1	2	0,5	4,6
8	1510	98,3	1,4	0,2	0,1	1,7
9	940	98,3	1,7	0	0	1,7
10	1240	98,4	1,3	0,2	0,1	1,6
Alle	9264	98,3	1,2	0,4	0,2	1,8

#### 4.2.2 Einfluss des Laktationszeitpunktes

Abbildung 6 zeigt die Verteilung der Milchproben der Tiere mit erhöhten Acetonwerten auf die Laktationswochen. Bis zur sechsten Laktationswoche treten 93,3 % der Acetonkonzentrationen in den Acetonklasse 2 bis 4 im Beobachtungszeitraum auf. Schon in der ersten Woche p.p. treten erhöhte Milchacetonkonzentrationen auf, die überwiegend in der Acetonklasse 2 liegen. Proben von Tieren, die Acetonwerte in Klasse 3 und 4 aufweisen und somit Grund zur Annahme einer klinischen Erkrankung an Ketose geben, treten verstärkt zwischen der zweiten und sechsten Laktationswoche auf.

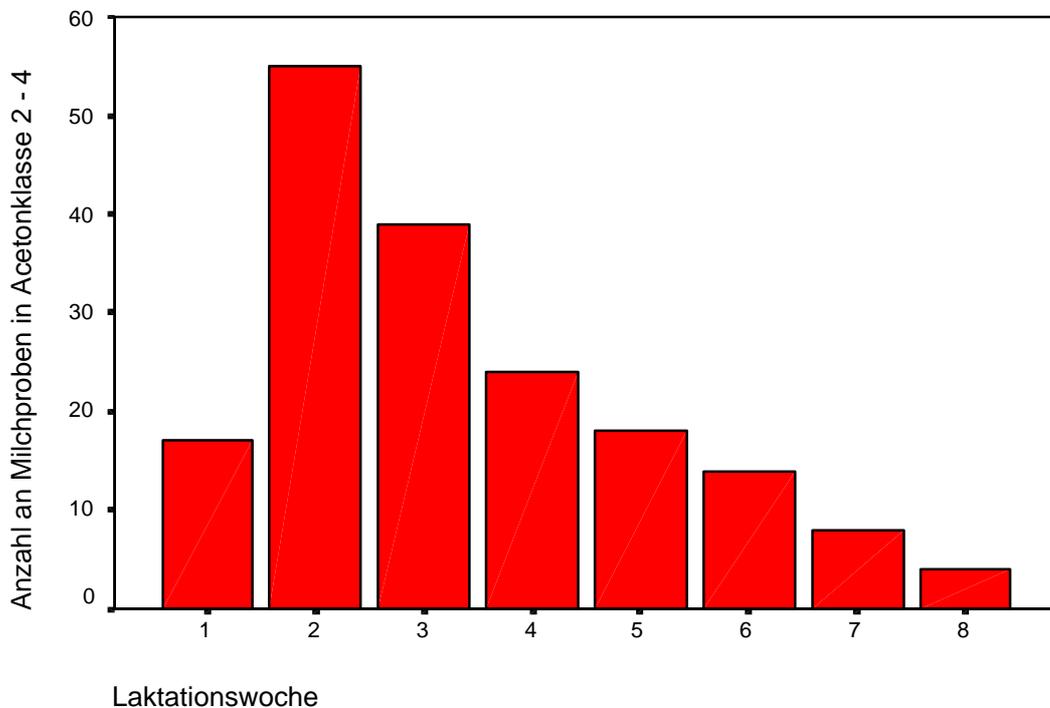


Abb.6: Verteilung der Tiere mit auffälligen Milchacetonwerten auf die Laktationswochen (n = 179)

Tab. 9: Verteilung der Milchproben auf Acetonklassen und Laktationswochen (n = 10241)

	Aceton-Kl 1		2		3		4		Anzahl
	Zeilen%	Anzahl	Zeilen%	Anzahl	Zeilen%	Anzahl	Zeilen%	Anzahl	
Laktationswoche 1	96,3%	446	3,5%	16	0,2%	1	0,0%	0	463
2	96,1%	1355	2,1%	29	1,2%	17	0,6%	9	1410
3	97,5%	1512	1,9%	30	0,5%	7	0,1%	2	1551
4	98,6%	1661	0,9%	15	0,4%	6	0,2%	3	1685
5	98,8%	1466	0,5%	8	0,5%	7	0,2%	3	1484
6	99,0%	1328	0,7%	10	0,2%	3	0,1%	1	1342
7	99,4%	1253	0,6%	8	0,0%	0	0,0%	0	1261
8	99,6%	1041	0,3%	3	0,0%	0	0,1%	1	1045
Gruppen- Gesamtwert	98,3%	10062	1,2%	119	0,4%	41	0,2%	19	10241

In den Tabellen 9 und 10 sind die Milchacetonkonzentrationen der Kühe in Acetonklassen unter Berücksichtigung der Laktationswoche eingeordnet. Die meisten Milchproben (1685) stammen von Tieren in der vierten Laktationswoche, den geringsten Anteil haben die Frischabkalber (462).

Von den Tieren in Acetonklasse 1 befinden sich die meisten (99,6%) in der achten Laktationswoche, die wenigsten (96,1%) in der zweiten Woche p.p.

Tab. 10: Relative Häufigkeiten der auffälligen Tiere in den Laktationswochen (n = 179)

Laktationswoche	1	2	3	4	5	6	7	8	Gesamt (Zeile)	Gesamt (Spalte)
Acetonklasse 2 - 4 ( % )	9,5	30,7	21,8	13,4	10,1	7,8	4,5	1,8	100	100,0
Acetonklasse 2 ( % )	13,0	24,4	25,2	12,6	6,7	8,0	6,7	2,5	100	66,5
Acetonklasse 3 ( % )	0,8	41,5	17,1	14,6	17,1	7,0	0,0	0,0	100	22,9
Acetonklasse 4 ( % )	0,0	47,4	10,5	15,8	15,8	5,0	0,0	0,0	100	10,6

Tiere, deren Milchproben der Acetonklasse 2 zuzuordnen sind, befinden sich überwiegend in der zweiten (24,4%) und dritten (25,2%) Laktationswoche. Die zweite Laktationswoche ist auch bei den Acetonklassen 3 (41,5%) und 4 (47,4%) dominant. Je weiter die Tiere in der Laktation fortschreiten, desto geringer wird das Auftreten von auffälligen Milchproben. Schon in der ersten Woche nach der Kalbung treten 9,5% der auffälligen Tiere in Erscheinung. Der Höhepunkt ist mit 30,7% in der zweiten Woche p.p. und fällt stetig bis auf 1,8% in der achten Laktationswoche ab.

### 4.2.3 Einfluss des Alters

Der überwiegende Teil der erhöhten Acetonwerte (62,2 %) stammt von Tieren in den ersten beiden Laktationen. Tabelle 11 zeigt die Verteilung der Tiere mit erhöhten Acetonwerten auf die Betriebe und die Laktationen.

Tab.11: Färsenanteil und Anteil der Tiere mit erhöhten Milchacetonwerten der Betriebe in den Laktationen. (n = 179)

Betrieb	Färsenanteil %	1.Laktation %	2.Laktation %	3.Laktation %	4.Laktation %	> 4.Laktation %	Anzahl Fälle
1	45,5	44,2	27,9	14,0	0,0	14,0	43
2	46,1	75,0	0,0	0,0	0,0	25,0	4
3	41,5	0,0	0,0	50,0	50,0	0,0	2
4	49,5	20,0	40,0	40,0	0,0	0,0	5
5	41,0	30,0	50,0	10,0	10,0	0,0	10
6	44,2	52,9	23,5	17,6	0,0	5,9	18
7	44,8	30,0	36,7	23,3	0,0	10,0	30
8	39,6	12,9	12,9	22,6	29,0	22,6	31
9	39,0	43,8	12,5	18,8	18,8	6,3	16
10	36,0	30,0	40,0	5,0	15,0	10,0	20
Alle Betriebe	42,6	35,4	27,0	16,9	9,6	11,3	179

Der Anteil der Färsen mit erhöhten Milchacetonwerten schwankt unter den Betrieben stark. Lässt man Betrieb 2 bis 4 wegen geringer Anzahl an Fällen außer acht, liegen die Prozentsätze der auffälligen Färsen zwischen 12,9 % in Betrieb 8 und 52,9 % in Betrieb 6. Dies entspricht aber keineswegs dem Färsenanteil. Den geringsten Färsenanteil im Betrieb weist Betrieb 10 mit 36 % auf. In Betrieb 1 stehen 45,5 % Färsen.

Betrachtet man das gesamte Altersspektrum, so stellt man fest, dass 79,3 % der Fälle in den ersten 3 Laktationen auftreten. Vom Altersanteil in den Ställen der Betriebe stehen 88,3 % der Tiere in den ersten 3 Laktationen. Lediglich die Betriebe 8 und 9 haben eine ausgeglichene Verteilung der Milchkühe über die Laktationen.

Setzt man eine gleichmäßige Erkrankungshäufigkeit über die Laktationen voraus, erscheint der Wert von 35,4% durchschnittlich erhöhter Milchacetonkonzentrationen bei einem Färsenanteil von durchschnittlich 42,6 niedrig. Lässt man auch hier Betrieb 2 bis 4 wegen geringer Fallbeispiele außer Acht, stellt man fest, daß es bei den Färsen der verschiedenen Betriebe zu geringeren Auffälligkeiten kommt, als der Färsenanteil vermuten lässt. In Betrieb 5 sind nur 30% der Färsen betroffen, bei einem Färsenanteil von 41%. Ebenso verhält es sich

in Betrieb 7. 30% betroffen bei 44,8% Färsenanteil. Am geringsten betroffen ist Betrieb 8 mit 12,9% der Färsen bei einem Färsenanteil von 39,6%. In Betrieben 6 und 9 verhält es sich umgekehrt. Es sind mehr Färsen mit erhöhten Acetonkonzentrationen, 52,9% in Betrieb 6 und 43,8% in Betrieb 9, im Betrieb, als der Färsenanteil, 44,2% in Betrieb 6 und 39% in Betrieb 9, ausmacht.

#### 4.2.4 Einfluss der Jahreszeit

Abbildung 7 zeigt den Verlauf der Anzahl an Tieren in Acetonklasse 2 bis 4 über den Untersuchungszeitraum für alle Betriebe. Die Abbildungen 8 bis 14 zeigen dies in den einzelnen Betrieben. Der Verlauf der Kurven über den Untersuchungszeitraum ist in den einzelnen Betrieben nicht einheitlich. Nimmt man die Kurve aller Betriebe (Abb. 7) zeigt sich, dass es Spitzen gibt im Mai und Juli 2000 sowie im Januar und März 2001, ohne Berücksichtigung des Monats November 99, da dieser nur Betrieb 1 betrifft.

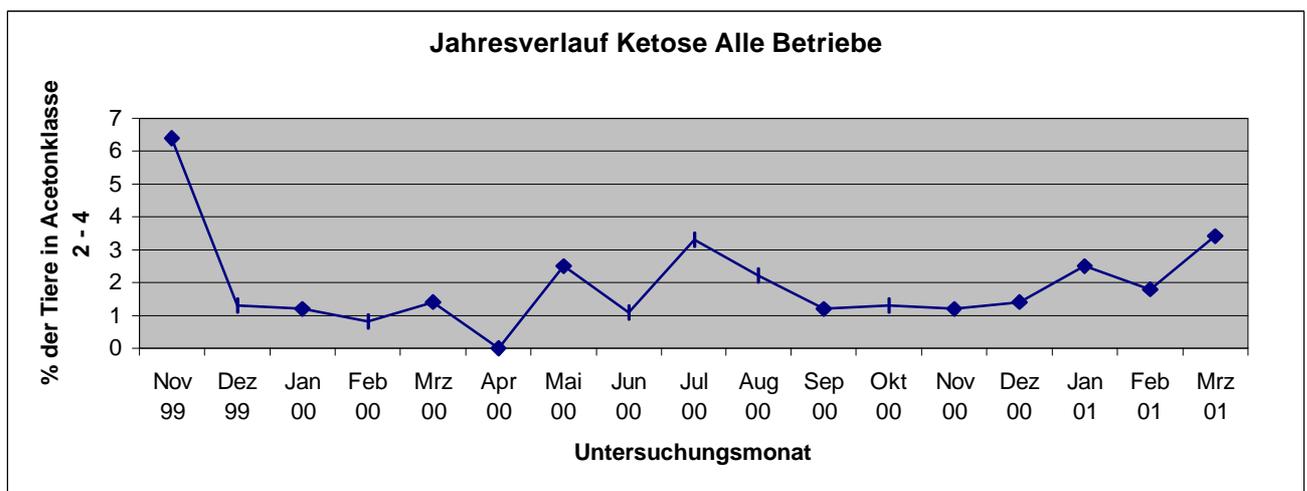


Abb.7: Jahresverlauf der Kurve der Tiere in Acetonklasse 2 – 4 in allen Betriebe.

Betrieb 1, der Betrieb (Abb. 8) mit den meisten auffälligen Tieren, zeigt Spitzen im November 1999, Mai, Juli und August 2000. Der 99er Novemberwert ist mit 9,8 % recht hoch. In den Folgemonaten fallen die Werte auf 2 % und darunter. Erst im Mai steigen sie wieder auf 4,5 %. Auch die beiden Werte im Juli und August liegen um 4 %.

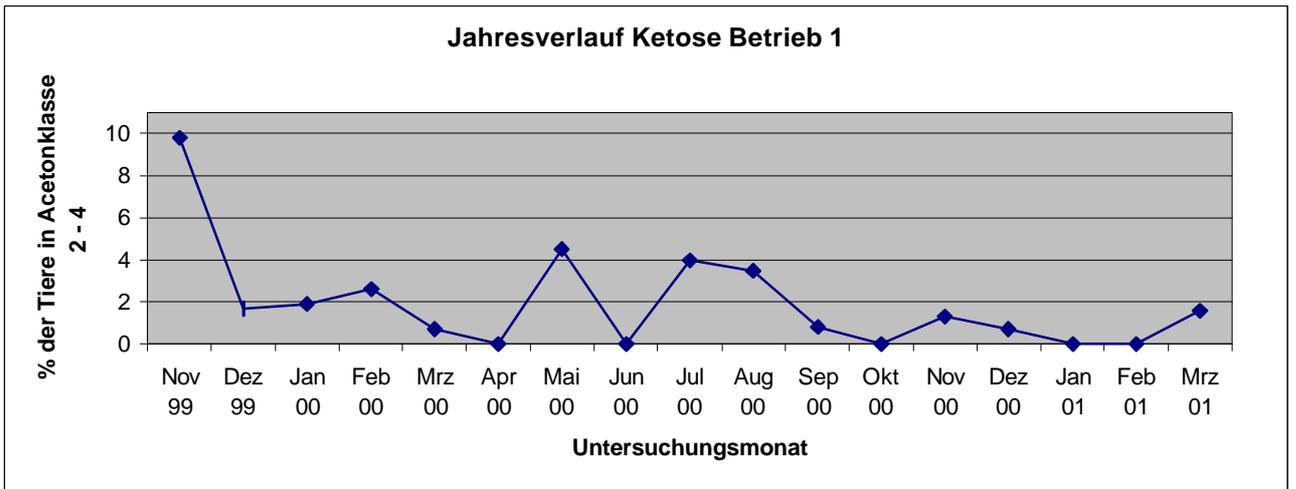


Abb.8: Jahresverlauf der Kurve der Tiere in Acetonklasse 2 – 4 in Betrieb 1.

Die Kurven der Betriebe 2 - 4 scheinen auf den ersten Blick sehr interessant und von Punkt zu Punkt recht deutlich variierend, aber die Spitzen werden nur durch Proben von wenigen Tieren (meist nur 1 Tier) gebildet und sind daher hinsichtlich einer Aussage zur Ketosehäufigkeit der Herde nur schwierig zu interpretieren. Sie werden deshalb nicht dargestellt.

In Betrieb 5 stammen die Werte wieder von Proben mehrerer Tiere. Juli und November 2000 sowie Februar 2001 zeigen deutlich erhöhte Prozentwerte (11,5%, 9,1% und 6,1 %).

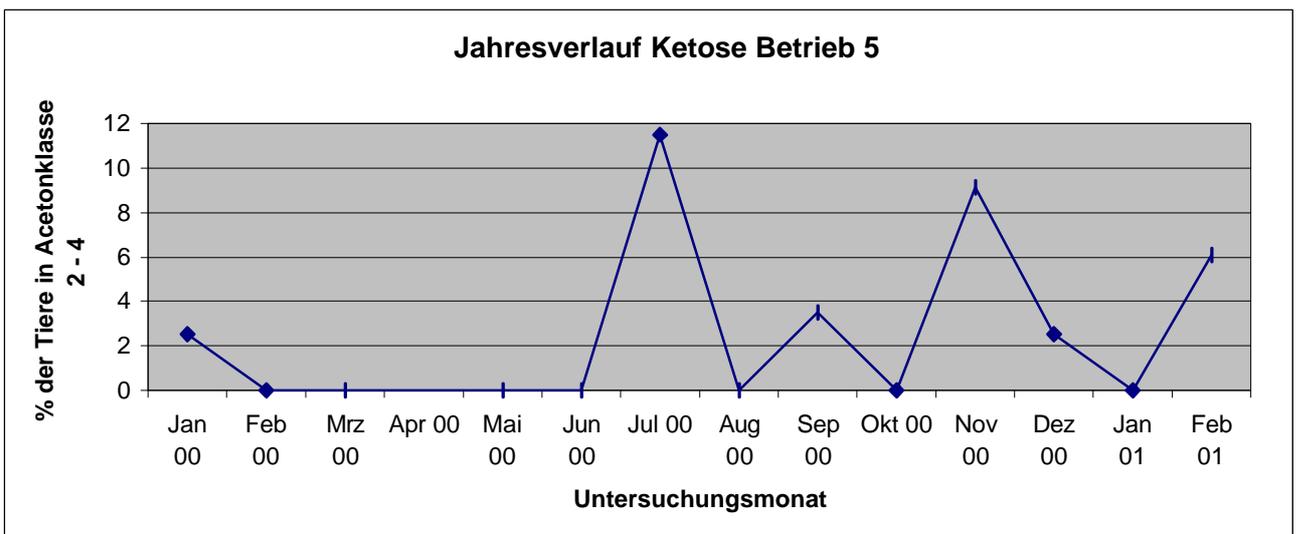


Abb.9: Jahresverlauf der Kurve der Tiere in Acetonklasse 2 – 4 in Betrieb 5.

Die höchsten auftretenden Werte in Betrieb 6 liegen im Juli 2000 bei 2,4 % und im Februar 2001 bei 3,2 % und somit deutlich unter dem Schwellenwert von 5 %.

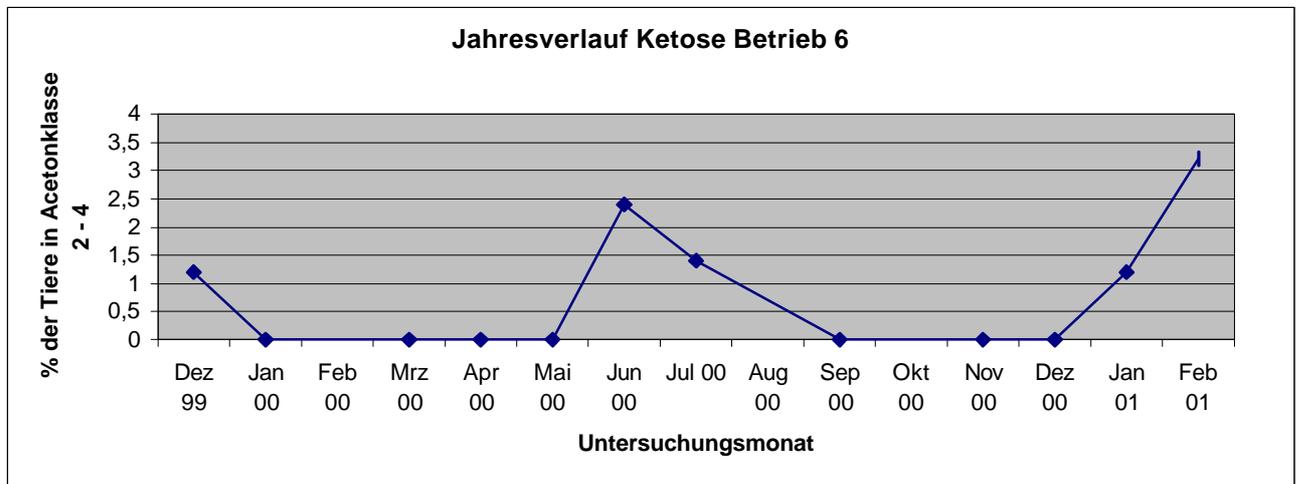


Abb.10: Jahresverlauf der Kurve der Tiere in Acetonklasse 2 – 4 in Betrieb 6.

Auffällig ist Betrieb 7. Er überschreitet wiederholt die 5 %-Schwelle (März, Mai, August, September, November 2000, Januar und März 2001). Aufgrund des Spitzenwertes im Monat März 01 von 16,3 % wurde von April bis Juni eine Langzeitstudie durchgeführt (siehe Abschnitt 4.6).

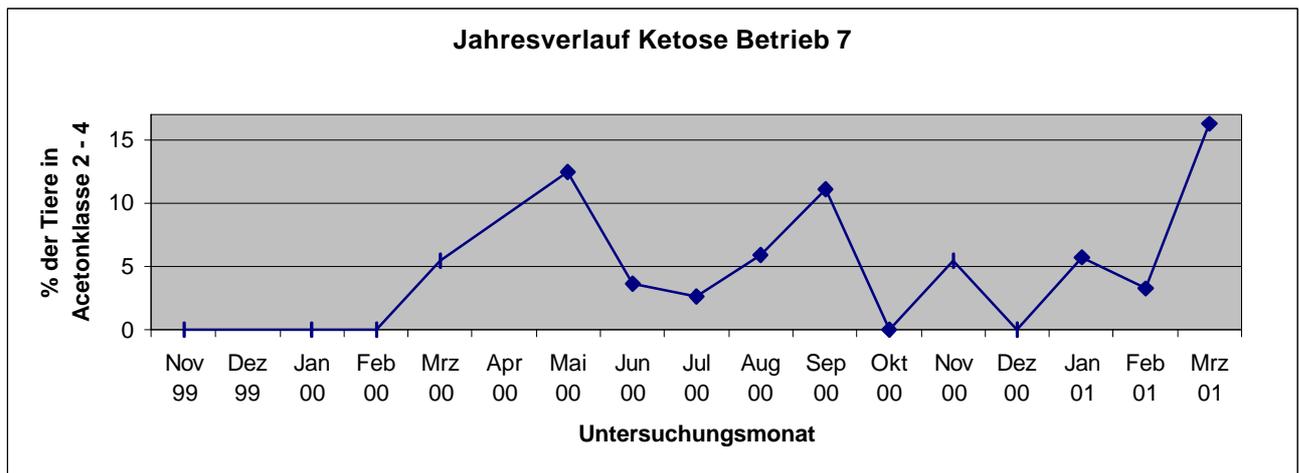


Abb.11: Jahresverlauf der Kurve der Tiere in Acetonklasse 2 – 4 in Betrieb 7.

Auch Betrieb 8 bleibt über den gesamten Zeitraum im unauffälligen Bereich, der höchste Wert im Dezember 2000 mit 4,9 % liegt nahe am Schwellenwert.

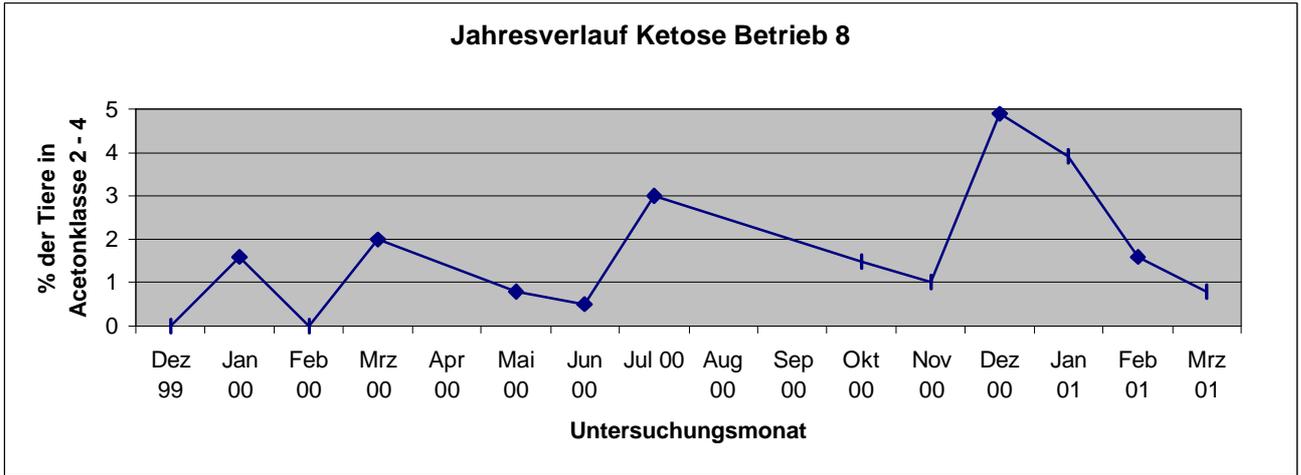


Abb.12: Jahresverlauf der Kurve der Tiere in Acetonklasse 2 – 4 in Betrieb 8.

Betrieb 9 überschreitet die 5 %-Marke nur im April 2000, aber alle Tiere bleiben in Acetonklasse 2.

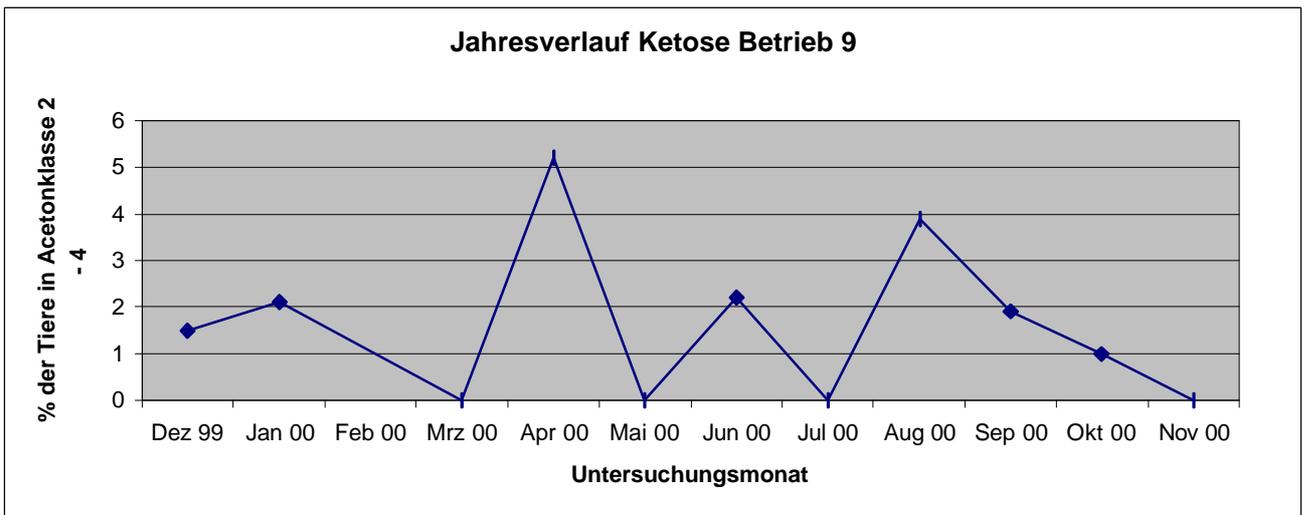


Abb.13: Jahresverlauf der Kurve der Tiere in Acetonklasse 2 – 4 in Betrieb 9.

Der einzige Monat mit hohen Acetonwerten in Betrieb 10 ist der Januar 2001 mit 7,5 %.

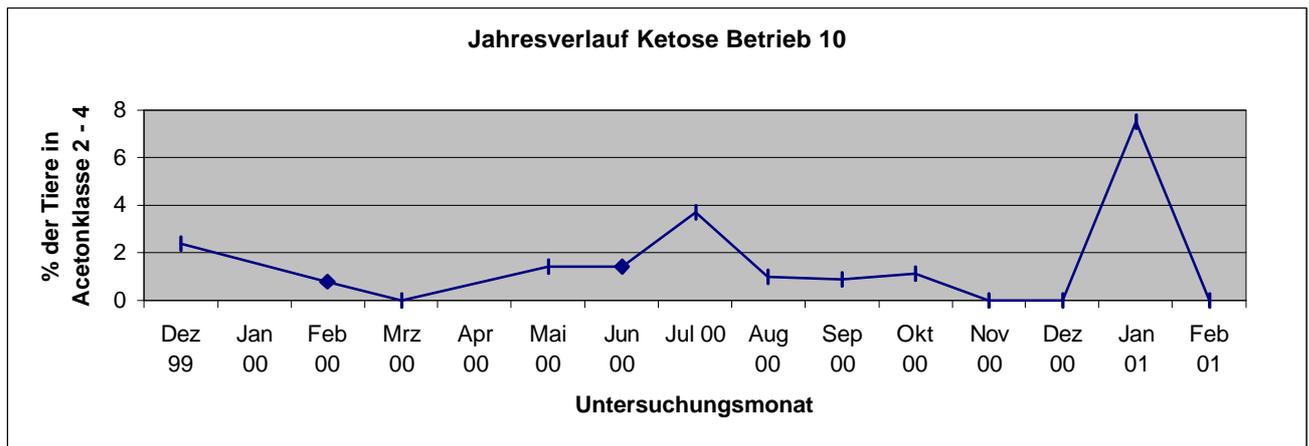


Abb.14: Jahresverlauf der Kurve der Tiere in Acetonklasse 2 – 4 in Betrieb 10.

### 4.3 Beziehung zu Milchleistungsparametern

#### 4.3.1 Fett-Eiweiß-Quotient

Der Fett-Eiweiß-Quotient gilt als Anzeiger für eine Veränderung im Kohlehydrat- und Fettstoffwechsel. Liegen bei einer Milchleistungsprüfung Werte vor, die über 1,5 liegen, spricht das für eine ketotische Belastung. Abbildung 15 zeigt die Verteilung der Fett-Eiweiß-Quotienten gegenüber den Milchacetonwerten.

Es treten schon bei physiologischen Acetonwerten unter 0,3 mmol/l Fett-Eiweiß-Quotienten von deutlich über dem Grenzwert von 1,5 auf. Genauso treten physiologische Fett-Eiweiß-Quotienten bei stark erhöhten Milchacetonkonzentrationen auf. Nach den sehr niedrigen Werten für die Korrelation und Regression gibt es keinen signifikanten Zusammenhang ( $p = 0,106$ ) zwischen den Acetonwerten und dem FEQ.

Unabhängig vom Acetongehalt liegt ungefähr die Hälfte der Werte über dem Fett-Eiweiß-Quotient Grenzwert von 1,5. Die Werte des Bestimmtheitsmaßes sind sehr klein, das bedeutet, dass es zwischen den beiden Parametern Fett-Eiweiß-Quotient und Milchaceton keinen signifikanten Zusammenhang gibt. Als Beispiel soll Betrieb 1 dienen. Abbildung 16 zeigt die Verteilung von Fett-Eiweiß-Quotient und Acetonwerten aus Betrieb 1.

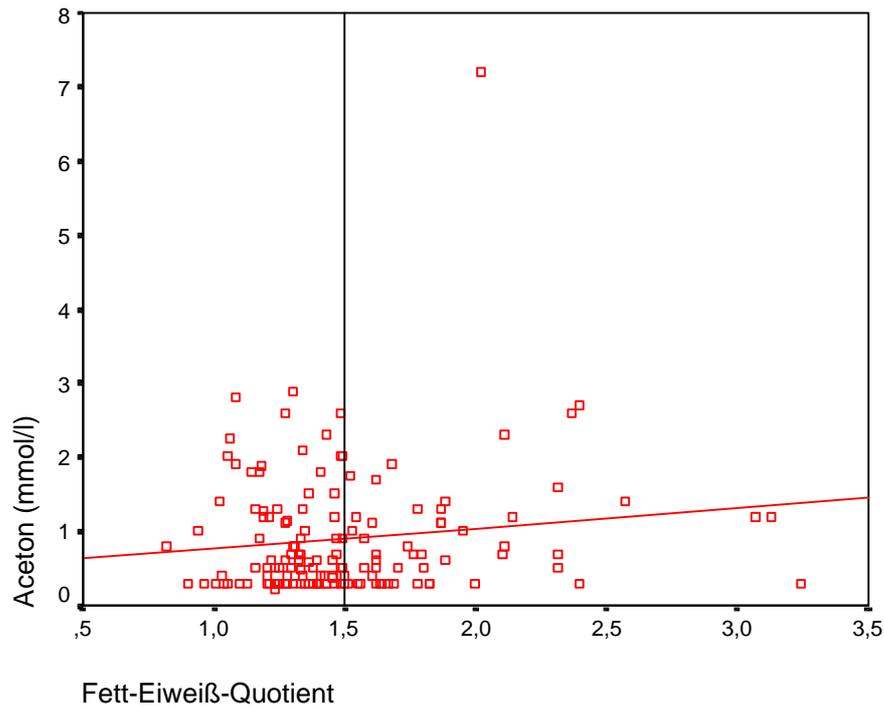


Abb.15: Verteilung der Fett-Eiweiß-Quotienten gegenüber den Milchacetonwerten der Milchrinder in Acetonklasse 2 bis 4 aller Betriebe. (n = 179,  $R^2 = 0,018$ ,  $r = 0,135$ ,  $p = 0,106$ )

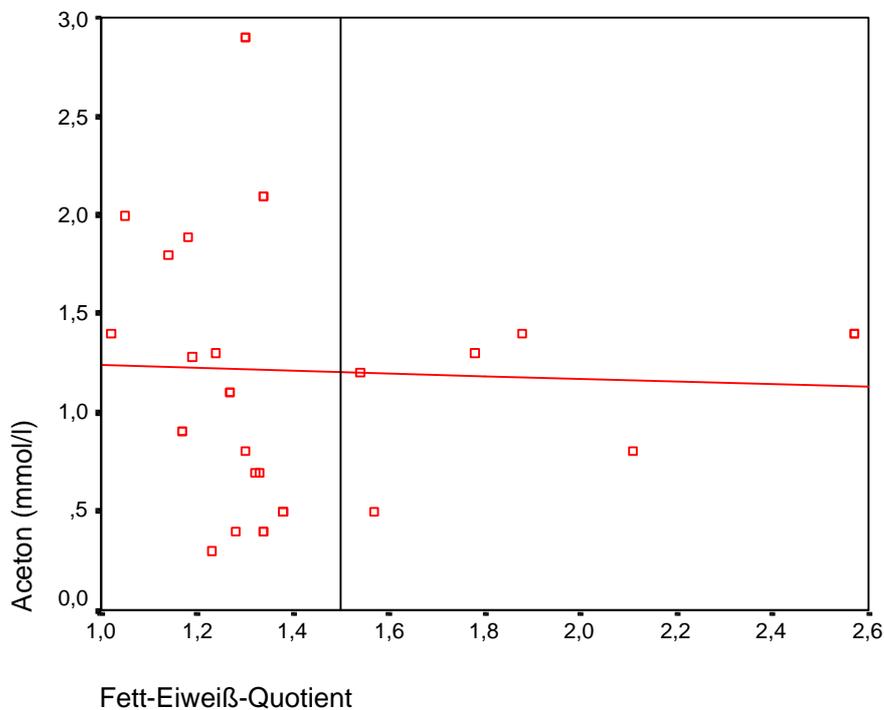


Abb.16: Verteilung von Fett-Eiweiß-Quotient und Milchacetonwerten der Tiere mit erhöhten Acetonkonzentrationen in Betrieb 1 bei der ersten Milchleistungsprüfung. (n = 37;  $R^2 = 0,002$ ;  $r = 0,0387$ ;  $p = 0,839$ )

Es ist zu erkennen, dass die Fett-Eiweiß-Quotienten bei den Tieren mit stark erhöhten Acetonkonzentrationen unter 1,5 liegen. In keinem Betrieb gibt es einen Hinweis auf einen Zusammenhang zwischen Fett-Eiweiß-Quotient und Milchacetonwerten. Überall treten hohe Fett-Eiweiß-Quotienten über die gesamte Bandbreite der Acetonwerte auf.

Wie in Abbildung 17 zu sehen, steigt der mittlere Fett-Eiweiß-Quotient von Acetonklasse 1 bis 3 an, um bei Acetonklasse 4 wieder abzufallen. Der Median in Acetonklasse 1 beträgt 1,27, in Klasse 2 1,39, Klasse 3 hat einen Median von 1,46 und Klasse 4 von 1,43. Die Mediane der Klassen 2 bis 4 sind gegenüber Klasse 1 signifikant erhöht ( $p_{1,2} = 0,001$ ;  $p_{1,3} = 0,001$ ;  $p_{1,4} = 0,045$ ), wobei sie sich untereinander nicht signifikant unterscheiden ( $p_{2,3} = 0,485$ ;  $p_{2,4} = 0,5$ ;  $p_{3,4} = 0,879$ ). Er liegt aber in keiner Gruppe über dem Grenzwert von 1,5. Somit sind die Werte in Acetonklasse 3, und nicht wie zu erwarten in Klasse 4, am höchsten. Der einzige Betrieb mit Fett-Eiweiß-Quotienten über 1,5 in den Acetonklassen 2 bis 4 ist Betrieb 7 (Abb.18).

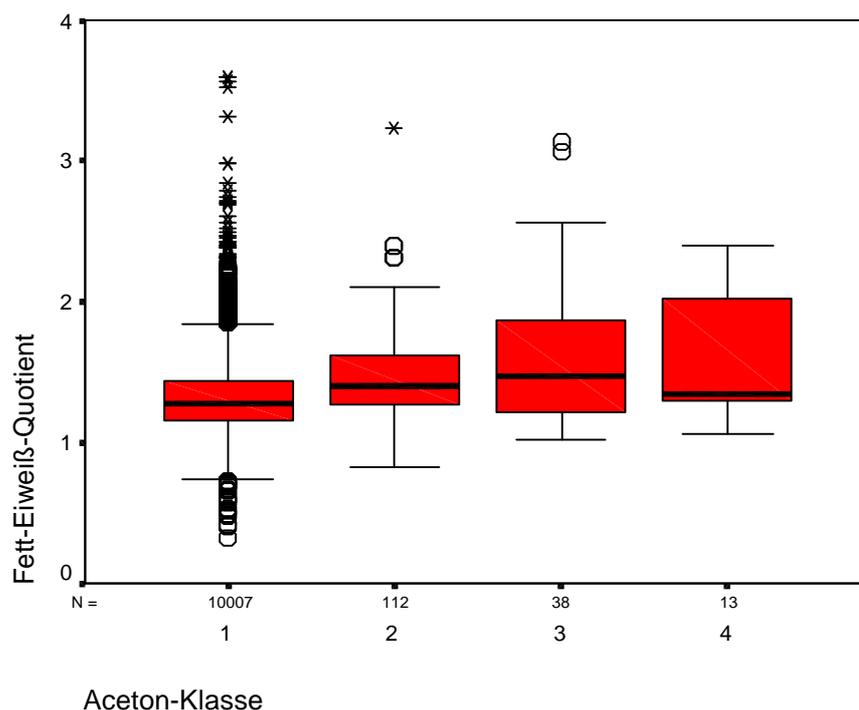


Abb.17: Verteilung des Fett-Eiweiß-Quotienten auf die Acetonklassen aller gemessenen Tiere aus allen Betrieben. (n = 10170)

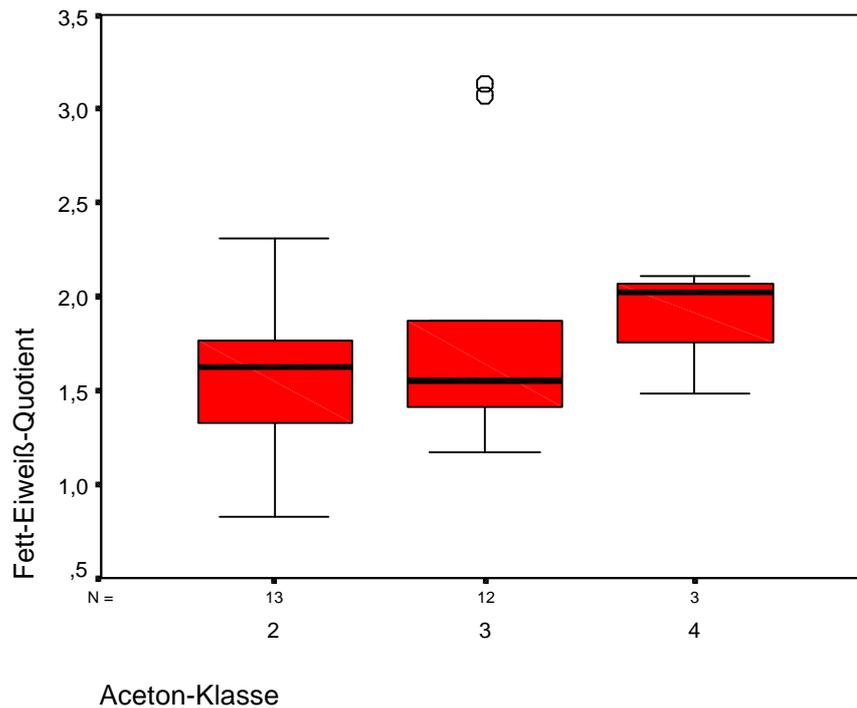


Abb.18: Verteilung der Fett-Eiweiß-Quotienten auf die Acetonklassen 2 bis 4 in Betrieb 7.

(n = 28)

Hier liegen die Mediane für die Klasse 2 bei 1,62, für Klasse 3 bei 1,55 und für Klasse 4 bei 2,02. Sie unterscheiden sich untereinander nicht signifikant ( $p_{2,3} = 0,894$ ;  $p_{2,4} = 0,439$ ;  $p_{3,4} = 0,365$ ). Jedoch liegen sie signifikant über vom Median (1,26) der Acetonklasse 1 ( $p_{1,2} = 0,001$ ;  $p_{1,3} = 0,001$ ;  $p_{1,4} = 0,012$ ).

## 4.3.2 Milchleistung

### 4.3.2.1 Jahresmilchleistung

Laut Literatur ist die Ketose überwiegend eine Erkrankung von Hochleistungstieren. Folglich sollte die Acetonkonzentration in der Milch mit steigender Milchleistung auch ansteigen. Die mittlere Jahresmilchleistung der Betriebe liegt bei 8147 kg. Das Maximum pro Tier liegt bei 15001 kg. Die Abbildung 19 zeigt die Verteilung der Jahresmilchleistung und die Milchacetonwerte aller Tiere in allen Betrieben.

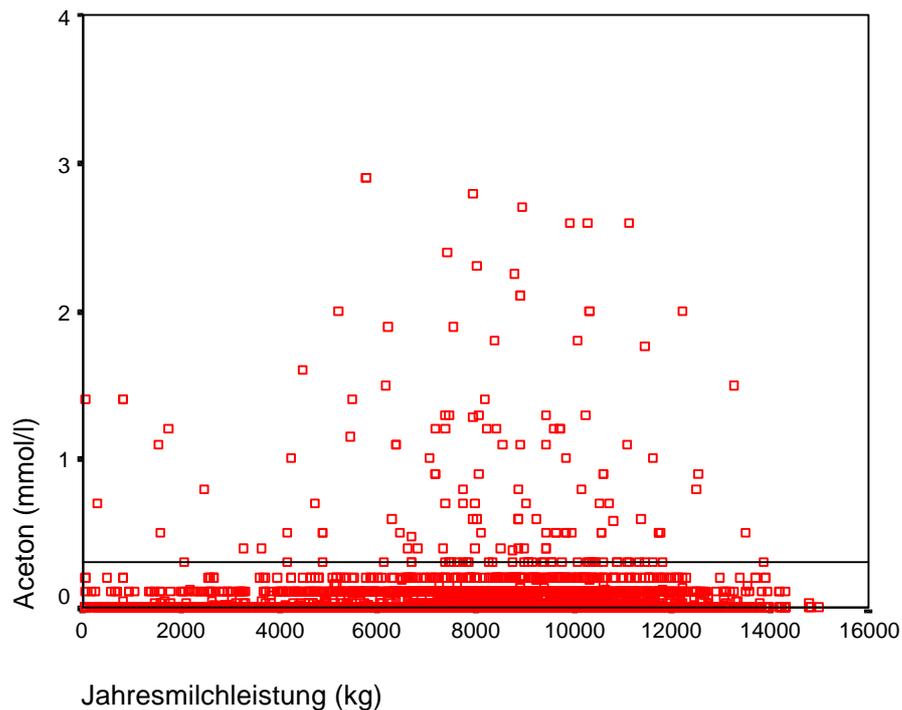


Abb.19: Verteilung der Jahresmilchleistung und Acetonwerte aller Tiere aus allen Betrieben. (n = 10241;  $R^2 = 0,002$ ;  $r = -0,043$ ;  $p = 0,307$ )

Die höchsten Milchacetonkonzentrationen liegen bei den Tieren mit einer Jahresmilchleistung zwischen 6000 und 12000kg. Die Tiere mit geringerer Leistung (2500 bis 6000kg) weisen auch geringere extreme Acetongehalte auf. Die Tiere mit sehr niedriger Milchleistung (< 2500kg) haben jedoch auch Werte im Bereich subklinischer Ketose und Verdacht auf klinische Ketose. Es besteht kein signifikanter Zusammenhang zwischen Milchaceton und Jahresmilchleistung ( $p = 0,307$ ).

Erst nach Trennung der MLP zeigen sich signifikante Zusammenhänge zwischen Acetongehalt und Jahresmilchleistung (Abbildung 20 und 21). Wobei die Häufigkeit der Tiere mit erhöhten Acetongehalten bei der ersten MLP größer ist, als bei der zweiten. Bei der ersten MLP lässt sich noch nichts erkennen ( $p = 0,924$ ). Aber bei der zweiten MLP ( $p = 0,038$ ) lässt sich sagen, daß je höher die Milchleistung ist, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit von erhöhten Acetonwerten.

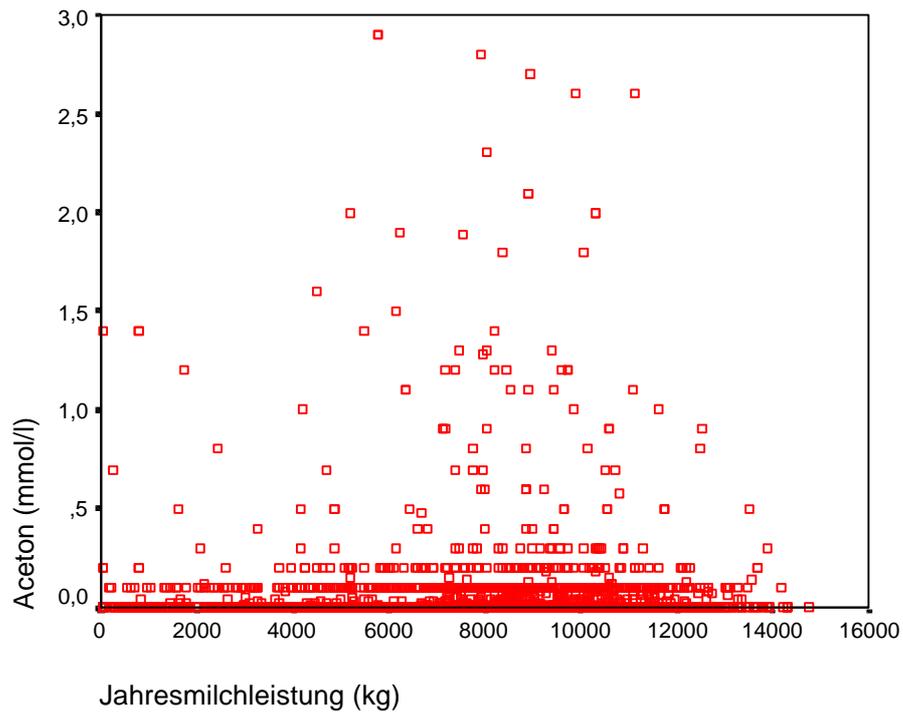


Abb.20: Verteilung der Jahresmilchleistung und Acetonwerte der Tiere der ersten 4 Wochen p.p. aller Betriebe. (n = 5107;  $R^2 = 0,0000$ ;  $r = 0,001$ ;  $p = 0,924$ )

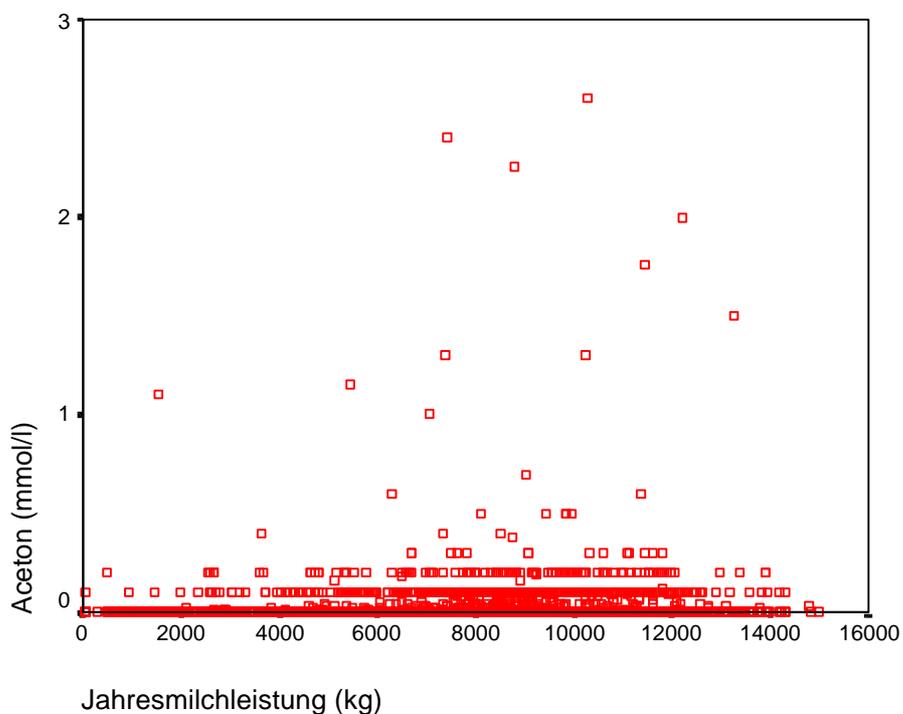


Abb.21: Verteilung der Jahresmilchleistung und Acetonwerte der Tiere der Wochen 5 bis 8 p.p. aller Betriebe. (n = 5132;  $R^2 = 0,0009$ ;  $r = 0,03$ ;  $p = 0,038$ )

Abbildung 22 zeigt die Verteilung der Jahresmilchleistung und der Acetonwerte aller Tiere mit erhöhten Milchacetongehalten aller Betriebe. Schon bei niedrigen Acetonwerten liegen Jahresmilchleistungen von 268 bis 13881 kg vor. Der Extremwert, aus Betrieb 7, liegt mit einer Milchleistung von 8543 kg bei einem Acetonwert von 7,2. Der Wert wurde in der Abbildung nicht berücksichtigt, da er die Skala in die Länge zog und so die Darstellung der anderen Messpunkte verzerrte. Mit  $p = 0,408$  ist auch hier kein signifikanter Zusammenhang zwischen den beiden Merkmalen zu erkennen.

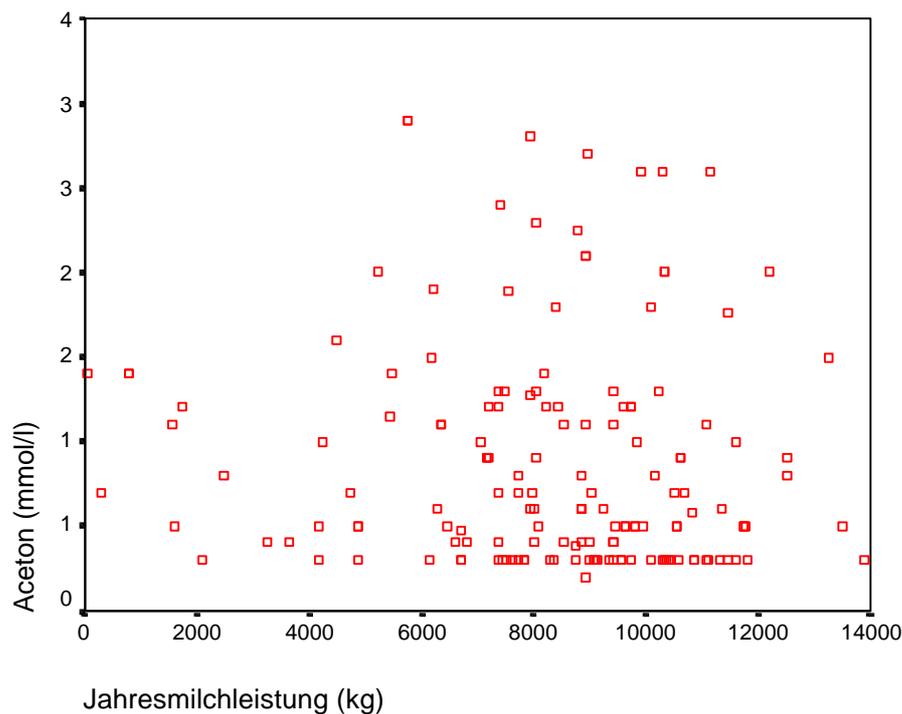


Abb.22: Verteilung der 305-Tage-Milchleistung und Acetonwerte der Tiere mit erhöhtem Milchacetongehalten aus allen Betrieben. ( $n = 179$ ;  $R^2 = 0,0042$ ;  $r = 0,0648$ ;  $p = 0,408$ )

Abbildung 23 verdeutlicht die Verteilung der Jahresmilchleistung in 3000kg-Schritten auf die Acetonwerte. Bei der Leistung bis 3000kg liegt der Median bei 0,95, zwischen 3000 und 6000kg sowie zwischen 6000 und 9000kg bei 0,7. 0,5 beträgt der Median zwischen 9000 und 12000kg und über 12000kg liegt der Median bei 0,85. Die Klassen korrelieren nicht signifikant.

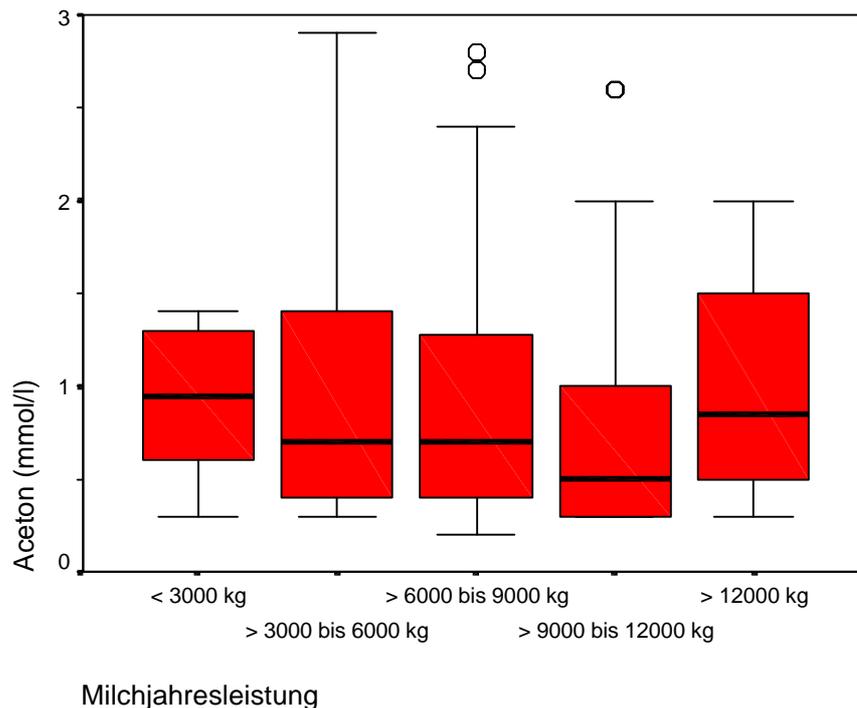


Abb.23: Verteilung der Jahresmilchleistung in 3000kg Schritten auf den Acetongehalt der Tiere mit erhöhten Acetongehalten aller Betriebe. (n = 179, p = 0,175)

#### 4.3.2.2 Milchleistung MLP

Die Milchleistung zum Zeitpunkt der Milchleistungsprüfung stellt ebenso ein Kriterium dar wie die Jahresmilchleistung. Je höher die Tagesmilchleistung, desto höher wird auch hier der Acetongehalt erwartet. Hier verhält es sich nicht anders als bei der Jahresmilchleistung. Abbildung 24 und 25 zeigen die Verteilung der Tagesmilchleistung am Tage der Milchleistungsprüfung.

Über die gesamte Breite der Leistung sind stark erhöhte Acetonwerte zu sehen. Es ist jedoch eine Tendenz zu erkennen. Je höher die Tagesmilchleistung, desto niedriger werden die Acetonwerte. Das zeigt sich auch bei der Korrelation. In Abbildung 24 sind alle Tiere vertreten, der Korrelationskoeffizient liegt bei 0,06. Dennoch zeigt sich ein signifikanter Zusammenhang (p = 0,001). Der Korrelationskoeffizient steigt in Abbildung 25 auf -0,276. Hier sind nur die Tiere mit erhöhten Acetongehalten berücksichtigt. Auch hier besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen Tagesmilchleistung und Acetongehalt in der Milch (p = 0,001)

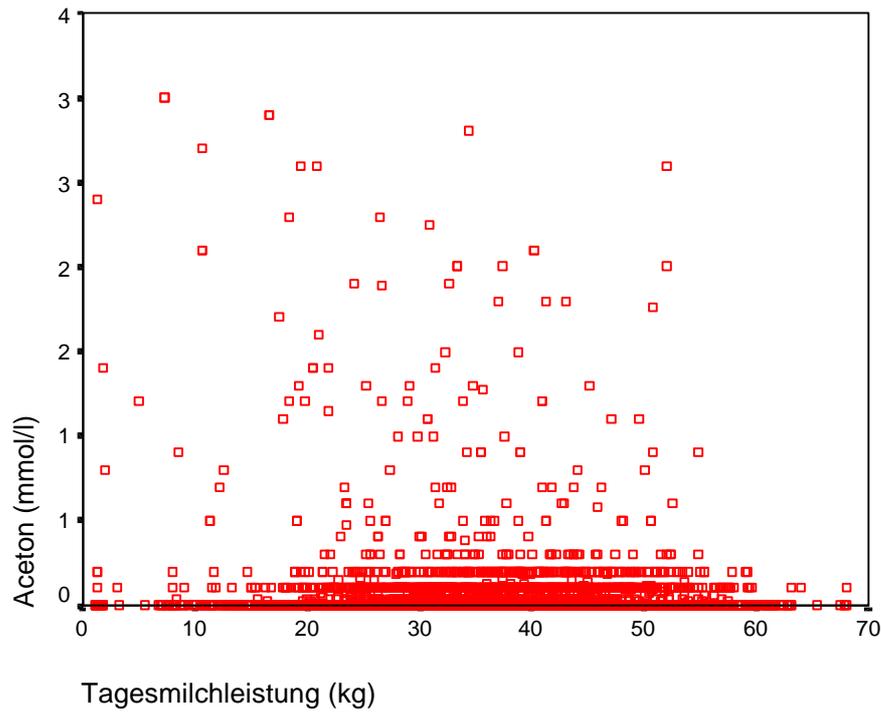


Abb.24: Verteilung der Tagesmilchleistung zum Zeitpunkt der Milchleistungsprüfung und Acetonwerte aller Tiere aus allen Betrieben. (n = 10241;  $R^2 = 0,0036$ ;  $r = 0,06$ ;  $p = 0,001$ )

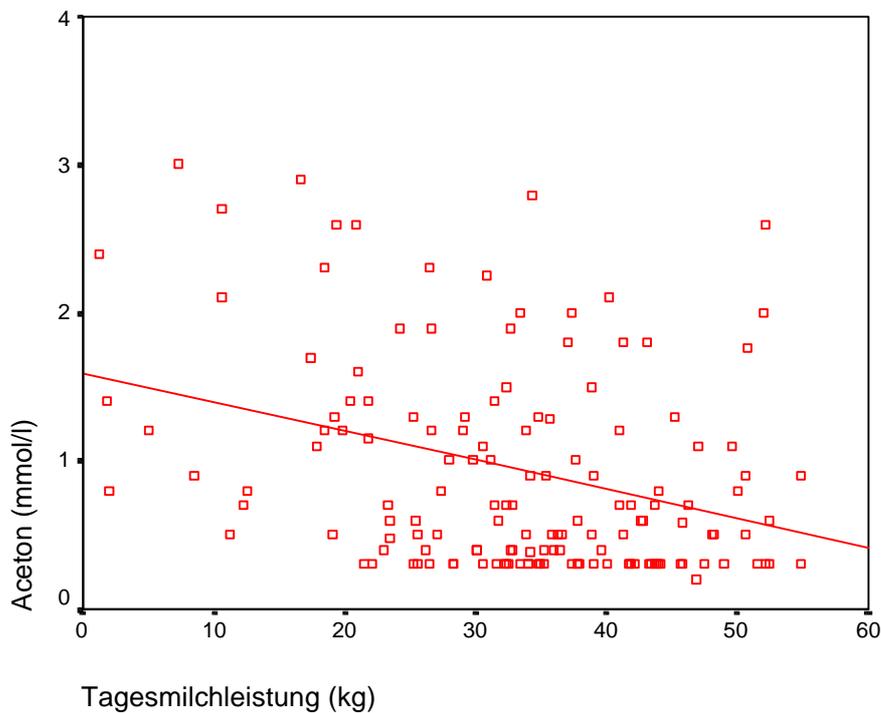


Abb.25: Verteilung der Tagesmilchleistung zum Zeitpunkt der Milchleistungsprüfung und Acetonwerte der Tiere mit erhöhten Milchacetongehalten aus allen Betrieben. (n = 179;  $R^2 = 0,071$ ;  $r = -0,276$ ;  $p = 0,001$ )

In Abbildung 26 ist die Verteilung der Tagesmilchleistung in 15kg-Schritten auf die Acetongehalte der Tiere mit erhöhten Milchacetonwerten aller Betriebe dargestellt. Der Median unter einer Leistung von 15kg liegt bei 1,2, zwischen 15 und 30kg bei 1,05, zwischen 30 und 45kg bei 0,5 und über 45kg bei 0,54. Der Median der Acetonwerte zwischen 30 und 45kg sowie der über 45kg liegt signifikant unter dem Wert der Klassen unter 15kg und zwischen 15 und 30kg ( $p_{1,3} = 0,001$ ;  $p_{1,4} = 0,006$ ;  $p_{2,3} = 0,011$ ;  $p_{2,4} = 0,049$ )

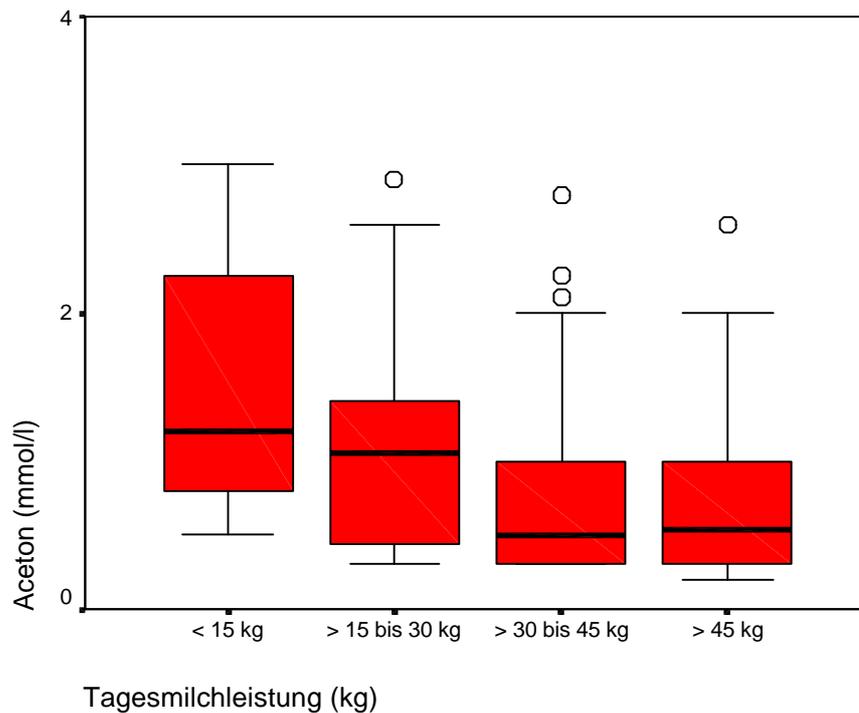


Abb.26: Verteilung der Tagesmilchleistung in 15kg-Schritten auf den Acetongehalt der Tiere mit erhöhten Acetongehalten aller Betriebe. (n = 179)

#### 4.4 Beziehungen zu anderen Erkrankungen

Die Tiere werden durch die Schwächung infolge ketotischer Belastung schon im Bereich der subklinischen Ketose anfälliger für andere Erkrankungen. Hier können nur 3 Betriebe dokumentiert werden, da in den anderen Betrieben die Erkrankungen entweder nur unvollständig (Euter, Klaue, Sonstige) oder gar nicht erfasst wurden. Die Tabellen 11 bis 13 zeigen die Übersicht über die Krankheitshäufigkeiten der Betriebe.

Tab.12: Verteilung der Krankheitshäufigkeiten in Betrieb 1. (Tiere, die mehrere Erkrankungen in der Laktation hatten, sind entsprechend mehrfach aufgeführt)

Krankheit	Alle Tiere		Tiere mit erhöhtem Milchacetongehalt	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
Gesund = keine Erkrankung dokumentiert	628	26,6	8	18,6
Mastitis	662	28,1	10	23,3
Endometritis	385	16,4	10	23,3
Nachgeburtsverhaltung	360	15,3	6	14
Gliedmaßen	207	8,8	5	11,7
Stoffwechselstörungen	103	4,4	2	4,7
GIT	12	0,5	2	4,7
Gesamt	2358	100	43	100

Tab.13: Verteilung der Krankheitshäufigkeiten in Betrieb 7.

Krankheit	Alle Tiere		Tiere mit erhöhtem Milchacetongehalt	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
Gesund = keine Erkrankung dokumentiert	398	60,3	13	43,3
Mastitis	171	25,9	5	16,7
Stoffwechselstörungen	33	6	6	20
Gliedmaßen	31	4,7	1	3,3
Nachgeburtsverhaltung	20	3	2	6,7
GIT	6	0,9	3	10
Endometritis	1	0,2	0	0
Gesamt	660	100	30	100

Tab.14: Verteilung der Krankheitshäufigkeiten in Betrieb 8.

Krankheit	Alle Tiere		Tiere mit erhöhtem Milchaceton Gehalt	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
Gesund = keine Erkrankung dokumentiert	569	31,9	9	29
Mastitis	628	35,2	10	32,3
Gliedmaßen	493	27,6	8	25,8
Nachgeburtshaltung	58	3,2	2	6,5
Stoffwechselstörungen	27	1,5	1	3,2
GIT	9	0,5	1	3,2
Pneumonie	2	0,1	0	0
Gesamt	1786	100	31	100

Erfasst wurden hier die Erkrankungen, die in der Laktation auftraten, in der auch die Proben für die Milchacetonbestimmung genommen wurden.

In Betrieb 1 und 8 erkrankten die meisten Tiere an Mastitis (28,1 % bzw. 35,2 %), erst den zweitgrößten Anteil (26,6 % bzw. 31,9 %) machen die gesund gebliebenen Tiere aus.

In Betrieb 1 folgen die Tiere mit Puerperalstörungen. Die Endometritiden machen 16,2 % und die Nachgeburtshaltungen 15,3 % aus. In Betrieb 8 folgen die Klauen (27,6 %) auf der Liste als nächstes. Erst darauf folgen mit 3,2 % die Tiere mit Nachgeburtshaltung.

In Betrieb 7 sind die Gesunden mit 60,3 % deutlich in der Mehrzahl, während mastitiskranke mit 25,9 % wesentlich häufiger sind als Tiere mit weiteren Erkrankungen wie Stoffwechselstörungen (z.B. Ketose ) ( 6 %), Gliedmaßenprobleme (4,7 %) oder Nachgeburtshaltung mit 3 %. Die restlichen Erkrankungen machen einen Gesamtanteil von 1,1 % aus.

Somit lässt sich über die drei Betriebe sagen, dass überall Euterprobleme, Puerperalstörungen und Klauenerkrankungen im Vordergrund stehen.

Bei den Tieren mit erhöhten Milchacetonkonzentrationen verhält es sich etwas anders. In Betrieb 1 stehen mit jeweils 23,3 % Mastitis und Endometritis im Vordergrund. Die Gesunden und Tiere mit Nachgeburtshaltung folgen mit 18,5 % und 14 %.

In Betrieb 7 sind die Tiere, die nicht erkrankten, deutlich in der Mehrzahl (43,3 %), obwohl hier die meisten Tiere in Acetonklasse 2 bis 4 sind. Es folgen mit 20 % die Tiere mit Stoffwechselerkrankungen und mit 16,7 % die Tiere mit Mastitis.

Die Euterentzündungen überwiegen in Betrieb 8 (32,3 %), darauf folgen die Tiere, für die keine Erkrankung dokumentiert ist (29 %) und die Klauenkranken (25,8 %).

Auch bei den acetonauffälligen Tieren stehen Eutererkrankungen im Vordergrund. Betrieb 7 fällt aus dem Rahmen, da hier verstärkt Erkrankungen auftreten, die in den anderen Betrieben nur sehr wenig ins Gewicht fallen. Auch der Anteil der über die gesamte Laktation gesund Gebliebenen ist erstaunlich. Fast die Hälfte war von keiner Krankheit betroffen, obwohl Betrieb 7 den höchsten Prozentsatz der Tiere in den Acetonklassen 2 bis 4 aufweist.

#### 4.5 Beziehungen zu den Abgängen

Es werden wieder nur die Betriebe 1, 7 und 8 ausgewertet, da die Abgänge von den anderen Betrieben nur teilweise oder gar nicht erfasst wurden. Tabelle 14 vergleicht die Acetonklassen mit den Abgängen.

Tab.15: Vergleich der Abgänge mit den Acetonklassen.

	Betrieb 1 Gesamt	Betrieb 1 abgegangen	Betrieb 1 nicht abgegangen	Betrieb 7 gesamt	Betrieb 7 abgegangen	Betrieb 7 nicht abgegangen	Betrieb 8 gesamt	Betrieb 8 abgegangen	Betrieb 8 nicht abgegangen
Acetonklasse 1 (%)	1093 100%	262 23,9%	831 76,1%	346 100%	49 14,1%	297 85,9%	1755 100%	537 30,6%	1218 69,4%
Acetonklasse 2 (%)	17 100%	5 29,4	12 70,6%	10 100%	1 10%	9 90%	26 100%	11 42,3%	15 57,7%
Acetonklasse 3 (%)	12 100%	7 58,3%	5 41,7%	12 100%	3 25%	9 75%	4 100%	2 50%	2 50%
Acetonklasse 4 (%)	8 100%	4 50%	4 50%	2 100%	0 0%	2 100%	1 100%	1 100%	0 0%
Alle Acetonklassen (%)	1130 100%	278 24,6%	852 75,4%	370 100%	53 16,8%	308 83,2%	1786 100%	551 30,9%	1235 69,1%

In Betrieb 7 sind in allen Acetonklassen die Tiere, die nicht abgegangen sind, in der Überzahl, das trifft in den anderen beiden Betrieben nur auf die Acetonklassen 1 und 2 zu. Betrieb 1 hat in Klasse 3 mit knapp 60% mehr Abgänger als im Betrieb Verbleibende; in Klasse 4 ist die Bilanz ausgeglichen. Betrieb 8 zeigt in Klasse 3 Ausgeglichenheit zwischen Abgängern und Verbleibenden, wobei das Tier in Klasse 4 abgegangen ist. Insgesamt gehen in Betrieb 1 24,6% ab, in Betrieb 7 sind es 16,8% und in Betrieb 8 30,9%.

#### 4.6 Zeitlicher Verlauf der Ketose

Abbildung 21 zeigt die Kurven aller Tiere, die an einem oder mehreren Tagen den physiologischen Bereich überschritten haben.

In dieser Zeit wurde von insgesamt 85 Tieren täglich Milchproben genommen. Davon fielen 67 Tiere einmal oder wiederholt mit erhöhten Acetonkonzentrationen von über 0,2 mmol/l auf.

Es ist zu erkennen, dass es keine Tendenz für das Auftreten von stark erhöhten Acetonkonzentrationen in der Milch und somit für das Auftreten von Ketose gibt. Gehäuft treten Punkte mit Acetongehalten über 1,5 mmol/l in den ersten 4 Wochen p.p. auf. Schon in der ersten Laktationswoche erreichen 3 Tiere Werte über 2 mmol/l. Die Extremwerte mit 4 mmol/l bzw. 5,1 mmol/l treten in der 2. Laktationswoche auf, wobei Tiere mit Werten in Klasse 4 bis gegen Ende der 4. Laktationswoche vorkommen.

Ab Mitte der 5. Woche p.p. trifft man nur noch auf Werte in Acetonklasse 2, also auf Tiere mit subklinischer Ketose. Diese verschwinden ab Mitte der 6. Woche. Ab hier liegen die Werte im physiologischen Bereich unter 0,3 mmol/l.

Abb.25: Kurvenverlauf aller Tiere der Acetonklasse 2 – 4 in Betrieb 7. (n = 67)

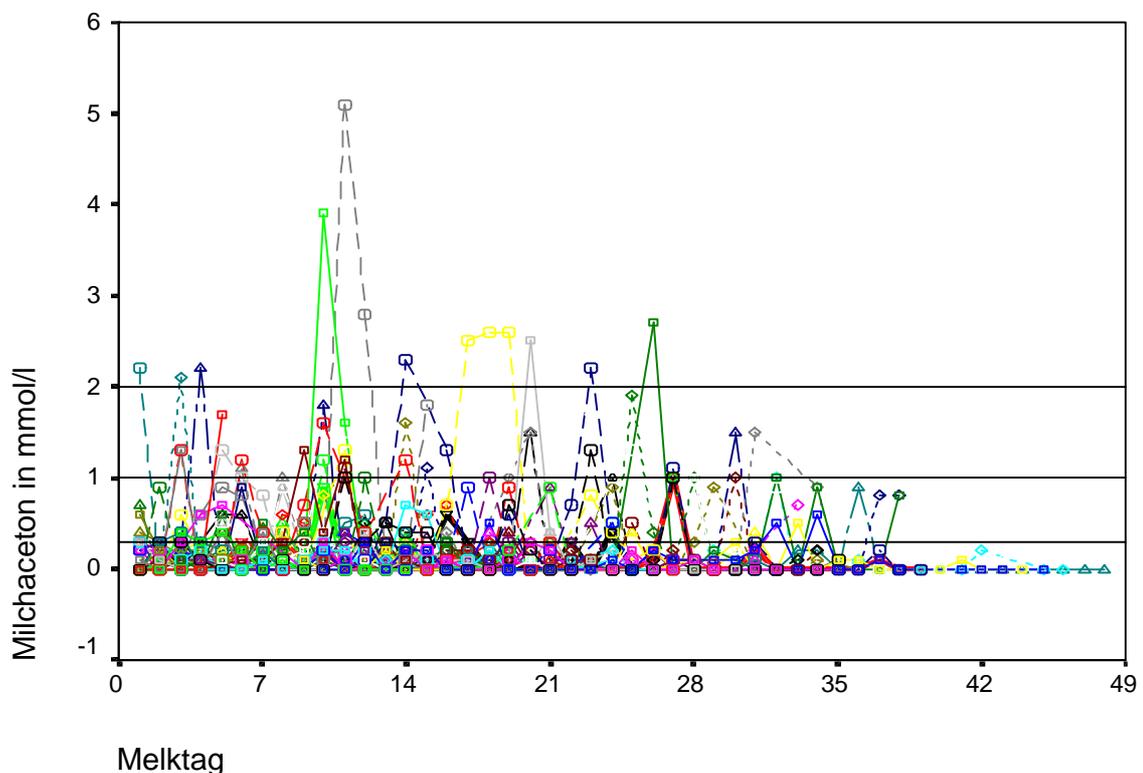


Tabelle 16 zeigt die Anzahl der Tiere die aufeinander folgenden Tage mit erhöhten Milchacetongehalten.

Es ist ersichtlich, dass die Intervalle, in denen die Tiere erhöhte Milchacetonwerte zeigen, stark variieren. So sind 20 Tiere an zwei unabhängigen Tagen auffällig, 7 Tiere sind an vier unabhängigen Tagen auffällig und 1 Tier sogar an neun unabhängigen Tagen. 17 Tiere sind je zwei aufeinanderfolgenden Tagen lang in unphysiologischen Acetonbereichen. Ein Tier erreicht viermal je zwei aufeinander folgende Tage die Klassen 2 – 4. Fünf Tiere sind an drei aufeinander folgenden Tagen mit erhöhten Acetonwerten aufgefallen und ein Tier war 5 Tage lang in Acetonklasse 2 – 4.

Tab. 16: Häufigkeit mit kontinuierlich erhöhtem Acetongehalt an Tagen (n = 63) <sup>1</sup>.

Anzahl der Tiere	1 Tag	2 Tage	3Tage	5 Tage
9	1x			
20	2x			
15	3x			
7	4x			
2	5x			
1	6x			
1	7x			
2	8x			
1	9x			
17		1x		
2		2x		
1		4x		
5			1x	
1				1x

Tabelle 17 zeigt die Summe der Tage, an denen die Tiere erhöhte Acetongehalte aufwiesen. Die Tage müssen nicht aufeinander folgen.

Die meisten Tiere sind also immer nur kurzfristig mit unphysiologischen Werten belastet. Die Mehrzahl ist nur 2 bis 3 Tage in den ersten 7 Wochen der Laktation im unphysiologischen Bereich. Es treten allerdings immer wieder Tiere mit längerwährenden Störungen auf. So sind 18 Tiere an zwei unabhängigen Tagen mit unphysiologischen Acetonwerten aufgefallen und elf Tiere haben an fünf nicht zusammenhängenden Tagen erhöhte Milchacetonwerte. Ein Tier fiel an 15 nicht zusammenhängenden Tagen mit unphysiologischen Acetonwerten auf.

<sup>1</sup> Tiere mit unterschiedlicher Dauer an Tagen wurden entsprechend mehrfach aufgeführt

Tab.17: Summe der Tage mit erhöhten Milchacetongehalten in den ersten 7 Wochen p.p. (n = 63).

Anzahl der Tiere	Summe der Auffälligkeit
6	1 Tag
18	2 Tage
12	3 Tage
7	4 Tage
11	5 Tage
2	6 Tage
1	7 Tage
1	8 Tage
2	9 Tage
2	10 Tage
1	15 Tage

Um das ganze Ausmaß der wirtschaftlichen Einbußen zu erkennen, muß man sich den Zeitraum ansehen, in dem die Tiere auffällig sind, d.h. den Tag vom ersten Auftreten auffälliger Acetonwerte bis zum Tag des letzten auffälligen Acetonwertes. Dies ist in Tabelle 18 verdeutlicht. Es lässt sich erkennen, daß dieser Zeitraum stark schwankt. Sieben Tiere wiesen nur an einem Tag unphysiologische Milchacetongehalte, während bei einer Kuh fünf Wochen zwischen erstem und letztem Auftreten von erhöhten Acetonwerten liegen.

Tab. 18: Dauer der Ketolaktie (erster bis letzter auffälliger Tag bei ein oder mehrmaligem auffälligen Auftreten) (n = 63)

Dauer der Ketolaktie (Tage)	1	2	3	4	5	8	9	10	11	12	14	15	16	18	19	20	21	22	23	24	26	27	28	32	33	35
Anzahl der Tiere	7	5	4	1	2	3	3	1	4	5	1	2	1	6	1	1	4	2	2	1	1	2	1	1	1	1