**Universität für Bodenkultur Wien**

**Department für Nachhaltige Agrarsysteme**

**Institut für Nutztierwissenschaften**

# Analyse der Häufigkeiten von Stoffwechselstörungen und Mastitis bei Milchkühen

**Masterarbeit**

vorgelegt von Thomas Tüchler

**Betreuer**

PD Dr. Birgit Fürst-Waltl

Ao.Univ.Prof Dr. Werner Zollitsch

Wien, im August 2015

# Danksagung

Einen besonderen Dank möchte ich hiermit all jenen Personen aussprechen, die mich im Laufe meines Studiums und insbesondere bei der Verfassung dieser Arbeit in fachlicher und menschlicher Hinsicht unterstützt und mir mit Rat und Tat geholfen haben.

Mein besonderer Dank gilt Frau PD Dr. Birgit Fürst-Waltl und Herrn Ao.Univ.Prof Dr. Werner Zollitsch für die stets konstruktive Betreuung und herzliche Unterstützung. Des Weiteren möchte ich Frau Dr. Christa Egger-Danner und Herrn DI Franz Steininger für die Bereitstellung von Daten und wertvollen Inputs sehr herzlich danken. An dieser Stelle möchte ich mich auch bei zahlreichen ProfessorInnen und StudienkollegInnen, die mir im Rahmen von Seminaren, Besprechungen oder persönlichen Gesprächen wertvolle Anregungen und Verbesserungsvorschläge gegeben haben, bedanken.

Ein weiterer Dank gilt den am Projekt „Efficient Cow“ teilnehmenden Betrieben, dem Landeskontrollverband und all jenen Personen, die wertvolle Daten für die meine späteren Auswertungen gesammelt haben

Abschließend gilt ein großes Dankeschön meiner Familie und meiner Freundin Magdalena Zehetner, die dies alles erst ermöglicht haben.

# Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung und Fragestellung ..... 1
2 Literaturübersicht ..... 3
2.1 Erkrankungen ..... 3
2.1.1 Ketose (Acetonämie) ..... 3
2.1.2 Pansenacidose (Pansenübersäuerung) ..... 7
2.1.3 Hypokalzämie (Milchfieber) ..... 9
2.1.4 Mastitis (Euterentzündung) ..... 14
2.2 Benchmarking ..... 19
2.2.1 Definition und Grundmodell ..... 19
2.2.2 Benchmarks (Zielwerte) ..... 21
3 Material und Methoden ..... 22
3.1 Datenbasis und -einschränkung ..... 22
3.1.1 Projekt „Efficient Cow“ ..... 22
3.1.2 Datenbasis ..... 22
3.1.3 Dateneinschränkung & Klasseneinteilung ..... 25
3.2 Datenaufbereitung und statistische Auswertung ..... 30
3.2.1 Datenverteilung und -häufigkeiten ..... 31
3.2.2 Statistische Auswertung einzelner Parameter ..... 31
3.2.3 Statistische Modelle ..... 32
4 Ergebnisse ..... 34
4.1 Deskriptive Auswertung ..... 34
4.1.1 Diagnosen ..... 34
4.1.2 Keto-Test ..... 35
4.1.3 Korrelationen zwischen Ketose-Diagnosen und Keto-Test ..... 36
4.1.4 Korrelationen zwischen BCS, LM bzw. deren Verlust ..... 37
4.2 Einfluss betriebsbezogener Parameter ..... 37
4.2.1 Diagnosen ..... 37
4.2.2 Keto-Test ..... 39
4.3 Einfluss von Rasse, Erstkalbealter, Laktationszahl, Kalbeverlauf und Kalbesaison ..... 39
4.3.1 Diagnosen ..... 39
4.3.2 Keto-Test ..... 44

4.4 Einfluss von BCS und LM bei der Abkalbung bzw. deren Verlust zu Laktationsbeginn ..... 48
4.4.1 Diagnosen ..... 48
4.4.2 Keto-Test ..... 53
4.5 Zusammenhang mit Milchleistungsparametern ..... 57
4.5.1 Diagnosen ..... 57
4.5.2 Keto-Test ..... 62
5 Diskussion ..... 64
5.1 Deskriptive Auswertung ..... 64
5.2 Einfluss betriebsbezogener Parameter ..... 66
5.3 Einfluss von Rasse, Erstkalbealter, Laktationszahl, Kalbeverlauf und Kalbesaison ..... 68
5.4 Einfluss von BCS und LM bei der Abkalbung bzw. deren Verlust zu Laktationsbeginn ..... 71
5.5 Zusammenhang mit Milchleistungsparametern ..... 74
5.6 Benchmarking und Empfehlungen ..... 78
6 Schlussfolgerungen ..... 81
Zusammenfassung ..... 84
Abstract ..... 85
Literaturverzeichnis ..... 86
Anhang ..... 92

# Tabellenverzeichnis

**Tabelle 1:** Benchmarks aus der Literatur zu Stoffwechselstörungen und Mastitis ... 21
**Tabelle 2:** Absolute und relative Häufigkeiten von Stoffwechselstörungen und Mastitis auf Einzeltierebene (N=5985) ... 34
**Tabelle 3:** Auftreten von Stoffwechselstörungen und Mastitis auf Betriebsebene in% ... 35
**Tabelle 4:** Auftreten von Stoffwechselstörungen und Mastitis nach Laktationstags-Klassen (eingeteilt in 30-Tage Schritten) ... 35
**Tabelle 5:** Korrelationen (nach Pearson) zwischen Ketose-Diagnosen und den Ergebnissen des Keto-Tests auf Einzeltierebene (N=3530) ... 36
**Tabelle 6:** Korrelationen (nach Pearson) zwischen Ketose-Diagnosen und den Ergebnissen des Keto-Tests auf Betriebsebene (N=158) ... 36
**Tabelle 7:** Korrelationen (nach Pearson) zwischen BCS und Lebendmasse (LM) bei Abkalbung bzw. deren Verlust zu Laktationsbeginn (N=3004) ... 37
**Tabelle 8:** Einfluss betriebsbezogener Parameter auf das Auftreten von Stoffwechselstörungen und Mastitis ... 38
**Tabelle 9:** Einfluss der Rasse auf Stoffwechselstörungen und Mastitis ... 40
**Tabelle 10:** Einfluss der Laktationszahl-Klasse auf Stoffwechselstörungen und Mastitis ... 41
**Tabelle 11:** Einfluss des Kalbeverlaufs auf Stoffwechselstörungen und Mastitis ... 42
**Tabelle 12:** Einfluss der Kalbesaison auf Stoffwechselstörungen und Mastitis ... 43
**Tabelle 13:** Einfluss der Laktationszahl-Klasse auf den Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren ... 45
**Tabelle 14:** Einfluss der Kalbesaison auf den Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren ... 47
**Tabelle 15:** Einfluss des BCS bei der Abkalbung auf Stoffwechselstörungen und Mastitis ... 48
**Tabelle 16:** Einfluss des BCS-Verlusts zu Laktationsbeginn auf Stoffwechselstörungen und Mastitis ... 49
**Tabelle 17:** Einfluss der Lebendmasse bei der Abkalbung auf Stoffwechselstörungen und Mastitis ... 51
**Tabelle 18:** Einfluss des LM-Verlusts zu Laktationsbeginn auf Stoffwechselstörungen und Mastitis ... 52

**Tabelle 19:** Einfluss des BCS-Verlusts zu Laktationsbeginn auf die Ergebnisse des Keto-Tests ..... 54
**Tabelle 20:** Einfluss der Lebendmasse bei der Abkalbung auf die Ergebnisse des Keto-Tests ..... 55
**Tabelle 21:** Einfluss des LM-Verlusts zu Laktationsbeginn auf die Ergebnisse des Keto-Tests ..... 56
**Tabelle 22:** Zusammenhang zwischen der Einsatzleistungs-Klasse und dem Auftreten von Stoffwechselstörungen und Mastitis ..... 58
**Tabelle 23:** Zusammenhang zwischen der Einsatzleistungs-Klasse innerhalb des Betriebes und dem Auftreten von Stoffwechselstörungen und Mastitis ..... 58
**Tabelle 24:** Zusammenhang zwischen dem Fett-Gehalt in der Milch und dem Auftreten von Stoffwechselstörungen und Mastitis ..... 60
**Tabelle 25:** Zusammenhang zwischen dem Eiweiß-Gehalt in der Milch und dem Auftreten von Stoffwechselstörungen und Mastitis ..... 60
**Tabelle 26:** Zusammenhang zwischen dem FEQ und dem Auftreten von Stoffwechselstörungen und Mastitis ..... 61
**Tabelle 27:** Zusammenhang zwischen dem Harnstoff-Gehalt in der Milch und dem Auftreten von Stoffwechselstörungen und Mastitis ..... 61
**Tabelle 28:** Zusammenhang zwischen dem Laktose-Gehalt in der Milch und dem Auftreten von Stoffwechselstörungen und Mastitis ..... 62
**Tabelle 29:** Zusammenhang zwischen der Einsatzleistung bzw. der Einsatzleistung innerhalb des Betriebes und den Keto-Test Ergebnissen (N=2741) ..... 62
**Tabelle 30:** Zusammenhang zwischen Milchinhaltsstoff-Gehalten und den Ergebnissen des Keto-Tests (N=2741) ..... 63
**Tabelle 31:** Benchmarking für Gesundheitsparameter: Vorschlag für die Eigenbeurteilung von Projektbetrieben ..... 78
**Tabelle 32:** Richtwerte bzw. Empfehlungen zu ausgewählten Parametern ..... 79
**Tabelle 33:** Ergebnisse der multivariaten Modelle für den BCS bei der Abkalbung . 92
**Tabelle 34:** Ergebnisse der multivariaten Modelle für den BCS-Verlust zu Laktationsbeginn ..... 92
**Tabelle 35:** Ergebnisse der multivariaten Modelle für die LM bei der Abkalbung ..... 93
**Tabelle 36:** Ergebnisse der multivariaten Modelle für den LM-Verlust zu Laktationsbeginn ..... 93

# Abbildungsverzeichnis

**Abbildung 1:** Schätzung des Gehaltes an Betahydroxybuttersäure (ELANCO, 2015) 5
**Abbildung 2:** Grundmodell eines Benchmarking-Prozesses (BRADLEY ET AL., 2013) ..... 19
**Abbildung 3:** Geographische Verteilung der Betriebe nach der Anzahl an Betrieben je Postleitzahl (PLZ) (ZAR, 2014) ..... 23
**Abbildung 4:** Relative Erkrankungshäufigkeit von Milchfieber, akuter und chronischer Mastitis nach der Laktationszahl-Klasse (LS-Means, N=2945) ..... 41
**Abbildung 5:** Relative Erkrankungshäufigkeit von Milchfieber nach dem Kalbeverlauf (LS-Means, N=2945) ..... 42
**Abbildung 6:** Relative Erkrankungshäufigkeit von akuter und chronischer Mastitis nach der Kalbesaison (LS-Means, N=2945) ..... 44
**Abbildung 7:** Anteil Ketose-verdächtiger Tiere nach dem Erstkalbealter (N=2146) 45
**Abbildung 8:** Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren nach der Laktationszahl-Klasse (LS-Means, N=2146) ..... 46
**Abbildung 9:** Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren nach der Kalbesaison (LS-Means, N=2146) ..... 47
**Abbildung 10:** Relative Erkrankungshäufigkeit von Ketose und Milchfieber nach dem BCS bei der Abkalbung (N=2945) ..... 49
**Abbildung 11:** Relative Erkrankungshäufigkeit von Ketose, Milchfieber und akuter Mastitis nach der BCS-Veränderung zu Laktationsbeginn (N=2945) ..... 50
**Abbildung 12:** Relative Erkrankungshäufigkeit von Ketose und Milchfieber nach der Lebendmasse bei der Abkalbung (N=2945) ..... 52
**Abbildung 13:** Relative Erkrankungshäufigkeit von Ketose und Milchfieber nach der Lebendmasse-Veränderung zu Laktationsbeginn (N=2945) ..... 53
**Abbildung 14:** Anteil Ketose-verdächtiger Tiere nach dem BCS bei der Abkalbung (N=2146) ..... 54
**Abbildung 15:** Anteil Ketose-verdächtiger Tiere nach der BCS-Veränderung zu Laktationsbeginn (N=2146) ..... 55
**Abbildung 16:** Anteil Ketose-verdächtiger Tiere nach der Lebendmasse bei der Abkalbung (N=2146) ..... 56
**Abbildung 17:** Anteil Ketose-verdächtiger Tiere nach der Lebendmasse-Veränderung zu Laktationsbeginn (N=2146) ..... 57

**Abbildung 18:** Relative Erkrankungshäufigkeit an Ketose, Milchfieber und akuter Mastitis nach der Einsatzleistung (N=2945) ..... 59
**Abbildung 19:** Auswirkungen der Dateneinschränkungen auf die relative Erkrankungshäufigkeit von akuter und chronischer Mastitis anhand des BCS ..... 94
**Abbildung 20:** Auswirkungen der Dateneinschränkungen auf die relative Erkrankungshäufigkeit von akuter und chronischer Mastitis anhand des BCS-Verlusts ..... 94
**Abbildung 21:** Auswirkungen der Dateneinschränkungen auf die relative Erkrankungshäufigkeit von akuter und chronischer Mastitis anhand der LM ..... 95
**Abbildung 22:** Auswirkungen der Dateneinschränkungen auf die relative Erkrankungshäufigkeit von akuter und chronischer Mastitis anhand des LM-Verlusts ..... 95

# Abkürzungsverzeichnis

| | |
|---|---|
| BCS | Body Condition Score |
| BV | Braunvieh |
| FEQ | Fett-Eiweiß-Quotient |
| FV | Fleckvieh |
| HF | Holstein-Friesian |
| LKV | Landeskontrollverband |
| LM | Lebendmasse |
| MLP | Milchleistungsprüfung |
| TMR | Totale Mischration |
| AGR | Aufgewertete Grundfutterration |

# 1 Einleitung und Fragestellung

Die Milchproduktion in Österreich gehört mit einem Anteil von 13,5 % des Produktionswertes zu den wichtigsten Wirtschaftsbereichen innerhalb der Land- und Forstwirtschaft. Rund 33.000 Milchviehbetriebe legen den Grundstein für die Versorgung unserer Gesellschaft mit dem Grundnahrungsmittel Milch und tragen darüber hinaus wesentlich zur Erhaltung einer vielfältigen, intakten Kulturlandschaft bei. Der ständig steigende Preisdruck am Milchmarkt durch billige Importware aus Ländern mit größeren Erzeugungsstrukturen, Kürzungen des Agrarbudgets und immer strenger werdende Richtlinien bezüglich Ernährungssicherheit, Tier- und Umweltschutz führen zu steigenden Anforderungen in der Milchproduktion (BMLFUW, 2014). Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, ist eine Optimierung der Produktion, Steigerung der Arbeitseffizienz und Verbesserung der Wirtschaftlichkeit erforderlich. Hierbei ist vor allem auch eine „ideale“ Kuh notwendig, die problemlos, nachhaltig und effizient mit den betriebseigenen Futtermitteln möglichst viel Milch produziert und gesunde Kälber zur Welt bringt. Dies erfordert laut ZAR (2013) ein optimales Zusammenspiel der drei Bereiche Milchleistung, Gesundheit und Futterverwertung.

Wie aus dem Jahresbericht 2014 der ZAR (2014) entnommen werden kann, hat sich die Milchleistung in den letzten 50 Jahren von 3.619 kg (1964) auf 7.200 kg (2013) nahezu verdoppelt. Diese enorme Leistungssteigerung, insbesondere in den letzten 10 bis 20 Jahren, ist das Ergebnis effektiver Züchtung und optimiertem Herden- und Fütterungsmanagement, jedoch treten dadurch auch Stoffwechselstörungen und Mastitiden mehr und mehr in den Vordergrund (DE KRUIF ET AL., 2007). Diese führen neben einem deutlich verringerten Milcherlös, bedingt durch eine geringere Milchleistung und -qualität, unter anderem auch zu einem erhöhten Arbeitsaufwand, Störungen der Fruchtbarkeit und zusätzlichen Kosten für Medikamente und Tierarzt. Abgesehen von diesen ökonomischen Aspekten mindern Stoffwechselstörungen und Mastitiden auch erheblich das Tierwohl (HERINGSTAD ET AL., 2000).

Aufgrund der bereits genannten und weiteren Auswirkungen von Stoffwechselstörungen wird diesem Themenkomplex in der Praxis und Wissenschaft immer mehr Aufmerksamkeit geschenkt. Um unter anderem Fragen in den Bereichen Produktionseffizienz, Tiergesundheit und Stoffwechsel nachzugehen, wurde im Jänner 2012 das Projekt „Efficient Cow“ von der Rinderzucht Austria und ihren

Partnern gestartet, wobei im Zuge dessen neben anderen Merkmalen auch umfangreiche Gesundheitsdaten in ausgewählten österreichischen Milchviehbetrieben erfasst wurden.
Im Rahmen der vorliegenden Arbeit sollen nun anhand der von VeterinärInnen und TierbetreuerInnen gesammelten Gesundheitsdaten (Diagnosen, Beobachtungen, Keto-Test) bezüglich Ketose (Acetonämie), Pansenacidose (Pansenübersäuerung), Hypokalzämie (Milchfieber) und Mastitis (Euterentzündung) Zusammenhänge zu tier - & betriebsbezogenen Parametern analysiert werden.

**Dabei wurden folgende Forschungsfragen gestellt:**

- Inwieweit beeinflussen tier -& betriebsbezogene Parameter das Auftreten von Stoffwechselstörungen (Ketose, Acidose, Milchfieber) und Mastitis?
    - Wie wirken sich ausgewählte Parameter des Betriebsmanagements auf das Auftreten von Stoffwechselstörungen und Mastitis aus?
    - Welchen Einfluss haben Rasse, Erstkalbealter, Laktationszahl, Kalbeverlauf und Kalbesaison auf das Auftreten von Stoffwechselstörungen und Mastitis?
    - Welchen Einfluss haben Lebendmasse und BCS bei der Abkalbung bzw. deren Verlust zu Laktationsbeginn auf Stoffwechselstörungen und Mastitis?
    - Welcher Zusammenhang besteht zwischen den Merkmalen der routinemäßigen Milchkontrolle und dem Auftreten von Stoffwechselstörungen und Mastitis?
    - Ermittlung der Unterschiede zwischen Betrieben und gleichzeitige Ausarbeitung von Richtwerten bzw. Empfehlungen im Sinne eines Benchmarking-Ansatzes.

# 2 Literaturübersicht

Im folgenden Kapitel werden wesentliche Informationen aus der Literatur, welche für die vorliegende Arbeit von Bedeutung sind, dargelegt.

## 2.1 Erkrankungen

### 2.1.1 Ketose (Acetonämie)

Die Ketose zählt neben der Hypokalzämie und der Pansenacidose zu den wichtigsten Stoffwechselerkrankungen einer Milchkuh. Betroffen sind häufig Milchkühe um den Geburtszeitpunkt, sowie in den ersten 6-8 Wochen der Laktation. Hinsichtlich des Krankheitsbildes wird zwischen der klinischen und subklinischen Ketose unterschieden. Das Auftreten von klinischen Ketosen ist grundsätzlich sehr gering, wobei die relative Häufigkeit an erkrankten Tieren laut einem Bericht des Gesundheitsmonitorings in Österreich zwischen 0,77 und 1,12 % liegt (ZUCHTDATA, 2014). Das Auftreten von subklinischen Ketosen ist nur schwer zu schätzen, jedoch wird angenommen, dass der Anteil an betroffenen Tieren deutlich höher liegt (DE KRUIF ET AL., 2007). Laut MCART ET AL. (2012) erkranken zwischen 26 und 56 % der Milchkühe an subklinischer Ketose.

#### Ursache

Auslöser einer primären Ketose sind laut GASTEINER (2000) eine negative Energiebilanz des Tieres und eine darauf folgende Störung des Kohlenhydrat- und Fettstoffwechsels. Diese tritt vor allem um den Zeitpunkt der Abkalbung und den folgenden ersten Wochen der Laktation auf, da in diesem Zeitraum häufig eine gewisse Diskrepanz zwischen Energiebedarf und Futteraufnahme besteht. Die Deckung dieses, durch eine ungenügende Energieaufnahme entstehenden Energiedefizits erfolgt durch eine erhöhte Mobilisation von Körperreserven, wobei ein gewisser Abbau einen physiologisch normalen Kompensationsmechanismus zur Energiebereitstellung darstellt. Zur Energiegewinnung müssen die beim Abbau von Körperreserven entstehenden Produkte in den Citratzyklus eingeschleust werden. Bei starkem und schnellem Abbau an Körpermasse bzw. gleichzeitigem Mangel an Glucose können die Abbauprodukte nicht vollständig katabolisiert werden und es kommt zu einer krankhaften Anhäufung von Ketonkörpern (Azeton, Azetoazetat und β-Hydroxybuttersäure) im Blut. Weiters können Ketosen auch infolge anderer

Erkrankungen oder durch Umsetzung von Buttersäure entstehen (sekundäre Ketose) (DE KRUIF ET AL., 2007).

## Krankheitsbild

Die wesentlichen Symptome einer Ketose sind ein selektiver Appetitverlust bzw. damit verbundene geringere Futteraufnahme, ein starker Verlust an Körperkondition und ein deutlicher Abfall der Milchleistung. Darüber hinaus wird auch die Kotkonsistenz fester und dunkler, die ausgeatmete Luft riecht vermehrt nach Azeton, der Milchfettgehalt steigt deutlich an und Anzeichen von nervösen Störungen, wie Übererregbarkeit, Muskelzittern, Taumeln oder Schläfrigkeit sind erkennbar (GASTEINER, 2000).

## Diagnose

Das Auftreten von Symptomen liefert erste Hinweise für das Vorliegen einer Ketose. Um diese Vermutung bestätigen zu können, bedarf es einer Messung von Ketonkörpern in Milch, Urin oder Blut. Dieser Nachweis erfolgt semiquantitativ mithilfe von Teststreifen, wobei diese üblicherweise auf der Legal'schen Probe basieren und den Azetazetat-Gehalt nachweisen. Praktische Bedeutung haben vor allem der Harn- und Milchketonkörpernachweis, wobei letzterer aufgrund der einfacheren praktischen Durchführbarkeit vorrangig verwendet wird (GASTEINER, 2000).

Da auch im Rahmen des Efficient Cow Projektes ein Ketonkörper-Test durchgeführt wurde und diese Ergebnisse für die vorliegende Arbeit von Bedeutung sind, wird folgend auf den verwendeten Milchketonkörper-Test näher eingegangen.

## Milchketonkörper-Test von Elanco

Beim Milchketonkörper-Test, oder einfach kurz Keto-Test, von Elanco handelt es sich um einen Milchtest, welcher den Anteil an Betahydroxybuttersäure (BHB) in µmol/l, stellvertretend für alle Ketonkörper in der Milch, misst. Dabei wird die Konzentration von BHB in der Milch anhand der Stärke der Verfärbung geschätzt (ELANCO, 2010).

Die Durchführung hat dabei wie folgt abzulaufen:

**1** Teststreifen aus dem Kühlschrank nehmen und auf Raumtemperatur erwärmen

**2** Reinigen und desinfizieren der Zitze, aus der die Probe entnommen werden soll, Zitze vormelken

**3** Milch in einen Probebehälter füllen

**4** Teststreifen drei Sekunden in die Milch tauchen und die überschüssige Milch abschütteln

**5** Nach einer Minute den Teststreifen mit dem Farbdiagramm auf dem Teststreifen-Behälter (siehe Abbildung 1) vergleichen, wobei ein positives Ergebnis bei ≥100µmol/l vorliegt

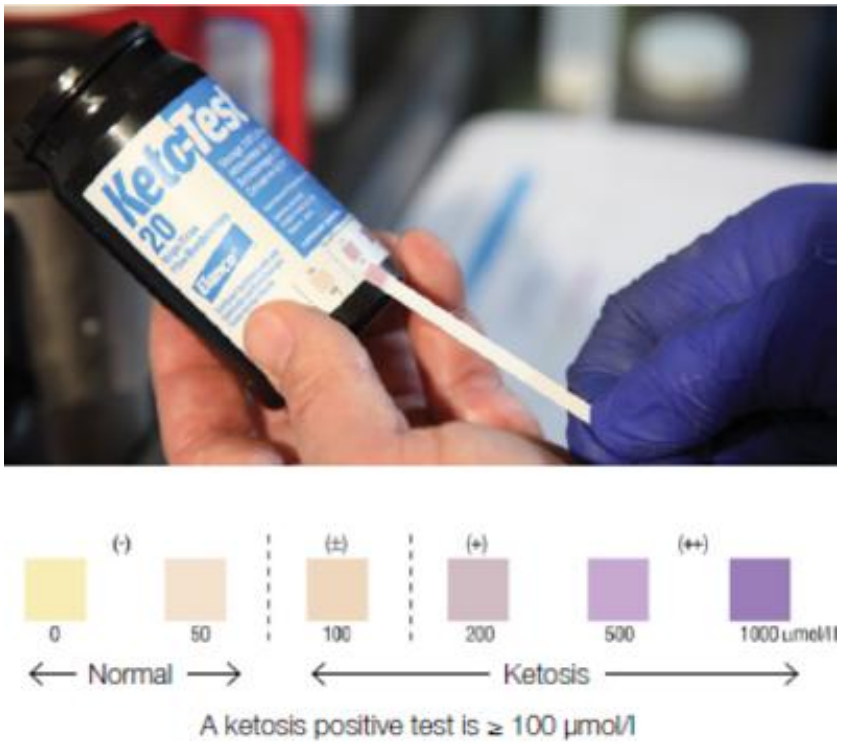


**Abbildung 1:** Schätzung des Gehaltes an Betahydroxybuttersäure (ELANCO, 2015)

Bei der Erfassung sollten zusätzlich die Eutergesundheit (nur gesunde Euter testen) und der Zeitpunkt der Probenziehung beachtet werden, da diese das Ergebnis maßgeblich verfälschen können (GASTEINER, 2000).

Hinsichtlich Sensivität und Spezifität können laut OETZEL (2004) ebenfalls zufriedenstellende Ergebnisse erwartet werden. Die Sensivität, welche den Anteil der mittels Keto-Tests richtig als krank erkannten Tiere beschreibt, liegt bei einem Grenzwert von 100 µmol/l bei 87 % und die Spezifität, welche den Anteil der mittels Keto-Tests richtig als gesund erkannten Tiere beschreibt, liegt bei einem Grenzwert von 100 µmol/l bei 83 %.

## Behandlung

Bei Vorliegen einer Ketose ist eine intravenöse Applikation von Glucose hilfreich, um den Glucosehaushalt zu verbessern. Dies wirkt jedoch nur kurzfristig und deshalb sind darüber hinaus noch begleitende Maßnahmen zu setzen. Diese sind laut BUSCH ET AL. (2004) eine Verbesserung der Futteraufnahme, eine Vermeidung der Proteinüberversorgung, sowie ein Ausscheiden ketogener Komponenten aus der Futterration. Unterstützend auf den Abbau von Ketonkörpern wirken laut GASTEINER (2000) auch die Verabreichung von glukoplastischen Substanzen und eine regelmäßige Bewegung.

## Prophylaxe

Die wichtigste prophylaktische Maßnahme zur Vermeidung einer Ketose stellt die bedarfsgerechte, an den jeweiligen Leistungsabschnitt angepasste Fütterung der Tiere dar (DE KRUIF ET AL., 2007). Insbesondere sollte der Trockenstehperiode Beachtung geschenkt werden, da diese wesentlich auf das Auftreten von Stoffwechselstörungen einwirkt. Sowohl bei trockenstehenden Milchkühen, aber auch bei hochträchtigen Kalbinnen sollte die Ansammlung übermäßiger Fettreserven vermieden werden, da dies, durch eine erhöhte Anfälligkeit für Schwergeburten, geringeren Appetit und unzureichende Futteraufnahme, das Auftreten einer Ketose fördert. Neben stark überkonditionierten Tieren sollten aber auch unterkonditionierte Tiere vermieden werden, da diese über zu wenig Körperfettreserven verfügen und somit nicht in der Lage sind, einen gewissen Energiemangel in der ersten Laktationsphase zu kompensieren. Laut GASTEINER (2000) ist deshalb unmittelbar zur Abkalbung ein Body Condition Score (BCS) von 3,0 bis 3,5 anzustreben.

Zusätzlich zur bedarfsgerechten Fütterung bedarf es auch einer Optimierung der Fütterungsbedingungen (Fütterungsrhythmus, Fütterungstechnik, Fressplätze, etc.), sowie des Haltungssystems (Liegeplatzqualität, etc.).

Weitere Maßnahmen zur Prophylaxe von Ketose sind die Verabreichung von glukoplastischen Substanzen (Polypropylenglycol, Natrium-Propionat, etc.) und anderer Zusatzstoffe, die den Blutglucosegehalt erhöhen, sowie eine regelmäßige Auswertung der Milchleistungsdaten, eine fortlaufende Konditionskontrolle und eine Überwachung des Ketonkörpergehaltes in der Milch (DE KRUIF ET AL., 2007).

### 2.1.2 Pansenacidose (Pansenübersäuerung)

Die Pansenacidose zählt, wie bereits erwähnt, zu den bedeutendsten Stoffwechselerkrankungen in der Milchviehhaltung, wobei zwischen der akuten und subklinischen Form unterschieden wird. Während die relative Erkrankungshäufigkeit von akuter Pansenacidose mit 0,07 % (ZUCHTDATA, 2014) relativ niedrig ist, ist die subklinische mit einer Prävalenz von rund 20 % (KLEEN ET AL.; 2013) von hoher praktischer Relevanz. Die Bedeutung hat insbesondere in den letzten Jahrzehnten durch den enormen Milchleistungsanstieg deutlich zugenommen. Zur Deckung des Energiebedarfs von Hochleistungstieren muss aufgrund des begrenzten Futteraufnahmevermögens die Energiedichte der Ration entsprechend erhöht werden (MARTENS, 2012). Um dies zu erreichen, müssen energieärmere Komponenten zunehmend durch energiereiche ersetzt werden, d.h. es kommt zu einem vermehrten Einsatz an Kraftfutter (PLAIZIER ET AL., 2008), wodurch das Risiko an einer Pansenacidose zu erkranken, deutlich erhöht wird.

#### Ursache

Das Auftreten einer Pansenacidose wird wesentlich durch die Verfütterung hoher Mengen leicht verdaulicher Kohlenhydrate (Kraftfutter) und gleichzeitig verringerter Aufnahme an strukturreichen Rationskomponenten begünstigt (PLAIZIER ET AL., 2008). Die Aufnahme hoher Mengen an leicht fermentierbaren Kohlenhydraten (Stärke und Zucker) verursacht einen Anstieg der Konzentration an flüchtigen Fettsäuren im Pansen. Zusätzlich führt die verringerte Aufnahme an strukturreichen Rationskomponenten zu einer verringerten Wiederkauaktivität und somit steht weniger Speichel als Puffersubstanz für den Pansen zur Verfügung. In weiterer Folge kann es zum Absinken des pH-Wertes im Pansen und somit zu einer Pansenübersäuerung kommen (MARTENS, 2012).

Weitere Ursachen können eine fehlende Anpassung der Pansenmikroben bzw. Pansenwand an unterschiedliche Rationen, insbesondere bei der Umstellung einer rohfaserreichen Ration in der Trockenstehzeit zu einer energie- und konzentratreichen Ration bei Laktationsbeginn, bzw. ein mangelhaftes Fütterungsmanagement (Kraftfutterzuteilung, etc.) darstellen (SPIEKERS ET AL., 2009).

## Krankheitsbild

Wesentliche Symptome einer Pansenacidose sind eine Verringerung der Wiederkauaktivität, Futteraufnahme und Rohfaserverdaulichkeit. Des Weiteren kommt es zu einer Verringerung der Milchleistung und zu wesentlichen Veränderungen der Milchzusammensetzung, wobei es insbesondere zu einem starken Abfall des Milchfettgehaltes kommt. Die betroffenen Tiere weisen oftmals eine deutlich veränderte Kotkonsistenz (dünnbreiig) auf, weiters kann es zum vermehrten Auftreten von Lahmheiten bzw. Klauen- und Fruchtbarkeitsproblemen kommen. Bei starker und länger anhaltender Pansenübersäuerung kann die Pansenschleimheit geschädigt werden, wodurch diese in weiterer Folge durchlässiger für Bakterien wird. Diese können dann über die Pfortader in die Leber gelangen und dort zu Abszessen führen (SPIEKERS ET AL., 2009; PLAIZIER ET AL., 2008; DOLL, s.a.).

## Diagnose

Die beschriebenen Symptome liefern erste Hinweise für das Vorliegen einer Acidose. Um diese Vermutung bestätigen zu können, bedarf es einer Messung des Pansen-pH-Wertes. Dies kann entweder durch die Entnahme von Pansensaft oder mittels pH-Sensoren erfolgen. Bezüglich der Entnahme von Pansensaft besteht die Möglichkeit diesen mit Hilfe spezieller Schlundsonden (Pansensaft-Entnahmesonden) oder durch Punktion des unteren Pansensackes (Ruminozentese) zu gewinnen. Da es sich bei diesen Methoden aber nur um eine Momentaufnahme handelt, welche die tageszeitlichen Schwankungen des Pansen-pH-Wertes nicht abzubilden vermag, und die Gewinnung von Pansensaft mit einem erheblichen Aufwand verbunden ist, finden zunehmend pH-Sensoren Verwendung. Diese ähneln einer Kapsel (Bolus), in welcher eine Messsonde zusammen mit einem Sender zur Datenübertragung untergebracht ist. Die Eingabe erfolgt verhältnismäßig einfach über den Schlund des Tieres, ähnlich wie bei einem Fremdkörper-Magneten (DOLL, s.a.).

## Behandlung

Bei Vorliegen von akuter Acidose ist jedenfalls der Tierarzt beizuziehen, um geeignete Maßnahmen zu setzen. Diese können von einer Korrektur des Pansen-pH-Wertes durch die Verabreichung von Puffersubstanzen ($NaHCO_3$, etc.) bis zur

Entfernung bzw. Eingabe von Pansensaft reichen. Liegt eine suklinische Acidose vor, liegt die Priorität auf der Kontrolle und Adaption der Rationszusammensetzung bzw. des Fütterungsmanagements. Zusätzlich können auch puffernde Substanzen in die Ration eingemischt werden.

### Prophylaxe

Um einer Pansenacidose vorzubeugen ist primär die Rationszusammensetzung zu optimieren, so dass diese einer bedarfs- und wiederkäuergerechten Versorgung entspricht, d.h. leicht lösliche Kohlenhydrate sollten nicht in zu großen Portionen und Gesamtmengen eingesetzt werden, das Verhältnis von Raufutter:Kraftfutter sollte nicht weiter als 1:2 sein bzw. ist auf eine ausreichende Struktur der Futterkomponenten (Strukturwert) zu achten. Hinsichtlich des Fütterungsmanagements sind Mischrationen zu bevorzugen, da hierbei Rau- und Kraftfutter gleichzeitig aufgenommen werden. Bei einer Rationsumstellung sollte den Tieren ausreichend Zeit zur Gewöhnung gegeben werden. Erwähnenswert ist hierbei vor allem die drastische Umstellung einer rohfaserreichen Ration in der Trockenstehzeit zu einer energie- und konzentratreichen Ration zu Laktationsbeginn. Hierbei ist eine schrittweise Anpassung (Anfütterung) notwendig bzw. sollte die Steigerung der Kraftfuttermengen nach der Abkalbung 0,3-0,5 kg pro Tag nicht übersteigen (SPIEKERS ET AL., 2009; DE KRUIF ET AL., 2007).

## 2.1.3 Hypokalzämie (Milchfieber)

Milchfieber ist die am häufigsten anzutreffende Stoffwechselerkrankung in der Milchviehhaltung. Während rund 4 % (ZUCHTDATA, 2014) der Milchkühe an klinischer Hypokalzämie erkranken, liegt die relative Erkrankungshäufigkeit von subklinischer mit rund 40 % um das Zehnfache höher (REINHARDT ET AL., 2011; DOYLE, 2013). Milchfieber, welches aus einem starken Abfall des Blutkalziumspiegels resultiert, tritt vor allem um den Kalbezeitpunkt auf, wobei laut ROCHE ET AL. (2006) rund 90 % der Erkrankungen in den ersten 24 Stunden nach der Abkalbung auftreten. Betroffen sind vor allem ältere und hoch leistende Tiere (DE KRUIF ET AL., 2007).

### Ursache

Milchfieber tritt, wie oben bereits erwähnt, vor allem um den Kalbezeitpunkt auf, da der Ca-Bedarf aufgrund der einsetzenden Milchproduktion sprunghaft ansteigt. Kann dieser erhöhte Bedarf an Kalzium aufgrund einer Störung des Ca-Stoffwechsels und

einer daraus folgenden unzureichenden Ca-Verfügbarkeit nicht gedeckt werden, so kommt es zu einem Abfall des Blutkalziumspiegels und somit zum Auftreten von Milchfieber (DE KRUIF ET AL., 2007). Der Ca-Stoffwechsel bzw. die Ca-Konzentration im Blut wird im Wesentlichen durch die Hormone Parathormon, 1,25-Dihydroxycalciferol (1,25-DHC) und Calcitonin reguliert (WEIß ET AL., 2005). Während die Hauptfunktion von Parathormon und 1,25-Dihydroxycalciferol, der biologisch aktiven Form von Vitamin $D_3$, in einer Erhöhung der Ca-Konzentration im Blut liegt, ist Calcitonin für eine Senkung der Ca-Konzentration verantwortlich (RERAT, 2005). Liegt beispielsweise ein zu geringer Ca-Blutspiegel vor, so wird die Produktion von Parathormon in der Nebenschilddrüse gefördert, wobei dieses Hormon wiederum das Vitamin $D_3$ in der Niere aktiviert. Dieses aktivierte Vitamin $D_3$, auch 1,25 DHC genannt, fördert in der Darmwand die Bereitschaft von Ca-bindenden Proteinen, welche die Ca-Aufnahme aus dem Darm erleichtern. Gleichzeitig sorgen beide Hormone für eine erhöhte Mobilisation von Kalzium aus dem Skelett. Liegt aber ein erhöhter Ca-Blutspiegel vor, so wird die Bildung von Parathormon vermindert und stattdessen vermehrt Calcitonin aus der Schilddrüse abgesondert. Dieses fördert einerseits die Einlagerung von Kalzium in das Skelett und anderseits wird weniger Kalzium aus dem Darm resorbiert und dadurch mehr über den Kot ausgeschieden (WEIß ET AL., 2005). Dieser Regelungsmechanismus wird durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst, auf die nachfolgend näher eingegangen wird.

Als wesentlicher Faktor für die Entstehung von Milchfieber gilt eine übermäßige Ca-Versorgung vor der Abkalbung. Da in jener Phase der Bedarf an Kalzium für die Erhaltung bzw. das fötale Wachstum relativ gering ist, kann dieser bei einem Ca-Überschuss in der Ration ausschließlich aus dem Futter gedeckt werden und die Tiere brauchen Kalzium nicht aus den körpereigenen Reserven mobilisieren (ROCHE, 2012; DE KRUIF ET AL., 2007). Des Weiteren resorbieren Kühe grundsätzlich nur jenen Anteil an Kalzium, der tatsächlich benötigt wird, wobei eine Umstellung bzw. Erhöhung der Resorptionsrate mehrere Tage benötigt. Hinsichtlich des Ca-Stoffwechsels bedeutet dies, dass vermehrt Calcitonin ausgeschüttet wird. Wird daher in der Trockenstehperiode eine Ca-reiche Ration verfüttert, so ist die Resorptionsrate an Kalzium relativ gering. Steigt nun der Ca-Bedarf zur Zeit der Abkalbung als Folge einer vermehrten Abgabe von Kalzium durch die Milchbildung sprunghaft an, so kann die Ca-Resorption nicht schnell genug steigen und es kommt zu einem Abfall des Ca-Blutspiegels (ROCHE, 2012).

Ein weiterer Risikofaktor für die Entstehung von Milchfieber stellt eine unzureichende Mg-Versorgung dar. Magnesium spielt bezüglich des Ca-Haushaltes dahingehend eine entscheidende Rolle, als es für die Wirksamkeit des Parathormons von zentraler Bedeutung ist. Ist nun aufgrund eines Mg-Mangels die Parathormon-Wirksamkeit beeinträchtigt, ist in weiterer Folge auch die Resorption von Kalzium im Darm vermindert (ROCHE, 2012). Mg-Mangel kann einerseits aus niedrigen Mg-Gehalten im Futter und anderseits aus geringer Mg-Verfügbarkeit für das Tier resultieren. Ein verminderter Gehalt an Magnesium im Futter kann infolge eines Mg-Mangels im Boden oder durch eine intensive Düngung entstehen. Letztgenanntes spielt auch hinsichtlich der Mg-Verfügbarkeit für das Tier eine wichtige Rolle. Werden Futterflächen intensiv mit Wirtschaftdünger (z.B. Gülle) gedüngt, so werden große Mengen an Kalium ausgebracht. Dies führt einerseits zu geringen Mg- und gleichzeitig erhöhten K-Gehalten in der Pflanze bzw. im Futter und andererseits vermindert eine erhöhte Versorgung der Tiere mit Kalium zusätzlich die Verfügbarkeit für das Tier, wodurch somit indirekt das Risiko an Milchfieber zu erkranken, erhöht wird (DE KRUIF ET AL., 2007; ROCHE, 2012).

Neben Magnesium und Kalium spielt auch Phosphor eine entscheidende Rolle bezüglich des Auftretens von Milchfieber. Eine erhöhte Versorgung an Phosphor vor dem Abkalben erhöht die P-Konzentration im Blut, wodurch die Bildung von 1,25-DHC gehemmt wird. Dies bewirkt folgend eine verminderte Ca-Resorption im Darm (RERAT, 2005).

Eng in Zusammenhang mit der Mineralstoffversorgung wird auch die DCAB (Dietary Cation Anion Balance), welche sich aus dem Verhältnis von Kationen (K, Na) zu Anionen (Cl, S) ergibt, gebracht (SPIEKERS ET AL., 2009). Der Anteil an Kationen bzw. Anionen bestimmt die Azidität bzw. Alkalität des Blutes (pH-Wert) und dies wiederum beeinflusst die Ca-Resorption im Darm und die Ca-Mobilisation aus dem Skelett (ROCHE, 2012). Liegt nun eine positive Bilanz bzw. ein Überschuss an Kationen vor, werden die oben genannten Prozesse gehemmt, wodurch die Ca-Verfügbarkeit vermindert und somit das Milchfieber-Risiko erhöht wird (DE KRUIF ET AL., 2007).

Auch eine energetische Überversorgung der Kühe in der Trockenstehzeit gilt laut ROCHE (2012) als Risikofaktor für die Entstehung von Milchfieber. Die Gründe dafür liegen in einer verminderten Ca-Resorption, welche aus einer Überversorgung an Kalzium bzw. Kalium resultieren kann oder einer verringerten Futteraufnahme, wobei dabei die Ca-Zufuhr über das Futter vermindert ist. Weiters kann die Überversorgung

zu einer Verfettung der Leber führen, was die Umwandlung von Vitamin $D_3$ in seine aktive Form 1,25-DHC reduziert (RERAT, 2005).
Als weitere Ursachen gelten plötzliche Futterumstellungen, hohes Alter, extreme klimatische Bedingungen bzw. eine genetische Prädisposition (RERAT, 2005; DE KRUIF ET AL., 2007; SPIEKERS ET AL., 2009).

## Krankheitsbild

Das Hauptsymptom einer unzureichenden Ca-Versorgung bzw. eines Ca-Mangels stellt das sog. „Festliegen“ dar, wobei es den Tieren nicht gelingt, den Aufstehvorgang abzuschließen. Zurückzuführen ist dies darauf, dass Kalzium wesentlich für die Nerven- und Muskelfunktion verantwortlich ist (GOFF, 2008). Bei den betroffenen Tieren ist auch die Futteraufnahme, Magen-Darmaktivität und Milchleistung deutlich vermindert. Laut ROCHE (2012) liegt der Verlust an Milchmenge zwischen 7 und 14 %. Weitere Symptome die beobachtet werden können, sind kalte Ohren, eine trockene Nase, ungleichmäßige Atmung, niedriger Puls, Muskelzittern und Tympanie. In Extremfällen kann das Krankheitsbild sogar bis hin zur Benommenheit und Bewusstlosigkeit (Koma) der Tiere reichen (BERGE UND VERTENTEN, 2014; WEIß ET AL., 2005). Laut HÖLLER (s.a.) und GASTEINER (2015) sind auch ein Nachgeburtsverhalten bzw. ein „Nicht richtig in Milch kommen“ wichtige Indizien, insbesondere in Hinblick auf eine Erkrankung an subklinischer Hypokalzämie.

## Diagnose

Das Auftreten von Symptomen liefert bereits gute Indizien für das Vorliegen einer Hypokalzämie. Insbesondere das bereits erwähnte „Festliegen“ der betroffenen Tiere stellt ein wesentliches Diagnosekriterium dar. Kritisch anzumerken bleibt jedoch, dass „Festliegen“ auch infolge anderer Stoffwechselstörungen oder Verletzungen auftreten kann. Daher sollte bei der Diagnosestellung ein „Festliegen“ der Tiere keinesfalls als ausschließliches Kriterium dienen, da eine Kalziuminjektion für eine gesunde Kuh mit physiologischem Blutkalziumspiegel tödlich sein kann (RERAT, 2005). Weiters kann Milchfieber auch durch eine verminderte Ca-Konzentration im Blut diagnostiziert werden, wobei die Grenzwerte für subklinische Hypokalzämie bei <2,0 mmol/l und bei klinischer Hypokalzämie bei <1,4 mmol/l liegen (DEGARIS UND LEAN, 2009; DOYLE, 2013).

## Behandlung

Bei Vorliegen von klinischer Hypokalzämie sollte so rasch wie möglich die Blutkalziumkonzentration auf ein physiologisches Niveau (2,1 bis 2,5 mmol/l) gehoben werden. Dies kann durch eine intramuskuläre, subkutane oder intravenöse Injektion von Ca-Präparaten erfolgen, wobei letztgenannte in der Praxis vorrangig von Bedeutung sind (BERGE UND VERTENTEN, 2014; RERAT, 2005; GOFF, 2008). Als Richtwert für die Ca-Zufuhr bei Anwendung einer intravenösen Injektion gelten 2 g Ca/100 kg Lebendmasse. Zusätzlich sollten festliegende Tiere öfters gewendet werden, da ein langfristiges Liegen auf denselben Gliedmaßen zu einer Mangeldurchblutung der betroffenen Gewebe führt (GOFF, 2008).

## Prophylaxe

Hinsichtlich der Milchfieber-Prophylaxe stellt die bedarfsgerechte Fütterung in der Trockenstehzeit die wichtigste Maßnahme dar. Dabei empfiehlt es sich, die trockenstehenden von den laktierenden Kühen zu trennen, um eine gezielte Fütterung zu ermöglichen. Die Tiere sollten dabei keinesfalls energetisch überversorgt werden, wobei diesbezüglich v.a. die Körperkondition beachtet werden sollte. Weiters sollte eine Reduktion der Ca-Zufuhr, insbesondere in den letzen Wochen vor der Abkalbung, erfolgen, um die Ca-Resorption im Darm und Ca-Mobilisierung aus den Knochen zu erhöhen (DOYLE, 2013). Dabei sollten in der Ration Ca-reiche Futtermittel wie Luzerne, Klee, Kreuzblütler (Kohl, Raps, etc.) oder Zuckerrübenschnitzel, vermieden werden. Es sollte auch darauf geachtet werden, eine Phosphor- und Kaliumüberversorgung zu vermeiden, wobei hinsichtlich einer Kaliumüberversorgung insbesondere auf Futter von intensiv gedüngten Flächen verzichtet werden sollte. Bezüglich einer ausreichenden Magnesium-Versorgung empfiehlt es sich, in den letzten Wochen der Trockenstehperiode täglich etwa 50 g Magnesiumoxid (MgO) beizufüttern (DE KRUIF ET AL., 2008).

Wesentlich von Bedeutung ist auch, dass die Dietary Cation Anion Balance (DCAB) im Futter leicht negativ (-100 meq/kg Futtertrockenmasse) ist, da damit eine milde azidotische Stoffwechsellage provoziert wird, wodurch die Ca-Resorptionsmechanismen bereits vor der Abkalbung aktiviert werden (WEIß ET AL., 2005; DE KRUIF ET AL., 2008; ROCHE, 2012). Praktisch wird eine negative DCAB (Anionenüberschuss) durch die Ergänzung der Ration mit sogenannten „sauren Salzen“, die reich an Chlor- oder Sulfat-Anionen sind, erreicht. Beispiele dafür sind

Magnesiumsulfat, Ammoniumsulfat, Kalziumsulfat oder Kalziumchlorid (WEIß ET AL., 2005). Hinsichtlich der Verfütterung von „sauren Salzen“ muss jedoch beachtet werden, dass diese von den Tieren ungern aufgenommen werden. Daher empfiehlt sich der Einsatz eines entsprechend gestalteten Mischfutters, um die Akzeptanz zu erhöhen. Aufschluss über die prophylaktische Wirkung von „sauren Salzen“ bietet eine Kontrolle des Harn-pH-Wertes (RERAT, 2005; SPIEKERS ET AL., 2009).

Auch eine orale Ca-Zufuhr in Form eines Bolus, Gels oder einer Flüssigkeit stellt ein gutes Präventionsmittel gegen Milchfieber dar. Diese Ca-Präparate werden unmittelbar vor der Abkalbung, aber auch an den beiden darauffolgenden Tagen verabreicht. Diese Methode stellt insbesondere bei Tieren, welche bereits einmal an Milchfieber erkrankt waren, die Methode der Wahl dar (RERAT, 2005).

Eine weitere präventive Maßnahme gegen Milchfieber stellt die Injektion von Vitamin $D_3$ 7-3 Tage vor der Abkalbung dar, wodurch die Ca-Resorption im Darm angeregt wird. Kritisch anzumerken bleibt jedoch, dass bei einer Verzögerung des Abkalbetermins keine Wirkung erzielt wird, bzw. eine erneute Supplementation von Vitamin $D_3$ notwendig ist (RERAT, 2005).

Beachtet werden sollte auch, dass beste Weiden aufgrund einer Überversorgung mit Energie, Kalzium und Kalium insbesondere in den letzten Wochen vor der Abkalbung wenig geeignet sind (SPIEKERS ET AL., 2009).

### 2.1.4 Mastitis (Euterentzündung)

Mastitiden, welche eine Entzündung der Milchdrüse darstellen, zählen sowohl hinsichtlich ihrer Prävalenz, als auch hinsichtlich ihres ökomischen Schadens zu den bedeutendsten Erkrankungen in der Milchviehhaltung. Sie verursachen nicht nur eine Minderung des Milcherlöses, bedingt durch eine Verminderung der Milchleistung und Beeinträchtigung der Milchqualität, sondern sind auch mit erheblichen Behandlungskosten, sowie Mehrarbeit und einem frühzeitigen Abgang erkrankter Tiere verbunden (VIGUIER ET AL., 2009; BARRETT ET AL., 2005). Das Ausmaß des Schadens wird wesentlich von der Ausprägung (klinisch, subklinisch) und der Verlaufsform (akut, subakut, chronisch) beeinflusst (WEIß ET AL., 2005; WINTER, 2005). Die relative Erkrankungshäufigkeit liegt laut einem Bericht aus dem Gesundheitsmonitoring in Österreich für akute Mastitis bei rund 11 % und für chronische Mastitis bei knapp 5 % (ZUCHTDATA, 2014). Für subklinische Mastitis ist die relative Erkrankungshäufigkeit nur schwer festzustellen, wobei der Anteil an

betroffenen Tieren laut BARRETT ET AL. (2005) und PATNAIK ET AL. (2013) noch wesentlich höher liegt.

## Ursache

Wie bereits erwähnt, handelt es sich bei Mastitis um eine Entzündung der Milchdrüse, welche aus einer durch Krankheitserreger bedingten, seltener auch einer chemischen, physikalischen oder mechanischen Beeinträchtigung bzw. Schädigung resultiert (HOSPIDO UND SONESSON, 2005). Als Krankheitserreger gelten vor allem Bakterien-Stämme, wobei in seltenen Fällen auch Viren, Mykoplasmen, Hefen und Pilze als Erreger fungieren (PYORALA, 2003). Aufgrund ihres Vorkommens können diese in kuh- oder euterassoziierte und umweltassoziierte Mastitiserreger eingeteilt werden. Kuh- oder euterassoziierte Erreger sind fast ausschließlich im Euter der Tiere zu finden und sind an die dort herrschenden Verhältnisse gut adaptiert, wodurch eine schnelle Vermehrung im Euter gewährleistet werden kann. Die Übertragung erfolgt vor allem über eine Kontamination während des Melkvorganges, wobei insbesondere das Melkzeug (Zitzengummi), Eutertücher und die Hände des Melkers als Übertragungsquelle dienen. Bekannte Vertreter sind Streptococcus agalactiae, Streptococcus canis, Staphylococcus aureus und Mykoplasmen (DE KRUIF ET AL., 2007; WINTER, 2005). Umweltassoziierte Mastitiserreger hingegen sind normalerweise in der Umgebung (Stall, Weide, Futter, Einstreu) der Tiere zu finden. Unter gewissen Umständen, wie etwa mangelnder Hygiene im Stall, können diese in das Euter eindringen und Mastitis verursachen. Bekannte Vertreter dieser Gruppe sind Streptococcus uberis, Enterokokken und koliforme Keime (WINTER, 2005). Diese Einteilung aufgrund des Vorkommens liefert aber nicht nur Rückschlüsse auf Infektionsquellen bzw. begünstigende Faktoren, sondern spielt auch hinsichtlich der Auswahl geeigneter Bekämpfungsstrategien eine entscheidende Rolle (WINTER, 2005).

Ob es schließlich zur Infektion bzw. Entzündung kommt, hängt aber nicht ausschließlich vom Vorkommen euter- bzw. umweltassoziierter Krankheitserreger ab, sondern wird darüber hinaus noch von tier- und umweltbezogenen Faktoren beeinflusst. Dabei spielen hinsichtlich tierbezogener Faktoren vor allem die Abwehrlage des Tieres (Stress), die Rasse, die Leistung und das Laktationsstadium eine wichtige Rolle. Bezüglich umweltbedingter Gesichtspunkte sind die Haltung

(Liegefläche), das Klima, die Fütterung und insbesondere die Melkhygiene und Melktechnik von Bedeutung (WEIß ET AL., 2005; DE KRUIF ET AL., 2007).
Dadurch, dass das Auftreten von Euterentzündungen nicht aus einem einzigen Faktor resultiert, sondern vielmehr die Folge einer multifaktoriellen Belastung darstellt, handelt es sich um eine sogenannte Faktorenkrankheit. Dies spielt auch hinsichtlich Prophylaxe und Behandlung einer Mastitis eine entscheidende Rolle (PATNAIK ET AL., 2013; WEIß ET AL., 2005).

## Krankheitsbild

Hinsichtlich des Krankheitsbildes muss beachtet werden, dass Euterentzündungen nach der Ausprägung in subklinische und klinische Mastitiden unterteilt werden, wobei letztgenannte eine akute, subakute oder chronische Verlaufsform haben können.
Bei einer Erkrankung an akuter klinischer Mastitis treten innerhalb kurzer Zeit Entzündungssymptome, wie Schwellungen, Rötungen oder eine Vergrößerung eines Euterviertels oder mehrerer Euterviertel auf. Vielfach weisen die betroffenen Tiere eine erhöhte Körpertemperatur (Fieber) und verminderte Fressluft auf, wobei grundsätzlich das Allgemeinbefinden stark beeinträchtigt ist. Die Milch betroffener Viertel weist starke Veränderungen (wässrig, eitrig, flockig, blutig) auf und die Milchmenge sinkt drastisch (WEIß ET AL., 2005; WINTER, 2005).
Bei einem subakuten Verlauf sind zwar äußerlich keine Entzündungserscheinungen wahrzunehmen, jedoch sind Veränderungen der Milch, wie bspw. Flockenbildung, erkennbar (WEIß ET AL., 2005).
Liegt eine chronische Mastitis vor, zeigen die Tiere ein normales Allgemeinbefinden, obwohl eine Mastitis vorliegt. Optisch können am Euter Veränderungen, wie ungleich große Euterviertel bzw. knotige Verhärtungen, festgestellt werden, wobei auch die Milchbeschaffenheit verändert sein kann. Durch das chronische Ausscheiden von Erregern weisen betroffene Tiere einen dauerhaft erhöhten Zellzahlgehalt auf (WEIß ET AL., 2005).
Das Auftreten von subklinischen Mastitiden ist durch das Fehlen klinischer Symptome, wie Entzündungserscheinungen oder Veränderungen der Milch, gekennzeichnet. Lediglich die chemische Zusammensetzung der Milch (verringerter Laktosegehalt, erhöhter pH-Wert) ist verändert, der Zellzahlgehalt erhöht und die Milchleistung verringert (WEIß ET AL., 2005; WINTER, 2005).

## Diagnose

Die genannten klinischen Symptome liefern bereits gute Indizien für das Vorliegen einer Euterentzündung. In diesem Zusammenhang empfiehlt sich auch die Verwendung eines Vormelkbechers, um grobsinnliche Veränderungen der Milch sofort zu erkennen (WINTER, 2005). Ein weiterer wichtiger Indikator einer Euterentzündung stellt der Zellgehalt der Milch dar, wobei gesunde Euter eine Zellzahl von <100.000 Zellen/ml Milch aufweisen. Die Bestimmung erfolgt mehrmals monatlich durch die Molkereien im Rahmen der Milchqualitätsprüfung im Sinne einer Tankmilchprüfung. Zusätzlich erhalten Mitglieder des Landeskontrollverbandes (LKV) bei jeder Milchleistungsprüfung Informationen zum individuellen Zellgehalt ihrer Kühe. Möglichkeiten zur Abschätzung des Zellgehaltes in der Milch auf Betriebsebene bieten die Anwendung des Schalmtests (California Mastitis Test) oder die Messung der elektrischen Leitfähigkeit der Milch bei modernen Melkständen bzw. Automatischen Melksystemen (DE KRUIF ET AL., 2007; VIGUIER ET AL., 2009).

Um zusätzlich den beteiligten Erreger zu identifizieren, bedarf es einer bakteriologischen Untersuchung von aseptisch entnommenen Viertelgemelksproben (WINTER, 2005).

## Behandlung

Die Behandlung einer Mastitis sollte grundsätzlich auf Basis der Ergebnisse einer bakteriologischen Untersuchung mit vorliegendem Antibiogramm erfolgen. Dadurch können auf den jeweiligen Erreger abgestimmte, antibiotisch wirkende Präparate zur Behandlung eingesetzt werden (WEIß ET AL., 2005). Liegt eine akute klinische Mastitis vor, so bedarf es, aufgrund der hochgradigen Entzündung der Milchdrüse und der Störung des Allgemeinbefindens, einer raschen Behandlung. Es hat eine sofortige Therapie durch den Tierarzt zu erfolgen, wobei insbesondere Antibiotika und Entzündungshemmer eingesetzt werden. Zusätzlich empfiehlt sich ein regelmäßiges Ausmelken der betroffenen Viertel, um die Erreger und ihre Toxine aus dem Euter zu entfernen. Weiters können äußerlich auch essigsaure Tonerde und Eutersalben aufgebracht werden (WINTER, 2005).

Parallel zur Behandlung empfiehlt es sich auch, prophylaktische Maßnahmen zu setzen. Diese wirken zwar unabhängig voneinander, ergeben in Kombination aber den größten Erfolg, da einerseits bestehende Infektionen behandelt werden und

andererseits die Neuinfektionsrate durch die Ausschaltung möglicher Risikofaktoren vermindert wird (WINTER, 2005).

## Prophylaxe

Prophylaktische Maßnahmen dienen, wie oben bereits erwähnt, einer Reduzierung der Neuinfektionsrate. Primär sollten daher mögliche Infektionsquellen ausgeschaltet werden. Wirksame Maßnahmen gegen euterassoziierte Krankheitserreger, welche während des Melkvorganges übertragen werden, sind eine regelmäßige Wartung der Melkanlage bzw. der Zitzengummis, eine Zwischendesinfektion der Melkzeuge und eine Zitzendesinfektion nach dem Melken. Letztgenannte erfolgt in der Praxis mittels Dippen oder Sprayen und soll eine Abtötung von Bakterien an der Zitzenspitze, ein Glätten der Zitzenhaut und eine Versiegelung des Strichkanals bewirken. Zusätzlich sollten im Sinne einer verbesserten Melkhygiene auch separate Eutertücher und Melkhandschuhe verwendet werden (WINTER, 2005; DE KRUIF ET AL., 2007).

Um umweltassoziierten Krankheitserregern vorzubeugen, bedarf es vor allem einer Hygieneverbesserung im Stall, bezüglich des Futters und während des Melkvorganges. Schmutzige Einstreu, falsche Beschaffenheit der Liegeboxen, mangelhaft gereinigte Laufflächen und feuchtes Stallklima führen zu einem Anstieg des Keimdruckes und sollten daher vermieden werden. Weiters ist auf eine optimale Reinigung der Zitzen vor dem Melken zu achten (WEIß ET AL., 2005; WINTER, 2005).

Unabhängig vom Erreger empfiehlt sich grundsätzlich eine regelmäßige Überprüfung der Eutergesundheit, wodurch kranke Tiere rechtzeitig erkannt und behandelt werden können. Zusätzlich sollte eine entsprechende Melkreihenfolge eingehalten werden, um die Keimübertragung auf gesunde Tiere zu vermeiden. Ein weiterer zu beachtender Faktor ist ein ordnungsgemäßes Trockenstellen, wobei nur eutergesunde Tiere trockengestellt werden dürfen (DE KRUIF ET AL., 2007).

## 2.2 Benchmarking

### 2.2.1 Definition und Grundmodell

Unter Benchmarking versteht man den kontinuierlichen Vergleich von Produkten, Dienstleistungen, Prozessen und Methoden zwischen Unternehmen bzw. Betrieben, um das beste Verfahren („Best Practices“) zu definieren und die „Leistungslücke“ zu diesem zu schließen. Grundidee ist es, festzustellen, welche Unterschiede bestehen, warum diese Unterschied bestehen und welche Verbesserungsmöglichkeiten es gibt (WÜBBENHORST, s.a.). Benchmarking stellt somit eine Managementmethode dar, mit der sich durch zielgerichtete Vergleiche eine Leistungsoptimierung erzielen lässt (BRADLEY ET AL., 2013).

Wie dieses Benchmarking nun durchgeführt wird, kann u.a. durch unterschiedliche Zielsetzungen stark variieren, wobei das Grundmodell grundsätzlich ähnlich ist. Dieses ist in Abbildung 2 schematisch dargestellt, wobei folgend auf die wichtigsten Punkte eingegangen wird.

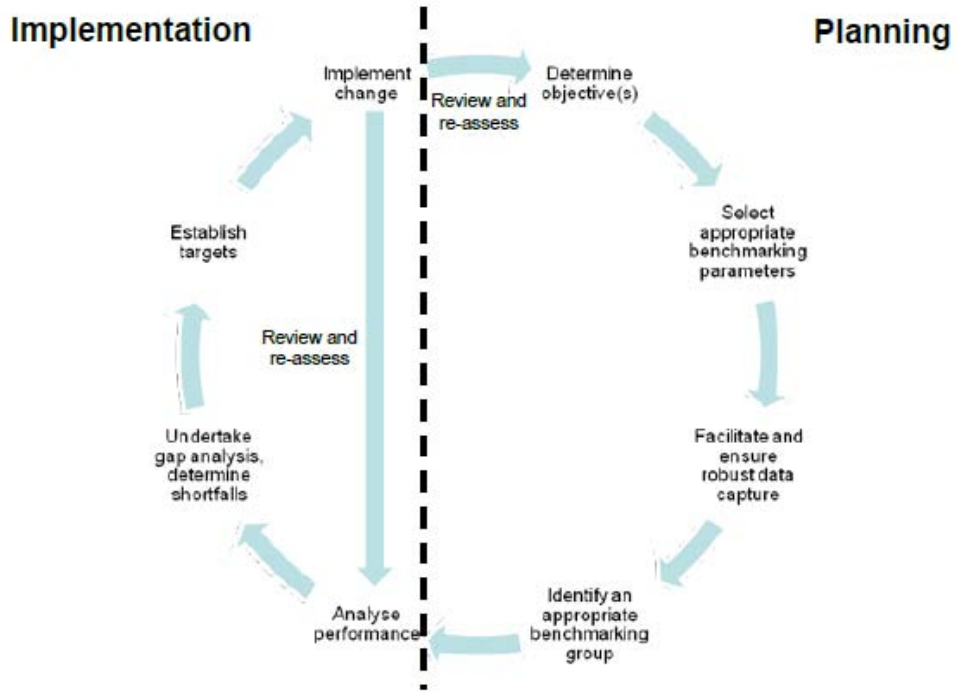


**Abbildung 2:** Grundmodell eines Benchmarking-Prozesses (BRADLEY ET AL., 2013)

Grundsätzlich kann der Benchmarking-Prozess in zwei Phasen, nämlich in eine Planungs- und eine Durchführungsphase, eingeteilt werden. Während in der Planungsphase die Festlegung von Zielen bzw. die Datengewinnung und -kontrolle erfolgen, spielen in der Durchführungsphase die Analyse, Maßnahmenentwicklung und deren Umsetzung eine entscheidende Rolle.

**1** Der erste Schritt eines Benchmarking-Prozesses stellt die Festlegung von Zielen dar, wobei darauf geachtet werden muss, dass diese relevant und erreichbar sind. Beispiele dafür wären eine Verbesserung der Fruchtbarkeitsleistung, Milchqualität oder eine Verringerung der Mastitis-Prävalenz.

**2** Als nächstes bedarf es der Auswahl geeigneter Benchmarking-Parameter, welche das zu verbesserte Merkmal beeinflussen. Da ein einzelner Parameter oftmals keinen geeigneten Benchmark darstellt, empfiehlt es sich Benchmarks, die auf Informationen mehrerer Parameter beruhen, zu verwenden.

**3** Als nächster Schritt hat die Gewinnung der benötigten Daten und Parameter zu erfolgen, wobei auf eine hohe Datenqualität zu achten ist.

**4** Folgend sind die zu vergleichenden Betriebe bzw. Unternehmen nach gemeinsamen Management-Kriterien in sogenannte Benchmarking-Gruppen einzuteilen. Dies kann anhand verschiedener Kriterien, wie Produktionssystem, Herdengröße, Geographische Lage oder Produktionsintensität, erfolgen.

**5** Der nächste Schritt stellt eine umfassende Datenanalyse der zu betrachtenden Benchmarking-Parameter dar. Dies beinhaltet die Berechnung statistischer Parameter (Median, Mittelwert, Standardabweichung, etc.), was die Einordnung in Form eines Rankings bzw. die Ermittlung der „Best Practices“ ermöglicht.

**6** Auf Basis dieser Ergebnisse können Unterschiede zwischen den Betrieben bzw. Unternehmen einer Benchmarking-Gruppe ermittelt werden, wobei folgend versucht wird, diese Ergebnisse mit unterschiedlichen Management-Strategien in Verbindung zu bringen. Dabei werden Bereiche mit möglichem Verbesserungspotential sichtbar.

**7** Der nächste Schritt stellt die Verbesserung dieser Bereiche dar, wobei realistische Ziele definiert werden. Zusätzlich dazu werden Verbesserungsmaßnahmen konzipiert, welche in Maßnahmenkatalogen oder Aktionsplänen verfasst werden.

Schlussendlich bedarf es einer Implementierung der erarbeiteten Maßnahmen bzw. eines Monitorings zur Ergebnis- und Fortschrittskontrolle (BRADLEY ET AL., 2013).

### 2.2.2 Benchmarks (Zielwerte)

In der Literatur bereits ausgewiesene Benchmarks bzw. Zielwerte zu Stoffwechselstörungen und Mastitis sind in Tabelle 1 dargestellt.

**Tabelle 1:** Benchmarks aus der Literatur zu Stoffwechselstörungen und Mastitis

| Erkrankung | Benchmarks | Quelle |
|---|---|---|
| Acidose | Prävalenz an klinischer Acidose <1 % | ROSSOW, 2002 |
| Milchfieber | Prävalenz an Milchfieber <6 % | DE KRUIF ET AL., 2007 |
| | Prävalenz ab 2. Laktation <5 % | TAFFE, 2011 |
| | Prävalenz an Milchfieber <5 % | ROSSOW, 2002 |
| | Inzidenz an Milchfieber <5 % | DOYLE, 2013 |
| Ketose | Prävalenz an klinischer Ketose <10 % | OETZEL, 2007 |
| | Prävalenz an klinischer Ketose <5 % | ROSSOW, 2002 |
| | Inzidenz an klinischer Ketose <5 % | DOYLE, 2013 |
| | Keto-Test (≥ 100 µmol/L) <25 % | OETZEL, 2007 |
| | Keto-Test (≥ 200 µmol/L) <10 % | OETZEL, 2007 |
| Mastitis | Mastitis-Häufigkeit/ Monat bez. auf Kühe <2 % | DE KRUIF ET AL., 2007 |
| | Mastitis-Häufigkeit/ Monat bez. auf Fälle <2,5 % | DE KRUIF ET AL., 2007 |
| | Inzidenz an Mastitis <15 % | TAFFE, 2011 |
| | Prävalenz an klinischer Mastitis <5 % | ROSSOW, 2002 |

# 3 Material und Methoden

## 3.1 Datenbasis und -einschränkung

Die in der vorliegenden Arbeit verwendeten Daten entstammten überwiegend dem Projekt „Efficient Cow“, wobei diese zusätzlich durch Informationen aus der Leistungskontrolle (LKV) und dem Rinderdatenverbund (RDV) ergänzt wurden. Die Datenbereitstellung erfolgte durch die ZuchtData EDV-Dienstleistungen GmbH.

### 3.1.1 Projekt „Efficient Cow“

Das Projekt „Efficient Cow“ wurde im Jänner 2012 von der Rinderzucht Austria und ihren Partnern (ZuchtData EDV Dienstleistungen GmbH, Universität für Bodenkultur Wien, HBLFA Raumberg Gumpenstein, Veterinärmedizinische Universität Wien, Landeskontrollverbände, Landwirtschaftskammer Österreich, Arbeitsgemeinschaft österreichischer Fleckviehzüchter, Arbeitsgemeinschaft österreichischer Braunviehzuchtverbände, Arbeitsgemeinschaft österreichischer Holstein-Züchter) gestartet. Über die Projektlaufzeit von 3,5 Jahren hinweg sollen vor allem wissenschaftliche Fragen bezüglich Effizienz, Stoffwechsel, Klauengesundheit und Umweltwirkungen der Milchrinderhaltung beantwortet werden. Das Kernstück des Projektes bildet eine umfassende Datenerhebung in ausgewählten österreichischen Milchviehbetrieben, welche im Kalenderjahr 2014 durchgeführt wurde und die die Produktionsbedingungen in der Praxis widerspiegeln soll.

### 3.1.2 Datenbasis

Die Datenbasis für die weiteren Auswertungen bildete die oben genannte Datenerhebung. Die Teilnahme an dieser erfolgte auf freiwilliger Basis, wobei diverse Kriterien erfüllt werden mussten und schließlich 171 Betriebe ausgewählt wurden. Vier Betriebe schieden aus diversen Gründen vor Projektende aus, wodurch 167 Betriebe über den gesamten Beobachtungszeitraum teilnahmen. Die Kuhanzahl der Betriebe variierte von 3 bis 98, wobei im Mittel 32,4 Kühe je Betrieb gehalten wurden. Hinsichtlich der durchschnittlichen Milchmenge lagen die obere bzw. untere Grenze bei 4.306 bzw. 14.047 kg und der Mittelwert lag bei 8.620 kg. Die beiden letztgenannten Parameter lassen somit den Schluss zu, dass die Daten aus überdurchschnittlich guten Betrieben stammten. Die Betriebe waren über ganz

Österreich hinweg gut verteilt, wobei eine detaillierte geographische Verteilung in Abbildung 3 dargestellt wird.

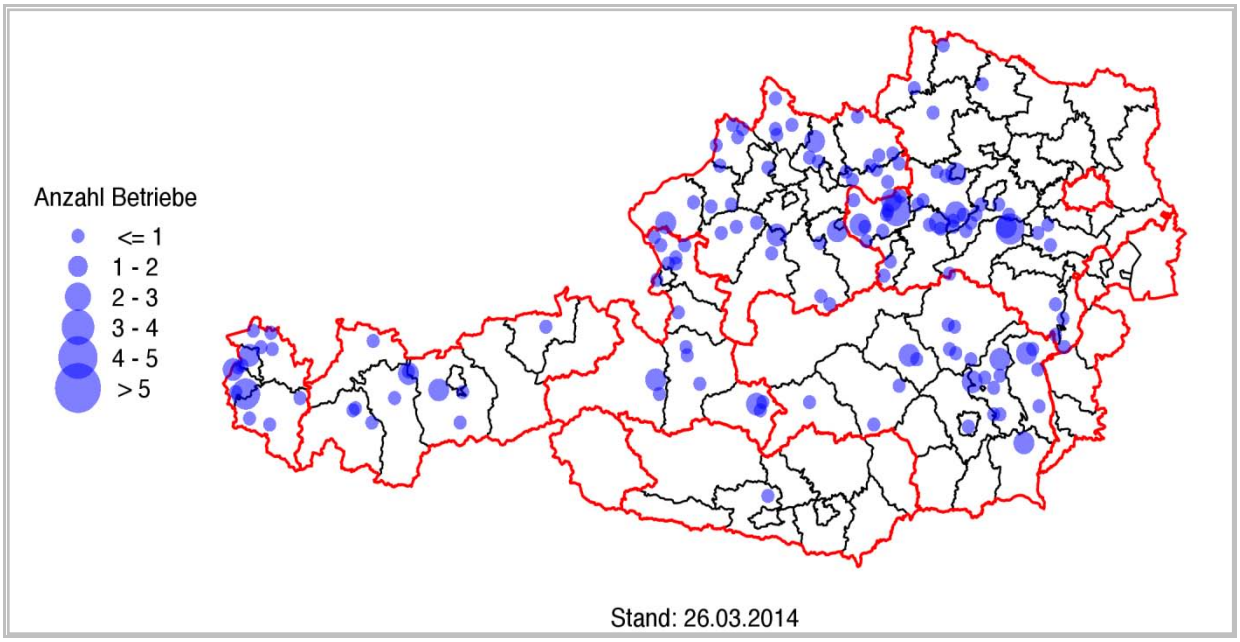


**Abbildung 3:** Geographische Verteilung der Betriebe nach der Anzahl an Betrieben je Postleitzahl (PLZ) (ZAR, 2014)

Hinsichtlich der Datenerfassung erfolgte zu Projektbeginn eine Basiserhebung, um einen Überblick über den jeweiligen Betrieb bzw. das Betriebsmanagement zu bekommen. Zusätzlich dazu erfolgte bei jeder Milchleistungsprüfung eine Beurteilung der Körperkondition und eventueller Lahmheiten bzw. wurden die Lebendmasse und diverse Körpermaße ermittelt. Gleichzeitig dazu erfolgte eine präzise Dokumentation der verfütterten Ration, was aber für die vorliegende Arbeit nicht genutzt werden konnte. Kontinuierlich erfolgte die Erfassung von Gesundheitsdaten. Diese umfassten tierärztliche Diagnosen, Beobachtungen von LandwirtInnen, Beobachtungen im Zuge der Kalbeverlaufserfassung, Ergebnisse der Klauenpflege und Ergebnisse des Keto-Tests. Letztgenannter wurde von den Betrieben jeweils am Tag 7 bzw. 14 nach der Abkalbung in Form eines Milchketonkörper-Tests durchgeführt. Die Daten wurden in Datenbanken eingegeben und anschließend übermittelt.

Folgende Daten wurden zur Verfügung gestellt:

## Stammdaten zum Betrieb

- Betriebsnummer (anonymisiert)
- Seehöhe

- Fütterungssystem
- Durchschnittliche Anzahl an Milchkühen
- Durchschnittliche Milchleistung
- Laktierende Milchkühe
    - Haltungssystem
    - Weidegang
- Trockenstehende Milchkühe
    - Haltungssystem
    - Weidegang

## Stammdaten zum Tier

- Tierindividuelle Lebensnummer (anonymisiert)
- Rasse
- Erstkalbealter
- Kalbedatum
- Kalbeverlauf

## Daten aus der Milchleistungsprüfung (MLP)

- Tierindividuelle Lebensnummer (anonymisiert)
- Laktationszahl
- Laktationstag
- MLP-Datum
- Milchmenge (kg)
- Eiweiß-Gehalt (%)
- Fett-Gehalt (%)
- Laktose-Gehalt (%)
- Harnstoff-Gehalt (mg/100ml)
- Fett-Eiweiß-Quotient (FEQ)

## Gesundheitsdaten

- Tierindividuelle Lebensnummer (anonymisiert)
- Diagnose
- Diagnosedatum

### Keto-Test-Ergebnisse

- Tierindividuelle Lebensnummer (anonymisiert)
- Datum Tag 7
- Ergebnis Tag 7
- Datum Tag 14
- Ergebnis Tag 14

### Ergebnisse der Körperkonditions-Beurteilung und LM-Wiegung

- Tierindividuelle Lebensnummer (anonymisiert)
- Laktationszahl
- Laktationstag
- Lebendmasse
- BCS

## 3.1.3 Dateneinschränkung & Klasseneinteilung

Grundsätzlich wurden für alle Auswertungen nur Tiere berücksichtigt, welche im Kalenderjahr 2014 eine Abkalbung aufwiesen, da in diesem Zeitraum auch die Hauptdatenerfassung stattfand.

Hinsichtlich der Diagnosen bzw. Beobachtungen wurden nur jene verwendet, welche im Zeitraum von 10 Tagen vor der Abkalbung (geburtsnaher Zeitraum) bis zum Ende des Kalenderjahres 2014 auftraten, wobei jeweils nur Erstdiagnosen verwendet wurden. Insgesamt konnten für die weiteren Auswertungen somit 960 Diagnosen bzw. Beobachtungen von Acidose, Ketose, Milchfieber, akuter Mastitis und chronischer Mastitis von 5.985 Tieren berücksichtigt werden. Da für manche Parameter einzelne Daten fehlten bzw. für gezielte Auswertungen nicht der komplette Datensatz verwendet werden konnte, reduzierte sich die Anzahl an berücksichtigten Tieren bzw. Diagnosen in Abhängigkeit des jeweiligen Parameters bzw. Merkmals nochmals.

Bezüglich der Keto-Testergebnisse wurden wiederum nur jene aus dem Kalenderjahr 2014 berücksichtigt, wobei einige Tiere aufgrund fehlender Daten ausgeschlossen wurden. Für die weiteren Auswertungen standen somit die Keto-Testergebnisse von 3.565 Tieren zur Verfügung. Hinsichtlich der Beurteilung dieser, wurde als Grenzwert für den Anteil an Betahydroxybuttersäure 100 µmol/l festgelegt. Tiere, die entweder am Tag 7 oder Tag 14 nach der Abkalbung einen Wert ≥100 µmol/l aufwiesen,

wurden als Ketose-verdächtig und Tiere mit einem Wert <100 µmol/l an beiden Tagen als Ketose-unverdächtig eingestuft.
Für die Auswertungen der betriebsbezogenen Parameter wurden nur jene Betriebe berücksichtigt, welche über den gesamten Projektzeitraum teilnahmen, wobei somit 167 Betriebe berücksichtigt werden konnten. Für die weiteren Auswertungen wurden die Parameter wie folgt eingeteilt:

### Fütterungssystem

- AGR (Aufgewertete Grundfutterration)
- TMR (Totale Mischration)
- Getrennte Futtervorlage

### Haltungssystem der Trockensteher

- Keine Angabe
- Mit Kalbinnen gehalten
- Mit Milchkühen gehalten
- Separat gehalten

### Weidehaltung der Trockensteher

- Ja
- Nein

### Weidehaltung der Kühe in Milch

- Ja
- Nein

### Durchschnittliche Milchmenge

- Niedrig (<6.000 kg)
- Mittel (6.000 kg bis <8.000 kg)
- Hoch (8.000 kg bis <10.000 kg)
- Sehr Hoch (≥10.000 kg)

### Kuhanzahl

- Klein (<20 Milchkühe)
- Mittel (20 bis <40 Milchkühe)
- Groß (≥40 Milchkühe)

## Seehöhe

- Niedrig (<500 m)
- Mittel (500 m bis <1.000 m)
- Hoch (≥1.000 m)

Für die Auswertungen tierbezogener Parameter wurden wiederum nur Tiere von Betrieben berücksichtigt, welche über den gesamten Projektzeitraum teilnahmen. Die einzelnen Parameter wurden dabei wie folgt eingeteilt

## Rasse

- FV (Fleckvieh)
- BV (Braunvieh)
- HF (Holstein-Friesian)

## Erstkalbealter

- Jung (<800 Tage)
- Mittel (800 bis <900 Tage)
- Alt (≥900 Tage)

## Laktationszahl

Die Einteilung nach der Laktationszahl erfolgte in folgende vier Laktationszahl-Klassen:

- Laktationszahl-Klasse 1 (Tiere mit 1 Laktation)
- Laktationszahl-Klasse 2 (Tiere mit 2 Laktationen)
- Laktationszahl-Klasse 3 (Tiere mit 3 bis 5 Laktationen)
- Laktationszahl-Klasse 4 (Tiere mit 6 und mehr Laktationen)

## Kalbsaison

- Kalbesaison 1 (Jänner - März)
- Kalbesaison 2 (April - Juni)
- Kalbesaison 3 (Juli - September)
- Kalbesaison 4 (Oktober - Dezember)

## Kalbeverlauf

- KVL-Klasse 1 = Leichtgeburt
- KVL-Klasse 2 = Normalgeburt

- KVL-Klasse 3 = Schwergeburt
- KVL-Klasse 4 = Kaiserschnitt
- KVL-Klasse 5 = Embryotomie

Aufgrund der geringen Häufigkeiten der KVL-Klassen 4 und 5 wurden diese in den weiteren Auswertungen zur Klasse 3 hinzugezählt und als KVL-Klasse 3+ definiert.

## Milchmenge (in kg)

### Einsatzleistung

Hierbei wurden die Tiere anhand ihrer Einsatzleistung unabhängig vom Betriebsniveau in folgende vier Klassen eingeteilt:

- Niedrig (<26 kg)
- Mittel (26 bis <32 kg)
- Hoch (32 bis <38 kg)
- Sehr Hoch (≥38 kg)

### Einsatzleistung innerhalb des Betriebes

Die Tiere wurden anhand ihrer Einsatzleistung in vier betriebsspezifische Klassen eingeteilt:

- Niedrig
- Mittel
- Hoch
- Sehr Hoch

Dabei wurden für jeden Betrieb individuelle Leistungsgrenzen für die Einteilung in vier Quartale ermittelt und die Tiere anschließend anhand ihrer Einsatzleistung den oben genannten Klassen zugeordnet.

## Fett-Gehalt

- Niedrig (<3,6 %)
- Mittel (3,6 bis <4,8 %)
- Hoch (≥4,8 %)

## Eiweiß-Gehalt

- Niedrig (<3,2 %)
- Mittel (3,2 bis <3,6 %)
- Hoch (≥3,6 %)

### Fett-Eiweiß-Quotient (FEQ)

- Niedrig (<1,0)
- Mittel (1,0 bis <1,5)
- Hoch (≥1,5)

### Harnstoff-Gehalt

- Niedrig (<15 mg/l)
- Mittel (15 bis <30 mg/l)
- Hoch (≥30 mg/l)

### Laktose-Gehalt

- Niedrig (<4,6 %)
- Mittel (4,6 bis 5,0 %)
- Hoch (≥5,0 %)

### Body Condition Score (BCS) bei der Abkalbung

Die Beurteilung des BCS erfolgte unmittelbar bei oder einige Tage nach der Milchleistungsprüfung (MLP) durch einen LKV-Mitarbeiter. Um eine entsprechend gute Datenqualität zu gewährleisten, wurden diese entsprechend eingeschult bzw. fand ein Beurteilungs-Abgleich statt. Hinsichtlich des BCS bei der Abkalbung wurden die Tiere in folgende Klassen eingeteilt:

- Niedrig (<3,5)
- Mittel (3,5 bis <4)
- Hoch (≥4)

### Lebendmasse (LM) bei der Abkalbung

Die Beurteilung der Lebendmasse erfolgte ebenfalls unmittelbar bei oder einige Tage nach jeder Milchleistungsprüfung (MLP) durch einen LKV-Mitarbeiter. Die Wiegungen selbst erfolgten großteils mittels einer mobilen Waage, welche den Betrieben zur Verfügung gestellt wurde. Teilweise konnten auch auf Betrieben bereits vorhandene stationäre Wiegesysteme bzw. Messungen von integrierten Waagen bei Automatischen Melksystemen (AMS) verwendet werden. Die Einteilung anhand der Lebendmasse bei der Abkalbung erfolgte dabei in folgende Klassen:

- Leicht (<700 kg)
- Mittel (700 bis 850 kg)
- Schwer (≥850 kg)

### BCS-Verlust zu Laktationsbeginn

Um den BCS-Verlust zu ermitteln, wurde die Veränderung von zwei Beobachtungen herangezogen, wobei der erste BCS-Wert im Zeitraum von 40 bis 0 Tagen vor der Abkalbung und der zweite im Zeitraum von 10 bis 40 Tagen nach der Abkalbung beurteilt wurden. Der BCS-Verlust wurde folgend anhand der BCS-Veränderung pro Tag in Klassen eingeteilt, wobei ein BCS-Verlust pro Tag von 0,012 einem Verlust von 0,5 BCS-Punkten innerhalb von 42 Tagen einspricht. 42 Tage wurden deshalb gewählt, weil dies einem durchschnittlichen Abstand von zwei aufeinander folgenden Milchleistungskontrollen entspricht. Die genaue Klasseneinteilung ist folgende:

- Kein bzw. Zunahme (≤0 BCS-Punkte/Tag)
- Leicht (>0 bis 0,012 BCS-Punkte/Tag)
- Stark (≥0,012 BCS-Punkte/Tag)

### LM-Verlust zu Laktationsbeginn

Um den LM-Verlust zu ermitteln, wurde die Veränderung zwischen zwei aufeinanderfolgenden Messungen herangezogen, wobei der erste LM-Wert im Zeitraum von 40 bis 0 Tagen vor der Abkalbung ermittelt wurde. Von diesem Wert wurden 70 kg für Kalb, Fruchtwasser und Placenta abgezogen. Der zweite LM-Wert wurde im Zeitraum von 10 bis 40 Tagen nach der Abkalbung ermittelt. Die LM-Veränderung wurde anhand des LM-Verlusts in folgende Klassen eingeteilt:

- Kein bzw. Zunahme (≤0 kg/Tag)
- Leicht (>0 bis 1 kg/Tag)
- Stark (≥1 kg/Tag)

Es erfolgte auch eine Ermittlung des LM-Verlusts in % pro Tag bezogen auf die Lebendmasse bei der Abkalbung, wobei diese Ergebnisse in der vorliegenden Arbeit nicht veröffentlicht werden.

## 3.2 Datenaufbereitung und statistische Auswertung

Für die Aufbereitung und statistische Auswertung der Daten wurde das Statistikprogramm SAS 9.4 (2013, Version 9.4, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) verwendet.

### 3.2.1 Datenverteilung und -häufigkeiten

Die Datenverteilung wurde durch die Berechnung von Mittelwerten (μ) und Standardabweichungen (s) ermittelt, wobei dazu folgende Prozeduren verwendet wurden:

- PROC UNIVARIATE
- PROC MEANS

Die Ergebnisse aus der Datenverteilung waren unter anderem verantwortlich für die Einteilung eines Parameters in Klassen. Die Häufigkeiten eines Parameters bzw. von Gesundheitsdaten wurden mit Hilfe der SAS Prozedur PROC FREQ ermittelt.

### 3.2.2 Statistische Auswertung einzelner Parameter

Die Auswirkung einzelner Parameter (tier- oder betriebsbezogen) hinsichtlich des Auftretens von Stoffwechselerkrankungen und Mastitis wurden mit Hilfe eines $X^2$-Tests (CHI-SQUARE) berechnet. Dabei wurden folgende Parameter getestet (die jeweiligen Klasseneinteilungen gehen aus 3.1.3 hervor):

#### Betriebsbezogene Parameter

- Fütterungssystem
- Haltungssystem der Trockensteher
- Weidehaltung der Trockensteher
- Weidehaltung der Kühe in Milch
- Durchschnittliche Milchmenge
- Kuhanzahl
- Seehöhe

#### Tierbezogene Parameter

- Rasse
- Laktationszahl
- Kalbesaison
- Kalbeverlauf
- Einsatzleistung
- Fett-Gehalt
- Eiweiß-Gehalt
- Fett-Eiweiß-Quotient (FEQ)
- Harnstoff-Gehalt

- Laktose-Gehalt
- BCS bei der Abkalbung
- LM bei der Abkalbung
- BCS-Verlust zu Laktationsbeginn
- LM-Verlust zu Laktationsbeginn

### 3.2.3 Statistische Modelle

Für die Auswertung der Effekte einzelner Parameter auf die Merkmale Ketose, Milchfieber, akute und chronische Mastitis bzw. den Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren (Keto-Test) wurde ein lineares Model (PROC GLM) verwendet. Da die oben genannten abhängigen Variablen aber nicht normalverteilt sind, werden die p-Werte unter Anwendung eines linearen Modells lediglich approximativ bestimmt. Korrekterweise müsste ein Generalized Linear Model (PROC GENMOD) verwendet werden. Da die Ergebnisse zwischen PROC GLM und PROC GENMOD in Testläufen relativ ähnlich waren, wurde aufgrund der besseren Interpretierbarkeit der Ergebnisse und der großen Robustheit parametrischer Schätzverfahren (RASCH UND GUIARD, 2004) aber schließlich ein lineares Modell verwendet.

Für die weiteren Auswertungen wurden folgende Modelle zugrunde gelegt:

- **Analyse der relativen Häufigkeiten von Ketose, Milchfieber, akuter und chronischer Mastitis**

Im finalen Modell wurden als fixe Effekte der Betrieb, die Rasse genestet im Betrieb, die Laktationszahl, die Kalbesaison, der Kalbeverlauf und die Einsatzleistung innerhalb des Betriebes berücksichtigt. Als kontinuierliche Effekte gingen die Einsatzleistung und entweder der BCS, der BCS-Verlust, die LM oder der LM-Verlust in das Modell ein. Hierbei bleibt anzumerken, dass eine gleichzeitige Berücksichtigung von BCS und LM bzw. deren Verlust, aufgrund der hohen Korrelationen und dadurch bedingten starken Verzerrungen der Ergebnisse, nicht möglich war. Die Berücksichtigung eines quadratischen Effektes erfolgte in Abhängigkeit der jeweiligen p-Werte und der Residualstandardabweichung. Folgend ist das finale Modell angeführt:

$$Y_{ijklmn} = \mu + B_i + R(B)_j + L_k + D_l + K_m + M_n + b_1*X + b_2*X^2 + b_3*EL + b_4*EL^2 + \varepsilon_{ijklmn}$$

$Y_{ijklmn}$ = Beobachtungswert der abhängigen Variablen

$\mu$ = gemeinsame Konstante der Y-Werte (Intercept)

$B_i$ = fixer Effekt des Betriebes (i=1, 2, …, 164)

$R(B)_j$ = fixer Effekt der Rasse genestet im Betrieb (j=FV, BV, HF)

$L_k$ = fixer Effekt der Laktationszahl-Klasse (k=1, 2, 3, 4)

$D_l$ = fixer Effekt der Kalbesaison (l=1, 2, 3, 4)

$K_m$ = fixer Effekt der Kalbeverlaufs-Klasse (m=1, 2, 3)

$M_n$ = fixer Effekt der Einsatzleistungs-Klasse innerhalb des Betriebes (n=1, 2, 3, 4)

$b_1$ - $b_4$= Regressionskoeffizienten

**X** = BCS / BCS-Verlust / LM / LM-Verlust

$X^2$= BCS*BCS / BCS-Verlust *BCS-Verlust / LM*LM / LM-Verlust *LM-Verlust

**EL** = Einsatzleistung

$EL^2$= Einsatzleistung*Einsatzleistung

$\varepsilon_{ijklmn}$ = Residue

- ## Analyse des Anteils an Ketose-verdächtigen Tieren

Im finalen Modell wurden als fixe Effekte der Betrieb, die Laktationszahl und die Kalbesaison berücksichtigt. Als kontinuierliche Effekte galten das Erstkalbealter und entweder der BCS, der BCS-Verlust, die LM oder der LM-Verlust. Hierbei bleibt anzumerken, dass eine gleichzeitige Berücksichtigung von BCS und LM bzw. deren Verlust, aufgrund der hohen Korrelationen und dadurch bedingten starken Verzerrungen der Ergebnisse, nicht möglich war. Folgend ist das finale Modell angeführt:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + L_j + D_k + b_1*X + b_2*E + \varepsilon_{ijk}$$

$Y_{ijk}$ = Beobachtungswert der abhängigen Variablen

$\mu$ = gemeinsame Konstante der Y-Werte (Intercept)

$B_i$ = fixer Effekt des Betriebs (i=1, 2, …, 164)

$L_j$ = fixer Effekt der Laktationszahl-Klasse (j=1, 2, 3, 4)

$D_k$ = fixer Effekt der Kalbesaison (k=1, 2, 3, 4)

$b_1$, $b_2$= Regressionskoeffizienten

**X** = BCS / BCS-Verlust / LM / LM-Verlust

**E** = Erstkalbealter

$\varepsilon_{ijk}$ = Residue

# 4 Ergebnisse

Für die Bewertung sämtlicher Analysen bzw. Auswertungen wurden folgende Signifikanzniveaus verwendet:

- p-Wert ≤0,05: signifikant (*)
- p-Wert ≤0,01: hoch signifikant (**)
- p-Wert ≤0,001: höchst signifikant (***)

## 4.1 Deskriptive Auswertung

### 4.1.1 Diagnosen

Die absoluten und relativen Häufigkeiten bzw. Frequenzen der einzelnen Stoffwechselerkrankungen und akuter bzw. chronischer Mastitis sind in Tabelle 2 dargestellt. Demnach lagen die relativen Häufigkeiten im Bereich von 0,05 bis 6,97 %. Hierbei bleibt anzumerken, dass Acidose aufgrund der sehr geringen relativen bzw. absoluten Häufigkeit von nur 0,05 % bzw. 3 Erkrankungen von den weiteren Auswertungen ausgeschlossen wurde.

**Tabelle 2:** Absolute und relative Häufigkeiten von Stoffwechselstörungen und Mastitis auf Einzeltierebene (N=5985)

| Erkrankung | Absolute Häufigkeit | Relative Häufigkeit (in %) |
|---|---|---|
| Acidose | 3 | **0,05** |
| Milchfieber | 348 | **5,81** |
| Ketose | 73 | **1,22** |
| Akute Mastitis | 417 | **6,97** |
| Chronische Mastitis | 119 | **1,99** |

Die relativen Häufigkeiten von Stoffwechselerkrankungen und Mastitis auf Betriebsebene sind in Tabelle 3 dargestellt, wobei jeweils nur Minimum, Maximum, Median und arithmetischer Mittelwert angeführt sind. Diese Parameter zeigen, dass die relativen Häufigkeiten zwischen den Betrieben stark variieren.

**Tabelle 3:** Auftreten von Stoffwechselstörungen und Mastitis auf Betriebsebene in%

| Parameter | Acidose (in %) | Milchfieber (in %) | Ketose (in %) | Akute Mastitis (in %) | Chronische Mastitis (in %) |
|---|---|---|---|---|---|
| Minimum | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Maximum | 1,90 | 24,10 | 16,00 | 38,20 | 40,00 |
| Median | 0 | 4,70 | 0 | 5,30 | 0 |
| Mittelwert | 0,03 | 5,98 | 0,97 | 7,15 | 1,97 |

Hinsichtlich des Auftretens der einzelnen Erkrankungen gibt Tabelle 4 Auskunft, wobei gut sichtbar wird, dass vor allem zu Laktationsbeginn gehäuft Erkrankungen auftreten und dies somit als „kritischer Zeitraum“ betrachtet werden kann. Die unten angeführte Einteilung in Laktationstags-Klassen erfolgte in Schritten von je 30 Laktationstagen.

**Tabelle 4:** Auftreten von Stoffwechselstörungen und Mastitis nach Laktationstags-Klassen (eingeteilt in 30-Tage Schritten)

| Erkrankung | Laktationstags-Klassen (relative Häufigkeit in %) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Acidose | 66,7 | 0 | 33,3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Milchfieber | 99,4 | 0 | 0,3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,3 |
| Ketose | 84,9 | 12,3 | 2,7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ak. Mastitis | 59,5 | 11,5 | 8,6 | 6,7 | 3,1 | 3,1 | 2,4 | 1,4 | 1,0 | 1,7 | 1,0 | 0 |
| Chr. Mastitis | 45,4 | 14,3 | 9,2 | 7,6 | 5,0 | 6,7 | 3,4 | 5,9 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0 |

### 4.1.2 Keto-Test

Von den insgesamt 3.565 getesteten Milchkühen wiesen 1.718 an mindestens einem Kontrolltag einen Anteil an Betahydroxybuttersäure ≥100 µmol/l auf. Dies ergab einen Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren von 48,19 %. Auf Betriebsebene lag das Minimum bei 0 %, das Maximum bei 100 % und der Median bei einem Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren von 51,79 %.

Bei Verwendung eines Grenzwertes von ≥200 µmol/l konnten deutlich niedrigere Anteile festgestellt werden. Auf Einzeltierebene konnte ein Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren von 12,48 % ermittelt werden. Auf Betriebsebene lag das Minimum bei 0 %, das Maximum bei 94,74 % und der Median bei einem Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren von 7,32 %.

### 4.1.3 Korrelationen zwischen Ketose-Diagnosen und Keto-Test

Die Korrelationen zwischen den Ketose-Diagnosen und den Ergebnissen des Keto-Tests auf Einzeltierebene sind in Tabelle 5 dargestellt. Demnach bestand lediglich ein gering positiver Zusammenhang, welcher mit steigendem Keto-Test-Grenzwert von 0,031 auf 0,104 anstieg.

**Tabelle 5:** Korrelationen (nach Pearson) zwischen Ketose-Diagnosen und den Ergebnissen des Keto-Tests auf Einzeltierebene (N=3530)

| Keto-Testergebnisse | Ketose-Diagnosen |
|---|---|
| Grenzwert ≥100 µmol/l | 0,031 |
| Grenzwert ≥200 µmol/l | 0,069 |
| Grenzwert ≥500 µmol/l | 0,104 |

Auf Betriebsebene konnten zwischen den Ketose-Diagnosen und den Ergebnissen des Keto-Tests leicht positive Korrelationen ermittelt werden, wobei die höchste Korrelation bei einem Grenzwert von ≥100 µmol/l ermittelt werden konnte. Die detaillierten Werte können aus Tabelle 6 abgelesen werden.

**Tabelle 6:** Korrelationen (nach Pearson) zwischen Ketose-Diagnosen und den Ergebnissen des Keto-Tests auf Betriebsebene (N=158)

| Keto-Testergebnisse | Ketose-Diagnose |
|---|---|
| Grenzwert ≥100 µmol/l | 0,098 |
| Grenzwert ≥200 µmol/l | 0,073 |
| Grenzwert ≥500 µmol/l | 0,002 |

### 4.1.4 Korrelationen zwischen BCS, LM bzw. deren Verlust

Die verschiedenen Korrelationen zwischen den Parametern BCS, LM bzw. deren Verlust sind in Tabelle 7 dargestellt. Demnach wiesen BCS und LM bei der Abkalbung eine positive Korrelation von r = 0,426 auf. Vergleicht man dieselben Parameter zu Laktationsbeginn, so konnte eine Korrelation von r = 0,391 ermittelt werden. Des Weiteren konnten jeweils positive Korrelationen für den BCS bzw. die LM bei der Abkalbung und den BCS- bzw. LM-Verlust zu Laktationsbeginn ermittelt werden.

**Tabelle 7:** Korrelationen (nach Pearson) zwischen BCS und Lebendmasse (LM) bei Abkalbung bzw. deren Verlust zu Laktationsbeginn (N=3004)

| | BCS a.p.[1] | BCS p.p.[2] | BCS-Verlust | LM a.p.[1] | LM p.p.[2] | LM-Verlust |
|---|---|---|---|---|---|---|
| BCS a.p.[1] | 1 | 0,666 | 0,382 | 0,426 | 0,365 | 0,208 |
| BCS p.p.[2] | | 1 | 0,395 | 0,284 | 0,391 | 0,082 |
| BCS-Verlust | | | 1 | 0,155 | 0,043 | 0,368 |
| LM a.p.[1] | | | | 1 | 0,852 | 0,500 |
| LM p.p.[2] | | | | | 1 | <0,001 |
| LM-Verlust | | | | | | 1 |

[1]Werte 40 bis 0 Tage vor der Abkalbung, [2]Werte 10 bis 40 Tage nach der Abkalbung

## 4.2 Einfluss betriebsbezogener Parameter

### 4.2.1 Diagnosen

In Tabelle 8 ist der Einfluss betriebsbezogener Parameter auf das Auftreten von Milchfieber, Ketose bzw. akuter und chronischer Mastitis ausgewiesen, wobei nur die Signifikanzniveaus dargestellt werden.

**Tabelle 8:** Einfluss betriebsbezogener Parameter auf das Auftreten von Stoffwechselstörungen und Mastitis

| Parameter | Milchfieber | Ketose | Akute Mastitis | Chron. Mastitis |
|---|---|---|---|---|
| Fütterungssystem | n.s. | *** | ** | n.s. |
| Haltungssystem Trockensteher | n.s. | * | *** | *** |
| Weidehaltung der Trockensteher | n.s. | n.s. | n.s. | * |
| Weidehaltung der Kühe in Milch | n.s. | ** | n.s. | * |
| Durchschn. Milchmenge | n.s. | n.s. | n.s. | *** |
| Kuhanzahl | n.s. | ** | * | n.s. |
| Seehöhe | n.s. | *** | *** | * |

(n.s. = p>0,05; * = p≤0,05; ** = p≤0,01; *** = p≤0,001)

## Milchfieber

Hinsichtlich des Einflusses betriebsbezogener Parameter auf das Auftreten von Milchfieber konnten keine signifikanten Ergebnisse gefunden werden. Interessant bleibt jedoch anzumerken, dass beim Parameter durchschnittliche Milchmenge Betriebe mit einem niedrigen Leistungsniveau mit einer relativen Häufigkeit von 8,26 % deutlich höher lagen, als die weiteren Klassen (5,64 bis 6,01 %) und Betriebe mit Weidehaltung eine höhere relative Milchfieber-Häufigkeit aufwiesen.

## Ketose

Hinsichtlich des Auftretens von Ketose hatte erwartungsgemäß das Fütterungssystem einen signifikanten Effekt, wobei hierbei Betriebe mit einer getrennten Futtervorlage die niedrigste relative Häufigkeit mit 0,78 % aufwiesen. AGR-Betriebe hatten eine relative Häufigkeit von 1,38 % und TMR-Betriebe sogar von 3,10 %. Weitere signifikante Ergebnisse konnten beim Haltungssystem für Trockensteher, Weidehaltung der Kühe in Milch und der Seehöhe beobachtet werden. Bei der Kuhanzahl hatten große Betriebe mit einer relativen Häufigkeit von 1,79 % um rund 2,3-mal mehr Ketose-Diagnosen als kleinere Betriebe. Hinsichtlich der durchschnittlichen Milchmenge hatten erwartungsgemäß Betriebe mit einem niedrigen Leistungsniveau die niedrigste Häufigkeit, wobei dies nicht statistisch abgesichert werden konnte.

### Akute Mastitis

Bezüglich des Auftretens von akuter Mastitis konnten beim Fütterungssystem, Haltungssystem der Trockensteher, Seehöhe und der Kuhanzahl signifikante Ergebnisse beobachtet werden.

### Chronische Mastitis

Der Einfluss betriebsbezogener Parameter auf das Auftreten von chronischer Mastitis konnte statistisch signifikant für das Haltungssystem der Trockensteher, Weidehaltung der Trockensteher und der Kühe in Milch, Seehöhe und die durchschnittliche Milchmenge belegt werden.

## 4.2.2 Keto-Test

Hinsichtlich der Ergebnisse des Keto-Tests (Grenzwert ≥ 100µmol/l) konnten für das Fütterungssystem, Haltungssystem der Trockensteher und die durchschnittliche Milchmenge signifikante (***) Ergebnisse ermittelt werden. Beim Fütterungssystem hatten TMR-Betriebe mit einem Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren von 26,83 % einen deutlich geringeren Wert als AGR-Betriebe (46,82 %) und Betriebe mit einer getrennten Futtervorlage (51,18 %). Interessant bleibt hier anzumerken, dass sich dieses Ergebnis komplett anders darstellte als jenes für die in Kap. 4.2.1 dargestellten Ergebnisse für Ketose-Diagnosen. Hinsichtlich des Haltungssystems für Trockensteher konnte der niedrigste Anteil mit 37,80 % für Betriebe errechnet werden, welche die Trockensteher gemeinsam mit den Milchkühen halten. Bei der durchschnittlichen Milchmenge wiesen Betriebe mit niedrigem bzw. sehr hohem Leistungsniveau mit 42,86 bzw. 36,40 % die niedrigsten Anteile an Ketose-verdächtigen Tieren auf.

# 4.3 Einfluss von Rasse, Erstkalbealter, Laktationszahl, Kalbeverlauf und Kalbesaison

## 4.3.1 Diagnosen

### 4.3.1.1 Einfluss der Rasse

Der Einfluss der Rasse auf das Auftreten von Stoffwechselstörungen und Mastitis kann aus Tabelle 9 entnommen werden, wobei in dieser nur die zahlenmäßig häufigsten, d.h. Fleckvieh (FV), Braunvieh (BV) und Holstein-Friesian (HF) berücksichtigt sind.

**Tabelle 9:** Einfluss der Rasse auf Stoffwechselstörungen und Mastitis

| Rasse | Tiere (N=5920) | Milchfieber (in %) | Ketose (in %) | Akute Mastitis (in %) | Chron. Mastitis (in %) |
|---|---|---|---|---|---|
| FV[1] | 3372 | 6,17 | 0,77[a] | 6,35[a] | 1,81[a] |
| BV[2] | 1312 | 4,73 | 1,68[b] | 8,38[b] | 3,13[b] |
| HF[3] | 1236 | 5,83 | 1,94[b] | 6,96[ab] | 1,13[a] |
| **P-Wert Chi-Square** | - | **0,164** | **0,001** | **0,048** | **<0,001** |

[1]Fleckvieh, [2]Braunvieh, [3]Holstein-Friesian

Hinsichtlich des Auftretens von Milchfieber konnte der Einfluss der Rasse nicht statistisch nachgewiesen werden, wobei Tiere der Rasse FV mit 6,17 % den höchsten und Tiere der Rasse BV mit 4,73 % den niedrigsten Wert aufwiesen. Beim Auftreten von Ketose wiesen FV-Kühe eine signifikant niedrigere relative Häufigkeit mit 0,77 % auf, diese lag bei BV 2,2-mal und bei HF 2,5-mal höher. Bei der relativen Häufigkeit von akuter bzw. chronischer Mastitis wies die Rasse BV die höchsten Werte mit 8,38 bzw. 3,13 % auf. Signifikante Ergebnisse konnten für Ketose (**), akute (*) und chronische Mastitis (***) beobachtet werden.

#### 4.3.1.2 Einfluss des Erstkalbealters

Der Einfluss des Erstkalbealters konnte beim $X^2$-Test für keine Erkrankung statistisch abgesichert werden. Auch die Ableitung von Tendenzen war aufgrund der sehr ähnlichen relativen Häufigkeiten nicht möglich. Mittels multivariaten Modells konnte ebenfalls kein Einfluss nachgewiesen werden, wodurch auch keine Berücksichtigung im finalen Modell erfolgte.

#### 4.3.1.3 Einfluss der Laktationszahl

Der Einfluss der Laktationszahl-Klasse auf das Auftreten von Stoffwechselstörungen und Mastitis ist in Tabelle 10 dargestellt, wobei es sich hierbei um die Ergebnisse des $X^2$-Tests handelt. Statistisch signifikante Ergebnisse konnten sowohl für Milchfieber und Ketose, als auch für akute und chronische Mastitis gefunden werden. Die relativen Häufigkeiten aller beobachteten Erkrankungen nahmen mit steigender Laktationszahl-Klasse zu. Besonders deutlich sichtbar war dies beim Milchfieber, wo die relative Häufigkeit von der ersten bis zur letzten Laktationszahl-Klasse von 0,22 auf 16,22 % anstieg.

**Tabelle 10:** Einfluss der Laktationszahl-Klasse auf Stoffwechselstörungen und Mastitis

| Laktations-zahl-Klasse | Tiere (N=5985) | Milchfieber (in %) | Ketose (in %) | Akute Mastitis (in %) | Chronische Mastitis (in %) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1[1] | 1842 | 0,22[a] | 0,76 | 4,34[a] | 0,98[a] |
| 2[2] | 1272 | 1,42[b] | 0,94 | 5,90[a] | 1,57[ab] |
| 3[3] | 2125 | 9,65[c] | 1,55 | 8,28[b] | 2,68[b] |
| 4[4] | 746 | 16,22[d] | 1,88 | 11,53[c] | 3,22[b] |
| **P-Wert Chi-Square** | **-** | **<0,001** | **0,034** | **<0,001** | **<0,001** |

[1]Tiere mit 1 Laktation, [2]Tiere mit 2 Laktationen, [3]Tiere mit 3 bis 5 Laktationen, [4]Tiere mit 6 oder mehr Laktationen

Die Ergebnisse des multivariaten Modells waren jenen des $X^2$-Tests sehr ähnlich. Insbesondere in den Laktationszahl-Klassen 3 und 4 konnte eine erhöhte relative Erkrankungshäufigkeit festgestellt werden, wobei die Unterschiede für Milchfieber ($p<0,001$), akute ($p<0,001$) und chronische ($p=0,002$) Mastitis statistisch signifikant waren. Die detaillierten Ergebnisse dazu sind der Abbildung 4 zu entnehmen.

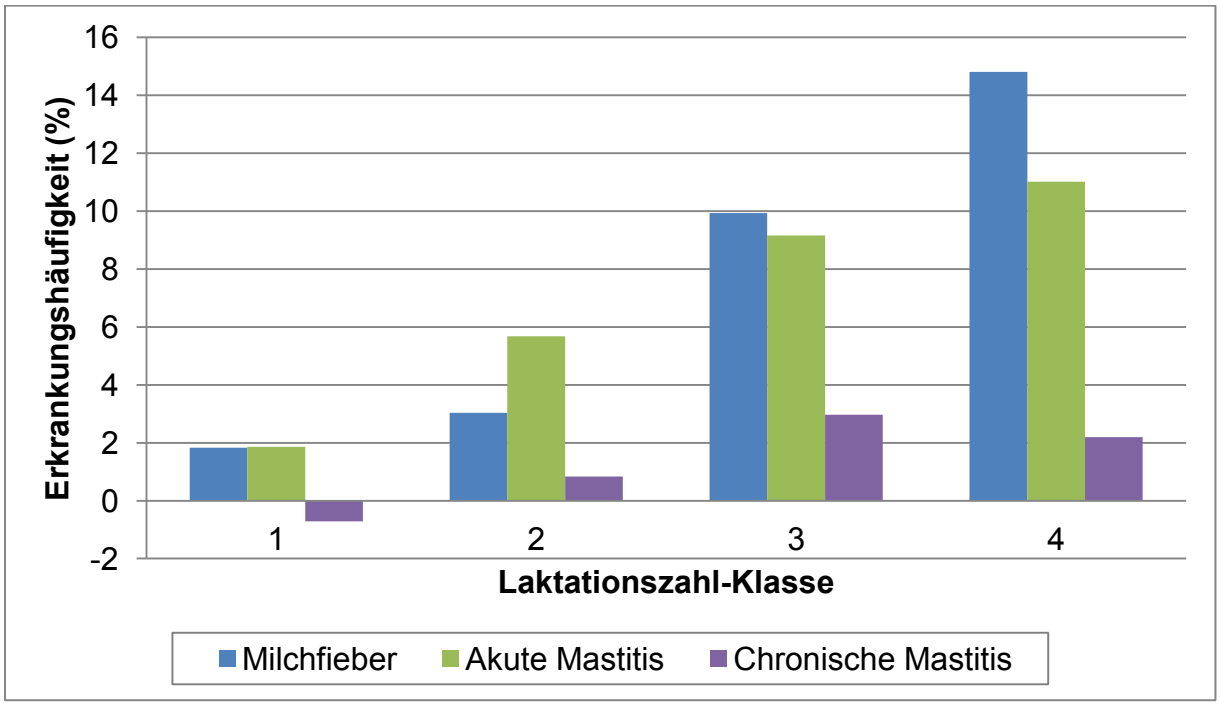


**Abbildung 4:** Relative Erkrankungshäufigkeit von Milchfieber, akuter und chronischer Mastitis nach der Laktationszahl-Klasse (LS-Means, N=2945)

[1]Tiere mit 1 Laktation, [2]Tiere mit 2 Laktationen, [3]Tiere mit 3 bis 5 Laktationen, [4]Tiere mit 6 oder mehr Laktationen

#### 4.3.1.4 Einfluss des Kalbeverlaufs

Bezüglich des Kalbeverlaufs konnten bei allen Erkrankungen die höchsten relativen Frequenzen in Klasse 3+ festgestellt werden. Statistisch signifikante Ergebnisse konnten für Milchfieber (*) und akute Mastitis (**) errechnet werden, wobei die detaillierten Ergebnisse des $X^2$-Tests aus Tabelle 11 entnommen werden können.

**Tabelle 11:** Einfluss des Kalbeverlaufs auf Stoffwechselstörungen und Mastitis

| KVL-Klasse | Tiere (N=5906) | Milchfieber (in %) | Ketose (in %) | Akute Mastitis (in %) | Chronische Mastitis (in %) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3469 | 4,70[a] | 1,24 | 7,52[b] | 2,05 |
| 2 | 2225 | 6,20[b] | 1,12 | 5,62[a] | 1,93 |
| 3+[1] | 212 | 8,02[b] | 1,89 | 9,91[b] | 2,36 |
| **P-Wert Chi-Square** | **-** | **0,011** | **0,617** | **0,005** | **0,895** |

[1]Kalbeverlauf 3, 4 und 5 zusammengefasst

Hinsichtlich der Ergebnisse des multivariaten Modells konnten mit Ausnahme von Ketose ebenfalls die höchsten relativen Häufigkeiten in KVL-Klasse 3+ gefunden werden. Der Einfluss des Kalbeverlaufs konnte statistisch signifikant nur für Milchfieber (p=0,027) nachgewiesen werden. Die detaillierten Ergebnisse dazu sind in Abbildung 5 dargestellt.

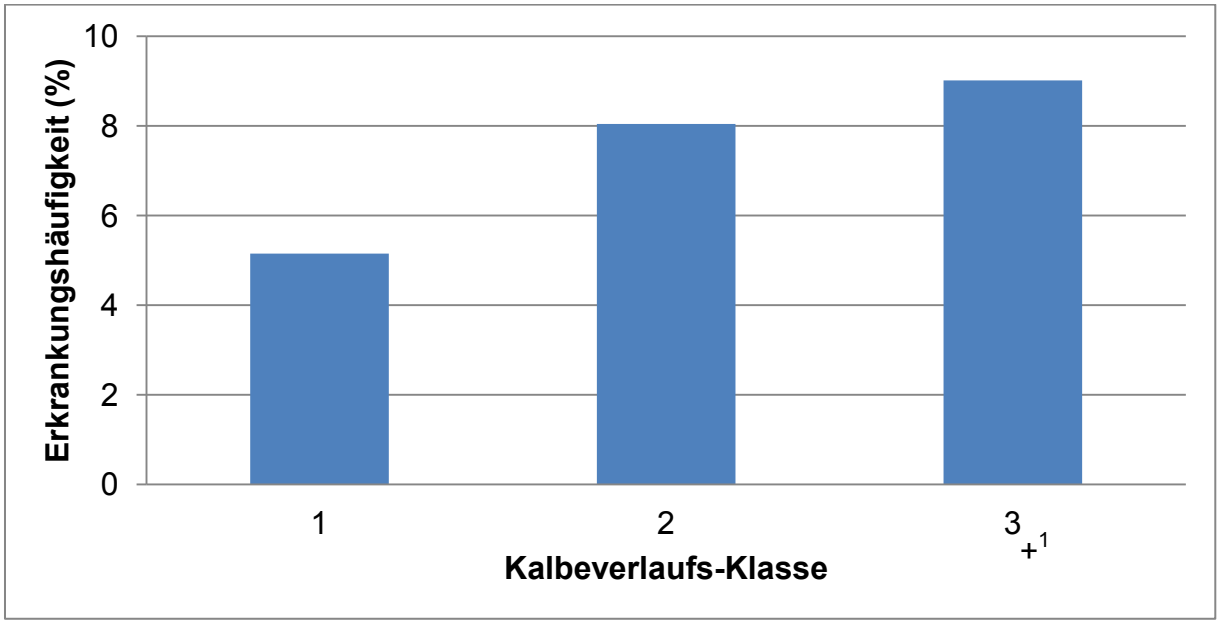


**Abbildung 5:** Relative Erkrankungshäufigkeit von Milchfieber nach dem Kalbeverlauf (LS-Means, N=2945)

[1]Kalbeverlauf 3, 4 und 5 zusammengefasst

#### 4.3.1.5 Einfluss der Kalbesaison

Der Einfluss der Kalbesaison auf das Auftreten von Stoffwechselstörungen und Mastitis konnte für Ketose (*), akute Mastitis (***) und chronische Mastitis (***) statistisch abgesichert werden. Für die genannten Erkrankungen konnte die Kalbesaison 4, d.h. von Oktober bis Dezember, als jene mit den geringsten relativen Häufigkeiten ausgewiesen werden. Beim Milchfieber war die relative Häufigkeit in Kalbesaison 3, d.h. von Juli bis September, am niedrigsten, wobei dies nicht statistisch abgesichert werden konnte. Die detaillierten Ergebnisse dazu können der Tabelle 12 entnommen werden.

**Tabelle 12:** Einfluss der Kalbesaison auf Stoffwechselstörungen und Mastitis

| Kalbesaison | Tiere (N=5985) | Milchfieber (in %) | Ketose (in %) | Akute Mastitis (in %) | Chronische Mastitis (in %) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1[1] | 1493 | 6,23 | 1,34[b] | 9,24[c] | 3,28[c] |
| 2[2] | 1116 | 6,27 | 1,79[b] | 9,41[c] | 2,69[bc] |
| 3[3] | 1631 | 5,09 | 1,53[b] | 6,32[b] | 1,59[ab] |
| 4[4] | 1745 | 5,85 | 0,46[a] | 4,07[a] | 0,80[a] |
| **P-Wert Chi-Square** | **-** | **0,481** | **0,005** | **<0,001** | **<0,001** |

[1]Jänner - März, [2]April - Juni, [3]Juli - September, [4]Oktober - Dezember

Die Ergebnisse des multivariaten Modells sind in Abbildung 6 dargestellt, wobei für Ketose, akute und chronische Mastitis die niedrigste relative Häufigkeit in Kalbesaison 4 beobachtet wurde. Für Milchfieber galt wiederum Kalbesaison 3 als jene mit der niedrigsten relativen Häufigkeit. Statistisch signifikante Ergebnisse konnten nur für akute ($p=0,007$) und chronische ($p<0,001$) Mastitis beobachtet werden.

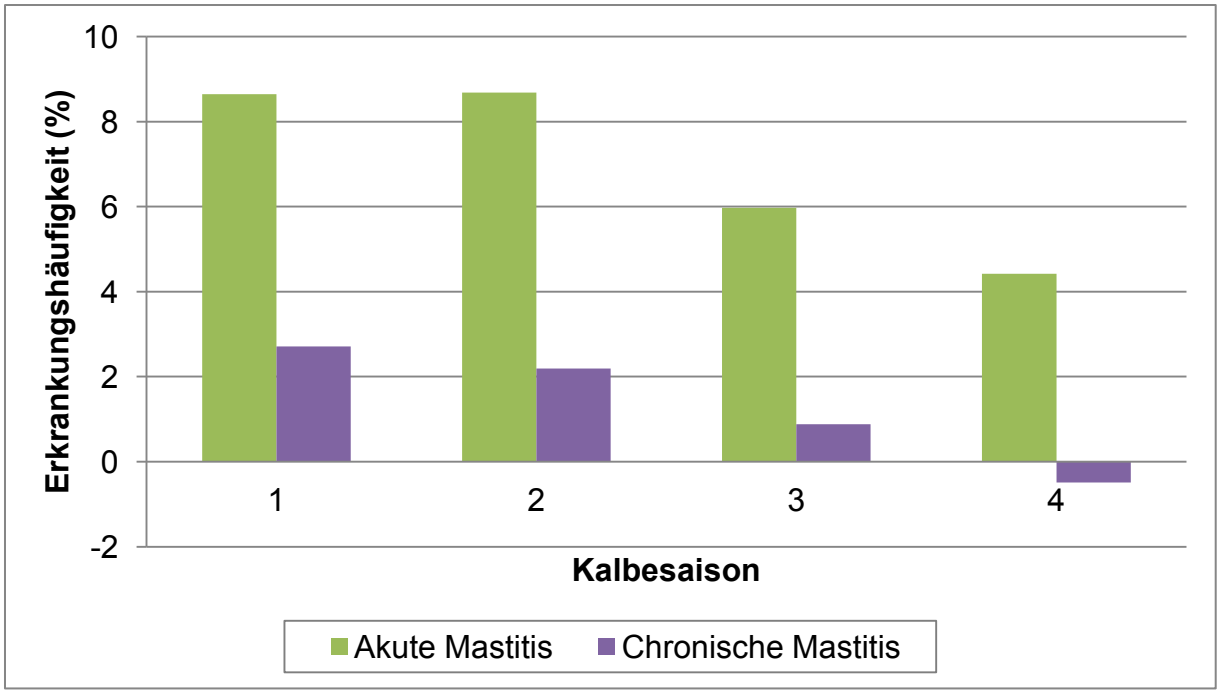


**Abbildung 6:** Relative Erkrankungshäufigkeit von akuter und chronischer Mastitis nach der Kalbesaison (LS-Means, N=2945)

1=Jänner - März, 2=April - Juni, 3=Juli - September, 4=Oktober – Dezember

## 4.3.2 Keto-Test

### 4.3.2.1 Einfluss der Rasse

Hinsichtlich der Rasse wird im Folgenden wiederum nur auf die zahlenmäßig häufigsten eingegangen. Laut den Ergebnissen des $X^2$-Tests lag der Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren bei der Rasse FV$^a$ mit 45,55 % am niedrigsten, gefolgt von HF$^a$ mit 47,52 % und BV$^b$ mit 56,49 %, wobei die Unterschiede statistisch signifikant ($p<0,001$) waren.

Der Einfluss der Rasse konnte mittels multivariaten Modells nicht nachgewiesen werden, wodurch auch keine Berücksichtigung im finalen Modell erfolgte.

### 4.3.2.2 Einfluss des Erstkalbealters

Der Einfluss des Erstkalbealters auf den Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren konnte unter Anwendung des $X^2$-Tests nicht nachgewiesen werden. Auch die Ableitung von Tendenzen war aufgrund der sehr ähnlichen Anteile nicht möglich. Bei Anwendung eines multivariaten Modells konnte der Einfluss gerade nicht statistisch ($p=0,054$) abgesichert werden. Es zeigte sich jedoch ein Zusammenhang zwischen einem erhöhten Erstkalbealter und einem erhöhten Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren. Demnach stieg der Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren um 2,2 % je Erhöhung des Erstkalbealters um 100 Tage. Die Ergebnisse dazu sind in Abbildung 7 dargestellt.

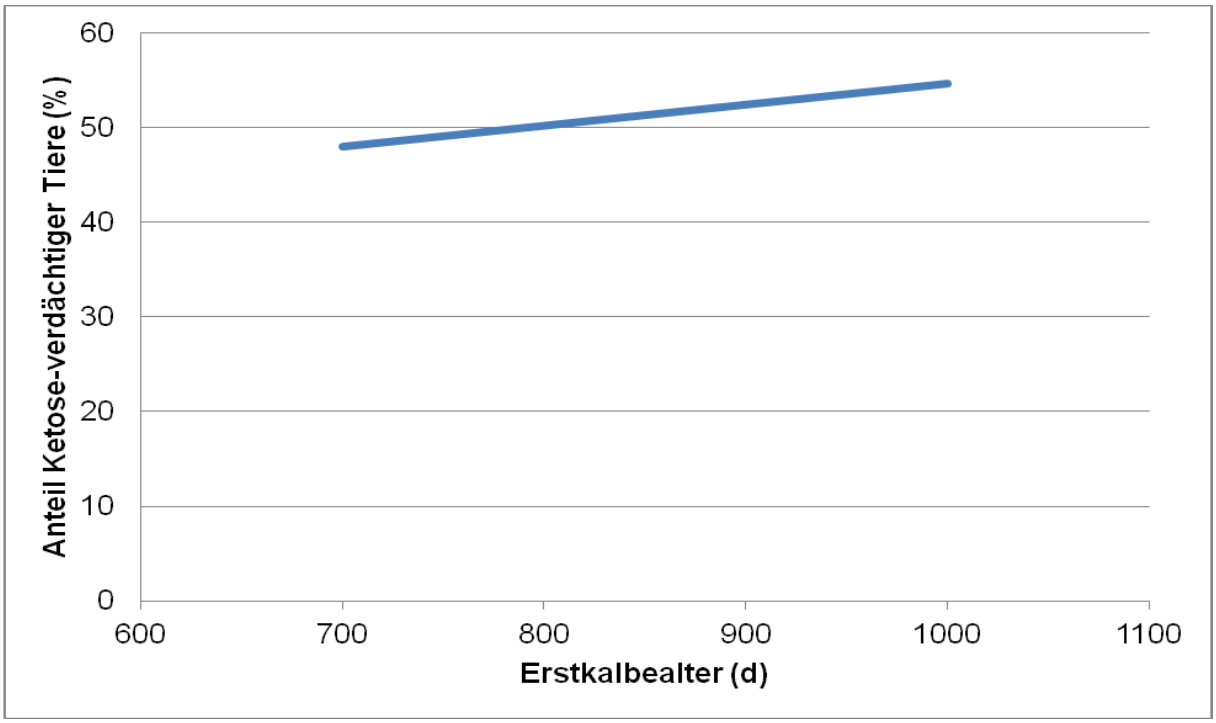


**Abbildung 7:** Anteil Ketose-verdächtiger Tiere nach dem Erstkalbealter (N=2146)

#### 4.3.2.3 Einfluss der Laktationszahl

Die Auswertungen des $X^2$-Tests hinsichtlich des Einflusses der Laktationszahl-Klasse zeigten, dass der Anteil Ketose-verdächtiger Tiere mit steigender Laktationszahl-Klasse deutlich zunahm, wobei dies statistisch signifikant (***) abgesichert werden konnte. Konkret unterschieden sich Tiere mit 1 bzw. 2 Laktationen signifikant von jenen mit 3 bzw. mehr Abkalbungen. Die detaillierten Ergebnisse dazu sind in Tabelle 13 abgebildet.

**Tabelle 13:** Einfluss der Laktationszahl-Klasse auf den Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren

| Laktationszahl-Klasse | Tiere (N=3565) | Ketose-verdächtig |
|---|---|---|
| 1[1] | 1044 | 39,94 [a] |
| 2[2] | 712 | 45,22 [a] |
| 3[3] | 1328 | 53,39 [b] |
| 4[4] | 481 | 56,13 [b] |
| **P-Wert Chi-Square** | **-** | **<0,001** |

[1]Tiere mit 1 Laktation, [2]Tiere mit 2 Laktationen, [3]Tiere mit 3 bis 5 Laktationen, [4]Tiere mit 6 oder mehr Laktationen

Auch die Ergebnisse des multivariaten Modells zeigten eine ähnliche Ausprägung wie jene des oben beschriebenen $X^2$-Tests, wobei diese nicht statistisch signifikant waren (p=0.112). Die detaillierten Werte dazu können der Abbildung 8 entnommen werden.

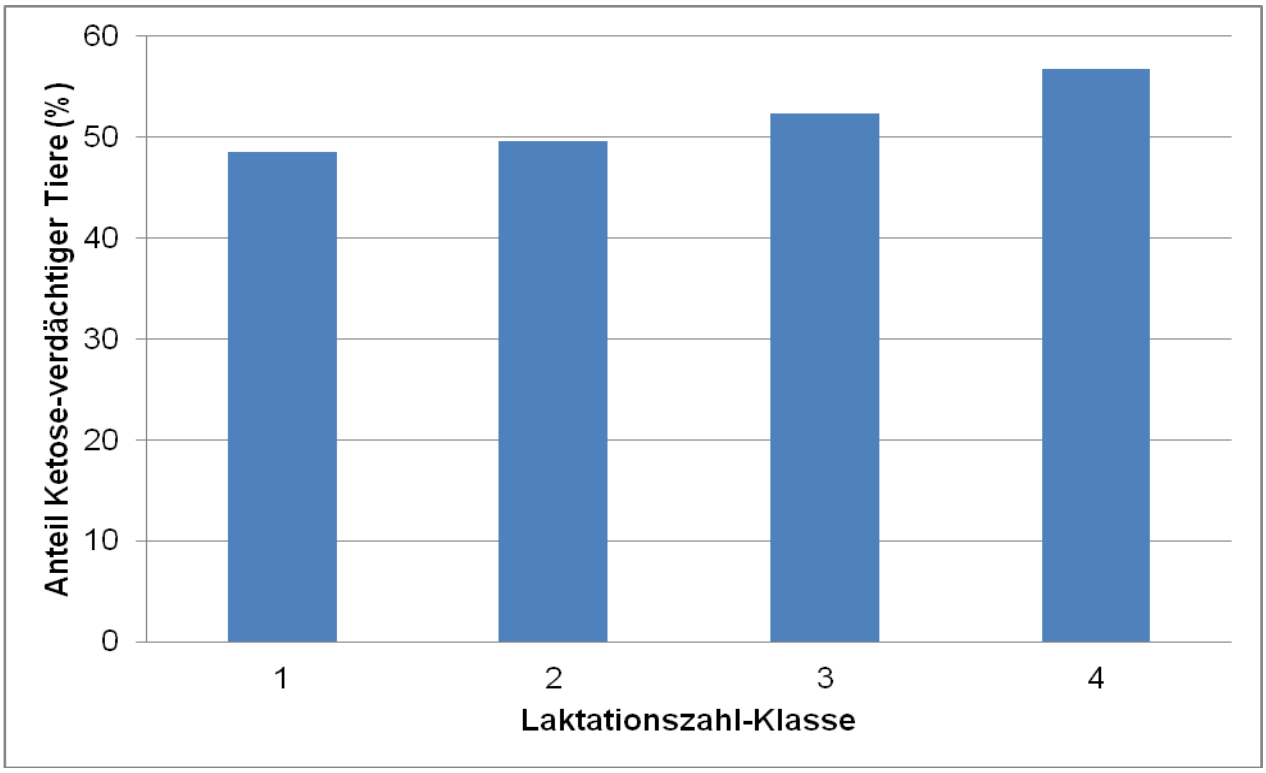


**Abbildung 8:** Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren nach der Laktationszahl-Klasse (LS-Means, N=2146)

#### 4.3.2.4 Einfluss des Kalbeverlaufs

Der Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren lag anhand der Ergebnisse des $X^2$-Tests bei der KVL-Klasse 1 mit 44,89 % am niedrigsten, gefolgt von Klasse 2 mit 52,93 % und Klasse 3+ (KVL-Klassen 3 bis 5) mit 54,31 %, wobei sich die Klasse 1 von den beiden anderen signifikant unterschied, die sich ihrerseits nur zufällig unterschieden. Der Einfluss des Kalbeverlaufs konnte mittels multivariaten Modells nicht nachgewiesen werden, wodurch auch keine Berücksichtigung im finalen Modell erfolgte.

#### 4.3.2.5 Einfluss der Kalbesaison

Der Einfluss der Kalbesaison auf die Ergebnisse des Keto-Tests bzw. den Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren ist in Tabelle 14 dargestellt, wobei hier die Ergebnisse des $X^2$-Tests dargestellt sind. Dass ein Einfluss besteht, konnte statistisch signifikant (***) abgesichert werden, wobei der niedrigste Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren mit 42,14 % in Kalbesaison 4 realisiert wurde.

**Tabelle 14:** Einfluss der Kalbesaison auf den Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren

| Kalbesaison | Tiere (N=3565) | Ketose-verdächtig |
|---|---|---|
| 1[1] | 826 | 50,00 [b] |
| 2[2] | 769 | 50,85 [b] |
| 3[3] | 1130 | 49,56 [b] |
| 4[4] | 840 | 42,14 [a] |
| **P-Wert Chi-Square** | **-** | **<0,001** |

[1]Jänner - März, [2]April - Juni, [3]Juli - September, [4]Oktober - Dezember

Ähnliche Ergebnisse konnten auch mittels multivariaten Modells gefunden werden, wobei ebenfalls Kalbesaison 4, d.h. von Oktober bis Dezember, als jene mit dem niedrigsten Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren ausgewiesen werden konnte (p=0.006). Die detaillierten Ergebnisse sind in Abbildung 9 dargestellt.

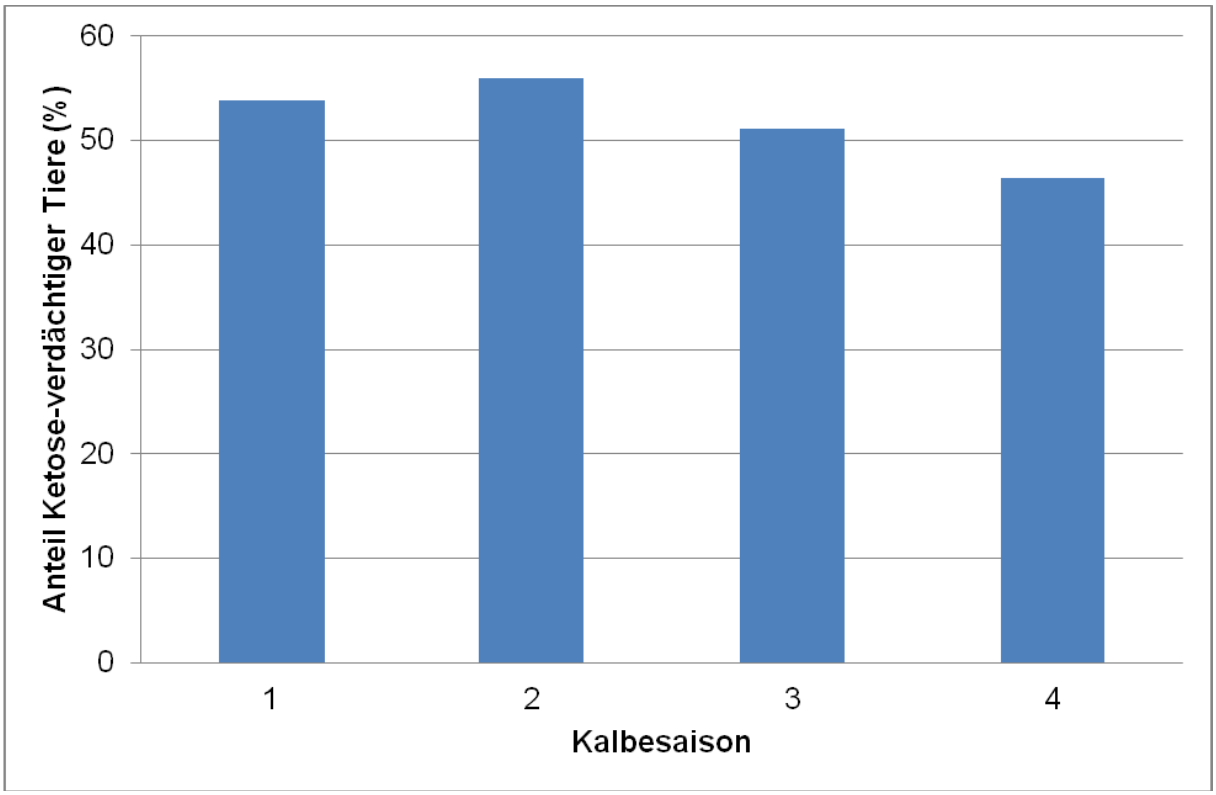


**Abbildung 9:** Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren nach der Kalbesaison (LS-Means, N=2146)

1=Jänner - März, 2=April - Juni, 3=Juli - September, 4=Oktober - Dezember

# 4.4 Einfluss von BCS und LM bei der Abkalbung bzw. deren Verlust zu Laktationsbeginn

## 4.4.1 Diagnosen

### 4.4.1.1 Einfluss des BCS bei der Abkalbung

Der Einfluss des BCS bei der Abkalbung ist in Tabelle 15 dargestellt, wobei es sich hierbei vorerst um die Ergebnisse des $X^2$-Tests handelt. Ein statistisch signifikantes Ergebnis konnte lediglich für Ketose (*) beobachtet werden. Demnach stieg mit höheren BCS-Werten auch die relative Häufigkeit an erkrankten Tieren an. Bei Milchfieber, akuter und chronischer Mastitis konnten lediglich Tendenzen zwischen erhöhten BCS-Werten und einer erhöhten relativen Häufigkeit an erkrankten Tieren nachgewiesen werden.

**Tabelle 15:** Einfluss des BCS bei der Abkalbung auf Stoffwechselstörungen und Mastitis

| BCS | Tiere (N=4217) | Milchfieber (in %) | Ketose (in %) | Akute Mastitis (in %) | Chronische Mastitis (in %) |
|---|---|---|---|---|---|
| Niedrig[1] | 1425 | 6,74 | 0,70[a] | 7,02 | 1,89 |
| Mittel[2] | 1494 | 5,89 | 1,54[ab] | 6,56 | 1,81 |
| Hoch[3] | 1298 | 7,86 | 1,69[b] | 8,09 | 2,62 |
| **P-Wert Chi-Square** | **-** | **0,119** | **0,045** | **0,283** | **0,268** |

[1]BCS <3,5, [2]BCS 3,5 bis <4, [3] BCS ≥4

Die Ergebnisse des multivariaten Modells sind in Abbildung 10 dargestellt, wobei lediglich für Ketose (p<0,001) ein statistisch signifikantes Ergebnis gefunden wurde. Demnach lag das höchste Erkrankungsrisiko bei einem BCS von 3,75, wobei dieses mit einem noch höheren BCS sogar leicht abnahm. Die Unterschiede in der relativen Erkrankungshäufigkeit konnten für Milchfieber (p=0,079) knapp nicht statistisch abgesichert werden, wobei tendenziell Tiere mit erhöhten BCS-Werten ein erhöhtes Erkrankungsrisiko aufwiesen. Hinsichtlich einer Erkrankung an akuter Mastitis (p=0,336) konnte lediglich eine Tendenz zwischen niedrigen BCS-Werten und einer erhöhten relative Häufigkeit von erkrankten Tieren nachgewiesen werden. Die relative Erkrankungshäufigkeit von chronischer Mastitis (p=0,172) lag mit Ausnahme von sehr niedrigen BCS-Werten (<3,0) relativ konstant auf einem Niveau von 1 bis

1,5 %. Die detaillierten Ergebnisse des multivariaten Modells sind im Anhang angeführt.

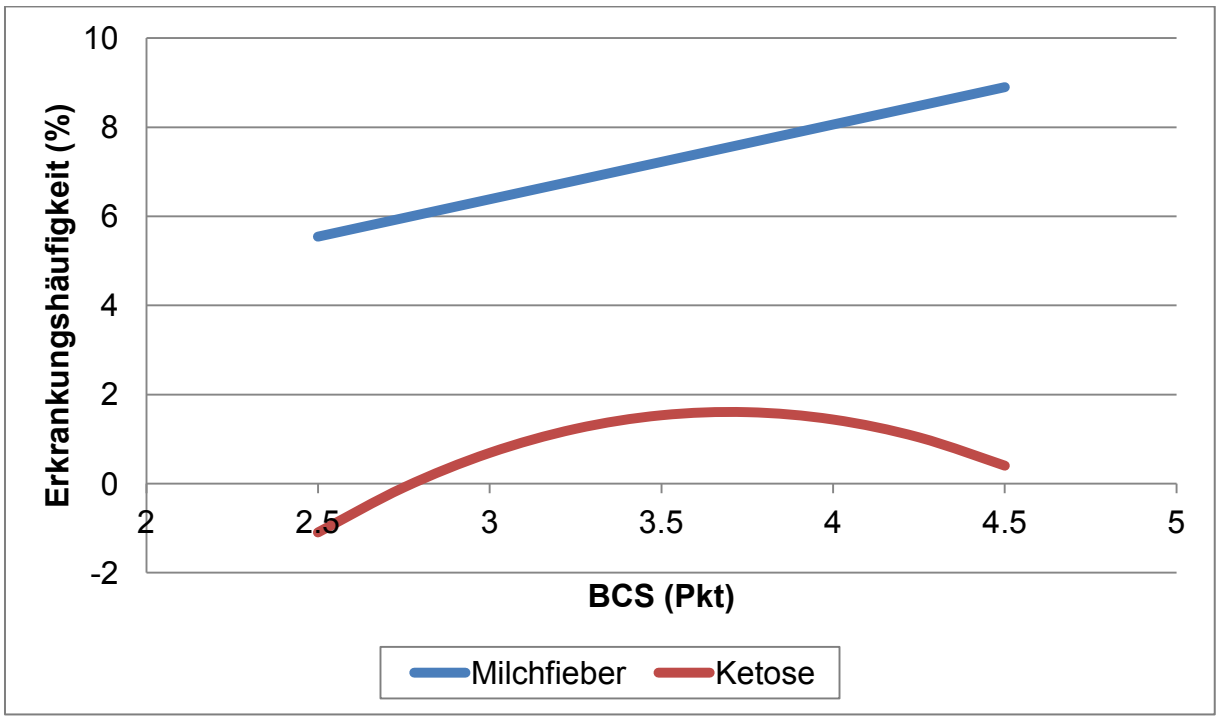


**Abbildung 10:** Relative Erkrankungshäufigkeit von Ketose und Milchfieber nach dem BCS bei der Abkalbung (N=2945)

#### 4.4.1.2 Einfluss des BCS-Verlusts zu Laktationsbeginn

Hinsichtlich des BCS-Verlusts zu Laktationsbeginn konnten mit Hilfe des $X^2$-Tests keine statistisch signifikanten Ergebnisse gefunden werden, wobei tendenziell Tiere mit einem erhöhten BCS-Verlust ein erhöhtes Erkrankungsrisiko aufwiesen. Die detaillierten Ergebnisse dazu sind in Tabelle 16 dargestellt.

**Tabelle 16:** Einfluss des BCS-Verlusts zu Laktationsbeginn auf Stoffwechselstörungen und Mastitis

| BCS-Verlust | Tiere (N=3158) | Milchfieber (in %) | Ketose (in %) | Akute Mastitis (in %) | Chronische Mastitis (in %) |
|---|---|---|---|---|---|
| Kein[1] | 704 | 4,55 | 0,71 | 5,82 | 1,70 |
| Leicht[2] | 1153 | 6,24 | 0,87 | 8,24 | 2,86 |
| Stark[3] | 1301 | 7,07 | 1,61 | 7,61 | 2,38 |
| **P-Wert Chi-Square** | **-** | **0,082** | **0,105** | **0,150** | **0,287** |

[1]≤0 BCS-Punkte/Tag, [2]>0 bis 0,012 BCS-Punkte/Tag, [3]≥0,012 BCS-Punkte/Tag

Die Ergebnisse des multivariaten Modells sind in Abbildung 11 dargestellt, wobei lediglich für akute Mastitis (p=0,038) ein statistisch signifikantes Ergebnis beobachtet wurde. Für Ketose konnte ein Zusammenhang nicht statistisch abgesichert werden (p=0,106), jedoch konnten Tendenzen abgeleitet werden. Die relative Erkrankungshäufigkeit von Ketose stieg demnach mit zunehmendem BCS-Verlust an und erreichte ihr Maximum bei einem BCS-Verlust von 0,024 BCS-Punkten/Tag, wobei dieses Niveau mit zunehmendem BCS-Verlust konstant blieb. Die relative Erkrankungshäufigkeit von akuter Mastitis stieg ebenfalls mit zunehmendem BCS-Verlust, wobei dieser linear mit +1,1 % je zusätzlichem Verlust von 0,012 BCS-Punkten/Tag anstieg. Die Unterschiede in der relativen Erkrankungshäufigkeit konnten für Milchfieber (p=0,097) knapp nicht statistisch abgesichert werden, wobei tendenziell Tiere mit einem erhöhten BCS-Verlust ein erhöhtes Erkrankungsrisiko aufwiesen. Hinsichtlich einer Erkrankung an chronischer Mastitis (p=0,780) konnten keine Zusammenhänge zum BCS-Verlust festgestellt werden. Die detaillierten Ergebnisse des multivariaten Modells sind im Anhang ausgewiesen.

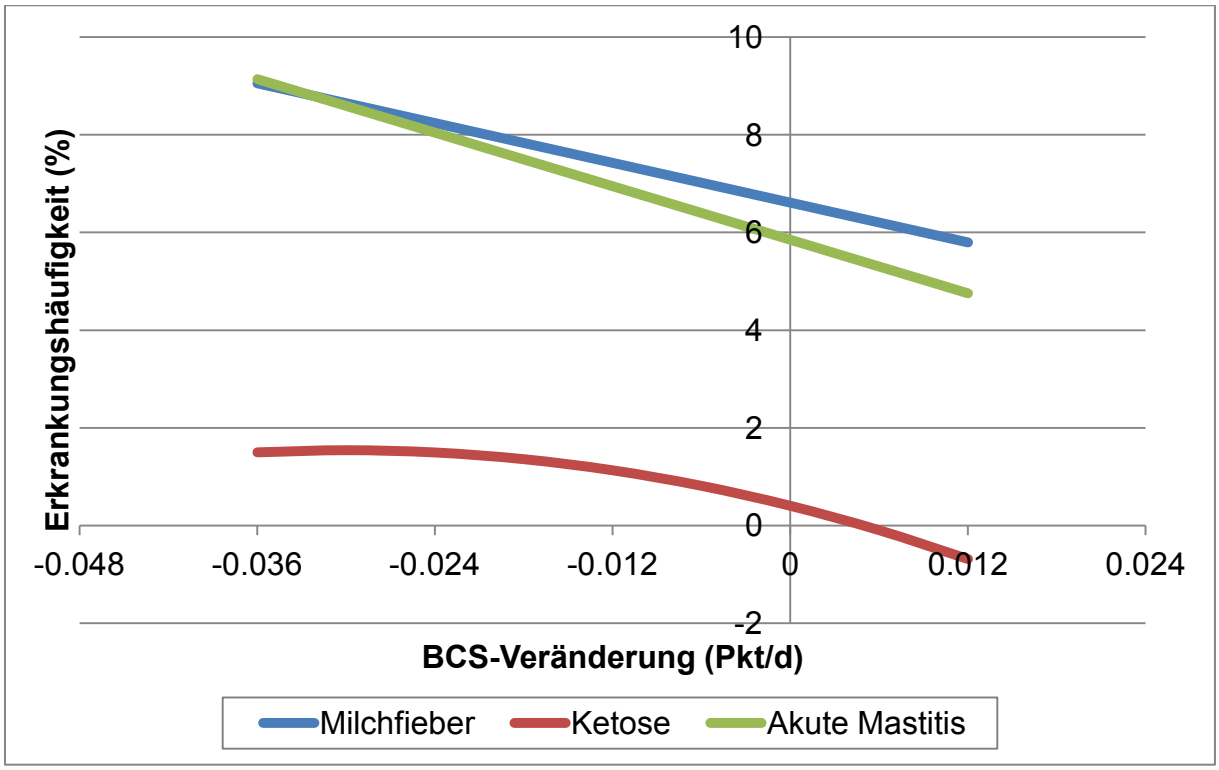


**Abbildung 11:** Relative Erkrankungshäufigkeit von Ketose, Milchfieber und akuter Mastitis nach der BCS-Veränderung zu Laktationsbeginn (N=2945)

#### 4.4.1.3 Einfluss der Lebendmasse bei der Abkalbung

Die in Tabelle 17 dargestellten Ergebnisse des $X^2$-Tests zeigen sehr gut, dass die relativen Häufigkeiten bei sämtlichen Erkrankungen mit steigender Lebendmasse deutlich zunehmen, wobei die Unterschiede für alle Erkrankungen statistisch abgesichert werden konnten.

**Tabelle 17:** Einfluss der Lebendmasse bei der Abkalbung auf Stoffwechselstörungen und Mastitis

| Lebendmasse (LM) | Tiere (N=4084 | Milchfieber (in %) | Ketose (in %) | Akute Mastitis (in %) | Chronische Mastitis (in %) |
|---|---|---|---|---|---|
| Leicht[1] | 1025 | 2,34[a] | 0,29[a] | 4,49[a] | 1,76[a] |
| Mittel[2] | 2187 | 6,72[b] | 1,19[b] | 7,64[b] | 1,87[a] |
| Schwer[3] | 872 | 12,84[c] | 2,75[c] | 9,75[b] | 3,21[b] |
| **P-Wert Chi-Square** | **-** | **<0,001** | **<0,001** | **<0,001** | **0,044** |

[1]LM<700 kg, [2]LM zwischen 700 und 850 kg, [3]LM≥850 kg

Die Ergebnisse des multivariaten Modells (siehe Abbildung 12) hinsichtlich der relativen Häufigkeiten von Ketose und Milchfieber waren jenen des $X^2$-Tests ähnlich, wonach mit steigender LM das Erkrankungsrisiko deutlich zunahm. Konkret stieg die relative Erkrankungshäufigkeit für Ketose (p=0,003) um 0,84 % und für Milchfieber (p=0,038) um 1,34 % je 100 kg höherer LM. Die relative Erkrankungshäufigkeit von akuter (p=0,793) und chronischer (p=0,989) Mastitis veränderte sich mit zunehmender LM nur zufällig. Die detaillierten Ergebnisse des multivariaten Modells können im Anhang nachgelesen werden.

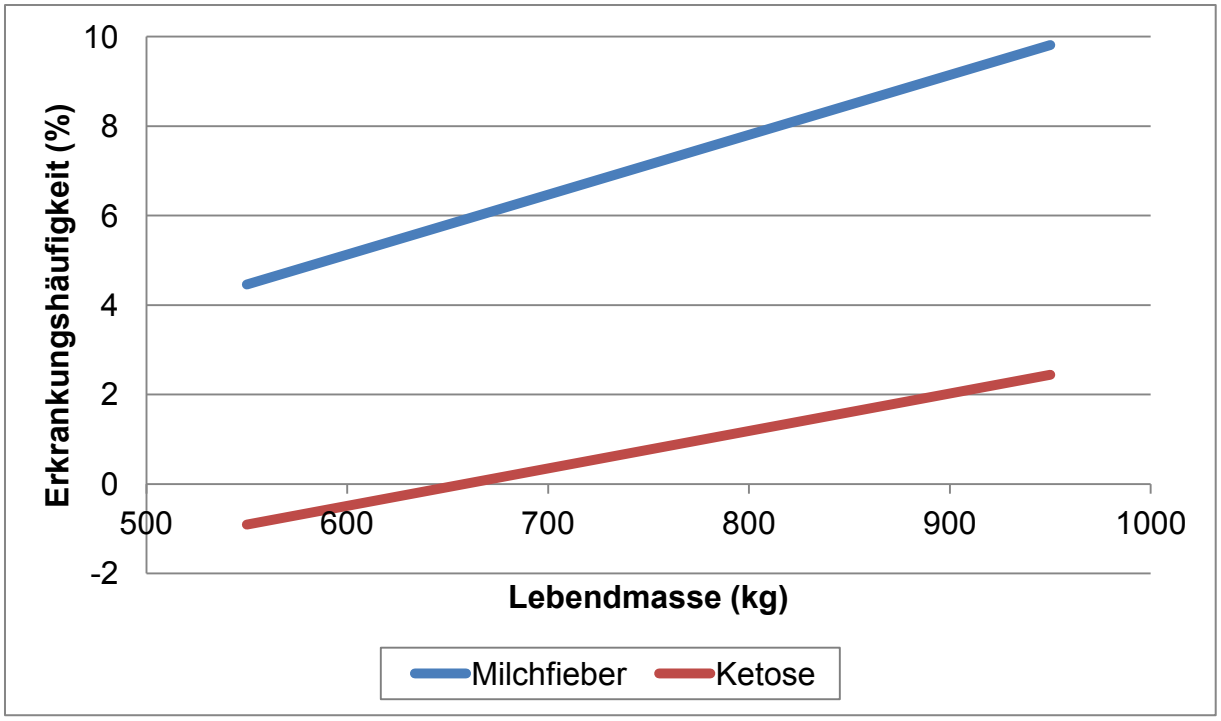


**Abbildung 12:** Relative Erkrankungshäufigkeit von Ketose und Milchfieber nach der Lebendmasse bei der Abkalbung (N=2945)

#### 4.4.1.4 Einfluss des Lebendmasse-Verlusts zu Laktationsbeginn

Der Einfluss des LM-Verlusts zu Laktationsbeginn ist in Tabelle 18 dargestellt, wobei es sich hierbei vorerst um die Ergebnisse des $X^2$-Tests handelt. Die Ergebnisse zeigten, dass die relativen Häufigkeiten mit steigendem Lebendmasse-Verlust deutlich zunahmen. Die Unterschiede zwischen den Klassen konnten statistisch signifikant für alle Erkrankungen abgesichert werden.

**Tabelle 18:** Einfluss des LM-Verlusts zu Laktationsbeginn auf Stoffwechselstörungen und Mastitis

| Lebendmasse-Verlust | Tiere (N=3008) | Milchfieber (in %) | Ketose (in %) | Akute Mastitis (in %) | Chronische Mastitis (in %) |
|---|---|---|---|---|---|
| Kein[1] | 1231 | 3,33[a] | 0,41[a] | 6,90[a] | 1,71[a] |
| Leicht[2] | 976 | 7,07[b] | 0,51[a] | 6,76[a] | 2,46[ab] |
| Stark[3] | 801 | 10,11[c] | 3,00[b] | 10,11[b] | 3,50[b] |
| **P-Wert Chi-Square** | **-** | **<0,001** | **<0,001** | **0,012** | **0,037** |

[1]≤0 kg/Tag, [2]>0 bis 1 kg/Tag, [3]≥1 kg/Tag

Die Ergebnisse des multivariaten Modells sind in Abbildung 13 dargestellt, wobei für Ketose (p<0,001) und Milchfieber (p=0,001) statistisch signifikante Ergebnisse beobachtet wurden. Die relative Erkrankungshäufigkeit von Ketose war bei unveränderter bzw. leicht ansteigender LM sehr niedrig und stieg mit zunehmendem LM-Verlust deutlich an. Auch die relative Erkrankungshäufigkeit von Milchfieber stieg mit zunehmendem LM-Verlust an, wobei die Zunahme mit +1,2 % je zusätzlichem LM-Verlust von 1 kg/Tag ermittelt wurde. Die relative Erkrankungshäufigkeit von akuter (p=0,163) und chronischer (p=0,387) Mastitis stieg mit zunehmendem LM-Verlust nicht signifikant. Die detaillierten Ergebnisse des multivariaten Modells sind im Anhang angeführt.

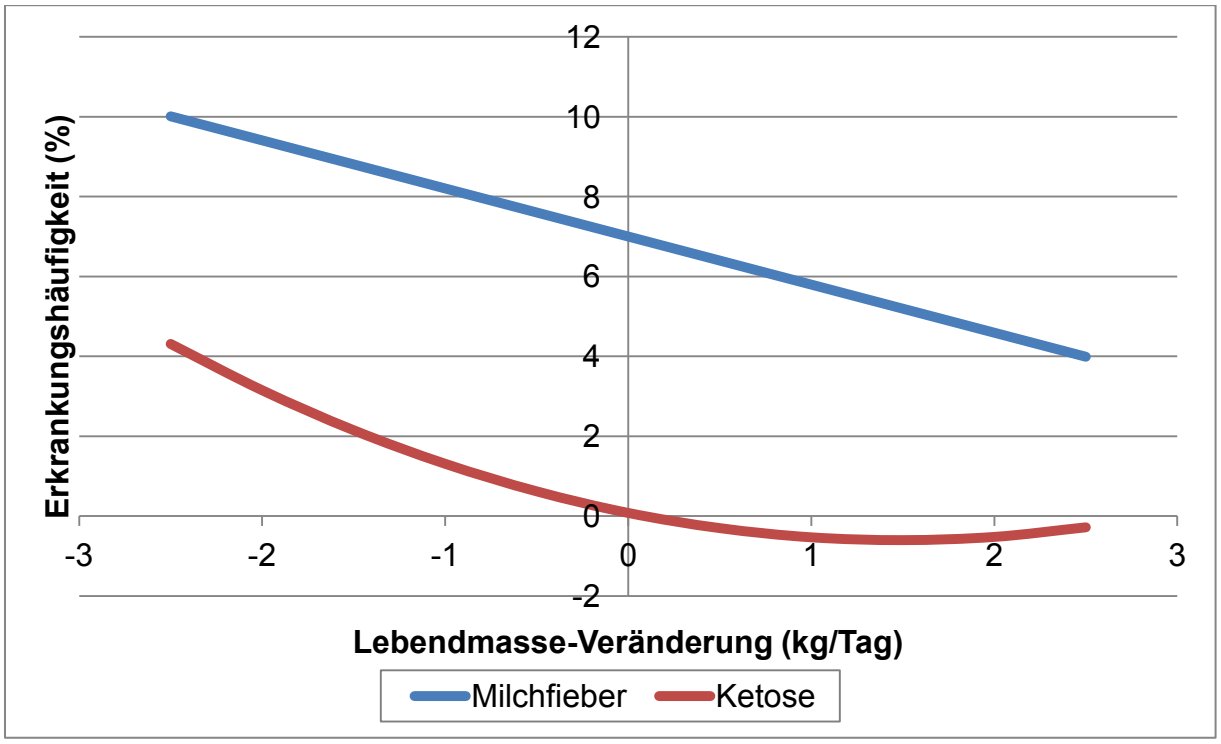


**Abbildung 13:** Relative Erkrankungshäufigkeit von Ketose und Milchfieber nach der Lebendmasse-Veränderung zu Laktationsbeginn (N=2945)

## 4.4.2 Keto-Test

### 4.4.2.1 Einfluss des BCS bei der Abkalbung

Ein Einfluss des BCS bei der Abkalbung konnte beim $X^2$-Test nicht statistisch nachgewiesen werden. Auch die Ableitung von Tendenzen war aufgrund der ähnlichen Anteile an Ketose-verdächtigen Tieren nicht möglich.

Konträr dazu zeigten die Ergebnisse des multivariaten Modells einen deutlichen Einfluss des BCS bei der Abkalbung, welcher auch statistisch abgesichert werden konnte (p=0,003). Demnach stieg der Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren linear mit

zunehmendem BCS von rund 45 % bei einem BCS von 2,5 auf rund 57 % bei einem BCS von 4,5. Die detaillierten Ergebnisse dazu sind in Abbildung 14 dargestellt.

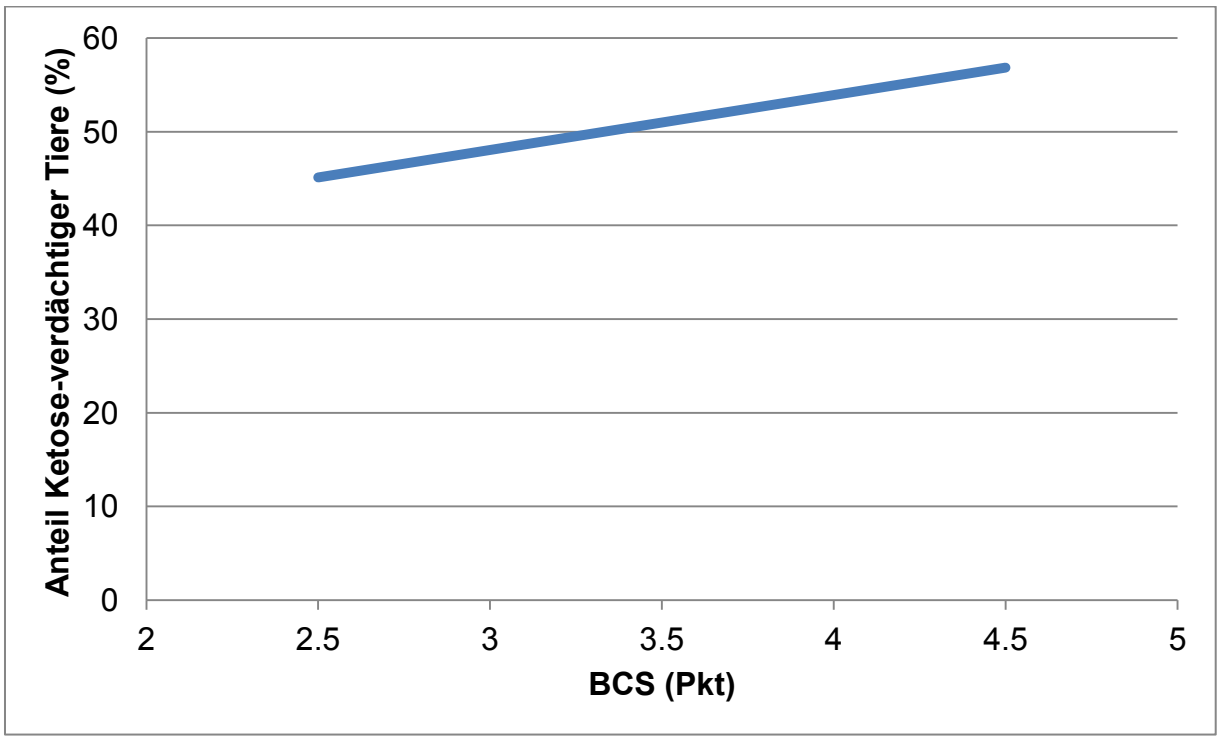


**Abbildung 14:** Anteil Ketose-verdächtiger Tiere nach dem BCS bei der Abkalbung (N=2146)

#### 4.4.2.2 Einfluss des BCS-Verlusts zu Laktationsbeginn

Hinsichtlich des Einflusses des BCS-Verlusts zu Laktationsbeginn konnte beim $X^2$-Test ein statistisch signifikantes Ergebnis (***) gefunden werden, wobei ein erhöhter BCS-Verlust mit einem höheren Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren in Verbindung stand. Die detaillierten Ergebnisse dazu sind in Tabelle 19 aufgelistet.

**Tabelle 19**: Einfluss des BCS-Verlusts zu Laktationsbeginn auf die Ergebnisse des Keto-Tests

| BCS-Verlust | Tiere (N=2284) | Ketose-verdächtig |
|---|---|---|
| Kein[1] | 494 | 40,28[a] |
| Leicht[2] | 845 | 50,41[b] |
| Stark[3] | 945 | 52,91[b] |
| **P-Wert Chi-Square** | **-** | **<0,001** |

[1]≤0 BCS-Punkte/Tag, [2]>0 bis 0,012 BCS-Punkte/Tag, [3]≥0,012 BCS-Punkte/Tag

Auch die Ergebnisse des multivariaten Modells zeigten einen ähnlichen Verlauf der Anteile an Ketose-verdächtigen Tieren, wobei auch dieser statistisch abgesichert werden konnte (p<0,001). Demnach stieg der Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren um 4,5 % je zusätzlichem Verlust von 0,012 BCS-Punkten/Tag an. Die detaillierten Ergebnisse können der Abbildung 15 entnommen werden.

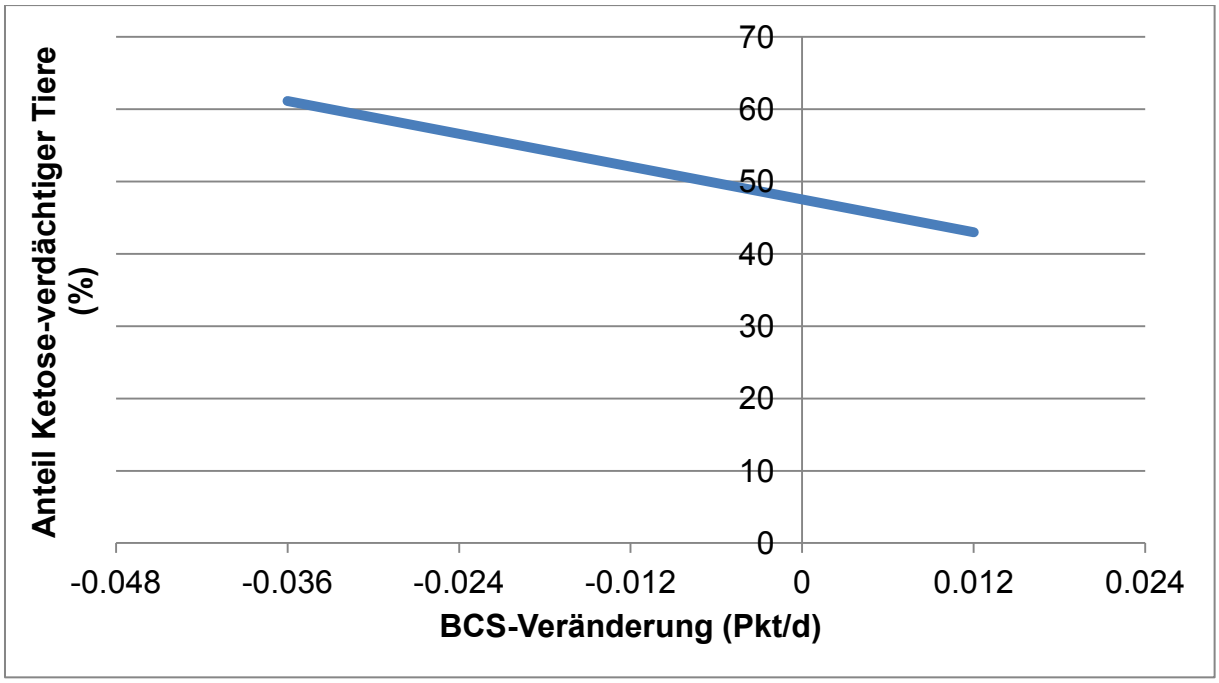


**Abbildung 15:** Anteil Ketose-verdächtiger Tiere nach der BCS-Veränderung zu Laktationsbeginn (N=2146)

#### 4.4.2.3 Einfluss der Lebendmasse bei der Abkalbung

Die Ergebnisse des $X^2$-Tests zeigten, dass die LM bei der Abkalbung einen statistisch signifikanten Einfluss auf den Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren hatte. Demnach stieg der Anteil mit zunehmender LM, wobei die einzelnen Werte in Tabelle 20 abgebildet sind.

**Tabelle 20:** Einfluss der Lebendmasse bei der Abkalbung auf die Ergebnisse des Keto-Tests

| Lebendmasse (LM) | Tiere (N=2718) | Ketose-verdächtig |
|---|---|---|
| Leicht[1] | 653 | 46,55[a] |
| Mittel[2] | 1469 | 48,88[a] |
| Schwer[3] | 596 | 54,36[b] |
| **P-Wert Chi-Square** | **-** | **0,017** |

[1]LM<700 kg, [2]LM zwischen 700 und 850 kg, [3]LM≥850 kg

Die Ergebnisse des multivariaten Modells (p=0.018) zeigten eine gute Übereinstimmung mit jenen des $X^2$-Tests. Der dabei ermittelte Anstieg betrug rund 3 % je 100 kg höherer Lebendmasse. Die detaillierten Ergebnisse dazu sind in Abbildung 16 dargestellt.

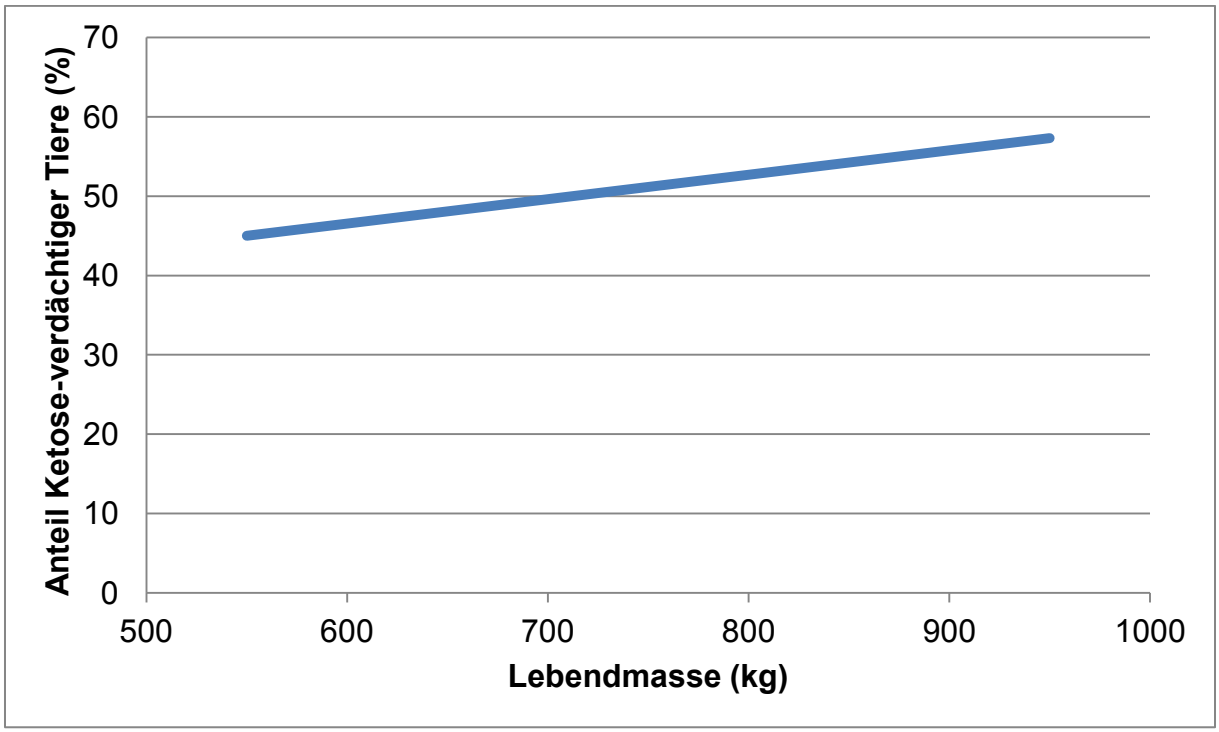


**Abbildung 16:** Anteil Ketose-verdächtiger Tiere nach der Lebendmasse bei der Abkalbung (N=2146)

#### 4.4.2.4 Einfluss des Lebendmasse-Verlusts zu Laktationsbeginn

Hinsichtlich des Einflusses des LM-Verlusts zu Laktationsbeginn konnte beim $X^2$-Test ein statistisch signifikantes Ergebnis beobachtet werden, wobei ein erhöhter LM-Verlust mit einem höheren Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren in Verbindung stand. Die detaillierten Ergebnisse dazu sind in Tabelle 21 aufgelistet.

**Tabelle 21:** Einfluss des LM-Verlusts zu Laktationsbeginn auf die Ergebnisse des Keto-Tests

| Lebendmasse-Verlust | Tiere (N=2174) | Ketose-verdächtig |
|---|---|---|
| Kein[1] | 867 | 40,72[a] |
| Leicht[2] | 725 | 51,72[b] |
| Stark[3] | 582 | 58,93[c] |
| **P-Wert Chi-Square** | **-** | **<0,001** |

[1]≤0 kg/Tag, [2]>0 bis 1 kg/Tag, [3]≥1 kg/Tag

Die Ergebnisse des multivariaten Modells, welche in Abbildung 16 dargestellt sind, waren mit jenen des $X^2$-Tests konsistent. Demnach stieg der Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren um 4,6 % je zusätzlichem Verlust von 1 kg LM/Tag, wobei dies statistisch signifikant abgesichert werden konnte (p<0,001).

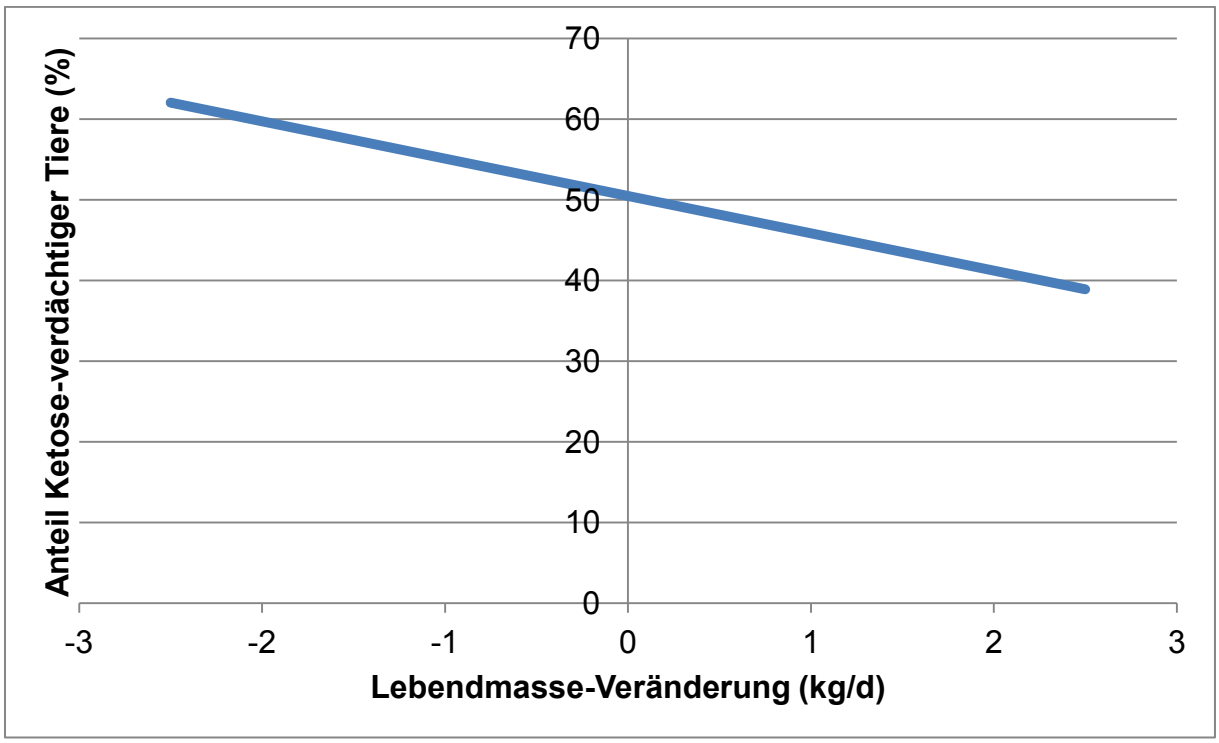


**Abbildung 17:** Anteil Ketose-verdächtiger Tiere nach der Lebendmasse-Veränderung zu Laktationsbeginn (N=2146)

## 4.5 Zusammenhang mit Milchleistungsparametern

### 4.5.1 Diagnosen

#### 4.5.1.1 Zusammenhang mit der Milchmenge

Die Ergebnisse des $X^2$-Tests bezüglich des Zusammenhangs zwischen dem Auftreten von Stoffwechselerkrankungen bzw. Mastitis und der Einsatzleistung (d.h. der Milchmenge bei der 1.Milchleistungskontrolle der jeweiligen Laktation) bzw. der Einsatzleistung innerhalb des Betriebes sind in den Tabellen 22 und 23 dargestellt. Demnach konnten statistisch signifikante Ergebnisse lediglich für Milchfieber beobachtet werden, wobei höhere Milchmengen mit einem gehäuften Auftreten an Milchfieber in Zusammenhang standen. Bezüglich des Auftretens von Ketose und Mastitis konnten keine statistisch signifikanten Ergebnisse gefunden werden, wobei auch keine Tendenzen erkennbar waren.

**Tabelle 22**: Zusammenhang zwischen der Einsatzleistungs-Klasse und dem Auftreten von Stoffwechselstörungen und Mastitis

| Einsatzleistungs-Klasse | Tiere (N=4547) | Milchfieber (in %) | Ketose (in %) | Akute Mastitis (in %) | Chronische Mastitis (in %) |
|---|---|---|---|---|---|
| Niedrig[1] | 959 | 3,02[a] | 1,15 | 5,53 | 2,82 |
| Mittel[2] | 1279 | 4,46[a] | 1,17 | 6,72 | 1,64 |
| Hoch[3] | 1149 | 4,96[a] | 0,96 | 7,14 | 2,61 |
| Sehr Hoch[4] | 1160 | 7,59[b] | 1,12 | 7,84 | 2,50 |
| **P-Wert Chi-Square** | **-** | **<0,001** | **0,960** | **0,203** | **0,246** |

[1]<26 kg, [2]26 bis <32 kg, [3]32 bis <38 kg, [4]≥38 kg

**Tabelle 23:** Zusammenhang zwischen der Einsatzleistungs-Klasse innerhalb des Betriebes und dem Auftreten von Stoffwechselstörungen und Mastitis

| Einsatzleistungs-Klasse innerhalb des Betriebes[1] | Tiere (N=4547) | Milchfieber (in %) | Ketose (in %) | Akute Mastitis (in %) | Chronische Mastitis (in %) |
|---|---|---|---|---|---|
| Niedrig | 1238 | 2,91[a] | 1,13 | 6,14 | 2,34 |
| Mittel | 1108 | 4,69[ab] | 1,17 | 6,68 | 2,08 |
| Hoch | 1150 | 6,52[b] | 1,22 | 7,57 | 2,09 |
| Sehr Hoch | 1051 | 6,47[b] | 0,86 | 7,14 | 2,95 |
| **P-Wert Chi-Square** | **-** | **<0,001** | **0,853** | **0,555** | **0,502** |

[1]bezüglich der Einteilung in die Einsatzleistungs-Klassen wurden für jeden Betrieb individuelle Leistungsgrenzen für die Einteilung in vier Quartale ermittelt und die Tiere anschließend zugeordnet

Die Ergebnisse des multivariaten Modells sind in Abbildung 18 dargestellt, wobei hierbei lediglich der Zusammenhang zwischen der Einsatzleistung und dem Auftreten von Stoffwechselstörungen und Mastitis dargestellt ist. Statistisch signifikante Ergebnisse konnten für Ketose (p=0,007) und akute Mastitis (p=0,020) ermittelt werden, wobei erhöhte relative Mastitis-Häufigkeiten mit höheren Milchleistungen in Zusammenhang standen. Für Ketose konnte ein Zusammenhang zwischen einer erhöhten relativen Erkrankungshäufigkeit und niedrigen Milchleistungen ermittelt werden. Die Unterschiede in der relativen Erkrankungshäufigkeit konnten für

Milchfieber (p=0,096) knapp nicht statistisch abgesichert werden, wobei tendenziell Tiere mit höheren Milchleistungen ein erhöhtes Erkrankungsrisiko aufwiesen. Hinsichtlich einer Erkrankung an chronischer Mastitis (p=0,631) konnten keine Zusammenhänge mit der Einsatzleistung festgestellt werden.

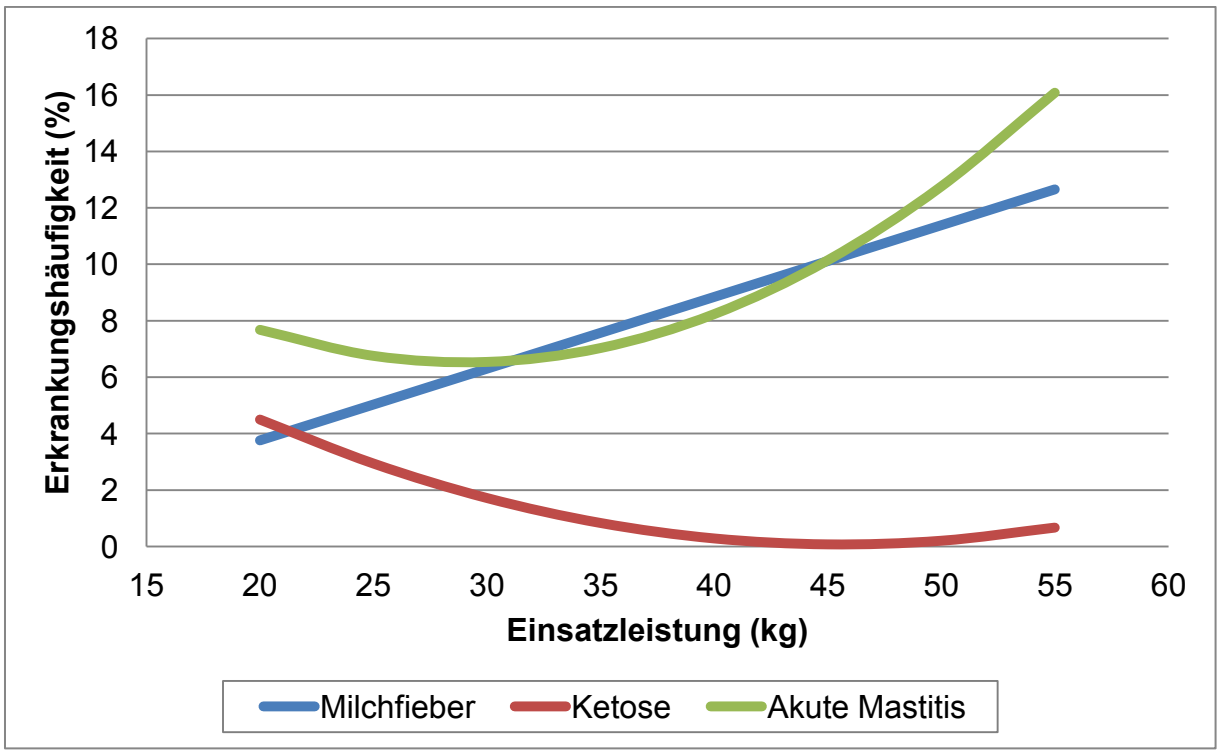


**Abbildung 18:** Relative Erkrankungshäufigkeit an Ketose, Milchfieber und akuter Mastitis nach der Einsatzleistung (N=2945)

#### 4.5.1.2 Zusammenhang mit dem Milchfett-Gehalt

Die Auswertungen zeigten, dass der Milchfett-Gehalt die relative Häufigkeit der Diagnosen von Milchfieber (***), Ketose (***) und chronische Mastitis (*) signifikant beeinflusste. Erhöhte relative Häufigkeiten in den genannten Erkrankungen standen insbesondere mit erhöhten Fett-Gehalten in der Milch in Zusammenhang, wobei bei chronischer Mastitis auch zu niedrigen Milchfett-Gehalten ein Zusammenhang bestand. Die detaillierten Ergebnisse sind aus Tabelle 24 abzulesen.

**Tabelle 24:** Zusammenhang zwischen dem Fett-Gehalt in der Milch und dem Auftreten von Stoffwechselstörungen und Mastitis

| Milchfett-Klasse | Tiere (N=4547) | Milchfieber (in %) | Ketose (in %) | Akute Mastitis (in %) | Chronische Mastitis (in %) |
|---|---|---|---|---|---|
| Niedrig[1] | 863 | 4,63[a] | 0,58[a] | 7,53 | 3,13[b] |
| Mittel[2] | 2731 | 4,39[a] | 0,81[a] | 6,33 | 1,90[a] |
| Hoch[3] | 953 | 7,45[b] | 2,41[b] | 7,76 | 2,94[b] |
| **P-Wert Chi-Square** | **-** | **<0,001** | **<0,001** | **0,222** | **0,048** |

[1]<3,6 %, [2]3,6 bis <4,8 %, [3]≥4,8 %

#### 4.5.1.3 Zusammenhang mit dem Milcheiweiß-Gehalt

Ein statistischer signifikanter Zusammenhang zwischen dem Eiweiß-Gehalt in der Milch und dem Auftreten von Stoffwechselerkrankungen und Mastitis konnte nur für Ketose (*) festgestellt werden. Demzufolge standen erhöhte relative Häufigkeiten an Ketose mit niedrigen Eiweiß-Gehalten in der Milch in Zusammenhang. Die genauen Ergebnisse können in der folgenden Tabelle abgelesen werden.

**Tabelle 25:** Zusammenhang zwischen dem Eiweiß-Gehalt in der Milch und dem Auftreten von Stoffwechselstörungen und Mastitis

| Milcheiweiß-Klasse | Tiere (N=4547) | Milchfieber (in %) | Ketose (in %) | Akute Mastitis (in %) | Chronische Mastitis (in %) |
|---|---|---|---|---|---|
| Niedrig[1] | 1904 | 5,04 | 1,63[b] | 6,04 | 2,63 |
| Mittel[2] | 1780 | 5,17 | 0,84[ab] | 7,53 | 2,30 |
| Hoch[3] | 863 | 4,98 | 0,46[a] | 7,30 | 1,85 |
| **P-Wert Chi-Square** | **-** | **0,975** | **0,010** | **0,173** | **0,456** |

[1]<3,2 %, [2]3,2 bis <3,6 %, [3]≥3,6 %

#### 4.5.1.4 Zusammenhang mit dem FEQ

Hinsichtlich des Fett-Eiweiß-Quotienten bestanden statistisch signifikante Unterschiede für Milchfieber (**) und Ketose (***). Laut den Ergebnissen aus Tabelle 26 bestand ein Zusammenhang zwischen einem hohen FEQ und dem vermehrten Auftreten von Milchfieber bzw. Ketose.

**Tabelle 26:** Zusammenhang zwischen dem FEQ und dem Auftreten von Stoffwechselstörungen und Mastitis

| FEQ-Klasse | Tiere (N=4547) | Milchfieber (in %) | Ketose (in %) | Akute Mastitis (in %) | Chronische Mastitis (in %) |
|---|---|---|---|---|---|
| Niedrig[1] | 371 | 3,50[a] | 0,81[a] | 8,09 | 2,70 |
| Mittel[2] | 3341 | 4,73[a] | 0,66[a] | 6,58 | 2,21 |
| Hoch[3] | 835 | 7,19[b] | 2,99[b] | 7,43 | 2,75 |
| **P-Wert Chi-Square** | **-** | **0,005** | **<0,001** | **0,430** | **0,591** |

[1]<1,0, [2]1,0 bis <1,5, [3]≥1,5

### 4.5.1.5 Zusammenhang mit dem Milchharnstoff-Gehalt

Der Zusammenhang zwischen dem Harnstoff-Gehalt in der Milch und dem Auftreten von Stoffwechselstörungen und Mastitis ist in Tabelle 27 dargestellt, wobei lediglich für Ketose (*) ein statistisch signifikanter Zusammenhang bestand. Demzufolge standen erhöhte Milchharnstoff-Gehalte mit einer höheren relativen Ketose-Häufigkeit in Verbindung.

**Tabelle 27:** Zusammenhang zwischen dem Harnstoff-Gehalt in der Milch und dem Auftreten von Stoffwechselstörungen und Mastitis

| Milchharnstoff-Klasse | Tiere (N=4547) | Milchfieber (in %) | Ketose (in %) | Akute Mastitis (in %) | Chronische Mastitis (in %) |
|---|---|---|---|---|---|
| Niedrig[1] | 1336 | 5,16 | 0,60[a] | 6,96 | 2,77 |
| Mittel[2] | 2744 | 4,88 | 1,17[ab] | 6,78 | 2,15 |
| Hoch[3] | 467 | 6,00 | 2,14[b] | 7,07 | 2,36 |
| **P-Wert Chi-Square** | **-** | **0,591** | **0,020** | **0,960** | **0,472** |

[1]<15mg/l, [2]15 bis <30 mg/l, [3]≥30 mg/l

### 4.5.1.6 Zusammenhang mit dem Milchlaktose-Gehalt

Die Auswertungen zeigten, dass die Unterschiede in der Verteilung der relativen Erkrankungshäufigkeit hinsichtlich des Milchlaktose-Gehaltes nicht statistisch abgesichert werden konnten. Tendenziell zeigten die Ergebnisse aber, dass ein niedriger Laktose-Gehalt mit erhöhten relativen Häufigkeiten der Erkrankungen in

Zusammenhang stand, wobei hinsichtlich Ketose auch zu erhöhten Laktose-Gehalten ein Zusammenhang bestand. Die detaillierten Ergebnisse dazu sind in Tabelle 28 dargestellt.

**Tabelle 28:** Zusammenhang zwischen dem Laktose-Gehalt in der Milch und dem Auftreten von Stoffwechselstörungen und Mastitis

| Milchlaktose-Klasse | Tiere (N=4547) | Milchfieber (in %) | Ketose (in %) | Akute Mastitis (in %) | Chronische Mastitis (in %) |
|---|---|---|---|---|---|
| Niedrig[1] | 968 | 6,10 | 1,34 | 8,37 | 2,38 |
| Mittel[2] | 3114 | 5,04 | 0,90 | 6,65 | 2,54 |
| Hoch[3] | 465 | 3,23 | 1,94 | 5,16 | 1,08 |
| **P-Wert Chi-Square** | **-** | **0,067** | **0,097** | **0,056** | **0,152** |

[1]<4,6 %, [2]4,6 bis 5,0 %, [3] ≥5,0 %

## 4.5.2 Keto-Test

### 4.5.2.1 Zusammenhang mit der Milchmenge

Die Ergebnisse bezüglich des Zusammenhangs zwischen dem Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren und der Einsatzleistung (d.h. der Milchmenge bei der 1.Milchleistungskontrolle der jeweiligen Laktation) bzw. der Einsatzleistung innerhalb des Betriebes sind in Tabelle 29 dargestellt. Demnach stieg der Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren mit ansteigender Milchmenge, wobei dies statistisch abgesichert werden konnte.

**Tabelle 29:** Zusammenhang zwischen der Einsatzleistung bzw. der Einsatzleistung innerhalb des Betriebes und den Keto-Test Ergebnissen (N=2741)

| Parameter | Niedrig | Mittel | Hoch | Sehr Hoch | P-Wert Chi-Square |
|---|---|---|---|---|---|
| Einsatzleistungs-Klasse[1] | $45,87^{ab}$ | $42,86^{a}$ | $50,42^{b}$ | $51,71^{b}$ | **0,002** |
| Einsatzleistungs-Klasse innerhalb des Betriebs[2] | $44,95^{a}$ | $45,75^{ab}$ | $48,09^{ab}$ | $52,37^{b}$ | **0,034** |

[1]Niedrig (<26 kg), Mittel (26 bis <32 kg), Hoch (32 bis <38 kg), Sehr Hoch (≥38 kg)

[2]bezüglich der Einteilung in die Einsatzleistungs-Klassen wurden für jeden Betrieb individuelle Leistungsgrenzen für die Einteilung in vier Quartale ermittelt und die Tiere anschließend zugeordnet

#### 4.5.2.2 Zusammenhang mit dem Gehalt in Milchinhaltsstoffen

Die Auswertungen zeigten, dass statistisch signifikante Unterschiede für die relativen Häufigkeiten eines positiven Keto-Testergebnisses nach der Höhe des Milchfett- (***), Milcheiweiß- (***) und Milchlaktose-Gehaltes (***) sowie des FEQ (***) bestanden. Dabei standen erhöhte Fett-Gehalte in der Milch, sowie ein erhöhter FEQ mit einem erhöhten Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren in Zusammenhang. Hinsichtlich der Milcheiweiß- und Milchlaktose-Gehalte waren höhere relative Häufigkeiten mit jeweils niedrigeren Gehalten verbunden. Bezüglich der Milchharnstoff-Gehalte konnten keine signifikanten Ergebnisse festgestellt werden, wobei die detaillierten Ergebnisse in Tabelle 30 dargestellt sind.

**Tabelle 30:** Zusammenhang zwischen Milchinhaltsstoff-Gehalten und den Ergebnissen des Keto-Tests (N=2741)

| Parameter | Niedrig | Mittel | Hoch | P-Wert Chi-Square |
|---|---|---|---|---|
| Milchfett-Gehalt[1] | 44,64[a] | 45,78[a] | 56,07[b] | **<0,001** |
| Milcheiweiß-Gehalt[2] | 52,33[b] | 44,10[a] | 44,95[a] | **<0,001** |
| FEQ[3] | 39,64[a] | 45,51[a] | 60,92[b] | **<0,001** |
| Milchharnstoff-Gehalt[4] | 48,75 | 47,20 | 47,00 | **0,756** |
| Milchlaktose-Gehalt[5] | 53,55[c] | 47,47[b] | 36,49[a] | **<0,001** |

[1]Niedrig (<3,6 %), Mittel (3,6 bis <4,8 %), Hoch (≥4,8 %)
[2]Niedrig (<3,2 %), Mittel (3,2 bis <3,6 %), Hoch (≥3,6 %)
[3]Niedrig (<1,0), Mittel (1,0 bis <1,5), Hoch (≥1,5)
[4]Niedrig (<15mg/l), Mittel (15 bis <30 mg/l), Hoch (≥30 mg/l)
[5]Niedrig (<4,6 %), Mittel (4,6 bis 5,0 %), Hoch ( ≥5,0 %)

# 5 Diskussion

## 5.1 Deskriptive Auswertung

Vergleicht man die in Tabelle 2 dargestellten relativen Häufigkeiten mit jenen aus dem Projekt Gesundheitsmonitoring, so sind diese für Acidose, Ketose und Milchfieber sehr ähnlich. Für akute bzw. chronische Mastitis konnten aber mit den ermittelten relativen Häufigkeiten von 6,97 bzw. 1,99 % im Vergleich zu 10,86 bzw. 4,75 % deutlich niedrigere Werte festgestellt werden (ZUCHTDATA, 2014). Ein wesentlicher Grund dafür könnte sein, dass Mastitiden während der gesamten Laktation auftreten (EGGER-DANNER ET AL., 2012), jedoch für die Auswertungen in der vorliegenden Arbeit nur Diagnosen bzw. Beobachtungen aus dem Kalenderjahr 2014 berücksichtigt wurden. Dabei wurden möglicherweise Erkrankungen von Tieren, insbesondere von jenen, die gegen Jahresende abkalbten, nicht berücksichtigt. Des Weiteren verringerte die Einschränkung auf Erstdiagnosen zusätzlich die relativen Häufigkeiten. Hinsichtlich der weiteren Auswertungen, insbesondere jenen mittels multivariaten Modells, bleibt aber zu erwähnen, dass die Dateneinschränkungen lediglich eine Auswirkung auf das absolute Niveau und nicht auf die Kurven- bzw. Geraden-Verläufe hatten. Ausgewählte Auswertungen, die diesbezüglich vorgenommen wurden, sind im Anhang ausgewiesen (siehe Abbildung 19-22). Analysiert man die Ergebnisse zu den relativen Häufigkeiten auf Betriebsebene (siehe Tabelle 3), so fällt die starke Streuung zwischen den Betrieben auf. Dies unterstreicht, dass der Betrieb bzw. das Betriebsmanagement einen wesentlichen Einfluss haben. Hinsichtlich des Auftretens der Erkrankungen konnte vor allem zu Laktationsbeginn ein gehäuftes Auftreten festgestellt werden (siehe Tabelle 4). Dies traf insbesondere für Ketose und Milchfieber zu, wobei innerhalb der ersten 30 Laktationstage 84,9 bzw. 99,4 % der Diagnosen gestellt wurden. Auch EGGER-DANNER ET AL. (2012) und MANZENREITER (2012) konnten eine ähnliche Verteilung feststellen. Hinsichtlich des Auftretens von akuter bzw. chronischer Mastitis wurde ebenfalls ein Großteil der Diagnosen innerhalb der ersten 30 Laktationstage gestellt, allerdings mit deutlich niedrigeren Anteilen von 59,5 bzw. 45,4 % als für die Stoffwechselerkrankungen. Diese relativ hohen Anteile zu Laktationsbeginn konnten in der Literatur insbesondere für chronische Mastitiden nicht bestätigt werden. In einer Arbeit von EGGER-DANNER ET AL. (2012) konnten zwar ebenfalls die höchsten Anteile zu Laktationsbeginn festgestellt werden, jedoch waren diese mit 32,1 % für

akute und 22,5 % für chronische Mastitis deutlich niedriger, wobei für chronische Mastitiden in der Spätlaktation sogar ein gehäuftes Auftreten festgestellt wurde. Auch ISLAM ET AL. (2010) konnten erhöhte Werte zu Laktationsende feststellen und begründeten diese durch die bereits lange andauernde Belastung des Euters in der Spätlaktation. Die Verschiebung der Anteile von akuter und insbesondere chronischer Mastitis in Richtung Laktationsbeginn in der vorliegenden Untersuchung war möglicherweise durch die oben beschriebenen Dateneinschränkungen bedingt.

Hinsichtlich des Keto-Tests bleibt vorweg die Festlegung des Grenzwertes, ab welchem die Tiere als Ketose-verdächtig galten, zu diskutieren, wobei dieser schließlich mit einem Anteil an Betahydroxybuttersäure von ≥100 µmol/l festgelegt wurde. Auch andere Grenzwerte, wie etwa ≥50, ≥200 oder ≥500 µmol/l wurden in Betracht gezogen, wobei schließlich die hohen Werte für Sensivität mit 87 % und Spezifität mit 82 % ausschlaggebend waren (OETZEL, 2004). Auch in vergleichbaren Literaturquellen wurde großteils ein Grenzwert von ≥100 µmol/l verwendet. Der auf Seite 35 angegebene Wert für den Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren war mit 48,19 % unerwartet hoch. Auch im Vergleich mit aktueller Literatur, wie etwa einer Arbeit von BERGE UND VERTENTEN (2014), welche bei ähnlicher Versuchsanlage einen Anteil von 39 % fanden, liegt der ermittelte Werte deutlich höher. Zu berücksichtigen bleibt aber, dass die Testdurchführung und hierbei insbesondere die Beurteilung anhand der Verfärbung das Ergebnis deutlich verzerren kann. Auch die Tatsache, dass der Keto-Test von einer Vielzahl von Personen durchgeführt wurde bzw. lediglich 60 % der Tiere getestet wurden, birgt hinsichtlich der Datenqualität ein gewisses Manko und könnte das Ergebnis möglicherweise verzerrt haben. Ungeachtet dessen weisen die Ergebnisse darauf hin, dass sich eine Vielzahl von Tieren zu Laktationsbeginn in einer ketotischen Stoffwechsellage befindet, zu deren Verringerung dringender Handlungsbedarf besteht.

Die in den Tabellen 5 und 6 dargestellten Ergebnisse bezüglich der Korrelationen zwischen den Ketose-Diagnosen und den Ergebnissen des Keto-Tests zeigten, dass lediglich schwach positive Korrelationen bestehen. Die höchsten Korrelationen konnten dabei auf Tierebene für einen Grenzwert von ≥500 µmol/l und auf Betriebsebene für ≥100 µmol/l ermittelt werden. Diese doch überraschend niedrigen Korrelationen waren möglicherweise durch die geringe Anzahl an Ketose-Diagnosen bedingt. Auch muss hierbei beachtet werden, dass bei den Diagnosen lediglich klinische Ketosen erfasst wurden und durch den Keto-Test unterschiedlich stark

ausgeprägte ketotische Stoffwechsel-Situationen angezeigt wurden. Auch unterschiedliche Beurteilungen des Keto-Tests bzw. der Ketose-Diagnosen könnten Verzerrungen bewirkt haben.

Die Korrelationen zwischen dem BCS und der LM konnten mit r = 0,426 bei der Abkalbung bzw. mit r = 0,391 zu Laktationsbeginn ermittelt werden (siehe Tabelle 7). Dies zeigt, dass der BCS und die LM zwar stark zusammenhängen, aber trotzdem als zwei separate Parameter zu betrachten sind und nicht vermischt werden dürfen. Hierbei bleibt noch anzumerken, dass diese Werte für alle Tiere, unabhängig der Rasse, ermittelt wurden und rassenspezifische Korrelationen von den oben genannten Werten abweichen können. Die Korrelation zwischen dem BCS und dem BCS-Verlust lag mit r = 0,38 im deutlich positiven Bereich. Demnach führt ein erhöhter BCS bei der Abkalbung auch zu einem höheren BCS-Verlust zu Laktationsbeginn. Dieser Zusammenhang konnte auch von ROCHE ET AL. (2007) nachgewiesen werden, wobei diese eine Korrelation von r = 0,51 ermitteln konnten. Hinsichtlich der LM und dem LM-Verlust konnte auch eine positive Korrelation (r = 0,48) ermittelt werden. Demzufolge weisen Tiere mit einer höheren LM bei der Abkalbung auch einen höheren LM-Verlust zu Laktationsbeginn auf. Auch dieser Zusammenhang konnte von ROCHE ET AL. (2007) nachgewiesen werden, wobei diese eine Korrelation von r = 0,46 ermitteln konnten.

## 5.2 Einfluss betriebsbezogener Parameter

Die in Tabelle 8 dargestellten Ergebnisse bezüglich des Einflusses betriebsbezogener Parameter auf das Auftreten von Milchfieber zeigten, dass Unterschiede in der relativen Erkrankungshäufigkeit lediglich zufällig bedingt waren. Tendenziell wiesen aber Betriebe mit Weidehaltung eine höhere relative Milchfieber-Häufigkeit auf. Begründet kann dies laut DE KRUIF ET AL. (2007) und SPIEKERS ET AL. (2009) durch eine, aufgrund erhöhter Kalium- und Rohproteingehalte im Weidefutter bedingte, mangelhafte Magnesium-Versorgung werden. Dass Betriebe mit einem niedrigen Leistungsniveau (<6.000 kg) die größte relative Häufigkeit aufwiesen, könnte mit der Weidehaltung in Zusammenhang stehen. Demnach lag der Weideanteil bei Betrieben mit einem niedrigen Leistungsniveau mit 61 % deutlich höher als bei den anderen Leistungsklassen (17 bis 43 %). Bei der relativen Erkrankungshäufigkeit an Ketose konnten wesentlich mehr Parameter als signifikant ausgewiesen werden. Deutliche Unterschiede waren beim Fütterungssystem

gegeben, wobei Betriebe mit einer getrennten Futtervorlage mit 0,78 % die niedrigste und TMR-Betriebe mit 3,10 % die höchste relative Häufigkeit aufwiesen. Hierbei bestand möglicherweise auch ein gewisser Zusammenhang mit der durchschnittlichen Milchleistung und der Kuhanzahl. Demnach lag das Leistungsniveau von Betrieben mit getrennter Futtervorlage bei 8.380 kg, mit AGR bei 9.027 kg und mit TMR bei 9.795 kg. Hinsichtlich der Kuhanzahl lag diese bei Betrieben mit getrennter Futtervorlage bei 26, mit AGR bei 43 und mit TMR bei 58 Tieren. Die niedrigen relativen Häufigkeiten für Betriebe mit getrennter Futtervorlage könnten folgend durch das niedrigere Leistungsniveau und die geringere Kuhanzahl bedingt gewesen sein. Die höheren relativen Häufigkeiten für TMR-Betriebe lagen möglicherweise am höheren Leistungsniveau und der höheren Kuhanzahl. Dies wurde auch in einer schwedischen Arbeit von STENGÄRDE ET AL. (2012) nachgewiesen. Hierbei wurden rund 60 schwedische Betriebe untersucht, wobei hochleistende, größere Herden tendenziell höhere relative Ketose-Häufigkeiten aufwiesen. Des Weiteren muss hinsichtlich der Ergebnisse beachtet werden, dass lediglich 10 TMR-Betriebe in der Auswertung waren. Hinsichtlich einer Erkrankung an akuter Mastitis, konnte ebenfalls ein statistisch signifikanter Einfluss des Fütterungssystems nachgewiesen werden, wobei wiederum TMR-Betriebe die höchste relative Frequenz mit 10,23 % aufwiesen. Hierbei könnte wiederum ein Zusammenhang mit dem Leistungsniveau und der Betriebsgröße bestanden haben (WEIß ET AL., 2005). Auch andere Parameter konnten statistisch signifikant abgesichert werden, wobei dies auch für das Auftreten von chronischer Mastitis galt. Die Interpretation für einzelne betriebsbezogene Parameter bezüglich des Auftretens von akuter und chronischer Mastitis ist aber aufgrund der Tatsache, dass es sich hierbei um eine Faktorenkrankheit handelt, schwierig bzw. lässt nur bedingt aussagekräftige Folgerungen zu.

Hinsichtlich des Keto-Tests konnten für das Fütterungssystem, das Haltungssystem der Trockensteher und die durchschnittliche Milchmenge statistisch signifikante Ergebnisse beobachtet werden (siehe Seite 39). Bezüglich des Fütterungssystems wiesen TMR-Betriebe den niedrigsten Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren mit 26,83 % und Betriebe mit getrennter Futtervorlage mit 51,18 % den höchsten auf. Diese Ergebnisse waren, wie bereits im Kap. 4.2.2 angemerkt wurde, konträr zu jenen der Ketose-Diagnosen. Betrachtet man gleichzeitig die Ergebnisse des Einflusses der durchschnittlichen Milchmenge, so wiesen interessanterweise

hochleistende Betriebe den niedrigsten Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren auf. Da das Leistungsniveau von Betrieben mit einer totalen Mischration (TMR) mit 9.795 kg deutlich höher lag als jenes von Betrieben mit AGR (9.027 kg) bzw. getrennter Futtervorlage (8.380 kg), könnte dies in Zusammenhang mit dem niedrigen Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren bei TMR-Betrieben gestanden haben. Des Weiteren bleibt wiederum die geringe Anzahl an TMR- Betrieben zu erwähnen, wobei einzelne Betriebe einen großen Einfluss auf das Ergebnis nahmen. Hinsichtlich des Haltungssystems der Trockensteher konnten die niedrigsten Anteile für Betriebe festgestellt werden, welche die Trockensteher gemeinsam mit den Milchkühen hielten. Dieses Ergebnis ist jedoch äußerst kritisch zu sehen, da eine gemeinsame Haltung aufgrund des Verfettungsrisikos nach Literaturangaben vermieden werden sollte (WEIß ET AL., 2005; DE KRUIF ET AL., 2007; GASTEINER, 2007; SPIEKERS ET AL., 2009). Auch eine gewisse Unschärfe in der Keto-Testbeurteilung anhand der Verfärbung könnte zu Verzerrungen geführt haben bzw. sind die Keto-Testergebnisse auch wesentlich vom Fütterungsmanagement beeinflusst.

## 5.3 Einfluss von Rasse, Erstkalbealter, Laktationszahl, Kalbeverlauf und Kalbesaison

Die relativen Häufigkeiten von Milchfieber schwankten zwischen den Rassen von 4,73 bis 6,17 %, wobei die Rasse Fleckvieh die höchste aufwies (siehe Tabelle 9). Ein expliziter Rasseneffekt auf das Auftreten von Milchfieber ist laut GOFF ET AL. (1995) nur bei Tieren der Rasse Jersey, welche eine erhöhte Anfälligkeit aufweisen, gegeben. Hinsichtlich der Ketose wies die Rasse Fleckvieh mit 0,77 % die niedrigste und die Rasse Holstein-Friesian mit 1,94 % die höchste relative Frequenz auf. Ähnliche relative Häufigkeiten konnten auch in einer Arbeit von MANZENREITER (2012) ermittelt werden. Hinsichtlich einer Erkrankung an akuter bzw. chronischer Mastitis wies jeweils die Rasse Braunvieh mit 8,38 bzw. 3,13 % die höchste relative Frequenz auf. Grundsätzlich ist der Einfluss der Rasse laut LIESEGANG (2001) von untergeordneter Bedeutung. Der Einfluss des Erstkalbealters auf das Auftreten an Milchfieber, Ketose, akuter und chronischer Mastitis konnte weder mit dem $X^2$-Test, noch mittels multivariaten Modells statistisch nachgewiesen werden, wobei auch in der Literatur keine direkten Zusammenhänge angeführt waren. Hinsichtlich der Laktationszahl zeigten sowohl die Ergebnisse des $X^2$-Tests (siehe Tabelle 10), als auch jene des multivariaten Modells (siehe Abbildung 4), dass die relativen

Häufigkeiten aller beobachteten Erkrankungen mit steigender Laktationszahl zunahmen. Insbesondere beim Milchfieber konnten starke Schwankungen ermittelt werden, ältere Tiere erkrankten zunehmend häufig. Die Ursache dafür liegt laut RERAT (2005) einerseits am steigenden Ca-Bedarf aufgrund der steigenden Milchleistung und andererseits nimmt die Ca-Mobilisierung bzw. Ca-Absorption mit zunehmendem Alter ab. Bezüglich des Kalbeverlaufs konnten beim $X^2$-Test (siehe Tabelle 11) nur für Milchfieber und akute Mastitis statistisch signifikante Ergebnisse beobachtet werden, wobei sich die relativen Häufigkeiten mit zunehmender Kalbeverlaufs-Klasse erhöhten. Demnach stieg die relative Häufigkeit von Milchfieber bzw. akuter Mastitis von Klasse 1 auf Klasse 3+ um das 1,8 bzw. 1,3-fache. Ein statistisch signifikanter Einfluss auf das Auftreten von Milchfieber konnte auch mittels multivariaten Modells (siehe Abbildung 5) beobachtet werden, wobei sich insbesondere KVL-Klasse 1 von KVL-Klasse 2 und 3+ mit deutlich niedrigeren Werten unterschied. Der Einfluss der Kalbesaison konnte beim $X^2$-Test (siehe Tabelle 12) für Ketose, akute und chronische Mastitis statistisch signifikant abgesichert werden, wobei die relativen Häufigkeiten jeweils in Kalbesaison 4, d.h. von Oktober bis Dezember, am niedrigsten waren. Mittels multivariaten Modells (siehe Abbildung 6) konnten ähnliche Ergebnisse beobachtet werden, wobei lediglich für akute und chronische Mastitis statistisch signifikante Ergebnisse ermittelt wurden. Ein saisonaler Effekt konnte auch von mehreren wissenschaftlichen Arbeiten bestätigt werden, wobei unterschiedliche Tendenzen ermittelt wurden, die laut DUFFIELD (2000) aufgrund unterschiedlicher geographischer Faktoren, wie durchschnittliche Temperatur, Futterqualität oder Weidezugang zustande kommen. Die niedrigen relativen Häufigkeiten für Ketose in Kalbesaison 4 könnten deshalb aufgrund der klimatisch milden Temperaturen im Spätherbst bzw. Winter 2014, deren Durchschnitt nahe dem thermoneutralen Bereich lag, bedingt gewesen sein (ZAMG, 2015). Auch die niedrigen Agrarpreise im Herbst für Getreide und Mais, welche einen höheren Kraftfuttereinsatz begünstigt haben, könnten durch eine höhere Energieaufnahme bzw. Futterqualität Einfluss genommen haben (STATISTIK AUSTRIA, 2015). Hinsichtlich einer Erkrankung an Mastitis im Jahresverlauf konnten in der Literatur durchaus konträre Ergebnisse gefunden werden. Während in einer bulgarischen Studie von PENEV ET AL. (2014) auch die niedrigsten relativen Häufigkeiten im Herbst und Winter ausgewiesen wurden, konnte dies von OLDE RIEKERINK ET AL. (2007) nicht bestätigt werden, die von Dezember bis Jänner sogar

die höchsten Werte feststellten. Grundsätzlich sind die Ergebnisse bezüglich eines saisonalen Effekts auf das Auftreten von akuter und chronischer Mastitis aber mit Vorsicht zu interpretieren. Aufgrund der bereits beschriebenen Dateneinschränkungen aus Kapitel 5.1 hatten Tiere, die gegen Jahresende 2014 abkalbten, eine wesentlich geringere Chance an Mastitis zu erkranken. Dies spiegelte sich möglicherweise in den geringeren relativen Häufigkeiten in Kalbesaison 4, d.h. von Oktober bis Dezember, wieder.

Hinsichtlich des Einflusses der Rasse auf die Ergebnisse des Keto-Tests wiesen, ähnlich wie bei den Diagnosen, die Rassen Fleckvieh und Holstein-Friesian mit 45,55 bzw. 47,52 % die niedrigsten Anteile an Ketose-verdächtigen Tieren auf (siehe Seite 44). Der Einfluss des Erstkalbealters auf die Ergebnisse des Keto-Tests konnte ausschließlich mittels multivariaten Modells (siehe Abbildung 7) nachgewiesen werden, wenngleich dieser knapp nicht statistisch signifikant war. Demnach konnte ein erhöhtes Erstkalbealter mit einem erhöhten Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren in Verbindung gebracht werden. Dies könnte möglicherweise daran liegen, dass ältere Kalbinnen zunehmend verfetten und dadurch zu Laktationsbeginn bevorzugt in eine ketotische Stoffwechsellage kommen. Der Einfluss auf den Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren ist mit 2,2 % je 100 Tage längerem Erstkalbealter aber grundsätzlich gering. Hinsichtlich der Laktationszahl konnte beim $X^2$-Test (siehe Tabelle 13) ein statistisch signifikantes Ergebnis gefunden werden, wobei der Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren mit steigender Laktationszahl-Klasse von 39,94 auf 56,13 % zunahm. Mithilfe des multivariaten Modells (siehe Abbildung 8) konnten ähnliche Zusammenhänge beobachtet werden, wenngleich die Unterschiede zwischen den einzelnen Klassen geringer waren. Die höheren relativen Häufigkeiten bei Mehrkalbskühen konnten auch von VANHOLDER ET AL. (2015), BERGE UND VERTENTEN (2014), SUTHAR ET AL. (2013) und CARRIER ET AL. (2004) nachgewiesen werden. Der Einfluss des Kalbeverlaufs auf die Ergebnisse des Keto-Tests konnte lediglich beim $X^2$-Test (siehe Tabelle 14) statistisch nachgewiesen werden, wobei insbesondere der Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren in Kalbeverlaufs-Klasse 1 deutlich niedriger war. Hinsichtlich der Kalbesaison konnte sowohl beim $X^2$-Test (siehe Tabelle 15), als auch mittels multivariaten Modells (siehe Abbildung 9) die Kalbesaison 4, d.h. von Oktober bis Dezember, als jene mit dem niedrigsten Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren ausgewiesen werden, wobei alle anderen Klassen ähnliche Werte aufwiesen. Auch in einer Arbeit von VANHOLDER ET AL. (2015) konnte

das letzte Quartal als jenes mit den geringsten Anteilen bzw. relativen Häufigkeiten ausgewiesen werden. BERGE UND VERTENTEN (2014) hingegen konnten die niedrigsten Anteile von Juli bis September und die höchsten von April bis Juni nachweisen. Einflussgebend für die niedrigen Anteile könnten, wie bei den Diagnosen bereits beschrieben, wiederum die milden Temperaturen und die niedrigen Kraftfutterpreise gewesen sein.

## 5.4 Einfluss von BCS und LM bei der Abkalbung bzw. deren Verlust zu Laktationsbeginn

Der Einfluss des BCS bei der Abkalbung konnte sowohl beim $X^2$-Test (siehe Tabelle 15) als auch mittels multivariaten Modells (siehe Abbildung 10) lediglich für Ketose statistisch abgesichert werden. Laut dem $X^2$-Test hatten Kühe, welche einen hohen bzw. mittleren BCS bei der Abkalbung aufwiesen, ein 2,4- bzw. 2,2-mal höheres Risiko an Ketose zu erkranken, als jene die einen niedrigen BCS (<3,5) aufwiesen. Ähnliche Werte konnten auch von GILLUND ET AL. (2001) ermittelt werden, nach denen Kühe ab einem BCS von 3,5 ein 2,5-mal höheres Ketose-Risiko hatten. Diese Zusammenhänge resultieren laut ROCHE ET AL. (2009) aus einem erhöhten Glucose- und Energiebedarf zu Laktationsbeginn für die Milchbildung, bei gleichzeitig verminderter Futteraufnahme überkonditionierter Tiere. Auch mittels multivariaten Modells konnte der Zusammenhang zwischen erhöhten BCS-Werten und einer erhöhten relativen Ketose-Häufigkeit ermittelt werden, wobei die relative Häufigkeit bei sehr hohen BCS-Werten sogar leicht abnahm. Dieser doch unerwartete Verlauf konnte jedoch in vergleichbarer Literatur nicht bestätigt werden, wobei davon auszugehen ist, dass dieser Verlauf aufgrund zu geringer Tierzahlen bei sehr hohen BCS-Werten bedingt war.

Hinsichtlich des Auftretens von Milchfieber konnte beim $X^2$-Test ein nichtlinearer Zusammenhang mit dem BCS bei der Abkalbung festgestellt werden, wobei dieser knapp nicht statistisch abgesichert werden konnte. Demnach wiesen unter- (<3,5) bzw. überkonditionierte (≥4,0) Tiere erhöhte relative Häufigkeiten auf. Auch ROCHE UND BERRY (2006) konnten einen nichtlinearen Zusammenhang feststellen, wobei Tiere mit einem BCS von <2,5 bzw. >3,5 ein 13 bzw. 30 % höheres Milchfieber-Risiko aufwiesen. Diese Ergebnisse sind den in dieser Arbeit vorliegenden sehr ähnlich, wobei die BCS-Grenzen leicht nach unten verschoben sind. Dies könnte daran liegen, dass ROCHE UND BERRY (2006) als Datenbasis Holstein-Friesian Kühe

hatten und diese grundsätzlich ein niedrigeres BCS-Niveau aufweisen. Die erhöhte relative Erkrankungshäufigkeit bei überkonditionierten Tieren könnte wiederum aufgrund einer verringerten Futteraufnahme und gleichzeitig erhöhten Milchleistung bei überkonditionierten Tieren bedingt gewesen sein (ROCHE ET AL., 2009; MULLIGAN ET AL., 2006). Der Zusammenhang mit unterkonditionierten Tieren ist laut ROCHE ET AL. (2009) unklar, wobei dieser möglicherweise durch eine generell erhöhte Krankheitsanfälligkeit bei mageren Tieren bedingt ist. Mittels multivariatem Modells (siehe Abbildung 11) konnte ausschließlich der oben beschriebene Zusammenhang zwischen erhöhten BCS-Werten und einer erhöhten relativen Häufigkeit an erkrankten Tieren nachgewiesen werden. Der Einfluss des BCS auf die relativen Häufigkeiten von akuter und chronischer Mastitis konnte sowohl beim $X^2$-Test, als auch mittels multivariaten Modells nicht statistisch nachgewiesen werden. Tendenziell wiesen aber unter- bzw. überkonditionierte Tiere eine erhöhte relative Erkrankungshäufigkeit auf. Auch BERRY ET AL. (2007) konnten hinsichtlich des BCS bei der Abkalbung keine signifikanten Ergebnisse ermittelten, wobei auch jene mit einem höherem BCS bei der Abkalbung ein erhöhtes Mastitis-Risiko aufwiesen. Eine Ursache für die höheren relativen Häufigkeiten bei überkonditionierten Tieren liegt möglicherweise darin, dass genau jene Tiere auch das höchste Ketose-Risiko aufweisen, wobei ein positiver Zusammenhang zwischen einer Erkrankung an Ketose und Mastitis besteht (GILLUND ET AL., 2001; OLTENACU UND EKESBO, 1994). Laut ROCHE UND BERRY (2006) gilt auch eine vorherige Erkrankung an Milchfieber als möglicher Risikofaktor.

Der Einfluss des BCS-Verlusts zu Laktationsbeginn konnte für Ketose sowohl beim $X^2$-Test, als auch mittels multivariaten Modells knapp nicht statistisch abgesichert werden (siehe Abbildung 11 und Tabelle 16). Tendenziell wiesen aber Tiere mit einem hohen BCS-Verlust ein erhöhtes Erkrankungsrisiko auf. Da der BCS-Verlust in Zusammenhang mit dem BCS bei der Abkalbung steht (siehe Tabelle 7 und ROCHE ET AL., 2007), kann dies wiederum mit einem erhöhten Abbau an Körperreserven zu Laktationsbeginn bei überkonditionierten Tieren begründet werden, wobei solche Tiere wiederum vermehrt in eine ketotische Stoffwechsellage kommen (ROCHE ET AL., 2009). Auch hinsichtlich der relativen Häufigkeit von Milchfieber-Diagnosen bestand ein Zusammenhang mit einem erhöhten Erkrankungs-Risiko und einem erhöhten BCS-Verlust, wenngleich dieser knapp nicht statistisch signifikant war. Dies könnte, wie vorhin bereits beschrieben, aufgrund einer verringerten Futteraufnahme und

dadurch ebenfalls verringerten Ca-Aufnahme bei gleichzeitig erhöhter Milchleistung zu Laktationsbeginn bei überkonditionierten Tieren resultieren (ROCHE ET AL., 2009). Laut MULLIGAN ET AL. (2006) verringert ein erhöhter Abbau an Körperreserven zusätzlich die Produktion an Vitamin $D_3$, welches die Ca-Absorption im Darm fördert. Die Unterschiede in der relativen Erkrankungshäufigkeit aufgrund des BCS-Verlusts konnten für akute Mastitis lediglich mittels multivariaten Modells statistisch nachgewiesen werden. Für chronische Mastitiden konnte jedoch weder beim $X^2$-Test, noch mithilfe des multivariaten Modells ein Zusammenhang festgestellt werden.

Der Einfluss der LM bei der Abkalbung bzw. des LM-Verlusts zu Laktationsbeginn konnte für sämtliche Erkrankungen beim $X^2$-Test und für Ketose und Milchfieber mittels multivariaten Modells statistisch abgesichert werden. Hinsichtlich des Auftretens von Milchfieber kam es mit zunehmender LM bei der Abkalbung zu einem deutlichen Anstieg der relativen Erkrankungshäufigkeit (siehe Tabelle 17 und Abbildung 12). Konkret wiesen laut dem $X^2$-Test Kühe mit einer mittleren (700-850 kg) bzw. hohen (>850 kg) LM ein 2,9- bzw. 5,5-mal höheres Erkrankungsrisiko als jene mit einer niedrigen (<700 kg) LM auf. Auch mittels multivariaten Modells konnte ein ähnlich deutlicher Anstieg ermittelt werden. Dieser Zusammenhang zwischen einer höheren LM und einem höheren Milchfieber-Risiko konnte auch von ØSTERGAARD UND GRÖHN (1999) festgestellt werden. Hinsichtlich des LM-Verlusts zu Laktationsbeginn stieg die relative Milchfieber-Häufigkeit mit zunehmendem Verlust deutlich an. Ein erhöhter Abbau an Körperreserven verringert laut MULLIGAN ET AL. (2006) und RERAT (2005) die Umwandlung von Vitamin $D_3$ in seine aktive Form 1,25-DHC, welches die Ca-Absorption im Darm fördert. Zusätzlich weisen Tiere, die hohe Mengen an Körperreserven zu Laktationsbeginn mobilisieren, eine erhöhte Milchleistung auf, wodurch das Milchfieber-Risiko erhöht wird (ROCHE ET AL., 2009). Auch bezüglich des Ketose-Risikos konnte ein starker Einfluss der LM nachgewiesen werden, wobei laut dem $X^2$-Test Kühe mit einer mittleren bzw. hohen LM ein 4,1- bzw. 9,5-mal höheres Erkrankungsrisiko, als jene mit einer niedrigen LM aufwiesen (siehe Tabelle 17). Auch die Ergebnisse des multivariaten Modells zeigten diesen drastischen Anstieg der relativen Ketose-Häufigkeit (siehe Abbildung 12). Hinsichtlich des LM-Verlusts hatten Tiere mit einem starken Verlust ein deutlich höheres Ketose-Risiko, als jene, die nur geringe Mengen an Körperreserven mobilisierten (siehe Tabelle 18 und Abbildung 13). Da Kühe, welche eine hohe Mobilisation von Körperreserven aufweisen, vermehrt an Ketose erkranken und der LM-Verlust mit der

Lebendmasse positiv korreliert (r=0,50) ist, könnte dies den Zusammenhang zwischen der LM und dem Auftreten von Ketose teilweise erklären. Der Einfluss der LM bzw. des LM-Verlusts auf die relativen Häufigkeiten von akuter bzw. chronischer Mastitis zeigte eine ähnliche Ausprägung wie bei den Stoffwechselstörungen, wobei Tiere mit erhöhter LM bzw. einem erhöhten LM-Verlust zunehmend erkrankten. Dieser Einfluss konnte aber nur beim $X^2$-Test statistisch abgesichert werden (siehe Tabelle 17 und 18). In einer Arbeit von BERRY ET AL. (2007), in welcher die Zusammenhänge zwischen BCS, LM und Eutergesundheit bei 2635 Milchkühen untersucht wurden, konnten ähnliche Resultate ermittelt werden.

Hinsichtlich der Ergebnisse, die auf Zusammenhänge mit der LM bzw. dem LM-Verlust abzielen, bleibt zu berücksichtigen, dass die Erfassung der LM von verschiedensten Parameter wie der Wiegung vorgehender Futteraufnahme oder der Ausscheidung von Kot und Harn beeinflusst wird, wodurch die Daten und folgend die Auswertungen beeinflusst wurden.

Der Einfluss des BCS bei Abkalbung auf die Ergebnisse des Keto-Tests konnte beim $X^2$-Test nicht statistisch nachgewiesen werden. Konträr dazu, zeigten die in Abbildung 14 dargestellten Ergebnisse des multivariaten Modells einen deutlichen Einfluss, wobei der Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren mit zunehmendem BCS bei der Abkalbung anstieg. Dieser Zusammenhang resultiert laut ROCHE ET AL. (2009) aus einem erhöhten Glucose- und Energiebedarf zu Laktationsbeginn für die Milchbildung, bei gleichzeitig verminderter Futteraufnahme überkonditionierter Tiere. Hinsichtlich des BCS-Verlusts konnte sowohl beim $X^2$-Test, als auch mittels multivariaten Modells ein statistisch signifikanter Zusammenhang beobachtet werden (siehe Tabelle 19 und Abbildung 15). Demzufolge überschritten Tiere mit einem erhöhten BCS-Verlust zu Laktationsbeginn öfter den Grenzwert für den Anteil an Betahydroxybuttersäure.

Der Einfluss der LM bzw. des LM-Verlusts auf die Ergebnisse des Keto-Tests konnte sowohl beim $X^2$-Test (siehe Tabellen 20 und 21), als auch mittels multivariaten Modells (siehe Abbildungen 16 und 17) statistisch nachgewiesen werden. Demnach wiesen Tiere mit erhöhter LM bei der Abkalbung bzw. einem erhöhten LM-Verlust öfter eine ketotische Stoffwechsellage zu Laktationsbeginn auf.

## 5.5 Zusammenhang mit Milchleistungsparametern

Ein Zusammenhang zwischen der Einsatzleistung und dem Auftreten von Milchfieber konnte beim $X^2$-Test statistisch gesichert und mittels multivariaten Modells knapp

nicht signifikant ausgewiesen werden (siehe Tabellen 23 und 24 bzw. Abbildung 18). Demnach bestand ein Zusammenhang zwischen einer hohen Einsatzleistung und einer erhöhten relativen Häufigkeit an erkrankten Tieren (DE KRUIF ET AL., 2007). Hinsichtlich einer Erkrankung an Ketose konnte lediglich mithilfe des multivariaten Modells ein statistisch signifikanter Zusammenhang mit der Einsatzleistung nachgewiesen werden. Dabei konnten sowohl erhöhte relative Häufigkeiten bei niedrigen, als auch bei hohen Einsatzleistungen ermittelt werden (siehe Abbildung 18). Der Zusammenhang zwischen erhöhten Einsatzleistungen und damit verbundenem vermehrten Körperfettabbau und einem vermehrten Ketose-Risiko wurde bereits ausführlich beschrieben (siehe Kapitel 2.1.1, Seite 3). Der Zusammenhang mit niedrigen Einsatzleistungen könnte durch eine vorangegangene Erkrankung, wie etwa Ketose oder Milchfieber bedingt gewesen sein, d.h. es ist bei Felddaten häufig nicht eindeutig möglich, Ursache und Wirkung zu trennen. Bestätigt wird dieser Verdacht durch eine Arbeit von EDWARDS UND TOZER (2004), welche die Auswirkungen von Stoffwechsel- und Verdauungsstörungen auf die Milchmenge untersuchten. Kranke Tiere hatten dabei eine um 2,1 bis 22,5 kg niedrigere Milchleistung als vergleichbare gesunde. Hinsichtlich einer Erkrankung an akuter Mastitis konnte in der vorliegenden Arbeit mittels multivariaten Modells ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen einer erhöhten relativen Erkrankungshäufigkeit und erhöhten, aber auch verminderten Einsatzleistungen festgestellt werden (siehe Abbildung 18). Der Zusammenhang mit geringen Einsatzleistungen könnte wiederum durch eine vorherige Erkrankung bedingt gewesen sein, welche einen Leistungsrückgang bewirken würde (RAJALA-SCHULTZ ET AL., 1999). Ein erhöhtes Mastitis-Risiko bei hochleistenden Tieren ist seitens der Literatur vielfach beschrieben, wobei Milchmenge und Mastitis laut PRYCE ET AL. (1998) mit einer genetischen Korrelation von r=0,29 ± 0,05 positiv korreliert sind. Hinsichtlich einer Erkrankung an chronischer Mastitis konnte kein Zusammenhang beobachtet werden.

Die Zusammenhänge zwischen dem Milchfett-Gehalt und dem Auftreten von Diagnosen konnten für Milchfieber, Ketose und chronische Mastitis statistisch gesichert werden (siehe Tabelle 24). Demnach standen erhöhte relative Häufigkeiten an Milchfieber und Ketose mit erhöhten Milchfett-Gehalten in Zusammenhang. Die Ergebnisse für Milchfieber sind aber mit Vorsicht zu interpretieren, da das Auftreten von Milchfieber und der Zeitpunkt der Milchleistungsprüfung zeitlich weit auseinander

liegen können. Hinsichtlich einer Erkrankung an Ketose konnte der Zusammenhang mit erhöhten Milchfett-Gehalten gesichert nachgewiesen werden und ist auch plausibel, auch de KRUIF ET AL. (2007), MANZENREITER (2012) und ROSSOW UND RICHARDT (s.a.) verwiesen auf diesen Zusammenhang, wobei dieser grundsätzlich aus einem erhöhten Abbau an Körperfettreserven resultiert. Hinsichtlich der Zusammenhänge mit akuter bzw. chronischer Mastitis konnte lediglich für letztgenannte ein statistisch signifikantes Ergebnis gefunden werden. Beide wiesen einen nichtlinearen Zusammenhang auf, wobei erhöhte Werte bei hohen Milchfett-Gehalten mit einer vorhergehenden bzw. gegenwärtigen Erkrankung an Milchfieber bzw. Ketose zusammenhängen könnten. Niedrige Milchfett-Gehalte könnten laut ROSSOW UND RICHARDT (s.a.) die Folge einer vorliegenden Mastitis sein. Hinsichtlich des Zusammenhangs mit dem Milcheiweiß-Gehalt konnte lediglich für die Ketose ein statistisch signifikantes Ergebnis beobachtet werden, wobei erhöhte relative Ketose-Häufigkeiten mit niedrigen Milcheiweiß-Gehalten in Zusammenhang standen (siehe Tabelle 25). Ein niedriger Milcheiweiß-Gehalt zu Laktationsbeginn ist laut DE KRUIF ET AL. (2007) und ROSSOW UND RICHARDT (s.a.) ein Indikator für eine energetische Unterversorgung, die wiederum Auslöser einer Ketose sein kann. Der Zusammenhang zwischen Diagnosen und dem FEQ konnte für Milchfieber und Ketose statistisch signifikant nachgewiesen werden (siehe Tabelle 26). Das Ergebnis für Milchfieber ist wiederum aufgrund des unterschiedlichen Zeitpunktes zwischen Diagnose und Milchleistungsprüfung mit Vorsicht zu interpretieren. Ein gewisser Zusammenhang könnte aber aufgrund einer vorangegangen Erkrankung an Milchfieber und dadurch verminderten Futteraufnahme, welche folgend zu einem vermehrtem Abbau von Körperreserven und somit zu erhöhten Milchfett-Gehalten führt, resultieren. Der Zusammenhang mit Ketose war aufgrund der bereits vorher beschriebenen Beziehungen zu erhöhten Milchfett- und niedrigen Milcheiweiß-Gehalten anzunehmen. Dieser Zusammenhang wird auch seitens der Literatur beschrieben, wobei dieser Parameter häufig als Indikator eine Ketose beschrieben wird (DE KRUIF ET AL., 2007; MANZENREITER, 2012). Bezüglich des Zusammenhangs zwischen Diagnosen und dem Milchharnstoff-Gehalt konnten statistisch signifikante Ergebnisse wiederum nur für Ketose beobachtet werden (siehe Tabelle 27). Demnach stand ein erhöhter Milchharnstoff-Gehalt zu Laktationsbeginn, welcher laut ROSSOW UND RICHARDT (s.a.) ein Indiz für einen Energiemangel sein kann, in Beziehung zu einer erhöhten relativen Ketose-Häufigkeit. Ein Zusammenhang

zwischen dem Auftreten von Stoffwechselstörungen bzw. Mastitis und dem Laktose-Gehalt in der Milch konnte nicht beobachtet werden (siehe Tabelle 28). Tendenziell konnten aber erhöhte relative Erkrankungshäufigkeiten bei niedrigen Milchlaktose-Gehalten festgestellt werden. Bezüglich des Auftretens von Ketose konnte MANZENREITER (2012) in seinen Auswertungen sogar einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen niedrigen Laktose-Gehalten und einem erhöhten Auftreten von Ketose feststellen. Der Autor merkte jedoch an, dass der Laktose-Gehalt von der Rasse wesentlich beeinflusst wird, was auch die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit beeinflusst haben könnte. Grundsätzlich bleibt aber anzumerken, dass der Milchlaktose-Gehalt im Verlauf der Laktation verhältnismäßig konstant bleibt (ROSSOW UND RICHARDT, s.a.).

Der Einfluss der Einsatzleistung auf die Ergebnisse des Keto-Tests konnten statistisch abgesichert werden (siehe Tabelle 29). Demnach stieg der Anteil an Keto-verdächtigen Tieren mit zunehmender Einsatzleistung an. Hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen Milchleistungsparametern und den Ergebnissen des Keto-Tests konnten für den Milchfett-, Milcheiweiß-, Milchlaktose-Gehalt, sowie für den FEQ statistisch signifikante Ergebnisse beobachtet werden (siehe Tabelle 30). Ein erhöhter Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren wurde demnach mit einem erhöhten Milchfett-Gehalt und FEQ bzw. einem niedrigen Milcheiweiß- und Milchlaktose-Gehalt in Verbindung gebracht. Diese Ergebnisse deckten sich überwiegend mit jenen der Ketose-Diagnosen. Der Zusammenhang zwischen dem Milchharnstoff-Gehalt und einem erhöhten Anteil an Ketose-verdächtigen Tieren konnte jedoch nicht bestätigt werden.

Bezüglich der Zusammenhänge zwischen den Diagnosen bzw. den Ergebnissen des Keto-Tests und ausgewählten Milchleistungsparametern bleibt jedoch zu berücksichtigen, dass letztere von einer Vielzahl an Faktoren, wie Fütterung oder Leistungsniveau, beeinflusst werden. Gleichzeitig kann nicht eindeutig differenziert werden, ob auffällige Milchleistungsparameter Indizien für eine vorliegende oder zukünftige Erkrankung darstellen oder ob diese aufgrund einer vorliegenden oder vergangenen Erkrankung beeinflusst worden sind. Grundsätzlich sollten die einzelnen Parameter miteinander kombiniert werden, da ein einzelner Indikator nur eine bedingte Aussagekraft hat. Schlussendlich bleibt festzuhalten, dass Milchleistungsparameter gute Hilfsmittel darstellen, jedoch als Kriterium für eine eindeutige Diagnose nicht genügen.

## 5.6 Benchmarking und Empfehlungen

Die Grundidee von Benchmarking besteht, wie in Kapitel 1.2 bereits erwähnt wurde, darin, festzustellen, welche Unterschiede zwischen Betrieben bestehen, warum diese Unterschiede bestehen und welche Verbesserungsmöglichkeiten es gibt, wobei schlussendlich eine Leistungsoptimierung das Ziel darstellt.

Im Sinne eines Benchmarking-Prozesses bietet Tabelle 31 den Betrieben die Möglichkeit sich mit anderen Betrieben in Hinblick auf die relativen Häufigkeiten von Stoffwechselerkrankungen und Mastitis zu vergleichen, wobei jeweils der Mittelwert und die relative Erkrankungshäufigkeit der besten und schlechtesten 25 % der Betriebe dargestellt wird. Zusätzlich wird ein Zielwert ausgewiesen, welcher auf den Benchmarks aus Tabelle 1 basiert.

**Tabelle 31:** Benchmarking für Gesundheitsparameter: Vorschlag für die Eigenbeurteilung von Projektbetrieben

| Benchmark-Parameter | Eigener Betrieb | Ziel | +25% | ø | -25% |
|---|---|---|---|---|---|
| Ketose-Häufigkeit (%) | | **<5** | 0 | 0,97 | 3,84 |
| Milchfieber-Häufigkeit (%) | | **<5** | 0,13 | 5,98 | 14,27 |
| Akute Mastitis-Häufigkeit (%) | | **<5** | 0 | 7,15 | 17,80 |
| Chronische Mastitis-Häufigkeit (%) | | **<5** | 0 | 1,97 | 7,48 |
| Keto-Test (%) | | **<25** | 10,57 | 49,95 | 90,06 |

Der Vergleich mit anderen Betrieben ermöglicht einerseits die Einordnung des eigenen Betriebs gegenüber anderen und andererseits wird sichtbar, in welchen Bereichen noch Verbesserungspotential besteht (WÜBBENHORST, s.a.). Hierbei bleibt aber zu erwähnen, dass die Meldedisziplin, der an einem solchen systematischen Vergleich teilnehmenden Betrieben, von entscheidender Bedeutung für die Ergebnisse ist. Eine korrekte Beurteilung des eigenen Betriebes setzt deshalb auch eine entsprechend korrekte Erfassung und Übermittlung von Gesundheitsdaten voraus (BRADLEY ET AL., 2013).

Ein weiterer Bestandteil des Benchmarkings stellt die Ursachenforschung und die Ermittlung von Verbesserungsmöglichkeiten dar (WÜBBENHORST, s.a.), wobei im Sinne der genannten Maßnahmen folgend Richtwerte bzw. Empfehlungen zu verschiedenen Parametern ausgewiesen werden. Die Ableitung von Richtwerten

bzw. Empfehlungen erfolgte auf Basis der Ergebnisse des $X^2$-Tests bzw. des multivariaten Modells und unter Berücksichtigung aktueller Literatur.

**Tabelle 32:** Richtwerte bzw. Empfehlungen zu ausgewählten Parametern

| Erkrankung | Parameter | Richtwert / Empfehlung |
|---|---|---|
| Milchfieber | BCS | <4,0 bei der Abkalbung |
| | LM | <850 kg bei der Abkalbung |
| | BCS-Verlust | <0,012 Pkt./Tag[1] |
| | LM-Verlust | <1,0 kg/Tag |
| | Einsatzleistung | Risiko steigt mit zunehmender Einsatzleistung |
| | Laktationszahl | Risiko steigt mit zunehmender Laktationszahl |
| | Kalbeverlauf | Risiko steigt mit zunehmendem Schweregrad des Kalbeverlaufs |
| Ketose | BCS | <4,0 bei der Abkalbung |
| | LM | <850 kg bei der Abkalbung |
| | BCS-Verlust | <0,012 Pkt./Tag[1] |
| | LM-Verlust | <1,0 kg/Tag |
| | Einsatzleistung | Risiko steigt mit zunehmender Einsatzleistung |
| | Milchfett-Gehalt | <4,8 % zu Laktationsbeginn |
| | Milcheiweiß-Gehalt | >3,2 % zu Laktationsbeginn |
| | FEQ | <1,4 zu Laktationsbeginn |
| | Laktationszahl | Risiko steigt mit zunehmender Laktationszahl |

**Tabelle 32 (Fortsetzung)**

| Erkrankung | Parameter | Richtwert / Empfehlung |
|---|---|---|
| Akute Mastitis | BCS-Verlust | <0,012 Pkt./Tag[1] |
| | LM-Verlust | <1,0 kg/Tag |
| | Einsatzleistung | Risiko steigt mit zunehmender Einsatzleistung |
| | Laktationszahl | Risiko steigt mit zunehmender Laktationszahl |
| | Kalbeverlauf | Risiko steigt mit zunehmendem Schweregrad des Kalbeverlaufs |
| Chronische Mastitis | Laktationszahl | Risiko steigt mit zunehmender Laktationszahl |

[1]entspricht einem BCS-Verlust von 0,5 BCS-Punkten innerhalb von 42 Tagen

Je Erkrankung wurden dabei jeweils nur jene Parameter ausgewiesen, welche aufgrund der statistischen Auswertungen als mögliche Einflussfaktoren gelten. Hinsichtlich der relativen Auftretenshäufigkeit von Ketose, Milchfieber und akuter Mastitis konnten zu einigen Parametern Empfehlungen abgeleitet werden, wobei v.a. die LM und der BCS bei der Abkalbung, sowie deren Abnahme zu Laktationsbeginn einen entscheidenden Einfluss nehmen. Darüber hinaus spielen auch Einsatzleistung, Kalbeverlauf und Laktationszahl eine wichtige Rolle. Bezüglich des Auftretens von chronischer Mastitis konnte lediglich die Laktationszahl als beeinflussender Faktor ausgewiesen werden. Alle anderen Parameter, die in den Auswertungen der vorliegenden Untersuchung berücksichtigt wurden, hatten keinen bzw. nur einen geringen Einfluss. Das Auftreten von chronischer Mastitis wird daher möglicherweise stärker von anderen, nicht in der vorliegenden Arbeit berücksichtigten, Parametern beeinflusst. Auch könnte im Sinne einer Faktorenkrankheit das gemeinsame Auftreten verschiedener Parameter mit jeweils geringen Effekten eine Erkrankung hervorrufen.

# 6 Schlussfolgerungen

Um mögliche Einflussfaktoren auf das Auftreten von Stoffwechselstörungen und Mastitis zu ermitteln, wurde der Einfluss verschiedener tier- und betriebsbezogener Parameter auf tierärztliche Diagnosen bzw. Beobachtungen analysiert. Die dabei ermittelten relativen Häufigkeiten (0,05 bis 6,97 %) lagen im Vergleich zu anderen Arbeiten auf einem sehr niedrigen Niveau, wobei anzunehmen ist, dass die tatsächlichen relativen Häufigkeiten in der Praxis deutlich höher liegen. Trotzdem konnte der Einfluss verschiedener tier- und betriebsbezogener Parameter nachgewiesen werden.

Der Einfluss betriebsbezogener Parameter auf das Auftreten von Stoffwechselstörungen und Mastitis konnte bei ausgewählten Parametern festgestellt werden, wenngleich der Einfluss nur von geringem Ausmaß war. Hierbei bleibt kritisch anzumerken, dass die in der vorliegenden Arbeit verwendeten Daten zu betriebsbezogenen Parametern teilweise nur relativ grob erfasst wurden bzw. gänzlich fehlten. Für zukünftige Studien sollten detailliertere und besser abgesicherte Informationen zu betriebsbezogenen Parameter verwendet werden, um mögliche Effekte besser herausarbeiten zu können.

Tierbezogene Parameter hatten einen deutlich stärkeren Einfluss auf das Auftreten von Erkrankungen, wobei insbesondere Ketose und Milchfieber beeinflusst wurden. Demnach konnten Einflüsse von Rasse, Kalbeverlauf, Laktationszahl, Kalbesaison bzw. BCS und LM sowie deren Verlust festgestellt werden. Insbesondere konnte für letztgenannte Parameter ein deutlicher Effekt nachgewiesen werden: Überkonditionierte (>4.0) bzw. sehr schwere Tiere (> 850 kg) erkrankten demzufolge deutlich häufiger an Stoffwechselerkrankungen und Mastitis. Bezüglich des BCS- bzw. LM-Verlusts zu Laktationsbeginn konnten erhöhte relative Erkrankungshäufigkeiten mit zunehmendem BCS- (>0,012 Pkt./Tag bzw. 0,5 Pkt. in 42 Tagen) bzw. LM-Verlust (>1 kg/Tag) in Verbindung gebracht werden. Hinsichtlich des Zusammenhangs mit Merkmalen der routinemäßigen Milchleistungskontrolle konnte eine erhöhte relative Erkrankungshäufigkeit mit zunehmender Einsatzleistung für Ketose, Milchfieber und akuter Mastitis ermittelt werden. Hinsichtlich Ketose und akuter Mastitis konnte auch eine Beziehung zu niedrigen Milchleistungen ermittelt werden, wobei letztere möglicherweise die Folge einer bereits eingetretenen Erkrankung sind. Hinsichtlich der Milchinhaltsstoffe konnte ein gehäuftes Auftreten an

Ketose mit einem erhöhten Fett-Eiweiß-Quotient (FEQ), erhöhten Milchfett-, Milchharnstoff- und erniedrigten Milcheiweiß-Gehalten in Verbindung gebracht werden, wobei diese Parameter Indizien für eine Energieunterversorgung darstellen. Für Milchfieber konnte bei einem erhöhten Milchfett-Gehalt und FEQ ein gehäuftes Auftreten festgestellt werden.

Hinsichtlich der Anwendung eines Keto-Tests zur Ketose-Erkennung konnten ähnliche Zusammenhänge zu tier- und betriebsbezogenen Parametern als für Ketose ermittelt werden. Trotzdem konnte zwischen den Ketose-Diagnosen und den Ergebnissen des Keto-Tests nur eine sehr niedrige Korrelation ermittelt werden. Dies könnte dadurch bedingt sein, dass hinsichtlich der Diagnosen nur klinische Ketosen erfasst wurden und der Keto-Test sowohl klinische, als auch subklinische Ketosen anzeigt. Auch die schwierige Beurteilung des Verfärbungsausmaßes der Milchprobe als Indikator für den Gehalt an Betahydroxybuttersäure könnte hierbei Einfluss genommen haben. Nichtsdestotrotz hat der Keto-Test als Hilfsmittel zur Erkennung ketotischer Stoffwechsellagen durchaus seine Berechtigung, wobei eine ausschließliche Berücksichtigung zur Diagnoseerstellung nicht empfohlen werden kann.

Ein Betriebsvergleich im Sinne eines Benchmarking-Prozesses bezüglich verschiedener Gesundheitsparameter und diese beeinflussender Faktoren ermöglicht den BetriebsleiterInnen die Einordnung des eigenen Betriebes. Zusätzlich werden Bereiche mit Verbesserungspotential sichtbar gemacht. Gemeinsam mit den dargelegten Empfehlungen bzw. Richtwerten können BetriebsleiterInnen reagieren und somit eine Verbesserung der Tiergesundheit erreichen.

Hinsichtlich der im Kapitel 5.1 bereits kritisch angemerkten Datenabgrenzungen bleibt hierbei nochmals zu erwähnen, dass diese in Hinblick auf die Auswertungen von akuter und chronischer Mastitis das Niveau leicht nach unten verschoben haben. Für zukünftige Untersuchungen wird empfohlen, die Abgrenzung des Beobachtungszeitraums anders zu wählen.

Schlussendlich bleibt festzuhalten, dass Stoffwechselstörungen und Mastitiden von einer Vielzahl von Parametern beeinflusst werden. Als wesentliche Faktoren konnten die Körperkondition bei der Abkalbung bzw. das Ausmaß des Verlustes an Körperreserven ausgemacht werden. Zusätzlich dazu wird angenommen, dass das Auftreten von Stoffwechselstörungen auch stark durch das Fütterungsmanagement beeinflusst wird, was aber in der vorliegenden Untersuchung nicht analysiert wurde.

Hinsichtlich des Auftretens von Mastitis gelten aufgrund ihrer multifaktoriellen Ursachen viele weitere Parameter, wie Haltung, Klima, Melkhygiene, Melktechnik oder die Abwehrlage des Tieres (Stress), als mögliche Einflussfaktoren.

# Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, mögliche Einflussfaktoren auf das Auftreten von Stoffwechselstörungen und Mastitis zu ermitteln, wobei verschiedene tier- und betriebsbezogene Parameter auf Basis von tierärztlichen Diagnosen und Testergebnissen analysiert wurden.

Die Datengrundlage stellte eine umfassende Erhebung dar, welche im Rahmen des Projektes „Efficient Cow“ durchgeführt wurde und Daten von rund 6000 Milchkühen aus 167 Betrieben aus ganz Österreich umfasste.

Der Einfluss betriebsbezogener Parameter auf das Auftreten von Stoffwechselstörungen und Mastitis konnte nur bei ausgewählten Parametern festgestellt werden und war relativ gering ausgeprägt.

Tierbezogene Parameter hatten einen deutlich stärkeren Einfluss auf das Auftreten von Erkrankungen, wobei insbesondere Ketose und Milchfieber beeinflusst wurden. Demnach konnten Einflüsse von Rasse, Kalbeverlauf, Laktationszahl, Kalbesaison bzw. Body Condition Score (BCS) und Lebendmasse (LM) sowie deren Verlust zu Laktationsbeginn festgestellt werden. Insbesondere konnte für letztgenannte Parameter ein deutlicher Effekt nachgewiesen werden. Kühe mit einem BCS bei der Abkalbung von 4,0 und darüber, sowie einem erhöhten BCS-Verlust in der frühen Laktation wiesen häufiger Ketose-Diagnosen auf. In ähnlicher Weise beeinflusste die LM der Tiere zur Abkalbung sowie der LM-Verlust zu Laktationsbeginn die Häufigkeit der Diagnosen von Ketose und Milchfieber signifikant.

Zusammenhänge zwischen der Einsatzleistung und einer Erkrankung bestanden für Ketose, Milchfieber und akute Mastitis. Ein erhöhter Fett-Eiweiß-Quotient (FEQ), Milchfett-, Milchharnstoff- und erniedrigter Milcheiweiß-Gehalt waren mit erhöhten Ketose-Häufigkeiten assoziiert. Für Milchfieber bestand ein Zusammenhang mit einem erhöhten Milchfett-Gehalt und FEQ.

Abschließend wurde im Sinne eines Benchmarking-Prozesses ein Betriebsvergleich bezüglich verschiedener Gesundheitsparameter durchgeführt und Empfehlungen bzw. Richtwerte für diese abgeleitet.

# Abstract

The objective of this study was to determine potential factors which influence the occurrence of metabolic disorders and mastitis. Therefore various parameters at the animal- and herd-level were analyzed, based on veterinary diagnoses and test results.

Data were derived from a field study, including almost 6000 cows in 167 herds in Austria, in the context of the project „Efficient Cow“.

The effects of herd-specific factors on the occurrence of metabolic disorders and mastitis were only significant for some of them and were relatively low.

Animal-specific parameters had a greater influence on the occurrence of disorders, especially on ketosis und milk fever: Breed, calving ease, parity, calving season, body condition score (BCS), body weight as well as their loss in early lactation showed an effect. An especially distinct impact was found for the latter. Cows with a calving BCS of 4,0 and higher and with an increased BCS loss post-calving were associated with an increased risk of ketosis. Similarly, body weight as well as body weight loss post-calving influenced the occurrence of ketosis and milk fever.

Relationships between first test-day milk yield und disorders were observed for ketosis, milk fever and chronic mastitis. An increased fat-protein ratio, milk fat content, milk urea content und decreased milk protein content were associated with increased frequency of diagnosed ketosis. An increased fat-protein ratio and milk fat content were related with milk fever.

Finally, a comparison of health traits between farms was carried out and recommendations and guidelines were derived which can be used for benchmarking processes.

# Literaturverzeichnis


BARRETT, D. J.; HEALY, A. M.; LEONARD, F. C. UND DOHERTY, M. L. (2005): Prevalence of pathogens causing subclinical mastitis in 15 dairy herds in the Republic of Ireland. Irish Veterinary Journal 58(6): 333-337.

BERGE, A. C. UND VERTENTEN, G. (2014): A field study to determine the prevalence, dairy herd management systems and fresh cow clinical conditions associated with ketosis in western European dairy herds. Journal of Dairy Science 97: 2145-2154.

BERRY, D. P.; LEE, J. M.; MACDONALD, K. A.; STAFFORD, K.; MATTHEWS, L. UND ROCHE, J. R. (2007): Associations between body condition score, body weight, somatic cell count, and clinical mastitis in seasonally calving dairy cattle. Journal of Dairy Science 90: 637-648.

BRADLEY, A. J.; BREEN, J. E.; HUDSON, C. D. UND GREEN, M. J. (2013): Benchmarking for health from the perspective of consultants. In: EGGER-DANNER, C.; HANSEN, O. K.; STOCK, K.; PRYCE, J. E.; COLE, J.; GENGLER, N. UND HERINGSTAD, B. (2013): Challenges and benefits of health data recording in the context of food chain quality, management and breeding. ICAR Technical Series 17: 159-166.

BMLFUW (BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND –UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT; 2014): Grüner Bericht 2014. Wien: Selbstverlag.

BUSCH, W; METHLING W., AMSELGRUBER, W. M. (2004): Tiergesundheits- und Tierkrankheitslehre. Stuttgart, Parey Verlag.

CARRIER, J.; STEWART, S.; GODDEN, S.; FETROW, J. AND RAPNICKI, P. (2004): Evaluation and use of three cowside tests for detection of subclinical ketosis in early postpartum cows. Journal of Dairy Science 87: 3725-3735.

DE GARIS, P. J. UND LEAN, I. J. (2009): Milk fever in dairy cows: A review of pathophysiology and control principles. The Veterinary Journal 176: 58-69.

DE KRUIF, A.; MANSFELD, R. UND HOEDEMAKER, M. (2007): Tierärztliche Bestandsbetreuung beim Milchrind. 2., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage, Stuttgart: Enke Verlag in MVS Medizinverlage Stuttgart GmbH & Co. KG.

DOLL, K. (s.a): Azidose und Ketose der Milchkuh – Neue Wege bei der Vorbeugung und Behandlung alter Krankheiten. Klinik für Wiederkäuer der Justus-Liebig-Universität Gießen. 1-8.

DOYLE, D. (2013): Dairy cow nutrition in the transition period. Veterinary Ireland Journal 3: 493-495.

DUFFIELD, T. (2000): Subclinical ketosis in lactating dairy cattle. Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract 16: 231-253.

EDWARDS, J. L. UND TOZER, P. R. (2004): Using Activity and Milk Yield as Predictors of Fresh Cow Disorders. Journal of Dairy Science 87: 524-531.

ELANCO (2010): Keto-Test – for testing milk ketones. http://www.elanco.us/labels/Dairy/Keto_Test.pdf. Aufgerufen am 12.03.2015.

ELANCO (2015): Keto-Test- Testing for Ketosis. http://www.elancoanimalhealth.co.uk/products-services/dairy/ketotest.aspx. Aufgerufen am 12.03.2015.

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

GASTEINER, J. (2015): Stoffwechselerkrankungen- Milchfieber vermeiden. In: Landwirt – Die Fachzeitschrift für die bäuerliche Familie. Landwirt 7: 20-21.

GILLUND, P.; REKSEN, O.; GROHN, Y. T. UND KARLBERG, K. (2001): Body condition related to ketosis and reproductive performance in Norwegian dairy cows. Journal of Dairy Science 84: 1390-1396.

GOFF, J. P.; REINHARDT, T. A.; HORST, R. L. (1995): Milk fever and dietary cation-anion balance effects on concentration of vitamin D receptor in tissue of periparturient dairy cows. Journal of Dairy Science 78: 2388-2394.

GOFF, J. P. (2008): The monitoring, prevention, and treatment of milk fever and subclinical hypocalcemia in dairy cows. The Veterinary Journal 176: 50-57.

HERINGSTAD, B.; KLEMETSDAL, G. UND RUANE, J. (2000): Selection for mastitis resistance in dairy cattle: a review with focus on the situation in the Nordic countries. Livestock Production Science 64: 95-106.

HÖLLER, A. (s.a.): Laktationsstart optimieren– Stoffwechselprobleme rechtzeitig erkennen! Projektbericht, DLR Eifel, 1-7.

HOSPIDO, A. UND SONESSON, U. (2005): The environmental impact of mastitis: a case study of dairy herds. Science of the Total Environment 343: 71-82.

ISLAM, M. A.; RAHMAN, A. K. M. A.; RONY, S. A. UND ISLAM, M. S. (2010): Prevalence and risk factors of mastitis in lactating dairy cows at Baghabari milk shed area of Sirajganj. Bangl. J. Vet. Med. 8: 157-162.

KLEEN, L.; UPGANG, L. UND RHAGE, J. (2013): Prevalence and consequences of subacute ruminal acidosis in German dairy herds. Acta Veterinaria Scandinavica 2013, 1-6.

LIESEGANG, A. (2001): Milk fever in Switzerland. Hypocalcaemia, acidosis and calcium homeostasis. Abildgaard Symposium, The Royal Veterinary and Agricultural University, Dänemark, 2001.

MANZENREITER, H. (2012): Milchinhaltsstoffe als Indikatoren zur Erkennung von Ketose. Masterarbeit Universität für Bodenkultur Wien.

MARTENS, H. (2012): Die Milchkuh - Wenn die Leistung zur Last wird!. 39. Viehwirtschaftliche Fachtagung. Raumberg-Gumpenstein, 35-42.

MCART, J. A. A.; NYDAM, D. V. UND OETZEL, G. R. (2012): Epidemiology of subclinical ketosis in early lactation dairy cattle. Journal of Dairy Science 95: 5056-5066.

MULLIGAN, F.; O'GRADY, L.; RICE, D. UND DOHERTY, M. (2006): Production diseases of the transition cow- Milk fever and subclinical hypocalcaemia. Irish Veterinary Journal 59: 697-702.

OETZEL, G. R. (2004): Monitoring and testing dairy herds for metabolic disease. Vet. Clin. North Amer: Food Animal Practice 20: 651-674.

OETZEL, G. R. (2007): Herd-Level Ketosis – Diagnosis and Risk Factors. American Association of Bovine Practitioners, 40th Annual Conference, September 2007, Vancouver, 1-25.

OLDE RIEKERINK, R. G. M.; BARKEMA, H. W. UND STRYHN, H. (2007): The effect of season on somatic cell count and the incidence of clinical mastitis. Journal of Dairy Science 90: 1704-1715.

OLTENACU, P. A. UND EKESBO, I. (1994): Epidemiological study of clinical mastitis in dairy cattle. Vet. Res. 25: 208-217.

ØSTERGAARD, S. UND GRÖHN, Y. T. (1999): Effects of diseases on test day milk yield and body weight of dairy cows from danish research herds. Journal of Dairy Science 82: 1188-1201.

PATNAIK, S.; PRASAD, A. UND GANGULY, S. (2013): Mastitis, an Infection of Cattle Udder – A Review. Journal of Chemical, Biological and Physical Sciences 3: 2676-2678.

PENEV, T.; GERGOVSKA, Z.; MARINOV, I.; KIROV, V.; STANKOV, K.; MITEV, Y. UND MITEVA, C. (2014): Effect of season, lactation period and number of lactation on mastitis incidence and milk yields in dairy cows. Agricultural science and technology 6: 231-238.

PLAIZIER, J. C.; KRAUSE, D. O., GOZHO, G. N. UND MCBRIDE, B. W. (2008): Subacute ruminal acidosis in dairy cows: The physiological causes, incidence and consequences. The Veterinary Journal 176: 21-31.

PRYCE, J. E.; ESSLEMONT, R. J.; THOMPSON, R.; VEERKAMP, R. F.; KOSSAIBATI, M. A. UND SIMM, G. (1998): Estimation of genetic parameters using health, fertility and production data from a management recording system for dairy cattle. Animal Science 66: 577-584.

PYORALA, S. (2003) Indicators of inflammation in the diagnosis of mastitis. Vet. Res. 34: 565–578.

RAJALA-SCHULTZ, P. J.; GRÖHN, Y. T.; MCCULLOCH, C. E. UND GUARD, C. L. (1999): Effects of clinical mastitis on milk yield in dairy cows. Journal of Dairy Science 82: 1213-1220.

RASCH, D. UND GUIARD, V. (2004): The robustness of parametric statistical methods. Psychology Science 46: 175-208.

REINHARDT, T. A.; LIPPOLIS, J. D.; MCCLUSKEY, B. J., GOFF, J. P. UND HORST, R. L. (2011): Prevalence of subclinical hypocalcemia in dairy herds. The Veterinary Journal 188: 122–124.

RERAT, M. (2005): Milchfieber bei der Milchkuh. ALP aktuell 2005 20: 1-4.

ROCHE, J. R. UND BERRY, D. P. (2006): Periparturient climatic, animal and management factors influencing the incidence of milk fever in grazing systems. Journal of Dairy Science 89: 2775-2783.

ROCHE, J. R.; MACDONALD, K. A.; BURKE, C. R.; LEE, J. M. UND BERRY, D. P.. (2007): Associations among body condition score, body weight, and reproductive performance in seasonal-calving dairy cattle. Journal of Dairy Science 90: 376-391.

ROCHE, J. R.; FRIGGENS, N. C.; KAY, J. K.; FISHER, M. W.; STAFFORD, K. J. UND BERRY, D. P.. (2009): Body condition score and its association with dairy cow productivity, health and welfare. Journal of Dairy Science 92: 5769-5801.

ROCHE, J (2012): Avoiding metabolic diseases around calving. DairyNZ Technical Series 10: 13-18.

ROSSOW, N. (2002): Die Hochleistungskuh - eine krankheitsanfällige und medikamentenabhängige Produktionsmaschine? http://www.portal-rind.de/index.php?name=News&file=article&sid=2. Aufgerufen am 13.04.2015.

ROSSOW, N. UND RICHARDT, W. (s.a.): Nutzung der Ergebnisse der Milchleistungsprüfung für die Fütterungs- und Stoffwechselkontrolle. http://www.google.at/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB8QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.portal-rind.de%2Findex.php%3Fmodule%3DDownloads%26func%3Dprep_hand_out%26lid%3D2229&ei=iI11VYSfI4XNygPVq4OgDg&usg=AFQjCNFWKQw1CmCGWmgVrQpiVEg863VnOQ&bvm=bv.95039771,d.bGQ. Aufgerufen am 08.06.2015.

SPIEKERS; H.; NUßBAUM, H. UND POTTHAST, V. (2009): Erfolgreiche Milchviehfütterung. 5. erweiterte und aktualisierte Auflage, Frankfurt am Main: DLG- Verlags- GmbH.

STATISTIK AUSTRIA (2015): Land- und Forstwirtschaftliche Erzeugerpreise. http://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/preise/agrarpreise_agrarpreisindex/index.html. Aufgerufen am 02.06.2015.

STENGÄRDE, L.; HULTGREN, J.; TRÅVÉN, M.; HOLTENIUS, K. UND EMANUELSON, U. (2012): Risk factors for displaced abomasum or ketosis in Swedish dairy herds. Prev. Vet. Med. 103: 280-286

SUTHAR, V. S.; CANELAS-RAPOSO, J.; DENIZ, A.; UND HEUWIESER, W. (2013): Prevalence of subclinical ketosis and relationships with postpartum diseases in European dairy cows. Journal of Dairy Science 96: 2925-2938.

TAFFE, B. (2011): Tiergesundheit- Quo vadis? – Überlegungen zur Entwicklung der Rindergesundheit in Sachsen-Anhalt. LKV Jahreshauptversammlung 2011, Cobbelsdorf, www.lkv-st.de/index.php?name=download&dlid=186. Aufgerufen am 13.04.2015.

VANHOLDER, T.; PAPEN, J.; BEMERS, R.; VERTENTEN, G. UND BERGE, A. C. B. (2015): Risk factors for subclinical and clinical ketosis and association with production parameters in dairy cows in the Netherlands. Journal of Dairy Science 98: 880-888.

VIGUIER, C.; ARORA, S.; GILMARTIN, N.; WELBECK, K. UND O'KENNEDY, R. (2009): Mastitis detection- current trends and future perspectives. Trends in Biotechnology 27: 486-493.

WEIß, J.; PABST, W.; STRACK, K. E. UND GRANZ, S. (2005): Tierproduktion. 13., überarbeitete Auflage, Stuttgart, Parey-Verlag.

WINTER, P. (2005): Mastitis – Therapie oder Prophylaxe. 32. Viehwirtschaftliche Fachtagung, April 2005, Irdning, 1-3.

WÜBBENHORST, K. (s.a.): Benchmarking. In: Gabler Wirtschaftslexikon. http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/benchmarking.html. Aufgerufen am 13.04.2015.

ZAMG – ZENTRALANSTALT FÜR METEOROLOGIE UND GEODYNAMIK (2015): Wetterrückblick für 2014. https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klima-aktuell/jahresrueckblick. Aufgerufen am 29.07.2015.

ZAR (ZENTRALE ARBEITSGEMEINSCHAFT ÖSTERREICHISCHER RINDERZÜCHTER; 2013): Efficient Cow – Die richtige Kuh für meinen Betrieb. http://zar.at/dam/zar/Projekte/Efficient-Cow/flyer-efficient-cow/Flyer%20Efficient%20Cow%202013-09-05-_efficientcow_folder-web.pdf . Aufgerufen am: 15.01.2015.

ZAR (ZENTRALE ARBEITSGEMEINSCHAFT ÖSTERREICHISCHER RINDERZÜCHTER; 2014): ZAR Jahresbericht 2014. Wien: Selbstverlag.

ZUCHTDATA (2014): Kennzahlenbericht Gesundheitsmonitoring. Unveröffentlichter Bericht, 1-8.

# Anhang

**Tabelle 33:** Ergebnisse der multivariaten Modelle für den BCS bei der Abkalbung

| Abhängige Variable | $R^2$ | RMSE | p-Wert | | Regressionskoeffizienten | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | BCS | $BCS^2$ | BCS | $BCS^2$ |
| Ketose-Häufigkeit (%) | 0.1918 | 0.1022 | <0.001 | <0.001 | 0.1390 | -0.0188 |
| Milchfieber-Häufigkeit (%) | 0.1515 | 0.2326 | 0.0786 | | 0.0168 | |
| Akute Mastitis-Häufigkeit (%) | 0.1711 | 0.2501 | 0.3363 | | -0.0099 | |
| Chronische Mastitis-Häufigkeit (%) | 0.1622 | 0.1473 | 0.1600 | 0.1722 | 0.0645 | -0.0087 |
| Keto-Test (%) | 0.3859 | 0.4073 | 0.0029 | | 0.0586 | |

**Tabelle 34:** Ergebnisse der multivariaten Modelle für den BCS-Verlust zu Laktationsbeginn

| Abhängige Variable | $R^2$ | RMSE | p-Wert | | Regressionskoeffizienten | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | BCS-Verlauf | $BCS\text{-Verlauf}^2$ | BCS-Verlauf | $BCS\text{-Verlauf}^2$ |
| Ketose-Häufigkeit (%) | 0.1884 | 0.1024 | 0.0063 | 0.1057 | -0.7580 | -12.5931 |
| Milchfieber-Häufigkeit (%) | 0.1514 | 0.2327 | 0.0973 | | -0.6787 | |
| Akute Mastitis-Häufigkeit (%) | 0.1721 | 0.2499 | 0.0378 | | -0.9132 | |
| Chronische Mastitis-Häufigkeit (%) | 0.1616 | 0.1473 | 0.7801 | | -0.0723 | |
| Keto-Test (%) | 0.3897 | 0.406 | <0.0001 | | -3.7808 | |

**Tabelle 35:** Ergebnisse der multivariaten Modelle für die LM bei der Abkalbung

| Abhängige Variable | $R^2$ | RMSE | p-Wert | | Regressionskoeffizienten | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | LM | $LM^2$ | LM | $LM^2$ |
| Ketose-Häufigkeit (%) | 0.1886 | 0.1024 | 0.0032 | | 0.0001 | |
| Milchfieber-Häufigkeit (%) | 0.1519 | 0.2326 | 0.0377 | | 0.0001 | |
| Akute Mastitis-Häufigkeit (%) | 0.1708 | 0.2501 | 0.7928 | | 0.0000 | |
| Chronische Mastitis-Häufigkeit (%) | 0.1616 | 0.1473 | 0.9894 | | 0.0000 | |
| Keto-Test (%) | 0.3849 | 0.4076 | 0.0180 | | 0.0003 | |

**Tabelle 36:** Ergebnisse der multivariaten Modelle für den LM-Verlust zu Laktationsbeginn

| Abhängige Variable (%) | $R^2$ | RMSE | p-Wert | | Regressionskoeffizienten | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | LM-Verlauf | LM-$Verlauf^2$ | LM-Verlauf | LM-$Verlauf^2$ |
| Ketose-Häufigkeit (%) | 0.2084 | 0.1012 | <0.0001 | <.0001 | -0.0092 | 0.0031 |
| Milchfieber-Häufigkeit (%) | 0.1538 | 0.2323 | 0.0013 | | 0.0013 | |
| Akute Mastitis-Häufigkeit (%) | 0.1718 | 0.2500 | 0.4549 | 0.1630 | 0.4549 | 0.163 |
| Chronische Mastitis-Häufigkeit (%) | 0.1618 | 0.1473 | 0.3871 | | 0.3871 | |
| Keto-Test (%) | 0.3944 | 0.4045 | <0.0001 | | -0.0463 | |

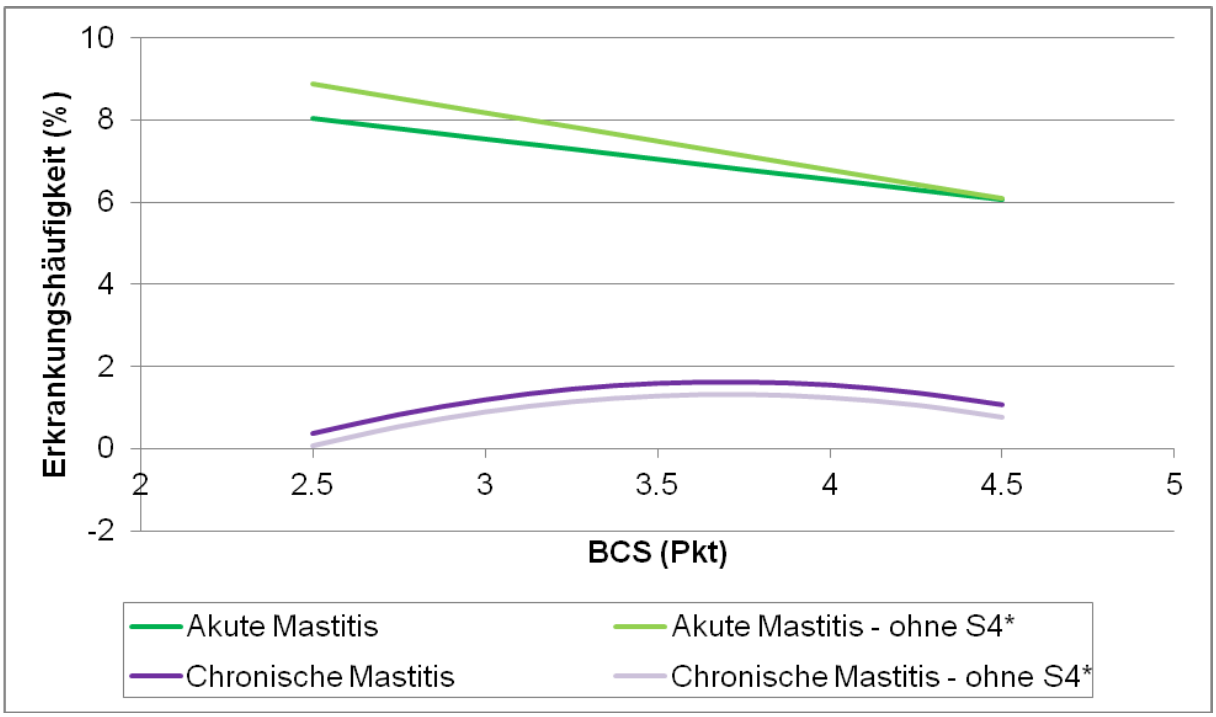


**Abbildung 19:** Auswirkungen der Dateneinschränkungen auf die relative Erkrankungshäufigkeit von akuter und chronischer Mastitis anhand des BCS

* Tiere der Kalbesaison 4 (Okt – Dez) wurden nicht berücksichtigt

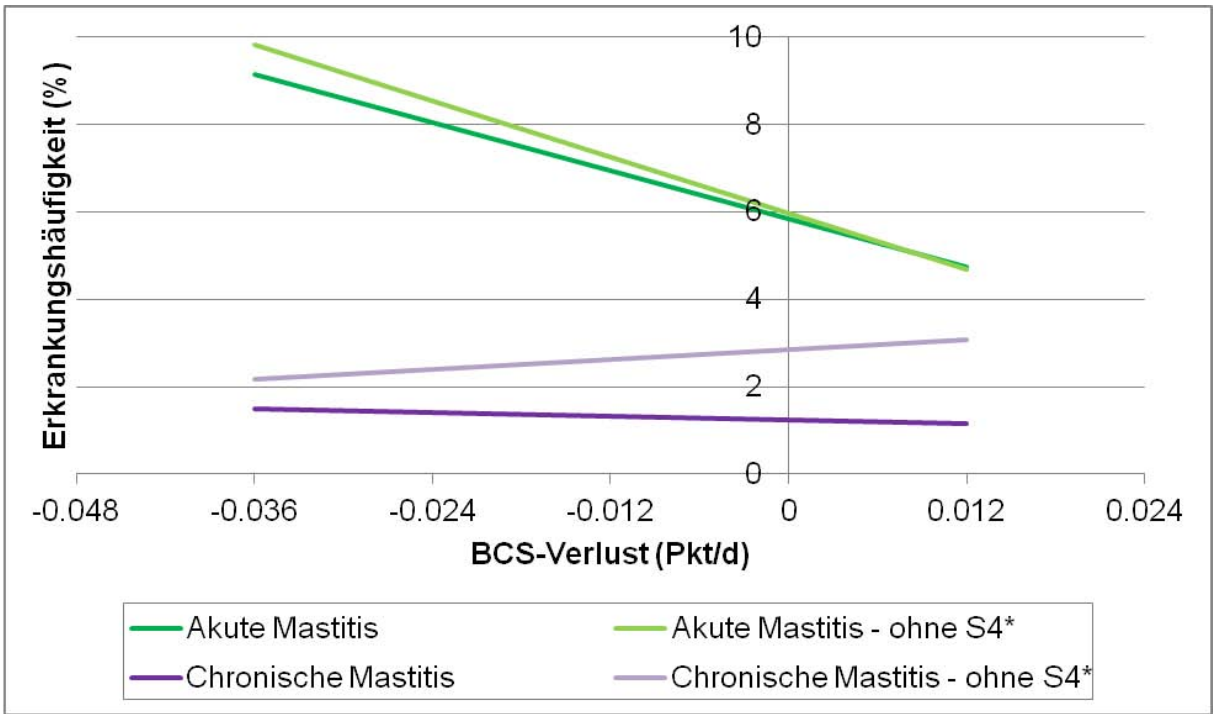


**Abbildung 20:** Auswirkungen der Dateneinschränkungen auf die relative Erkrankungshäufigkeit von akuter und chronischer Mastitis anhand des BCS-Verlusts

* Tiere der Kalbesaison 4 (Okt – Dez) wurden nicht berücksichtigt

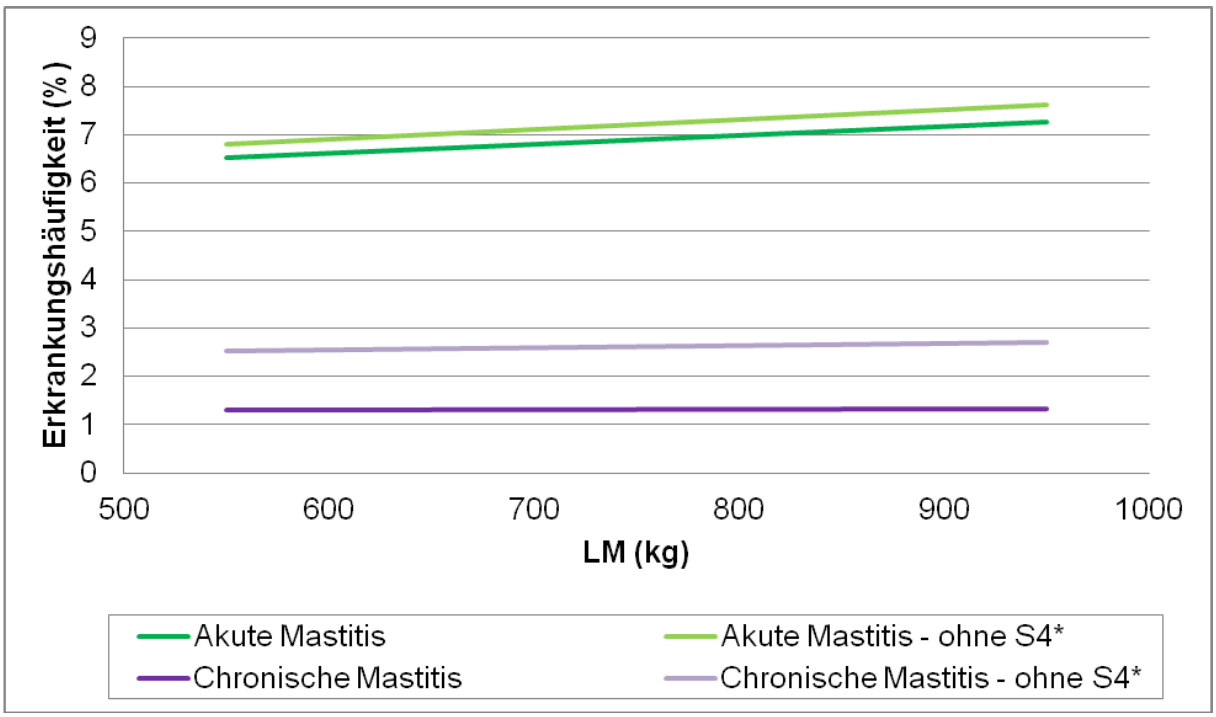


**Abbildung 21:** Auswirkungen der Dateneinschränkungen auf die relative Erkrankungshäufigkeit von akuter und chronischer Mastitis anhand der LM

* Tiere der Kalbesaison 4 (Okt – Dez) wurden nicht berücksichtigt

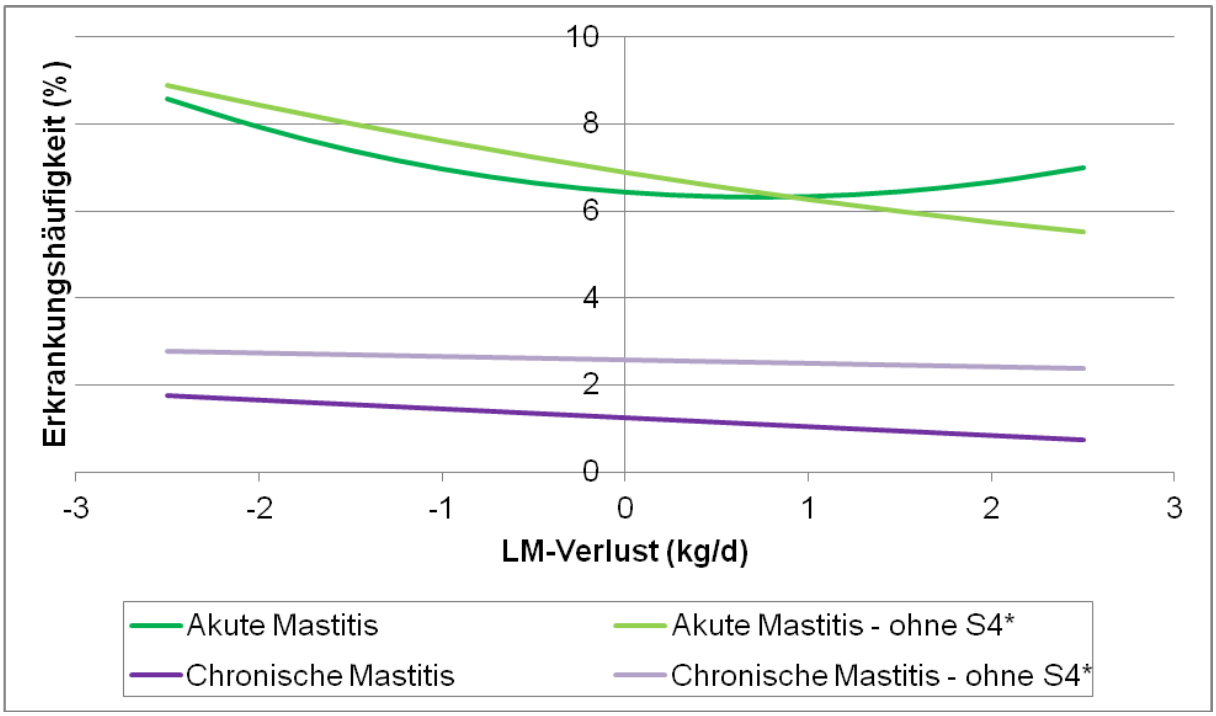


**Abbildung 22:** Auswirkungen der Dateneinschränkungen auf die relative Erkrankungshäufigkeit von akuter und chronischer Mastitis anhand des LM-Verlusts

* Tiere der Kalbesaison 4 (Okt – Dez) wurden nicht berücksichtigt