

Milchinhaltstoffe als Indikatoren zur Erkennung von Ketose

Masterarbeit

vorgelegt von

Helmut Manzenreiter

Betreuer: Ao.Univ.Prof. Dr. Werner Zollitsch

Priv.-Doz. Dr. Birgit Fürst-Waltl

Wien, im Oktober 2012

Danksagung

Ich möchte mich an dieser Stelle bei allen Personen bedanken, die mich im Laufe meines Studiums sowie beim Verfassen der Masterarbeit unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt Frau Priv.-Doz. Dr. Birgit Fürst-Waltl und Herrn Ao.Univ.Prof. Dr. Werner Zollitsch für die konstruktive Betreuung und die freundliche Unterstützung.

Im Weiteren möchte ich Frau Dr. Christa Egger-Danner für die Bereitstellung der Daten sowie für die wertvollen Ideen und Inputs sehr herzlich danken.

Allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Instituts für Nutztierwissenschaften, vor allem Frau Dipl. Biol. Anke Gutman, Frau Dr. Marlene Kirchner, Frau DI Daniela Kottik, Frau DI Lina Maximini, Frau DI Roswitha Weißensteiner, Herrn Ao.Univ.Prof. Dr. Wilhelm Knaus, Herrn DI Lukas Tremetsberger, Herrn Ass.Prof. Dr. Alfons Willam, Herrn Univ.Prof. Dr. Christoph Winkler möchte ich für ihre Hilfsbereitschaft danken.

Nicht zuletzt danke ich meiner Familie und meiner Freundin Stefanie Lesterl für die Unterstützung im Laufe des Studiums.

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung und Fragestellung	1
2	Literaturübersicht.....	3
2.1	Ketose (Azetonämie).....	3
2.1.1	Entstehung der Ketose	3
2.1.2	Krankheitsbild	5
2.1.3	Diagnose.....	7
2.1.4	Behandlung und Prophylaxe	8
2.2	Hilfsparameter zur Erkennung von Ketose	10
2.2.1	Body Condition Score (BCS).....	10
2.2.2	Ketonkörper	11
2.2.3	Milchinhaltstoffgehalte als Ergebnisse der Leistungskontrolle	13
3	Material und Methoden.....	17
3.1	Material.....	17
3.1.1	Ausgangsdaten	17
3.1.2	Datenaufbereitung und -einschränkung.....	21
3.1.3	Auswertungsgruppen	23
3.1.4	Rassen.....	23
3.1.5	Produktionsgebiete	24
3.2	Methoden	25
3.2.1	Datenaufbereitung und Auswertung.....	25
3.2.2	Ausreißerproblematik.....	27
3.2.3	Auswertung der Fett-Eiweiß-Quotient-Grenze von 1,5 auf Betriebsniveau 28	
4	Ergebnisse	29
4.1	Analyse der Ketosediagnosen nach ihrem Auftreten.....	29
4.1.1	Zeitpunkt der Ketose im Laktationsverlauf	29
4.1.2	Ketosehäufigkeit nach der Laktationszahl.....	30
4.1.3	Ketosehäufigkeit nach der Rasse	32
4.2	Auswirkungen des Kalbeverlaufes auf die Ketosehäufigkeit	32
4.3	Veränderung der Abgangsursachen nach einer Ketose	33
4.4	Zeitliche Abfolge der Milchleistungskontrolle und der Ketosediagnose	34
4.4.1	Verteilung der Kontrolltage.....	34

4.4.2	Zeitraum zwischen Probemelkung und Ketosediagnose	35
4.5	Veränderung der Milchparameter durch eine Ketose	36
4.5.1	Milchparameter nach Rassen	36
4.5.2	Milchparameter der Rasse Fleckvieh	45
4.5.3	Verlauf der Milchinhaltstoffe nach dem Laktationstag beim Fleckvieh	47
4.5.4	Verlauf der Milchinhaltstoffe nach dem Abstand zur Ketosediagnose beim Fleckvieh	52
4.6	Milchinhaltstoffe zur Abgrenzung von Milchkühen mit und ohne Ketosediagnose bei Fleckvieh	55
4.7	Fett-Eiweiß-Quotient zur Ketoseerkennung auf Betriebsniveau	59
5	Diskussion	61
5.1	Zeitpunkt der Ketosediagnose	61
5.1.1	In der Laktation	61
5.1.2	Nach der Laktationszahl	62
5.2	Auftreten der Ketose nach Rassen	62
5.3	Auswirkung des Kalbeverlaufs auf die Ketosehäufigkeit	63
5.4	Veränderung der Abgangsursache nach einer Ketose	63
5.5	Veränderung der Milchleistungsparameter durch eine Ketose	64
5.5.1	Veränderung der Milchleistungsparameter der Rassen Fleckvieh, Braunvieh, Holstein Friesian und Holstein Rotbunte	64
5.5.2	Veränderung der Milchleistungsparameter der Rasse Fleckvieh	65
5.6	Milchinhaltstoffe zur Abgrenzung von Milchkühen mit und ohne Ketosediagnose bei Fleckvieh	67
5.6.1	Fett-Eiweiß-Quotient	67
5.6.2	Fett-Laktose-Quotient	68
5.6.3	Fettgehalt der Milch in %	69
5.7	Fett-Eiweiß-Quotient zur Erkennung von Ketose auf Betriebsniveau	69
6	Schlussfolgerungen	71
	Zusammenfassung	74
	Summary	76
	Literaturverzeichnis	78

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Auftreten der Ketose nach Duffield et al. (1997)	29
Tabelle 2: Ketosehäufigkeit nach Laktationszahl (FV,BV,HF,RF).....	30
Tabelle 3: Ketosehäufigkeit nach Laktationszahl (FV).....	31
Tabelle 4: Ketosehäufigkeit nach Laktationszahl (BV, HF, RF).....	31
Tabelle 5: Anteil der Ketoseerkrankungen an den gesamten Laktationen nach Rassen	32
Tabelle 6: Ketosehäufigkeit nach Kalbeverlauf (FV,BV,HF,RF).....	32
Tabelle 7: Ketosehäufigkeit nach Kalbeverlauf (FV).....	33
Tabelle 8: Abgangsursache nach einer Ketosediagnose (FV, BV, HF, RF).....	33
Tabelle 9: Anteil der Ketosediagnosen mit vorhandener Milchleitungskontrolle	35
Tabelle 10: Signifikanzniveaus ^a aller Effekte im Modell.....	36
Tabelle 11: Fett-Eiweiß-Quotient nach Rassen (LS-means).....	36
Tabelle 12: Fett-Eiweiß-Quotient nach Rasse und Diagnose (LS-means)	37
Tabelle 13: Fett-Laktose-Quotient nach Rassen (LS-means).....	38
Tabelle 14: Fett-Laktose-Quotient nach Rasse und Diagnose (LS-means).....	38
Tabelle 15: Fettgehalt nach Rasse und Diagnose ohne Berücksichtigung der Wechselwirkung (LS-means).....	39
Tabelle 16: Eiweißgehalt nach Rassen und Diagnose ohne Berücksichtigung der Wechselwirkung (LS-means).....	41
Tabelle 17: Laktosegehalt nach Rassen (LS-means)	42
Tabelle 18: Laktosegehalt nach Rassen und Diagnose (LS-means)	42
Tabelle 19: Milchwahnharnstoffgehalt (mg/dl) nach Rassen und Diagnose (LS-means) ..	43
Tabelle 20: Zellzahl (1000/ml) nach Rassen und Diagnose ohne Berücksichtigung der Wechselwirkung (LS-means P-Werte approximativ)	43
Tabelle 21: Milchmenge in kg/Tag (LS-means)	44
Tabelle 22: Milchmenge in kg/Tag nach Rassen und Diagnose (LS-means)	44
Tabelle 23: Signifikanzniveaus ^a aller Effekte im Modell.....	45
Tabelle 24: Milchparameter der Rasse Fleckvieh (LS-means)	45
Tabelle 25: Abgrenzung mit FEQ größer 1,5 bei Fleckvieh	55
Tabelle 26: Abgrenzung mit FEQ größer 1,33 bei Fleckvieh	56
Tabelle 27: Abgrenzung mit FLQ größer 1,0 bei Fleckvieh.....	57
Tabelle 28: Abgrenzung mit FLQ größer 0,9 bei Fleckvieh.....	57
Tabelle 29: Abgrenzung mit Fettgehalt größer 5,0 % bei Fleckvieh	58

Tabelle 30: Abgrenzung mit Fettgehalt größer 4,4 % bei Fleckvieh	58
Tabelle 31: Ketosehäufigkeit auf Betriebsniveau der Rassen FV, BV, HF und RF ...	59
Tabelle 32: Ketosehäufigkeit auf Betriebsniveau der Rassen FV	60

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Abstand der Milchleistungskontrolle zur Diagnose in Tagen	22
Abbildung 2: Verteilung der ausgewerteten Laktationen auf die österreichischen Hauptproduktionsgebiete.....	24
Abbildung 3: Verteilung der Diagnosen nach dem Laktationstag	30
Abbildung 4: Verteilung der ersten Probemelkung nach dem Laktationstag.....	34
Abbildung 5: Milchfettverlauf im Vergleich der Rassen nach dem Laktationstag anhand von Mittelwerten in 10 Tagesschritten	40
Abbildung 6: Milchfettverlauf der Ketose- und Kontrollgruppe nach dem Laktationstag der Rasse Fleckvieh anhand von Mittelwerten in 10 Tagesschritten	47
Abbildung 7: Milcheiweißgehalt der Ketose- und Kontrollgruppe nach dem Laktationstag der Rasse Fleckvieh anhand von Mittelwerten in 10 Tagesschritten..	48
Abbildung 8: Laktoseverlauf der Ketose- und Kontrollgruppe nach dem Laktationstag der Rasse Fleckvieh anhand von Mittelwerten in 10-Tagesschritten.....	49
Abbildung 9: Verlauf des Fett-Eiweiß-Quotienten der Ketose- und Kontrollgruppe nach dem Laktationstag der Rasse Fleckvieh anhand von Mittelwerten in 10- Tagesschritten	50
Abbildung 10: Verlauf des Fett-Laktose-Quotienten der Ketose- und Kontrollgruppe nach dem Laktationstag der Rasse Fleckvieh anhand von Mittelwerten in 10- Tagesschritten	51
Abbildung 11: Verlauf des Milchfettgehaltes im Abstand zur Ketosediagnose bei Fleckviehkühen.....	52
Abbildung 12: Verlauf des Eiweiß- und Laktosegehaltes der Milch im Abstand zur Ketosediagnose bei Fleckviehkühen	53
Abbildung 13: Verlauf des Fett-Eiweiß-Quotienten und des Fett-Laktose-Quotienten der Milch im Abstand zur Ketosediagnose bei Fleckviehkühen.....	54

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Body Condition Score	BCS
Braunvieh	BV
Fett-Eiweiß-Quotient	FEQ
Fett-Laktose-Quotient	FLQ
Fleckvieh	FV
Holstein Friesian	HF
Holstein Rotbunte	RF
least squares means	LS-means
Pinzgauer	PI
Post partum	pp
Projekt Gesundheitsmonitoring Rind	Gmon
Stichprobenumfang	n

1 Einleitung und Fragestellung

Im Zuge des Projektes „Gesundheitsmonitoring Rind“, welches seit 2006 Gesundheitsdaten von Milchrindern mit Milchleistungsdaten zu Zucht- und Managementzwecken verbindet, wurde mit 1. Jänner 2008 für die Milchleistungskontrolle ein neuer Tagesbericht mit Merkmalen, die für das Gesundheitsmonitoring relevant sind, eingeführt. Der Fett-Eiweiß-Quotient wird seitdem im Tagesbericht in einer eigenen Grafik dargestellt und gibt laut Zottl (2008) und Semlitsch (2008) in den ersten 120 Tagen der Laktation eine Auskunft über die Ketosegefahr der Milchkühe. Als kritischer Parameter gilt ein Fett-Eiweiß-Quotient von 1,5 (Zottl 2008, Semlitsch 2008, De Kurif et al. 2007). Wird dieser in den ersten 120 Laktationstagen überschritten, kann von einer erhöhten Ketosegefahr ausgegangen werden. Gemeinsam mit der Pansenazidose und der Gebärpause stellt die Ketose (Azetonämie) eine der wichtigsten Stoffwechselerkrankungen in der Milchviehhaltung dar (Gasteiner 2000). In der Literatur geht man von einer Erkrankungshäufigkeit bei subklinischer Ketose von bis zu 14,1 % der Milchkühe in den ersten 65 Laktationstagen aus (Duffield et al. 1997). Um die Ketose in österreichischen Milchviehherden besser zu erkennen, stellt sich die Frage, ob die Milchleistungskontrolle, bei der routinemäßig die Milchinhaltstoffe erhoben werden, ein simples, schnelles und kostengünstiges Werkzeug zur Erkennung von Ketose darstellt. Aufgrund der seit 2006 zur Verfügung stehenden Gmon-Daten besteht erstmals die Möglichkeit, anhand von österreichischen Felddaten den Zusammenhang zwischen Ketosediagnosen und den Milchinhaltstoffen der Milchkühe vor der Diagnose zu analysieren.

Ziel dieser Arbeit ist es, den Fett-Eiweiß-Quotienten als derzeitigen Hilfsparameter zur Abschätzung des Ketoserisikos anhand von österreichischen Milchleistungs- und Gesundheitsdaten auf seine Aussagekraft zu überprüfen sowie alle weiteren Milchinhaltstoffe aus der Leistungskontrolle in die Analyse zu integrieren.

Weiters wird die Ketose nach ihrem Erkrankungszeitpunkt im Laufe der Laktation und hinsichtlich ihrer Abhängigkeit von der Laktationszahl analysiert.

Aufgrund der starken Verbreitung der klinischen und subklinischen Ketose in den Milchviehherden (Geishauser et al. 2000) stellt sich die Frage, ob mit Milchleistungsdaten, die im Rahmen der Milchleistungskontrolle routinemäßig erfasst werden, eine vorzeitige Krankheitserkennung möglich ist.

Folgende Forschungsfragen wurden aufgestellt:

- Wann tritt die Ketose auf?
 - Zeitpunkt des Auftretens in der Laktation
 - Häufigkeiten sortiert nach der Laktationszahl und Rasse
- Hat der Kalbeverlauf eine Auswirkung auf die Ketosehäufigkeit in der darauf folgenden Laktation?
- Wirkt sich eine Ketosediagnose auf die Abgangsursache der Milchkuh aus?

- Hat eine Ketose Auswirkungen auf die bei einer zeitnah durchgeführten Milchleistungskontrolle erhobenen, folgenden Parameter?
 - Fettgehalt in %
 - Eiweißgehalt in %
 - Laktosegehalt in %
 - Harnstoff in mg/dl
 - Zellzahl in 1000/ml
 - Milchmenge in kg/Tag
 - Fett - Eiweiß - Quotient
 - Fett - Laktose - Quotient

- Können Milchkühe, die an einer Ketose leiden, anhand der veränderten Milchinhaltstoffe der Milchleistungskontrolle erkannt werden?
- Kann durch einen erhöhten Anteil an Tieren mit einem Fett-Eiweiß-Quotienten über 1,5 in einer Milchviehherde auf ein erhöhtes Ketoserisiko auf Herdenniveau hingewiesen werden?

2 Literaturübersicht

Im folgenden Kapitel werden wesentliche Informationen aus der Literatur, welche für diese Arbeit von Bedeutung sind, dargestellt.

2.1 Ketose (Azetonämie)

2.1.1 Entstehung der Ketose

Die Ketose stellt neben der Pansenazidose und der Gebärpause eine der wichtigsten Stoffwechselerkrankungen in der Milchviehhaltung dar. Ausgelöst wird eine Ketose fast immer durch eine negative Energiebilanz des Tieres und darauf folgender Störung des Kohlenhydrat- und Fettstoffwechsels (Gasteiner 2000). Durch den hohen Energiebedarf, der am Beginn der Laktation oder auch am Ende der Trächtigkeit (Schaf und Ziege) auftritt, müssen bei zu geringer Futteraufnahme Körperreserven mobilisiert werden. Dieser Vorgang stellt vor allem am Beginn der Laktation einen normalen Kompensationsmechanismus zur Energiebereitstellung dar. Die beim Abbau von Körperfett und Körpereweiß entstehenden Abbauprodukte müssen unter Verwendung von Glucose zu Acetyl-CoA umgebaut und in den Zitronensäurezyklus eingeschleust werden. Bei einem Mangel an Glucose kann dieser Stoffwechselweg nicht vollständig durchgeführt werden und es kommt zur Anhäufung der krankmachenden Ketonkörper wie Azeton, Azetessigsäure und β -Hydroxybuttersäure (Gasteiner 2000 und Ulbrich et al. 2004).

Die Ketonkörperbildung stellt für den Stoffwechsel nicht automatisch einen krankhaften Vorgang dar. Ketonkörper sind sowohl für die laktierende Milchdrüse als auch für die Herzmuskulatur und die Niere oxidierbare Substanzen zur Energiegewinnung. In Mangelsituationen kann die Leber andere Gewebe über β -Hydroxybuttersäure, gebildet aus freien Fettsäuren, mit Energie versorgen (Gasteiner 2000).

Langkettige Fettsäuren aus der Körperfettmobilisation werden zum Teil direkt zur Milchfettbildung genutzt und erhöhen dabei den Milchfettgehalt, weshalb bei Gehalten von über 5 % von einer ketogenen Stoffwechsellage ausgegangen wird. Milchkühen mit einer schlechten Persistenz besteht die Gefahr, dass nach der Phase einer starken Körperfettmobilisation infolge eines Energiedefizits in den ersten drei Laktationsmonaten mit einer kurzen Phase einer ausgeglichenen Energiebilanz, eine Phase der Überversorgung folgt. Übersteigt die Versorgung in den letzten

Laktationsmonaten den Bedarf für Milchleistung und den Aufbau der verlorenen Körpermasse, können die Tiere bis zum Abkalben stark verfetten. Wird dieser Verfettung über eine bedarfsgerechte Fütterung nicht entgegengewirkt, werden bereits die Voraussetzungen für das Auftreten einer Ketose in der Folgelaktation gelegt (Ulbrich et al. 2004).

Grundsätzlich kann zwischen primärer und sekundärer Ketose (als Folgeerkrankung) unterschieden werden. Für die Erhöhung des Ketonkörperspiegels im Blut können laut Gasteiner (2000) folgende Ursachen zutreffen.

▪ **Verfütterung einer ketogenen Ration**

Bei der Verfütterung von buttersäurereichen Silagen erfolgt im Pansen eine ruminale Ketogenese, bei der Ketonkörper aus Buttersäure gebildet werden. Verstärkt wird dieses Problem meist durch eine geringe Akzeptanz dieser Silagen. Damit einhergehend kommt es zu einer schlechten Futter- und somit Energieaufnahme, welche die Ketose fördert. Bei der Aufnahme von hohen Mengen an jungem Weidegras entsteht ein Überschuss an Rohprotein und leicht fermentierbaren Kohlenhydraten im Pansen. Dadurch kommt es zur Bildung von Buttersäure im Pansen, welche als direkte Vorstufe von Ketonkörpern, die Ketosegefahr verstärken (Gasteiner 2000 und Ulbrich et al. 2004).

▪ **Nicht bedarfsdeckende Ration**

Aufgrund sehr hoher Laktationsleistungen und Tagesmilchmengen von 40-50kg wäre für eine bedarfsgerechte Fütterung eine Trockenmasseaufnahme von 25-26kg/Tag mit einer Energiedichte von 7,5 MJ/kg T nötig, um eine ausgeglichene Energiebilanz erreichen zu können. (Schwarz und Gruber 1999). Da diese Trockenmasseaufnahmen aber nicht von allen Tieren erreicht werden, findet auch bei optimalem Management eine gewisse Körpermassenmobilisation statt, bei der Ketonkörper gebildet werden (Gasteiner 2000). Die Körpermassenverringering kann in dieser Zeit bis zu 80 kg betragen (Ulbrich et al. 2004). Um der Ketose vorzubeugen, müssen Fehler im Fütterungsmanagement (zu geringe angebotene Futtermenge oder schlechte Schmackhaftigkeit des Futters) und in der Rationsgestaltung (zu hoher Rohfasergehalt, schlechte Verdaulichkeit) vor allem bei Hochleistungstieren soweit wie möglich verhindert werden (Gasteiner 2000).

- **Infolge einer Grundkrankheit unzureichenden Aufnahme einer adäquat zusammengesetzten Ration**

Durch eine appetitmindernde Krankheit wie Mastitis, Gebärpause, Labmagenverlagerung, Fremdkörpererkrankung, Klauen- oder Gliedmaßenkrankung oder Verdauungsstörungen wie Pansenazidose kann die an sich leistungsgerecht zusammengesetzte Ration nicht mehr in benötigter Menge aufgenommen werden und es kommt demzufolge zu einer negativen Energiebilanz. Diese Ursache der Ketose kann auch als sekundäre Ketose bezeichnet werden, während die beiden erstgenannten Ursachen als primäre Ketose zu bezeichnen sind (Gasteiner 2000).

- **Spontane Ketose**

Als vierte und letzte Ursache kann die spontane Ketose betrachtet werden, bei der aber laut Gasteiner (2000) die Entstehungsweise nicht vollständig geklärt ist.

2.1.2 Krankheitsbild

Anhand folgender Parameter kann laut Ulbrich et al. (2004) eine Ketose erkannt werden:

- Anstieg der Ketonkörper wie z.B. Azeton, Azetessigsäure, β -Hydroxybuttersäure im Blut
- Ausscheidung der Ketonkörper über Milch, Harn und Atemluft
- Drei- bis fünffacher Anstieg des Gehaltes an freien, unveresterten Fettsäuren im Blut
- Glukosegehalt der Leber sinkt, sowie Veränderung des Glukosegehalts im Blut
- Fettgehalt der Leber erhöht sich gering bis stark
- Erhöhte Soxhlet-Henkel-Zahl der Milch, sowie erhöhter Bilirubingehalt im Blutserum
- Absinken des Blut-pH-Wertes

Durch die Erfassung der Ketonkörper (krankmachende Stoffwechselmetaboliten), die sich im Blut, im Harn, in der Atemluft und in der Milch befinden, kann die Ketose diagnostiziert werden. Der Serum-Glucosespiegel stellt einen weiteren aussagekräftigen Parameter dar. Bei dieser Krankheit ist die Leber das zentral betroffene Organ. Die deutlichsten Krankheitssymptome sind Appetitlosigkeit

(speziell das Kraftfutter betreffend), Verringerung der Milchleistung, Fruchtbarkeitsstörungen, ein starker Verlust an Körperkondition sowie eine starke Belastung der Leber bis zur Leberdegeneration, wobei die Körpertemperatur normal bleibt (Baird 1980, Goff und Horst 1997, Gasteiner 2000).

Bei starker Anhäufung von Ketonkörpern im Blut besteht die Gefahr einer metabolischen Azidose, welche sich an nervösen Störungen wie Überregbarkeit, Muskelzittern, Speicheln, Taumeln oder Schläfrigkeit erkennen lässt (Ulbrich et al. 2004). Bei einem klassischen Krankheitsverlauf verweigern die Tiere als erstes das Kraftfutter und im Weiteren auch das Grundfutter. Erkrankte Tiere zeigen eine erhöhte Atemfrequenz und die Atemluft riecht durch die Anreicherung von Ketonkörpern in den Schleimhäuten nach Azeton. Die Kotfarbe wird dunkler und die Konsistenz wird fester. Aufgrund der Atemstörungen sowie den in schweren Fällen auftretenden Störungen des Zentralnervensystems müssen in der Differentialdiagnose sowohl Lungenerkrankungen, Tollwut, akute Bleivergiftung, Meningokokkose, Gehirnlistriose als auch Bovine Spongiforme Enzephalopathie beachtet werden (Gasteiner 2000). Um Schäden weitgehend verhindern zu können, besteht das Ziel einer frühzeitigen Erkennung bereits im subklinischen Stadium (Gasteiner 2000).

Der Anstieg der Ketonkörper, vor allem der β -Hydroxybuttersäure sowie des Bilirubins und der Konzentration der freien Fettsäuren im Serum, deuten auf eine Störung des Fettstoffwechsels mit gesteigerter Lipolyse hin. Bei gleichzeitiger Abnahme der Cholesteroll- und Lipoproteinkonzentration kommt es zur Anreicherung von Triglyzeriden in der Leber, einer so genannten fettigen Infiltration, welche in Abhängigkeit der Krankheitsintensität und -dauer bis zu einem gewissen Ausmaß reversibel ist. Bei sehr hochgradiger Verfettung der Leber ist diese stumpfrandig, vergrößert und leicht brüchig. Ist die Leber so stark geschädigt, dass sie ihrer Funktion als Entgiftungsorgan nicht mehr ausreichend nachkommen kann, kommt es zur Anreicherung von toxischen Verbindungen wie NH_3 und dadurch ausgelöster Schädigung des zentralen Nervensystems. Dies kann vom Festliegen der Kuh bis zum totalen Bewusstseinsverlust durch ein Leberkoma führen. In weiterer Folge kann eine klinische oder auch subklinische Ketose begünstigend für Organkrankheiten wie eine Labmagenverlagerung wirken, welche ihrerseits durch darauf folgende Appetitlosigkeit zur Verstärkung der Ketose führt. Sehr stark verfettete Kühe haben eine höhere Wahrscheinlichkeit, eine Schweregeburt und somit verstärkten

Geburtsstress zu erleiden. Tritt durch diese Faktoren eine Verminderung der Futteraufnahme und damit einhergehend eine negative Energiebilanz ein, kommt es zur verstärkten Lipomobilisation und darauf folgend zur Ketose "Fat Cow Syndrome" (Gasteiner 2000). Die Ketose hängt sehr stark mit dem Fettlebersyndrom zusammen (Ulbrich et al. 2004), welches vermehrt zu Fruchtbarkeitsstörungen und verlängerten Zwischenkalbezeiten führen kann (Reid 1983).

2.1.3 Diagnose

Sowohl klinische als auch subklinische Ketose tritt normalerweise bei hochlaktierenden Milchkühen zwischen der ersten und achten Laktationswoche auf (Baird 1980, Gasteiner 2000, Klug et al. 2004), wobei die größte Gefahr von subklinischer Ketose laut Duffield et al. (1997) in der zweiten Laktationswoche, und von klinischer Ketose 10 Tage bis drei Wochen nach der Abkalbung zu verzeichnen ist (Goff und Horst 1997, Gasteiner 2000). Geishauser et al. (2000) stellte bei 12 % der Kühe in der ersten Laktationswoche eine subklinische Ketose (BHB über 1400 $\mu\text{mol/l}$ im Blutserum) fest. Laut Heuer et al. (2000) befinden sich die meisten Kühe in den ersten acht Laktationswochen in einer negativen Energiebilanz, wodurch die erhöhte Ketosegefahr erklärt werden kann. Mit steigender Laktationszahl ist von einem Anstieg der Ketosegefahr auszugehen. Das Risiko, an Ketose zu erkranken, ist in der ersten Laktation um fast 60 % geringer als in der vierten oder höheren Laktation (Duffield et al. 1997). Bei Milchkühen auf einem hohen Leistungsniveau ist bei Auftreten einer Grundkrankheit mit darauf folgender Fressunlust sehr häufig mit einer sekundären Ketose zu rechnen. Hinweis auf eine Ketose ist der positive Nachweis von Ketonkörpern in Harn und Milch, wobei ein negatives Testergebnis eine mögliche Erkrankung nur bedingt ausschließt (Gasteiner 2000).

Die Erkennung von Ketonkörpern in der Milch oder im Harn kann mit verschiedenen Teststreifen durchgeführt werden. Acht verschiedene dieser Milchketonkörper- Tests wurden von Geishauser et al. (2000) getestet. Der Ketolac[®] - Teststreifen (Hoechst, Unterschleissheim, Deutschland) sowie die Pink - Testflüssigkeit (profs-products.com, Deutschland) zeigten eine hohe Sensitivität auf subklinische Ketose, wobei die anderen sechs Schnelltests wie Uriscan (Heiland, Deutschland), Rapignost (Behring, Deutschland), Ketostix (Bayer, Deutschland), Kentur - Test (Böhringer, Deutschland) und Medi - Test Keton Teststreifen (Macherey und Nagel), sowie die Acetonreagenz Testtabletten (WDT, Deutschland) eine zu geringe Sensitivität bei der Anwendung in Milch zeigten. Der Pink - und der Ketolac[®] - Milchketontest könnten für

eine routinemäßige Ketoseüberprüfung eingesetzt werden und ein nützliches Werkzeug im Gesundheitsmanagement darstellen (Geishauser et al. 2000).

Bei einer Erfassung der Ketonkörper über die Milch ist zu beachten, dass entzündliche Veränderungen des Euters, wie zum Beispiel die subklinische Mastitis, das Ergebnis durch eine erhöhte Zellzahl verfälschen können. Dadurch stellt die Gesundheitskontrolle des Euters eine Voraussetzung für den Milchketonkörper-test dar. Weiters besteht ein hochsignifikanter Zusammenhang zwischen dem Zeitpunkt der Probeziehung und dem Ergebnis, wobei zu erkennen ist, dass im Nachgemelk nur 50 % der ketotischen Kühe eindeutig positiv waren (Schiemann 1996, zit. nach Gasteiner 2000). In Abhängigkeit von der Tageszeit treten deutliche Unterschiede sowohl im BHB- Gehalt, als auch im Acetongehalt der Milch auf. Beide Kriterien haben die höchsten Werte spät abends, und die niedrigsten Werte am Vormittag nach der Fütterung. Daher sollte die BHB - oder Aceton - Bestimmung immer zur selben Melkzeit erfolgen (Gravert et al. 1986).

Der semiquantitative Harnketonkörpernachweis hat eine höhere diagnostische Sicherheit als der Nachweis über die Milch, ist aber in der Durchführbarkeit deutlich aufwändiger (Schiemann 1996, zit. nach Gasteiner 2000).

2.1.4 Behandlung und Prophylaxe

Erstes Ziel der Ketosebehandlung ist die Verbesserung der Glucosebilanz. Hierfür stehen medikamentöse Behandlungen und begleitende Maßnahmen zur Verfügung. Die begleitenden Maßnahmen zielen vor allem auf die Rationsgestaltung ab. Dazu ist auf die Verbesserung der Futteraufnahme, die Vermeidung einer Proteinübersorgung sowie das Ausscheiden ketogener Futtermittel (buttersäurereiche Silagen oder fettreiche Futtermittel) aus der Ration zu achten. Um eine schnelle Besserung des Gesundheitszustandes der Milchkuh zu fördern, sollten schmackhaftes Heu sowie eine hochwertige Silage angeboten werden. Zusätzlich fördernd wirkt die Eingabe einer Nährstofflösung oder von 20 Liter warmen Wassers. In Bezug auf die Haltungsvoraussetzungen ist auf optimalen Kuhkomfort sowie die Möglichkeit zur Bewegung zu achten (Busch et al. 2004). Tritt eine Ketose als Sekundärerkrankung auf, muss vorerst die Grundkrankheit behandelt werden (Gasteiner 2000).

Grundlage für eine effektive Ketoseprophylaxe ist die Sicherstellung einer bedarfsgerechten, an den Leistungsabschnitt angepasste Fütterung sowie einer

ausreichenden Futterstruktur. Vor allem die Transitperiode (dritte Woche vor bis fünfte Woche nach der Abkalbung), gilt als eine der entscheidenden Phasen der Ketosevorbeugung (Ulbrich et al. 2004). Sowohl trockenstehende Kühe als auch tragende Kalbinnen sollten im Rahmen der Vorbereitungsfütterung angepasst versorgt werden. Das Ziel muss eine optimale Körperkondition zum Zeitpunkt der Abkalbung sein. Neben einer zu starken Verfettung der Tiere ist auch eine zu geringe Körperkondition von Nachteil: Sehr magere Tiere verfügen über zu wenig Körperfettreserven, um in der ersten Laktationsphase einen Energiemangel zu kompensieren (Gasteiner 2004).

Alle Maßnahmen der Ketoseprophylaxe sind laut Ulbrich et al. (2004) auf folgende Schwerpunkte ausgelegt:

- Bestmögliche Nutzung des Futteraufnahmevermögens sowie schnelle Steigerung der Futteraufnahme nach der Abkalbung.
- Leistungs- und bedarfsgerechte Energieversorgung in allen Bereichen des Laktations- und Reproduktionszyklus unter Beachtung aller Faktoren, die den Körperfettabbau minimieren.
- Steuerung der Körperkondition durch eine angepasste Rationsgestaltung

Einzelmaßnahmen zur Prophylaxe von Ketose:

- Einsatz energiereicher Futtermittel zur Verbesserung der ruminalen Propionatbildung sowie der Glukoneogenese drei Wochen vor der Abkalbung sowie im ersten Laktationsdrittel.
- Einsatz von spezifischen Zusatzstoffen und glukoplastischen Substanzen, die den Blutglukosegehalt erhöhen und die Wirkung von Ketonkörpern verhindern. Beispiele solcher Zusatzstoffe sind: Traubenzucker, Süßmolkepulver, Vitamine A, D₃, E, β -Karotin, Niacin, Cholin, Methionin, Betain.
- Möglichkeit zur Bewegung, durch die der Ketonkörpergehalt im Blut gesenkt werden kann.
- Sorgfältige Einhaltung futtermittelhygienischer Anforderungen sowie keinen Einsatz von ketotischen Futtermitteln wie buttersäurereiche Silage.
- Begrenzter Einsatz von fettreichen Futtermitteln.

- Regelmäßige Überwachung des Ketonkörpergehaltes in der Milch über die Milchleistungskontrolle bis zum 60. Tag nach der Abkalbung (Ulbrich et al. 2004).

Zusammenfassend führt eine gute Ketoseprohylaxe immer über eine optimal angepasste Rationsgestaltung, wobei der Unterschied zwischen Nährstoffaufnahme und Nährstoffbedarf so gering wie möglich zu halten ist. Vor allem am Beginn der Laktation muss alles daran gesetzt werden, den Kühen eine maximale Trockenmasseaufnahme zu ermöglichen (Gasteiner 2000).

2.2 *Hilfsparameter zur Erkennung von Ketose*

Folgende Hilfsparameter wurden in der Literatur auf die Eignung zur Erkennung von Ketose beschrieben. In der vorliegenden Arbeit wird vor allem die Eignung der Milchinhaltstoffe aus der Milchleistungskontrolle zur Ketoseerkennung analysiert.

2.2.1 *Body Condition Score (BCS)*

Durch die Mobilisation von Körpermasse nach der Geburt kommt es zu einer Veränderung des Body Condition Scores (BCS), wobei laut Heuer et al. (1999) die Milchmenge und der Fett-Eiweiß-Quotient (FEQ) bei der ersten Kontrolle bessere Parameter zur Erkennung einer Ketose darstellen als der BCS. Generell liegt die optimale Körperkondition bei Milchkühen und Kalbinnen unmittelbar vor der Abkalbung bei einem BCS - Wert von 3 - 3,5 (Gasteiner 2004).

2.2.2 Ketonkörper

▪ Azetongehalt der Milch

Der Azetongehalt der Milch ist sehr eng mit dem Azetongehalt im Blut korreliert ($r = 0,98$) und spiegelt dadurch eine Azetonanreicherung sehr gut wieder (Gravert et al. 1986). In der Zeit von vier bis sechs Wochen nach der Abkalbung treten erhöhte Acetongehalte der Milch (über 0,7 mmol/l) am häufigsten auf. Gleichzeitig mit erhöhten Acetongehalten der Milch kann in Herden mit erhöhtem Ketoserisiko ein höherer Milchfettgehalt sowie eine niedrigere Milchmenge bei niedrigerem Harnstoff- und Laktosegehalt bei gleich bleibendem Milchproteingehalt statistisch signifikant festgestellt werden (Steen et al. 1996).

Zwischen der Energiebilanz und den Milchparametern FEQ und Azetongehalt kann in den ersten vier Laktationsmonaten eine signifikante Korrelation erkannt werden, welche in beiden Fällen vom ersten zum vierten Monat absinkt. Dieser Zusammenhang kann durch eine zu geringe Futteraufnahme (Energieaufnahme) und dadurch notwendiger Körperfetteinschmelzung erklärt werden (Hamann und Krömker 1997).

Zwischen den Fruchtbarkeitsparametern (Verzögerungszeit, Gützeit, Erstbesamungserfolg, Besamungsindex) und dem Azetongehalt in der Milch besteht ein signifikanter Zusammenhang. Dieser Zusammenhang ist bei allen Parametern nahezu linear und bewirkt mit einer Erhöhung des Azetongehaltes immer eine Verschlechterung der Fruchtbarkeit. Die Häufigkeit von Ovarzysten zeigt im Gegensatz zur Anöstrie/Azyklie keine Beziehung zum Azetongehalt. Eine Verschlechterung der Fruchtbarkeit tritt schon bei einem Azetongehalt von über 0,2 mmol/l Milch auf (Wenninger und Distl 1994).

Der Azetongehalt der Milch kann von der Silagequalität beeinflusst werden. Durch schlechte Silagequalität kommt es laut Gravert et al. (1991) zu einer signifikanten Erhöhung der Azetongehalte in der Milch im Vergleich zu hochwertiger Silage.

▪ Azetessigsäure (AcAc)

Ab einem Azetessigsäuregehalt von 100 $\mu\text{mol/l}$ Milch kann man mit einer hohen Wahrscheinlichkeit von einer subklinischen Ketose ausgehen. Der AcAc - Gehalt der Milch kann mit dem Pink- Test erfasst werden und ergibt bei einer Grenze von 100 $\mu\text{mol/l}$ das beste Ergebnis (Geißhauser et al. 2000).

▪ **Beta - Hydroxybutyrat (BHB)**

Der BHB - Grenzwert für subklinische Ketose wird in der Literatur zwischen 1200 $\mu\text{mol/l}$ und 1400 $\mu\text{mol/l}$ im Blutserum angegeben. Wird dieser BHB - Gehalt überschritten, kann von einer subklinischen Ketose ausgegangen werden (Duffield et al. 1997 und Nielsen et al. 1994). Bis zum 65. Laktationstag liegen laut Duffield et al. (1997) 14,1 % der Kühe über 1200 $\mu\text{mol/l}$ BHB im Serum also im subklinischen Ketosebereich. In der mittleren Laktation (65. – 149. Tag) befinden sich 5,3 % der Kühe und nach dem 150. Laktationstag 3,2 % der Milchkühe im subklinischen Ketosebereich. Der mittlere BHB - Gehalt im Blut ist in der frühen Laktation signifikant höher als in den weiteren Laktationsabschnitten, wobei im ersten Laktationsabschnitt (< 65 Tage) eine vierfach höhere Gefahr an Ketose zu erkranken besteht, als in der späteren Laktation. Eine genauere Analyse des ersten Laktationsstadiums (< 65 Tag) zeigt, dass der größte Anteil von subklinischer Ketose zwei Wochen nach der Abkalbung auftritt (Duffield et al. 1997).

Geishauser et al. (2000) stellte bei 12 % der Kühe in der ersten Laktationswoche eine subklinische Ketose (BHB über 1400 $\mu\text{mol/l}$ im Blutserum) fest. Um über den BHB -Gehalt eine subklinische Ketose routinemäßig bestimmen zu können, ist es wichtig, einen Test zur Verfügung zu haben, bei dem der BHB - Gehalt der Milch mit hoher Sicherheit bestimmt werden kann, um auf den BHB - Gehalt im Blut schließen zu können (Geishauser et al. 2000). Die physiologisch normale BHB - Konzentration in der Milch liegt im Bereich bis zu 100 $\mu\text{mol/l}$. Ab einem BHB - Gehalt von über 200 $\mu\text{mol/l}$ beginnt der Risikobereich für klinische Ketose. Zur Messung des BHB - Wertes wurde ein Teststreifen mit einem Messbereich von 50 - 1000 $\mu\text{mol/l}$ entwickelt und somit die Bestimmung des BHB-Wertes erleichtert. Die BHB - Werte zeigten eine hohe Übereinstimmung mit den Milch - Aceton - Werten und gaben gute Hinweise auf klinisch erkrankte Tiere (Dirksen 1994). Weitere und verbesserte Methoden der Ketonkörpererfassung sind die Pink - Testflüssigkeit, welche den Gehalt an Azetessigsäure (100 $\mu\text{mol/l}$) in der Milch wiedergibt, sowie der Ketolac[®] - Teststreifen (BHB - Gehalt 200 $\mu\text{mol/l}$). Beide zeigen eine hohe Sensitivität auf subklinische Ketose. Die in Kapitel 2.1.3. (Diagnose) erwähnten Schnelltests weisen eine zu geringe Sensitivität auf. Stellt man den Pink - Test dem Ketolac[®] - Teststreifen gegenüber, zeigt der Pink - Test mit 100 $\mu\text{mol/l}$ eine höhere Sensitivität als der Ketolac[®] - Teststreifen mit 200 $\mu\text{mol/l}$ Milch, wobei die Spezifität gleich zu beurteilen ist (Geishauser et al. 2000).

Bei gesunden Kühen bildet die β - Hydroxybuttersäure (BHB) mit 81 % den höchsten Anteil der Ketonkörper im Blut, wobei Azeton und Azetessigsäure nur in sehr geringen Anteilen vorkommen. Daraus ergibt sich ein Verhältnis von BHB und Azetessigsäure von 14,3 : 1. Tritt eine subklinische oder klinische Ketose auf, steigt der Gehalt an Azeton und Azetessigsäure überproportional an und es kommt zu einem Verhältnis von 6,94 : 1 (subklinische Ketose) bzw. 4,19 : 1 (klinische Ketose) (Filar 1979).

2.2.3 Milchinhaltstoffgehalte als Ergebnisse der Leistungskontrolle

Die Milchleistungskontrolle bietet dem Landwirt im Abstand von 33 bis 44 Tagen (Anonymus 2011) tierindividuelle Informationen über Tagesmilchmenge, Fett-, Eiweiß- und Laktosegehalt, sowie über Zellzahl und Harnstoffgehalt der Milch. Laut Hamann und Krömker (1997) geben die Milchinhaltstoffe und Milchmenge einen groben Überblick über die Stoffwechselgesundheit der Milchkuh. Für eine genauere Überwachung der Stoffwechselgesundheit sind die langen Untersuchungsintervalle von ca. vier Wochen und die begrenzte Anzahl an getesteten Parametern die bedeutendsten Gründe, warum dieses System nicht effektiv genug für ein modernes Gesundheitsmanagement genutzt werden kann (Hamann und Krömker 1997).

Folgende Milchinhaltstoffe könnten für die Erkennung von Ketose herangezogen werden:

▪ Fettgehalt und Proteingehalt der Milch

Der Zusammenhang zwischen der Veränderung der Milchinhaltstoffe und dem Ketoserisiko wurde bereits mehrmals analysiert. Duffield et al. (1997) kamen dabei zum Schluss, dass das Ketoserisiko auf das Doppelte steigt, wenn sich der Fettgehalt um 1 % erhöht. Durch die Erhöhung des Eiweißgehalts in der Milch um 1 % verringert sich demgegenüber das Ketoserisiko um 50 %. Sowohl für den Fettgehalt als auch für den Proteingehalt der Milch kann ein signifikanter Zusammenhang zum Ketoserisiko hergestellt werden. Aufgrund der zu geringen Sensibilität und Spezifität der Einzelwerte, wie auch in serieller oder paralleler Kombination, sind laut Duffield et al. 1997 weder Fett in % noch Eiweiß in % geeignete Parameter, um eine subklinische Ketose zu erkennen. Dem gegenüber korreliert laut Gravert et al. (1986) der Fettgehalt der Milch positiv mit dem

Azetongehalt der Milch. Ulbrich et al. (2004) weist generell bei einem Fettgehalt von über 5 % auf eine ketogene Stoffwechsellage hin. Der Milchfettgehalt kann von verschiedenen Seiten des Stoffwechsels beeinflusst werden, welche eine mögliche Aussage zur Stoffwechsellage erschweren. Kommt es zum Beispiel in der Hochlaktation zu einer durch Rohfasermangel bedingten Milchfettdepression und gleichzeitig zum Anstieg des Milchfettes über die Lipomobilisation, können sich die Änderungen des Milchfettgehaltes aufheben. Somit kann die ausschließliche Betrachtung des Milchfettgehaltes ein mangelhaftes Kriterium zur Einschätzung der Stoffwechsellage sein (Spohr und Wiesner 1991).

▪ **Fett-Eiweiß-Quotient (FEQ)**

Der theoretische Erklärungsansatz des Fett-Eiweiß-Quotienten als Indikator zur Erkennung von Ketose kann wie folgt dargestellt werden: Eine Energieunterversorgung am Laktationshöhepunkt führt zur erhöhten Körperfettmobilisation, dabei kommt es zur Zunahme von unveresterten freien Fettsäuren und Acetyl-CoA im Blut, welche einen Anstieg der Fettsynthese im Euter zur Folge hat. Zugleich wird bei einer zu geringen Energieaufnahme die mikrobielle Proteinsynthese im Pansen verringert, die Proteinversorgung der Milchkuh begrenzt und somit der Eiweißgehalt in der Milch reduziert (Dirksen 1994). Überschüssiger Ammoniak, welcher aus Protein im Pansen reduziert wird und aufgrund des Energiemangels nicht zu Mikrobenprotein aufgebaut werden kann, muss unter Energieverwendung in der Leber zu Harnstoff entgiftet werden (Kichgeßner et al. 2008). Gemeinsam mit der Fetteinschmelzung führt dies zu einer starken Stoffwechselbelastung.

Der Fett-Eiweiß-Quotient berechnet sich folgendermaßen:

$$\text{FEQ} = \frac{\text{Milchfett in \%}}{\text{Milcheiweiß in \%}}$$

Der Optimalbereich des Fett-Eiweiß-Quotienten liegt zwischen 1 und 1,25, wobei der Bereich von 1 - 1,5 als normal zu beurteilen ist (Spohr und Wiesner 1991). Laut Heuer et al. (1994) weisen 8,1 % der Probegemelke FEQ über 1,5 auf.

Ein Versuch mit drei verschiedenen Energieversorgungsstufen (über-, bedarfsgerecht- und unterversorgt) zeigt einen Zusammenhang der Energieversorgung und dem FEQ

(Dirksen 1994). Vergleicht man den Fett-Eiweiß-Quotienten mit den einzelnen Milchinhaltstoffen, ist der FEQ ein besserer Indikator, um eine negative Energiebilanz zu erkennen, als Fettprozent oder Eiweißprozent alleine. Für eine Diagnose von subklinischer Ketose weist der FEQ eine zu geringe Sensibilität und Spezifität auf (Grieve et al. 1986, Duffield et al. 1997). Bei der Erkennung von Ketose weist der FEQ eine geringere Zuverlässigkeit auf als der Ketolac[®] - Test, wobei der FEQ eine negative Energiebilanz zuverlässiger darstellt (Heuer 2000). Zwischen einer negativen Energiebilanz und dem FEQ besteht laut Grieve et al. (1986) eine signifikante Interaktion, wobei diese in den Wochen drei bis sieben nach der Abkalbung stärker zu erkennen ist als im Rest der Laktation (Heuer et al. 2000).

Bei einer Energieunterversorgung zeigten 69 % der Messungen einen FEQ über 1,4. Im Gegensatz zur bedarfsgerechten sowie der überversorgten Gruppe, bei denen 70 % bzw. 79 % der Messungen einen FEQ unter 1,4 anzeigten. Somit konnte bei diesem Versuch der FEQ gute Rückschlüsse auf die Energieversorgungssituation geben (Dirksen 1994). Die Häufigkeit von subklinischer Ketose ist bei FEQ von über 1,5 deutlich höher als unter diesem Schwellenwert. Dabei konnten Spohr und Wiesner (1991) einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Konzentration an β -Hydroxybuttersäure der Milch und dem FEQ in den ersten zwei Laktationsmonaten feststellen.

Durch die genaue Analyse der einzelnen Inhaltsstoffe, die den Fett-Eiweiß-Quotienten beeinflussen, ist laut Steen et al. (1996) zu erkennen, dass durch den Anstieg des Milchfettgehaltes und der nicht signifikanten Veränderung des Eiweißgehaltes der Anstieg des FEQ zum größten Teil aus dem Anstieg des Fettgehaltes resultiert. Laut Heuer et al. (1999) weist der FEQ eine sehr geringe Variabilität auf und ist dadurch vermutlich kein ausreichend sensibler Indikator, um auf stoffwechselbedingte Störungen zu schließen. Nur für ausreichend starke Störungen könnte der FEQ einen verwertbaren Befund geben (Heuer et al. 1994), wobei eine positive Korrelation von FEQ und Acetongehalt der Milch besteht, und somit der FEQ laut Gravert et al. (1986) zusätzlich zum Acetongehalt ein sinnvoller Parameter sein könnte, um ein hohes Energiedefizit zu erfassen.

▪ Fett-Laktose-Quotient (FLQ)

Der theoretische Erklärungsansatz beim Fett-Laktose-Quotienten ist bezüglich des Fettgehaltes gleich wie für den FEQ. Im Unterschied zum FEQ wird beim FLQ der Laktosegehalt der Milch als zweiter Parameter herangezogen. Steen et al. (1996) ermittelten mit steigendem Acetongehalt der Milch einen sinkenden Laktosegehalt der Milch gegenüber einem unveränderten Eiweißgehalt. Somit können laut Steen et al. (1996) Tiere mit erhöhtem Acetongehalt (über 0,7mmol/l) besser mit dem FLQ als mit dem FEQ beschrieben werden.

Der Fett-Laktose-Quotient errechnet sich folgendermaßen:

$$\text{FLQ} = \frac{\text{Milchfett in \%}}{\text{Milchlaktose in \%}}$$

Laut Reist et al. (2002) sind der FLQ sowie der Milchacetongehalt gute Kennzahlen, um die Energiebilanz auf Herdenniveau zu analysieren. Aufgrund der sinkenden Schätzgenauigkeit bei kleineren Herden kann die Schätzung der Energiebilanz auf Herdenniveau erst ab einer Herdengröße von über 100 Kühen bei stark saisonaler Abkalbung und von über 400 Kühen bei kontinuierlicher Abkalbung ein geeignetes Verfahren darstellen.

Zur Schätzung der Energiebilanz des Einzeltieres stellen weder die Milchparameter noch die Kombination aus Milch- und Blutparametern aufgrund der zu geringen Genauigkeit ein geeignetes Verfahren dar (Reist et al. 2002). Dem entgegen bedürfen laut Zottl (2008) Milchkühe mit einem erhöhten FEQ (Grenzwert von < 1,5) erhöhter Aufmerksamkeit. Die Überschreitung des Grenzwertes ist als Hinweis auf eine subklinische Ketose zu werten (de Kurif et al. 2007, Zottl 2008).

3 Material und Methoden

Die Auswertung dieser Arbeit beruht auf Diagnosedaten aus dem Projekt Gesundheitsmonitoring Rind (GMON) und Leistungs- und Stammdaten aus dem Rinderdatenverbund. Bereitgestellt wurden die Daten durch die ZuchtData EDV-Dienstleistungen GesmbH.

3.1 *Material*

Für diese Untersuchung wurden ausschließlich validierte Datensätze (Egger-Danner et al. 2012) von Betrieben mit überwiegend elektronischer Datenlieferung anonymisierter Tierärzte und Tierarztpraxen verwendet.

3.1.1 Ausgangsdaten

Um eine repräsentative Aussage treffen zu können, wurden alle Betriebe mit allen Milchkühen, die im Betreuungsverhältnis mit den ausgewählten Tierärzten stehen, für die Auswertung herangezogen. Die Ausgangsdaten umfassen 732.296 Probemelkergebnisse von 48837 Milchkühen verteilt auf 1446 Betriebe. Der Betrachtungszeitraum erstreckt sich von 1. Juli 2006 bis 31. August 2010, in dem von 53 Tierarztpraxen 1133 Diagnosen auf Ketose/Azetonämie gestellt wurden.

Folgende Datensätze wurden zur Verfügung gestellt:

- Diagnosedaten
 - Tiernummer (verschlüsselt)
 - Betriebsnummer (verschlüsselt)
 - Datum der vorherigen Abkalbung
 - Diagnosedatum
 - Diagnosecode (Diagnosecode 33 steht für Ketose)

- Milchleistungsdaten (Probemelkergebnisse aller Kontrolltage im Beobachtungszeitraum)
 - Tiernummer (verschlüsselt)
 - Betriebsnummer (verschlüsselt)
 - Datum der vorherigen Abkalbung
 - Datum der Milchleistungskontrolle
 - Milchmenge/Tag am Tag der Milchleistungskontrolle
 - Fett- und Eiweißgehalt der Milch am Probetag
 - Zellzahl, Laktose- und Harnstoffgehalt der Milch am Probetag

- Abkalbedaten
 - Tiernummer (verschlüsselt)
 - Datum der Abkalbung
 - Laktationszahl
 - Kalbeverlaufcode

Der Kalbeverlauf wurde von der für die ZuchtData üblichen 5-stufigen Skala übernommen. Diese Skala ist wie folgt aufgebaut:

1. Leichtgeburt (keine Geburtshilfe erforderlich)
2. Normalgeburt (Geburtshilfe von einer Person erforderlich)
3. Schweregeburt (Geburtshilfe von mehr als einer Person erforderlich oder mechanischer Geburtshelfer erforderlich)
4. Kaiserschnitt
5. Embryotomie (Zerstückeln des Kalbes) (Egger-Danner et al. 2010).

- Abgangsdaten
 - Tiernummer (verschlüsselt)
 - Betriebsnummer (verschlüsselt)
 - Abgangsdatum
 - Abgangscode

Vergleichbar mit dem Kalbeverlauf wurden auch diese Definitionen aus dem Jahresbericht der ZuchtData übernommen. Folgende Definitionen der Abgangsursachen wurden unterschieden.

0. Alter
1. Leistung
2. Fruchtbarkeit/Unfruchtbarkeit
3. Seuchen
4. Stoffwechsel
5. Euterkrankheiten
6. Schlechte Melkbarkeit
7. Klauen und Gliedmaßenkrankungen
8. Verkauf zur Zucht
9. Sonstige Gründe
- x. Nicht erfasst

(Egger-Danner et al. 2010).

- Stammdaten zum Tier
 - Betrieb (verschlüsselt)
 - Tiernummer (verschlüsselt)
 - Geburtsdatum
 - Erstkalbedatum
 - Zweitkalbedatum
 - Rasse
 - Systemaustrittsdatum
 - Tierarztpraxis (verschlüsselt)

- Stammdaten zum Betrieb
 - Betriebsnummer (verschlüsselt)
 - Durchschnittliche Anzahl an Milchkühen
 - Durchschnittliche Anzahl an Kalbinnen
 - Durchschnittliche Anzahl an Milchkühen in der ersten Laktation (Erstlingskuh)
 - FEQ 1 – 100 Laktationstag (1-100) der Erstlingskühe
 - Eiweißgehalt der Milch 1-100 der Erstlingskühe
 - Harnstoffgehalt der Milch 1-100 der Erstlingskühe
 - Anteil der Erstlingskühe mit Harnstoffgehalt von über 30 mg/dl
 - Anteil der Erstlingskühe mit Harnstoffgehalt von unter 15 mg/dl
 - FEQ 1 – 100 Laktationstag (1-100) der Kühe in weiterer Laktation
 - Eiweißgehalt der Milch 1-100 der Kühe in weiterer Laktation
 - Harnstoffgehalt der Milch 1-100 der Kühe in weiterer Laktation
 - Anteil der Kühe in weiterer Laktation mit Harnstoffgehalt von über 30 mg/dl
 - Anteil der Kühe in weiterer Laktation mit Harnstoffgehalt von unter 15 mg/dl

- Produktionsgebiete
 - Betrieb (verschlüsselt)
 - Hauptproduktionsgebiet

3.1.2 Datenaufbereitung und -einschränkung

Die im Kapitel 3.1.1 „Ausgangsdaten“ beschriebenen Milchleistungsdaten wurden für die Auswertung nach gewissen Kriterien eingeschränkt. Wie in der Milchleistungskontrolle wird eine Standardlaktation von 305 Tagen angenommen (Anonymus 2011). Sowohl Milchleistungskontrollen als auch Ketosediagnosen nach dem 305. Laktationstag wurden in der Auswertung nicht berücksichtigt. Aufgrund des frühen Auftretens der Ketose in der Laktation ist die erste Milchleistungskontrolle nach der Geburt des Kalbes die aussagekräftigste, somit wurde die gesamte Auswertung mit Ausnahme des Kapitels 4.5.3 (Verlauf der Milchinhaltstoffe nach dem Laktationstag beim Fleckvieh) auf die erste Probemelkung in der Laktation beschränkt. Ausgeschlossen wurden jene Tiere, welche innerhalb des Beobachtungszeitraumes den Betrieb gewechselt haben. Wie in Kapitel 4.4.1 (Verteilung der Kontrolltage) beschrieben ist, muss der erste Kontrolltag innerhalb der ersten 50 Laktationstage liegen. Betriebe, die über den gesamten Betrachtungszeitraum in keinem Jahr eine durchschnittliche Kuhanzahl von fünf Milchkühen gehalten haben, wurden nicht in die Analyse miteinbezogen. Dabei handelt es sich vor allem um Betriebe mit einer geringen Anzahl an Milchkühen und einer höheren Anzahl an Kalbinnen. In einem Fall wurde bei einer Kuh innerhalb einer Laktation zweimal eine Diagnose auf Ketose gestellt. Aufgrund der zeitlichen Nähe wurde die zweite Diagnose als Folge der ersten gewertet und nur die erste Diagnose in die Auswertung miteinbezogen.

Für die Darstellung der Milchinhaltstoffe im Verlauf der ersten 100 Laktationstage beim Fleckvieh im Kapitel 5.3.1 wurden alle Milchleistungskontrollen der ersten 100 Laktationstage sowohl bei der Kontrollgruppe, als auch bei den Tieren der Ketosegruppe berücksichtigt.

Um den einzelnen Ketosediagnosen eine passende Milchleistungskontrolle zuordnen zu können, die für die Krankheit repräsentativ ist, sind zwei Aspekte von Bedeutung. Zum einen ist der Abstand der einzelnen Probemelkungen zu den Diagnosen, der anhand von Abbildung 1 zu erkennen ist, zu berücksichtigen. Der größte Teil der Probemelkungen, die vor der Ketosediagnose durchgeführt wurden, befinden sich im Zeitraum von 25 Tagen vor der Diagnose.

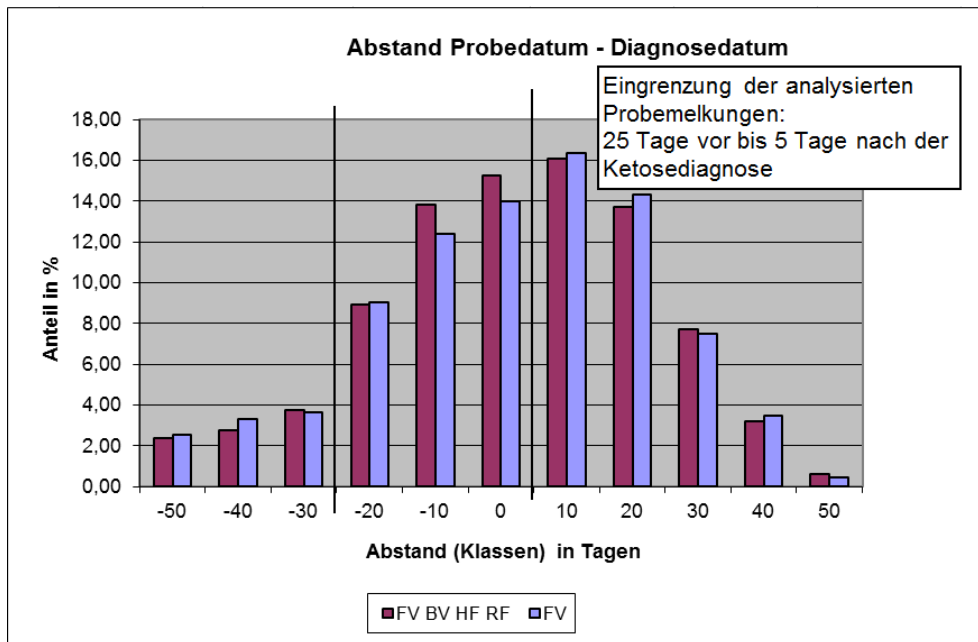


Abbildung 1: Abstand der Milchleistungskontrolle zur Diagnose in Tagen

Betrachtet man zum anderen Abbildung 11, in welcher der Verlauf vom Fettgehalt der Milch im Abstand zur Diagnose dargestellt ist, kann man erkennen, dass die letzten 25 Tage vor der Ketosediagnose die aussagekräftigsten sind.

Um die Stichprobengröße nicht zu stark zu verkleinern, wurden Probemelkungen bis zum 5. Tag nach der Diagnose herangezogen.

3.1.3 Auswertungsgruppen

Ausgewertet wurden 75.842 Laktationen, welche von 40.598 Milchkühen aus 1.408 Betrieben stammen. Diese Betriebe wurden von 53 Tierarztpraxen betreut. Von 45 dieser Tierarztpraxen liegt im genannten Zeitraum zumindest eine Diagnose auf Ketose/Azetonämie vor.

Für die statistische Auswertung wurden eine Versuchs- und eine Kontrollgruppe gebildet. Der **Versuchsgruppe** (auch Ketosegruppe) wurden Tiere zugeordnet, die in der laufenden Standardlaktation, welche vom Tag der Geburt des Kalbes bis zum 305. Tag reicht, mindestens eine Erstdiagnose für Ketose hatten.

Alle weiteren Milchkühe aus Betrieben, welche von den genannten Tierärzten/Tierärztinnen betreut wurden, dienten als **Kontrollgruppe**. Es wurden alle Betriebe dieser Tierärzte herangezogen, um eine Verzerrung in Richtung von Betrieben mit Ketosediagnosen zu verhindern.

3.1.4 Rassen

Die Auswahl der Rassen erfolgte nach der Häufigkeit der Diagnosen pro Rasse. Den größten Anteil an Ketosediagnosen hatte die Rasse **Fleckvieh** (778 Diagnosen im Betrachtungszeitraum), welche auch den größten Anteil der ausgewerteten Probemelkergenergebnisse stellt. Gefolgt von den Rassen **Braunvieh** (197), **Holstein Friesian** (122), **Holstein Rotbunte** (33) und **Pinzgauer** (3), wobei die Rasse Pinzgauer mit drei Diagnosen im Beobachtungszeitraum aus der Auswertung ausgeschlossen wurde.

Die Auswertungen wurden auf zwei Ebenen getätigt:

- Vier Hauptrassen: Fleckvieh (FV), Braunvieh (BV), Holstein Friesian (HF), Holstein Rotbunte (RF)
- Fleckvieh (die in Österreich bedeutendste Rasse für die Milchproduktion wurde einzeln analysiert)

3.1.5 Produktionsgebiete

Die ausgewerteten Laktationen verteilen sich auf sieben der acht österreichischen Hauptproduktionsgebiete (Abbildung 2). Die größten Anteile stammen aus den Hauptproduktionsgebieten „Alpenostrand“ mit 34 %, „Wald- und Mühlviertel“ mit 26 %, „Hochalpengebiet“ mit 19 % und aus dem „Alpenvorland“ mit 14 % aller ausgewerteten Laktationen. Aus dem „Kärntner Becken“ liegen in dieser Untersuchung keine Daten vor. Die Darstellung der Hauptproduktionsgebiete wurde aus dem Kartenmaterial der Statistik Austria übernommen (Statistik Austria 2010).

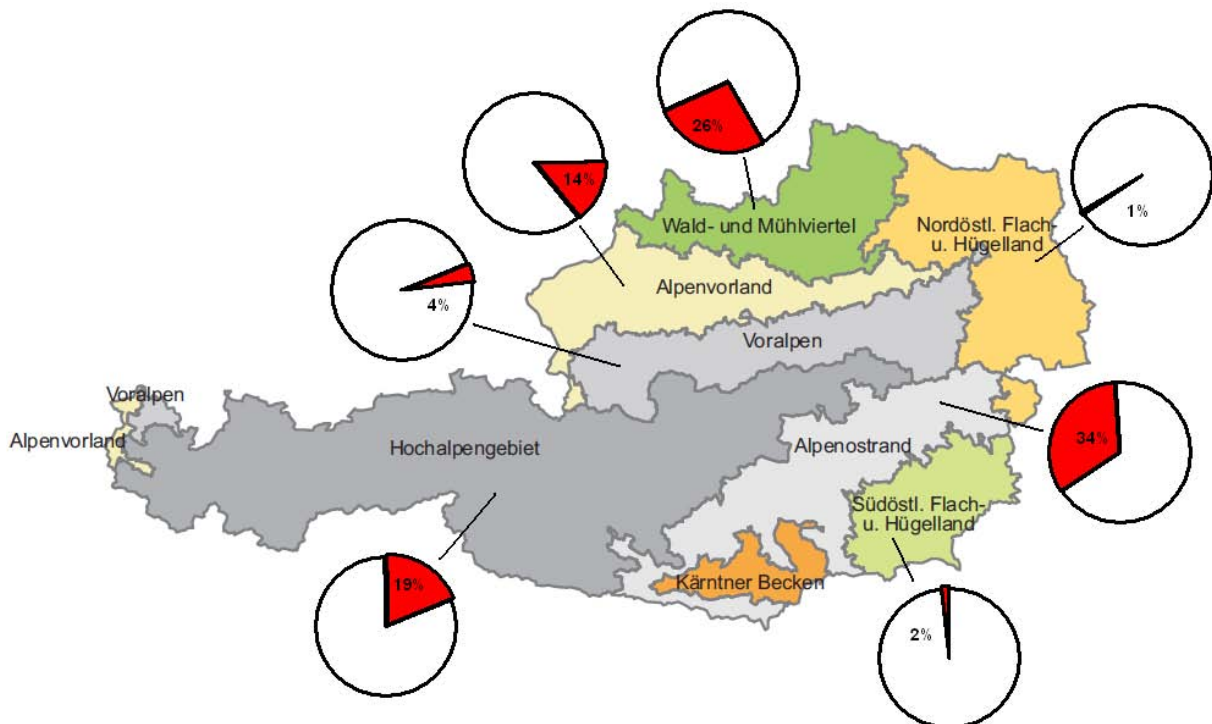


Abbildung 2: Verteilung der ausgewerteten Laktationen auf die österreichischen Hauptproduktionsgebiete

3.2 Methoden

Die Auswertung beruht auf Daten der Milchleistungsprüfung, und auf Diagnosedaten von Tierärzten/Tierärztinnen, die am Projekt Gesundheitsmonitoring Rind teilnahmen. Diese Daten standen im Vorfeld der Masterarbeit zur Verfügung und wurden nicht spezifisch für diese Auswertung erhoben.

3.2.1 Datenaufbereitung und Auswertung

Die Aufbereitung und Auswertung der Daten erfolgte mit dem Statistikprogramm SAS 9.1. (SAS 2003). In der gesamten Datenanalyse wurde ein Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$ angenommen. Für die Auswertung kamen drei verschiedene Methoden zur Anwendung.

1. Die Berechnung von Mittelwerten (\bar{X}) und Standardabweichungen (s) je Gruppe (Ketose-/Kontrollgruppe) oder je Gruppe in einem bestimmten Zeitraum (10 Tage).
2. Varianzanalyse mit der Prozedur GLM (General Linear Model) für alle Milchinhaltstoffe, die im Zuge der Milchleistungskontrolle erhoben werden.
3. χ^2 - Test (chi-square-Test) zur Berechnung verschiedener Häufigkeiten.
 - Ketosehäufigkeit nach der Laktationszahl: Bei der Berechnung der Ketosehäufigkeit nach der Laktationszahl wurde die vierte mit allen weiteren Laktationen, zur Laktationszahl 4+ zusammengefasst.
 - Auswirkungen des Kalbeverlaufs auf die Häufigkeit einer Ketose: Aufgrund der geringen Häufigkeit der Kalbeverläufe 4 (Kaiserschnitt) und 5 (Embryotomie) wurden diese gemeinsam mit dem Kalbeverlauf 3 (Schweregeburt) zur Gruppe 3+ zusammengefasst.

Weiters wurden die Veränderung der Abgangsursache durch eine Ketosediagnose, die Ketosehäufigkeit nach der Rasse, und die möglichen Abgrenzungen der Ketose- und Kontrollgruppe über die Milchinhaltstoffe mittels χ^2 - Test analysiert.

Bei der varianzanalytischen Auswertung wurden folgende Modelle zugrunde gelegt:

- Analyse der Milchparameter nach Rassen.

$$Y_{ijkl} = \mu + \text{Diag}_i + \text{Rasse}_j + (\text{Diag} \cdot \text{Rasse})_{ij} + B_k + b_1Lz + b_2G + b_3Lt + b_4Lt^2 + \varepsilon_{ijkl}$$

Y_{ijkl} = Beobachtungswert der abhängigen Variablen

μ = Gemeinsame Konstante der Y-Werte

Diag_i = fixer Effekt der Diagnose i , i = keine Diagnose (Kontrolle) und Diagnose (Ketose)

Rasse_j = fixer Effekt der Rasse j , j = FV, BV, HF und RF

B_k = fixer Effekt des Betriebes, $k = 1, \dots, 1408$

b_1 - b_4 = Regressionskoeffizienten

Lz = Laktationszahl, $Lz = 1, \dots, 16$

G = Genanteil, $G = 5, 3, \dots, 100$ (100 = 100 % reinrassig)

Lt = Laktationstag $Lt = 1, \dots, 50$

Lt^2 = Laktationstag²

ε_{ijkl} = Residue

Folgende Milchparameter der Milchleistungskontrolle wurden als abhängige Variablen analysiert:

Fettgehalt der Milch in %

Eiweißgehalt der Milch in %

Laktosegehalt der Milch in %

Harnstoffgehalt der Milch in mg/dl

Zellzahl in 1000/ml

Milchmenge in kg am Kontrolltag

Die Quotienten Fett-Eiweiß-Quotient (FEQ) und Fett-Laktose-Quotient (FLQ) wurden zuerst aus den Milchinhaltstoffen berechnet und in Analogie zu den Inhaltstoffen analysiert.

- Milchparameter der Rasse Fleckvieh.

$$Y_{ijk} = \mu + \text{Diag}_i + B_j + b_1Lz + b_2G + b_3Lt + b_4Lt^2 + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = Beobachtungswert der abhängigen Variablen

μ = Gemeinsame Konstante der Y-Werte

Diag_i = fixer Effekt der Diagnose i, i = keine Diagnose (Kontrolle) und Diagnose (Ketose)

B_j = Betrieb, j = 1, ... 1245

Lz = Laktationszahl, $Lz = 1, \dots 16$

G = Genanteil, $G = 5, 3, \dots 100$ (100 = 100 % reinrassig)

Lt = Laktationstag $Lt = 1, \dots 50$

Lt^2 = Laktationstag²

ε_{ijk} = Residue

Wenn die Wechselwirkung nicht signifikant, d.h. $P > 0,05$ war, wurde diese im Modell nicht berücksichtigt. Vor der Reduktion wurden die Ergebnisse Rasse*Diagnose berechnet, um sie darstellen zu können. Diese Darstellungen mit signifikanter Wechselwirkung müssen daher dementsprechend vorsichtig interpretiert werden.

3.2.2 Ausreißerproblematik

Extrem hohe und extrem niedrige Inhaltstoffe die über den Rahmen von \pm vier Standardabweichungen (s) vom Mittelwert (\bar{X}) abwichen, wurden als fehlend eingetragen. Der Rahmen von \pm vier Standardabweichungen (s) vom Mittelwert (\bar{X}) wurde aufgrund des hohen Interesses an stark veränderten Milchinhaltstoffen gewählt. Bei einer engeren Eingrenzung würden zum Beispiel hohe Fettgehalte, die eventuell eine Ketose anzeigen würden, ausgegrenzt.

3.2.3 Auswertung der Fett-Eiweiß-Quotient-Grenze von 1,5 auf Betriebsniveau

In diese Auswertungen wurden alle Tiere einbezogen, die sich zum Zeitpunkt der Milchleistungskontrolle innerhalb der ersten 100 Laktationstage befanden. Von diesen Milchkühen wurde der Anteil von Tieren mit einem FEQ über 1,5 berechnet. Im Weiteren wurden vergleichbar mit den zuvor genannten Auswertungen Tiere, die den Betrieb gewechselt haben und Betriebe mit weniger als fünf Milchkühen ausgeschieden. Die erste Auswertung bezieht sich auf die Rassen Fleckvieh, Braunvieh, Holstein Friesian und Holstein Rotbunte. Das zweite Ergebnis bezieht sich auf die Rasse Fleckvieh. Um ein mögliches Ketoserisiko auf Betriebsniveau zu erkennen, wurde eine kritische Grenze beim Fett-Eiweiß-Quotienten von 1,5 festgelegt. Ermittelt wird der Anteil der Milchkühe in den ersten 100 Laktationstagen, welche einen FEQ von über 1,5 aufweisen. Liegt dieser Anteil über 25 %, wird angenommen, dass ein erhöhtes Ketoserisiko am Betrieb herrscht.

4 Ergebnisse

4.1 Analyse der Ketosediagnosen nach ihrem Auftreten

Im Folgenden werden die Ketosediagnosen nach dem Laktationszeitpunkt, nach der Laktationszahl sowie nach den Rassen dargestellt.

4.1.1 Zeitpunkt der Ketose im Laktationsverlauf

Die Standardlaktation (305 Tage pp) wird einerseits laut Duffield et al. (1997) in drei Laktationsabschnitte eingeteilt und andererseits in Abschnitten zu 10 Tagen dargestellt. In diesem Kapitel sind alle vier Rassen (FV, BV, HF, RF) miteinbezogen.

Tabelle 1: Auftreten der Ketose nach Duffield et al. (1997)

	Häufigkeit (n)	Anteil
frühe Laktation (1-64 Tag pp)	969	86 %
mittlere Laktation (65-149 Tag pp)	114	10 %
späte Laktation (150-305 Tag pp)	50	4 %

Aus Tabelle 1 geht hervor, dass der größte Anteil der Ketosen im frühen Laktationsstadium auftritt. Um den Zeitpunkt der Erkrankung noch genauer definieren zu können, ist in Abbildung 3 eine Auswertung in Abschnitten zu 10 Tagen dargestellt, wobei die Rasse Fleckvieh einzeln im Vergleich zu allen vier Rassen gemeinsam angeführt wird. 92 % aller Ketosediagnosen erfolgen in den ersten 100 Laktationstagen, wobei 80 % der Diagnosen in den ersten 50 Tagen nach der Abkalbung diagnostiziert werden.

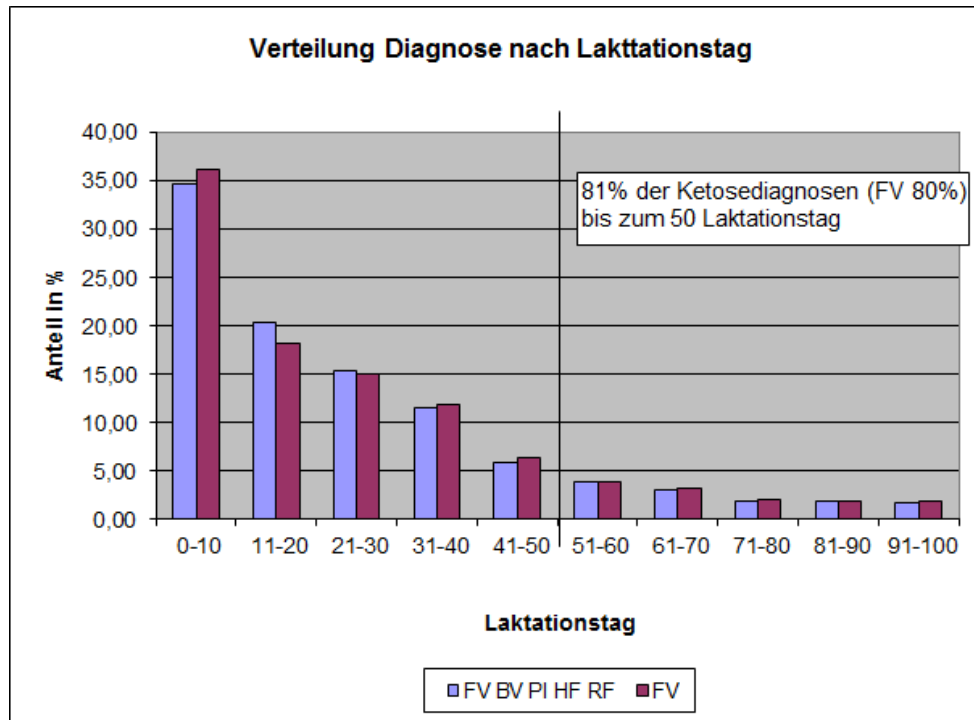


Abbildung 3: Verteilung der Diagnosen nach dem Laktationstag

Vergleicht man die Auswertung aller Rassen gemeinsam mit der von Fleckvieh (Abbildung 3), sind keine nennenswerten Unterschiede festzustellen. Es ist bei beiden Darstellungen klar erkennbar, dass der Großteil der Ketoseerkrankungen im frühen Laktationsstadium auftritt, wobei die Erkrankungsgefahr in den ersten 10 Tagen nach der Abkalbung mit ca. 35 % aller Ketosediagnosen am höchsten ist.

4.1.2 Ketosehäufigkeit nach der Laktationszahl

Analysiert man die Ketosediagnosen nach der Laktationszahl in Tabelle 2, so ist zu erkennen, dass bei der Betrachtung der Rassen FV, BV, HF, RF gemeinsam, die Häufigkeit von Ketosen, im Vergleich von der zweiten, zur vierten und weiteren Laktation um 50 % von 0,80 % auf 1,2 % ansteigt.

Tabelle 2: Ketosehäufigkeit nach Laktationszahl (FV,BV,HF,RF)

Häufigkeit (n) Prozent	Laktationszahl			
	1	2	3	4+
Kontrollgruppe	30839 99,16	25120 99,20	19606 98,96	38001 98,80
Ketosegruppe	261 0,84	202 0,80	206 1,04	461 1,20

P-Wert Chi-Square: <0,0001

Anhand von Tabelle 3, in der die Rasse Fleckvieh einzeln ausgewertet ist, lässt sich ein vergleichbarer Trend erkennen. Im Unterschied zu Tabelle 2 zeigt das Fleckvieh in der ersten Laktation einen in der Relation zum Gesamtniveau erhöhten Wert.

Tabelle 3: Ketosehäufigkeit nach Laktationszahl (FV)

Häufigkeit (n) Prozent	Laktationszahl			
	1	2	3	4+
Kontrollgruppe	24300 99,17	19871 99,33	15469 99,12	30384 99,02
Ketosegruppe	204 0,83	135 0,67	138 0,88	301 0,98

P-Wert Chi-Square: 0,0034

Um die Unterschiede zwischen der rassenübergreifenden Analyse und dem Fleckvieh zu erkennen, sind in Tabelle 4 die weiteren Rassen ausgewertet.

Tabelle 4: Ketosehäufigkeit nach Laktationzahl (BV, HF, RF)

Ketosehäufigkeit Rasse	Laktationszahl				n (Diagnosen)	P –Wert Chi-Square
	1	2	3	4+		
Braunvieh	0,92	1,04	1,37	1,93	197	0,0002
Holstein Friesian	0,69	1,48	1,79	2,00	122	0,0010
Holstein Rotbunte	1,44	2,22	3,43	4,36	33	0,1108

Dabei ergibt sich von der ersten zu jeder weiteren Laktation ein deutlicher Anstieg der Häufigkeit, an Ketose zu erkranken. Im rasseninternen Vergleich erkrankten bei Braunvieh ab der vierten Laktation 2,09-mal so viele Tiere als in der ersten. Bei der Rasse Holstein Friesian 2,9-mal und bei der Rasse Holstein Rotbunte 3,1-mal so viele Tiere. Dabei ist zu ergänzen, dass die Auswertung der Rasse Holstein Rotbunte aufgrund der geringen Stichprobengröße mit dem Chi-Square Test statistisch nicht signifikant abgesichert ist. Im Unterschied zum Fleckvieh ist bei jeder dieser Rassen die erste Laktation jene mit der geringsten Ketosehäufigkeit, welche beim Fleckvieh die zweite Laktation ist.

4.1.3 Ketosehäufigkeit nach der Rasse

Betrachtet man die absolute Anzahl der Ketosen nach den Rassen, stellt das Fleckvieh mit 69 % aller Diagnosen den größten Anteil. Vergleicht man in Tabelle 5 die Anzahl der Ketosediagnosen mit der Anzahl der betrachteten Laktationen, ist zu erkennen, dass bei Fleckvieh in 0,86 % der Laktationen eine Ketose diagnostiziert wurde. Gegenüber den anderen Rassen weist das Fleckvieh die geringste Häufigkeit auf, an Ketose zu erkranken, wobei zu bedenken ist, dass der Stichprobenumfang und somit die Aussagekräftigkeit bei Fleckvieh bedeutend größer ist.

Tabelle 5: Anteil der Ketoseerkrankungen an den gesamten Laktationen nach Rassen

Häufigkeit (n) Prozent	Fleckvieh	Braunvieh	Holstein Friesian	Holstein Rotbunte
	Kontrollgruppe	90024 99,14	14148 98,63	8261 98,54
Ketosegruppe	778 0,86	197 1,37	122 1,46	33 2,83

P-Wert Chi-Square: <0,0001

4.2 Auswirkungen des Kalbeverlaufes auf die Ketosehäufigkeit

In Tabelle 6 sind die Häufigkeiten von diagnostizierten Ketosen nach dem zuvor erfassten Kalbeverlauf dargestellt. Aufgrund der zu geringen Kalbungen mit Kalbeverlauf 4 (Kaiserschnitt) und 5 (Embryotomie) wurden diese gemeinsam mit der Gruppe 3 (Geburtshilfe von mehr als einer Person oder mechanischer Geburtshilfe) zur Gruppe 3+ zusammengefasst.

Tabelle 6: Ketosehäufigkeit nach Kalbeverlauf (FV,BV,HF,RF)

Häufigkeit (n) Prozent	Kalbeverlauf		
	1	2	3+
Kontrollgruppe	55082 99,09	50484 98,96	4381 98,18
Ketosegruppe	507 0,91	532 1,04	81 1,82

P-Wert Chi-Square: <0,0001

Aus Tabelle 6 geht hervor, dass sich die Ketosehäufigkeit von der Leichtgeburt (Kalbeverlauf 1) zur Schweregeburt (3+) verdoppelt. Somit ist nach einer Schweregeburt von einem doppelt so hohen Ketoserisiko auszugehen als in einer

Laktation nach einer leichten Geburt des Kalbes. Vergleicht man die Darstellung aller vier Rassen (Tabelle 6) mit der Auswertung der Fleckviehgeburten in Tabelle 7, bleibt das Verhältnis zwischen den Laktationen gleich, wobei das Fleckvieh eine geringere Ketosehäufigkeit aufweist.

Tabelle 7: Ketosehäufigkeit nach Kalbeverlauf (FV)

Häufigkeit (n) Prozent	Kalbeverlauf		
	1	2	3+
Kontrollgruppe	41567 99,21	41415 99,10	3808 98,3
Ketosegruppe	330 0,79	378 0,90	66 1,70

P-Wert Chi-Square: <0,0001

4.3 Veränderung der Abgangsursachen nach einer Ketose

Unterschiede zwischen Ketose- und Kontrollgruppe sind vor allem in der Abgangsursache Stoffwechsel (4) und Verkauf zur Zucht (8) erkennbar. Der Anteil an Tieren, die aufgrund einer Stoffwechselerkrankung, zu welchen auch die Ketose zuzuordnen ist, abgehen, steigt bei der Ketosegruppe auf das Vierfache an. Die Abgänge zur Zucht (8) sinken in der Ketosegruppe auf ein Drittel gegenüber jenen Tieren, die keine Diagnose auf Ketose haben. In Tabelle 8 sind alle vier Rassen gemeinsam ausgewertet, wobei im Vergleich zur Auswertung Fleckvieh keine bedeutenden Unterschiede auftreten.

Tabelle 8: Abgangsursache nach einer Ketosediagnose (FV, BV, HF, RF)

Häufigkeit (n) Prozent	Abgangscode:										Total
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Kontrollgr.	2723 10,1	2058 7,6	7190 26,6	186 0,7	760 2,8	3528 13,0	270 1,0	2120 7,8	3312 12,2	4912 18,2	27059 100
Ketosegr.	93 14,7	18 2,8	152 24,0	8 1,3	68 10,7	59 9,3	3 0,5	58 9,1	29 4,6	146 23,0	634 100

0 = Alter, 1 = Leistung, 2= Fruchtbarkeit/Unfruchtbarkeit, 3 = Seuchen, 4 = Stoffwechsel, 5 = Euterkrankheiten, 6 = Schlechte Melkbarkeit, 7 = Klauen und Gliedmaßenkrankungen, 8 = Verkauf zur Zucht, 9 = Sonstige Gründe

P-Wert Chi-Square: <0,0001

Auffällig ist, dass in der Ketosegruppe 2,5-mal weniger Milchkühe aufgrund der Leistung (1) abgehen als in der Kontrollgruppe.

4.4 Zeitliche Abfolge der Milchleistungskontrolle und der Ketosediagnose

4.4.1 Verteilung der Kontrolltage

Wie im Kapitel 4.1.1 (Zeitpunkt der Ketose im Laktationsverlauf) klar zu erkennen ist, treten 80 % der Ketosediagnosen in den ersten 50 Laktationstagen auf. Mit einem für Österreich üblichen Kontrollintervall von 33 bis 44 Tagen (LKV 2011) ist für die mögliche vorzeitige Erkennung der Ketose vor allem die erste Kontrolle von Bedeutung. Aus diesem Grund wurde die Auswertung mit Ausnahme des Kapitels 5.3.1 „Verlauf der Milchinhaltstoffe nach dem Laktationstag beim Fleckvieh“ auf die erste Kontrolle nach der Abkalbung begrenzt.

Betrachtet man die Verteilung der ersten Probemelkung nach dem Laktationstag (Abbildung 4), kann man erkennen, dass 91 % der ersten Kontrollen innerhalb der ersten 50 Laktationstage liegen. Beide Auswertungsgruppen (FV, BV, HF, RF und FV) zeigen die gleichen Ergebnisse. Bei einem durchschnittlichen Kontrollintervall von 33 bis 44 Tagen mit einer Zeitspanne für das Kontrollorgan von ± 7 Tagen (LKV 2011) müsste jede Milchkuh innerhalb von 50 Tagen eine Leistungskontrolle aufweisen können.

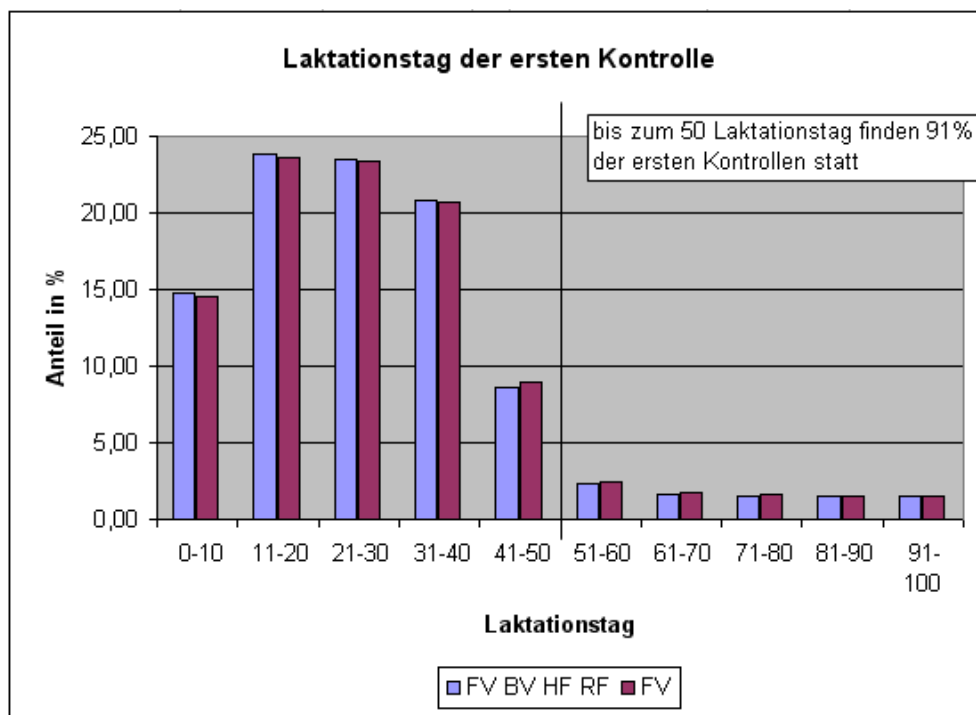


Abbildung 4: Verteilung der ersten Probemelkung nach dem Laktationstag

In der Auswertung wurden nur jene ersten Kontrollen einbezogen, die bis zum 50. Tag nach der Abkalbung durchgeführt wurden.

4.4.2 Zeitraum zwischen Probemelkung und Ketosedignose

Um eine Erkrankung an Ketose im Vorfeld über die Milchleistung erkennen zu können, ist der Abstand zwischen der Milchleistungskontrolle und dem Ausbruch der Krankheit von großer Bedeutung. Aufgrund des genannten Kontrollintervalls und des sehr frühen Auftretens der Erkrankung in der Laktation, gibt es, wie in Tabelle 9 ersichtlich, für 49 % der erkrankten Tiere keine Möglichkeit der vorzeitigen Erkennung der Krankheit über die Milchinhaltstoffe. Bei 51 % der Tiere liegt eine Milchleistungskontrolle, die im Vorhinein oder am Tag der Ketosedignose gezogen wurde, vor.

Tabelle 9: Anteil der Ketosedignosen mit vorhandener Milchleistungskontrolle

Anteil Anzahl (n)	FV, BV, HF, RF	FV
Milchleistungskontrolle vor oder am Tag der Diagnose	51,1 % 476	50,7 % 319
Milchleistungskontrolle nach der Diagnose	48,9 % 456	49,3 % 310
	n = 932	n = 629

4.5 Veränderung der Milchparameter durch eine Ketose

4.5.1 Milchparameter nach Rassen

In den folgenden Tabellen dieses Kapitels sind die Veränderungen der Inhaltsstoffe rassenspezifisch dargestellt. Ausgewertet sind die wichtigsten Milchhaltsstoffe sowie die Milchmenge/Tag, welche auch im Kontrollbericht der Milchleistungskontrolle ausgewiesen werden. Anhand von Tabelle 10 sind die Signifikanzniveaus aller Effekte im Modell zusammengefasst.

Tabelle 10: Signifikanzniveaus^a aller Effekte im Modell

Effekte	Merkmale							
	FEQ	FLQ	Fett %	Ew %	Laktose %	Harnst. ^b	ZZ ^c	Milch kg/Tag
Diagnose	***	***	***	**	***	ns	ns	ns
Rasse	***	***	***	***	***	***	***	***
Diag*Rasse	*	***	ns	ns	***	ns	ns	***
Betrieb	**	***	***	***	***	***	***	***
Laktationszahl	***	***	***	***	***	***	***	***
Genanteil ^d	***	***	***	***	***	***	***	***
Laktionstag	***	***	***	***	***	***	***	***
Laktationstag ²	***	***	***	***	***	***	***	***

^a *** P < 0,001; ** P < 0,01; * P < 0,05; ns = nicht signifikant.

^b Harnstoffgehalt der Milch in mg/dl; ^c Zellzahl der Milch in 1000/ml; ^d Genanteil 100 = 100 % reinrassig

Fett-Eiweiß-Quotient

In Tabelle 11 sind die LS-means (least squares means) des Fett-Eiweiß-Quotienten der Diagnosegruppen und der Rassen ausgewertet. Die Wechselwirkung zwischen der Diagnose und der Rasse ist signifikant.

Tabelle 11: Fett-Eiweiß-Quotient nach Rassen (LS-means)

Rasse	Diagnose	
	Kontrollgruppe	Ketosegruppe
FV	1,28	1,47
BV	1,32	1,53
HF	1,38	1,67
RF	1,39	1,48
	P _{ww} = 0,022 MSE = 0,060 n = 75779	

Bei allen vier Rassen hat die Ketosegruppe einen erhöhten Fett-Eiweiß-Quotienten gegenüber der Kontrollgruppe, wobei zu erkennen ist, dass sich die einzelnen Rassen sehr stark voneinander unterscheiden.

In Tabelle 12 sind die rasse- und diagnosegruppenspezifischen Fett-Eiweiß-Quotienten dargestellt.

Tabelle 12: Fett-Eiweiß-Quotient nach Rasse und Diagnose (LS-means)

Fett-Eiweiß-Quotient					P-Wert
Rasse	FV 1,38 ^a	BV 1,42 ^b	HF 1,53 ^c	RF 1,44 ^{abc}	< 0,0001
Diagnose	Kontrollgruppe 1,34 ^a	Ketosegruppe 1,54 ^b			< 0,0001
					R ² = 0,144

Zwischen den Rassen gibt es signifikante Unterschiede beim Fett-Eiweiß-Quotient. Die Rassen Fleckvieh, Braunvieh, und Holstein Friesian unterscheiden sich signifikant. Die Rasse Holstein Rotbunte lässt sich nicht signifikant von den anderen Rassen unterscheiden, wobei dieses Ergebnis nur schwierig zu erklären ist und möglicherweise auf fehlende Varianzhomogenität zurückgeführt werden kann. Unabhängig von der Rasse hat die Ketosegruppe einen signifikant höheren Fett-Eiweiß-Quotienten als die Kontrollgruppe. Aufgrund der signifikanten Wechselwirkung dürfen die Einzelergebnisse der Rasse- und Diagnosegruppen nur vorsichtig interpretiert werden.

Fett-Laktose-Quotient

Beim Merkmal Fett-Laktose-Quotient (Tabelle 13) gibt es eine signifikante Wechselwirkung zwischen der Rasse und der Diagnose, welche bei der Interpretation der Einzelwerte zu berücksichtigen ist.

Tabelle 13: Fett-Laktose-Quotient nach Rassen (LS-means)

Rasse	Diagnose	
	Kontrollgruppe	Ketosegruppe
FV	0,87	0,99
BV	0,89	1,02
HF	0,90	1,14
RF	0,92	1,01
		$P_{ww} = <0,0001$ $MSE = 0,026$ $n = 75620$

Vergleicht man trotz der Wechselwirkung die Rassen untereinander, weist die Rasse Holstein Friesian einen signifikant höheren Fett-Laktose-Quotienten als die Rassen Fleckvieh und Braunvieh auf, wobei die Unterschiede der Rasse Holstein Rotbunte zu den anderen Rassen nicht signifikant sind (Tabelle 14).

Tabelle 14: Fett-Laktose-Quotient nach Rasse und Diagnose (LS-means)

Fett-Laktose-Quotient					P-Wert
Rasse	FV	BV	HF	RF	< 0,0001
	0,93 ^a	0,96 ^a	1,02 ^b	0,96 ^{ab}	
Diagnose	Kontrollgruppe	Ketosegruppe	< 0,0001		
	0,89 ^a	1,04 ^b			
					$R^2 = 0,141$

Fettgehalt der Milch in %

Zwischen der Rasse und der Diagnose gibt es beim Merkmal Fett keine signifikante Wechselwirkung. Ergebnisse aus Tabelle 15 stammen aus dem reduzierten Modell (ohne Wechselwirkung).

Betrachtet man die Ketosegruppe laut Tabelle 15 über die Rassen hinweg, ist der signifikant höhere Fettgehalt der Ketosegruppe gegenüber der Kontrollgruppe dargestellt. Vergleicht man die Rassen untereinander, ist zu erkennen, dass sich die Rasse Fleckvieh signifikant von den Rassen Braunvieh, Holstein Friesian und Holstein Rotbunte unterscheidet und einen geringeren Fettgehalt aufweist.

Tabelle 15: Fettgehalt nach Rasse und Diagnose ohne Berücksichtigung der Wechselwirkung (LS-means)

Fettgehalt (%)					P-Wert
Rasse	FV 4,44 ^a	BV 4,55 ^b	HF 4,54 ^b	RF 4,61 ^b	< 0,0001
Diagnose	Kontrollgruppe 4,26 ^a	Ketosegruppe 4,81 ^b			< 0,0001
					R ² = 0,141

Am Verlauf des Milchfettgehaltes nach dem Laktationstag im Vergleich der Rassen laut Abbildung 5, ist dargestellt, dass der Milchfettgehalt der Rasse Fleckvieh am Beginn der Laktation von einem niedrigerem Niveau ausgeht und in einem geringeren Maß absinkt als der Milchfettgehalt der Rassen Braunvieh, Holstein Friesian und Holstein Rotbunte. Ab dem 50. Laktationstag liegen die Rassen auf einem vergleichbaren Milchfettniveau, wobei die Rassen Braunvieh, Holstein Friesian und Holstein Rotbunte tendenziell einen geringeren Milchfettgehalt aufweisen als die Rasse Fleckvieh.

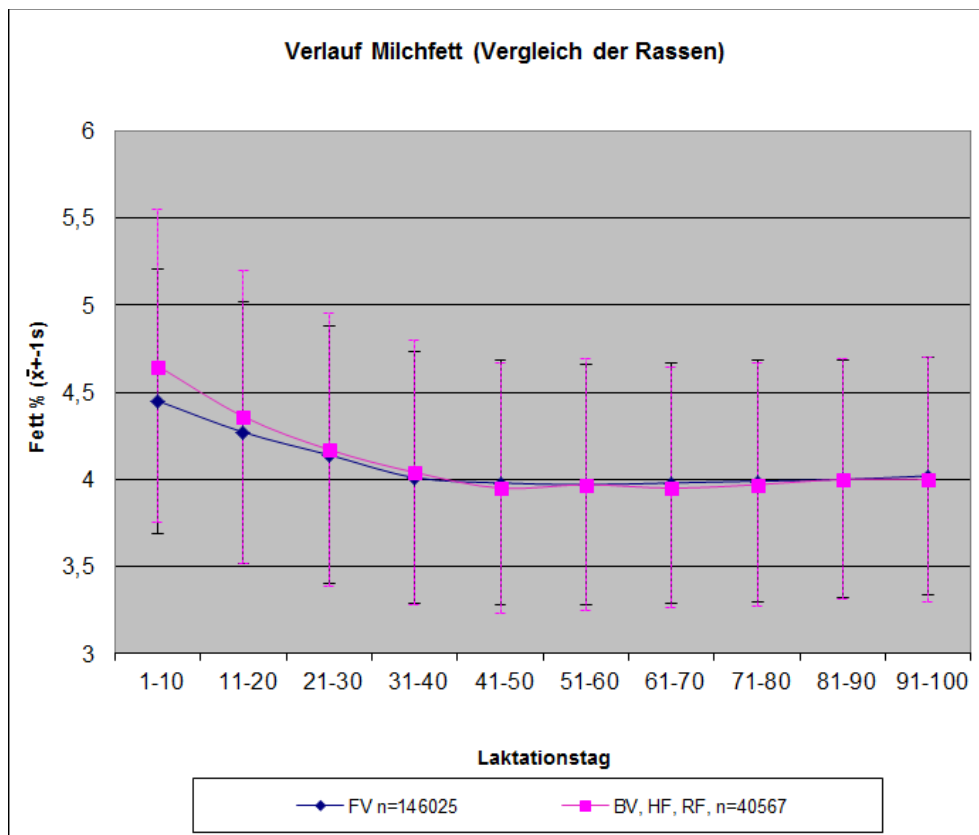


Abbildung 5: Milchfettverlauf im Vergleich der Rassen nach dem Laktationstag anhand von Mittelwerten in 10 Tagesschritten

Eiweißgehalt der Milch in %

Zwischen der Rasse und der Diagnose gibt es beim Merkmal Eiweiß keine signifikante Wechselwirkung. Ergebnisse aus Tabelle 16 stammen aus dem reduzierten Modell (ohne Wechselwirkung).

Verglichen mit den Fettgehalten der Milch unterscheiden sich die Rassen und die Diagnosegruppen im Eiweißgehalt der Milch laut Tabelle 16 in einem geringeren Ausmaß. Bei den Rassen Fleckvieh, Braunvieh und Holstein Friesian ist ein leichter Rückgang des Milcheiweißgehaltes erkennbar, wobei dieser bei der Rasse Friesian Rotbunte ansteigt.

Tabelle 16: Eiweißgehalt nach Rassen und Diagnose ohne Berücksichtigung der Wechselwirkung (LS-means)

Eiweißgehalt (%)					P-Wert
Rasse	FV 3,25 ^a	BV 3,24 ^a	HF 3,10 ^b	RF 3,14 ^{ab}	< 0,0001
Diagnose	Kontrollgruppe 3,21 ^a	Ketosegruppe 3,16 ^b			0,0024
					R ² = 0,483

Sowohl zwischen den Rassen als auch zwischen Ketose- und Kontrollgruppe gibt es signifikante Unterschiede. Es ist in Tabelle 16 ersichtlich, dass die Rasse Fleckvieh und die Rasse Braunvieh unabhängig von einer Diagnose einen signifikant höheren Eiweißgehalt aufweisen als die Rasse Holstein Friesian, wobei sich die Rasse Holstein Rotbunte nicht signifikant von den anderen Rassen unterscheiden lässt. Die Ketosegruppe weist über alle vier Rassen hinweg einen signifikant niedrigeren Eiweißgehalt als die Kontrollgruppe auf.

Laktosegehalt der Milch in %

Im Unterschied zum Fett- und Eiweißgehalt der Milch besteht beim Laktosegehalt eine signifikante Wechselwirkung zwischen der Diagnose und der Rasse, welche die Aussagekraft der Einzelergebnisse laut Tabelle 17 einschränkt.

Tabelle 17: Laktosegehalt nach Rassen (LS-means)

Rasse	Diagnose	
	Kontrollgruppe	Ketosegruppe
FV	4,82	4,80
BV	4,80	4,76
HF	4,78	4,62
RF	4,76	4,74
P _{ww} = <0,0001		MSE = 0,026 n = 75539

In Tabelle 18 ist zu erkennen, dass bei allen vier Rassen der Laktosegehalt der Milch zwischen 0,02 % und 0,16 % in der Ketosegruppe geringer ist als in der Kontrollgruppe. Vor allem bei der Rasse Holstein Friesian ist ein starker Rückgang des Laktosegehaltes in der Milch durch eine Ketoseerkrankung erkennbar.

Tabelle 18: Laktosegehalt nach Rassen und Diagnose (LS-means)

Laktose (%)					P-Wert
Rasse	FV	BV	HF	RF	< 0,0001
	4,81 ^a	4,79 ^a	4,70 ^b	4,75 ^{ab}	
Diagnose	Kontrollgruppe		Ketosegruppe		< 0,0001
	4,79 ^a		4,73 ^b		
					R ² = 0,281

Die Rasse Holstein Friesian hat einen signifikant niedrigeren Laktosegehalt in der Milch als die Rassen Fleckvieh und Braunvieh. Holstein Rotbunte kann nicht signifikant von den anderen Rassen unterschieden werden.

Milchharnstoff in mg/dl

Wie aus Tabelle 19 ersichtlich ist, gibt es keinen signifikanten Unterschied zwischen der Ketose- und der Kontrollgruppe, wobei sich die Rassen untereinander signifikant unterscheiden. Die Rassen Holstein Friesian und Holstein Rotbunte haben einen niedrigeren Harnstoffgehalt in der Milch als die Rassen Fleckvieh und Braunvieh, wobei sich diese signifikant voneinander unterscheiden. Die Wechselwirkung zwischen der Diagnose und der Rasse ist nicht signifikant.

Tabelle 19: Milchharnstoffgehalt (mg/dl) nach Rassen und Diagnose (LS-means)

Harnstoffgehalt (mg/dl)					P-Wert
Rasse	FV	BV	HF	RF	
	18,2 ^a	19,8 ^b	15,7 ^c	16,5 ^c	< 0,0001
Diagnose	Kontrollgruppe	Ketosegruppe			
	18,0 ^a	17,2 ^a			0,0536
					R ² = 0,218

Zellzahl in 1000/ml

In Bezug auf die Zellzahl sind keine signifikanten Unterschiede zwischen Ketose- und Kontrollgruppe erkennbar (Tabelle 20, P-Werte approximativ). Die Rassen unterscheiden sich an der Zellzahl signifikant. Fleckvieh hat eine signifikant niedrigere Zellzahl als die Rassen Braunvieh und Holstein Friesian. Die erhöhte Zellzahl der Rasse Holstein Rotbunte kann nicht abgesichert werden. Zwischen der Diagnose und der Rasse gibt es keine statistisch abgesicherte Wechselwirkung.

Tabelle 20: Zellzahl (1000/ml) nach Rassen und Diagnose ohne Berücksichtigung der Wechselwirkung (LS-means P-Werte approximativ)

Zellzahl (1000/ml)					P-Wert
Rasse	FV	BV	HF	RF	
	194 ^a	249 ^b	296 ^b	268 ^{ab}	< 0,0001
Diagnose	Kontrollgruppe	Ketosegruppe			
	238 ^a	265 ^a			0,428
					R ² = 0,058

Tagesmilchmenge in kg/Tag

Zwischen der Diagnose und der Rasse besteht eine signifikante Wechselwirkung, welche bei der Interpretation der einzelnen Parameter berücksichtigt werden muss (Tabelle 21).

Tabelle 21: Milchmenge in kg/Tag (LS-means)

Rasse	Diagnose	
	Kontrollgruppe	Ketosegruppe
FV	27,7	28,3
BV	28,1	27,6
HF	31,1	26,7
RF	30,5	35,1
P _{ww} = <0,0001		MSE = 35,5 n = 75804

Unter Berücksichtigung der signifikanten Wechselwirkung ist in Tabelle 22 zu erkennen, dass es zwischen der Ketose- und der Kontrollgruppe keine signifikanten Unterschiede gibt. Die Rasse Rotbunte Holstein zeigt eine signifikant höhere Milchleistung.

Tabelle 22: Milchmenge in kg/Tag nach Rassen und Diagnose (LS-means)

Milchmenge (kg/Tag)					P-Wert
Rasse	FV	BV	HF	RF	< 0,0001
	28,0 ^a	27,9 ^a	28,9 ^a	32,84 ^b	
Diagnose	Kontrollgruppe	Ketosegruppe			0,873
	29,4 ^a	29,4 ^a			

4.5.2 Milchparameter der Rasse Fleckvieh

Anhand von Tabelle 23 sind die Signifikanzniveaus aller Effekte im Modell zusammengefasst.

Tabelle 23: Signifikanzniveaus^a aller Effekte im Modell

Effekte	Merkmale							
	FEQ	FLQ	Fett %	Ew %	Laktose %	Harnst. ^b	ZZ ^c	Milch kg/Tag
Diagnose	***	***	***	*	*	ns	ns	ns
Betrieb	***	***	***	***	***	***	***	***
Laktationszahl	ns	***	**	***	***	***	***	***
Genanteil ^d	***	***	***	***	***	***	***	***
Laktationstag	***	***	***	***	***	*	***	***
Laktationstag ²	***	***	***	***	***	*	***	***

^a *** P < 0,001; ** P < 0,01; * P < 0,05; ns = nicht signifikant.

^b Harnstoffgehalt der Milch in mg/dl; ^c Zellzahl der Milch in 1000/ml; ^d Genanteil 100 = 100 % reinrassig

Durch die in den Merkmalen FEQ, FLQ, Laktose und Milch (kg) signifikante Wechselwirkung zwischen der Rasse und der Diagnose ist eine Interpretation im Durchschnitt der Rassen nur bedingt zulässig. Darum bezieht sich das folgende Kapitel ausschließlich auf die zahlenmäßig größte Rasse Fleckvieh (Tabelle 24).

Tabelle 24: Milchparameter der Rasse Fleckvieh (LS-means)

Merkmal	Diagnose		MSE	P-Wert
	Kontrollgruppe	Ketosegruppe		
Fett in %	4,18	4,69	0,503	<0,0001
Eiweiß in %	3,27	3,22	0,085	0,016
Laktose in %	4,83	4,80	0,025	0,012
FEQ	1,29	1,48	0,057	<0,0001
FLQ	0,87	0,99	0,025	<0,0001
Harnstoff in mg/dl	18,3	17,4	54,1	0,078
Zellzahl in 1000/ml	182	178	349964	0,92
Milch in kg/Tag	27,5	28,1	33,6	0,19

Bei den Milchinhaltstoffen wie Fettprozent, Eiweißprozent, Laktoseprozent und bei den beiden Quotienten (FEQ, FLQ) kann ein signifikanter Unterschied zwischen der

Kontroll- und der Ketosegruppe festgestellt werden. Die Unterschiede bei den weiteren Milchparametern wie Harnstoff- und Zellzahlgehalt der Milch sowie der Milchmenge in kg/Tag, sind statistisch nicht abgesichert und können somit auch zufällig entstanden sein. Der größte Unterschied zwischen der Ketose- und der Kontrollgruppe ist beim Merkmal Fettprozent der Milch zu erkennen. Bei den Merkmalen Eiweißprozent und Laktoseprozent liegt ein geringerer Unterschied vor. Der Milchfettgehalt nimmt bei der Ketosegruppe um 0,51 % gegenüber der Kontrollgruppe zu. Im Gegensatz zum Milchfett fallen die Milchinhaltsstoffe Eiweiß um 0,05 % und Laktose um 0,03 % ab. Der Fett-Eiweiß-Quotient steigt von der Kontroll- zur Ketosegruppe signifikant um 0,19 an. Vergleichbar mit dem FEQ steigt der Fett-Laktose-Quotient um 0,12 an.

4.5.3 Verlauf der Milchinhaltsstoffe nach dem Laktationstag beim Fleckvieh

Anhand des vorherigen Kapitels ist zu erkennen, dass die einzelnen Inhaltsstoffe durch eine Ketoseerkrankung in unterschiedlichem Ausmaß beeinflusst werden. Diese Unterschiede sind anhand folgender Abbildungen graphisch aufbereitet.

Fettgehalt der Milch in %:

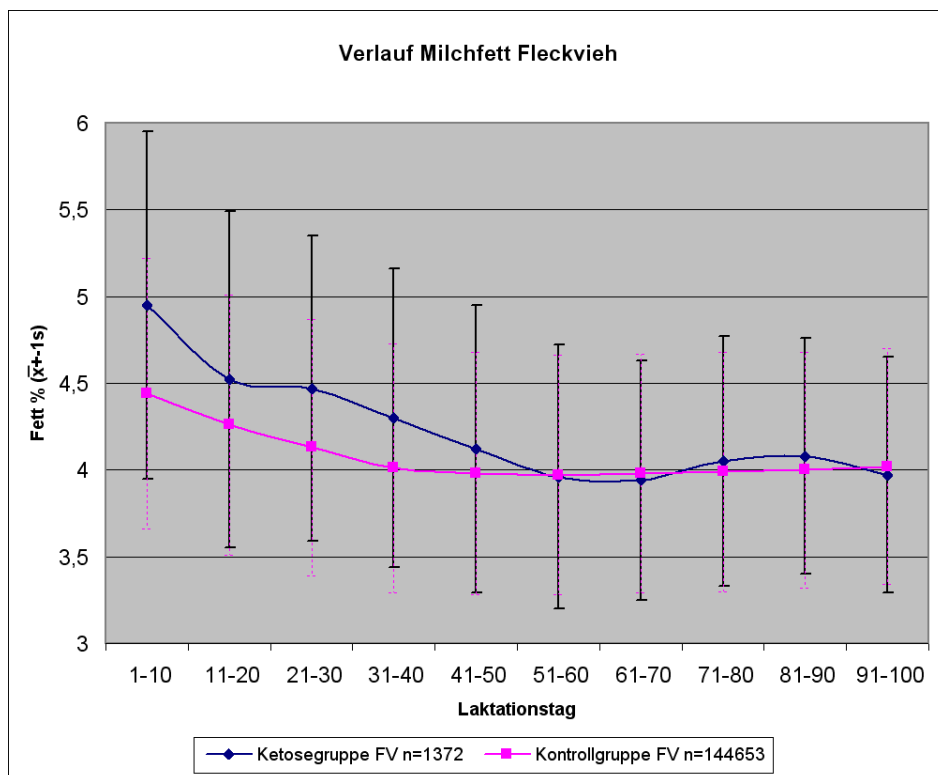


Abbildung 6: Milchfettverlauf der Ketose- und Kontrollgruppe nach dem Laktationstag der Rasse Fleckvieh anhand von Mittelwerten in 10 Tagesschritten

Anhand Abbildung 6 ist sowohl bei der Ketose- als auch bei der Kontrollgruppe ein Rückgang des Milchfettgehaltes am Beginn der Laktation erkennbar, wobei die Ketosegruppe in den ersten Laktationswochen einen um 0,5 % erhöhten Fettgehalt in der Milch aufweist, welcher sich bis zum 60. Laktationstag an jenen der Kontrollgruppe angleicht. In der Kontrollgruppe stabilisiert sich der Fettgehalt um ca. 20 Tage früher auf ca. 4 % Fett als bei der Ketosegruppe.

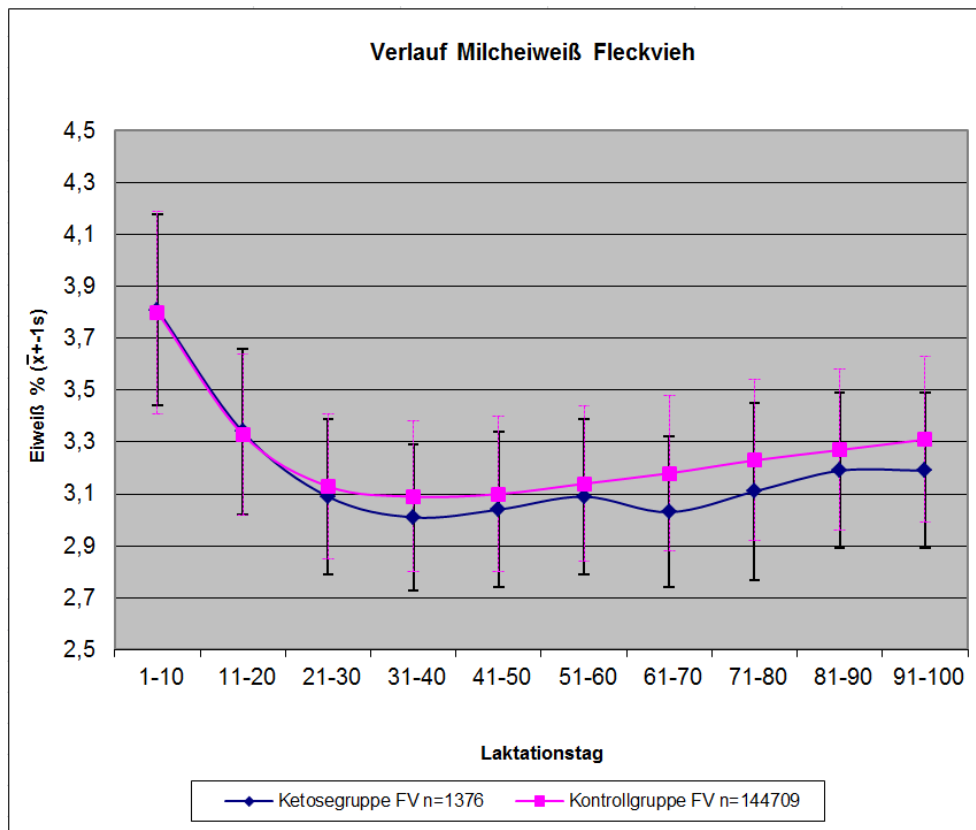
Eiweißgehalt der Milch in %:

Abbildung 7: Milcheiweißgehalt der Ketose- und Kontrollgruppe nach dem Laktationstag der Rasse Fleckvieh anhand von Mittelwerten in 10 Tagesschritten

Im Unterschied zum Fett- und Laktosegehalt der Milch unterscheiden sich die Ketose- und Kontrollgruppe anhand des Milcheiweißgehaltes bis zum 20. Laktationstag nicht (Abbildung 7). In beiden Gruppen sinkt der Eiweißgehalt der Milch bis zum ca. 35. Laktationstag ab und steigt danach wieder an. Ab dem 20. Laktationstag ist bei der Ketosegruppe ein um ca. 0,1 % geringerer Eiweißgehalt der Milch erkennbar.

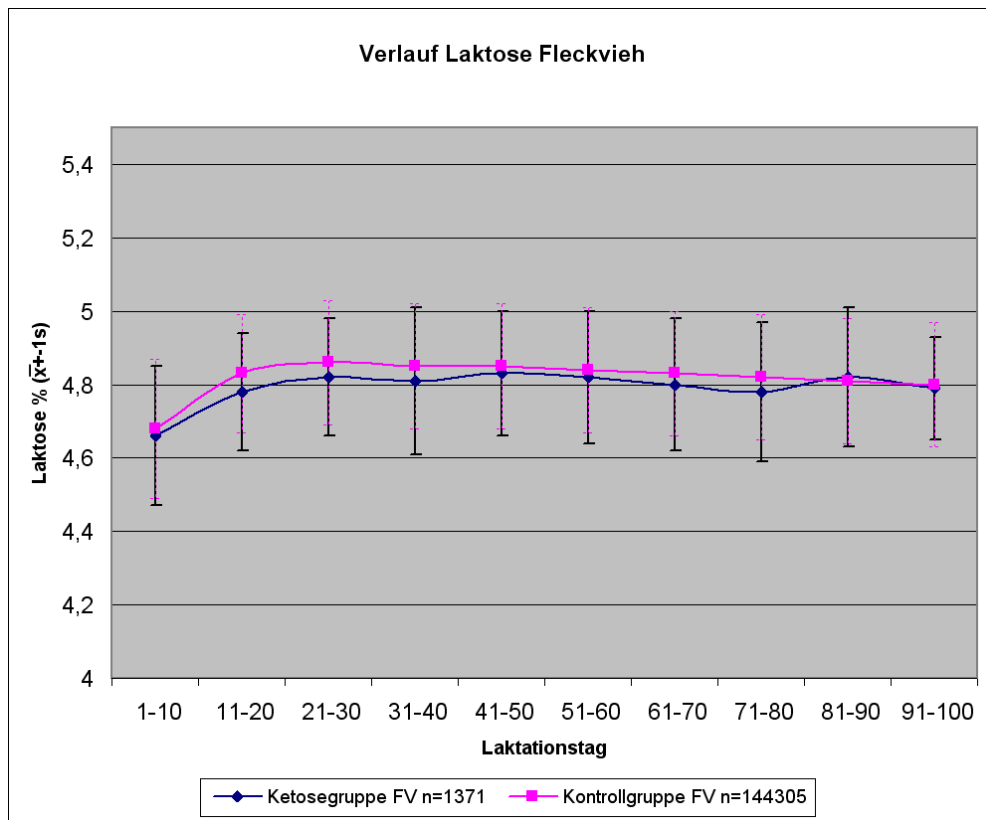
Laktosegehalt der Milch in %:

Abbildung 8: Laktoseverlauf der Ketose- und Kontrollgruppe nach dem Laktationstag der Rasse Fleckvieh anhand von Mittelwerten in 10-Tagesschritten

Der Laktosegehalt der Milch (Abbildung 8) steigt in beiden Gruppen vom Beginn der Laktation bis zum ca. 30. Laktationstag um ca. 0,15 % an. Bei der Ketosegruppe liegt der Laktosegehalt der Milch annähernd kontinuierlich 0,05 % unter dem Laktosegehalt der Kontrollgruppe. Ab dem 90. Laktationstag erreichen beide Gruppen dasselbe Niveau.

Harnstoff, Zellzahl, Milchmenge (kg/Tag):

Aufgrund der statistisch nicht signifikanten Unterschiede der Merkmale Harnstoffgehalt, Zellzahl und Milchmenge in kg/Tag zwischen der Ketose- und der Kontrollgruppe werden diese im aktuellen Kapitel nicht dargestellt.

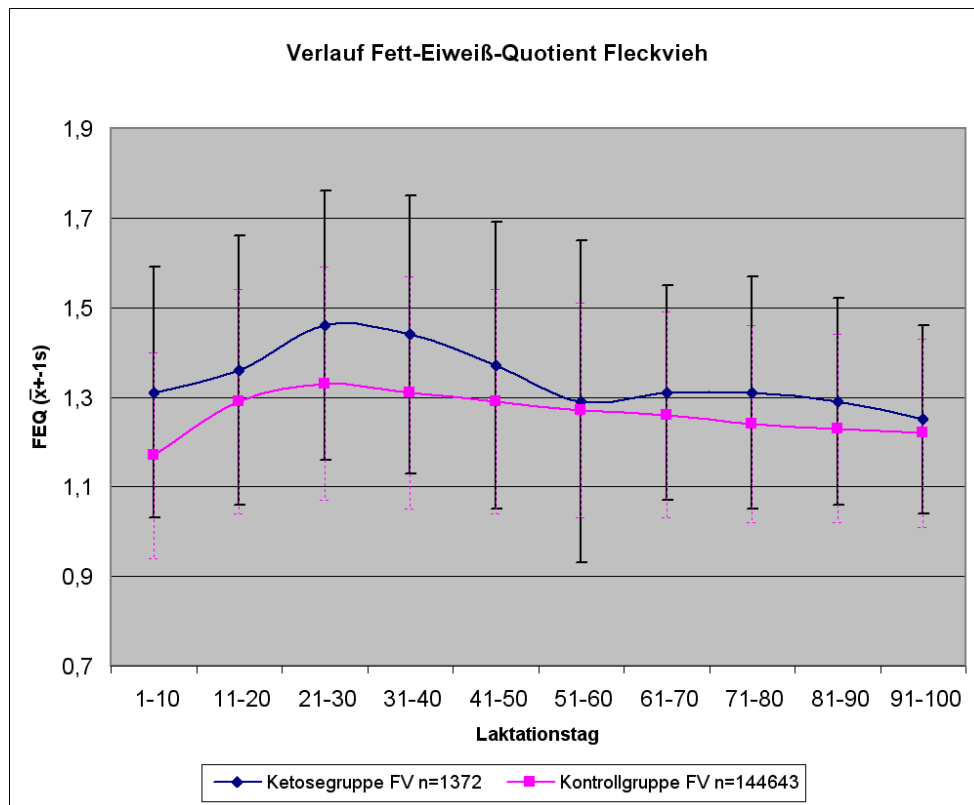
Fett-Eiweiß-Quotient:

Abbildung 9: Verlauf des Fett-Eiweiß-Quotienten der Ketose- und Kontrollgruppe nach dem Laktationstag der Rasse Fleckvieh anhand von Mittelwerten in 10-Tagesschritten

Sowohl in der Kontroll- als auch in der Ketosegruppe steigt der Fett-Eiweiß-Quotient (Abbildung 9) von Beginn der Laktation bis zum 20. bis 30. Tag an und fällt danach wieder ab. Bis zum ca. 50. Laktationstag liegt der Unterschied zwischen Ketose- und Kontrollgruppe bei 0,14 bis 0,08 und verringert sich ab dem 50. Laktationstag auf 0,07 bis 0,02.

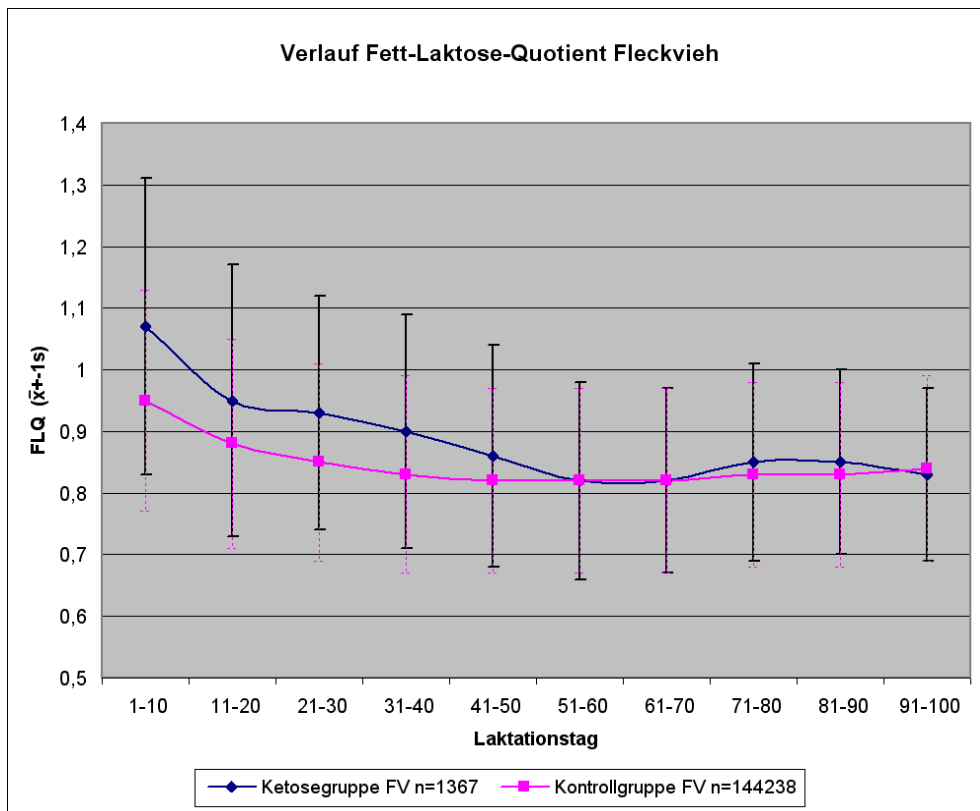
Fett-Laktose-Quotient:

Abbildung 10: Verlauf des Fett-Laktose-Quotienten der Ketose- und Kontrollgruppe nach dem Laktationstag der Rasse Fleckvieh anhand von Mittelwerten in 10-Tagesschritten

Der Verlauf der Fett-Laktose-Quotienten (Abbildung 10) beider Tiergruppen ist stark vom Verlauf des Milchfettes geprägt. Sowohl in der Ketose- als auch in der Kontrollgruppe fällt der FLQ am Beginn der Laktation bis zum ca. 50. Laktationstag ab, wobei zu erkennen ist, dass zu Laktationsbeginn der FLQ in der Ketosegruppe um 0,1 höher ist als bei der Kontrollgruppe.

4.5.4 Verlauf der Milchinhaltstoffe nach dem Abstand zur Ketosediagnose beim Fleckvieh

Milchfett in %

Wie im Kapitel 4.5.3 (Verlauf der Milchinhaltstoffe nach dem Laktationstag beim Fleckvieh) dargestellt, weisen Fleckviehkühe, die an einer Ketose erkrankt sind, am Beginn der Laktation erhöhte Milchfettgehalte gegenüber der Kontrollgruppe auf. Wie sich der Verlauf des Milchfettgehaltes im Abstand zur Diagnose verhält, beschreibt Abbildung 11.

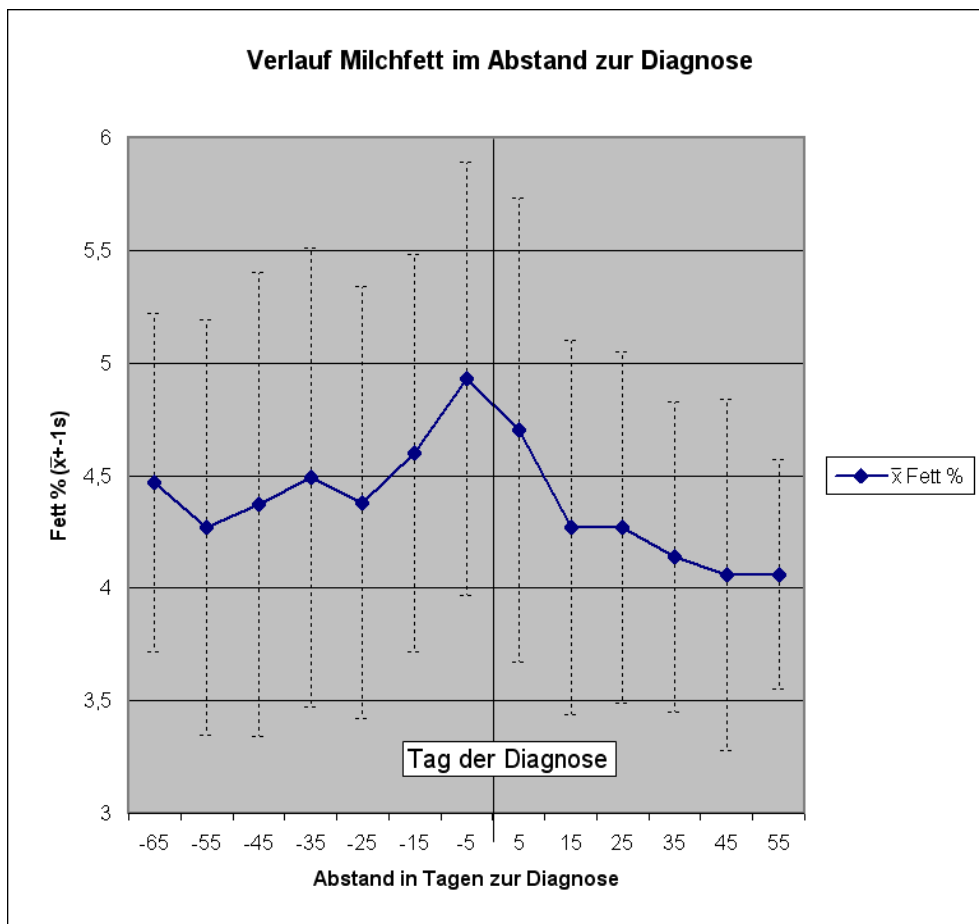


Abbildung 11: Verlauf des Milchfettgehaltes im Abstand zur Ketosediagnose bei Fleckviehkühen

Analysiert man den Verlauf des Milchfettgehaltes bei Fleckviehkühen, die an einer Ketose erkrankt sind, kann man einen deutlichen Anstieg des Milchfettgehaltes kurz vor der Diagnose erkennen. Im Zeitraum von ca. 25 Tagen vor der Ketose steigt der Milchfettgehalt um ca. 0,5 % auf fast 5 % an, wobei die Streuung sehr groß ist. Der Höhepunkt des Milchfettgehaltes wird im Zeitraum von 10 Tagen vor, bis zum

Zeitpunkt der Diagnose erreicht. Nach der Erkrankung fällt der Milchfettgehalt stark ab und erreicht nach ca. 45 Tagen den Normalwert von ca. 4 %.

Eiweiß- und Laktosegehalt der Milch in %

Im Unterschied zum Milchfettgehalt verändert sich der Laktosegehalt der Milch (Abbildung 12) im Abstand zur Diagnose kaum.

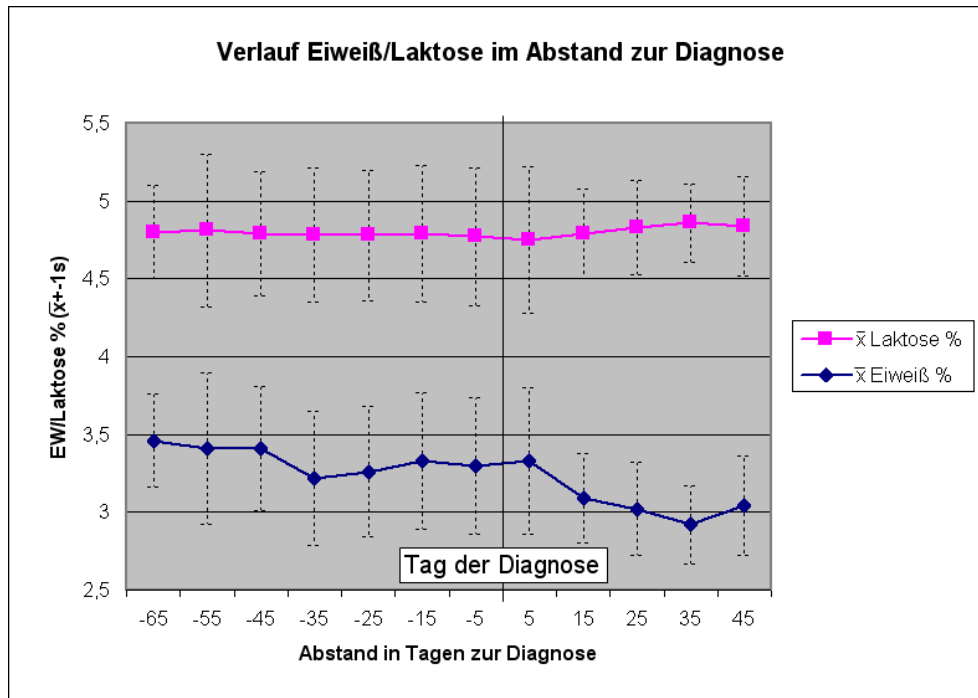


Abbildung 12: Verlauf des Eiweiß- und Laktosegehaltes der Milch im Abstand zur Ketosediagnose bei Fleckviehkühen

Beim Eiweißgehalt der Milch ist im Zeitraum von ca. 40 Tagen vor der Ketosediagnose ein leichter Anstieg, und ab dem ca. 10. Tag nach der Diagnose ein deutlicher Abfall zu erkennen. Nach dem Tiefpunkt ca. 30 Tage nach der Diagnose steigt der Milcheiweißgehalt wieder an.

Fett-Eiweiß-Quotient und Fett-Laktose-Quotient:

Kombiniert man die Faktoren Fett und Eiweiß oder Fett und Laktose und errechnet den Fett-Eiweiß-Quotienten oder den Fett-Laktose-Quotienten, kann man dies im Abstand zur Ketosediagnose darstellen (Abbildung 13).

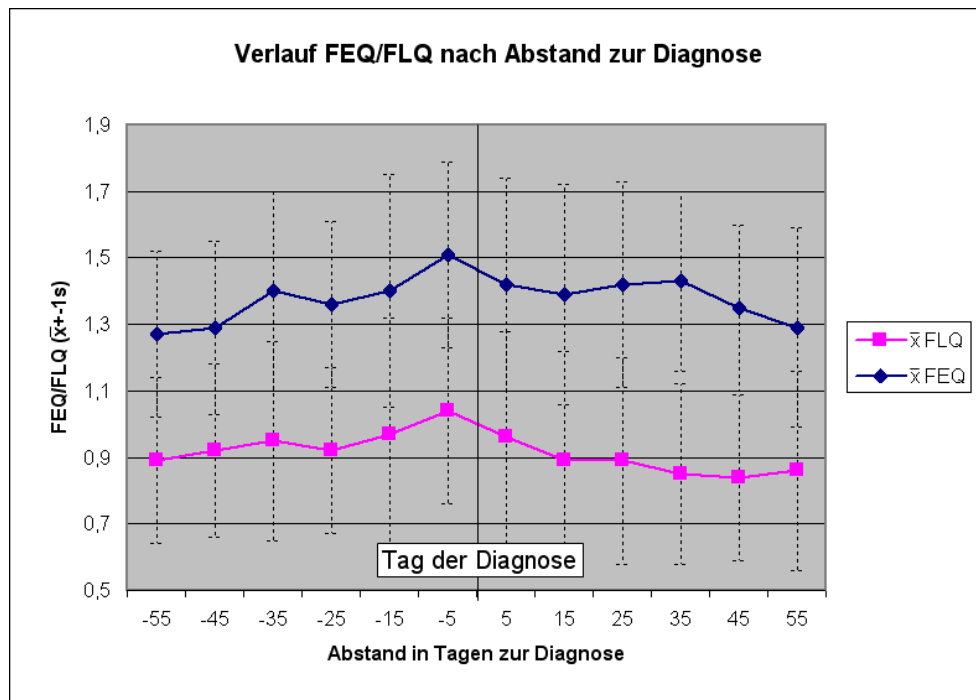


Abbildung 13: Verlauf des Fett-Eiweiß-Quotienten und des Fett-Laktose-Quotienten der Milch im Abstand zur Ketosediagnose bei Fleckviehkühen

Sowohl der FEQ als auch der FLQ zeigen einen ähnlichen Verlauf des Fettgehaltes der Milch. Bei beiden Merkmalen wird kurz vor der Diagnose der höchste Wert erreicht.

4.6 Milchinhaltstoffe zur Abgrenzung von Milchkühen mit und ohne Ketosediagnose bei Fleckvieh

Im folgenden Kapitel sind verschiedene Möglichkeiten zur einfachen Abgrenzung von Milchkühen mit und ohne Ketosediagnose über die Milchinhaltstoffe der Leistungskontrolle angeführt. Diese beruhen auf unterschiedlichen Grenzen der Milchinhaltstoffe und deren Quotienten.

Fett-Eiweiß-Quotient:

Versucht man die Ketose- und Kontrollgruppe über einen Fett-Eiweiß-Quotienten von über 1,5 abzugrenzen, werden folgende Ergebnisse laut Tabelle 25 erzielt:

Tabelle 25: Abgrenzung mit FEQ größer 1,5 bei Fleckvieh

Anzahl (n) Reihen%	FEQ		Gesamt
	≤1,5	>1,5	
Diagnose			
Kontrollgruppe	49027 82,4	10497 17,6	59524
Ketosegruppe	131 58,2	94 41,8	225
Gesamt	49158 82,3	10591 17,7	59749 100

CHI - Square: $p = <,0001$

In der Ketosegruppe weisen 58,22 % der Kühe einen FEQ unter oder gleich 1,5 auf. 41,78 % der Fleckviehkühe mit einer Ketosediagnose haben einen FEQ von über 1,5. Im Gegensatz zur Ketosegruppe weisen bei der Kontrollgruppe 82,37 % der Tiere eine FEQ von unter oder gleich 1,5 und 17,63 % der Kühe einen FEQ von über 1,5 auf.

Wird die kritische Grenze des FEQ auf FEQ größer 1,33 verändert, kann folgendes Ergebnis aus Tabelle 26 dargestellt werden:

Tabelle 26: Abgrenzung mit FEQ größer 1,33 bei Fleckvieh

Anzahl (n) Reihen %	FEQ		Gesamt
	<=1,33	>1,33	
Diagnose			
Kontrollgruppe	36621 61,5	22903 38,5	59524
Ketosegruppe	88 39,1	137 60,9	225
Gesamt	36709 61,4	23040 38,6	59749 100

CHI - Square: $p = <,0001$

Bei einer Abgrenzung über dem Fett-Eiweiß-Quotienten von über 1,33 können 60,9 % der Fleckviehkühe mit Ketosediagnose richtig erkannt werden, 39,1 % der Tiere in der Ketosegruppe weisen einen FEQ von unter oder gleich 1,33 auf. In der Kontrollgruppe zeigen 38,5 % der Tiere einen FEQ von über 1,33.

Fett-Laktose-Quotient:

Grenzt man die Ketose- von der Kontrollgruppe über den Fett-Laktose-Quotienten von 1,0 ab, kann man folgende Ergebnisse erzielen (Tabelle 27):

Tabelle 27: Abgrenzung mit FLQ größer 1,0 bei Fleckvieh

Anzahl (n) Reihen %	FLQ		Gesamt	
	<=1,0	>1,0		
Diagnose				
Kontrollgruppe	48306 81,1	11218 18,9	59524	In der Ketosegruppe haben 45,3 % der Kühe einen Fett-Laktose-Quotienten von über 1,0. 54,7 % der Tiere in der Ketosegruppe weisen einen Fett-Laktose-Quotienten von unter oder gleich 1,0 auf. In der Kontrollgruppe zeigen 18,9 % der Tiere einen Fett-Laktose-Quotienten von über 1,0.
Ketosegruppe	123 54,7	102 45,3	225	
Gesamt	48429 81,1	11320 18,9	59749 100	

CHI - Square: $p = <,0001$

Verändert man die Grenze des Fett-Laktose-Quotienten auf 0,9 ergibt sich folgendes Ergebnis (Tabelle 28):

Tabelle 28: Abgrenzung mit FLQ größer 0,9 bei Fleckvieh

Anzahl (n) Reihen %	FLQ		Gesamt	
	<=0,9	>0,9		
Diagnose				
Kontrollgruppe	37215 62,5	22309 37,5	59524	66,7 % der Fleckviehkühe der Ketosegruppe haben einen Fett-Laktose-Quotienten von über 0,9. In der Kontrollgruppe überschreiten 37,5 % der Tiere diese Grenze.
Ketosegruppe	75 33,3	150 66,7	225	33,3 % der Tiere in der Ketosegruppe zeigen einen Fett-Laktose-Quotienten von gleich oder unter 0,9.
Gesamt	37290 62,41	22459 37,59	59749 100	

CHI - Square: $p = <,0001$

Fettgehalt der Milch in %

Im Unterschied zu den Quotienten wird bei der Abgrenzung über den Fettgehalt nur ein Milchinhaltstoff berücksichtigt.

Tabelle 29: Abgrenzung mit Fettgehalt größer 5,0 % bei Fleckvieh

Anzahl (n) Reihen %	Fett (%)		
	≤5,0 %	>5,0 %	
Diagnose			
Kontrollgruppe	51894 87,2	7630 12,8	Gesamt 59524
Ketosegruppe	75 62,7	150 37,4	225
Gesamt	52,035 87,1	7714 12,9	59749 100

CHI - Square: $p = <,0001$

Von der Ketosegruppe haben 37,4 % der Fleckviehkühe einen Fettgehalt von über 5,0 % in der Milch (Tabelle 29), wobei 62,7 % der Tiere einen Fettgehalt von 5,0 % oder darunter aufweisen. In der Kontrollgruppe zeigen 12,8 % der Tiere einen Fettgehalt von über 5,0 %.

Senkt man die Grenze auf über 4,4 % Fett in der Milch, ergibt sich folgendes Ergebnis (Tabelle 30):

Tabelle 30: Abgrenzung mit Fettgehalt größer 4,4 % bei Fleckvieh

Anzahl (n) Reihen %	Fett (%)		
	≤4,4 %	>4,4 %	
Diagnose			
Kontrollgruppe	39207 65,9	20317 34,1	Gesamt 59524
Ketosegruppe	86 38,2	139 61,8	225
Gesamt	39293 65,8	20456 34,2	59749 100

CHI - Square: $p = <,0001$

In der Ketosegruppe weisen 61,8 % der Fleckviehkühe einen Fettgehalt von über 4,4 % auf. 38,2 % der Tiere in der Ketosegruppe haben einen Fettgehalt von gleich oder unter 4,4 %. In der Kontrollgruppe haben 34,1 % der Milchkühe einen Fettgehalt über 4,4 %.

Eiweiß-, Laktose- und Harnstoffgehalt der Milch sowie Zellzahl:

Über die weiteren einzelnen Milchinhaltstoffe wie Eiweiß-, Laktose- und Harnstoffgehalt der Milch sowie über die Zellzahl sind keine statistisch signifikanten Abgrenzungen mit einem Chi-Square-Test durchführbar. Bezogen auf die Harnstoffklassen laut Leistungskontrollbericht können keine statistisch abgesicherten Unterschiede dargestellt werden.

Abweichung der Inhaltstoffe vom Herdendurchschnitt am Kontrolltag:

Bei der Abgrenzung der an Ketose erkrankten Tiere über die Abweichung der Milchinhaltstoffe oder deren Quotienten vom Herdendurchschnitt ergeben sich vergleichbare Ergebnisse mit zuvor dargestellten Abgrenzungen über den Absolutwert. Dadurch können über die Abweichung vom Herdendurchschnitt jene Tiere mit Ketosediagnose nicht besser als mit den zuvor dargestellten Methoden abgegrenzt werden.

4.7 Fett-Eiweiß-Quotient zur Ketoseerkennung auf Betriebsniveau

Wertet man den durchschnittlichen Fett-Eiweiß-Quotienten der Milchkühe innerhalb der ersten 100 Laktationstage eines Betriebes über die Rassen Fleckvieh, Braunvieh, Holstein Friesian und Holstein Rotbunte aus, kann folgendes Ergebnis laut Tabelle 31 dargestellt werden:

Tabelle 31: Ketosehäufigkeit auf Betriebsniveau der Rassen FV, BV, HF und RF

Anzahl (n) Reihen %	Diagnose		Gesamt
	keine Diagnose	Ketose	
FEQ >1,5			
<= 25 %	30059 99,04	290 0,96	30349
> 25 %	7752 98,49	119 1,51	7871
Gesamt	37811 98,93	409 1,07	38220 100

CHI -
Square: $p = <,0001$

Nach Milchleistungskontrollen, bei denen über 25 % der Milchkühe (bis zum 100. Laktationstag) einen Fett-Eiweiß-Quotienten über 1,5 aufweisen, war die Ketosehäufigkeit bis zur nächsten Kontrolle um 60 % gegenüber jenen Betrieben, bei denen weniger oder genau 25 % der Tiere einen FEQ von über 1,5 aufwiesen, erhöht.

Schränkt man die Analyse auf die Rasse Fleckvieh ein, ergibt sich folgendes Ergebnis, welches in Tabelle 32 dargestellt ist:

Tabelle 32: Ketosehäufigkeit auf Betriebsniveau der Rassen FV

Anzahl (n) Reihen %	Diagnose		Gesamt
	keine Diagnose	Ketose	
FEQ >1,5 ≤ 25 %	24463 99,25	185 0,75	24648
> 25 %	6987 98,84	82 1,16	7069
Gesamt	34450 99,16	267 0,84	31717 100

CHI -
Square: $p = 0,0009$

Bei der Auswertung der Rasse Fleckvieh ist die Häufigkeit von Ketosen nach Kontrollen, bei denen mehr als 25 % der Milchkühe (100Tpp) einen FEQ von über 1,5 aufweisen, um 55 % erhöht, gegenüber Kontrollen mit weniger oder gleich 25 % der Milchkühe über 1,5 FEQ.

Die Auswertung der Rasse Fleckvieh ist mit jener der vier Rassen gemeinsam gut vergleichbar und ergibt ein ähnliches Ergebnis.

5 Diskussion

5.1 Zeitpunkt der Ketosediagnose

5.1.1 In der Laktation

Die Ketose tritt in einem sehr frühen Laktationsstadium auf. Teilt man die Laktation nach Duffield et al. (1997) in drei Abschnitte, treten 86 % der Ketosen, die von einer/einem Tierärztin/Tierarzt diagnostiziert wurden, in der frühen Laktation, also vor dem 65. Laktationstag auf. Bei der Aufteilung der Ketosediagnosen der vorliegenden Daten in 10-Tagesschritten laut Abbildung 3 ist erkennbar, dass 35 % der Ketosediagnosen in den ersten 10 Laktationstagen und 80 % in den ersten 50 Tagen der Laktation stattfinden. Gut vergleichbar ist dieses Ergebnis mit dem von Geishauser et al. (2000), nach dem 90 % der Ketosen innerhalb der ersten zwei Laktationsmonate auftreten. Nach dem Zeitpunkt der Ketosediagnose unterscheidet sich die Auswertung aller vier Rassen kaum von der Rasse Fleckvieh. Betrachtet man dieses Ergebnis unter Berücksichtigung der physiologischen Entstehung der Krankheit, ist vor allem am Beginn der Laktation eine verstärkte Kontrolle des Stoffwechsels von großer Bedeutung. Die Milchkühe sind vor allem auf die im Kapitel 2.1.2 (Krankheitsbild) beschriebenen Symptome der Ketose, wie Appetitlosigkeit (speziell das Krafffutter betreffend), Verlust an Körperkondition, Verringerung der Milchleistung (Baird 1980, Goff und Horst 1997, Gasteiner 2000) sowie auf ein Ausscheiden der Ketonkörper über Milch, Harn und Atemluft (süßlich, obstartiger Geruch der Atemluft) zu überwachen (Ulbrich et al. 2004). Aufgrund des langen Kontrollintervalls je nach Methode von 33 - 44 Tagen (+- 7 Tage, um die Kontrolle tatsächlich unangekündigt durchführen zu können; LKV 2011) und dem sehr frühen Auftreten der Ketose besteht in dieser Auswertung für den/die Betriebsleiter/Betriebsleiterin bei 49 % der Milchkühe laut Tabelle 9, welche an einer Ketose leiden, keine Möglichkeit, diese anhand der Milchparameter der Milchleistungskontrolle zu erkennen. In 51 % der Fälle steht dem/der Betriebsleiter/Betriebsleiterin ein Milchprobenergebnis zur Verfügung. Berücksichtigt man zusätzlich den Zeitraum von der Probeziehung bis zur schriftlichen Auswertung der Milchleistungskontrolle, verliert man weitere Tage. Somit verringert sich der Anteil an Diagnosen mit aussagekräftigem Ergebnis der Milchleistungskontrolle auf unter 50 %.

5.1.2 Nach der Laktationszahl

Betrachtet man die Rassen FV, BV, HF und RF gemeinsam, ist die Ketosehäufigkeit in der vierten und weiteren Laktation um 50 % höher als jene in der zweiten Laktation. Wobei in der ersten Laktation häufiger Ketosen auftraten als in der zweiten.

Betrachtet man die Ergebnisse der einzelnen Rassen, ist zu erkennen, dass bei der Rasse Fleckvieh im Gegensatz zu den anderen Rassen in der zweiten Laktation die Häufigkeit am geringsten war. Bei der Rasse Holstein Friesian treten laut Tabelle 4 in der vierten und weiteren Laktation 2,9-mal so viele Ketosen auf wie in der ersten Laktation. Duffield et al. (1997) stellten bei der Rasse Holstein Friesian in der ersten Laktation eine 60 % geringere Wahrscheinlichkeit, an Ketose zu erkranken, fest als in der vierten und weiteren Laktation. Vergleicht man das Ergebnis von Duffield et al. (1997) mit dieser Auswertung, kann eine vergleichbare Tendenz erkannt werden, wobei diese an der ausgewerteten Gruppe an Holstein Friesian Kühen stärker zu erkennen ist, als an jener von Duffield et al. (1997).

Bei den Fleckviehkühen kommt es laut Tabelle 3 in der zweiten Laktation mit 0,67 % der Kühe zur geringsten Häufigkeit. In der vierten und weiteren Laktation (4+) ist die Häufigkeit um 45 % auf 0,98 % der Milchkühe erhöht. Die Ketosehäufigkeit der ersten und dritten Laktation liegt mit 0,83 % bzw. 0,88 % zwischen der Häufigkeit der zweiten Laktation und der vierten und weiteren Laktationen (4+).

Die Rasse Braunvieh zeigt laut Tabelle 4 eine ähnliche Tendenz wie die Rasse Holstein Friesian, wobei in der vierten und weiteren Laktation 2,09-mal so viele Ketosen auftraten wie in der ersten Laktation. Das Ergebnis der Rasse Holstein Rotbunte ist noch deutlicher, darf aber aufgrund der geringen Stichprobengröße nur vorsichtig interpretiert werden.

5.2 Auftreten der Ketose nach Rassen

Die Häufigkeit einer Ketose liegt laut Tabelle 5 zwischen 0,86 % der Laktationen beim Fleckvieh und 2,83 % der Laktationen bei der Rasse Holstein Rotbunte, wobei aufgrund der geringen Stichprobengröße das Ergebnis der Rasse Holstein Rotbunte nur vorsichtig zu interpretieren ist. In dieser Auswertung beschränken sich die Erkrankungen auf jene, die von einer/einem Tierärztin/Tierarzt diagnostiziert worden sind, wobei nicht unterschieden wurde, ob es sich um eine klinische oder subklinische Form handelt. Vergleicht man die Häufigkeit der Ketosen in dieser

Auswertung mit dem Ergebnis von Geishauser et al. (2000), welcher eine Häufigkeit für eine subklinische Ketose von 12 % in der ersten Laktationswoche beschreibt, ist ein sehr großer Unterschied zu erkennen. Dieser Unterschied kann entweder dadurch verursacht werden, dass die Milchkühe dieser Auswertung generell weniger an Ketose leiden oder dass ein großer Anteil an Tieren (vor allem jene, die an einer subklinischen Ketose leiden) nicht erkannt und behandelt wurden. Vergleicht man die Ketosehäufigkeit der ausgewerteten Milchkühe mit der Ketosehäufigkeit von Geishauser et al. (2000) und geht davon aus, dass die Ketosehäufigkeit in beiden Auswertungen gleich ist, dann wurden aktuell nur ca. 8 % der an Ketose erkrankten Milchkühe diagnostiziert und behandelt.

5.3 Auswirkung des Kalbeverlaufs auf die Ketosehäufigkeit

Aufgrund der geringen Häufigkeit von Kalbeverlauf 4 (Kaiserschnitt) und 5 (Embryotomie) wurden im Zuge der Auswertung die Kalbeverläufe 3 (Schwergewurt), 4 (Kaiserschnitt) und 5 (Embryotomie) zur Gruppe 3+ zusammengefasst. Vergleicht man die Ketosehäufigkeit der Kalbeverlaufgruppe 3+ mit jener von Tieren, die eine leichte Geburt als Start in die Laktation hatten (Tabelle 6), ist zu erkennen, dass die Ketosehäufigkeit in der Gruppe 3+ doppelt so hoch ist wie bei Tieren mit einer leichten Geburt. Gasteiner (2000) geht davon aus, dass durch einen erhöhten Geburtsstress die Futteraufnahme infolge der Geburt vermindert sein kann. Kommt es dadurch zu einer Verstärkung der negativen Energiebilanz und demzufolge zu einer verstärkten Lipomobilisation, ist die Gefahr für die Milchkuh, an einer Ketose zu erkranken, erhöht. Das Ergebnis dieser Auswertung würde diese Annahme bestätigen, wobei für die vorliegende Auswertung der Verlauf der Futteraufnahme und der Körperkondition der Tiere nicht vorliegen.

5.4 Veränderung der Abgangsursache nach einer Ketose

Durch die Erkrankung an einer Ketose verändern sich die Abgangsursachen zum Teil deutlich. Erwartungsgemäß erhöht sich der Anteil an Tieren, die aufgrund einer Stoffwechselerkrankung abgehen, laut Tabelle 8 von 2,8 % bei der Kontrollgruppe auf 10,7 % bei der Ketosegruppe auf das Vierfache. Die Kontrollgruppe ist sehr gut mit dem österreichischen Durchschnitt aller Milchkühe, die im Zuge der Milchleistungskontrolle erfasst werden, vergleichbar. Laut Jahresbericht der ZuchtData 2010 gehen im Durchschnitt 2,7 % der Milchkühe aufgrund des Stoffwechsels ab (Egger-Danner et al. 2010). Gegenüber der Abgangsursache

„Stoffwechsel“ sinkt der Anteil an Milchkühen, die zur Zucht abgehen, in der Ketosegruppe auf ein Drittel des Wertes der Kontrollgruppe (12,2 % auf 4,6 %). Aus diesen Ergebnissen ist klar ersichtlich, dass Milchkühe, die an einer Ketose erkranken, nur mehr in einem geringeren Ausmaß zur Zucht verkaufbar sind und verstärkt aufgrund des Stoffwechsels abgehen. Verglichen mit dem österreichischen Durchschnitt von 18,3 % ist der Anteil an Milchkühen, die zur Zucht abgehen, in beiden Gruppen verringert. Der Anteil an Tieren, die aufgrund der Leistung abgehen, verringert sich in der Ketosegruppe um das 2,5-fache gegenüber der Gruppe an Tieren, die keine Ketosediagnose hatten (von 7,6 % auf 2,8 %). Im österreichischen Durchschnitt gehen 6,3 % der Milchkühe aufgrund der Leistung ab (Egger-Danner et al. 2010).

5.5 Veränderung der Milchleistungsparameter durch eine Ketose

Die Veränderung der Milchleistungsparameter durch eine Ketose wird grundsätzlich auf zwei Ebenen analysiert. Im ersten Schritt werden die Ergebnisse der Rassen Fleckvieh, Braunvieh, Holstein Friesian und Holstein Rotbunte untersucht. Im zweiten Schritt bezieht sich die Aussage auf die Rasse Fleckvieh, welche mit 71 % der Kontrollkühe die wichtigste Rasse in der österreichischen Milchproduktion darstellt (Egger-Danner et al. 2010).

5.5.1 Veränderung der Milchleistungsparameter der Rassen Fleckvieh, Braunvieh, Holstein Friesian und Holstein Rotbunte

Sowohl im Milchfett-, als auch Milcheiweiß- und Laktosegehalt der Milch unterscheidet sich die Kontrollgruppe signifikant von der Ketosegruppe, wobei der Unterschied bei Milchfett am deutlichsten ausfällt. Gegenüber der Gruppe an Milchkühen, welche keine Ketosediagnose hatten, ist bei der Ketosegruppe der Milchfettgehalt laut Tabelle 15 um 0,55 % auf 4,81 % erhöht. Bei den Milchinhaltsstoffen Eiweiß- und Laktosegehalt laut Tabelle 16 und Tabelle 18 ist ein geringer Rückgang bei der Ketosegruppe erkennbar, wobei zu berücksichtigen ist, dass beim Laktosegehalt der Milch eine signifikante Wechselwirkung zwischen Rasse und Diagnose besteht. Vergleicht man die Rassen untereinander (Tabelle 15), so ist zu erkennen, dass Fleckvieh einen signifikant geringeren Fettgehalt aufweist als alle anderen Rassen. Der signifikant geringere Milchfettgehalt der Rasse Fleckvieh resultiert laut Abbildung 5 aus den höheren Milchfettgehalten in der frühen Laktation der übrigen Rassen. Somit hängt der Unterschied vom Zeitpunkt der

Probenahme ab. Die Rasse Holstein Friesian weist laut den Tabellen 15 und 17 einen geringeren Eiweiß- und Laktosegehalt auf als die Rassen Fleckvieh und Braunvieh. Keinen signifikanten Unterschied gibt es zwischen der Rasse Holstein Rotbunte und den anderen Rassen. Im Vergleich zu den Durchschnittswerten aus dem Jahresbericht der ZuchtData 2010 haben alle vier Rassen einen um 0,3 % bis 0,4 % höheren Milchfettgehalt (Egger-Danner et al. 2010). In dieser Auswertung wurde jeweils nur die erste Probemelkung in der Laktation herangezogen. Berücksichtigt man den Verlauf des Fettgehaltes im Laufe der Laktation laut Kapitel 4.5.3 (Verlauf der Milchinhaltstoffe nach dem Laktationstag beim Fleckvieh), ist zu erkennen, dass sowohl die Ketose- als auch die Kontrollgruppe am Beginn der Laktation einen erhöhten Fettgehalt aufweisen, womit der erhöhte Fettgehalt dieser Auswertung erklärbar ist.

Sowohl beim Fett-Eiweiß-Quotienten als auch beim Fett-Laktose-Quotienten besteht eine signifikante Wechselwirkung zwischen der Rasse und der Diagnose, welche bei der Interpretation der Einzelwerte zu berücksichtigen ist. Bei allen vier Rassen ist sowohl der FEQ als auch der FLQ in der Ketosegruppe gegenüber der Kontrollgruppe deutlich erhöht. Deutliche Unterschiede zwischen den Rassen sind sowohl beim FEQ als auch beim FLQ erkennbar. Wie in Tabelle 11 dargestellt, liegen die FEQ-Werte der Kontrollgruppen der einzelnen Rassen zwischen 1,28 bei Fleckvieh und 1,39 bei der Rasse Holstein Rotbunte. In der Ketosegruppe liegt der Rassendurchschnitt zwischen 1,47 beim Fleckvieh und 1,67 bei der Rasse Holstein Friesian. Berücksichtigt man die Unterschiede im FEQ der Ketosegruppe zwischen den Rassen von bis zu 0,2, ist zu erkennen, dass ein FEQ-Schwellenwert von größer 1,5 (Spohr und Wiesner 1992) nicht bei allen Rassen gleichermaßen angewendet werden kann.

In Bezug auf Zellzahl, Harnstoffgehalt und Tagesmilchmenge laut den Tabellen 19 bis 22 gibt es keine signifikanten Unterscheide zwischen der Ketose- und Kontrollgruppe.

5.5.2 Veränderung der Milchleistungsparameter der Rasse Fleckvieh

Aufgrund des hohen Stellenwertes der Rasse Fleckvieh in der österreichischen Milchrinderpopulation wurden die Daten für diese Rasse getrennt ausgewertet.

Wie anhand von Tabelle 24 dargestellt, unterscheidet sich die Ketosegruppe sowohl an den Inhaltsstoffen Fettgehalt, Eiweißgehalt und Laktosegehalt der Milch als auch bei den Quotienten FEQ und FLQ statistisch signifikant von der Kontrollgruppe. Bei den weiteren Parametern wie Harnstoffgehalt, Zellzahl und Milchmenge am Kontrolltag konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Der größte Unterschied ist im Fettgehalt der Milch erkennbar. Die Ketosegruppe weist einen um 0,51 % erhöhten Fettgehalt in der Milch auf, wobei der Eiweißgehalt um 0,05 % und der Laktosegehalt der Milch um 0,03 % verringert sind. Vergleichbar mit den Ergebnissen von Steen et al. (1996) ist zu erkennen, dass der Großteil der Veränderung der Quotienten aus der Veränderung des Fettgehaltes resultiert. Der deutliche Anstieg des Milchfettgehaltes vor allem am Beginn der Laktation für die an Ketose erkrankten Tieren ist eine Konsequenz der energetischen Unterversorgung und damit verbundenen Körperfetteinschmelzung (Geishauser und Ziebell 1995). Duffield et al. (1997) und Gravert et al. (1986) konnten ebenfalls einen erhöhten Fettgehalt bei erhöhtem Ketoserisiko feststellen.

Im zeitlichen Verlauf des Milchfettgehaltes laut Abbildung 6 unterscheiden sich die Ketose- und die Kontrollgruppe in den ersten 50 Laktationstagen deutlich. Ab dem 50. Laktationstag treten kaum mehr Unterschiede im Fettgehalt der Milch auf.

Im Gegensatz zum Milchfettgehalt kommt es beim Eiweißgehalt laut Abbildung 7 erst ab dem 20. Laktationstag zu Unterschieden zwischen der Ketose- und der Kontrollgruppe. Vergleichbar mit den Ergebnissen von Steen et al. (1996) ist der Proteingehalt der Milch der vorliegenden Milchleistungsdaten in den ersten Laktationswochen stark rückläufig, wobei in der Studie von Steen et al. (1996) kein Unterschied im Proteingehalt zwischen Tieren mit hohem und Tieren mit geringem Ketoserisiko festgestellt wurde. Der Laktosegehalt der Milch liegt bei der Ketosegruppe um 0,03 % niedriger als bei der Kontrollgruppe. Im Unterschied zum Eiweißgehalt der Milch besteht eine kontinuierliche Differenz über den ersten Laktationsabschnitt.

Der Verlauf der einzelnen Inhaltsstoffe im Abstand zur Diagnose laut Abbildung 11 und 12 zeigt, dass vor allem beim Fettgehalt der Abstand zwischen Probemelkung und Diagnose eine bedeutende Rolle spielt. Im Zeitraum zwischen 25 Tagen vor bis zum Zeitpunkt der Ketose steigt der Fettgehalt im Mittel um 0,5 % auf fast 5 % an. Dieser Verlauf ist gut mit dem von Gasteiner (2000) und Ulbrich et al. (2004)

angegebenen Milchfettanstieg durch die Fetteinschmelzung im Zuge einer energetischen Unterversorgung zu vergleichen.

Der Eiweißgehalt der Milch schwankt vor der Erkrankung an Ketose leicht, wobei er ca. 35 Tage vor der Diagnose tendenziell leicht ansteigt. Nach der Erkrankung fällt der Eiweißgehalt der Milch bis zum 35. Tag nach der Diagnose ab und steigt daraufhin wieder an. Im Zuge einer Ketose aufgrund eines Energiedefizits kommt es zu einer geringeren Proteinsynthese im Pansen (Dirksen 1994) und dadurch zu einem geringeren Proteingehalt in der Milch. Verglichen mit dem Verlauf des Proteingehaltes in der Milch bei ketosekranken Milchkühen der ausgewerteten Laktationen laut Abbildung 12 ist zu erkennen, dass es entgegen der Darstellung von Dirksen (1994) erst nach der Erkrankung zum Rückgang des Proteingehaltes in der Milch kommt..

Der Laktosegehalt der Milch zeigt einen sehr gleichmäßigen Verlauf (Abbildung 12). Vor der Diagnose sind kaum Schwankungen erkennbar, danach steigt er leicht an. Aufgrund der geringen Schwankungen des Laktosegehalts der Milch spiegelt der Verlauf des Fett-Laktose-Quotienten im zeitlichen Abstand zur Diagnose (Abbildung 13) den Verlauf des Milchfettgehaltes wieder. Der Eiweißgehalt der Milch beeinflusst den FEQ erst nach der Diagnose, indem am Verlauf des FEQ durch den Abfall des Eiweißgehalts ein zweiter Anstieg sichtbar wird. Vor der Diagnose werden beide Quotienten zum größten Teil vom Fettgehalt beeinflusst.

5.6 Milchinhaltstoffe zur Abgrenzung von Milchkühen mit und ohne Ketosed Diagnose bei Fleckvieh

5.6.1 Fett-Eiweiß-Quotient

Um in der Praxis das Ketoserisiko abschätzen zu können, kann nach den Aussagen mehrerer Autoren (Spohr und Wiesner 1991, De Kurif et al. 2007, Wurm 2010) der Fett-Eiweiß-Quotient als Hilfsmerkmal herangezogen werden. Ein FEQ über 1,5 gilt als Warnhinweis für eine mögliche Ketose (Wurm 2010), wobei nicht zwangsläufig eine Ketose vorliegen muss (Spohr und Wiesner 1991). Geht man für die vorliegenden Daten von einem erhöhten Ketoserisiko am Einzeltier bei einem FEQ von über 1,5 aus, wird nur bei 41,8 % der Tiere, für die eine Ketose diagnostiziert wurde, das Risiko richtig eingeschätzt. 58,2 % der Fleckviehkühe, für die eine Ketose diagnostiziert wurde, hatten einen FEQ kleiner oder gleich 1,5 und wären deshalb nicht als gefährdet eingestuft worden (Tabelle 25). Von den Tieren ohne

Ketosediagnose hatten 17,6 % einen FEQ über 1,5. Von allen ausgewerteten ersten Kontrollen weisen 17,7 % einen FEQ über 1,5 auf. In einer Untersuchung von Hagmüller (2002) zeigten die Hälfte der Braunviehkühe, welche einen FEQ von über 1,5 hatten, Symptome einer klinischen Ketose. Würde man diesen Anteil auf die in dieser Arbeit ausgewertete Fleckviehpopulation umlegen, würden 8,8 % der Kühe an einer klinischen Ketose leiden. Diese Annahme käme dem Ergebnis von Geishauser et al. (2000), bei dem 12 % aller Milchkühe in der ersten Laktationswoche an einer subklinischen Ketose leiden, sehr nahe, wobei zusätzlich zu bedenken ist, dass 58,2 % der laut Diagnose an einer Ketose leidenden Fleckviehkühe mit einem FEQ-Schwellenwert von über 1,5 nicht richtig erkannt würden.

Verringert man den Grenzwert FEQ auf 1,33 (Siebert und Pallauf 2010), werden laut Tabelle 26 60,9 % der Fleckviehkühe mit Ketosediagnose erkannt, während 39,1 % der Tiere mit einer Ketosediagnose einen FEQ kleiner oder gleich 1,33 aufweisen. Von den Tieren ohne Ketosediagnose zeigten 38,5 % einen FEQ über 1,33.

5.6.2 Fett-Laktose-Quotient

Der Fett-Laktose-Quotient beschreibt eine negative Energiebilanz und in Folge das Ketoserisiko besser als der Fett-Eiweiß-Quotient (Steen et al 1996, Reist et al. 2002). Der gegenüber der Kontrollgruppe gleichmäßig leicht verringerte Laktosegehalt der Ketosegruppe (Abbildung 8) spricht für eine bessere Aussagekraft des FLQ gegenüber dem FEQ; im Eiweißgehalt hatten sich die Ketose- und die Kontrollgruppe vor allem in den ersten 20 Tagen (Abbildung 7) nicht unterschieden.

Versucht man jene Tiere, die eine Ketosediagnose hatten, mit einem Grenzwert von FLQ über 1,0 zu ermitteln (Tabelle 27), werden 45,3 % der ketosekranken Fleckviehkühe richtig erkannt, während 54,7 % der mit Ketose diagnostizierten Kühe einen FLQ kleiner oder gleich 1,0 aufweisen. Senkt man den FLQ-Grenzwert auf größer 0,9, werden 66,7 % der Fleckviehkühe, welche an einer Ketose erkrankt sind, richtig ermittelt, wobei allerdings auch 37,5 % jener Tiere, die keine Ketosediagnose hatten, die Grenze von FLQ größer 0,9 in der ersten Kontrolle der Laktation überschritten (Tabelle 28).

Vergleicht man die beiden Grenzwerte FEQ größer 1,33 und FLQ größer 0,9, werden über den FLQ um sechs Prozentpunkte mehr jener Tiere richtig erfasst, die eine Ketosediagnose hatten und um einen Prozentpunkt weniger jener Fleckviehkühe, die keine Ketosediagnose in der Laktation hatten. Somit würde der Fett-Laktose-Quotient ein besseres Hilfsmerkmal zur Erkennung von ketosekranken Milchkühen

darstellen. In den Ergebnissen von Steen et al. 1996 konnten ketotische Milchkühe mit dem FLQ ebenfalls besser beschrieben werden als mit dem FEQ.

5.6.3 Fettgehalt der Milch in %

Zieht man den Fettgehalt der Milch als Merkmal zur Ketoseerkennung heran, so weist laut Ulbrich et al. (2004) ein Fettgehalt von über 5 % auf eine ketogene Stoffwechsellage hin. Von Fleckviehkühen der Ketosegruppe hatten 37,4 % einen Milchfettgehalt von über 5 % (Tabelle 29) und würden mit diesem Merkmal richtig erkannt werden. In der Kontrollgruppe zeigten immerhin auch 12,8 % der Tiere einen Fettgehalt von über 5 %. Gemessen an allen ausgewerteten ersten Kontrollergebnissen hatten 12,9 % der Tiere einen Fettgehalt von über 5 %. Nimmt man laut Ulbrich et al. (2004) an, dass generell bei einem Fettgehalt von über 5 % von einer ketogenen Stoffwechsellage ausgegangen werden kann, würden 12,9 % der in dieser Auswertung berücksichtigten Fleckviehkühe im Zeitraum der ersten Kontrolle an einer Ketose leiden. Diese Annahme käme dem Ergebnis von Geishauser et al. (2000), welcher bei 12 % der Milchkühe in der ersten Laktationswoche eine subklinische Ketose annimmt, nahe.

Um den Anteil der ketosekranken Tiere, die über den Fettgehalt erkannt werden, auf ein vergleichbares Niveau mit den nach einem FEQ größer 1,33 und FLQ größer 0,9 identifizierten zu bringen, muss der Grenzwert auf 4,4 % Fett bei der ersten Kontrolle in der Laktation reduziert werden (Tabelle 30). Mit dieser Grenze wurden 61,8 % der Milchkühe mit Ketosediagnose richtig erkannt, wobei allerdings auch 34,1 % jener Tiere, die keine Diagnose hatten, über 4,4 % Fett in der Milch aufwiesen.

5.7 Fett-Eiweiß-Quotient zur Erkennung von Ketose auf Betriebsniveau

Um mögliche Stoffwechselprobleme in einer Milchviehherde zu erkennen, wird im Tagesbericht der österreichischen Milchleistungskontrollverbände der relative Anteil jener Milchkühe angegeben, welche einen FEQ über 1,5 aufweisen (Zottl 2008). Besonders aussagekräftig sind die Probemelkergebnisse der ersten 100 Laktationstage, in denen 92 % der Ketosen diagnostiziert wurden. Abweichend zur Darstellung am Tagesbericht wurde in dieser Auswertung der Anteil an Milchkühen mit einem FEQ über 1,5 innerhalb der ersten 100 Laktationstage ermittelt.

Liegt der Anteil von Kühen aller Rassen (FV, BV, HF, RF) mit einem FEQ über 1,5 innerhalb von 100 Tagen nach der Abkalbung bei 25 % oder darunter, trat in der folgenden Periode bis zur nächsten Probemelkung in 0,96 % der Laktationen eine Ketosediagnose auf (Tabelle 31). Beträgt der Anteil von Kühen mit einem FEQ über 1,5 innerhalb von 100 Tagen nach der Abkalbung mehr als 25 %, kam es in Folge bei 1,51 % der Laktationen zu einer Diagnose. Dabei kommt es zu einer Steigerung der Ketosehäufigkeit von 60 %. Bezieht man die Auswertung auf die Rasse Fleckvieh, beträgt die Steigerung der Ketosehäufigkeit 55 % und liegt somit in einer ähnlichen Größenordnung.

6 Schlussfolgerungen

Um die Stoffwechselerkrankung Ketose/Azetonämie bei Milchrindern, im Besonderen bei der Rasse Fleckvieh, über die Milchleistungskontrolle zu erkennen oder das Risiko innerhalb der Herde abschätzen zu können, wurden in dieser Auswertung ausgewählte Milchviehherden in Österreich auf ihre Milchinhaltstoffe in Kombination mit veterinären Diagnosedaten analysiert. Folgende Fragen wurden solchermaßen beantwortet:

- Wann tritt die Ketose auf?
 - 90 % der Ketosediagnosen treten innerhalb der ersten 100 Laktationstage auf, wobei ca. 80 % der Ketosen in den ersten 50 Laktationstagen diagnostiziert werden.
 - Zwischen der Laktationszahl und den Rassen gibt es signifikante Unterschiede, wobei aufgrund der geringen Stichprobengröße für Holstein Rotbunte in der vorliegenden Untersuchung die rassenspezifischen Auswertungen nur vorsichtig interpretiert werden dürfen.
- Hat der Kalbeverlauf eine Auswirkung auf die Ketosehäufigkeit in der darauf folgenden Laktation?
 - Der Kalbeverlauf hat eine Auswirkung auf die Ketosehäufigkeit. Im Vergleich zur Leichtgeburt verdoppelt sich bei einer Schweregeburt die Ketosehäufigkeit in der darauf folgenden Laktation.
- Wirkt sich eine Ketosediagnose auf die Abgangsursache der Milchkuh aus?
 - Im Vergleich zu Milchkühen ohne Ketosediagnose gibt es eine Verschiebung der Abgangsursachen bei Tieren, bei denen Ketose diagnostiziert wurde. Milchkühe mit einer Ketosediagnose gehen deutlich häufiger aufgrund von Stoffwechselerkrankungen und mit einem deutlich geringeren Anteil zur Zucht ab. Im Vergleich zu Milchkühen ohne Diagnose gehen in der Ketosegruppe weniger Tiere aufgrund unzureichender Leistung ab.

Um die Hauptaussage dieser Arbeit treffen zu können, wurden die Milchparameter der Leistungskontrolle von Milchkühen mit und Milchkühen ohne Ketosediagnose

verglichen, um Unterschiede, die eine vorzeitige Erkennung der Krankheit ermöglichen, zu identifizieren. Die zentralen Fragen lauteten daher:

- Besteht ein Zusammenhang zwischen einer diagnostizierten Ketose und den bei der vorhergehenden Milchleistungskontrolle erhobenen Parameter?

Aufgrund der signifikanten Unterschiede zwischen den Rassen wurde die Rasse Fleckvieh als zahlenmäßig häufigste Rinderrasse der Auswertung spezifisch ausgewertet. Folgende Ausführungen gelten nur für die ausgewerteten Milchparameter der Rasse Fleckvieh:

- Sowohl im Fettgehalt der Milch als auch bei den Inhaltsstoffen Protein und Laktose gibt es signifikante Unterschiede zwischen Milchkühen mit und ohne Ketosediagnose, wobei der Unterschied im Fettgehalt deutlich größer ist als beim Protein- und Laktosegehalt der Milch.
 - In Bezug auf die Quotienten FEQ und FLQ unterscheidet sich die Ketosegruppe signifikant von der Kontrollgruppe, wobei durch die geringen Unterschiede von Protein und Laktose der Unterschied bei den Quotienten zum größten Teil aus dem veränderten Fettgehalt stammt.
 - Bei der Zellzahl und dem Harnstoffgehalt der Milch sowie bei der Milchmenge konnten am Kontrolltag keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.
- Können Milchkühe, die an einer Ketose leiden, anhand der veränderten Milchinhaltstoffe bei einer vorhergehenden Milchleistungskontrolle erkannt werden?
 - Wie zuvor erläutert, gibt es signifikante Unterschiede im Fett-, Eiweiß- und Laktosegehalt der Milch zwischen Tieren mit und Tieren ohne Diagnose auf Ketose. Versucht man anhand dieser Inhaltsstoffe oder deren Quotienten, die diagnostizierten Tiere von den Kühen ohne Diagnose zu unterscheiden, ist klar erkennbar, dass sowohl durch den Fettgehalt als auch den Quotienten auf verschiedenen Niveaus keine befriedigende Abgrenzung möglich ist. Für die hier verwendeten Daten resultiert aus dem absoluten Fettgehalt und dem FLQ eine bessere Abgrenzung als für den FEQ. Der FEQ bringt für die vorliegende Datenbasis keine Verbesserung gegenüber dem alleinigen Fettgehalt.

- Kann durch einen erhöhten Anteil an Tieren in der Herde, die einen FEQ über 1,5 aufweisen, auf ein erhöhtes Ketoserisiko geschlossen werden?
 - Bei Milchviehherden (aller vier Rassen), in denen mehr als 25 % der Milchkühe, welche sich innerhalb der ersten 100 Laktationstage befinden, einen FEQ von über 1,5 aufweisen, ist die Ketosehäufigkeit gegenüber Herden mit einem geringeren Anteil innerhalb der nächsten Kontrollperiode um 60 % erhöht. Somit kann von einem höheren Risiko ausgegangen werden, wobei sich die Ketosehäufigkeit aber generell auf einem sehr niedrigen Niveau befindet.

Um über die Aussagekraft von Milchinhaltstoffen, welche routinemäßig im Rahmen der Milchleistungskontrolle erhoben werden, zu urteilen, müssen verschiedene Aspekte miteinbezogen werden.

In der Literatur und auch im Tagesbericht der österreichischen Milchleistungskontrolle wird meist ein kritischer FEQ von 1,5 angenommen. Aufgrund der signifikanten Unterschiede zwischen den Rassen müsste man den kritischen FEQ jedenfalls rassespezifisch definieren. Geht man von den analysierten Fleckviehtieren aus, an denen eine/ein Tierärztin/Tierarzt eine Ketose diagnostiziert hat, werden über den FEQ von über 1,5 nur 41,8 % der Milchkühe erkannt. 58,2 % der erkrankten Tiere hatten einen FEQ kleiner oder gleich 1,5 und wären demnach nicht erkannt worden. Um zumindest 60 % dieser Tiere zu erkennen, müsste der FEQ auf 1,33 gesenkt werden, wobei zu berücksichtigen ist, dass für die vorliegenden Daten ein FLQ von größer 0,9 und ein Fettgehalt von größer 5 % eine bessere Aussagekraft haben als der FEQ.

Weiters ist zu bedenken, dass die Diagnosehäufigkeit in den ausgewerteten Milchviehherden gegenüber den Literaturangaben sehr gering ist. Dieses Phänomen kann daran liegen, dass in diesen Herden generell ein geringeres Ketoseproblem vorliegt, oder dass ein Großteil der Milchkühe, welche an Ketose leiden, nicht erkannt und daher nicht behandelt wurde. Um dieses Problem zu hinterfragen, könnte man im Zuge der Milchleistungskontrolle im fraglichen Laktationsabschnitt routinemäßig Ketonkörpertests, welche den Azeton-, Azetessigsäure-, Beta- Hydroxybutyratgehalt der Milch bestimmen, eingliedern. Ketonkörpertests sind auch als Teststreifen (Kap. 2.1.3) erhältlich und können von LandwirtInnen angewendet werden, um den Ketonkörpergehalt und somit das Ketoserisiko der Milchkühe zu erfassen.

Zusammenfassung

Durch die Mobilisation von Körperfett und Körpereiwweiß bei Energiemangel am Beginn der Laktation entstehen Abbauprodukte, welche unter Verwendung von Glucose zu Acetyl-CoA umgebaut und in den Zitronensäurezyklus eingeschleust werden müssen. Kann dieser Stoffwechselweg durch einen Mangel an Glucose nicht vollständig durchgeführt werden, kommt es zur Ketose (Azetonämie), einer Anhäufung krankmachender Ketonkörper wie Azeton, Azetessigsäure und β -Hydroxybuttersäure, welche den Leberstoffwechsel stark belasten. Der Fett-Eiwweiß-Quotient (FEQ) wird derzeit im Tagesbericht der Milchleistungskontrolle als Indikator für das Ketoserisiko herangezogen, wenn dieser einen Grenzwert von 1,5 innerhalb der ersten 120 Laktationstage überschreitet.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, den Zusammenhang zwischen den Milchinhaltstoffen, welche im Zuge der Milchleistungskontrolle durch die österreichischen Leistungskontrollverbände erfasst werden, und der Stoffwechselkrankheit Ketose (Azetonämie) zu ermitteln. Dafür wurden Milchleistungs- und Gesundheitsdaten aus dem Projekt „Gesundheitsmonitoring Rind“ von 48.837 Milchkühen der Rassen Fleckvieh, Braunvieh, Holstein Friesian und Holstein Rotbunte aus 1.431 Betrieben aus ganz Österreich im Zeitraum von 01. Juli 2006 bis 31. August 2010 ausgewertet.

Die Ketose tritt zu 80 % in den ersten 50 Laktationstagen auf, wobei ca. 35 % der Ketosen in den ersten 10 Laktationstagen auftreten. Aufgrund des frühen Auftretens der Krankheit im Laktationsverlauf wurde in diese Auswertung nur die erste Milchleistungskontrolle in der Laktation als die aussagekräftigste einbezogen.

Sowohl über den Gehalt an Milchinhaltstoffen wie Milchlaktose, Milcheiwweiß und Laktose, als auch dem daraus abgeleiteten Fett-Eiwweiß-Quotient und Fett-Laktose-Quotient besteht ein signifikanter Unterschied zwischen den Milchkühen ohne und Milchkühen mit einer Ketosediagnose. Es ist aber mit keinem dieser Parameter möglich, Tiere mit einer Ketosediagnose von jenen ohne Ketosediagnose zu unterscheiden, um eine zufriedenstellende Krankheitserkennung zu ermöglichen. Der derzeit angewendete FEQ-Grenzwert von über 1,5 muss einerseits wegen der signifikanten Unterschiede zwischen den Rassen und andererseits aufgrund des

Ergebnisses, dass 58 % der positiv diagnostizierten Fleckviehkühe einen FEQ kleiner oder gleich 1,5 zeigten, hinterfragt werden.

Die Erfolgsaussichten im praktischen Einsatz werden noch dadurch vermindert, dass für 49 % der an Ketose erkrankten Milchkühe im vorliegenden Datenmaterial keine Milchleistungskontrollergebnisse aus einem aussagekräftigen Zeitraum vor Ausbruch der Krankheit zur Verfügung standen.

Bei der Weiterentwicklung der Ketoseerkennung über die Milchinhaltstoffe sind vor allem eine differenzierte Betrachtung der Rassen, die kritische Prüfung der Aussagekraft des Fett-Laktose-Quotienten im Vergleich zum Fett-Eiweiß-Quotienten und die nötige Anpassung des Grenzwertes zu beachten. Eine weitere Möglichkeit, um eine Ketose im frühen Stadium der Laktation zu erkennen, würde ein routinemäßiger Einsatz von Ketonkörpertests (Tests auf Azeton-, Azetessigsäure-, Beta- Hydroxybutyratgehalt der Milch) in diesem Laktationsabschnitt bieten.

Summary

The mobilization of fat and protein reserves in phases of energy deficiency during early lactation leads to the formation of metabolites which are transformed to acetylcoenzyme A and enter the citric acid cycle if sufficient amounts of glucose are available. If this metabolic pathway cannot be entered due to a deficiency of glucose, it leads to ketosis. Ketosis is an accumulation of pathogenic ketone compounds such as acetone, acetoacetic acid and beta hydroxy butanoic acid, which is a heavy burden on the liver metabolism. Currently, a fat-protein-quotient of greater than 1.5 is interpreted as an indicator for ketosis in the milk performance testing report if it occurs within the first 120 days of lactation.

The aim of this master thesis was to analyse the relationship between the milk constituents which are recorded during routine milk performance testing, and the metabolic disease ketosis. For this purpose, data on milk yield and health traits were used which had been collected in the course of the project "Gesundheitsmonitoring Rind". Data from 2006 to 2010 were available from 48.837 dairy cows of the breeds Simmental, Brown Swiss, Holstein Friesian and Red Holstein from 1.431 Austrian farms.

Ketosis mainly (80 %) occurs during the first 50 days of lactation, and about 35 % of the positive diagnoses were made during the first 10 days of lactation. Therefore only the first milk performance test in the lactation was used in this study.

A significant difference was found between dairy cows with and without a ketosis diagnosis in terms of the content of milk constituents (i.e. milk fat, milk protein, lactose, fat-protein quotient and fat-lactose-quotient). However, it is not possible to sufficiently differentiate dairy cows with and without ketosis based on a defined threshold value for any of these traits.

The commonly used fat-protein-quotient threshold of 1.5 has to be questioned, because of significant differences between breeds and also because of the fact that 58 % of Simmental cows with a ketosis diagnosis had a fat-protein-quotient smaller than or equal 1.5.

Practical use of information from milk performance testing is further hampered by the fact that for 49 % of positively diagnosed dairy cows no performance testing was conducted within a significant time period before ketosis was diagnosed.

To support the further development of early lactation ketosis indicators on the basis of traits recorded during milk performance tests, a differentiated consideration of the breeds, the critical assessment of differences in the suitability of the fat-lactose-quotient in comparison to the fat-protein-quotient and the adaptation of the threshold value to detect more cows with ketosis need to be conducted. A further possibility to detect ketosis in the early lactation is a test on pathogenic ketone compounds in milk such as acetone, acetoacetic acid and beta hydroxy butyrate.

Literaturverzeichnis

Statistik Austria (2010). Landwirtschaftliche Produktionsgebiete. Statistik Austria, http://www.statistik.at/web_de/klassifikationen/regionale_gliederungen/landwirtschaftliche_haupt_und_kleinproduktionsgebiete/index.html (Besucht am 17.11.2011)

LKV (2011). Durchführungsbestimmungen für Leistungsüberprüfungen bei Rindern in Österreich. LKV- Leistungsprüfung Österreich, <http://www.lkv.at/Regeln.27.0.html> (Besucht am 24.10.2011)

Baird D.G. (1980). Primary ketosis in the high-producing dairy cow: clinical and subclinical disorders, treatment, prevention and outlook. *Journal of Dairy Science* 65, 1-10

Busch W., Methling W., Amselgruber W.M. (2004). Tiergesundheits- und Tierkrankheitslehre. Parey Verlag, Stuttgart, 334-338

De Kurif A., Mansfeld R., Hoedemaker M. (2007). Tierärztliche Bestandesbetreuung beim Milchrind. Enke Verlag, Stuttgart, 2 vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage, 127-129

Dirksen G. (1994). Kontrolle von Stoffwechselstörungen bei Milchkühen an Hand von Milchparametern, http://www.buiatria.it/file_26/volume_1/Pages%20from%20volumeXXVI-6.pdf (Besucht am 6.12.2010)

Duffield T.F., Kelton D.F., Leslie K.E., Lissemore K.D., Lumsden J.H. (1997). Use of test day milk fat and milk protein to detect subclinical ketosis in dairy cattle in Ontario. *The Canadian Veterinary Journal* 38, 713-718

Egger-Danner C., Fürst-Waltl B., Holzhacker W., Janacek R., Lederer J., Litzllachner C., Mader C., Mayrhofer M., Miesenberger J., Obritzhauser W., Schoder G., Wagner A. (s.a.) Gesundheitsmonitoring Rind – Projektbeschreibung

Egger-Danner C., Fürst C., Mayerhofer M., Rain C., Rehling C. (2010). ZuchtData Jahresbericht 2010. ZuchtData EDV-Dienstleistungen GmbH, Wien, 17-23

Egger-Danner C., Fuerst-Waltl B., Obritzhauser W., Fuerst C., Schwarzenbacher H., Grassauer B., Mayerhofer M., Koeck A. (2012). Recording of direct health traits in Austria—Experience report with emphasis on aspects of availability for breeding purposes. *Journal of Dairy Science* 95, 2765-2777

Filar J. (1979). Über den Gehalt an β -Hydroxybutyrat, Azetazetat und Azeton im Blut von gesunden und an Ketose erkrankten Kühen. *Tierärztl. Mschr.* 66, Wien, 377-380

Gasteiner J. (2000). Ketose, die bedeutendste Stoffwechselerkrankung der Milchkuh. 27. Viehwirtschaftliche Fachtagung, Irdning, 11-18

Geishauser T., Leslie K., Tenhag J., Bashiri A. (2000). Evaluation of Eight Cow-Side Ketone Tests in Milk for Detection of Subclinical Ketosis in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 83, 296-299

Goff J.P., Horst R.L. (1997). Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. *Journal of Dairy Science* 80, 1260-1268

Gravert H.O., Langner R., Diekmann L., Pabst K., Schulte-Coerne H. (1986). Ketokörper in Milch als Indikatoren für die Energiebilanz der Milchkühe. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, *Züchtungskunde* 58, 309-318

Gravert H.O., Jensen E., Hafezian H., Pabst K., Schulte-Coerne H. (1991). Umweltbedingte und genetische Einflüsse auf den Acetongehalt der Milch. *Züchtungskunde* 63, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 42-50

Grieve D.G., Korver S., Rijpkema Y.S., Hof G. (1986). Relationship between milk composition and some nutritional parameters in early lactation. *Livestock Production Science* 14, 239-254

Gustafsson A.H., Emanuelson U. (1996). Milk acetone concentration as an indicator of hyperketonaemia in dairy cows- the critical value revised. *Journal of Animal Science* 63, 183-188

Hagmüller W. (2002). Untersuchungen an Braunviehrindern im oberösterreichischen Innviertel – Stoffwechselprofile der ersten 100 Laktationstage. Dissertation, Veterinärmedizinische Universität Wien, 63

Hamann J., Krömker V. (1997). Potential of specific milk composition variables for cow health management. *Livestock Production Science* 48, 201-208

Heuer C, Pflug W. (1994) Der Diagnostische Wert von Ergebnissen der ersten Milchkontrolluntersuchung post partum in Hinblick auf Puerperalstörungen und Gützeit von Fleckviehkühen. *Tierärztliche Umschau* 49, 491-497

Heuer C., Schukken Y.H., Dobbelaar P. (1999). Postpartum Body Condition Score and Results from the First Test Day Milk as Predictors of Disease, Fertility, Yield, and Culling in Commercial Dairy Herds. *Journal of Dairy Science* 82, 295-304

Heuer C., Van Straalen W.M., Schukken J.H., Dirkzwager A., Noordhuizen J.P.T.M. (2000). Prediction of energy balance in a high yielding dairy herd in early lactation: model development and precision. *Livestock Production Science* 65, 91-105

Kichgeßner M., Roth F.X., Schwarz F.J., Stangl G.I. (2008). *Tierernährung. Leitfaden für Studium, Beratung und Praxis*. 12 neu überarbeitete Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 110-118

Klug F., Rehbock F., Wagler A. (2004). Aktuelle Probleme bei der Milchkuh. Ketose-Ovarialzyste- Nutzungsdauer- Züchterische Möglichkeiten zur Stabilisierung der Gesundheit. *Lehmanns Media, Berlin*, 15-21

Nielen M., Aarts M.G.A., Jonkers A.G.M., Wensing T., Schukken Y.H. (1994). Evaluation of two cowside tests for the detection of subclinical ketosis in dairy cows. *The Canadian Veterinary Journal* 35, 229-232

Reid I.M. (1983). Reproductive performance and fatty liver in Guernsey cows. *Animal Reproduction Science* 5, 275-279

Reist M., Erdin D., von Euw D., Tschuemperlin K., Leuenberger H., Chilliard Y., Hammon H.M., Morel C., Philipona C., Zbinden Y., Kuenzi N., Blum J.W. (2002). Estimation of energy balance at the individual and herd level using blood and milk traits in high-yielding dairy cows. *Journal of Dairy Science* 85, 3314-3327

SAS (2003). SASTM. Version 9.1. SAS Institute Inc. Cary NC. USA

Schiemann C. (1996). Untersuchung von Serumglukose- und Ketonkörper-Tagesprofilen bei gesunden und an primärer Ketose erkrankten Kühen unter Natriumpropionatbehandlung. Betrachtungen zur semiquantitativen Ketosedagnostik. Dissertation Vet. Med. Gießen.

Schwarz F.J., Gruber L. (1999). Futteraufnahme-Einflussfaktoren und Abschätzung, In: Fütterung der 10.000-Liter-Kuh. Arbeiten der DLG, Band 196, DLG Verlag, Frankfurt am Main, 171-191

Semlitsch S. (2008). Gesundheitsmonitoring in der Praxis: Was sagen die Praktiker? Moderne Werkzeuge für das Herdenmanagement, Sonderbeilage in „Der fortschrittliche Landwirt“

Siebert F., Pallauf J. (2010). Analyse von Ergebnissen der Milchleistungsprüfung in Hessen im Hinblick auf ein Ketoserisiko. *Züchtungskunde* 83, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 112-122

Steen A., ØSterås O., Grønstøl H. (1996). Evaluation of Additional Acetone and Urea Analyses, and of the Fat-Lactose-Quotient in Cow Milk Samples in the Herd Recording System in Norway. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, 43, 181–191

Spoehr M., Wiesner H.U. (1991). Kontrolle der Herdengesundheit und Milchproduktion mit Hilfe der erweiterten Milchleistungsprüfung. *Milchpraxis* 29, 231-236

Ulbrich M., Hoffmann M., Drochner W. (2004). Fütterung und Tiergesundheit. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart(Hohenheim), 175-192

Wenninger A., Distl O. (1994). Harnstoff- und Azetongehalt in der Milch als Indikatoren für ernährungsbedingte Fruchtbarkeitsstörungen der Milchkuh. Deutsche tierärztliche Wochenschrift 101, 152-157

Wurm K. (2010). Fütterungsfehler und ihre Interpretation durch die Milchinhaltstoffe. 3.Tierärztetagung, Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, Irnding, 5-8

Zottl K. (2008). Milchleistungsprüfung Neuer Tagesbericht mit Gesundheitsmonitoring. Moderne Werkzeuge für das Herdenmanagement, Sonderbeilage in „Der fortschrittliche Landwirt“, 2008