Aus der Klinik für Klauentiere
des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Untersuchungen zur Aussagekraft der Pansenfüllungsbenotung als antepartaler Indikator für die Gesundheit, Fruchtbarkeit und Milchleistung in der Folgelaktation bei Holstein-Friesian Kühen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Katharina Götze
Tierärztin aus Berlin

Berlin 2017
Journal-Nr.: 3975

mbvberlin | mensch und buch verlag

Aus der Klinik für Klauentiere
des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Untersuchungen zur Aussagekraft der Pansenfüllungsbenotung als antepartaler Indikator für die Gesundheit, Fruchtbarkeit und Milchleistung in der Folgelaktation bei Holstein-Friesian Kühen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Katharina Götze
Tierärztin
aus Berlin

Berlin, 2017

Journal-Nr.: 3975

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin

der Freien Universität Berlin

Dekan:	Univ.-Prof. Dr. Jürgen Zentek
Erster Gutachter:	Univ.-Prof. Dr. Rudolf Staufenbiel
Zweiter Gutachter:	Prof. Dr. Manfred Fürll
Dritter Gutachter:	PD Dr. Robert Pieper

Deskriptoren (nach CAB-Thesaurus):
Holstein-Friesian; dairy cows; cow lactation; reproduction; indicators; feeding; feeding frequency; blood samples; urine analysis; animal health; indexing; body weight; clinical examination; blood chemistry; rumen; body condition; milk yield

Tag der Promotion: 04.10.2017

Bibliografische Information der *Deutschen Nationalbibliothek*
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

ISBN: 978-3-86387-850-4
Zugl.: Berlin, Freie Univ., Diss., 2017
Dissertation, Freie Universität Berlin
D 188

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.
Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches, oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Warenbezeichnungen, usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

This document is protected by copyright law.
No part of this document may be reproduced in any form by any means without prior written authorization of the publisher.

Alle Rechte vorbehalten | all rights reserved
© Mensch und Buch Verlag 2017
Choriner Str. 85 - 10119 Berlin
verlag@menschundbuch.de – www.menschundbuch.de

Meiner Familie

1. Einleitung 1

2. Literatur 3

2.1 Tiergesundheit in der Transitperiode 3

2.1.1 Transitperiode 3
2.1.2 Abgangsursachen 3
2.1.3 Postpartale Krankheitskomplexe 4

2.2 Futteraufnahme 6

2.2.1 Futteraufnahmeregulation und Einflussfaktoren 6
2.2.2 Verlauf der Futteraufnahme 9
2.2.3 Einfluss auf die Tiergesundheit 11

2.3 Antepartale Indikatoren für die postpartale Tiergesundheit 12

2.3.1 Pansenfüllung 12
2.3.1.1 Methodik 12
2.3.1.2 Wiederholbarkeit 13
2.3.1.3 Pansenfüllung als Indikator der Futteraufnahme 13
2.3.1.4 Pansenfüllung als Indikator für Tiergesundheit 14

2.3.2 Weitere Indikatoren 14
2.3.2.1 Allgemeine Indikatoren und Risikofaktoren für die postpartale Tiergesundheit 14
2.3.2.1.1 Laktationsnummer 14
2.3.2.1.2 Dauer der Trockenstehphase 15
2.3.2.1.3 Fütterung während der Trockenstehperiode 16
2.3.2.1.4 Klimatischer Einfluss 16
2.3.2.1.5 Vorlaktationsleistung 16
2.3.2.1.6 Fruchtbarkeitskennzahlen 18
2.3.2.2 Tiergesundheitskontrolle zum Trockenstellen 18
2.3.2.2.1 Euterbefund 18
2.3.2.2.2 Klauenbefund 18
2.3.2.3 Tiergesundheitskontrolle in der Trockenstehperiode 18
2.3.2.3.1 Körpertemperatur 18
2.3.2.3.2 Kotuntersuchung 19
2.3.2.3.3 Pulsuntersuchung 19
2.3.2.3.4 Atemfrequenz 19
2.3.2.4 Körperkondition 19
2.3.2.4.1 BCS und RFD als Vorhersagewert für Abgänge 20
2.3.2.4.2 BCS und RFD als Vorhersagewert für Erkrankungen 20
2.3.2.4.3 BCS und RFD als Vorhersagewert für Fruchtbarkeit und Geburtsablauf 21
2.3.2.4.4 BCS und RFD als Vorhersagewert für Milchleistung und -inhaltsstoffe 22
2.3.2.5 Lebendmasse als Vorhersagewert 24
2.3.2.6 Blutparameter 25
2.3.2.6.1 NEFA 25
2.3.2.6.2 BHB 28
2.3.2.6.3 Leukozyten 28
2.3.2.6.4 Andere Blutparameter 29
2.3.2.7 Urinparameter 30
2.3.2.7.1 NSBA 30
2.3.2.7.2 Urinanalyse als Indikator für Tiergesundheit 30

3. Material und Methoden 31

3.1 Betrieb und Betriebsmanagement 31

3.2 Untersuchungsabschnitte 32

3.2.1 Allgemeines 32
3.2.2 Trockensteller 33
3.2.3 Vorbereiter 33
3.2.4 Frischabkalber und Laktierende 33
3.2.5 Vollständigkeit des Datensatzes 33

3.3 Datenerhebung 34

3.3.1 Futteraufnahmemessung 34
3.3.2 Beurteilung der Pansenfüllung 34
3.3.2.1 Tägliche Pansenfüllungsbenotung 34
3.3.2.2 Tagesprofile der Pansenfüllung 35
3.3.3 Körperkonditionsbeurteilung 36
3.3.4 Blut- und Harnuntersuchung 36
3.3.5 Klinische Allgemeinuntersuchung und Diagnosestellung 39
3.3.6 Milchmenge und Milchinhaltsstoffe 40

3.4 Statistische Auswertung 41

4. Ergebnisse 45

4.1 Deskriptive Darstellung der Pansenfüllung 45

4.1.1 24-Stunden-Tagesprofile 45
4.1.2 Tägliche Benotungen 47
4.1.2.1 Ante partum 47
4.1.2.2 Post partum 49
4.1.3 Tierindividueller Verlauf ante partum 51
4.1.4 Tierindividueller Verlauf post partum 52

4.2 Einflussfaktoren auf die tägliche Benotung des Pansenfüllungsmittelwertes 53

4.2.1 Ante partum 53
4.2.2 Post partum 56

4.3 Ursachen eines gestörten Pansenfüllungsverlaufes 58

4.3.1 Antepartale Pansenfüllungsverläufe 58
4.3.1.1 Abgänge und Fruchtbarkeit als Ursache eines gestörten Pansenfüllungsverlaufes 58
4.3.1.1.1 Deskriptive Darstellung der Abgänge 58
4.3.1.1.2 Ursachenanalyse 59
4.3.1.2 Parameter der Allgemeinuntersuchung ante partum als Ursache eines gestörten Pansenfüllungsverlaufes 59
4.3.1.3 Blutparameter ante partum als Ursache eines gestörten Pansenfüllungsverlaufes 61
4.3.1.3.1 Deskriptive Darstellung der Blutparameter 61
4.3.1.3.2 Ursachenanalyse 61
4.3.1.4 Harnparameter ante partum als Ursache eines gestörten Pansenfüllungsverlaufes 63

4.3.1.4.1 Deskriptive Darstellung der Harnparameter 63
4.3.1.4.2 Ursachenanalyse 63
4.3.2 Postpartale Pansenfüllungsverläufe 64
4.3.2.1 Blutparameter post partum als Ursache eines gestörten Pansenfüllungsverlaufes 64
4.3.2.1.1 Deskriptive Darstellung der Blutparameter 64
4.3.2.1.2 Ursachenanalyse 64
4.3.2.2 Harnparameter post partum als Ursache eines gestörten Pansenfüllungsverlaufes 65
4.3.2.2.1 Deskriptive Darstellung der Harnparameter 65
4.3.2.2.2 Ursachenanalyse 66

4.4 Zusammenhang zwischen der Pansenfüllung und der Futteraufnahme 67

4.4.1 Deskriptive Darstellung der Futteraufnahme 67
4.4.1.1 24-Stunden-Tagesprofile 67
4.4.1.1.1 Ante partum 67
4.4.1.1.2 Post partum 68
4.4.1.2 Tägliche Futteraufnahme 68
4.4.1.2.1 Ante partum 68
4.4.1.2.2 Post partum 70
4.4.2 Zusammenhänge zwischen der Pansenfüllung und der Futteraufnahme 72
4.4.2.1 24-Stunden-Tagesprofile 72
4.4.2.2 Tägliche Benotung 75
4.4.2.3 Einflussfaktoren auf den Zusammenhang zwischen Pansenfüllung und Futteraufnahme 76
4.4.2.3.1 Einfluss des Laktationszeitpunktes im 24-Stunden-Tagesprofil 76
4.4.2.3.2 Einfluss des Laktationszeitpunktes bei täglicher Benotung 78
4.4.2.3.3 Einfluss des Messzeitpunktes im 24-Stunden-Tagesprofil 79

4.5 Pansenfüllungsbenotung als Indikator 79

4.5.1 Pansenfüllung a.p. als Indikator für die Futteraufnahme p.p. 79
4.5.2 Pansenfüllung a.p. als Indikator für die Milchleistung p.p. 81
4.5.2.1 Deskriptive Darstellung der Milchleistung 81
4.5.2.2 Zusammenhang zwischen der Pansenfüllung a.p. und der Milchleistung 83
4.5.3 Pansenfüllung als Indikator für die Fruchtbarkeit 85
4.5.3.1 Deskriptive Darstellung von Fruchtbarkeitsparametern 85
4.5.3.2 Zusammenhang zwischen der Pansenfüllung und der Fruchtbarkeit 86
4.5.4 Pansenfüllung als Indikator für Erkrankungen 86
4.5.4.1 Deskriptive Darstellung der Erkrankungen 86
4.5.4.1.1 Ante partum 86
4.5.4.1.2 Post partum 86
4.5.4.2 Zusammenhang der Pansenfüllung a.p. und Erkrankungen 87
4.5.4.2.1 Kreuztabelle 87
4.5.4.2.2 Binär logistische Regressionsanalyse 88
4.5.4.3 Zusammenhang der Pansenfüllung p.p. und Erkrankungen 92
4.5.4.3.1 Kreuztabelle 92
4.5.4.3.2 Binär logistische Regressionsanalyse 94

5. Diskussion 97

5.1 Kritik an der Untersuchungsmethode 97

5.2 Deskriptive Darstellung der Pansenfüllung 99

5.2.1 24-Stunden-Tagesprofile 99
5.2.2 Tägliche Benotung 99
5.2.3 Tierindividueller Verlauf 100

5.3 Einflussfaktoren auf die tägliche Benotung des Pansenfüllungs-mittelwertes 101

5.3.1 Ante partum 101
5.3.2 Post partum 103

5.4 Ursachen eines gestörten Pansenfüllungsverlaufes 104

5.4.1 Antepartale Pansenfüllungsverläufe 104
5.4.1.1 Abgänge und Fruchtbarkeit als Ursache eines gestörten Pansenfüllungsverlaufes 104
5.4.1.2 Parameter der Allgemeinuntersuchung als Ursache eines gestörten Pansenfüllungsverlaufes 104
5.4.1.3 Blutparameter ante partum als Ursache eines gestörten Pansenfüllungsverlaufes 105
5.4.1.4 Harnparameter ante partum als Ursache eines gestörten Pansenfüllungsverlaufes 106
5.4.2 Postpartale Pansenfüllungsverläufe 106
5.4.2.1 Blutparameter post partum als Ursache eines gestörten Pansenfüllungsverlaufes 106
5.4.2.2 Harnparameter post partum als Ursache eines gestörten Pansenfüllungsverlaufes 107
5.4.3 Handlungsempfehlung für das tägliche Herdenmanagement 107

5.5 Zusammenhänge zwischen der Pansenfüllung und der Futteraufnahme 107

5.5.1 Deskriptive Darstellung der Futteraufnahme 107
5.5.1.1 24-Stunden-Tagesprofile 107
5.5.1.2 Tägliche Futteraufnahme 108
5.5.2 Zusammenhänge zwischen der Pansenfüllung und der Futteraufnahme 108
5.5.2.1 24-Stunden-Tagesprofile 108
5.5.2.2 Tägliche Benotung 110
5.5.2.3 Einflussfaktoren auf den Zusammenhang zwischen Pansenfüllung und Futteraufnahme 111
5.5.2.3.1 Einfluss des Laktationszeitpunktes im 24-Stunden-Tagesprofil 111
5.5.2.3.2 Einfluss des Laktationszeitpunktes bei täglicher Benotung 112
5.5.2.3.3 Einfluss des Messzeitpunktes im 24-Stunden-Tagesprofil 113

5.6 Pansenfüllungsbenotung a.p. als Indikator 113

5.6.1 Pansenfüllungsbenotung als Indikator für die Futteraufnahme p.p. 113
5.6.2 Pansenfüllungsbenotung als Indikator für die Fruchtbarkeit 113
5.6.3 Pansenfüllungsbenotung als Indikator für die Milchmenge und Milchinhaltsstoffe 114
5.6.4 Pansenfüllungsbenotung als Indikator für Erkrankungen 115
5.6.4.1 Deskriptive Darstellung der Erkrankungen 115

5.6.4.2 Zusammenhang der Pansenfüllung a.p. und Erkrankungen 115
5.6.4.2.1 Kreuztabelle 115
5.6.4.2.2 Binär logistische Regressionsanalyse 116
5.6.4.3 Zusammenhang der Pansenfüllung p.p. und Erkrankungen 117
5.6.4.3.1 Kreuztabelle 117
5.6.4.3.2 Binär logistische Regressionsanalyse 117

5.7 Anwendung der Pansenfüllungsbenotung im Herdenmanagement 118

5.8 Zusammenfassende Diskussion 119

6. Schlussfolgerung 122

7. Zusammenfassung 124

8. Summary 126

9. Literaturverzeichnis 128

10. Anhang 150

11. Publikationsverzeichnis 196

12. Danksagung 197

13. Selbstständigkeitserklärung 199

Abkürzungsverzeichnis

µmol	Mikromol
a.p.	vor der Geburt; lat. ante partum
Abb.	Abbildung
ASAT	Aspartat-Aminotransferase
BCS	Body Condition Score
BHB	β-Hydroxybutyrat
BSQ	Basen/Säure-Quotient
BUN	Blut-Harnstoff-Stickstoff; engl. Blood Urea Nitrogen
d	Tag
EDTA	Ethylendiamintetraessigsäure
ggr.	geringgradig
GGT	Gamma-Glutamyl-Transferase
GLDH	Glutamatdehydrogenase
Gruppe SW/Allg.	Zusammenfassung der Kühe mit Stoffwechselstörung und der Kühe mit gestörtem Allgemeinbefinden unbekannter Ursache
h	Stunde
IGF-I	Insulinähnlicher Wachstumsfaktor; engl. Insulin-like growth factor 1
LMV	Labmagenverlagerung(en)
MCH	mittlerer korpuskulärer Hämoglobingehalt; engl. mean corpuscular haemoglobine
MCHC	mittlere korpuskuläre Hämoglobinkonzentration; engl. mean corpuscular haemoglobine concentration
MCV	mittleres korpuskuläres Volumen; engl. mean corpuscular volume
mmol	Millimol
NEB	negative Energiebilanz
NEFA	Nicht-veresterte freie Fettsäuren; engl. Non Esterified Fatty Acids
NEL	Netto-Energie-Laktation
NGV	Nachgeburtsverhalten
NH_4	Ammonium
NSBA	Netto-Säure-Basen-Ausscheidung
p.p.	nach der Geburt; lat. post partum
pH	negativer dekadische Logarithmus der Konzentration von Protonen (H^+) bzw. Hydronium-Ionen (H_3O^+) in wässriger Lösung
RFD	Rückenfettdicke
t	Tonne
TG	Triacylglyceride
TMR	Totale Mischration
U/min	Umdrehungen pro Minute

1. Einleitung

Einfache, kostengünstige und schnell zu erlernende Methoden zur Verbesserung der Herdengesundheit und Milchleistung gewinnen zunehmend an Bedeutung, da sich die Milchviehbetriebe in den letzten 30 Jahren bezüglich ihrer Größe und Ansprüche an die Kühe verändert haben. Seit 1980 hat die Leistungsfähigkeit der Milchkuh stark zugenommen. Die Anzahl an Milchkühen in Deutschland sank zwischen 1980 und 2015 um 21,7 % bzw. von 5.468.855 auf 4.284.639 Kühe (DeStatis, 2016a). Hingegen stieg die Menge an jährlich produzierter Rohmilch auf den Erzeugerhöfen in Deutschland um 23,4 % von 24.801.000 t (1980) auf 32.684.570 t (2015) (Eurostat, 2016). Dies entspricht einer Milchleistung von 7.628 kg pro Kuh im Jahr 2015 im Vergleich zu 4.535 kg pro Kuh im Jahr 1980 in Deutschland. Die Anzahl an Milchviehbetrieben ist zeitgleich deutlich gesunken (1980 430.938 Betriebe, 2016 71.302 Betriebe (DeStatis, 2016b)). Infolge der aktuell niedrigen Milchpreise ist auch weiterhin mit einer Konsolidierung der Milchviehbetriebe zu rechnen. Die Prävention von Erkrankungen zur Aufrechterhaltung einer optimalen Herdengesundheit wird immer wichtiger. Eine erfolgreiche Laktation mit hoher Produktivität und niedrigen Erkrankungsraten ist essentiell für Landwirte (Ingvartsen, 2006). Die Krankheitshäufigkeiten sind jedoch oft hoch. Vor allem innerhalb der ersten Wochen post partum (p.p.) werden Erkrankungsraten von 35–66 % bei Milchkühen beschrieben (Stertenbrink, 2009, Muth, 2011, Siebenaller, 2011, Piechotta et al., 2012, Mysegades, 2014). Das Erkennen von Risikotieren zur Vorbeugung postpartaler Erkrankungen ist von großer Relevanz für das Tierwohl und für eine gute Leistungsfähigkeit der Kühe.

Postpartale Krankheitskomplexe stehen häufig in Beziehung mit einer negativen Energiebilanz (NEB) und demnach mit einer ungenügenden Futteraufnahme um den Kalbezeitpunkt (Goff, 2006). Bereits die antepartale Futteraufnahme hängt mit Erkrankungen und Abgängen p.p. zusammen (Huzzey et al., 2007, Goldhawk et al., 2009, Engelhard et al., 2015). Die individuelle peripartale Futteraufnahme könnte ein Indikator für das Erkennen von Risikotieren sein. In der Regel ist es jedoch für Landwirte nicht möglich, die tierindividuelle Futteraufnahme zu messen. Eine Methode zur Schätzung der Futteraufnahme ist das Benoten der äußerlich sichtbaren Pansenfüllung über ein Bewertungssystem nach Zaaijer und Noordhuizen (2003) (Fischer et al., 2008, Burfeind et al., 2010, Heuwieser und Burfeind, 2012, Kühne, 2014, Engelhard et al., 2015). Zudem können die antepartale Pansenfüllung (Fischer et al., 2008) sowie die postpartale Pansenfüllung (Jäschke, 2007, Fischer et al., 2008, Fischer et al., 2009, Atkinson, 2013, Bijmholt, 2013) als Indikatoren für postpartale Erkrankungen genutzt werden. Andere Studien konnten keine Beziehung zwischen der Pansenfüllung und der Futteraufnahme bzw. der Pansenfüllung und Erkrankungen feststellen (Kilian, 2012, Mahlkow-Nerge, 2012).

Um mögliche Zusammenhänge zwischen den zuvor genannten Parametern durch eine umfangreiche Untersuchung aufzuzeigen, werden in dieser Arbeit folgende Fragestellungen untersucht:

- Über welchen Bereich variiert die Pansenfüllung innerhalb von 24 Stunden?
- Über welchen Bereich variiert die Pansenfüllung bei einmaliger Benotung pro Tag über einen längeren Zeitraum ante und post partum?
- Welche Faktoren haben einen signifikanten Einfluss auf die Pansenfüllung?
- Welche Ursachen führen zu einem abweichenden Pansenfüllungsverlauf und kann ein individuell abweichender Pansenfüllungsverlauf als Managementmethode zum Erkennen von Risikotieren genutzt werden?
- Gibt die Pansenfüllung die Futteraufnahme wieder und inwieweit ist die Pansenfüllung dem Landwirt als Messinstrument in seinem täglichen Herdenmanagement zu empfehlen?
- Welchen Einfluss hat der Laktationszeitpunkt auf den Zusammenhang zwischen der Pansenfüllung und der Futteraufnahme?
- Kann die Pansenfüllung als antepartaler Indikator für die postpartale Futteraufnahme, Leistung und Gesundheit von Kühen herangezogen werden?

2. Literatur

2.1 Tiergesundheit in der Transitperiode

2.1.1 Transitperiode

Als Transitperiode wird der Zeitraum ab drei Wochen vor der Kalbung bis drei Wochen nach der Kalbung definiert (Grummer, 1995). Es handelt sich um eine Zeitspanne, in der Kühe aufgrund endokriner und metabolischer Veränderungen sowie Gruppenumstellungen und Futterwechsel viele Probleme bewältigen müssen (Grummer et al., 2004). Zu Beginn der Laktation steigt der Nährstoffbedarf der Milchkuh drastisch (Ingvartsen, 2006). Nährstoffe werden in den Geweben mobilisiert bzw. formatiert, um die Milchproduktion im Euter aufrecht zu erhalten (Ingvartsen, 2006). Ein Großteil der Gesundheitsprobleme von Milchkühen tritt auf, da die Kühe Schwierigkeiten mit der metabolischen Anpassung an die Laktation haben (Ingvartsen et al., 2003, Ingvartsen und Moyes, 2013) und in eine physiologische Imbalance geraten (Ingvartsen, 2006). Solche Tiere haben ein großes Risiko digestiver, metabolischer und infektiöser Erkrankungen (Ingvartsen et al., 2003). Komplexe Zusammenhänge bestehen ebenfalls zwischen der metabolischen Situation und dem Immunstatus und können das Erkrankungsrisiko potentiell beeinflussen (Ingvartsen und Moyes, 2013).

2.1.2 Abgangsursachen

Brade et al. (2008) testeten spezielle Einflussfaktoren auf das Gesamtabgangsrisiko und auf das Abgangsrisiko aufgrund spezieller Erkrankungen von Milchkühen in Sachsen (Anhang Tab. 78). Auf die Gesamtabgänge haben demnach die Herdengröße, Erstkalbealter, Kalbemonat, Fett (%) – Eiweiß (%) - Verhältnis in der Milch und der Milchzellgehalt einen signifikanten Einfluss. Die Gesamtabgangshäufigkeit unterscheidet sich bei Brade et al. (2008) nur wenig zwischen einzelnen Betrieben mit unterschiedlichen Produktionsleistungen. Mit einem hohen Milchzellgehalt sind Abgänge aufgrund von Eutererkrankungen verbunden. Auch bei den Eutererkrankungen ist das Herdenniveau nicht Ursache der Abgänge, sondern das gesamtbetriebliche Management zur Vermeidung von Eutererkrankungen ist entscheidend. Das Fett (%) – Eiweiß (%) - Verhältnis der Milch ist ein sehr wichtiger Indikator für Abgänge aufgrund von Stoffwechselproblemen (Brade et al., 2008).

2.1.3 Postpartale Krankheitskomplexe

Während der ersten Wochen p.p. wurden in verschiedenen Studien Erkrankungshäufigkeiten von 49,9 % (Mysegades, 2014), 35 bis 58 % (Siebenaller, 2011), 58,1 % (Stertenbrink, 2009) bzw. 66 % (Piechotta et al., 2012) bei Milchkühen beobachtet. Kommt es während der Transitperiode zu einer NEB kann dies eine Fettmobilisation mit steigender Ketonkörperkonzentration bewirken (Duffield, 2007). Ein Fettlebersyndrom, klinische Ketosen und Labmagenverlagerungen (LMV) können die Folge sein (Grummer et al., 2004, Duffield, 2007). Es besteht ein Zusammenhang zwischen einer verminderten Futteraufnahme und einer NEB (Grummer et al., 2004). Dadurch kann es zur Immunsuppression mit entsprechenden Folgeerkrankungen kommen (Duffield, 2007). Erkrankungen wie Nachgeburtsverhalten (NGV), Metritis und Mastitis steigen aufgrund der Immunsuppression (Grummer et al., 2004, Duffield, 2007) (Tab. 1). Die Folgeerkrankungen führen ihrerseits zu einer verminderten Futteraufnahme, wodurch die NEB sowie die Immunsuppression verstärkt werden (Goff, 2006) (Abb.1).

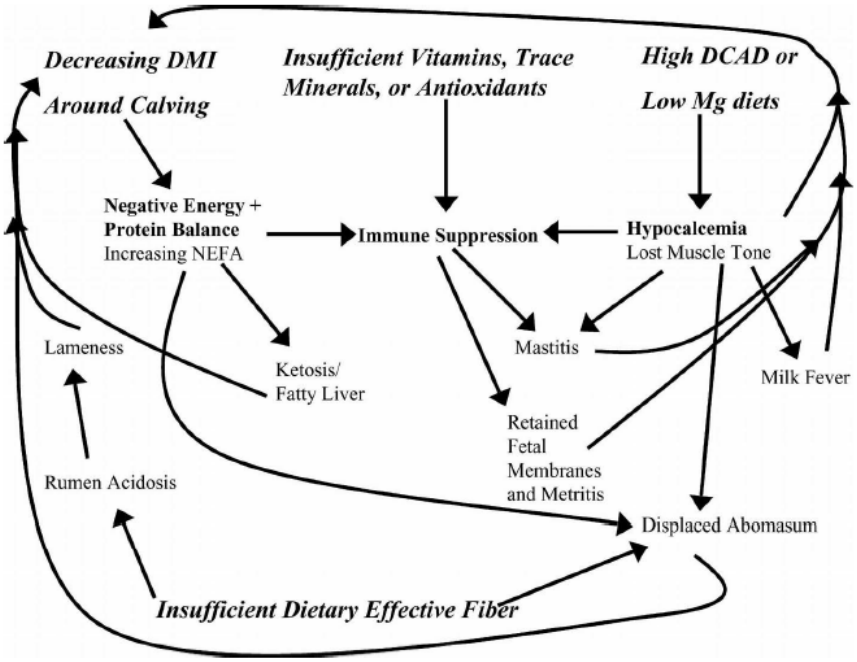


Abbildung 1: Zusammenhang zwischen Ernährung und Erkrankungen in der postpartalen Periode nach Goff (2006)

Viele Produktionskrankheiten treten nur subklinisch auf. Klinische Symptome bleiben aus, die Leistung des Tieres wird trotzdem beeinträchtigt und die Tiere haben ein ständiges Risiko, klinische Symptome zu entwickeln (Ingvartsen, 2006). Die subklinische Ketose ist eine wichtige metabolische Erkrankung in der frühen Laktation bei Milchkühen (Duffield, 2000). Es kann davon ausgegangen werden, dass ein Abfall des Body Condition Scores (BCS), wie er häufig in der postpartalen Periode auftritt (Rastani et al., 2001), bzw. eine erhöhte

Fettmobilisation (Foditsch et al., 2016) mit der Tiefe des Klauenpolsters assoziiert ist (Machado et al., 2011, Green et al., 2014, Foditsch et al., 2016). Zudem wird ein Zusammenhang mit nicht infektiösen Klauenerkrankungen vermutet (Bicalho et al., 2009, Green et al., 2014, Foditsch et al., 2016).

Eine lang andauernde und starke NEB wird ebenfalls als Ursache für eine verminderte Fruchtbarkeit angegeben (Leroy et al., 2005, Mackey et al., 2007), wobei Ovarialzysten als Hauptgrund für Fruchtbarkeitsstörungen bei Milchkühen zu nennen sind (López-Gatius et al., 2002).

Die Pansenazidose ist nach Kleen et al. (2003) und Tajik et al. (2009) Folge einer Adaptationsstörung durch zu schnelle und zu drastische Futterumstellung. Dies ist häufig bei der Umstellung der Trockensteherration auf die Ration der Frühlaktation der Fall. In der Regel handelt es sich um eine leicht verdauliche, hoch energiereiche Ration, an welche die Pansenflora nicht angepasst ist. Somit tritt diese Erkrankung hauptsächlich in den ersten Laktationswochen bzw. im ersten Laktationsdrittel auf (Kleen et al., 2003, Tajik et al., 2009).

Tabelle 1: Zeitpunkt des Auftretens von Erkrankungen in der postpartalen Periode

<table>
<tr><th colspan="6">Zeitraum p.p.</th><th rowspan="2">Quellen</th></tr>
<tr><th>Kalbg.</th><th>Wo 1</th><th>Wo 2</th><th>Wo 3</th><th>Wo 4</th><th>Wo 5</th></tr>
<tr><td colspan="5">Milch-fieber</td><td>Littledike et al. (1981), Goff und Horst (1997)</td></tr>
<tr><td colspan="2">LMV
Ketose
NGV
PA
Mastitis</td><td colspan="3"></td><td>Goff und Horst (1997), Kimura et al. (2002), Thebille (2008), Muth (2011)</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>Metri-tis [a]</td><td colspan="2"></td><td>Sheldon et al. (2006)</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td colspan="2">Klin./subklin. Endometritis</td><td>Sheldon et al. (2006)</td></tr>
<tr><td colspan="5">Fettlebersyndrom</td><td>Roemer (2004), Brade und Brade (2015)</td></tr>
<tr><td colspan="5">Pansenfermentationsstörungen</td><td>Kleen et al. (2003), Tajik et al. (2009)</td></tr>
<tr><td colspan="5">Fruchtbarkeitsstörungen wie Ovarialzysten [a]</td><td>Leroy et al. (2005), Mackey et al. (2007)</td></tr>
<tr><td colspan="5">Störungen im Bewegungsapparat [b]</td><td>Goff und Horst (1997), Bicalho et al. (2009), Green et al. (2014)</td></tr>
</table>

a = puerperale Metritis, b = treten ggf. erst später in der Laktation auf, können jedoch oft auf Gegebenheiten in den ersten Laktationswochen zurückgeführt werden (Goff und Horst, 1997, Leroy et al., 2005, Mackey et al., 2007, Bicalho et al., 2009, Green et al., 2014), Kalbg. = Kalbung, klin./subklin. = klinisch(e)/subklinisch(e), PA = Pansenazidose

Bezüglich der Krankheitsinzidenzen zeigt eine Literaturanalyse von 49 Studien, dass die Werte teilweise sehr stark schwanken (Anhang Tab. 79). Die Spannweite der Inzidenzen ist im Bereich der Metritis und Endometritis besonders auffällig. Tabelle 2 stellt eine Zusammenfassung der in der Literatur gefundenen Werte dar.

Tabelle 2: Inzidenzen der postpartalen Erkrankungen (Zusammenfassung der Tabelle 79 des Anhangs)

Erkrankung	Inzidenzen/ Prävalenzen (%) [a]	Median [a]	Anzahl der betrachteten Studien
Klinische Ketose	1,7–16,8	4,6	11
Subklinische Ketose	17–49	33	2
Fettleber	9,1–20	14,55	2
Labmagenverlagerung	0,5–7,0	2,69	18
Uterusinfektionen:			
Klinische Metritis	0,7–47,3	12,75	26
Klinische Endometritis	3,1–53,0	16,9	15
Subklinische Endometritis	43,0	–	1
Uterusinfektionen allg.	5,1–14,7	13,55	4
Mastitis	6,2–56,0	18,25	23
Milchfieber	0,8–15,2	6,5	25
Nachgeburtsverhalten	2,4–19,4	9,1	26
Störungen im Bewegungsapparat	1,9–19,5	6,5	16
Ovarialzysten	4,2–28,4	8,45	18
Subakute Pansenazidose	11–27,6	19,3	2

a = die Werte beziehen sich auf den in den Studien angegebenen Durchschnitt unabhängig von der Herdengröße und der Anzahl der untersuchten Herden

2.2 Futteraufnahme

2.2.1 Futteraufnahmeregulation und Einflussfaktoren

Verschiedene tierindividuelle innere und auch äußere Faktoren sind an der Regulation der Futteraufnahme beteiligt (Tab. 3). Der Effekt vieler peripherer Signale wird über zentrale Neuropeptide im Gehirn vermittelt (Ingvartsen und Andersen, 2000). Nach der Leber-Oxidations-Theorie (engl. Hepatic Oxidation Theory, HOT) wird der Energiestatus in der Leber auch beim Wiederkäuer über den Nervus Vagus an den Hypothalamus, das Vorderhirn und den Hirnstamm übermittelt (Allen et al., 2009) und ist somit an der Futteraufnahmeregulation beteiligt (Allen et al., 2009, Piantoni et al., 2015). Umstritten ist der Einfluss des wachsenden graviden Uterus und dessen komprimierende Wirkung auf den Pansen in den letzten Wochen der Trächtigkeit (Allen, 1996, Friggens et al., 1998). Der Platzmangel kann durch eine erhöhte Passagerate in dieser Zeit wieder ausgeglichen werden (Kaske und Groth, 1997).

Bei einer Außentemperatur zwischen 5 °C und 20 °C haben Milchkühe ihr Temperaturoptimum. Temperaturen < 5 °C und > 20 °C führen zu Veränderungen in der Futteraufnahme und der Aktivität des Metabolismus (Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition et al., 2001). Bei sehr warmen Außentemperaturen (> 32 °C) reduzieren Kühe die Trockenmasseaufnahme bei gleichbleibender Wasseraufnahme (Hartnell und Satter, 1979).

Bezogen auf das Körpergewicht nehmen Färsen prozentual weniger Futter als ausgewachsene Kühe auf (Hayirli et al., 2003, Grummer et al., 2004). Durch die geringere

Trockenmasseaufnahme ante partum (a.p.) und die zusätzlich benötigte Energie für das Wachstum ist es für Färsen sehr viel wahrscheinlicher, bereits a.p. in eine NEB zu fallen (Grummer et al., 2004).

Es liegen auch Untersuchungen zu Fleischrinder-Rassen vor, die keinen Unterschied der Futteraufnahme zwischen Färsen und Kühen, prozentual zum Körpergewicht, feststellen konnten (Johnson et al., 2003, Linden et al., 2014).

Wenn eine Kuh a.p. in eine NEB abfällt, ist die sinkende Futteraufnahme der Hauptgrund (Grummer et al., 2004, Engelhard et al., 2015). Die steigenden Energieanforderungen durch das fetale Wachstum sind weniger für eine NEB a.p. verantwortlich (Grummer et al., 2004).

Tabelle 3: Einflussfaktoren auf die Futteraufnahme

Einflussfaktoren		Quellen
Allgemein		
Hormone, Cytokine und Peptide*:		
- FA ↑:	β-Endorphin, Dynorphin, Galanin, GHRH, Melanin konzentrierendes Hormon, Melanozyten stimulierendes Hormon, NPY, Norepinephrin (α_2), Orexin A und B, Opioide	Rowland et al. (1996)[a], Wilding (1997)[a], Sakurai et al. (1998), Woods et al. (1998)[a], Ingvartsen und Andersen (2000)[a]
- FA ↓:	Amylin, Bombesin, CCK-8 und -33, CRF, Dopamin, GRP, Glukagon, GLP-1, Insulin, Leptin, Neurotensin Norepinephrin (β), Oxytocin, Östrogen, Serotonin, Somatostatin, TRH, Xenin	Rowland et al. (1996)[a], Wilding (1997)[a],Alexiou et al. (1998), Johnson (1998)[a], Woods et al. (1998)[a], Ingvartsen und Andersen (2000)[a]
Immunmediatoren:		
	TNF-α, IL-6, IL-1-β, Cytokine der APR	Langhans (1996)[a], Johnson (1998)[a], Ingvartsen und Andersen (2000)[a]
Stoffwechselprodukte:		
	NEFA, Ketonkörper, Propionat, Acetyl-CoA	Ingvartsen und Andersen (2000)[a], Allen (2000)[a], Allen et al. (2009)[a], Stocks und Allen (2012), Piantoni et al. (2015)
Leber-Oxidations-Theorie		Allen et al. (2009)[a], Piantoni et al. (2015)
Darmfüllung		Grant und Albright (1995)[a]
Fütterungssystem, Ration, Umwelt, Management		Hartnell und Satter (1979), Grant und Albright (1995)[a], Grummer et al. (2004)[a], Abrahamse et al. (2008), Penner und Oba (2009), DeGroot et al. (2010), Stocks und Allen (2012)
Rasse, Alter, Genetik		Ingvartsen et al. (1992), Grummer et al. (2004)[a], Berry et al. (2014), Tetens et al. (2014)
Körperkondition/BCS		Matthews et al. (2012)
Erkrankungen:		
- FA ↓:	Metritis, Mastitis, Ketose, Lahmheit	Bareille et al. (2003), Wittrock et al. (2011)[b], Dervishi et al. (2015), Zhang et al. (2015)
Besonderheiten ante partum		
Insulin, Körperreserven, endokrine Faktoren, Leptin, NEFA		Ingvartsen und Andersen (2000)[a]
Insulin		Herdt (2000)[a]
Kompression des Pansens durch den wachsenden Uterus		Allen (1996)[a]
Besonderheiten post partum		
Östrogen ↑, Galaktin ↑, Leptin ↓		Ingvartsen und Andersen (2000)[a]

a = Review, APR = Akute-Phase-Reaktion, b = Kurzbeitrag, CCK = Cholecystokinin, CRF = Cortikotropin-Releasing-Faktor, FA = Futteraufnahme, GHRH = Growth-Hormone-Releasing-Hormone, GLP-1 = Glucagon-like-peptide-1, GRP = Gastrin-Releasing-Peptide, NPY = Neuropeptid-Y, TRH = Thyrotropin-Releasing-Hormone, * = in Anlehnung an Ingvartsen und Andersen (2000) , ↑ = Anstieg, ↓ = Abfall

2.2.2 Verlauf der Futteraufnahme

Die Futteraufnahme wird in der Literatur als absoluter Parameter oder relativ zur Körpermasse in kg angegeben. In Tabelle 4 wird die Trockenmasseaufnahme als absoluter Parameter aufgeführt.

Tabelle 4 a: Absolute Trockenmasseaufnahme der Milchkuh (> 2. Laktation)

TM-Aufnahme in kg/d/Kuh		Quelle
≥ 2. Laktation	Laktation nicht differenziert	
Zeitraum ante partum		
9,5–15,8		Engelhard et al. (2015)
12,98 ± 2,89 (Tag 5–0)		Kühne (2014)
14,6 (Tag 23) 12,8 (Tag 9)		Park et al. (2011)
14,2 (3. Wo–1Tag)		DeGroot et al. (2010)
12,0 ± 1,4 (Tag 25–0)		Grabherr (2010)
14,9 ± 0,5 (2. Wo) 14,3 ± 0,5 (1. Wo)		Huzzey et al. (2007)
10,8 (Tag 8–0)		Hartnell und Satter (1979)
Zeitraum post partum (Tag 0 bis 12 Wo p.p.)		
19,0 (14,4–24,6) (Tag 3–40)		Stocks und Allen (2012)
16,4 (Tag 6) 20,5 (Tag 20) 24,3 (Tag 34) 25,5 (Tag 48) 25,8 (Tag 62) 26,2 (Tag 76)		Park et al. (2011)
17,5 (0–3. Wo)	9,7 (Tag 0) 28,9 (3. Wo)	DeGroot et al. (2010)
13,2 ± 2,2 (Tag 2–7)		Grabherr (2010)
	19,5 (Frühlaktation)	Abrahamse et al. (2008)
14,8 ± 0,7 (1. Wo.) 16,5 ± 0,7 (2. Wo) 17,4 ± 0,7 (3. Wo)		Huzzey et al. (2007)
16,9 (0–12. Wo p.p.)		Hartnell und Satter (1979)

a = Variation ist abhängig von der Ration: 26,5 kg TM-Aufnahme bei feuchter Ration und 27,9 kg bei Ration ohne zusätzliches Wasser, TM = Trockenmasse, Wo = Wochen

Tabelle 4 b: Absolute Trockenmasseaufnahme der Milchkuh (> 2. Laktation)

TM-Aufnahme in kg/d/Kuh		Quelle
≥ 2. Laktation	Laktation nicht differenziert	
Zeitraum post partum (13 bis 46 Wo p.p.)		
20,9 (18.–46. Wo)		Mahlkow-Nerge (2012)
26,5–27,9 [a] (27.–35. Wo)		Fish und DeVries (2012)
26,4 (Tag 90) 17,9 (Spätlaktation Tag 72 a.p.) 14,1 (Trockenstehen Tag 51 a.p.)		Park et al. (2011)
	19,0 (Spätlaktation)	Abrahamse et al. (2008)
19,8 (13.–24. Wo.) 17,6 (25.–44. Wo)		Hartnell und Satter (1979)
Durchschnitt eines längeren Laktationszeitraumes post partum		
24,8 (2,6–40,6) (Tag 2–22. Wo)		Spurlock et al. (2012)
19,7 ± 1,9 (0–15. Wo)		Grabherr (2010)
21,1 ± 4,8 (0–16. Wo)		Burfeind et al. (2010)
26,8 (3.–16. Wo)		Holt et al. (2010)

TM = Trockenmasse, Wo = Wochen

Bezogen auf das Lebendgewicht liegt die Trockenmasseaufnahme einer Färse während der letzten 3 Wochen der Trächtigkeit bei etwa 1,63 % und die Trockenmasseaufnahme einer Kuh bei etwa 1,77 % (Hayirli et al., 2003). Zum Zeitpunkt der Kalbung beträgt die Trockenmasseaufnahme von Färsen nur noch 1,23 % und die von Kühen 1,36 % bezogen auf die Lebendmasse (Hayirli et al., 2002, Hayirli et al., 2003).

Ab etwa drei Wochen vor der Kalbung kommt es zu einer deutlichen graduellen Abnahme der Futteraufnahme, die ihren Tiefpunkt zum Zeitpunkt der Kalbung hat. Nach der Kalbung steigt die Futteraufnahme wieder an (Ingvartsen und Andersen, 2000) (Abb. 2, Tab. 5).

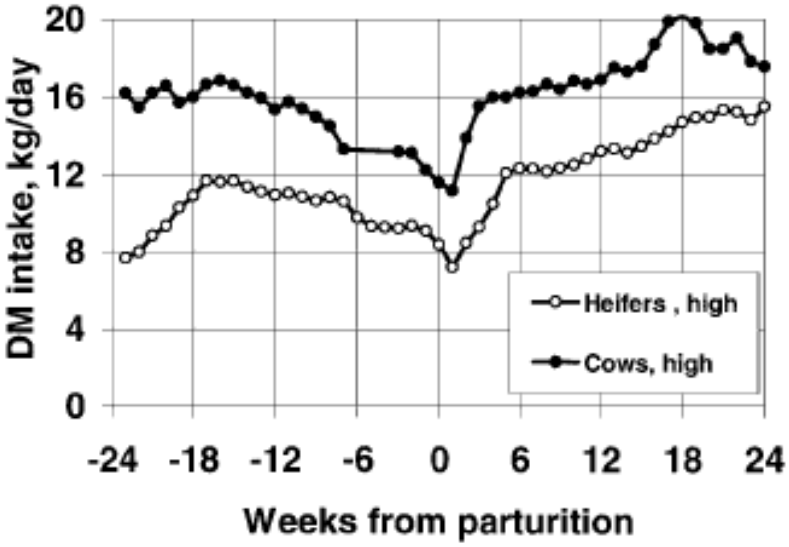


Abbildung 2: Futteraufnahme (Ingvartsen, 2000)

Tabelle 5: Verlauf der Futteraufnahme peripartal

Zeitraum	Verlauf	Quelle
Antepartum:		
26 bis 3. Wo a.p.	Abnahme um 1,53 % pro Woche	Ingvartsen(1992)
3. Wo a.p. bis 7 d a.p.	Abnahme um 32,2 % 25 % (1. und 2. Laktation) 52 % (> 2. Laktation)	Hayirli et al. (2002) Marquardt et al. (1977) Marquardt et al. (1977)
7 bis 5 d a.p.	Abnahme um 30 % bzw. um 0,15 kg/d bis Tag 2 a.p.	Bertics et al. (1992) Huzzey et al. (2007)
5 d a.p.	Abnahme auf 89 %	Kühne (2014)
5 d a.p. bis Partus	Starke tierindividuelle Variation in der TM-Aufnahme	Engelhard et al. (2015)
1 d a.p.	Abnahme um bis zu 35 %	Alberti et al. (2012)
Partus:		
	Niedrigster Stand der FA	Ingvartsen und Andersen (2000)
Post partum		
1 Wo p.p. bis Max.	Anstieg um 28 % (0–24 h p.p.)	Huzzey et al. (2007)
Wo 11 bis 13 p.p. Wo 8 bis 22 p.p.	Max.	Park et al. (2011) Ingvartsen und Andersen (2000)

FA = Futteraufnahme, Max. = Maximum, Wo = Woche

2.2.3 Einfluss auf die Tiergesundheit

In den meisten Studien (Tab. 6) wurden Zusammenhänge zwischen einer a.p. sinkenden Trockenmasseaufnahme und verschiedenen Erkrankungen bzw. erhöhten Abgangsraten p.p. beobachtet (Bertics et al., 1992, Huzzey et al., 2007, Goldhawk et al., 2009, Engelhard et al., 2015). Von p.p. erkrankten Kühen wird a.p. rund 7 % weniger Trockenmasse als von gesunden Kühen aufgenommen (Zamet et al., 1979a, Zamet et al., 1979b).
Mit jedem Kilogramm Trockenmasse, das Kühe a.p. weniger aufnehmen, steigt die Wahrscheinlichkeit einer subklinischen Ketose p.p. um das Vierfache. Solche Kühe fressen a.p. 18 % weniger Trockenmasse als p.p. gesunde Tiere (Goldhawk et al., 2009). P.p. erkrankte Tiere verbringen im Unterschied zu p.p. gesunden a.p. weniger Zeit am Futtertisch (Urton et al., 2005, Huzzey et al., 2007, Goldhawk et al., 2009).

Es besteht eine negative Korrelation zwischen der antepartalen Trockenmasseaufnahme und den Leber-Triacylglycerid-Werten kurz nach der Kalbung (Bertics et al., 1992).

Erkranken Kühe p.p. an Lahmheit, konnte jedoch keine verringerte Futteraufnahme a.p. gegenüber den gesunden Vergleichskühen gemessen werden, obwohl sich die Futteraufnahme bei Ausbruch der Lahmheit p.p. deutlich von den gesunden Tieren unterschied (Zhang et al., 2015).
Jedoch fressen Kühe, die während der Laktation an Klauenhornläsionen erkranken, a.p. schneller, häufiger hintereinander und kleinere Portionen als gesunde Vergleichskühe. Zudem

stehen sie bereits 2 Wochen a.p. zwei Stunden mehr am Tag als gesunde Vergleichskühe (Proudfoot et al., 2010).

Tabelle 6: Zusammenhänge zwischen der Trockenmasseaufnahme a.p. und der Tiergesundheit p.p. in der Literatur

Durchschnittliche TM-Aufnahme a.p.		Folgen p.p.	Quelle
> 14,34 kg/Kuh/d		Keine Zwangsabgänge im 1. Laktationsdrittel	Engelhard et al. (2015)
11,53 bis < 14,34 kg/Kuh/d		5,5 % Zwangsabgänge	
< 11,53 kg/Kuh/d		11,5 % Zwangsabgänge	
2 Wo a.p.	14,9 ± 0,5 kg TM/Kuh/d	gesund	Huzzey et al. (2007)
	14,3 ± 0,4 kg TM/Kuh/d	milde Metritis	
	13,1 ± 0,6 kg TM/Kuh/d	schwere Metritis	
1 Wo a.p.	14,3 ± 0,5 kg TM/Kuh/d	gesund	
	12,7 ± 0,5 kg TM/Kuh/d	milde Metritis	
	11,2 ± 0,7 kg TM/Kuh/d	schwere Metritis	

TM = Trockenmasse

2.3 Antepartale Indikatoren für die postpartale Tiergesundheit

2.3.1 Pansenfüllung

2.3.1.1 Methodik

Die Beurteilung der Pansenfüllung kann anhand eines 5-Punkte-Systems nach Zaaijer und Noordhuizen (2003) erfolgen (Tab. 7). Von links hinter der Kuh stehend wird die Hungergrube beurteilt (Zaaijer und Noordhuizen, 2003). Mögliche Fehlerquellen könnten entstehen, wenn die Kuh während der Evaluierung nicht mit allen vier Beinen auf derselben Höhe steht oder eine Bewertung zeitgleich mit einer Pansenkontraktion stattfinden (Burfeind et al., 2010).

Tabelle 7: Pansenfüllungs-Score und Erscheinung der Fossa paralumbales nach Zaaijer und Nordhuizen (2003)

Pansen-füllungs-Score	Erscheinung der Fossa paralumbales		
	Verhältnis zu den Wirbelquerfortsätzen	Verhältnis zur letzten Rippe	Form der Fossa paralumbales
1	Hohlraumbildung eine Handbreit unter den QF	Hohlraumbildung mehr als eine Handbreit hinter der letzten Rippe	Rechteck
2	Hohlraumbildung weniger als eine Handbreit innen unter den QF	Hohlraumbildung eine Handbreit hinter der letzten Rippe	Dreieck
3	Fällt etwa eine Handbreit senkrecht nach unten und wölbt sich dann hervor	Hohlraumbildung weniger als eine Handbreit hinter der letzten Rippe	–
4	Wölbt sich unmittelbar unter den QF hervor	Haut bedeckt die Gegend hinter der letzten Rippe	–
5	QF nicht sichtbar	Letzte Rippe nicht sichtbar	–

QF = Wirbelquerfortsätze

2.3.1.2 Wiederholbarkeit

Es konnte gezeigt werden, dass sowohl eine Wiederholbarkeit bei ein und demselben Beobachter (Cohen's Kappa Koeffizient: 0,69; Spearman's Rangkorrelation [r_s] = 0,66; $p < 0,001$) als auch eine Wiederholbarkeit zwischen verschiedenen Personen (Cohen's Kappa Koeffizient: 0,68; Spearman's Rangkorrelation [r_s] = 0,71; $p < 0,001$) vorhanden ist, welche die Pansenfüllung bewerteten (Burfeind et al., 2010, Heuwieser und Burfeind, 2012). Das Scoring-System stimmte mit einer direkten Tiefenmessung der Fossa paralumbalis überein (Burfeind et al., 2010), variierte bei Heuwieser und Burfeind (2012) allerdings nicht unerheblich innerhalb von 70 Minuten und kann somit ebenfalls von den Autoren nur als mäßig bewertet werden.

2.3.1.3 Pansenfüllung als Indikator der Futteraufnahme

Die Aussagen bezüglich einer Beziehung zwischen dem Pansenfüllungs-Score und der Futteraufnahme sind verschieden.

Kühne (2014) und Engelhard et al. (2015) ermittelten einen Zusammenhang für den Zeitraum vor und unmittelbar nach der Kalbung. Kühe mit geringerer Futteraufnahme a.p. weisen im Mittel auch einen geringeren Pansenfüllungs-Score auf (Engelhard et al., 2015). Der Score der Hungergrube kann als zeitnaher und tierindividueller Indikator zur Futteraufnahme genutzt werden (Kühne, 2014). Es konnte für die tägliche absolute Futteraufnahme a.p. durch Kühne (2014) ein mittlerer Score der Hungergrube von 3,5 ± 0,7 ermittelt werden. Die Pansenfüllung erhöhte sich dabei signifikant bei steigender Futteraufnahme a.p. Bei einer Pansenfüllungsnote von 4 zum Zeitpunkt der Kalbung traten gleichzeitig die höchsten und stabilsten Futteraufnahmen auf. Hingegen verzeichnete die Autorin bei Kühen mit einem Score von 2 oder 3 in den letzten 5 Tagen a.p. einen starken Abfall der Trockenmasseaufnahme auf 80 % (Kühne, 2014).

Heuwieser und Burfeind (2012) beobachteten, dass eine einmalige adspektorische Bewertung der Pansenfüllung nur eine mäßige Information über die Trockenmasseaufnahme von Milchkühen bietet (Spearman's Rangkorrelation: 0,45–0,52; $p < 0,001$). Eine Beziehung zwischen der Trockenmasseaufnahme und dem Pansenfüllungs-Score bei ein und derselben Kuh konnte über 24 Stunden festgestellt werden (Burfeind et al., 2010, Heuwieser und Burfeind, 2012). Verändert sich die Pansenfüllung bei einer Kuh innerhalb von zwei Tagen, spricht dies wahrscheinlich für einen Zusammenhang mit einer vermehrten oder verminderten Trockenmasseaufnahme (Burfeind et al., 2010). Daher wird von Burfeind et al. (2010) eine tägliche Beurteilung der Füllung jeweils zur selben Tageszeit bei Kühen in der frühen Laktation empfohlen, um einen Abfall der Futteraufnahme möglichst schnell zu erkennen. Kilian (2012) fand keinen Zusammenhang zwischen den Pansenfüllungsnoten und der Futteraufnahme der letzten zwei Tagen vor der Beurteilung. Jedoch gab es bei einzelnen Tieren eine deutliche Beziehung. Ebenfalls wurde kein Zusammenhang zwischen der Pansenfüllung und der

Futteraufnahme der letzten 3 Stunden vor der Bonitur gefunden (Kilian, 2012). Mahlkow-Nerge (2012) untersuchte gezielt Kühe im Laktationszeitraum außerhalb der Frühlaktation, wobei die Pansenfüllung in diesem Zeitraum keinen Rückschluss auf die Futteraufnahme zulässt. Auch hier zeigte sich nur bei 5 von 68 mehrmals beurteilten Kühen eine enge Beziehung zwischen der Bonitur und der Futteraufnahme.

2.3.1.4 Pansenfüllung als Indikator für Tiergesundheit

Derzeit gibt es nur wenige Studien, in denen die antepartale Pansenfüllung als Indikator für postpartale Erkrankungen untersucht wurde.
Die LLFG Sachsen-Anhalt (2008) und Fischer et al. (2008) zeigten, dass kurz vor der Kalbung ein Pansenscore von 2 ein erhöhtes Krankheitsrisiko nach der Kalbung anzeigt. Unmittelbar nach der Kalbung haben Kühe mit einer geringen Pansenfüllung eine erhöhte Stoffwechselbelastung, vermehrt Fieber und müssen öfter tierärztlich behandelt werden (nicht statistisch gesichert) (Fischer et al., 2008).
Auch die postpartale Pansenfüllung eignet sich als Indikator für Erkrankungen am Boniturtag (Bijmholt, 2013) und es konnte eine erhöhte Inzidenz eines auffälligen Bewegungsablaufes bei unzureichender Pansenfüllung beobachtete werden (Jäschke, 2007). Ein Zusammenhang zwischen Klauen-/Gliedmaßenerkrankungen und der Pansenfüllung p.p. konnte hingegen in anderen Studien nicht gefunden werden (Kilian, 2012, Mahlkow-Nerge, 2012). In einer Untersuchung bezüglich subklinisch an Mykobakterium avium spp. paratuberculosis erkrankten Kühen konnten in der Gruppe der erregerausscheidenden Kühe signifikant niedrigere Pansenfüllungsnoten gegenüber der Vergleichsgruppe gefunden werden (Jurkovich et al., 2016). Kilian (2012) konnte gar keinen Einfluss von Erkrankungen auf die Pansenfüllung beobachten.
Bei Kühen mit einer Pansenfüllungsnote > 2,5 steigt das Risiko eines niedrigen Pansen-pH-Wertes (≤ 5,5) (OR = 2,65; $p < 0,005$) (Atkinson, 2013) bzw. in Herden mit hoher Prävalenz einer niedrigen Pansenfüllung (< 2 von 5) haben die Kühe häufiger einen nicht azidotischen Pansen-pH-Wert (Bramley et al., 2013).

2.3.2 Weitere Indikatoren

2.3.2.1 Allgemeine Indikatoren und Risikofaktoren für die postpartale Tiergesundheit

2.3.2.1.1 Laktationsnummer

Die Laktationsnummer als potentieller Risikofaktor für verschiedene Erkrankungen und Abgänge wurde in der Literatur vielfach untersucht.
Das Abgangsrisiko innerhalb der ersten 30 Tage p.p. steigt dabei mit der Laktationsnummer (Vergara et al., 2014). Ebenfalls steigt das Risiko für Gebärparese mit der Laktationsnummer (Dyrendahl et al., 1972, Bendixen et al., 1987, Gröhn et al., 1995, Fleischer et al., 2001,

DeGaris und Lean, 2008) um jeweils 9 % (DeGaris und Lean, 2008). Das Milchfieberrisiko ist bei Kühen ≥ 3. Laktation fast viermal höher als bei Kühen ≤ 2. Laktation (Gröhn et al., 1995). Multipare Kühe mit einer hohen Milchleistung in der letzten Laktation haben zudem ein größeres Risiko für Gebärparese (Gröhn et al., 1989). Dies konnte jedoch nicht in jeder Untersuchung bestätigt werden (Curtis et al., 1985, Santschi et al., 2011).
Die steigende Laktationsnummer ist zudem ein signifikanter Risikofaktor für NGV (Gröhn et al., 1995, Fleischer et al., 2001, Hossein-Zadeh und Ardalan, 2011), Metritis (Gröhn et al., 1995, Fleischer et al., 2001), Mastitis (Fleischer et al., 2001, Hossein-Zadeh und Ardalan, 2011, Santschi et al., 2011) und Ketose (Gröhn et al., 1995, Santschi et al., 2011, Bijmholt, 2013). Es liegen auch Studien vor, in denen Primiparität als signifikanter Risikofaktor für Metritis beschrieben wird (Hossein-Zadeh und Ardalan, 2011, Giuliodori et al., 2013).
Das Ketoserisiko ist bei Kühen ≥ 3. Laktation doppelt so groß als bei Kühen ≤ 2. Laktation. Bei Kühen ≥ 3. Laktation ist das Risiko einer LMV 1,5-mal höher als bei Kühen ≤ 2. Laktation (Gröhn et al., 1995). Wohingegen es in einer anderen Studie mit steigender Laktationsnummer sinkt (Cameron et al., 1998). Primipare Kühe haben zudem gegenüber multiparen Kühen ein höheres Risiko für Schwergeburten (Hoedemaker et al., 2009).

2.3.2.1.2 Dauer der Trockenstehphase

Mehrere Studien haben sich intensiv mit dem Einfluss der Länge der Trockenstehperiode auf die Milchmenge der Folgelaktation beschäftigt. Es zeigte sich, dass eine Verkürzung der Trockenstehperiode auf ≤ 35 Tage (Hosse, 2012), < 30 Tage (Kuhn et al., 2006, Church et al., 2008) bzw. < 28 Tage (Sørensen und Enevoldsen, 1991, Enevoldsen und Sørensen, 1992), zu einer Reduktion der Milchleistung führt. Ebenso führt eine Verlängerung der Trockenstehzeit auf ≥ 90 Tage zu einer Reduktion der Milchleistung in der Folgelaktation (Kuhn et al., 2006). Ein solcher Zusammenhang konnte jedoch nicht immer bestätigt werden (Gulay et al., 2003).

Andere Studien untersuchten die Auswirkung der Länge der Trockenstehperiode auf den Gesundheitszustand der Kuh in der Folgelaktation (Markusfeld et al., 1997, Church et al., 2008, Watters et al., 2008, Losand, 2010, Hosse, 2012). Es gibt signifikante Abhängigkeiten der postpartalen NEFA- und β-Hydroxybutyrat (BHB)-Konzentrationen von der Länge der Trockenstehperiode (Losand, 2010). Zudem hat eine Verkürzung der Trockenstehdauer nachteilige Auswirkungen auf die Milchtankzellzahlen in der nachfolgenden Laktation (Hosse, 2012). Es liegen Studien vor, die diese Ergebnisse nicht nachweisen konnten (Church et al., 2008, Watters et al., 2008). Multipare Kühe weisen bei einer verkürzten Trockenstehzeit deutlich weniger Abgänge auf (Santschi et al., 2011).
Eine längere Trockenstehperiode führt zu einem erhöhten Metritisrisiko (Markusfeld et al., 1997) sowie zu einem erhöhten Ketoserisiko (Markusfeld et al., 1997, Santschi et al., 2011). Andere Studien konnten keinen eindeutigen Effekt der Trockenstehzeit auf den postpartalen

Gesundheitszustand beobachten (Sørensen und Enevoldsen, 1991, Enevoldsen und Sørensen, 1992, Watters et al., 2008, Santschi et al., 2011).
Findet keine Trockenstehphase statt, kann der metabolische Status in der Folgelaktation verbessert werden. Dieser Zusammenhang wird auf eine steigende Trockenmasseaufnahme und eine sinkende Milchproduktion p.p. zurückgeführt (Rastani et al., 2014).

2.3.2.1.3 Fütterung während der Trockenstehperiode

Die Trockensteherfütterung kann die Immunkompetenz von Kühen nach der Kalbung beeinflussen (Lange et al., 2016). Die Rationszusammensetzung während der Trockenstehperiode hat Einfluss auf die Futteraufnahme und den Stoffwechsel in der Frühlaktation (Mashek und Beede, 2001, Dann et al., 2006). Auch die Körperkondition der Kuh während der Trockenstehphase muss bei der Fütterung berücksichtigt werden, um einen stabilen Energiestatus in der Frühlaktation zu erreichen (Mashek und Beede, 2001, Alberti et al., 2012, Roche et al., 2015, Lange et al., 2016).
Des Weiteren kann die Trockensteherration einen Einfluss auf die Milchleistung (DeGroot et al., 2010), das subklinische Ketoserisiko (Vickers et al., 2013) sowie die Trächtigkeitsrate (Cardoso et al., 2013, Vickers et al., 2013) haben. Studien haben sich mit einer Verkürzung der Trockenstehzeit bei gleichbleibender Ration beschäftigt, um dabei v. a. den Energiestatus der Kuh zu untersuchen und zu optimieren (Jolicoeur et al., 2014, Rastani et al., 2014). Eine zweiphasige Trockensteherfütterung über sechs bis acht Wochen ist derzeit weit verbreitet (Alberti et al., 2012).

2.3.2.1.4 Klimatischer Einfluss

Hitzestress aufgrund erhöhter Außentemperaturen im antepartalen Zeitraum hat nach López-Gatius et al. (2002) einen großen Einfluss auf die nachfolgende Leistungsfähigkeit der Kuh. Die Kalbesaison ist ein signifikanter Risikofaktor für Ovarialzysten. Kalbt eine Kuh im Sommer, ist die Wahrscheinlichkeit, dass sie eine Ovarialzyste entwickelt, 2,6-mal so hoch im Vergleich zu Kühen, die während kühleren Jahreszeiten kalben (López-Gatius et al., 2002). Hingegen stellt die Kalbung im Winter einen signifikanten Risikofaktor für NGV, Metritis und Mastitis dar (Hossein-Zadeh und Ardalan, 2011). Auch das Ketoserisiko ist für Kühe, die im Sommer kalben, geringer (Gillund et al., 2001). Im Sommer scheinen zudem mehr Lahmheiten zum Zeitpunkt des Trockenstellens vorzuliegen, als wenn eine Kuh zu einer anderen Jahreszeit trockengestellt und dann hinsichtlich ihres Bewegungsablaufes untersucht wird (Foditsch et al., 2016).

2.3.2.1.5 Vorlaktationsleistung

Viele Studien untersuchten, inwiefern die Milchleistung der letzten Laktationen das Erkrankungsrisiko steigert (Gröhn et al., 1989, Gröhn et al., 1990, Bigras-Poulin et al., 1990a, Gröhn et al., 1995, Rasmussen et al., 1999, Fleischer et al., 2001).

Es gibt diverse Ergebnisse bezüglich Korrelationen zwischen der Milchleistung der Vorlaktation und Erkrankungen, wobei verschiedene Autoren zu gegenteiligen Resultaten kommen (Tab. 8). Das Vorhandensein signifikanter Korrelationen beweist jedoch nicht zwangsläufig eine Ursache, da auch andere Faktoren, die nicht beachtet wurden, zu diesen Korrelationen führen können (Fleischer et al., 2001).

Kühe mit einer längeren Dauer der Vorlaktation (67 Tage länger als der Durchschnitt mit 349 Tagen) und Abnormalitäten bei der Kalbung (Schwergeburt, Totgeburt, Zwillinge) haben nach Vergara et al. (2014) ein erhöhtes Abgangsrisiko während der ersten 30 Tage p.p. Das Abgangsrisiko ist geringer für Kühe mit einer hohen Milchleistung während der Vorlaktation bei längerer Laktationsdauer (Vergara et al., 2014). Ein negativer Zusammenhang besteht zwischen einer hohen Vorlaktationsmilchleistung und Lahmheit zum Trockenstellen (Foditsch et al., 2016). Ein niedriger Milchproteingehalt der Vorlaktation wird signifikant mit einem Anstieg der Ketoseinzidenzen assoziiert (Rasmussen et al., 1999), wohingegen ein hoher Milchproteinwert das Milchfieberrisiko erhöht (Bigras-Poulin et al., 1990a). Kühe mit einem höheren Prozentsatz an Milchfett haben nach Bigras-Poulin et al. (1990a) ein erhöhtes Risiko für Ovarialzysten in der Folgelaktation. Liegt ein geringerer Prozentsatz an Milchprotein in der Vorlaktation vor und hatten die Kühe Mastitis, haben sie ein erhöhtes Risiko für Störungen im Bewegungsapparat in der Folgelaktation (Bigras-Poulin et al., 1990a). Jedoch weisen die Autoren ausdrücklich darauf hin, dass sie dieses Ergebnis nicht bewerten.

Tabelle 8: Zusammenhänge zwischen einer hohen Milchleistung in der vorherigen Laktation und Erkrankungen in der Folgelaktation in der Literatur

Erkrankung	Zshg. vorhanden	Zshg. nicht vorhanden
Ketose	Rasmussen et al. (1999), Fleischer et al. (2001)	Gröhn et al. (1984), Bigras-Poulin et al. (1990a), Gröhn et al. (1995)
LMV	Fleischer et al. (2001)	Gröhn et al. (1995)
NGV	Gröhn et al. (1990), Fleischer et al. (2001)	Gröhn et al. (1995)
Metritis	Gröhn et al. (1990)	Gröhn et al. (1995), Fleischer et al. (2001)
Milchfieber	Dohoo und Wayne Martin (1984), Bendixen et al. (1987), Bigras-Poulin et al. (1990a), Fleischer et al. (2001)	Gröhn et al. (1995)
Mastitis	Bigras-Poulin et al. (1990a), Gröhn et al. (1995), Fleischer et al. (2001)	–
Ovarialzysten	Gröhn et al. (1995)	–
Störung im BA	Gearhart et al. (1990), Foditsch et al. (2016) [a]	–

a = Assoziation mit Klauenhornläsionen in der Folgelaktation, BA = Bewegungsapparat, Zshg. = Zusammenhang

2.3.2.1.6 Fruchtbarkeitskennzahlen

Es liegen derzeit keine Studien vor, in denen Fruchtbarkeitskennzahlen (Rastzeit, Zwischentragezeit, Zwischenkalbezeit, Portionsaufwand) der letzten Laktation als Indikatoren für Erkrankungen der Folgelaktation untersucht wurden.

2.3.2.2 Tiergesundheitskontrolle zum Trockenstellen

2.3.2.2.1 Euterbefund

Es kann ein Zusammenhang zwischen der Symmetrie der Euterhälften zueinander zum Zeitpunkt des Trockenstellens und der Zellzahl in der Folgelaktation beobachtet werden (Hosse, 2012). Dieser Zusammenhang fand sich jedoch nur bei Kühen mit einem Zellzahlgehalt > 200.000/ml Milch am Tag 5 bis 6 p.p. Wiesen diese Kühe Asymmetrien zwischen den Euterhälften auf, hatten sie höhere Zellzahlen als Kühe mit symmetrischen Eutern.
Es zeigte sich auch ein Zusammenhang zwischen einer geringen Milchleistung kurz vor dem Trockenstellen und Mastitiden in der Folgelaktation (Enevoldsen und Sørensen, 1992). Die Autoren schlussfolgern, dass subklinische Mastitiden, die zu der geringeren Milchleistung führen, in der Folgelaktation klinisch werden.

2.3.2.2.2 Klauenbefund

Defekte in der weißen Linie oder Sohlenulzera (Machado et al., 2010) sowie Lahmheiten zum Zeitpunkt des Trockenstellens (Machado et al., 2010, Foditsch et al., 2016) bzw. a.p. (Vergara et al., 2014) haben einen Einfluss auf die Fruchtbarkeit (Machado et al., 2010), das Abgangsrisiko (Machado et al., 2010, Vergara et al., 2014) und weitere Klauenerkrankungen in der Folgelaktation (Machado et al., 2010, Foditsch et al., 2016).
Nach Machado et al. (2010) ist die Wahrscheinlichkeit an Tag 200 p.p. tragend zu sein bei Kühen ohne Klauenbefund zum Trockenstellen 1,4-mal höher als bei Kühen mit Klauenbefund. Hingegen ist die Wahrscheinlichkeit abzugehen für Kühe mit Klauenbefund zum Trockenstellen 1,7-mal höher als für Kühe ohne Klauenbefund. Der Klauenbefund zum Trockenstellen scheint keinen Effekt auf die Milchleistung der Folgelaktation zu haben (Machado et al., 2010).

2.3.2.3 Tiergesundheitskontrolle in der Trockenstehperiode

2.3.2.3.1 Körpertemperatur

Im Verlauf der Trockenstehperiode steigt in der Untersuchung von Stertenbrink (2009) die Körperinnentemperatur bei Kühen, die p.p. erkranken, von 38,6 °C ± 0,2 °C auf 38,8 °C ± 0,1 °C (3–4 Wo a.p.) und 38,9 °C ± 0,1 °C (1–2 Wo a.p.). Kühe mit späterer LMV und Zwillingen haben bis zum Kalben eine tendenziell höhere Körperinnentemperatur (Stertenbrink, 2009).
Lediglich im Frühpuerperium kann die Körpertemperaturmessung als Frühindikator für Mastitis

(Uhlig und Wehrend, 2010) und Metritis/Endometritis (Hädrich, 2007, Uhlig und Wehrend, 2010) genutzt werden.
Hädrich (2007) zeigte, dass an Tag 3 p.p. die Rektaltemperatur bei Kühen mit Endometritis/Lochiometra, Totgeburten und Zwillingsträchtigkeiten mit ≥ 39,0 °C signifikant höher ist als bei der Vergleichsgruppe (gesunde Tiere und Kühe mit einem lebenden Kalb) mit 38,5 °C. Ebenfalls ist die Temperatur bei Kühen mit NGV, Schwergeburten und Frühgeburten mit 38,7 °C signifikant höher als bei gesunden Tieren (Hädrich, 2007).

2.3.2.3.2 Kotuntersuchung

Bis auf die Studie von Jäschke (2007) liegen derzeit keine Untersuchungen vor, in denen Kotbeurteilungen in Bezug auf ihren Vorhersagewert für Erkrankungen analysiert wurden. Bei Jäschke (2007) konnte aufgrund von zu wenigen Datenerfassungen (6,7 % aller Fälle erfasst) keine Aussage getroffen werden.

2.3.2.3.3 Pulsuntersuchung

Stertenbrink (2009) konnte a.p. keine signifikanten Unterschiede der Pulsfrequenz p.p. erkrankter Kühe gegenüber gesunden feststellen. Bei allen Kühen dieser Studie stiegen die Pulswellen während des Trockenstehens um 6–10 Schläge/min an. Nur bei p.p. lahmenden Kühen blieben die Werte über den gesamten Untersuchungszeitraum gleich. An Tag 2–3 p.p. hatten Kühe mit LMV und Zwillingen in der Tendenz den höchsten Wert (Stertenbrink, 2009). Die Pulsfrequenz in der Untersuchung von Hädrich (2007) ist bei Kühen mit Totgeburten an Tag 3 p.p. signifikant höher als bei der Vergleichsgruppe (92 Schläge/min vs. 80 Schläge/min).

2.3.2.3.4 Atemfrequenz

Stertenbrink (2009) konnte bezüglich der Atemfrequenz a.p. keine signifikanten Unterschiede zwischen p.p. erkrankten und gesunden Kühen feststellen, wohingegen in der Studie von Hädrich (2007) an Tag 3 p.p. die Atemfrequenz bei Kühen mit Klauenproblemen, NGV, Totgeburten, Schwergeburten und Zwillingsträchtigkeiten signifikant höher als bei der Vergleichsgruppe ist.

2.3.2.4 Körperkondition

Die Körperkondition kann anhand des BCS nach Edmonson et al. (1989) oder durch die sonografische Rückenfettdicke-Messung (RFD) nach Staufenbiel (1997) beurteilt werden. Die RFD korreliert hoch signifikant mit dem Körperfettgehalt (Staufenbiel et al., 1992). Beide Untersuchungsmethoden sind geeignet, um den Gehalt des Körperfetts wiederzugeben (Domecq et al., 1995, Klawuhn und Staufenbiel, 1997). Körperkonditionsmerkmale können als Indikatoren des Stoffwechselstatus betrachtet werden, wobei hier vor allem die Veränderungen zur vorherigen Messung beurteilt werden sollten (Losand, 2010).
Der optimale Fettansatz einer Kuh der Rasse Holstein-Friesian zum Trockenstellen und zum

Kalbezeitpunkt liegt bei 25 mm (20–30 mm) RFD (Staufenbiel et al., 1991).
Eine Veränderung der RFD um 1 mm entspricht etwa 5 kg (Staufenbiel, 1997) bzw. 5,2 kg (Steyer et al., 2013) Gesamtkörperfett.

2.3.2.4.1 BCS und RFD als Vorhersagewert für Abgänge

Kühe, die während der Trockenstehzeit einen erhöhten Körperkonditionsverlust aufweisen, haben eine größere Wahrscheinlichkeit während der Folgelaktation abzugehen (Hoedemaker et al., 2009, Gearhart et al., 1990). Ferner ist das Abgangsrisiko für Kühe mit einem niedrigeren BCS zum Zeitpunkt des Trockenstellens (Machado et al., 2010), zum Kalbezeitpunkt und während der Frühlaktation (Hoedemaker et al., 2009) signifikant höher als bei Kühen mit einem höheren BCS.

2.3.2.4.2 BCS und RFD als Vorhersagewert für Erkrankungen

Der BCS und die RFD während der Trockenstehperiode und zum Zeitpunkt der Kalbung haben einen Einfluss auf das Risiko postpartaler Erkrankungen (Tab. 9, Tab. 10).
Überkonditionierte Kühe haben ein erhöhtes Risiko an Stoffwechselstörungen zu erkranken, die mit einer Fettleber assoziiert sind. Dagegen haben unterkonditionierte Kühe, die a.p. einer Futterrestriktion unterzogen werden, wahrscheinlich ein erhöhtes Risiko für Infektionskrankheiten aufgrund einer Immunsuppression (Zhang et al., 2015). Überkondition a.p. ist ein signifikanter Risikofaktor für Ketose (Gillund et al., 2001) und LMV (Cameron et al., 1998). In einer Studie an Kühen der Rasse Braunvieh wurde gezeigt, dass Tiere, die in den letzten Tagen vor der Kalbung stark an RFD verlieren, signifikant häufiger erhöhte BHB-Werte (> 1000 µmol/l) zur Kalbung aufweisen. Kühe mit einer hohen RFD scheinen während einer NEB mehr Körperreserven zu mobilisieren (Blömer, 2009).
Nach Rezamand et al. (2007) haben Kühe mit einer neuen intramammären Infektion zwischen Woche 9 a.p. und 8 p.p. einen deutlich höheren BCS als Kühe, die keine neue Mastitis entwickeln. Dieses Ergebnis spricht für ein erhöhtes Mobilisieren von Energie durch Gewebeabbau bei Mastitiskühen und somit für eine Assoziation zwischen ausgeprägten Gewebeenergiespeichern und einer Beeinträchtigung des Immunsystems (Rezamand et al., 2007). Mit zunehmender NEB p.p. steigt die Immunsuppression, die als ein möglicher Grund für Mastitiserkrankungen angesehen wird (Goff und Horst, 1997).

Sowohl überkonditionierte als auch unterkonditionierte Tiere haben nach der Kalbung mehr Klauenprobleme als Kühe mit durchschnittlicher Kondition (Gearhart et al., 1990). Das Metritisrisiko ist bei Kühen mit einem höheren BCS zum Kalbezeitpunkt geringer (Markusfeld et al., 1997).

Überkonditionierte Kühe haben ein erhöhtes Risiko an NGV zu erkranken (Zhang et al., 2002, Contreras et al., 2004). In Studien konnten auch gegenteilige Ergebnisse beobachtet werden, wonach ein höherer BCS zum Kalbezeitpunkt ein geringeres Risiko, an NGV zu erkranken,

bedingt (Markusfeld et al., 1997) bzw. Tiere mit einem geringeren BCS ein erhöhtes Risiko für NGV haben (Zhang et al., 2002, Qu et al., 2014). Über- oder Unterkondition während der Trockenstehperiode können hormonelle oder metabolische Störungen zum Kalbezeitpunkt bedingen, wodurch es zu einer Verzögerung des Ausstoßens der Nachgeburt kommen kann (Zhang et al., 2002). Ferner wird angenommen, dass Kühe mit Erkrankungen p.p. mehr Protein aus den Körperreserven mobilisieren. Daher ist ihr BCS generell niedriger und sinkt nach der Kalbung stärker ab als bei gesunden Kühen (Qu et al., 2014). In der Literatur gibt es jedoch auch die Hypothese, dass NGV nicht von den Fettreserven abhängig zu sein scheint (Pedron et al., 1993).

Eckermann (2007) konnte weder im antepartalen noch im postpartalen Zeitraum signifikante Unterschiede der RFD zwischen gesunden und festliegenden Kühen feststellen.

Ein niedriger BCS ist signifikant mit einer dünnen Klauensohle assoziiert und scheint somit auch im Zusammenhang mit nicht infektiösen Klauenerkrankungen zu stehen (Bicalho et al., 2009, Machado et al., 2011, Green et al., 2014). Die größte Wahrscheinlichkeit, an Lahmheit zu erkranken, liegt bei älteren Kühen mit niedrigem BCS und bereits vorhandenen Klauenhornläsionen vor (Machado et al., 2011).

2.3.2.4.3 BCS und RFD als Vorhersagewert für Fruchtbarkeit und Geburtsablauf

Der Ernährungszustand a.p. beeinflusst die postpartale Ovarfunktion und ist ein Hauptrisikofaktor für die Ovarialzysten p.p. (López-Gatius et al., 2002). Innerhalb der Trockenstehperiode neigen überkonditionierte Tiere vermehrt zu Fruchtbarkeitsproblemen und Ovarialzysten (Gearhart et al., 1990, Contreras et al., 2004), während ein niedriger BCS bis zum Kalbezeitpunkt das Eintreten der Ovaraktivität nach der Kalbung verlängert (Markusfeld et al., 1997).

Kühe, die während der Trockenstehperiode den größten BCS-Rückgang aufweisen, haben am meisten Schwergeburten. Oft sind die überkonditionierten Kühe während der Trockenstehzeit von einer Abnahme des BCS betroffen, was diesen Zusammenhang erklären könnte (Gearhart et al., 1990). Kühe der Rasse Braunvieh mit einer hohen Zunahme der RFD vor der Kalbung haben vermehrt Totgeburten (Blömer, 2009).
Nach Essmeyer (2006) besteht ein Zusammenhang zwischen dem BCS und der inneren Beckenweite. Der BCS kann somit auch als indirektes Maß für die innere Fettauflagerung genutzt werden (Essmeyer, 2006).

Die Wahrscheinlichkeit an Tag 200 p.p. wieder tragend zu sein ist für Tiere mit einem BCS von 3 zum Zeitpunkt des Trockenstellens 1,35-mal größer als bei Kühen mit einem BCS < 3 und 1,02-mal größer als bei Kühen mit einem BCS > 3 (Machado et al., 2010).

2.3.2.4.4 BCS und RFD als Vorhersagewert für Milchleistung und -inhaltsstoffe

Dünne Kühe, bei denen der BCS während der Trockenstehperiode zunimmt, haben eine höhere Milchleistung innerhalb der ersten 120 Tage der folgenden Laktation (Contreras et al., 2004).

Kühe mit einem BCS von < 3 zum Trockenstellen geben signifikant weniger Milch in der Folgelaktation als Kühe mit einem BCS ≥ 3 (Machado et al., 2010). Kühe mit moderater Körperkondition zum Kalbezeitpunkt geben mehr Milch als dünnere Kühe, fallen aber auch stärker in eine NEB ab (Roche et al., 2015).

Ein Zusammenhang zwischen dem BCS und der Milchleistung kann jedoch nicht in jeder Studie beobachtet werden (Markusfeld et al., 1997). Nach Markusfeld et al. (1997) steht ein niedriger BCS zum Kalbezeitpunkt mit einem niedrigen Milchfettgehalt im ersten Laktationsdrittel im Zusammenhang, da nach der Kalbung weniger Fett für die Milch mobilisiert wird. Nimmt der BCS zum Kalbezeitpunkt zu, steigt auch der Milchproteingehalt (Markusfeld et al., 1997). Es gibt demgegenüber Untersuchungsergebnisse, die zeigen, dass ein niedriger BCS während der Trockenstehperiode erhöhte Milchfett- und Milchproteinwerte der Folgelaktation bedingt (Contreras et al., 2004).

Kühe mit einem BCS ≥ 3,25 a.p. sind zu einem höheren Prozentsatz am Tag 250 p.p. nicht tragend (Contreras et al., 2004).

Tabelle 9: Die Rückenfettdicke im antepartalen Zeitraum und deren Einfluss auf Gesundheit und Fruchtbarkeit p.p.

Median der RFD a.p. in mm		Erkrankungsgruppe p.p./ Folgen p.p.	Messzeitraum a.p.	Quelle
EG	VG			
Schwarzbuntes Milchrind:				
23 (20–30)	18 (13–21)	Ovarialzysten, sig.	Tag 10	Hädrich (2007)
22/21	17/18	Mastitis, sig.	Tag 28/ Tag 10	
22		Zwillingsträchtigkeiten, sig.		
22/21		Gebärparese, sig.		
20/22		NGV, sig.		
19/20		Totgeburten, sig.		
25/29/28	22/25/27	Fruchtbarkeitsstörungen	Trockenstellen/ 3–4Wo a.p./ 1–2Wo a.p.	Stertenbrink (2009)
24/27/28		Mastitis		
Zunahme > 5 (5 bis 11)	Zunahme -1 bis 6	NGV	3–4Wo a.p.	
Zunahme > 2,5/2,5	Zunahme -1,0 bis 6,0/-1,8 bis 4,0	Lahmheit	3–4Wo a.p./ 1–2 Wo a.p.	
Braunvieh:				
Zunahme < 1 oder Abnahme	Zunahme ≥ 1	Sig. weniger häufig Totgeburten	Tag 42–40 bis 21–19	Blömer (2009)
≤ 33	> 33	Erstbesamungserfolg sig. höher	Tag 84–82	
> 43	≤ 43	Höhere Milchleistung in der Folgelaktation		
> 43	≤ 37	Sig. häufiger hohe BHB-Werte		
> 44	≤ 39	Sig. häufiger hohe BHB-Werte	Tag 42–40	
Abnahme > 2	Abnahme ≤ 2	Sig. häufiger Ausfluss und häufiger erhöhte NEFA-Werte	Tag 84–0 (0–3 p.p.)	
Abnahme > 1	Zunahme ≥ 1	Sig. häufiger Endometritis	Tag 84–40	
Abnahme > 4	Abnahme ≤ 4 oder Zunahme	Häufiger Mastitiden	Tag 21–19 bis 0–3 p.p.	
> 44, 34–39	39–44	Sig. häufiger Ovarialzysten	Tag 42–40	

EG = Erkrankungsgruppe, sig. = signifikant, VG = Vergleichsgruppe

Tabelle 10: Der BCS a.p. und dessen Einfluss auf Erkrankungen p.p.

BCS	BCS Vergleichsgruppe	Erkrankung, bei der entsprechend die Häufigkeit des Auftretens steigt	Quelle
≥ 4-	-3 bis +3	Klauenprobleme erhöhte Abgangsrate Fruchtbarkeitsprobleme Ovarialzysten	Gearhart et al. (1990)
		Totgeburten	Chassagne et al. (1999)
≥ 3,75	3,25 bis 3,27	Totgeburten	Essmeyer (2006)
≥ 3,25	≤ 3,0	NGV	Contreras et al. (2004)
≥ 3,5	≤ 3,25	Ketose	Gillund et al. (2001)
3,42	3,26 ± 0,06	Mastitis	Rezamand et al. (2007)
< 3	≥ 3	Abgang/Schlachtung	Machado et al. (2010)
≤ 3,0 ≥ 3,75	3,25 bis 3,5	NGV	Zhang et al. (2002)
≤ 2,75	–	Endometritis	Dubuc et al. (2010)
Geringer [a]	–	NGV	Qu et al. (2014)
BCS		**Erkrankung, bei der entsprechend die Häufigkeit des Auftretens sinkt**	**Quelle**
Höher [a]	–	Metritis NGV	Markusfeld et al. (1997)

a = In Bezug auf die Vergleichsgruppe der Studie ohne genaue Angabe einer BCS-Note

2.3.2.5 Lebendmasse als Vorhersagewert

Die Lebendmasse kann beim ausgewachsenen Rind zur Beurteilung des Verfettungsgrades genutzt werden (Klawuhn und Staufenbiel, 1997).

Weisen Tiere a.p. eine hohe absolute Trockenmasseaufnahme auf (> 14,34 kg/Kuh/d), verlieren diese durchschnittlich 47 kg Lebendmasse innerhalb der ersten 1 bis 8 Laktationswochen (Kühne, 2014). Je länger die Trockenstehperiode andauert, desto schneller und anhaltender nehmen Kühe nach der Kalbung ab (Losand, 2010). Dabei haben Kühe, die während des Trockenstehens an Gewicht verlieren, ein erhöhtes Risiko p.p. an Metritis zu erkranken (Markusfeld et al., 1997). In der Untersuchung von Rezamand et al. (2007) verloren an Mastitis erkrankte Kühe während der Versuchslaufzeit (Woche 9 a.p. bis 8 p.p.) signifikant mehr Körpergewicht (126 vs. 92,1 ± 11,5 kg) als solche ohne neue Mastitisinfektion und das Körpergewicht der an Mastitis erkrankten Kühe war in Woche 9 a.p. und 2 a.p. höher.

Die Gewicht-Änderungs-Rate (engl. Weight change rate (WCR)) ist ein Beurteilungsinstrument auf Herdenbasis. Kühe in einer Herde mit niedrigem WCR während der Trockenstehperiode (Tag 30 bis 1 a.p.) haben ein erhöhtes Risiko peripartal zu erkranken (Kohiruimaki et al., 2006).

$$WCR\ (\%) = \frac{LM\ (kg) des\ betrachteten\ Monats - LM\ (kg) des\ vorherigen\ Monats}{LM\ (kg) des\ betrachteten\ Monats * 100}$$

2.3.2.6 Blutparameter

2.3.2.6.1 NEFA

Als unveresterte oder freie Fettsäuren (NEFA) werden Fettsäuren bezeichnet, die aus Triglyceriden (TG) abgespalten werden und im Blut zirkulieren (Ingvartsen, 2006). Die Konzentration an NEFA im Blut spiegelt somit den Grad des mobilisierten Körperfetts wider (Pullen et al., 1989). NEFA dienen der Kuh als Hauptenergiequelle zur Deckung des Energiedefizits (Ingvartsen, 2006), wenn die Futteraufnahme selbst nicht den Energiebedarf deckt (McNamara, 1991). Die Plasma-NEFA-Konzentration sinkt exponentiell, wenn die Energiebilanz der Kuh im positiven Bereich ansteigt (Pullen et al., 1989) (Tab. 11).

Tabelle 11: Verlauf der NEFA-Konzentration peripartal

Zeitpunkt	Wert	Quelle
a.p.	Kühe > 2. Laktation: 163 ± 10,0 µmol/l Kühe ≤ 2. Laktation: 135 ± 7,7 µmol/l	Mysegades (2014)
	Grenzwert: ≤ 400 µmol/l	Staufenbiel et al. (2008)
Partus	930 µmol/l	Staufenbiel et al. (2008)
Tag 1 bis 7 p.p.	Grenzwert: ≤ 800 µmol/l	Staufenbiel et al. (2008)
	0,78 mmol/l bei Tieren mit hoher FA a.p. 0,84 mmol/l bei Tieren mit mittlerer FA a.p. 1,15 mmol/l bei Tieren mit schlechter FA a.p.	Engelhard et al. (2015)

FA = Futteraufnahme

Kühe mit postpartalen Erkrankungen treten meist bereits a.p. durch eine Störung des Stoffwechsels in Erscheinung (Hädrich, 2007). Es wurden verschiedene Studien durchgeführt, in denen der Zusammenhang zwischen antepartalen Serum-NEFA-Konzentrationen und postpartalen Erkrankungen untersucht wurde. Dabei wurden Zusammenhänge zwischen erhöhten NEFA-Konzentrationen a.p. bzw. einem Anstieg der Werte a.p. und LMV (Cameron et al., 1998, LeBlanc et al., 2005, Chapinal et al., 2011), Metritis (Kaneene et al., 1997), subklinischer Ketose (Raboisson et al., 2014), Mastitis (Hädrich, 2007) und NGV (LeBlanc et al., 2004, Chapinal et al., 2011, Qu et al., 2014) festgestellt (Tab. 12). Zusätzlich kann eine deutlich erhöhte NEFA-Konzentration von > 200 µmol/l a.p. bei Kühen mit Zwillingsträchtigkeiten beobachtet werden (Hädrich, 2007).
Schwartau (2012) konnte keine signifikant höheren NEFA-Werte a.p. bei Tieren, die später an einer LMV erkrankten, beobachten.

Kühe mit einer hohen Futteraufnahme a.p. weisen auch p.p. eine hohe Stoffwechselstabilität auf. Die mittlere NEFA-Konzentration ist a.p. niedriger bei Kühen, die p.p. gesund bleiben, verglichen mit solchen, die p.p. erkranken (259 ± 19 µmol/L vs. 450 ± 26 µmol/L) (Kühne, 2014). Im Fütterungsversuch wurde jedoch auch gezeigt, dass mit zunehmender Energieaufnahme a.p. nach der Kalbung mehr NEFA aus dem Fettgewebe abgegeben werden (Zhang et al., 2015).

Hädrich (2007) zeigte, dass Kühe mit späterer LMV einen 10-fachen Anstieg der freien Fettsäuren innerhalb des Zeitraumes a.p. bis 3 Tage p.p. aufweisen (> 1200 µmol/l an Tag 3 p.p.). Dies ist signifikant höher als bei den anderen Erkrankungsgruppen oder den gesunden Tieren. Im Zeitraum vor der Abkalbung gleichen sich die Werte gesunder Kühe und Kühe mit LMV p.p. an. Ebenfalls weisen allgemein erkrankte Tiere 10 Tage a.p. signifikant höhere Werte auf als gesunde Tiere. Mit ca. 300 µmol/l an Tag 10 a.p. liegen Kühe mit späteren Zwillingsträchtigkeiten signifikant über den Vergleichsgruppen. Die Tatsache, dass postpartale Erkrankungen bereits a.p. durch eine Erhöhung der NEFA-Werte angezeigt werden können, zeigt, dass der Energiestoffwechsel bereits a.p. Einfluss auf den Gesundheitszustand p.p. nimmt und die NEFA-Konzentration ein sensibler antepartaler Indikator für postpartale Erkrankungen ist (Hädrich, 2007).

Tabelle 12: Zusammenhang zwischen antepartalen Serum-NEFA-Konzentrationen und Erkrankungen post partum in der Literatur

NEFA-Konz.		Beschreibung des Zshg. zur Erkrankungshäufigkeit p.p.	Quelle
a.p.	VG		
Labmagenverlagerung			
≥ 0,5 mEq/l [b]	≤ 0,5 mEq/l [b]	Sig. Assoziation mit Steigerung des Erk.-Risikos	LeBlanc et al. (2005), Chapinal et al. (2011)
> 300 µEq/l [h]	≤ 300 µEq/l [h]		Cameron et al. (1998)
0,27 mEq/l [d]	–	Kritischer Schwellenwert zur Vorhersage von LMV	Ospina et al. (2010)
Metritis			
0,9 mEq/l [g]	0,8 mEq/l [g]	Sig. Zusammenhang mit Erk.-Rate	Kaneene et al. (1997)
≥ 0,6 mmol/l [f]	< 6,0 mmol/l [f]	Assoziation mit steigendem Erk.-Risiko	Dubuc et al. (2010)
431 µM/l[e]	–	Sig. Zusammenhang mit Erk.-Rate	Giuliodori et al. (2013)
0,37 mEq/l [d]	–	Kritischer Schwellenwert zur Vorhersage von Metritis	Ospina et al. (2010)
Mastitis			
> 200 µmol/l [c]	< 150 µmol/l [c]	Sig. Unterschied gegenüber gesunden Kühen p.p.	Hädrich (2007)
Nachgeburtsverhalten			
≥ 0,5 mEq/l [b]	-	Wahrscheinlichkeit von NGV 77 %	LeBlanc et al. (2004)
497 ± 48 µEq/l [b]	247 ± 23 µEq/l [b]	Konz. steigt früher an als bei gesunden Vergleichskühen	Qu et al. (2014)
300 ± 27 µEq/l [a]	184 ± 16 µEq/l [a]		
≥ 0,3 mEq/l [b]	-	1,8-mal höhere Wahrscheinlichkeit an NGV zu erkranken	Chapinal et al. (2011)
Ketose			
0,26 µEq/l [d]	-	Kritischer Schwellenwert zur Vorhersage von Ketose	Ospina et al. (2010)
Andere Erkrankungen			
455 ± 44 µEq/l [b]	247 ± 23 µEq/l [b]	Konz. bei Kühen mit anderen Erk. als NGV steigt früher an als bei gesunden Vergleichskühen	Qu et al. (2014)
253 ± 23 µEq/l [a]	184 ± 16 µEq/l [a]		

a = gemessener Wert 2–3 Wo a.p., b = gemesser Wert 1 Wo a.p., c = gemessen 10 d a.p., d = gemessen 14–2 d a.p., e = gemessen 14 ± 3d a.p., Erk. = Erkrankungen, f = gemessen 4 ± 3 d a.p., g = gemessen 1–3 Wochen a.p., h = gemessen in den letzten 5 Trächtigkeitswochen, Konz. = Konzentration, Sig. = Signifikant, VG = Vergleichsgruppe, Zshg. = Zusammenhang(s)

2.3.2.6.2 BHB

BHB zählt gemeinsam mit Acetat und Acetoacetat zu den Ketonkörpern. Es sind Zwischenmetabolite der Fettsäureoxidation. Der BHB-Wert zeigt dabei die Vollständigkeit der Fettoxidation in der Leber an (Duffield, 2007) (Tab. 13).

Tabelle 13: Verlauf der peripartalen BHB-Konzentration im Serum

Zeitpunkt	Wert	Quelle
Partus	Median 460 µmol/l	Staufenbiel et al. (2008)
Tag 1–10 p.p.	Anstieg auf 950 µmol/l Grenzwert: ≤ 1000 µmol/l	
	0,92 mmol/l bei Kühen mit niedriger Futteraufnahme a.p.	Engelhard et al. (2015)
	0,81 mmol/l bei Tieren mit mittlerer Futteraufnahme a.p.	
	0,70 mmol/l bei Kühen mit hoher Futteraufnahme a.p.	

Es konnte ein vermehrtes Vorkommen von NGV (Qu et al., 2014) und subklinischer Ketose (Raboisson et al., 2014) p.p. bei steigendem BHB-Wert a.p. beobachtet werden (Tab. 14). Kühe mit LMV haben einen Anstieg der BHB-Werte um das 2,4-fache zwischen den Werten a.p. und denen von 3 Tagen p.p. (Hädrich, 2007). Eine andere Studie konnte lediglich einen postpartalen Zusammenhang zwischen einem erhöhten BHB-Wert und LMV feststellen (Ospina et al., 2010).

Tabelle 14: Zusammenhang zwischen der BHB-Konzentration a.p. und Erkrankungen p.p.

BHB-Konz. a.p. (mmol/l)		Folgen p.p.	Quelle
Krank	VG		
0,62 ± 0,02 [a]	0,44 ± 0,02 [a]	Zshg. mit NGV	Qu et al. (2014)
0,57 ± 0,02 [a]		Zshg. mit anderen Erk. als NGV	
0,61 ± 0,03 [b]	0,48 ± 0,02 [b]	Zshg. mit NGV	
0,57 ± 0,02 [b]		Zshg. mit anderen Erk. als NGV	
0,5 [c]	0,38 [c]	LMV	Stertenbrink (2009)
0,72 [d]	0,83 [e]	Zwillingsträchtigkeit und LMV zusammen	Stertenbrink (2009)

a = Wert 3–2 Wo a.p. gemessen, b = Wert 1 Wo a.p. gemessen, c = gemessen zum Trockenstellen, d = gemessen 3–4 Wo a.p., e = Zwillingsträchtigkeit ohne LMV, VG = Vergleichsgruppe, Zshg. = Zusammenhang

2.3.2.6.3 Leukozyten

Milchkühe haben im postpartalen Zeitraum höhere Konzentrationen an neutrophilen Granulozyten als während der restlichen Laktation (Wagner et al., 2007). Die Anzahl neutrophiler Granulozyten nimmt ab der 5. Woche a.p. deutlich zu und fällt dann eine Woche vor der Geburt drastisch ab. In der Folge steigt die Anzahl unreifer neutrophiler Granulozyten bis zur 3. Woche p.p. stark an. Reife neutrophile Granulozyten erreichen einen erneuten Peak in der 2. bis 3. Woche p.p. (Detilleux et al., 1995). Mit zunehmendem Cortisolspiegel im Blut zum Zeitpunkt der Kalbung werden die Glukokortikoid-Rezeptoren auf den Leukozyten herunterreguliert (Preisler et al., 2000 a, Preisler et al., 2000 b). Dies führt zu einer

Verringerung der Funktionalität dieser Immunzellen (Preisler et al., 2000 b), was von den Autoren als mögliche Ursache zunehmender Infektionskrankheiten p.p. eingeschätzt wird. Es kann sowohl eine positive Korrelation zwischen dem Serum-Cortisolwert und der Gesamtzahl der neutrophilen Granulozyten als auch der Gesamtzahl der Leukozyten gemessen werden (Preisler et al., 2000 a).

Es konnten Zusammenhänge zwischen einer erhöhten Anzahl der Leukozyten a.p. sowie einer verringerten Funktionsfähigkeit neutrophiler Granulozyten und NGV (Kimura et al., 2002), Metritis (Cai et al., 1994) und Mastitis (Barnouin und Chassagne, 2001) gefunden werden (Tab. 15).

Tabelle 15: Zusammenhänge zwischen Leukozyten a.p. und Erkrankungen p.p.

Anzahl an Leukozyten a.p.		Zshg. p.p.	Quelle
Erkrankt	**VG**		
7,2 - 9,7 x 10^9/l [a]	< 7,2 x 10^9/l	Assoziation mit einem erhöhten Risiko an klinischer Mastitis zu erkranken	Barnouin und Chassagne (2001)
> 9,7 x 10^9/l [a]			
Signifikant niedrigere Leukozytenzahl als bei p.p. gesunden Tieren [b]	-		Hädrich (2007)
5,5 G/l [c]	6,6 G/l [c]	Festliegen	Eckermann (2007)
Funktionsfähigkeit der neutrophilen Granulozyten a.p.			
Herabgesetzte Funktionsfähigkeit steht im Zshg. mit NGV			Kimura et al. (2002)
Verringerte Myeloperoxidaseaktivität steht im Zshg. mit NGV			
Geringere Interleukin-8-Werte* und Zshg. mit NGV			
Geringere Superoxid-Produktivität und Zshg. mit Metritis			Cai et al. (1994)
Geringere Chemotaxis und Zshg. mit Metritis			

a = gemessen innerhalb der letzten 60 d der Trächtigkeit, b = gemessen 28 und 10 d a.p., c = gemessen 6–8 Wochen a.p., VG = Vergleichsgruppe, Zshg. = Zusammenhang, * = Interleukin-8 gilt als Aktivator für neutrophile Granulozyten

2.3.2.6.4 Andere Blutparameter

Es konnten in verschiedenen Studien Zusammenhänge sowie Korrelationen zwischen anderen Blutparametern a.p. und postpartalen Erkrankungen gefunden werden (Kaneene et al., 1997, LeBlanc et al., 2004, Eckermann, 2007, Hädrich, 2007, Rezamand et al., 2007, Schwartau, 2012, Qu et al., 2014, Dervishi et al., 2015, Zhang et al., 2015) (Anhang Tab. 80).

2.3.2.7 Urinparameter

2.3.2.7.1 NSBA

Nach Fürll (2008) besteht eine Beziehung zwischen der Netto-Säure-Basen-Ausscheidung (NSBA) und der Trockenmasse- und Kalium-Aufnahme. Die NSBA sinkt bei verminderter Futteraufnahme oder abnehmender Kalium-Ausscheidung. Sinkt die NSBA < 80 mmol/l bei gleichzeitig verminderter Ammonium(NH_4)-Ausscheidung < 15 (25) mmol/l, kann auf eine verminderte bis fehlende Futteraufnahme geschlossen werden. Ist der Harn-pH-Wert im physiologischen Bereich, kann dies auch für den Pansen-pH-Wert angenommen werden. Bei einer subklinischen Pansenazidose steigt die NH_4-Ausscheidung über den Harn auf > 15 (25) mmol/l und > 50 mmol/l bei einer akuten Pansenazidose. Gleichzeitig liegt auch hier eine verringerte NSBA < 80 mmol/l vor (Fürll, 2008).

2.3.2.7.2 Urinanalyse als Indikator für Tiergesundheit

Kühe mit postpartalen Erkrankungen, wie LMV, Frühgeburten oder Ovarialzysten, fallen a.p. durch eine niedrige NSBA auf (Hädrich, 2007, Fürll, 2008), was nach Fürll (2008) seine Ursache in einer verringerten Futteraufnahme hat. Diese führt zu einer Azidurie. Bei einer subklinischen Pansenazidose steigt die NH_4-Ausscheidung im Harn (Fürll, 2008). Die Kalzium- und Kalium-Ausscheidung war bei Rèrat und Hess (2012) bei p.p. festliegenden Kühen bereits a.p. niedriger als bei Vergleichskühen. Die Autoren weisen darauf hin, dass das Ergebnis aufgrund nur sehr geringer Erkrankungszahlen vorsichtig bewertet werden muss.

Die Kalium-Ausscheidung über den Harn von später festliegenden Kühen ist an Tag 7 a.p. tendenziell höher (Eckermann, 2007, Rèrat und Hess, 2012). Ebenfalls ist die Natrium-Ausscheidung mit dem Harn am Tag 14 a.p. erhöht und die Kalium-Ausscheidung 7 Tage a.p. erniedrigt (Rèrat und Hess, 2012). Diese Ergebnisse sind aufgrund einer nur sehr geringen Zahl festliegender Kühe in der Untersuchung von Rèrat und Hess (2012) vorsichtig zu interpretieren. Bei einer stark alkalotischen Belastung des Stoffwechsels eignen sich nach Aussage der Autoren die Säure-Basen-Parameter nicht zur Früherkennung von Milchfieber. Im Zeitraum von 3 Wochen a.p. bis 1 Tag p.p. kommt es bei p.p. festliegenden Kühen zu einer signifikanten Abnahme der Harn-Magnesium-Konzentration (Eckermann, 2007).

3. Material und Methoden

3.1 Betrieb und Betriebsmanagement

Die vorliegenden Untersuchungen fanden im Zeitraum vom 04.05.2015 bis zum 07.04.2016 in einem Betrieb in Sachsen-Anhalt statt, der zu diesem Zeitpunkt 418 Milchrinder der Rasse Holstein-Friesian im Milchviehbereich gehalten hat. Die Jahresleistung der Herde betrug 12.009 kg Milch mit 3,71 % Milchfett und 3,44 % Milcheiweiß (Jahresabschluss der Milchleistungsprüfung im Untersuchungsjahr 2015). Die 305-Tage-Leistung betrug für Kühe erster Laktation 10.321 kg Milch und für Kühe ≥ 2. Laktation 12.411 kg Milch. Es wurde dreimal täglich gemolken und künstlich besamt.

Die Kühe in der Untersuchung wurden in sieben verschiedenen Haltungsgruppen mit unterschiedlichen Stallbedingungen gehalten (Tab. 16).

Während des gesamten Untersuchungszeitraumes konnte a.p. und p.p. jeweils eine nahezu gleichbleibende Ration gefüttert werden (Anhang Tab. 81 und 82). Wöchentlich wurden dazu Silofutterproben bezüglich ihrer Zusammensetzung in einem externen Labor untersucht. Eine exakte Futteraufnahmemessung über ein Trogsystem war in den Abschnitten der Vorbereiter, Frischabkalber und der laktierenden Kühe möglich. Nach ca. 60 Melktagen wechselten die Kühe in den Haltungsabschnitt der Laktierenden ohne Futteraufnahmemessung. In den Haltungsgruppen ohne Trogsystem wurde die entsprechende TMR vom Futtertisch angeboten und mehrmals am Tag das Futter heran geschoben. In allen Haltungsabschnitten fand eine ad libitum Fütterung statt.

Tabelle 16: Bodenbeschaffenheit in den einzelnen Haltungsabschnitten sowie Art des Fütterungssystems

Haltungsgruppe	Boden	TFS
Trockensteher	Tiefstreu	–
Vorbereiter		X
Frischabkalber		X
Laktierende auf der EFS	Spaltenboden und Liegematten	X
Laktierende Gruppe 2 und 3		–
Lahme Kühe	Tiefstreu und Spaltenboden vor dem Futtertisch	–

EFS = Einzelfutterstrecke, d. h. der Stallbereich, indem bei den laktierenden Kühen die Einzeltierfutteraufnahmemessung möglich war, TFS = Trogfütterungssystem

Kranke Kühe wurden durch den bestandsbetreuenden Tierarzt, den Herdenmanager oder die Melker behandelt (Anhang Tab. 83).

3.2 Untersuchungsabschnitte

3.2.1 Allgemeines

In der Untersuchung befanden sich 109 multipare Kühe (Tab. 17).

Die Datenerhebung teilte sich in vier Abschnitte, wobei Abschnitt 1 die Datenerhebung aus der Vorlaktation sowie zum Trockenstellen umfasste. Die Abschnitte 2 bis 4 beinhalteten die Probenahme (Tab. 18). Alle Probenahmetermine a.p. wurden anhand der voraussichtlichen Abkalbetermine (280 Tage Trächtigkeit) errechnet.

Tabelle 17: Anzahl und Verteilung der Kühe im Beobachtungszeitraum

Laktationsnummer		n		%	
2		27		24,8	
3		25		22,9	
4		17		15,6	
5	≥ 5	14	40	12,8	36,7
6		9		8,3	
7		9		8,3	
8		6		5,5	
9		2		1,8	
Gesamt		**109**		100,0	

n = Anzahl an Kühen der entsprechenden Laktationsnummer

Tabelle 18: Abschnitte der Datenerhebung

	Zeitraum		Daten
Abschnitte	**1**	Vorlaktation	Fruchtbarkeitskennzahlen (RZ, PA, ZKZ) [a] Gesamt-MM, 305-Tage-Leistung [e]: MM, FE und FEK [a]
		Trockenstellen	Klauenbefunde [d] Körperkonditionsbeurteilung (RFD, BCS) und LM
	2	Tag 24 (± 4 d) a.p. bis Tag 60 (± 3 d) p.p.	Diagnosen der Allgemeinuntersuchung Blutuntersuchung Harnuntersuchung Körperkonditionsbeurteilung (RFD, BCS) und LM Wöchentliche Milchkontrolle auf MM und Milchinhaltsstoffe Tgl. Futteraufnahme Tgl. Beurteilung der Pansenfüllung
	3	Tag 24(± 4 d) a.p. bis Tag 100 p.p.	Tgl. MM (ab Tag 1. p.p.) Medikamentengaben [b] Diagnosen durch den Tierarzt/Herdenmanager [c]
	4	Kalbung bis Tag 200 p.p.	Abgänge und Ursache [a] Fruchtbarkeitskennzahlen (TU) [a]

a = entnommen aus dem Betriebsmanagementprogramm HERDE®, b = entnommen aus HERDE® sowie den Stallbüchern/Anwendungs- und Abgabebelegen, c = entnommen aus HERDE® sowie den Anwendungs- und Abgabebelgen, d = entnommen aus den Unterlagen der Klauenschneider, e = Gesamtleistung ab dem ersten Tag p.p. bis zum Ende des letzten Prüfzeitraumes der Laktation – längstens bis zum 305. Laktationstag, LM = Lebendmasse (kg), MM = Milchmenge (kg), PA = Portionsaufwand, RZ = Rastzeit, Tgl. = täglich, TU = Ergebnis der Trächtigkeitsuntersuchung, ZKZ = Zwischenkalbezeit,

3.2.2 Trockensteller

Die Kühe wurden etwa 56 (± 5) Tage vor dem errechneten Abkalbetermin trockengestellt. Dazu fand eine Beurteilung des BCS durch den Herdenmanager statt, welcher ggf. Tiere mit zu hohem BCS frühzeitig trockenstellte. Es handelt sich im Beobachtungszeitraum um neun vorzeitig trockengestellte Kühe.
Nach der Klauenuntersuchung wurden die trockenstehenden Kühe an einem festen Termin in der Woche in den Stall der Trockensteller umgestallt.

3.2.3 Vorbereiter

Drei Wochen vor dem errechneten Abkalbetermin an Tag 24 a.p. (± 6 Tage) wurden die Kühe an einem festen Tag in der Woche in die Vorbereitergruppe eingestallt. Etwa zwei Wochen vor der Kalbung wurden die Kühe durch ein Trenngatter separiert.

3.2.4 Frischabkalber und Laktierende

Nach dem Abkalben bekamen die Kühe umgehend einen Energietrunk (Firma Schaumann) zur oralen Aufnahme angeboten und anschließend wurden sie in die Gruppe der Frischabkalber gebracht. Nach ca. fünf Tagen intensiver Beobachtung wurden klinisch unauffällige Kühe in die Gruppe der Laktierenden umgestallt.

3.2.5 Vollständigkeit des Datensatzes

Aufgrund des sehr großen Umfangs der Datenerhebung konnte es bei einzelnen Kühen zu einem unvollständigen Datensatz kommen.
A.p. konnten bei Kühen, welche vorzeitig kalbten, nicht alle Proben sowie Untersuchungen stattfinden. Ebenso verhält es sich für Kühe, die vor dem Untersuchungsende abgingen. Bezüglich der Daten aus der Vorlaktation fehlten lediglich bei einer Kuh die Leistungsdaten. Bei 7 Kühen liegen keine Klauenbefunde zum Trockenstellen vor.
Zur Kalbung haben zwei Kühe einen unvollständigen Datensatz zum Kalbeverlauf sowie fünf Kälber bezüglich ihres Gewichtes.
An einzelnen Tagen konnte die Futteraufnahme aller Kühe aus technischen Gründen über das Trogsystem nicht ausgewertet werden. Bei Kühen in der lahmen Gruppe wurde die tierindividuelle Futteraufnahme nicht gemessen.
Für die wöchentlichen Milchkontrollen liegen erst ab der Woche 2 p.p. bei über 90 % der Kühe Werte vor. Wenn eine Kuh nach Tag 60 p.p. im Betriebsablauf die Gruppe wechselte, wurden keine wöchentlichen Milchwerte mehr erhoben. Aufgrund dessen sinken ab Woche 10 p.p. die Beobachtungswerte.

Kühe wurden aus der Untersuchung ausgeschlossen, wenn:

- sie Futter in großen Mengen aus dem Trog warfen, sodass der Trog nicht die tatsächlich gefressene Futtermenge aufzeichnete,
- sie eine Schwanzanomalie aufwiesen, sodass die häufige Blutentnahme Schwierigkeiten bereitet hätte,
- kein Harnabsatz durch manuelle Stimulation erzielt werden konnte,
- die Kuh bereits vor Einstallung in den Vorbereiterstall gekalbt hatte.

3.3 Datenerhebung

3.3.1 Futteraufnahmemessung

Die Futteraufnahme wurde elektronisch über ein Trog-Fütterungssystem erfasst und in kg für jede Kuh separat aufgezeichnet. Jede Kuh wurde an jedem Trog über einen Transponder erkannt und die Daten elektronisch an den Server gesendet, dort erfasst und ausgewertet. Die Messung erfolgte täglich ab dem Einstallen in die Vorbereitergruppe an Tag 24 a.p. (± 6 Tage) bis zum 60. Tag p.p. (Tab. 19).
Für jede Kuh wurde auf Grundlage der gemessenen Frischmasseaufnahme und den Ladeprotokollen des Futtermischwagens an den einzelnen Tagen die Aufnahme der Rationsinhaltsstoffe berechnet. Zur Errechnung der wöchentlichen Einzeltieraufnahmen wurde der Mittelwert aus den täglichen Aufnahmen erhoben.

Tabelle 19: Messung der Futteraufnahme

Ante partum	Partum partum
Tag 24 (± 4 Tage) bis Partus	Tag 1 bis 60
täglich	

3.3.2 Beurteilung der Pansenfüllung

3.3.2.1 Tägliche Pansenfüllungsbenotung

Die Beurteilung der Pansenfüllung fand täglich bei allen Kühen zu einer festen Uhrzeit, etwa 4 bis 6 Stunden nach der Morgenfütterung statt (Tab. 20). Es gab zwei Personen, die die Benotung durchführten und regelmäßig die Übereinstimmung der Benotung überprüften und übten.

Tabelle 20: Übersicht der täglichen Beurteilung der Pansenfüllung

Ante partum	Post partum		
24 (± 4 Tage) bis Partus	Tag 1 bis 9	Tag 28 (± 2 Tage)	Tag 60 (± 2 Tage)
Täglich 12–14 Uhr		Einmalig 12–14 Uhr	

Grundlage der Beurteilung war die Methode von Zaaijer und Noordhuizen (2003), wobei auch halbe Noten vergeben wurden. Entsprechend wurde das Bewertungsschema modifiziert (Tab. 21).

Tabelle 21: Beurteilung der Pansenfüllung modifiziert nach Zaaijer und Noordhuizen (2003)

Score	Erscheinung der Fossa paralumbales		
	Verhältnis zu den Wirbelquerfortsätzen	Verhältnis zur letzten Rippe	Form
1	Hohlraumbildung mehr als eine HB unter den QF	Hohlraumbildung mehr als eine HB hinter der letzten Rippe	Rechteck
1,5	Hohlraumbildung mehr als eine HB unter den QF	Hohlraumbildung eine HB hinter der letzten Rippe	Rechteck
2	Hohlraumbildung eine HB innen unter den QF	Hohlraumbildung eine HB hinter der letzten Rippe	Dreieck
2,5	Hohlraumbildung weniger als eine HB innen unter den QF	Hohlraumbildung weniger als eine HB hinter der letzten Rippe	Dreieck
3	Fällt etwa eine HB senkrecht nach unten und wölbt sich dann hervor	Hohlraumbildung weniger als eine HB hinter der letzten Rippe	–
3,5	Fällt weniger als eine HB senkrecht nach unten und wölbt sich dann hervor	Hohlraumbildung weniger als eine HB hinter der letzten Rippe	–
4	Wölbt sich unmittelbar unter den QF hervor	Haut bedeckt die Gegend hinter der letzten Rippe	–
4,5	Wölbt sich sehr deutlich hervor, wobei QF gerade noch sichtbar sind	Haut bedeckt die Gegend hinter der letzten Rippe	–
5	QF nicht sichtbar	Letzte Rippe nicht sichtbar	–

HB = Handbreit, QF = Wirbelquerfortsätze

3.3.2.2 Tagesprofile der Pansenfüllung

In zwei aufeinanderfolgenden Wochen wurde an jeweils vier aufeinanderfolgenden Tagen (Tab. 22) die Pansenfüllung von 21 Kühen a.p. und 10 Kühen p.p. nach der modifizierten Methode von Zaaijer und Noordhuizen (2003) bewertet (Tab. 21). Die Notenvergabe wurde alle 4 Stunden abwechselnd von zwei Untersuchern durchgeführt.

Tabelle 22: Messung der 24h-Pansenfüllungsprofile

Woche 1					Woche 2				
So	Mo	Di	Mi	Do	So	Mo	Di	Mi	Do
Ab Sonntag 21 Uhr bis Donnerstag 21 Uhr alle 4 h					Ab Sonntag 21 Uhr bis Donnerstag 21 Uhr alle 4 h				

Die Anzahl der Kühe unterscheidet sich a.p. zwischen den Wochen, da in der 1. Woche acht Kühe erst später in die Vorbereitergruppe eingestallt wurden und in der 2. Woche fünf Kühe noch während der Untersuchungszeit gekalbt haben (Tab. 23).

Tabelle 23: Anzahl der Kühe in der Untersuchung der 24-Stunden-Tagesprofile

Laktations-zeitraum	Anzahl an Kühen mit vollständigem Datensatz		Anzahl aller benoteten Tiere
	Woche 1	Woche 2	
Kühe a.p.	13	16	21
Kühe p.p.	10	10	10

Zur Auswertung der 24-Stunden-Pansenfüllungsprofile wurde die Futteraufnahme aller Trogbesuche der jeweiligen Kuh in den vier Stunden sowie in den acht Stunden vor der Messung der Pansenfüllung addiert. Endete ein Trogbesuch zur Uhrzeit der Messung, wurde die Futteraufnahme in die vorherigen vier bzw. acht Stunden einbezogen. Ging ein Trogbesuch über die Uhrzeit der Messung hinaus, zählte die entsprechende Futteraufnahme für die kommenden vier bzw. acht Stunden.

3.3.3 Körperkonditionsbeurteilung

Der BCS wurde nach dem Schema von Edmonson et al. (1989) evaluiert.
Auf einer fest installierten Waage konnte das Körpergewicht (kg) nach dem Melken gemessen werden. Die Messung der RFD nach Staufenbiel (1997) fand mit einem portablen Ultraschallgerät (HS-120 der Firma PHYSA GmbH) und einem Linearschallkopf bei einer Frequenz von 5,0 MHz statt. Nach dem Befeuchten des Messbereiches mit Alkohol wurde der Schallkopf im kaudalen Drittel einer gedachten Linie zwischen dem oberen Bereich des Hüfthöckers und dem dorsalen Teil des Sitzbeinhöckers aufgelegt.
Die erste Beurteilung aller drei Parameter wurde zum Zeitpunkt des Trockenstellens an Tag 56 a.p. (± 5 Tage) durchgeführt (Tab. 24). Zur zweiten Messung an Tag 23 a.p. (± 6 Tage) konnte nur der BCS und die RFD beurteilt werden, da im Stall der Vorbereiter kein Zugriff auf die fest installierte Waage möglich war. In der ersten Woche p.p. sowie in Woche 4 p.p. (± 7 Tage) und 9 p.p. (± 7 Tage) fand jeweils eine erneute Beurteilung aller drei Parameter statt. Kälber wurden unmittelbar p.p. durch eine in der Kälberkarre eingebaute Waage gewogen. Es liegt das Gewicht für 110 von 114 Kälber vor. Das Gewicht von Zwillingen wurde für die Analyse von Einflussfaktoren auf die Pansenfüllung ausgeschlossen.

Tabelle 24: Untersuchungsplan der Konditionsbeurteilung

Methode	Untersuchungstage					Referenz
	Tag 56[a] a.p.	Tag 23[b] a.p.	0[c]	Tag 28[d] p.p.	Tag 60[d] p.p.	
BCS	x	x	x	x	x	Edmonson et al. (1989)
RFD (mm)	x	x	x	x	x	Staufenbiel (1997)
KG (kg)	x		x	x	x	

a = ± 5 Tage, bezogen auf den errechneten Abkalbetermin, bei vorzeitig trockengestellten Kühen entsprechend früher, b = ± 6 Tage, bezogen auf den errechneten Abkalbetermin, c = + 7 Tage, d = ± 7 Tage, KG = Körpergewicht

3.3.4 Blut- und Harnuntersuchung

Für die Untersuchung der in Tabelle 25 aufgeführten Parameter wurden die Harn- und Blutproben nach einem Probeentnahmeplan (Tab. 26) entnommen.
Die Harnproben konnten durch manuelle Stimulation ventral des äußeren Schamwinkels gewonnen werden. Der Mittelstrahlurin wurde in einem 20 ml Röhrchen aufgefangen und innerhalb von einer Stunde auf die NSBA als fraktionierte NSBA nach Bender und Staufenbiel (2003) hin analysiert. 2 ml der Probe wurden zusätzlich tiefgefroren gelagert und im Labor der

Freien Universität Berlin auf die Konzentration chemischer Parameter hin untersucht (Tab. 27). Zur Analyse des Blutserums und der EDTA-Vollblutanalyse wurde aus der Vena coccygea mediana mittels einer Einmalkanüle (1,20 x 40 mm) Blut entnommen und in einem 9 ml Blutentnahmesystem für Serum bzw. in einem 4 ml Kalium-EDTA-Röhrchen aufgefangen. Das EDTA-Röhrchen wurde anschließend etwa 30 Sekunden geschwenkt. Es wurde ein Blutausstrich mit einem Tropfen des nochmals geschwenkten EDTA-Blutes auf einem Objektträger angefertigt und luftgetrocknet.

Das Serumröhrchen wurde nach etwa 1,5 Stunden Ruhezeit bei 3000 U/min 10 Minuten zentrifugiert. Etwa 2 bis 3 ml des Überstandes wurden in ein 5 ml Röhrchen überführt und tiefgefroren. Die Analysen der Blutproben und die Ausstriche wurden im Labor der Freien Universität Berlin vorgenommen (Tab. 28).

Tabelle 25: Untersuchungsparameter der Blut- und Harnproben

Probe	Parameter
Großes Serumprofil	ASAT, GGT, GLDH, CK, Albumin, Gesamteiweiß, Harnstoff, Bilirubin, Cholesterin, Glukose, BHB, NEFA, Ca, P, Mg, Na, K, Chlorid, Coeruloplasmin, Kreatinin
Kleines Serumprofil	BHB, NEFA, Ca, P, Mg
EDTA-Vollblutanalyse	Hämoglobin, Hämatokrit, Erythrozyten, Leukozyten
Harnprofil	pH-Wert, fraktionierte NSBA, Basenzahl, Säurezahl, NH_4^+, BSQ, Ca, K, Na, Mg, Chlorid, P, Kreatinin

ASAT = Aspartat-Aminotransferase, BSQ = Basen/Säure-Quotient, Ca = Kalzium, CK = Creatinkinase, GGT = γ-Glutamyl-Transferase, GLDH = Glutamatdehydrogenase, K = Kalium, Mg = Magnesium, Na = Natrium, P = anorganisches Phosphat

Tabelle 26: Probeentnahmeplan der Blut- und Harnuntersuchung

Tag der Blutentnahme	Uhrzeit	Großes Serumprofil	Kleines Serumprofil	EDTA	Harn
21 a.p.[a]	6 Uhr	x			x
14 a.p.[a]	6 Uhr	x		x	x
7 a.p.[a]	6 Uhr	x			x
0	Nach der Kalbung		x		
1 p.p.[c]	9 Uhr		x		
2 p.p.[c]	9 Uhr		x		
3 p.p.[c]	9 Uhr	x			
8 p.p.[b]	6 Uhr	x		x	x
28 p.p.[b]	6 Uhr	x		x	x
60 p.p.[b]	6 Uhr	x			x

a = ± 2 Tage bezogen auf den errechneten Abkalbetermin, b = ± 2 Tage, c = Eine Kuh, die vor dem ersten Melken um 7 Uhr kalbt, wird bereits um 9 Uhr erneut für Tag 1 p.p. beprobt, damit nicht mehr als 24 h zwischen den Probenahmen vergehen. Die folgenden Probenentnahmen erfolgten im 24-Stunden-Abstand. Kalbt eine Kuh nach dem ersten Melken, wird sie erst am nächsten Tag um 9 Uhr beprobt, jedoch nicht mehr als 24 h nach der Probenahme Tag 0.

Tabelle 27: Analysemethoden der Parameter der Harnuntersuchung

Parameter	Gerät	Methode	Bezug
pH-Wert	1	Titration nach Kutas (1965), Fraktionierte NSBA nach Bender und Staufenbiel (2003)	-
Fraktionierte NSBA			
Basenzahl			
Säurezahl			
NH_4^+			
BSQ			
Kalzium	2	AAS	
Natrium			
Magnesium			
Kalium			
Chlorid	3	Coulometrische Titration	
anorg. Phosphat	4	Ammonium-Phosphomolybdat-Komplexbildung in schwefelsaurer Lsg.	LT-PH 0100
Kreatinin		Jaffé, ohne Enteiweißung	LT-CR 0121/0251

AAS = Atomabsorptionsspektrometrie, BSQ = Basen/Säure-Quotient, Gerät 1 = pH-Meter 526 der Firma WTW, Gerät 2: Atomabsorptionsspektralphotometer M6 der Firma Thermo Fischer, Gerät 3 = Chloridmeter 50 der Firma Kreienbaum Neo Science GmbH, Gerät 4 = Cobas Mira Plus der Firma Roche

Tabelle 28 a: Analysemethoden der Blutparameter

Blutchemie			
Parameter	**Gerät**	**Methode**	**Bezug**
ASAT	1	Opt. UV-Test nach IFCC	LT-AS 9022
GGT		Kinetischer photometrischer Test nach IFCC	LT-GT 0022
GLDH		Opt. SM nach den Empf. der DGKL	LT-GD 0010
CK		Opt. SM nach den Empf. der DGKL	LT-CK 0001/0011
Albumin		Farbkomplex mit Bromcresolgrün	Randox AB 362
GE		Farbkomplex mit Kupferionen in alk. Lsg.	LT-TP 0503
HN		Vollenzymatisch, UV (Urease/GLDH)	LT-UR 0010/0050
Bili		Jedrassik und Grof	LT-BR 0100/0500
Chol		CHOD-PAP, Endpunkt.	LT-CH 0050
Glc		Enzymatischer kinetischer UV-Test mit Hexokinase	LT-GLH 102
BHB		Kinetisch enzymatisch	Randox RB 1007
NEFA		Colorimetrisch	Randox FA 115
P		Ammonium-Phosphomolybdat-Komplexbildung in schwefelsaurer Lsg.	LT-PH 0100
Kreatinin		Jaffè, ohne Enteiweißung	LT-CR 0121
Na		Ionensensitive Elektrode	-
K			
Cl			
Coe		P-Phenylendiamin Oxidaseaktivität	
Mg	2	AAS	
Gesamt-Ca			

AAS = Atomabsorptionsspektrometrie, alk. = alkalischer, Bili = Bilirubin, Ca = Kalzium, Chol = Cholesterin, CK = Creatinkinase, Cl = Chlorid, Coe = Coeruloplasmin, DGKL = Deutsche Gesellschaft für klinische Chemie und Laboratoriumsmedizin, Empf. = Empfehlung, GE = Gesamteiweiß, Gerät 1 = Cobas Mira Plus der Firma Roche, Gerät 2: = Atomabsorptionsspektralphotometer M6 der Firma Thermo Fischer, GGT = γ-Glutamyltransferase, Glc = Glukose, GLDH = Glutamatdehydrogenase, HN = Harnstoff, K = Kalium, LT = Labor + Technik Eberhard Lehmann, Lsg. = Lösung, Mg = Magnesium, Na = Natrium, opt. = optimiert(e), P = anorganisches Phosphat, pro. = proportional, SM = Standardmethode, * = Für die Auswertung der subklinischen Ketose wurde der Referenzwert nach LeBlanc (2010) mit BHB > 1,2 mmol/l festgelegt.

Tabelle 28 b: Analysemethoden der Blutparameter

Blutbild			
Parameter	**Gerät**	**Methode**	**Bezug**
Hb	1	Photometrisch	-
Hkt		Berechnung (HCT = MCV*RBC)	
RBC		Impedanzmethode Widerstandsmessung	
WBC			

Gerät 1 = Scil Vet ABC, Hb = Hämoglobin, Hkt = Hämatokrit, MCV = mittleres korpuskuläres Volumen, RBC = Erythrozyten, WBC = Leukozyten

3.3.5 Klinische Allgemeinuntersuchung und Diagnosestellung

Die klinische Allgemeinuntersuchung fand an festen Tagen innerhalb von 24 Stunden um den Blutentnahmezeitpunkt statt (Tab. 29).

Tabelle 29: Untersuchungsplan für die klinische Allgemeinuntersuchung

Tag der klinischen Allgemeinuntersuchung								
Einstallung [a]	21 a.p.[b]	14 a.p.[b]	7 a.p.[b]	0	1–5 p.p.[c]	8 p.p.[d]	28 p.p.[e]	60 p.p.[e]

a = einen Tag nach der Einstallung in den Vorbereiterstall: 23 (± 6) Tage a.p. bezogen auf den errechneten Abkalbetermin, b = ± 2 Tage bezogen auf den errechneten Abkalbetermin, c = eine Kuh, die vor dem ersten Melken um 7 Uhr kalbt, wird bereits um 9 Uhr erneut für Tag 1 p.p. untersucht, die weiteren Untersuchungen erfolgten jeweils im 24-Stunden-Rhythmus, d = ± 2 Tage, e = ± 3 Tage

Anhand eines festen Schemas von Parametern (Tab. 30, Codierung: Anhang Tab. 84) führten zwei Untersucher die Allgemeinuntersuchungen durch. Der Kot wurde dabei nach dem Bewertungsschema von Zaaijer und Noordhuizen (2003) (Anhang Tab. 85) sowie die Lahmheit nach dem modifizierten Schema von Dirksen (2012) (Anhang Tab. 86) beurteilt.

Tabelle 30: Parameter der Allgemeinuntersuchung

Parameter	Beurteilung
Allgemeinbefinden	gestört/ungestört
Verhalten	ungestört/somnolent/komatös
Haltung	Belastung aller GM und Form der Rückenlinie
Atemfrequenz	Atemzüge/Minute [a]
Herzfrequenz	Herzschläge/Minute [a]
Rektaltemperatur	°C [a]
Lungenauskultation	Intensität von Lungengeräuschen
Pansenkontr.	Anzahl der Kontraktionen/Minute
Int. der Pansenkontr.	Skala von 0 (keine Kontraktion) bis 4 (sehr laute Kontraktion)
Kotkonsistenz	Skala von 1–5 [b]
Kotstruktur	Skala von 1–5 [b]
Bauchdeckenspannung	weich/mittel/fest
Steelband-Effekt	rechts und/oder links
Vaginalschleimhaut	Feuchtigkeit und Farbe
Vaginalausfluss	Farbe und Menge
Bewegung	Skala von 0–6 [c]
Ohrtemperatur	manuelle Einschätzung: warm/kühl/kalt
Besonderheiten	Husten/Haut etc.

a = Referenzwert nach Stöber (2012), b = Referenzwert nach Zaaijer und Noordhuizen (2003), c = Scoringsystem modifiziert nach Dirksen (2012), GM = Gliedmaße, Int. = Intensität, Pansenkontr. = Pansenkontraktionen

Die Diagnosen wurden anhand fester Parameter gestellt (Tab. 31).

Tabelle 31: Diagnosen anhand der Allgemeinuntersuchung und der Blutparameter

Mastitis
A.p.: Offene Abszesse am Euter sichtbar P.p.: Diagnosestellung durch die Melker anhand von Milchproben/Schalm-Tests
Metritis/Endometritis
- Klinische Metritis Grad II: Bis Tag 21 eitrig stinkender Ausfluss mit Fieber (≥ 39,3 °C). Ab US 2 zusätzlich rot (-brauner) oder weißer Ausfluss mit Fieber (≥ 39,3 °C) - Klinische Metritis Grad I: An US 2 bis Tag 21 p.p. rot, rot-brauner oder weißer Ausfluss oder weiße Flocken ohne Fieber - Klinische Endometritis: Ab Tag 21 eitriger Ausfluss oder ab Tag 26 p.p. verfärbter Ausfluss
Stoffwechselstörung
Gestörtes AB in Kombination mit: - Pansenhypomotilität (eine Kontraktion)/Pansenatonie, veränderter Kotkonsistenz/kein Kot und ggf. kalten Ohren - Innerhalb der ersten drei Tage Festliegen/sehr unsicherer Stand, ggf. mit kalte/kühle Ohren/Haut
Fieber unbekannter Genese
Fieber (≥ 39,3 °C) ohne einen durch die Allg.US feststellbaren Grund , ggf. mit Störung des AB
Lahmheit/Erkrankung der Gliedmaßen
Lahmheit (Score ≥ 2)[a], festliegende Kuh mit Verdacht auf Ursache im Bewegungsapparat
Hautveränderungen
Schuppige, trockene, haarlose Hautstellen mit Juckreiz
Pansenazidose
Dünner Kot (Score 2)[b] oder Diarrhoe (Score 1)[b] in Kombination mit einer NSBA ≤ 100 in der Harnuntersuchung (wurde nur an Tagen mit Harnuntersuchung ermittelt: Tag 21 a.p., 14 a.p., 7 a.p., 7 p.p., 28 p.p., 60 p.p.)
Gestörtes Allgemeinbefinden unbekannter Genese
AB der Kuh wirkt gestört im Sinne von hängenden Ohren und/oder eingefallenen Augen, wobei anhand der Allg.US keine genaue Ursache ermittelt werden kann
Durchfall
Kotkonsistenz = 1[b]
Störung nach Kalbung
Am Tag der Kalbung Fieber (≥ 39,3 °C) oder gestörtes AB ohne Festliegen in Kombination mit Pansenhypomotorik oder Pansenatonie
Pneumonie
Tachypnoe in Kombination mit einem Lungengeräusch und Fieber (≥ 39,3 °C)
Subklinische Ketose
BHB > 1,2 mmol/l (LeBlanc, 2010)

a = Scoringsystem modifiziert nach Dirksen (2012), AB = Allgemeinbefinden, Allg.US = Allgemeinuntersuchung, b = Beurteilung der Kotkonsistenz mit den Referenzwerten nach Zaaijer und Noordhuizen (2003), US 2 = Untersuchung Tag 2 p.p.

3.3.6 Milchmenge und Milchinhaltsstoffe

Die Milchmenge wurde bei jedem Melkgang elektronisch am Melkstand erfasst und ab Tag 1 p.p. für jeden Tag bis Tag 100 p.p. ausgewertet.

Wöchentlich fand eine Milchuntersuchung bezüglich der Milchmenge und Milchinhaltsstoffe bis Tag 60 p.p. statt. (Tab. 32). Dabei wurde an einem festen Tag in der Woche an allen drei

Melkgängen eine Milchprobe bei jeder Kuh genommen. Die drei Proben jeder Kuh wurden gepoolt und auf die in Tabelle 32 dargestellten Inhaltsstoffe hin untersucht. Für die Milchmenge der jeweiligen Kuh wurde der wöchentliche Durchschnitt errechnet.

Tabelle 32: Wöchentliche Milchuntersuchung

Zeitraum	Woche 1 bis 60 p.p. 1 x wöchentlich
Milchmenge (kg)	Wöchentlicher Durchschnitt berechnet
Milchinhalts-stoffe	Milchfett (%), Milchfett (g), Milcheiweiß (%), Milcheiweiß (g), Laktose (%), Laktose (g), Fett-Eiweiß-Quotient, fettkorrigierte Milch, energiekorrigierte Milch, Harnstoff (mg/l und mmol/l), Zellzahl (1000/ml)

3.4 Statistische Auswertung

Die Auswertung der Daten wurde mit dem Computerprogramm SPSS Statistics (Version 23.0, IBM, Armonk (New York), USA) und Excel (2013, Microsoft, Redmond (Washington), USA) durchgeführt. Für alle Analysen (Tab. 33–36) wurde das Signifikanzniveau auf $p < 0,05$ festgelegt sowie einige Variablen codiert (Anhang Tab. 84).

Bei der Analyse des Zusammenhangs zwischen der Pansenfüllung und der Futteraufnahme (Tab. 35) wurde eine partielle Korrelation gewählt. Grundlage ist hierbei die Struktur des Datensatzes, wonach jede Kuh in der Stichprobe wiederholte Messungen der Pansenfüllung und der Futteraufnahme aufweist. Es besteht die Annahme, dass die Korrelation nicht allein auf dem Zusammenhang der Futteraufnahme und der Pansenfüllung beruht, sondern eine andere Variable, eine sog. Störvariable, den Zusammenhang mitbestimmt. Es wird entsprechend von einem Zusammenhang der Pansenfüllung und der individuellen Kuh sowie einem Zusammenhang zwischen der Futteraufnahme und der individuellen Kuh ausgegangen, weshalb die Ohrnummer als Kontrollvariable gewählt wurde. Nach Bühl und Zöfel (2005) kann eine Scheinkorrelation entstehend durch eine solche Störvariable mittels der partiellen Korrelation ausgeschlossen werden.

Zur Ermittlung des Einflusses des Laktationszeitpunktes auf den Zusammenhang zwischen der Pansenfüllung und der Futteraufnahme (Tab. 35) wurde ein allgemeines gemischtes lineares Modell berechnet. Dieser Analyse liegt die wiederholte Messung der Pansenfüllung und der Futteraufnahme bei ein und derselben Stichprobe von Kühen zugrunde.

Das lineare gemischte Modell berechnet den Zusammenhang zwischen einer kontinuierlichen abhängigen Variable und verschiedenen festen und zufälligen Koeffizienten (West et al., 2015). Dieses Verfahren funktioniert auch, wenn nicht alle Messwiederholungen mit einem Wert besetzt sind (Bühl und Zöfel, 2005). In diesem Fall stellen die Kühe eine Stichprobe dar und können individuelle Merkmale oder Unterschiede aufweisen. So kann ihre Laktations-nummer, Körpergröße oder -kondition variieren. Diese kuhindividuellen Effekte können nicht vorhergesehen werden, wodurch mit einer zufälligen Streuung zwischen den Kühen gerechnet

werden muss, mit sog. zufälligen Effekten. Nach Möser (2010) beinhaltet das gemischte Modell eine Varianzkomponente, welche die Streuung zwischen den Gruppen misst. Der Vorteil des gemischten Modells besteht darin, dass zufälligen Effekte herausgerechnet werden und ein Vergleich zwischen den Variablen möglich wird (Möser, 2010).

Tabelle 33: Analysen: Einflussfaktoren auf den Mittelwert der Pansenfüllung

Variable	Berücksichtigt für die Analyse		Test
	a.p.	p.p.	
$\bar{x}$ der Pansenfüllung (pro Woche)	x	x	
Kontinuierliche Parameter:			
RFD	x	x	
BCS	x	x	
Laktationsnummer	x	x	
Lebendmasse	x	x	
Milchmenge der VL	x	–	
305-Tage-Milchmenge der VL	x	–	Bivariate Korrelation nach Spearman
305-Tage-Fett-Eiweiß-Quotient der VL	x	–	
Fett-Eiweiß der VL	x	–	
Rastzeit der VL	x	–	
Portionsaufwand der VL	x	–	
FM- und TM-Aufnahme	x	x	
$\bar{x}$ des Bewegungsscores a.p.	x	–	
$\bar{x}$ des Bewegungsscores p.p.	–	x	
Milchmenge/Tag	–	x	
Gewicht des Kalbes	–	x	
$\bar{x}$ der Pansenfüllung (pro Woche) (Testfeld)	x	x	Nicht parametrisch
Dichotome Variablen (Gruppen):			Nach Mann-Whitney-U
Klauenbefunde zum Trockenstellen	x	–	
Ordinale Parameter (Gruppen):			
Geburtsverlauf	–	x	Nach Kruskal-Wallis
Geschlecht des Kalbes	–	x	
Totgeburten	–	x	
Laktationsnummer (2–4, ≥ 5)	x	x	
$\bar{x}$ der Pansenfüllung (pro Woche) (abh.Variable)	x	x	
Kategoriale Variablen:			
Laktationsnummer (2–4, ≥ 5)	x	x	
Kontinuierliche Parameter:			
RFD	x	x	
BCS	x	x	
Milchmenge/Tag	–	x	Allgemeines lineares univariates Modell
Milchmenge der VL	x	–	
305-Tage-Milchmenge	x	–	
305-Tage-Fett-Eiweiß-Quotient	x	–	
Fett-Eiweiß der VL	x	–	
Rastzeit der VL	x	–	
Portionsaufwand der VL	x	–	
$\bar{x}$ FM- und $\bar{x}$ TM-Aufnahme	x	x	
Mittelwert des Bewegungsscores p.p.	–	x	

abh. = abhängige, FM = Frischmasse, TM = Trockenmasse, VL = aus der Vorlaktation, $\bar{x}$ = Mittelwert

Tabelle 34: Analysen: Ursachen eines gestörten Pansenfüllungsverlaufes

Variable	Test
Gestörter Pansenfüllungsverlauf (Spalten)	Chi-Quadrat/Fisher
Parameter der Allgemeinuntersuchung (Zeilen) Abgänge (Zeilen) Trächtigkeiten bis Tag 200 p.p. (Zeilen)	
Gestörter Pansenfüllungsverlauf (Testfeld)	Nicht parametrisch nach Mann-Whitney-U
Klauenbefund zum Trockenstellen (Gruppen) Blutparameter (Gruppen): ASAT, GGT, GLDH, CK, Alb, GE, HN, Bili, Chol, Glc, BHB, NEFA, Ca, P, Mg, Na, K, Cl, Coe, Krea, HB, HKT, Ery, WBC, MCV, MCH, MCHC Harnparameter (Gruppen): pH-Wert, NSBA, Base, Säure, NH_4^+, BSQ, Ca, K, Na, Mg, Cl, P, Krea	
Gestörter Pansenfüllungsverlauf (abhängige Variable)	Multivariabel logistisch (vorwärts bedingt)
Blutparameter (Kovariate): Für Analyse a.p.: CK, Alb, NEFA, Ery, HB, HKT, MCV, MCH, HN, Glc, P, Mg, Na, Cl Für Analyse p.p.: Bili, K, Krea, MCHC, HN, Glc, P, Mg, Na, Cl Harnparameter (Kovariate): Für Analyse a.p.: Ca, K, P, Krea Für Analyse p.p.: pH-Wert, Säurezahl, NH_4, Krea, Cl	

Alb = Albumin, ASAT = Aspartat-Aminotransferase, Base = Basenzahl, Bili = Bilirubin, BSQ = Basen/Säure-Quotient, Ca = Kalzium, Chol = Cholesterin, CK = Creatinkinase, Cl = Chlorid, Ery = Erythrozyten, GE = Gesamteiweiß, GGT = γ-Glutamyl-Transferase, GLDH = Glutamatdehydrogenase, Glc = Glukose, HB = Hämoglobin, HKT = Hämatokrit, HN = Harnstoff, K = Kalium, Krea = Kreatinin, MCV = mittleres korpuskuläres Volumen, MCH = mittlerer korpuskulärer Hämoglobingehalt , MCHC = mittlere korpuskuläre Hämoglobinkonzentration, Mg = Magnesium, Na = Natrium, NSBA = fraktionierte NSBA, P = anorganisches Phosphat, Säure = Säurezahl, WBC = Leukozyten

Tabelle 35: Analysen: Zusammenhänge zwischen der Pansenfüllung und der Futteraufnahme

Variable	Test
Pansenfüllung Frischmasseaufnahme Trockenmasseaufnahme	Partielle Korrelation (Kontrollvariable: Ohrnummer)
Ohrnummer (Subjekt) Fortlaufende Messzeit (Messwiederholung) Pansenfüllung (Zielfeld) Frischmasseaufnahme (Fester Effekt) Messzeitpunkt (Fester Effekt)	Verallgemeinertes lineares gemischtes Modell

Tabelle 36: Analysen: Die Pansenfüllung als Indikator für Leistung, Tiergesundheit und Fruchtbarkeit

Variable	Berücksichtigt für die Analyse		Test
	a.p.	p.p.	
$\bar{x}$ der Pansenfüllung (pro Woche) Frischmasseaufnahme sowie Trockenmasseaufnahme Netto-Energie-Laktation Milchemenge Milchfett Milcheiweiß (% und g) Laktose Harnstoff			Bivariate Korrelation nach Spearman
Gestörter Pansenfüllungsverlauf (Spalten) Pansenfüllung ≤ 2,5 (a.p.) (Spalten) Pansenfüllung < 2,5 (Tag 1–2 p.p.) (Spalten) Pansenfüllung < 3,0 (Tag 3–7 p.p.) (Spalten) Trächtigkeit bis Tag 200 p.p. (Zeilen) sowie nach 1. Besamung (Zeilen) Erkrankungen und Abgänge (Zeilen):*, **			Chi-Quadrat/ Fisher
$\bar{x}$ der Pansenfüllung (Kovariate)	x	x	Binär logistisch (vorwärts bedingt)
Erkrankungen (abhängige Variable):			
Lahmheit p.p.	–	x	
Lahmheit a.p.	x	–	
Fieber p.p.	x	x	
SW/Allg. p.p.	x	x	
Ovarialzysten p.p.	x	x	
Mastitis p.p.	x	x	
Diarrhoe p.p.	x	x	
Pansenazidose a.p.	x	x	
Uteruserkrankungen p.p.	x	x	
NGV p.p.	x	x	
Modell mit verschiedenen Erkrankungen: *	x	x	
Behandlung mit Pansenstimulans p.p.	x	x	
Subklinische Ketose Woche 1 p.p.	x	–	
Subklinische Ketose Tag 28/60 p.p.	x	x	
Abgänge bis Tag 60 p.p. und Tag 61–200 p.p.	x	x	

$\bar{x}$ = Mittelwert, * = Modell verschiedener Erkrankungen (beinhaltete: NGV, Ketose in Woche 1 p.p., Fieber unbekannter Ursache ab Tag 1 p.p., Uteruserkrankungen, Abgänge bis Tag 60 p.p., Ovarialzysten, Behandlung mit Pansenstimulans p.p.), ** = Behandlung mit Pansenstimulans p.p., subklinische Ketose Woche 1 p.p. und Woche Tag 28/60 p.p., Mastitis p.p., Fieber unbekannter Ursache p.p., Lahmheit p.p., NGV p.p., SW/Allg. p.p., Uteruserkrankungen p.p., Pansenazidose p.p., Diarrhoe p.p., Abgang bis Tag 60 p.p und Tag 61 bis 200 p.p., Ovarialzysten p.p.

4. Ergebnisse

4.1 Deskriptive Darstellung der Pansenfüllung

4.1.1 24-Stunden-Tagesprofile

In den Messwochen der 24-Stunden-Tagesprofile gibt es a.p. in der 1. Woche 445 Einzelmesswerte und in der 2. Woche 453 (Tab. 37). P.p. liegen 250 Einzelmesspunkte zu beiden Wochen vor. Es wurden bei den Kühen a.p. Noten zwischen 2,5 und 4,5 vergeben, wobei die Note 2,5 nur einmal vergeben wurde. Am häufigsten kommt a.p. die Note 4,0 vor (64,3 % in Woche 1 und 71,3 % in Woche 2). A.p. besteht eine geringe tierindividuelle Variabilität (Abb. 3: , Anhang Abb. 27:). Über 97 % aller Noten fallen auf die Noten 4 und 3,5.
P.p. ist die tierindividuelle Variabilität der Noten sehr viel ausgeprägter (Tab. 37, Abb. 4, Anhang Abb. 28). Es wurden Noten zwischen 2,0 und 4,0 vergeben, wobei 28 % aller Noten in der 1. Woche ≤ 2,5 liegen.

Tabelle 37: Verteilung der Pansenfüllungsnoten

	Ges.	Note	n	%	$\bar{x}$	SD	m	Perzentil	
								2,5	97,5
Pansenfüllung Woche 1 der Kühe a.p.	445	2,5	1	0,2	3,83	0,265	4,0	3,5	4,0
		3,0	4	0,9					
		3,5	149	33,5					
		4,0	286	64,3					
		4,5	5	1,1					
Pansenfüllung Woche 2 der Kühe a.p.	453	3,0	1	0,2	3,87	0,237	4,0	3,5	4,0
		3,5	123	27,2					
		4,0	323	71,3					
		4,5	6	1,3					
Pansenfüllung Woche 1 der Kühe p.p.	250	2,0	11	4,4	3,17	0,607	3,0	2,0	4,0
		2,5	59	23,6					
		3,0	75	30,0					
		3,5	42	16,8					
		4,0	63	25,2					
Pansenfüllung Woche 2 der Kühe p.p.	250	2,5	39	15,6	3,37	0,527	3,5	2,5	4,0
		3,0	63	25,2					
		3,5	73	29,2					
		4,0	75	30,0					

Ges. = Anzahl aller Benotungen, m = Median, n = Anzahl an betroffenen Tieren mit entsprechender Note, SD = Standardabweichung, $\bar{x}$ = Mittelwert

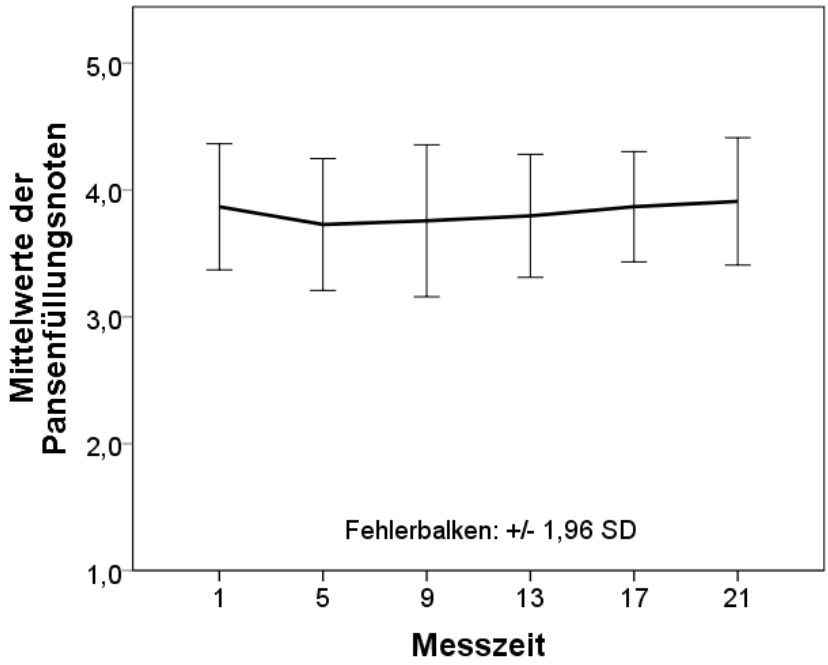


Abbildung 3: Mittelwerte der Pansenfüllungsnoten aller Kühe a.p. (Messwoche 1)

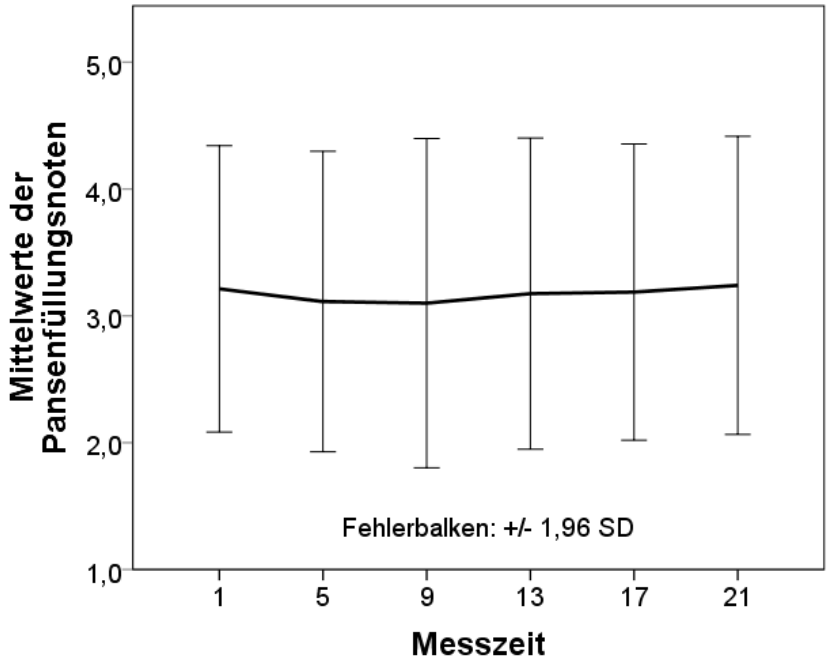


Abbildung 4: Mittelwerte der Pansenfüllungsnoten aller Kühe p.p. (Messwoche 1)

4.1.2 Tägliche Benotungen

4.1.2.1 Ante partum

A.p. hat ein Großteil der Kühe die Noten 3,5 und 4,0 erhalten (Tab. 38). 25 % aller Kühe haben a.p. Pansenfüllungsnoten bis 3,5 und der Median der Kühe liegt a.p. fast durchgängig bei 4,0. 75 % aller Kühe haben ebenfalls Noten bis 4,0.

Tabelle 38: Häufigkeitsverteilung der Pansenfüllungsnoten a.p.

Tag a.p.	n	$\bar{x}$	SD	Median	Perzentile		Min.	Max.
					25	75		
21	53	3,7	0,42	4,0	3,5	4,0	2,5	4,0
20	62	3,7	0,39	4,0	3,5	4,0	2,5	4,5
19	71	3,7	0,40	4,0	3,5	4,0	2,5	4,5
18	81	3,8	0,37	4,0	3,5	4,0	2,5	4,5
17	86	3,7	0,37	4,0	3,5	4,0	2,5	4,0
16	90	3,8	0,37	4,0	3,5	4,0	2,5	4,5
15	97	3,7	0,36	4,0	3,5	4,0	2,5	4,5
14	98	3,7	0,35	4,0	3,5	4,0	2,5	4,5
13	100	3,7	0,37	4,0	3,5	4,0	2,5	4,5
12	100	3,8	0,36	4,0	3,5	4,0	2,5	4,5
11	101	3,8	0,36	4,0	3,5	4,0	2,5	4,5
10	103	3,8	0,39	4,0	3,5	4,0	2,5	4,5
9	104	3,7	0,40	4,0	3,5	4,0	2,5	4,5
8	106	3,8	0,40	4,0	3,5	4,0	2,5	4,5
7	108	3,7	0,40	4,0	3,5	4,0	2,5	4,0
6	108	3,7	0,42	4,0	3,5	4,0	2,5	4,0
5	108	3,7	0,42	4,0	3,5	4,0	2,5	4,0
4	109	3,7	0,41	4,0	3,5	4,0	2,5	4,0
3	109	3,6	0,42	3,5	3,5	4,0	2,0	4,0
2	109	3,6	0,44	3,5	3,5	4,0	2,0	4,5
1	109	3,5	0,45	3,5	3,5	4,0	2,0	4,0

Max. = Maximum, Min. = Minimum, n = Anzahl untersuchter Tiere, SD = Standardabweichung, $\bar{x}$ = Mittelwert

Die Note 3,5 wurde 614-mal vergeben und 1.105-mal die Note 4,0. Die kleinste Pansenfüllungsnote ist 2,0 und wurde lediglich dreimal vergeben. Die höchste vergebene Note ist 4,5 (15-mal vergeben) (Tab.39).

Tabelle 39: Häufigkeitsverteilung der einzelnen Pansenfüllungsnoten a.p.

Note	2		2,5		3		3,5		4		4,5	
Tag a.p.	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
21	0	0,0	2	3,8	6	11,3	14	26,4	31	58,5	0	0,0
20	0	0,0	1	1,6	6	9,7	20	32,3	33	53,2	2	3,2
19	0	0,0	2	2,8	7	9,9	19	26,8	42	59,2	1	1,4
18	0	0,0	2	2,5	4	4,9	25	30,9	48	59,3	2	2,5
17	0	0,0	2	2,3	7	8,1	29	33,7	48	55,8	0	0,0
16	0	0,0	2	2,2	6	6,7	27	30,0	54	60,0	1	1,1
15	0	0,0	1	1,0	9	9,3	36	37,1	50	51,5	1	1,0
14	0	0,0	1	1,0	8	8,2	34	34,7	54	55,1	1	1,0
13	0	0,0	1	1,0	11	11,0	31	31,0	56	56,0	1	1,0
12	0	0,0	1	1,0	9	9,0	27	27,0	62	62,0	1	1,0
11	0	0,0	1	1,0	9	8,9	26	25,7	64	63,4	1	1,0
10	0	0,0	3	2,9	8	7,8	26	25,2	65	63,1	1	1,0
9	0	0,0	3	2,9	11	10,6	34	32,7	55	52,9	1	1,0
8	0	0,0	4	3,8	7	6,6	27	25,5	67	63,2	1	0,9
7	0	0,0	3	2,8	12	11,0	28	25,9	65	60,2	0	0,0
6	0	0,0	5	4,6	10	9,3	37	34,3	56	51,9	0	0,0
5	0	0,0	4	3,7	13	12,0	32	29,6	59	54,6	0	0,0
4	0	0,0	4	3,7	12	11,0	31	28,4	62	56,9	0	0,0
3	1	0,9	5	4,6	8	7,3	49	45,0	46	42,2	0	0,0
2	1	0,9	3	2,8	15	13,8	14	36,7	49	45,0	1	0,9
1	1	0,9	7	6,4	14	12,8	48	44,0	39	35,8	0	0,0

n = Anzahl an betroffenen Tieren

Betrachtet man den Verlauf aller Pansenfüllungsmittelwerte a.p., so schwanken diese nur wenig. Lediglich zur Kalbung scheint ein leichter Abfall der Noten sichtbar (Abb. 5).

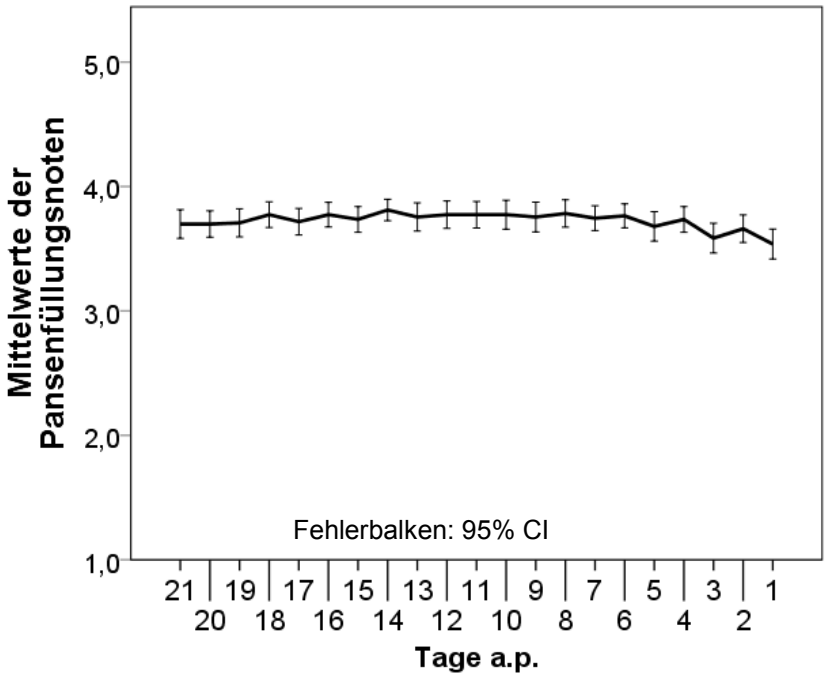


Abbildung 5: Mittelwerte der Pansenfüllungsnoten aller Kühe a.p.

4.1.2.2 Post partum

Der Median und das Perzentil von 75 % überschneiden sich p.p. nur an drei Messtagen und nicht fast durchgängig, wie es bei der Notenverteilung a.p. der Fall ist (Tab.40). An fast allen Messzeitpunkten haben 75 % der Kühe Noten bis 3,5, wohingegen der Median konstant bei 3,0 liegt und nur an Tag 60 p.p. auf 3,5 ansteigt. Der Mittelwert der Pansenfüllungsnoten liegt p.p. bei 2,8 (an Tag 1 und 2 p.p.) und 3,3 (an Tag 60 p.p.).

Tabelle 40: Häufigkeitsverteilung der Pansenfüllungsnoten p.p.

Messtag p.p.	n	$\bar{x}$	Median	Min.	Max.	SD	Perzentile	
							25	75
0	107	3,1	3,0	1,5	4,0	0,63	2,5	3,5
1	107	2,8	3,0	2,0	4,0	0,52	2,5	3,0
2	108	2,8	3,0	1,5	4,0	0,49	2,5	3,0
3	108	2,9	3,0	1,5	4,0	0,53	2,5	3,5
4	107	3,0	3,0	1,5	4,0	0,55	2,5	3,5
5	107	3,0	3,0	2,0	4,0	0,49	2,5	3,5
6	107	3,1	3,0	2,0	4,0	0,53	2,5	3,5
7	107	3,1	3,0	1,5	4,0	0,53	3,0	3,5
8	106	3,1	3,0	1,5	4,0	0,52	3,0	3,5
9	96	3,1	3,0	1,0	4,0	0,56	2,5	3,5
28	105	3,2	3,0	2,0	4,0	0,53	3,0	3,5
60	102	3,3	3,5	2,5	4,0	0,39	3,0	3,5

Max. = Maximum, Min. = Minimum, n = Anzahl untersuchter Tiere, SD = Standardabweichung, $\bar{x}$ = Mittelwert

Die am häufigsten vergebenen Noten sind die Noten 2,5 bis 3,5 (Tab. 41). Die kleinste Note ist 1,0 und wurde nur einmal vergeben. Die Noten 4,5 oder 5 wurden nie vergeben. Es ist ein leichter Trend der Notenvergabe innerhalb der Tabelle von links oben (unmittelbar nach der

Kalbung mit niedrigen Noten) nach rechts unten (fortgeschrittene Laktation mit höheren Noten) zu erkennen.

Tabelle 41: Häufigkeitsverteilung der einzelnen Pansenfüllungsnoten p.p.

Note	1		1,5		2		2,5		3		3,5		4	
Tag p.p.	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
0	0	0,0	1	0,9	9	8,4	26	24,3	26	24,3	26	24,3	19	17,8
1	0	0,0	0	0,0	14	13,1	36	33,6	31	29,0	23	21,5	3	2,8
2	0	0,0	1	0,9	11	10,2	37	34,3	41	38,0	15	13,9	3	2,8
3	0	0,0	2	1,9	8	7,4	30	27,8	37	34,3	27	25,0	4	3,7
4	0	0,0	2	1,9	7	6,5	29	27,1	35	32,7	28	26,2	6	5,6
5	0	0,0	0	0,0	5	4,7	26	24,3	39	36,4	30	28,0	7	6,5
6	0	0,0	0	0,0	9	8,4	23	21,5	30	28,0	39	36,4	6	5,6
7	0	0,0	1	0,9	5	4,6	17	15,9	39	36,4	34	31,8	11	10,3
8	0	0,0	1	0,9	4	3,8	18	17,0	37	34,9	35	33,0	11	10,4
9	1	0,9	0	0,0	7	7,3	16	16,7	34	35,4	31	32,3	7	7,3
28	0	0,0	0	0,0	5	4,8	10	9,5	45	42,9	25	23,8	20	19,0
60	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	2,9	46	45,1	36	35,3	17	16,7

n = Anzahl an betroffenen Tieren

Bei Betrachtung der Verlaufskurve der Pansenfüllungsnoten aller Kühe p.p. erreichen die Noten in den ersten zwei Tagen p.p. ihren Tiefpunkt und nehmen dann langsam wieder zu. Die höchsten Pansenfüllungsnoten liegen an Tag 60 p.p. vor (Abb. 6).

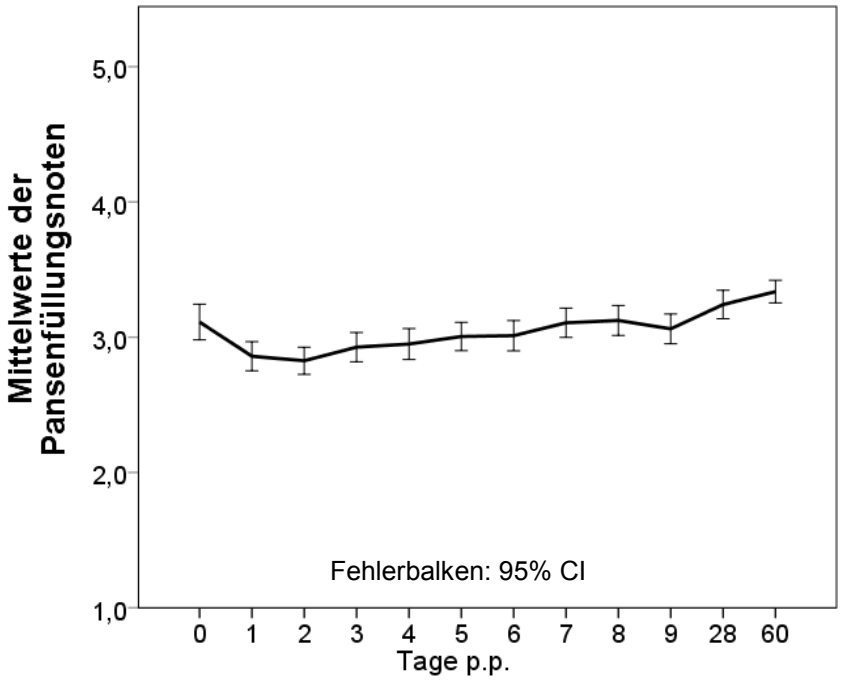


Abbildung 6: Mittelwert der Pansenfüllungsnoten aller Kühe p.p.

4.1.3 Tierindividueller Verlauf ante partum

Von 109 Kühen haben 78 einen ungestörten Verlauf der Pansenfüllung a.p. Dabei schwanken die Pansenfüllungsnoten nur unwesentlich (im Bereich einer halben Note) und fallen gelegentlich ab Tag 3 a.p. ab. (Abb. 7–8). 31 Kühe haben einen abweichenden Verlauf der Pansenfüllung. Die Schwankungen betragen eine ganze Pansenfüllungsnote oder mehr und das Verlaufsbild erscheint unregelmäßig (Abb. 9–10).

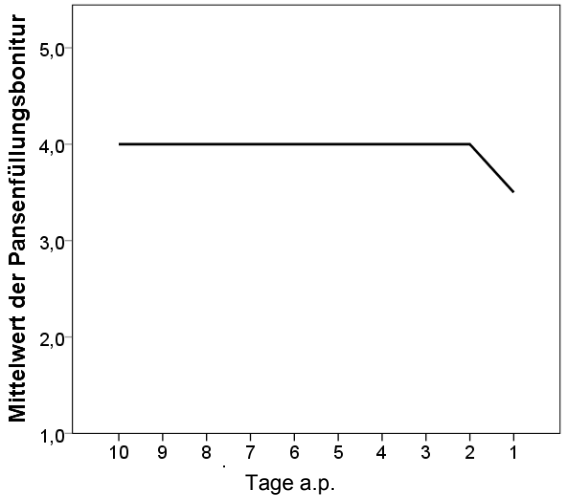


Abbildung 7: Beispielhafter Verlauf einer ungestörten Pansenfüllung a.p.

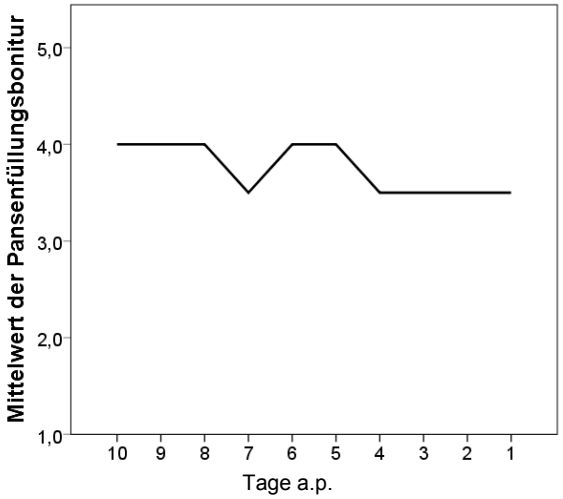


Abbildung 8: Beispielhafter Verlauf einer ungestörten Pansenfüllung a.p.

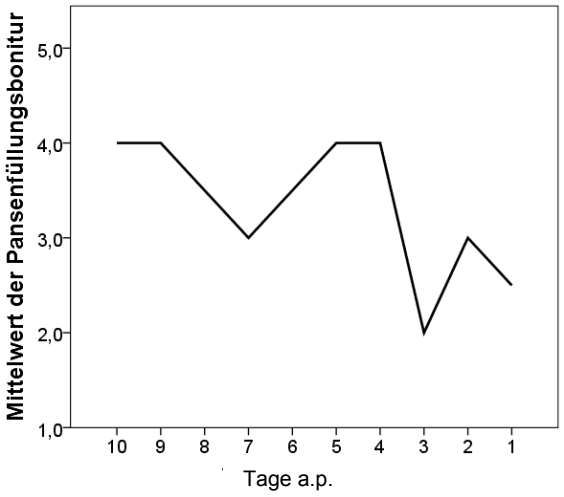


Abbildung 9: Beispielhafter Verlauf einer gestörten Pansenfüllung a.p.

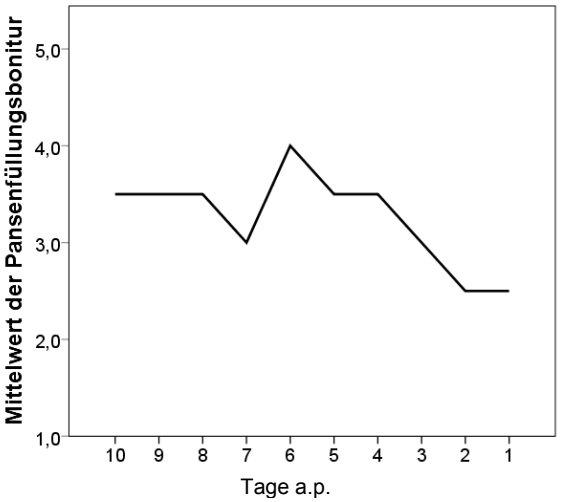


Abbildung 10: Beispielhafter Verlauf einer gestörten Pansenfüllung a.p.

4.1.4 Tierindividueller Verlauf post partum

Von 109 Kühen haben 25 einen gestörten Verlauf der Pansenfüllung p.p. 84 Kühe haben einen ungestörten Verlauf. Die Noten schwanken bei diesen Kühen entweder nur wenig oder steigen nach einem Abfall in den ersten Tagen p.p. stetig an. Die Verlaufskurven ähneln somit der Verlaufskurve des Mittelwertes aller Kühe p.p. (Abb. 11–12). Die Kühe mit gestörtem Verlauf haben deutliche Abweichungen von der Verlaufskurve des Mittelwertes aller Kühe. Ihre Werte schwanken sehr stark oder fallen gar über die Zeit p.p. ab. (Abb. 13–14). Bei p.p. festliegenden Kühen liegt nur eine unvollständige oder gar keine Verlaufskurve der Pansenfüllung vor, da eine Benotung liegender Kühe nicht erfolgen konnte. Dieser Umstand führte zum Ausschluss entsprechender Kühe aus der Betrachtung des Pansenfüllungsverlaufes p.p. Ebenfalls konnte die Verlaufskurve von unmittelbar p.p. abgegangenen Kühen nicht bewertet werden.

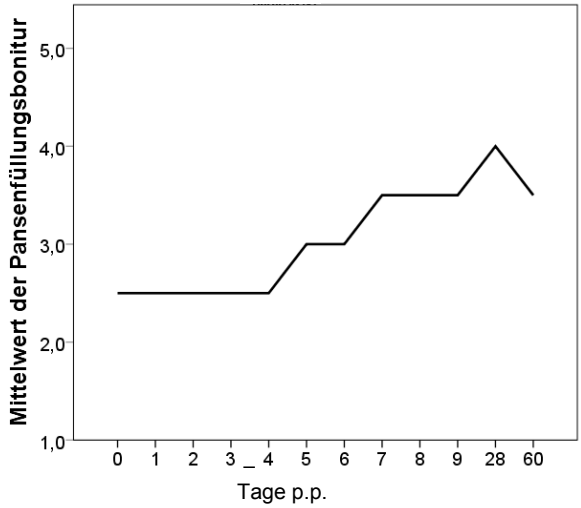


Abbildung 11: Beispielhafter Verlauf einer ungestörten Pansenfüllung p.p.

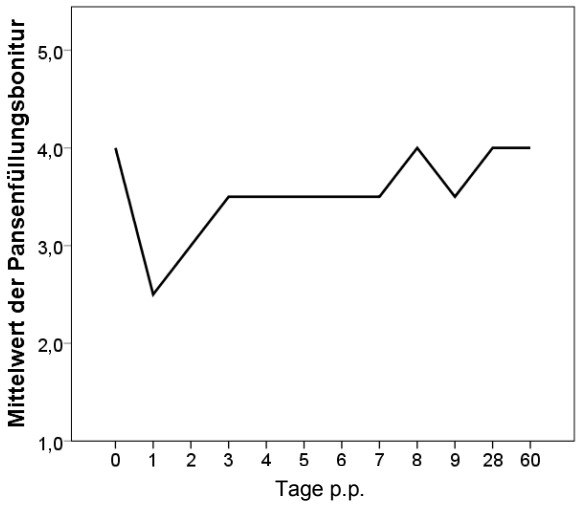


Abbildung 12: Beispielhafter Verlauf einer ungestörten Pansenfüllung p.p.

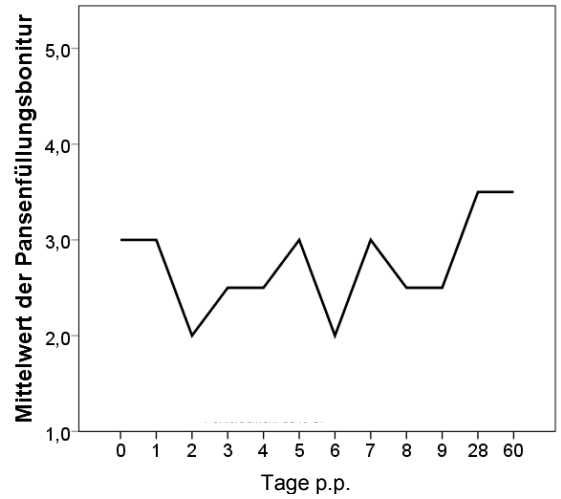


Abbildung 13: Beispielhafter Verlauf einer gestörten Pansenfüllung p.p.

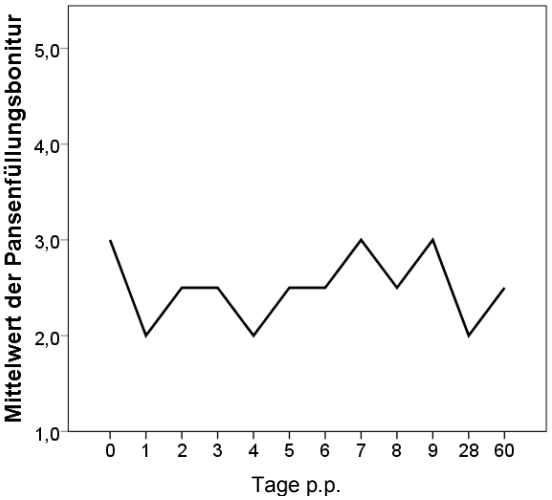


Abbildung 14: Beispielhafter Verlauf einer gestörten Pansenfüllung p.p.

4.2 Einflussfaktoren auf die tägliche Benotung des Pansenfüllungs-mittelwertes

4.2.1 Ante partum

In den Wochen a.p. wirken unterschiedlich viele Einflussfaktoren auf die Pansenfüllung (Tab. 42). Die meisten Korrelationen liegen eine Woche sowie zwei Wochen a.p. vor.
Eine steigende Laktationsnummer korreliert signifikant mit einer sinkenden Pansenfüllung in Woche 1 a.p. ($r = -0,309$; $p = 0,001$) sowie in Woche 2 a.p. ($r = -0,249$; $p = 0,011$). Auch im nicht parametrischen Test nach Kruskal-Wallis ist die Verteilung der Mittelwerte der Pansenfüllungsnoten über die Laktationsnummern 2–4 und ≥ 5 in den Wochen 1 und 2 a.p. signifikant unterschiedlich. Demnach unterscheidet sich die Bewertung der Pansenfüllung zwischen Kühen unterschiedlicher Laktationsnummern.
Der Mittelwert der Pansenfüllung korreliert zwei Wochen a.p. ($r = 0,272$; $p = 0,006$) und drei Wochen a.p. ($r = 0,220$; $p = 0,032$) positiv mit dem BCS zum Einstallen in die Vorbereitergruppe (Anhang Tab. 87). Ebenso verhält es sich mit der RFD beim Einstallen in die Vorbereitergruppe und dem Mittelwert der Pansenfüllung zwei Wochen a.p. ($p = 0,001$) und drei Wochen a.p. ($p = 0,007$) sowie mit der RFD zum Trockenstellen ($p = 0,004$) (Anhang Tab. 88). Entsprechend steigt der Mittelwert der Pansenfüllung mit zunehmender RFD bzw. zunehmendem BCS.
Es besteht eine negative Korrelation zwischen der Rastzeit der Vorlaktation (Anhang Tab. 90) und dem Mittelwert der Pansenfüllung in allen drei Wochen a.p.
Eine steigende Frischmasse- ($r = 0,390$; $p < 0,001$) und Trockenmasseaufnahme a.p. ($r = 0,383$; $p < 0,001$) korreliert gering mit einer steigenden Pansenfüllung eine Woche a.p. Weitere signifikante negative Korrelationen bestehen zwischen dem Mittelwert der Pansenfüllung der verschiedenen Wochen a.p. und der Vorlaktationsmilchleistung sowie dem Portionsaufwand (Anhang Tab. 90).
Die Parameter BCS zum Trockenstellen, Lebendmasse (kg) zum Trockenstellen (Anhang Tab. 89) und Mittelwert der Lahmheitsnoten a.p. (Mittelwert aus den Untersuchungen zum Einstallen, Tag 21 a.p. (± 2 Tage), Tag 14 a.p. (± 2 Tage) und Tag 7 a.p. (± 2 Tage)) korrelieren nicht signifikant mit dem Mittelwert der Pansenfüllung in den Wochen a.p. Die Klauenbefunde zum Trockenstellen (Anhang Tab. 91) haben nach der Analyse mittels des nicht parametrischen Tests nach Mann-Whitney-U keinen signifikanten Einfluss auf den Mittelwert der Pansenfüllungen in den Wochen a.p.

Tabelle 42: Korrelationen und nicht parametrischer Test signifikanter Einflussfaktoren auf die Pansenfüllung a.p.

Parameter		$\bar{x}$ der Pansenfüllung a.p.		
		Tag 21–15	Tag 14–8	Tag 7–1
Korrelationen nach Spearman				
BCS VB	r_s p n	0,220 0,032 95	0,272 0,006 101	0,138 0,155 107
RFD TS	r_s p n	0,193 0,058 97	0,284 0,004 103	0,089 0,355 109
RFD VB	r_s p n	0,270 0,007 97	0,331 0,001 103	0,138 0,153 109
Lakt.Nr.	r_s p n	-0,172 0,092 97	-0,249 0,011 103	-0,309 0,001 109
MM [a]	r_s p n	-0,167 0,104 96	-0,222 0,025 102	-0,285 0,003 108
305-Tage-MM [a]	r_s p n	-0,199 0,052 96	-0,262 0,008 102	-0,222 0,021 108
305-Tage-FEK [a]	r_s p n	-0,087 0,397 96	-0,211 0,033 102	-0,166 0,086 108
FE [a]	r_s p n	-0,078 0,447 96	-0,193 0,052 102	-0,254 0,008 108
RZ [a]	r_s p n	-0,229 0,024 97	-0,292 0,003 103	-0,287 0,002 109
PA [a]	r_s p n	0,001 0,991 97	-0,061 0,541 103	-0,230 0,016 109
Frischmasseaufnahme (kg) [b]	r_s p n	0,039 0,746 73	-0,054 0,591 101	0,390 < 0,001 109
Trockenmasseaufnahme (kg) [b]	r_s p n	0,100 0,398 73	-0,030 0,766 101	0,383 < 0,001 109
Nicht parametrischer Test nach Kruskal-Wallis				
Laktationsnummern 2–4 und ≥ 5	H0 p* n	annehmen 0,266 97	ablehnen 0,037 103	ablehnen 0,002 109

a = aus der Vorlaktation, b = entsprechend der Woche der Pansenfüllungsbewertung, FE = Fett-Eiweiß (kg/Kuh), H0 = Nullhypothese, Lakt.Nr. = Laktationsnummer, LM = Lebendmasse (kg), MM = Milchmenge (kg), n = untersuchter Tiere, p = Signifikanz, p* = 2-seitiger Test, PA = Portionsaufwand der Besamungsportionen, r_s = Korrelationskoeffizient nach Spearman, RZ = Rastzeit, TS = zum Trockenstellen, VB = zum Einstallen in die Vorbereitergruppe, $\bar{x}$ = Mittelwert, 305-Tage-FEK = Fett-Eiweiß-Quotient (kg/Kuh) der 305-Tage-Leistung, 305-Tage-MM = 305-Tage-Milchmenge (kg)

Alle signifikanten Parameter der Korrelationsanalyse sowie dem Kruskal-Wallis-Test (Tab. 42) wurden in der linearen Regression getestet. In dem abschließenden Regressionsmodell (Tab. 43) wurden nur die zueinander unabhängigen Variablen mit signifikantem Einfluss auf den Mittelwert der Pansenfüllung eingeschlossen. Die RFD ist daher nicht in das Regressionsmodell eingegangen, da diese mit dem BCS korreliert. Gleichermaßen verhält es sich mit den Parametern Trockenmasse- und Frischmasseaufnahme, wonach nur die Frischmasseaufnahme berücksichtigt wurde.

Eine Woche a.p. liegen im allgemeinen linearen Modell die meisten Einflussfaktoren vor. Steigt die Frischmasseaufnahme um 50 kg (b = 0,02), so steigt auch der Mittelwert der Pansenfüllung um eine Note (p < 0,001). Zudem steigt der Mittelwert der Pansenfüllung um eine Note mit steigendem BCS um 4,5 Noten (b = 0,22; p = 0,002). Eine Kuh zweiter Laktation hat einen höheren Pansenfüllungsmittelwert als Kühe ab der dritten Laktation. Dabei ist der Mittelwert der Pansenfüllungsnoten für eine Kuh in der zweiten Laktation um 0,22 höher als bei einer Kuh ≥ 5. Laktation. Dieser Zusammenhang ist hoch signifikant (p = 0,003).

Zwei Wochen vor der Kalbung haben Kühe mit einer höheren Rastzeit der Vorlaktation eine niedrigere Pansenfüllung (b = -0,004; p = 0,027). Des Weiteren hat auch in dieser Woche ein hoher BCS Einfluss auf eine höhere Pansenfüllung (b = 0,20; p = 0,001).

Auch in der dritten Woche a.p. hat der BCS hoch signifikanten Einfluss (p = 0,007) auf den Mittelwert der Pansenfüllung (Tab. 43).

Tabelle 43: Allgemeines lineares Modell signifikanter Einflussfaktoren auf die Pansenfüllung a.p.

$\bar{x}$ der Pansenfüllung Tag 1 bis 7 a.p.	b	SE	p
Konstante	2,29	0,29	< 0,001
$\bar{x}$ Frischmasseaufnahme (kg) Tag 1–7 a.p.	0,02	0,01	< 0,001
BCS VB	0,22	0,07	0,002
Laktationsnummer			
2	0,22	0,07	0,003
3	-0,01	0,07	0,948
4	-0,05	0,08	0,588
≥ 5	Ref.	-	-
$\bar{x}$ der Pansenfüllung Tag 8 bis 14 a.p.	**b**	**SE**	**p**
Konstante	3,44	0,26	< 0,001
Rastzeit	-0,004	0,002	0,027
BCS VB	0,20	0,06	0,001
$\bar{x}$ der Pansenfüllung Tag 15 bis 21 a.p.	**b**	**SE**	**p**
Konstante	3,11	0,23	< 0,001
BCS VB	0,19	0,07	0,007

b = Regressionskoeffizient, p = Signifikanz, Ref. = Referenzwert, SE = Standardfehler, VB = zum Einstallen in die Vorbereitergruppe, $\bar{x}$ = Mittelwert

4.2.2 Post partum

Mit dem Mittelwert der Pansenfüllung eine Woche p.p. korrelieren ähnliche Faktoren wie mit dem Mittelwert der Pansenfüllung a.p. (Tab. 44). Mit r = -0,379 korreliert eine hohe Laktationsnummer gering mit einem niedrigen Mittelwert der Pansenfüllung p.p. ($p < 0,001$). Auch im Kruskal-Wallis-Test unterscheiden sich die Mittelwerte der Pansenfüllungsnoten eine Woche p.p. signifikant zwischen den Laktationsnummern 2–4 und ≥ 5.

Der Mittelwert der Pansenfüllung in der ersten Woche p.p. korreliert gering mit dem postpartalen BCS aller Messzeitpunkte. Steigt der BCS, steigt entsprechend auch die Pansenfüllung (BCS 1 Woche p.p.: r = 0,370; $p < 0,001$). Ein solch positiver Zusammenhang mit geringen Korrelationen liegt ebenfalls für die RFD p.p. vor.

Eine negative Korrelation besteht zwischen dem Mittelwert der Lahmheitsnoten p.p. und der Pansenfüllung. Die Pansenfüllung sinkt bei steigender Schwere der Lahmheit (r = -0,329; $p = 0,001$).

Lediglich an Tag 6 p.p. zeigt die Milchmenge eine sehr geringe positive Korrelation mit steigendem Mittelwert der Pansenfüllung (r = 0,196; $p = 0,045$).

Sowohl eine zunehmende Frischmasseaufnahme ($p < 0,001$) als auch eine zunehmende Trockenmasseaufnahme p.p. ($p = 0,003$) korrelieren gering mit einer zunehmenden Pansenfüllung p.p.

Die Lebendmasse (kg) im postpartalen Zeitraum, die Milchmenge (kg) an Tag 1 bis 5 und 7 p.p. sowie das Gewicht des Kalbes (Anhang Tab. 92) korrelieren nicht signifikant mit dem Pansenfüllungsmittelwert p.p.

Im nicht parametrischen Test nach Kruskal-Wallis zeigt sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen den Parametern Geschlecht des Kalbes, Totgeburten, Geburtsverlauf (Anhang Tab. 93) und dem Mittelwert der Pansenfüllung p.p.

Tabelle 44: Korrelationen und nicht parametrischer Test signifikanter Einflussfaktoren auf die Pansenfüllung p.p.

Parameter		x̄ Pansenfüllung Tag 1–7 p.p.
Korrelationen nach Spearman		
BCS Tag 0 (+ 7d) p.p.	r_s p n	0,370 < 0,001 108
BCS Tag 28 (± 7d) p.p.	r_s p n	0,372 < 0,001 103
BCS Tag 60 (± 7d) p.p.	r_s p n	0,434 < 0,001 100
RFD Tag 0 (+ 7d) p.p.	r_s p n	0,283 0,003 108
RFD Tag 28 (± 7d) p.p.	r_s p n	0,276 0,005 102
RFD Tag 60 (± 7d) p.p.	r_s p n	0,340 0,001 99
Laktationsnummer	r_s p n	-0,379 < 0,001 108
x̄ LH-Score p.p.	r_s p n	-0,329 0,001 108
MM Tag 6 p.p.	r_s p n	0,196 0,045 105
Frischmasseaufnahme (kg) Woche 1 p.p.	r_s p n	0,337 < 0,001 106
Trockenmasseaufnahme (kg) Woche 1 p.p.	r_s p n	0,287 0,003 106
Nicht parametrischer Test nach Kruskal-Wallis		
Laktationsnummern 2–4 und ≥ 5	H0 p* n	ablehnen p< 0,001 108

H0 = Nullhypothese, MM = Milchmenge (kg), n = Anzahl untersuchter Tiere, p = Signifikanz, p* = 2-seitiger Test, r_s = Korrelationskoeffizient nach Spearman, x̄ = Mittelwert, x̄ LH Score p.p. = Mittelwert der Lahmheitsbenotungen der Tage Kalbung und 1–7 p.p.

Die Parameter aus der Korrelationsanalyse sowie dem Kruskal-Wallis-Test (Tab. 44) wurden in der linearen Regression bezüglich ihres Einflusses auf den Mittelwert der Pansenfüllung getestet. Das abschließende Regressionsmodell beinhaltet voneinander unabhängige Variablen mit signifikantem Einfluss auf den Pansenfüllungsmittelwert (Tab. 45). Auch im

Zeitraum der ersten Woche p.p. haben Kühe 2. Laktation einen signifikant höheren Pansenfüllungsmittelwert (b = 0,36; p < 0,001) als Kühe ≥ 5. Laktation. Wie auch a.p. unterscheiden sich die Pansenfüllungsnoten der Kühe 3. und 4. Laktation nicht signifikant von denen ≥ 5. Laktation.

Zudem hat auch in diesem Zeitraum der BCS Einfluss auf die Pansenfüllung. Steigt der BCS um 2,6 Noten (b = 0,39), wird dies anhand einer zusätzlichen Note des Pansenfüllungsmittelwertes sichtbar.

Genau wie eine Woche a.p. hat eine Woche p.p. die Frischmasseaufnahme einen Einfluss auf die Pansenfüllung. Bei einem Regressionskoeffizienten von b = 0,01 steigt bei 100 kg Frischmasseaufnahme der Pansenfüllungsmittelwert um eine Note. Der Mittelwert des Lahmheitsscores p.p. (b = -0,10) steht in einem negativen Zusammenhang mit dem Mittelwert der Pansenfüllung p.p. (p = 0,036). Demnach sinkt der Mittelwert der Pansenfüllung bei zunehmendem Schweregrad der Lahmheit.

Tabelle 45: Allgemeines lineares Modell signifikanter Einflussfaktoren auf die Pansenfüllung p.p.

$\bar{x}$ der Pansenfüllung Tag 1 bis 7 p.p.	b	SE	p
Konstante	1,23	0,32	< 0,001
Laktationsnummer			
2	0,36	0,09	< 0,001
3	0,16	0,09	0,070
4	-0,01	0,10	0,942
≥ 5	Ref.	-	-
BCS Woche 1 p.p.	0,39	0,08	< 0,001
$\bar{x}$ LH Score [a]	-0,10	0,05	0,036
$\bar{x}$ Frischmasseaufnahme (kg) Woche 1 p.p.	0,01	0,01	0,025

a = Mittelwert des Lahmheitsscores im Zeitraum p.p., b = Regressionskoeffizient, p = Signifikanz, Ref. = Referenzwert, SE = Standardfehler, $\bar{x}$ = Mittelwert

4.3 Ursachen eines gestörten Pansenfüllungsverlaufes

4.3.1 Antepartale Pansenfüllungsverläufe

4.3.1.1 Abgänge und Fruchtbarkeit als Ursache eines gestörten Pansenfüllungsverlaufes

4.3.1.1.1 Deskriptive Darstellung der Abgänge

In den ersten 60 Tagen p.p. sind 8 Kühe abgegangen (Anhang Tab. 94). Von Tag 61 bis 200 p.p. haben von den übrigen 101 Kühen erneut 8 Kühe den Betrieb verlassen. Unter anderem wurden 3 Kühe zur Zucht verkauft. Diese drei Kühe wurden aus den folgenden Berechnungen ausgeschlossen.

4.3.1.1.2 Ursachenanalyse

Es bestehen keine signifikanten Unterschiede in der erwarteten und der tatsächlichen Häufigkeit von Abgängen und der Fruchtbarkeit zwischen Kühen mit gestörtem Pansenfüllungsverlauf und solchen mit ungestörtem Pansenfüllungsverlauf a.p. (Tab. 46). Ein deutlicher, jedoch nicht statistisch zu sichernder Unterschied (p = 0,053) liegt bezüglich der an Tag 200 p.p. nicht tragenden Kühe mit gestörtem Pansenfüllungsverlauf a.p. vor. Es handelt sich um 13 tatsächlich nicht tragende Kühe von 9 erwarteten.

Tabelle 46: Zusammenhang des Pansenfüllungsverlaufes a.p. und Abgängen sowie Fruchtbarkeit

Parameter		Pansenfüllungsverlauf a.p.		
	n	Ungestört	gestört	p
Abgang bis Tag 60 p.p.	0	72	29	1,000[b]
	1	6	2	
Abgang Tag 61 bis 200 p.p.	0	66	27	0,631[b]
	1	3	2	
Tragend bis Tag 200 p.p.	0	18	13	0,053[a]
	1	48	14	

a = Pearson-Chi-Quadrat-Test, b = exakter Test nach Fisher (zweiseitig), n = Anzahl erkrankter Tiere, p = Signifikanz, 0 = nicht betroffen, 1 = betroffen

4.3.1.2 Parameter der Allgemeinuntersuchung ante partum als Ursache eines gestörten Pansenfüllungsverlaufes

Kühe mit gestörtem Pansenfüllungsverlauf a.p. haben mit 10 Fällen signifikant (p = 0,023) weniger häufig eine vermehrte Kotstruktur bei der Allgemeinuntersuchung als erwartet (15,4 erwartete Fälle) (Tab. 47). Die anderen Parameter unterscheiden sich nicht signifikant bezüglich der tatsächlichen und der erwarteten Häufigkeit der Fälle. Ein deutlicher, statistisch nicht zu sichernder Unterschied besteht zwischen der tatsächlichen Anzahl von Kühen mit gestörtem Pansenfüllungsverlauf a.p. und Tachykardie (p = 0,057). Danach haben Kühe mit gestörtem Pansenfüllungsverlauf weniger häufig Tachykardie (2 Fälle) als erwartet (5,4 Fälle).

Tabelle 47: Zusammenhang des Pansenfüllungsverlaufes a.p. und Parametern der Allgemeinuntersuchung a.p.

Abweichender Parameter der Allgemeinuntersuchung a.p.		Pansenfüllungsverlauf a.p.		
		ungestört	gestört	p
Lahmheit	0	62	22	0,340[a]
	1	16	9	
Tachypnoe	0	28	10	0,719[a]
	1	50	21	
Bradypnoe	0	76	31	1,000[b]
	1	2	0	
Tachykardie	0	61	29	0,057[a]
	1	17	2	
Bradykardie	0	42	15	0,607[a]
	1	36	16	
Pansenhypermotilität	0	67	25	0,561[b]
	1	11	6	
Pansenhypotonie	0	51	21	0,815[a]
	1	27	10	
Pansenhypertonie	0	74	31	0,576[b]
	1	4	0	
Erhöhte Bauchdeckenspannung	0	35	13	0,781[a]
	1	43	18	
Lungengeräusch	0	70	26	0,513[b]
	1	8	5	
Gestörtes Allgemeinbefinden	0	70	28	1,000[b]
	1	8	3	
Erhöhte Temperatur/Fieber	0	62	23	0,547[a]
	1	16	8	
Hypothermie	0	74	30	1,000[b]
	1	4	1	
Entlasten einesr Gliedmaße	0	44	17	0,881[a]
	1	34	14	
Kalte Ohren	0	63	29	0,143[b]
	1	15	2	
Fester Kot	0	65	27	0,774[b]
	1	13	4	
Vermehrte Kotstruktur	0	34 (39,4)	21 (15,6)	0,023[a]
	1	44 (38,6)	10 (15,4)	
Dünner Kot	0	65	26	0,946[a]
	1	13	5	

a = Pearson-Chi-Quadrat-Test, b = exakter Test nach Fisher (zweiseitig), p = Signifikanz, 0 = Anzahl an nicht betroffenen Tieren, 1 = Anzahl an betroffenen Tieren, ( ) = erwartete Anzahl der Fälle

4.3.1.3 Blutparameter ante partum als Ursache eines gestörten Pansenfüllungsverlaufes

4.3.1.3.1 Deskriptive Darstellung der Blutparameter

Die Häufigkeitsverteilungen der Blutparameter, welche in der folgenden Analyse signifikante Zusammenhänge mit dem Pansenfüllungsverlauf zeigen, sind dem Anhang zu entnehmen (Anhang Tab. 95).

4.3.1.3.2 Ursachenanalyse

In Bezug auf die Blutparameter a.p. besteht ein Unterschied zwischen Kühen mit gestörtem und solchen mit ungestörtem Pansenfüllungsverlauf (Tab. 48). Die Serum-Creatinkinase-Konzentration weicht dabei im Mittelwert in beiden Gruppen (191,4 IU/l und 522,4 IU/l) deutlich vom Referenzwert ab (< 100 IU/l). Der Median der Creatinkinase-Konzentration an Tag 7 a.p. liegt bei Kühen mit ungestörtem Pansenfüllungsverlauf deutlich unter dem der Kühe mit gestörtem Verlauf (88,5 IU/l vs. 147,0 IU/l; $p = 0,005$).
Ebenfalls liegt die Phosphatkonzentration bei Kühen mit gestörtem Pansenfüllungsverlauf höchst signifikant unter der Phosphatkonzentration der Kühe mit ungestörtem Pansenfüllungsverlauf. Natrium und Albumin weisen im Mittel bei Kühen mit gestörter Pansenfüllung eine geringere Konzentration auf als bei ungestörten Kühen. Gegenteilig verhält es sich für die Chlorid-, Magnesium- und die NEFA-Konzentration.

Bezüglich des roten Blutbildes liegt die Anzahl an Erythrozyten beider Gruppen im unteren Referenzbereich. Die Kühe mit gestörtem Pansenfüllungsverlauf haben in der Tendenz eine höhere Anzahl Erythrozyten ($p = 0,026$) mit weniger Hämoglobin ($p = 0,005$) als die Kühe mit ungestörtem Verlauf. Bei Letzteren liegt sowohl die Hämoglobinkonzentration als auch der mittlere Hämoglobingehalt des Einzelerythrozyten über den Konzentrationen der Vergleichskühe ($p < 0,001$) und über dem Referenzbereich. Das Erythrozytenvolumen liegt für beide Gruppen innerhalb des Referenzbereiches, wobei die Kühe mit gestörtem Verlauf ein kleineres Volumen der Erythrozyten aufweisen ($p < 0,001$). Der Hämatokrit beider Gruppen liegt im unteren Referenzbereich und ist bei Kühen mit gestörter Pansenfüllung signifikant niedriger.

Die Parameter ASAT, GGT, GLDH, Gesamteiweiß, Bilirubin, Cholesterin, BHB, Kalium, Kalzium, Coeruloplasmin, Kreatinin, Leukozyten, Thrombozyten und MCHC haben im Mahn-Whitney-U-Test keinen signifikanten Unterschied bei Kühen mit gestörtem und solchen mit ungestörtem Pansenfüllungsverlauf gezeigt.

Tabelle 48: Signifikante Unterschiede der Blutparameter a.p. von Kühen mit und ohne gestörtem Pansenfüllungsverlauf a.p.

Parameter	Ungestörter Pansenfüllungs-verlauf			Gestörter Pansenfüllungs-verlauf			p*	Referenzwert
	n	$\bar{x}$	m	n	$\bar{x}$	m		
CK 7	64	191,4	88,5	24	522,4	147,0	0,005	< 100 IU/l[2]
Albumin 21	72	35,9	35,9	23	34,4	34,1	< 0,001	33–39 g/l[4]
Albumin 14	76	36,1	36,2	30	35,2	35,4	0,021	
Albumin 7	64	36,5	36,6	24	35,4	35,2	0,014	
HN 21	72	3,9	3,8	23	3,4	3,3	0,020	3,5–5,0 mmol/l[6]
HN 14	76	4,1	4,1	30	3,7	3,7	0,007	
HN 7	64	4,0	4,0	24	3,6	3,5	0,016	
Glukose 21	72	4,0	4,0	23	3,8	3,8	0,001	2,22–3,30 mmol/l[4]
Glukose 14	76	4,1	4,1	30	3,9	3,9	0,013	
Glukose 7	64	4,0	3,9	24	3,8	3,7	0,019	
NEFA 14	76	0,158	0,116	30	0,206	0,160	0,003	≤ 0,4 mmol/l[1]
Phosphat 21	72	2,1	2,1	23	1,9	1,8	< 0,001	(1,25[a])1,6–2,3 mmol/l[2]
Phosphat 14	76	2,0	2,0	30	1,9	1,9	0,044	
Phosphat 7	64	2,0	2,0	24	1,8	1,8	0,013	
Magnesium 7	64	1,0	1,0	24	1,2	1,1	0,032	0,8–1,3 mmol/l[2]
Natrium 21	72	141,1	141,2	23	137,7	135,8	0,012	134–145 mmol/l[3]
Chlorid 7	64	103,6	103,7	24	105,4	105,0	0,020	94–105 mmol/l[3]
Erythrozyten 14	73	5,4	5,3	27	5,6	5,6	0,026	5–10 T/l[5]
Hämoglobin 14	73	9,7	9,8	27	9,2	9,2	0,005	5,6–8,7 mmol/l[5]
Hämatokrit 14	73	30,0	30,2	27	28,9	29,0	0,015	28–38 %[5]
MCV 14	73	55,9	56,0	27	51,6	51,0	< 0,001	46–65 µm[5]
MCH 14	73	18,1	18,2	27	16,3	16,0	< 0,001	11–17 pg[5]

a = 1 d a.p. bis 2 d p.p., CK = Creatinkinase, HN = Harnstoff, m = Median, MCH = mittlerer korpuskulärer Hämoglobingehalt, MCV = mittleres korpuskuläres Volumen, n = Anzahl der betroffenen Tiere, p* = Signifikanz errechnet durch Mann-Whitney-U-Test, $\bar{x}$ = Mittelwert, 1 = Referenzwert nach Staufenbiel et al. (2008), 2 = Referenzwert nach Bauer und Neumann (2013), 3 = Referenzwert nach Huisinga (2013), 4 = Referenzwert nach Fürll (2013), 5 = Referenzwert nach Moritz et al. (2013b), 6 = Referenzwert nach Moritz et al. (2013a), 7 = Tag 7 a.p., 14 = Tag 14 a.p., 21 = Tag 21 a.p.

In die multivariable logistische Regressionsanalyse (Tab. 49) sind alle Variablen aus Tabelle 48 eingegangen. Die Chance eines gestörten Pansenfüllungsverlaufes a.p. steigt mit sinkender Harnstoff- und Phosphatkonzentration im Serum, wohingegen die Chance mit steigender Magnesiumkonzentration a.p. signifikant (p = 0,018) steigt.

Tabelle 49: Zusammenhang eines gestörten Pansenfüllungsverlaufes a.p. und Blutparametern a.p.

	b	SE	p	OR	R^2
HN 21	-2,48	0,90	0,006	0,08	0,653
Phosphat 21	-4,40	1,70	0,010	0,01	
Magnesium 7	14,00	5,90	0,018	1206127,6	
MCH 14	-0,47	0,26	0,073	0,63	
Konstante	9,72	6,07	0,109	16629,3	

Letzter Schritt der multivariablen logistischen Regression mit vorwärts bedingter Eingabe der Variablen (4 Schritte). b = Regressionskoeffizient, HN = Harnstoff, MHC = mittlerer korpuskulärer Hämoglobingehalt, OR = Odds Ratio, p = Signifikanz, R^2 = Bestimmtheitsmaß nach Nagelkerke, SE = Standardfehler, 7 = Tag 7 a.p., 21 = Tag 21 a.p.

4.3.1.4 Harnparameter ante partum als Ursache eines gestörten Pansenfüllungsverlaufes

4.3.1.4.1 Deskriptive Darstellung der Harnparameter

Die in den folgenden Analysen signifikanten Harnparameter werden im Anhang bezüglich ihrer Häufigkeitsverteilungen dargestellt (Anhang Tab. 96).

4.3.1.4.2 Ursachenanalyse

Die Konzentration der Harnparameter Kalzium, Kalium und Kreatinin ist bei Kühen mit gestörtem Pansenfüllungsverlauf signifikant niedriger als bei Kühen mit ungestörtem Pansenfüllungsverlauf (Tab. 50). Ein gegenteiliges Verhältnis liegt für die Phosphatkonzentration vor, wonach Kühe mit gestörtem Pansenfüllungsverlauf einen signifikant höheren Median aufweisen (0,85 mmol/l) als Kühe mit ungestörtem Verlauf (0,58 mmol/l).

Der pH-Wert, NSBA, Basen, Säuren, NH_4, BSQ, Magnesium, Natrium und Chlorid stehen a.p. nicht signifikant mit dem Pansenfüllungsverlauf in Beziehung.

Tabelle 50: Signifikante Unterschiede der Harnparameter a.p. von Kühen mit und ohne gestörtem Pansenfüllungsverlauf a.p.

Parameter	Ungestörter Pansenfüllungs-verlauf			Gestörter Pansenfüllungs-verlauf			p*	Referenzwert
	n	$\bar{x}$	m	n	$\bar{x}$	m		
Kalzium 14	76	2,5	1,8	30	1,6	1,0	0,046	≤ 2,5 mmol/l[1]
Kalium 14	76	233,3	243,9	30	195,1	189,5	0,004	150–300 mmol/l[1]
Phosphat 21	72	0,74	0,58	23	1,16	0,85	0,008	0,1–3,3 mmol/l[1]
Kreatinin 14	76	9522,2	9375,0	30	8630,3	7645,0	0,027	< 10000 µmol/l[2]

n = Anzahl der betroffenen Tiere, $\bar{x}$ = Mittelwert, m = Median, p* = Signifikanz errechnet durch Mann-Whitney-U-Test, 1 = Referenzwert nach Fürll (2013), 2 = Referenzwert nach Staufenbiel et al. (2004) und Staufenbiel (2016) 14 = Tag 14 a.p., 21 = Tag 21 a.p.

Mit sinkender Kaliumkonzentration (b = -0,01) und Kalziumkonzentration (b = -0,39) im antepartalen Harn sinkt das Risiko eines gestörten Pansenfüllungsverlaufes in der multivariablen logistischen Regressionsanalyse (Tab. 51).

Tabelle 51: Zusammenhang eines gestörten Pansenfüllungsverlaufes a.p. und Harnwerten a.p.

	b	SE	p	OR	R^2
Kalzium 14	-0,39	0,18	0,037	0,68	
Kalium 14	-0,01	0,004	0,033	0,99	0,185
Konstante	1,37	0,88	0,121	3,92	

Letzter Schritt der multivariablen logistischen Regression mit vorwärts bedingter Eingabe aller Variablen aus Tabelle 50 (2 Schritte).
b = Regressionskoeffizient, OR = Odds Ratio, p = Signifikanz, R^2 = Bestimmtheitsmaß nach Nagelkerke, SE = Standardfehler, 14 = Tag 14 a.p.

4.3.2 Postpartale Pansenfüllungsverläufe

4.3.2.1 Blutparameter post partum als Ursache eines gestörten Pansenfüllungsverlaufes

4.3.2.1.1 Deskriptive Darstellung der Blutparameter

Die Häufigkeitsverteilungen der Blutparameter p.p., welche in den folgenden Analysen signifikante Zusammenhänge zum Pansenfüllungsverlauf zeigen, sind dem Anhang Tabelle 97 zu entnehmen.

4.3.2.1.2 Ursachenanalyse

Die postpartalen Mediane der Blutparameter Bilirubin, Glukose, Phosphat, Natrium, Kalium, Chlorid und MCHC (Tag 7 p.p.) liegen bei der Gruppe der Kühe mit gestörtem Pansenfüllungsverlauf p.p. signifikant unter den Medianen der Kühe mit ungestörtem Pansenfüllungsverlauf (Tab. 52). Harnstoff, Kreatinin und MCHC (Tag 60 p.p.) liegen bei der Gruppe mit gestörtem Pansenfüllungsverlauf im Median signifikant über den Medianen der Gruppe mit ungestörtem Pansenfüllungsverlauf. Der Unterschied der Konzentration des Harnstoffs ist dabei höchst signifikant ($p < 0,001$). Kühe mit ungestörter Pansenfüllung haben im Mittel eine Serum-Glukosekonzentration über dem Referenzwert. Die Kreatinin- und Phosphatkonzentration liegt in beiden Gruppen unterhalb des Referenzbereiches.

Die Parameter ASAT, GGT, GLDH, Creatinkinase, Albumin, Gesamteiweiß, Cholesterin, BHB, NEFA, Kalzium, Coeruloplasmin, Leukozyten, Erythrozyten, Hämoglobin, Hämatokrit, Thrombozyten, MCV und MCH stehen p.p. nicht signifikant mit dem Verlauf der Pansenfüllung in Beziehung.

Tabelle 52: Signifikante Unterschiede der Blutparameter p.p. von Kühen mit und ohne gestörtem Pansenfüllungsverlauf p.p.

Parameter	Ungestörter Pansenfüllungs-verlauf			Gestörter Pansenfüllungs-verlauf			p*	Referenzwert
	n	$\bar{x}$	m	n	$\bar{x}$	m		
HN 7	83	3,8	3,6	24	4,6	4,8	< 0,001	3,5–5,0 mmol/l[5]
Bilirubin 60	80	3,1	3,2	21	2,5	2,4	0,017	< 5 µmol/l[1]
Glukose 7	83	3,3	3,2	24	3,0	3,0	0,027	2,22–3,30 mmol/l[4]
Phosphat 3	84	1,5	1,5	25	1,3	1,2	0,031	(1,25[a])1,6–2,3 mmol/l[2]
Magnesium 60	80	1,1	1,0	21	1,0	1,0	0,048	0,8–1,3 mmol/l[2]
Natrium 3	84	141,9	142,1	25	138,8	138,5	0,039	134–145 mmol/l[8]
Natrium 60	80	139,3	140,5	21	136,7	137,3	0,021	
Kalium 60	80	4,8	4,8	21	4,6	4,5	0,009	3,9–5,3 mmol/l[8]
Chlorid 3	84	103,5	103,6	25	102,1	102,0	0,049	94–105 mmol/l[8]
Chlorid 60	80	101,0	101,2	21	99,4	99,7	0,032	
Kreatinin 7	83	97,8	97,2	24	104,4	104,6	0,042	88–177 µmol/l[5]
Kreatinin 28	80	80,9	79,6	24	85,1	84,9	0,050	
MCHC 7	82	31,9	31,8	24	31,2	30,9	0,012	31–34 g/dl[6]
MCHC 60	79	32,4	32,1	21	33,3	33,3	0,035	

a = 1 d a.p. bis 2 d p.p., HN = Harnstoff, m = Median, MCHC = mittlere korpuskuläre Hämoglobinkonzentration, n = Anzahl der betroffenen Tiere, p* = Signifikanz errechnet durch Mann-Whitney-U-Test, $\bar{x}$ = Mittelwert, 1 = Referenzwert nach Kraft (2005), 2 = Referenzwert nach Bauer und Neumann (2013), 3 = Tag 3 p.p., 4 = Referenzwert nach Fürll (2013), 5 = Referenzwert nach Moritz et al. (2013a), 6 = Referenzwert nach Moritz et al. (2013b), 7 = Tag 7 p.p., 8 = Referenzwert nach Huisinga (2013), 28 = Tag 28 p.p., 60 = Tag 60 p.p.

In der multivariablen logistischen Regression mit allen Variablen aus Tabelle 52 zeigt sich ein höchst signifikanter Zusammenhang (p < 0,001) einer steigenden Harnstoffkonzentration p.p. und dem steigenden Risiko einer Kuh, einen gestörten Pansenfüllungsverlauf zu haben (OR = 3,47) (Tab. 53). Mit sinkender Bilirubin- (b = -0,68) und Natriumkonzentration (b = -0,17) steigt das Risiko eines gestörten Pansenfüllungsverlaufes.

Tabelle 53: Zusammenhang eines gestörten Pansenfüllungsverlaufes p.p. und Blutwerten p.p.

	b	SE	p	OR	R^2
HN 7	1,24	0,34	< 0,001	3,47	0,400
Bilirubin 60	-0,68	0,31	0,030	0,51	
Natrium 3	-0,17	0,06	0,008	0,85	
Konstante	19,09	8,61	0,027	195610751,5	

Letzter Schritt der multivariablen logistischen Regression mit vorwärts bedingter Eingabe der Variablen (3 Schritte). b = Regressionskoeffizient, HN = Harnstoff, OR = Odds Ratio, p = Signifikanz, R^2 = Bestimmtheitsmaß nach Nagelkerke, SE = Standardfehler, 3 = Tag 3 p.p., 7 = Tag 7 p.p., 60 = Tag 60 p.p.

4.3.2.2 Harnparameter post partum als Ursache eines gestörten Pansenfüllungsverlaufes

4.3.2.2.1 Deskriptive Darstellung der Harnparameter

Die Verteilung der Harnparameter, die in den Analysen signifikant mit dem Pansenfüllungsverlauf in Beziehung stehen, sind dem Anhang zu entnehmen (Anhang Tab. 98).

4.3.2.2.2 Ursachenanalyse

Es finden sich signifikante Unterschiede in der Konzentration der Harnparameter zwischen den Gruppen der Kühe mit gestörtem und solchen mit ungestörtem Pansenfüllungsverlauf (Tab. 54). Dabei liegt der Median der Chloridkonzentration der Kühe mit gestörtem Verlauf mit 94,2 mmol/l signifikant (p = 0,021) unter der Konzentration der Kühe mit ungestörtem Verlauf (111,0 mmol/l). Bei den Parametern pH-Wert, Säuregehalt, NH_4-Konzentration und Kreatinin liegt ein entgegengesetztes Verhältnis vor.
Die Harnparameter NSBA, Basen, BSQ, Kalzium, Magnesium, Kalium, Natrium und anorganisches Phosphat stehen p.p. an keinem Messzeitpunkt signifikant mit dem Verlauf der Pansenfüllung in Beziehung.

Tabelle 54: Signifikante Unterschiede der Harnparameter p.p. von Kühen mit und ohne gestörtem Pansenfüllungsverlauf p.p.

Parameter	Ungestörter Pansenfüllungs-verlauf			Gestörter Pansenfüllungs-verlauf			p*	Referenzwert
	n	$\bar{x}$	m	n	$\bar{x}$	m		
pH-Wert 7	83	7,9	8,0	24	8,1	8,1	0,013	7,8–8,4[1]
Säure 7	83	70,1	69,0	24	80,9	79,0	0,031	50–100 mmol/l[1]
NH_4 7	83	6,5	5,0	24	7,7	7,0	0,020	< 10 mmol/l[1]
Kreatinin 7	83	7773,4	7430,0	24	9515,4	8340,0	0,015	< 10000 µmol/l[3]
Chlorid 7	83	108,7	111,0	24	83,7	94,2	0,021	40–160 mmol/l[2]

m = Median, n = Anzahl der betroffenen Tiere, p* = Signifikanz errechnet durch Mann-Whitney-U-Test, $\bar{x}$ = Mittelwert, 1 = Referenzwert nach Bender und Staufenbiel (2003), 2 = Referenzwert nach Fürll (2013), Referenzwerte anhand von Kontroll- bzw. Toleranzgrenzen, 3 = Referenzwert nach Staufenbiel et al. (2004) und Staufenbiel (2016), 7 = Tag 7 p.p.

Das Risiko der Kühe, einen gestörten Pansenfüllungsverlauf zu haben, steigt (OR = 1,00) mit steigender Kreatininkonzentration im Harn (p = 0,013) (Tab. 55). Bezüglich der Harn-Chloridkonzentration liegt ein gegenteiliges Verhältnis vor, wonach mit sinkender Chloridkonzentration (b = -0,01) die Wahrscheinlichkeit eines gestörten Pansenfüllungs-verlaufes signifikant steigt (OR = 0,99).

Tabelle 55: Zusammenhang eines gestörten Pansenfüllungsverlaufes p.p. und Harnparametern p.p.

	b	SE	p	OR	R^2
Kreatinin 7	0,0002	0,00008	0,013	1,00	
Chlorid 7	-0,01	0,01	0,016	0,99	0,160
Konstante	-1,69	0,82	0,040	0,18	

Letzter Schritt der multivariablen logistischen Regression mit vorwärts bedingter Eingabe aller Variablen aus Tabelle 54 (2 Schritte).
b = Regressionskoeffizient, OR = Odds Ratio, p = Signifikanz, R^2 = Bestimmtheitsmaß nach Nagelkerke, SE = Standardfehler, 7 = Tag 7 p.p.

4.4 Zusammenhang zwischen der Pansenfüllung und der Futteraufnahme

4.4.1 Deskriptive Darstellung der Futteraufnahme

4.4.1.1 24-Stunden-Tagesprofile

4.4.1.1.1 Ante partum

Betrachtet man bei den Kühen a.p. die Frischmasse (kg), die jeweils in Abschnitten von 4 Stunden aufgenommen wurde, so sind die Werte nicht normalverteilt. Auffällig sind sehr viele Kühe mit gar keiner Frischmasseaufnahme zu mindestens einem Messzeitpunkt des 4-Stunden-Rhythmus. Bei der Auswertung der Frischmasseaufnahme (kg) jeweils im Abstand von 8 Stunden sind die Werte hingegen normal verteilt (Abb.15, 16, Anhang Abb. 30–33).

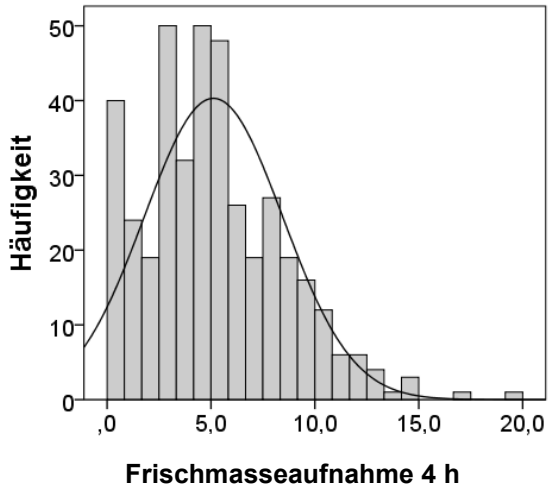


Abbildung 15: Häufigkeitsverteilung der Frischmasseaufnahme (kg) a.p. (Messintervall 4 h, Woche 1)

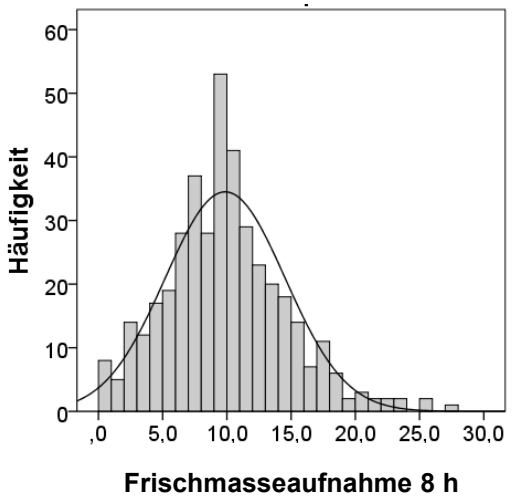


Abbildung 16: Häufigkeitsverteilung der Frischmasseaufnahme (kg) p.p. (Messintervall 8 h, Woche 1)

Es liegen maximale Futteraufnahmen von 27,2 kg Frischmasse in Woche 1 in 8 Stunden und 19,4 kg in 4 Stunden vor (Tab. 56). In Woche 2 liegen die maximalen Frischmasseaufnahmen bei 25,0 kg (in 8 Stunden) und 16,4 kg (in 4 Stunden). In jeder Messwoche gibt es mindestens eine Kuh, die in 4 Stunden und in 8 Stunden kein Futter aufgenommen hat.

Tabelle 56: Verteilung der Frischmasseaufnahme (kg) der Kühe a.p.

	n	$\bar{x}$	Median	SD	Perzentil		Min.	Max.
					25	75		
Frischmasseaufnahme (kg) 1. Woche 4 h	404	5,1	4,7	3,3	2,9	7,2	0	19,4
Frischmasseaufnahme (kg) 2. Woche 4 h	525	5,1	4,9	2,9	3,1	6,9	0	16,4
Frischmasseaufnahme (kg) 1. Woche 8 h	404	9,9	9,6	4,7	6,9	12,5	0	27,2
Frischmasseaufnahme (kg) 2. Woche 8 h	525	10,1	9,9	4,3	7,3	12,9	0	25,0

Max. = Maximum, Min. = Minimum, n = Anzahl der untersuchten Tiere, SD = Standardabweichung, $\bar{x}$ = Mittelwert

4.4.1.1.2 Post partum

Für die Kühe im Zeitraum p.p. zeigt sich ein ähnliches Bild wie für die Kühe a.p. Auch hier liegt bei der Messung der Frischmasseaufnahme (kg) im Abstand von 4 Stunden keine Normalverteilung vor. Wird die Frischmasseaufnahme (kg) jedoch alle 8 Stunden gemessen, sind die Werte normal verteilt (Anhang Abb. 32–35) .

Im Mittel fressen die Kühe in den Messwochen p.p. 6,1 kg (Woche 1) bzw. 6,3 kg (Woche 2) Frischmasse in 4 Stunden. Auch p.p. gibt es in beiden Messwochen mindestens eine Kuh, die in 4 Stunden und in 8 Stunden kein Futter aufgenommen hat (Tab. 57).

Tabelle 57: Verteilung der Frischmasseaufnahme (kg) der Kühe p.p.

	n	$\bar{x}$	Median	SD	Perzentil		Min.	Max.
					25	75		
Frischmasseaufnahme (kg) 1. Woche 4 h	250	6,1	6,0	3,8	3,3	8,8	0	16,6
Frischmasseaufnahme (kg) 2. Woche 4 h		6,3	6,1	3,8	3,7	9,1	0	17,7
Frischmasseaufnahme (kg) 1. Woche 8 h		12,1	12,3	4,8	8,7	15,8	0	24,0
Frischmasseaufnahme (kg) 2. Woche 8 h		12,7	12,7	4,6	9,5	15,8	0	23,9

Max. = Maximum, Min. = Minimum, n = Anzahl der untersuchten Tiere, SD = Standardabweichung, $\bar{x}$ = Mittelwert

4.4.1.2 Tägliche Futteraufnahme

4.4.1.2.1 Ante partum

Die Futteraufnahme aller Kühe bleibt in Woche 3 und 2 a.p. relativ konstant (Tab. 58). Mittelwert und Median liegen dicht beieinander. Der Median liegt in diesen Wochen zwischen 32,9 kg und 30,0 kg Frischmasse. Erst an Tag 5 a.p. fällt der Median unter 30,0 kg Frischmasse (29,1 kg an Tag 5 a.p.) und hat seinen Tiefpunkt einen Tag a.p. (26,3 kg an Tag 1 a.p.).

Tabelle 58: Häufigkeitsverteilung der Frischmasseaufnahme (kg) a.p.

Tage a.p.	n	$\bar{x}$	SD	Median	Perzentile		Min.	Max.
					25	75		
21	49	31,5	5,8	31,4	27,0	34,9	19,9	43,1
20	54	30,7	5,9	30,9	27,4	34,3	17,6	57,1
19	62	31,8	6,1	32,9	27,3	35,9	15,5	45,4
18	73	31,2	4,7	31,0	27,6	35,1	20,4	44,0
17	82	30,8	5,0	30,0	27,6	34,0	17,9	43,5
16	86	31,9	5,1	31,7	28,7	35,4	20,6	42,5
15	91	30,4	4,7	30,3	27,0	33,5	21,3	44,5
14	94	31,5	5,3	31,3	28,5	35,3	16,3	41,2
13	91	31,1	4,9	31,0	27,4	34,1	18,0	47,2
12	100	30,4	5,7	30,4	26,8	34,7	17,5	43,2
11	99	30,8	5,3	30,6	27,7	34,2	17,1	43,8
10	98	30,4	5,2	30,8	27,1	33,9	12,3	40,7
9	99	30,9	5,5	30,4	27,3	35,1	14,5	45,6
8	97	30,6	5,2	30,3	26,5	34,3	19,6	43,0
7	103	30,4	5,8	30,0	26,6	34,2	15,2	45,0
6	104	29,2	5,6	30,0	26,0	32,9	13,9	46,8
5	105	29,9	6,6	29,1	25,2	34,0	16,2	51,5
4	103	28,7	6,4	28,8	24,5	33,1	17,1	53,0
3	105	27,4	6,6	27,4	22,4	32,1	10,9	46,9
2	105	27,2	6,9	27,0	23,2	32,1	12,5	46,9
1	104	25,7	7,1	26,3	19,8	31,0	5,6	38,2

Max. = Maximum, Min. = Minimum, n = Anzahl der untersuchten Tiere, SD = Standardabweichung, $\bar{x}$ = Mittelwert

Der Verlauf der Trockenmasseaufnahme ist entsprechend ähnlich dem der Frischmasseaufnahme (Tab. 59). Der Median liegt drei Wochen a.p. bei 15,0 bis 16,2 kg Trockenmasse und drei Wochen a.p. bei 14,7 bis 15,8 kg Trockenmasse. Die geringste Trockenmasseaufnahme liegt auch hier am Tag vor der Kalbung (2,6 kg Trockenmasse) vor.

Tabelle 59: Häufigkeitsverteilung der Trockenmasseaufnahme (kg) a.p.

Tage a.p.	n	$\bar{x}$	SD	Median	Perzentile		Min.	Max.
					25	75		
21	49	15,7	3,0	15,7	13,5	18,1	9,4	21,5
20	54	15,4	3,1	15,5	13,5	16,9	8,2	27,3
19	62	15,8	3,0	16,2	13,4	18,0	7,6	21,7
18	73	15,5	2,5	15,7	13,8	17,3	10,0	21,4
17	82	15,3	2,7	15,1	13,7	16,9	9,0	22,6
16	86	15,8	2,7	15,9	14,1	17,6	9,5	22,0
15	91	15,2	2,4	15,0	13,6	16,8	9,9	21,8
14	94	15,6	2,7	15,8	14,0	17,6	8,3	20,7
13	91	15,4	2,5	15,3	13,6	17,2	8,3	22,8
12	100	15,1	2,9	14,9	13,3	17,3	8,3	20,7
11	99	15,3	2,7	15,3	13,5	17,0	7,9	22,1
10	98	15,0	2,7	15,3	13,2	17,2	6,5	20,9
9	99	15,3	2,8	14,7	13,4	17,4	6,9	23,2
8	97	15,1	2,6	14,9	13,1	16,8	9,4	21,9
7	103	15,0	2,9	14,8	13,1	17,2	6,9	21,6
6	104	14,3	2,9	14,4	12,6	16,2	6,6	22,0
5	105	14,7	3,2	14,2	12,6	16,9	7,9	24,6
4	103	14,1	3,1	14,4	11,5	16,2	8,1	26,2
3	105	13,5	3,4	13,4	11,0	16,0	5,4	22,4
2	105	13,4	3,5	13,2	10,9	15,6	5,8	23,2
1	104	12,6	3,5	12,9	9,8	15,5	2,6	19,3

Max. = Maximum, Min. = Minimum, n = Anzahl der untersuchten Tiere, SD = Standardabweichung, $\bar{x}$ = Mittelwert

Auch graphisch zeigt sich deutlich der konstante Verlauf von Frischmasse- und Trockenmasseaufnahme, der erst ab Tag 5 a.p. deutlich abfällt (Anhang Abb. 36).

Die Netto-Energie-Laktation (NEL) zeigt einen ähnlichen Verlauf (Anhang Tab. 99). Sie liegt in der dritten Woche a.p. zwischen 98,6 und 103,2 MJ/kg Trockenmasse (Mittelwert) und sinkt danach langsam bis sie am Tag vor der Kalbung ihren Tiefpunkt erreicht (Mittelwert 81,8 MJ/kg Trockenmasse). Die Werte schwanken insgesamt zwischen 17,0 MJ/kg (Minimum am Tag vor der Kalbung) und 178,3 MJ/kg Trockenmasse (Maximum am Tag 20 a.p.).

4.4.1.2.2 Post partum

Die Futteraufnahme schwankt p.p. zwischen 23,9 und 40,8 kg Frischmasse (Median), wobei der Tiefpunkt am Tag der Kalbung liegt. Die geringste gefressene Menge an Frischmasse am Tag der Kalbung liegt bei 6,2 kg (Minimum). Insgesamt schwankt die Aufnahme zwischen 2,2 kg Frischmasse (Minimum an Tag 5 p.p.) und 80,1 kg Frischmasse (Maximum an Tag 8 p.p.) (Tab. 60).

Tabelle 60: Häufigkeitsverteilung der Frischmasseaufnahme (kg) p.p.

Tage p.p.	n	$\bar{x}$	SD	Median	Perzentile		Min.	Max.
					25	75		
0	98	23,3	7,2	23,9	17,8	28,1	6,4	39,7
1	97	28,3	8,0	28,1	23,1	33,5	6,2	46,8
2	104	30,2	7,7	30,4	25,6	35,5	2,8	45,5
3	100	31,1	7,4	32,6	26,8	36,0	7,0	46,8
4	99	32,0	7,6	32,6	29,2	37,0	10,4	45,2
5	96	33,3	7,4	34,3	29,7	37,5	2,2	47,8
6	94	34,1	6,8	33,9	31,2	38,6	10,3	48,0
7	93	34,9	7,1	35,2	29,9	40,3	17,9	50,3
8	94	36,5	8,4	36,9	32,4	40,6	14,8	80,1
9	93	36,6	7,2	36,8	33,8	41,1	14,4	58,4
10	91	37,1	6,2	37,6	33,9	41,9	20,6	52,6
11	86	39,5	6,9	40,3	34,9	43,8	19,2	54,9
12	91	38,9	6,8	39,4	34,7	43,1	17,3	52,5
13	90	40,0	6,4	40,6	37,6	44,1	23,0	63,0
14	88	39,7	6,0	40,8	36,1	44,2	23,3	55,2

Max. = Maximum, Min. = Minimum, n = Anzahl der untersuchten Tiere, SD = Standardabweichung, $\bar{x}$ = Mittelwert

Im Mittel fressen die Kühe am Tag der Kalbung 11,3 kg Trockenmasse. Der Mittelwert der Trockenmasseaufnahme steigt im Verlauf und erreicht sein Maximum an Tag 13 p.p. (19,9 kg) (Tab. 61). Die kleinste aufgenommene Menge Trockenmasse beträgt 1,1 kg (Tag 5 p.p.).

Tabelle 61: Häufigkeitsverteilung der Trockenmasseaufnahme (kg) p.p.

Tage p.p.	n	$\bar{x}$	SD	Median	Perzentile		Min.	Max.
					25	75		
0	98	11,3	3,4	11,6	8,9	13,6	2,8	18,3
1	97	14,1	3,9	14,5	11,6	16,7	2,9	21,4
2	104	15,0	3,7	15,2	12,9	17,6	1,4	22,6
3	100	15,4	3,6	15,6	13,6	17,6	3,5	24,0
4	99	15,9	3,8	16,4	14,2	18,3	5,2	23,2
5	96	16,6	3,7	16,8	14,7	18,9	1,1	25,1
6	94	17,0	3,3	17,1	15,5	19,3	5,3	24,1
7	93	17,4	3,5	17,9	14,8	19,4	8,6	25,3
8	94	18,2	4,2	18,5	16,0	20,4	7,4	40,4
9	93	18,2	3,6	18,6	16,8	20,2	7,4	27,0
10	91	18,5	3,1	19,1	16,7	20,7	9,5	25,8
11	86	19,7	3,4	20,2	17,8	21,5	9,6	27,4
12	91	19,4	3,5	19,6	17,2	21,7	7,9	26,4
13	90	19,9	3,2	20,3	18,2	21,8	11,8	28,7
14	88	19,8	3,1	20,1	17,8	21,9	11,9	28,5

Max. = Maximum, Min. = Minimum, n = Anzahl der untersuchten Tiere, SD = Standardabweichung, $\bar{x}$ = Mittelwert

Der Mittelwert der NEL steigt ebenfalls vom Tag der Kalbung (76,4 MJ/kg Trockenmasse) bis Tag 13 p.p. kontinuierlich an (141,7 MJ/kg Trockenmasse an Tag 13 p.p.) (Anhang Tab. 100). 75 % aller Kühe nehmen am Tag der Kalbung 92,8 MJ/kg Trockenmasse und am Tag 14 p.p. 156,6 MJ/kg Trockenmasse auf.

Die wöchentlichen Mittelwerte der Frischmasse- und Trockenmasseaufnahme sowie der NEL

befinden sich im Anhang (Tab. 101, 102, 103).
Im Verlauf (Abb. 17) sieht man einen raschen Anstieg aller drei Parameter ab der ersten Woche p.p., wobei die Frischmasse- und Trockenmasseaufnahme ab Woche 5 p.p. konstant erscheinen und die NEL noch bis ca. 10 Wochen p.p. kontinuierlich ansteigt.

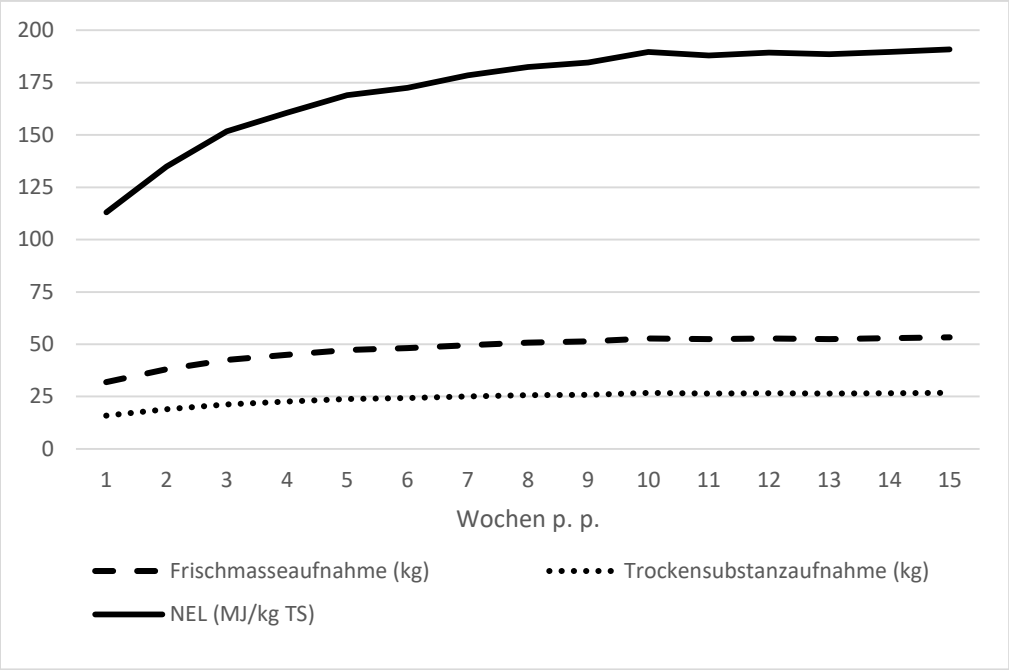


Abbildung 17: Mittelwerte der Frischmasse-, Trockenmasse- und NEL-Aufnahme in den Wochen p.p.

4.4.2 Zusammenhänge zwischen der Pansenfüllung und der Futteraufnahme

4.4.2.1 24-Stunden-Tagesprofile

Bei der partiellen Korrelation, welche für jedes Einzeltier die Korrelation berechnet, liegen in allen Fällen geringe, positive, signifikante Korrelationen zwischen der Pansenfüllung und der Frischmasseaufnahme vor (Tab. 62). Eine Ausnahme ist die Messwoche 2, bei der für die Frischmasseaufnahme in 4 Stunden vor der Kalbung im postpartalen Zeitraum eine sehr geringe, positive, signifikante Korrelation vorliegt. Die Korrelationskoeffizienten sind für die Frischmasseaufnahme in 8 Stunden vor der Bonitur größer (Messwoche 1:r = 0,30–0,43; $p < 0,001$) als 4 Stunden vor der Bonitur (Messwoche 1: r = 0,24–0,30; $p < 0,001$). In Messwoche 1 haben die postpartalen Kühe einen größeren Korrelationskoeffizienten als die Kühe a.p. In Messwoche 2 verhält es sich entgegengesetzt.

Tabelle 62: Partielle Korrelationen der Pansenfüllungsnoten und der Frischmasseaufnahmen (kg) der 24-Stunden-Tagesprofile

Kontrollvariablen		Pansenfüllung Woche 1		Pansenfüllung Woche 2	
		a.p.	p.p.	a.p.	p.p.
Frischmasseaufnahme (kg) alle 4 h Woche 1	r p df	0,235 < 0,001 401	0,298 < 0,001 247		
Frischmasseaufnahme (kg) alle 8 h Woche 1	r p df	0,304 < 0,001 401	0,431 < 0,001 247		
Frischmasseaufnahme (kg) alle 4 h Woche 2	r p df			0,239 < 0,001 450	0,141 0,026 247
Frischmasseaufnahme (kg) alle 8 h Woche 2	r p df			0,281 < 0,001 450	0,245 < 0,001 247

df = Freiheitsgrad, p = Signifikanz, r = Korrelationskoeffizient

Die Frischmasseaufnahme unterliegt für alle Kühe tageszeitlichen Schwankungen (Abb. 18, 19, Anhang Abb. 37–42) mit einem Tiefpunkt um 5 Uhr und darauffolgend einem konstanten Anstieg bis zum Maximum um 21 Uhr. Die Pansenfüllung scheint in allen Fällen der Frischmasseaufnahme zu folgen (Abb. 18, 19, Anhang Abb. 37–42). Sie hat bei den Kühen p.p. ihren Tiefpunkt um 9 Uhr und steigt dann an. Bei den Kühen a.p. liegt die geringste Pansenfüllung, wie die Futteraufnahme, um 5 Uhr vor und steigt daraufhin an. Diesen Verlauf der Pansenfüllung kann man nur bei einer sehr kleinen Skala mit Skala-Intervallen von 0,1 sehen. Betrachtet man die Pansenfüllung auf einer Skala von 1 bis 5, entsprechend der Noten, so ist der Verlauf allenfalls zu erahnen.

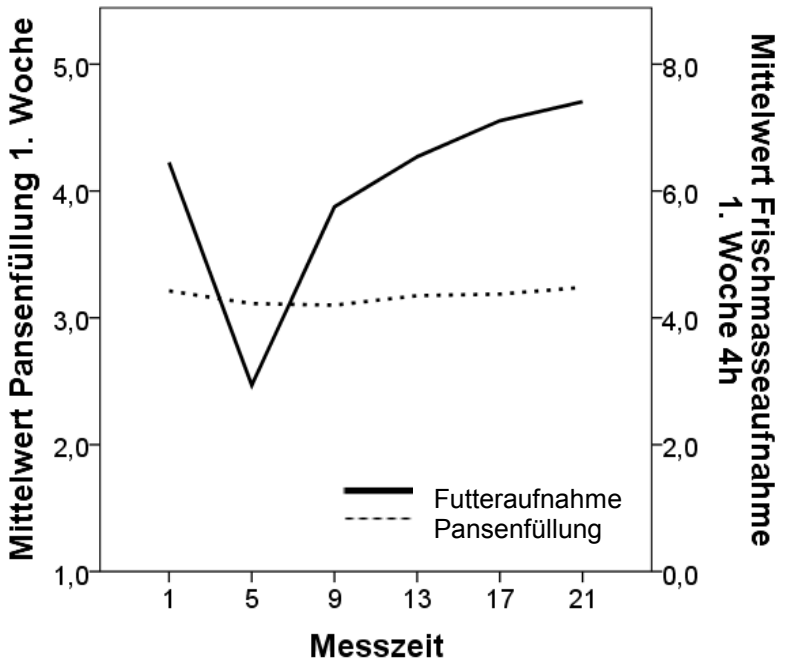


Abbildung 18: Verlauf der Pansenfüllungsnoten im Vergleich zur Frischmasseaufnahme (kg)
(Messintervall 4 h, Messwoche 1 p.p., Skalierung der Pansenfüllung mit ganzen Notenschritten)

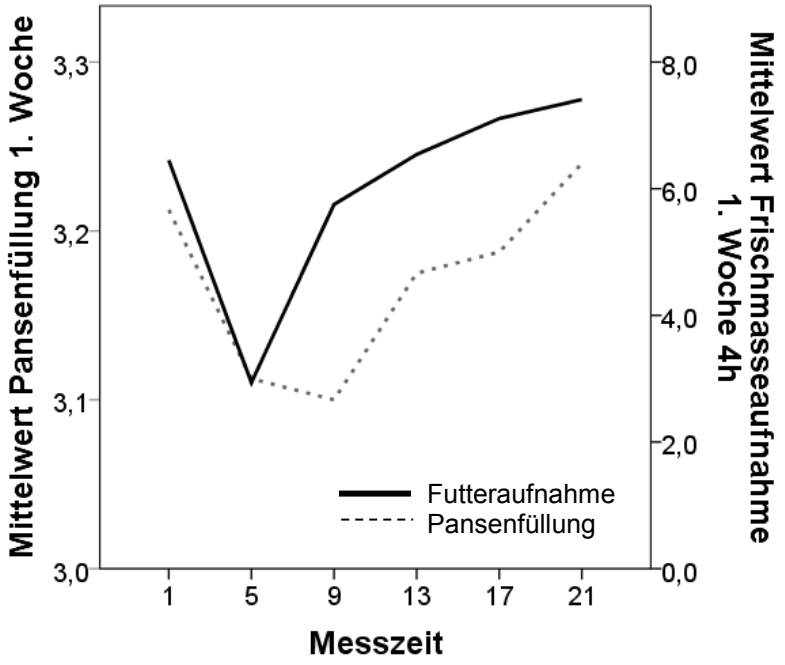


Abbildung 19: Verlauf der Pansenfüllungsnoten im Vergleich zur Frischmasse-aufnahme (kg)
(Messintervall 4 h, Messwoche 1 p.p., Skalierung der Pansenfüllung mit 0,1 Notenschritten)

4.4.2.2 Tägliche Benotung

Bei täglicher Benotung der Pansenfüllung liegt im postpartalen Zeitraum eine höhere Korrelation für die Futteraufnahme und die Pansenfüllung vor als a.p. (Tab. 63). Der größte Korrelationskoeffizient wird an Tag 1–9 p.p. zwischen der Pansenfüllung und der Frischmasseaufnahme gemessen (r = 0,320; p < 0,001). Im antepartalen Zeitraum liegen drei Wochen und eine Woche a.p. höchst signifikante Korrelationen vor, die für die dritte Woche a.p. sehr gering (r = 0,166 für die Frischmasseaufnahme) und eine Woche a.p. gering sind (r = 0,279 für die Frischmasseaufnahme). Zwei Wochen a.p. liegen keine signifikanten Korrelationen zwischen der Pansenfüllung und der Futteraufnahme vor.

Tabelle 63: Partielle Korrelationen der Pansenfüllungsnoten und der Futteraufnahme bei täglicher Benotung

Kontrollvariablen:		Tägliche Pansenfüllung an Tag:				
		21–15 a.p.	14–8 a.p.	7–1 a.p.	1–9 p.p.	28 und 60 p.p.
Frischmasse-aufnahme (kg)	r	0,166	0,053	0,279	0,320	0,301
	p	< 0,001	0,173	< 0,001	< 0,001	< 0,001
	df	478	658	726	859	190
Trockenmasse-aufnahme (kg)	r	0,192	0,073	0,277	0,293	0,316
	p	< 0,001	0,061	< 0,001	< 0,001	< 0,001
	df	478	658	726	859	190

df = Freiheitsgrad, p = Signifikanz, r = Korrelationskoeffizient

Die Pansenfüllung folgt im Verlauf der Frischmasseaufnahme (kg) geringgradig zeitversetzt. Sie sinkt genau wie die Frischmasseaufnahme kurz vor der Kalbung deutlich ab. Beide Parameter haben ihren Tiefpunkt in den ersten Tagen p.p. und steigen dann wieder an (Abb. 20).

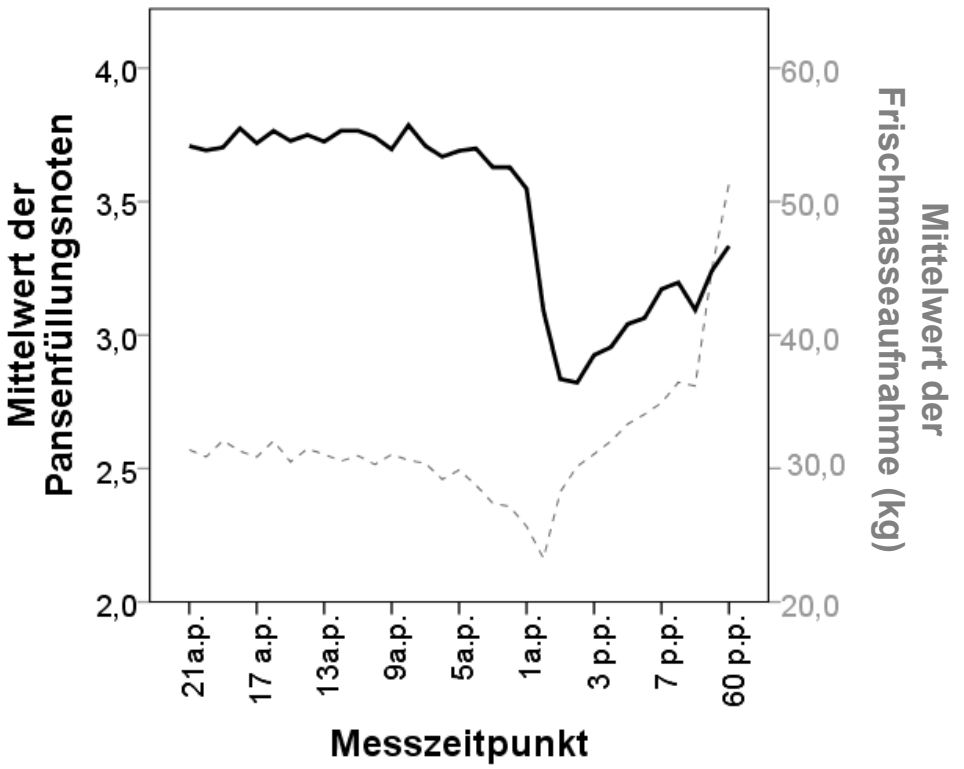


Abbildung 20: Verlauf der Mittelwerte der Pansenfüllungsnoten aller Kühe zum Mittelwert der Frischmasseaufnahme (kg) aller Kühe

4.4.2.3 Einflussfaktoren auf den Zusammenhang zwischen Pansenfüllung und Futteraufnahme

4.4.2.3.1 Einfluss des Laktationszeitpunktes im 24-Stunden-Tagesprofil

Die gemischte lineare Regression zeigt, dass sowohl a.p. als auch p.p. der Laktationszeitpunkt einen signifikanten Einfluss auf den Zusammenhang zwischen Futteraufnahme und Pansenfüllungsnoten hat (Tab. 64). Die Koeffizienten sind a.p. sehr niedrig. Sie liegen a.p. zwischen 0,015 und 0,018. Bei einer Erhöhung der Frischmasseaufnahme um ein Kilogramm erhöhen sich die Noten entsprechend um 0,015 bzw. 0,018. Dies bedeutet, dass eine Kuh 33,3 kg bzw. 27,8 kg Frischmasse fressen müsste, damit dies anhand einer halben Note der Pansenfüllung sichtbar wird.

P.p. ist der Koeffizient in Woche 1 deutlich höher. Bei einem Kilogramm zusätzlicher Frischmasseaufnahme in 4 Stunden erhöht sich die Pansenfüllungsnote um 0,053. Bei diesen Koeffizienten müsste eine Kuh folglich 9,4 kg Frischmasse zusätzlich fressen, um eine Steigerung der Pansenfüllung um eine halbe Note zu erreichen.

Für die Frischmasseaufnahme innerhalb von 8 Stunden in Woche 1 liegt der Koeffizient bei 0,061. Eine Kuh muss demnach zusätzlich 8,2 kg Frischmasse aufnehmen (entspricht in dieser Woche 3,9 kg Trockenmasse), um die Pansenfüllungsnoten um 0,5 zu erhöhen.

In Woche 2 p.p. liegen die Koeffizienten bei 0,022 für die Frischmasseaufnahme in 4 Stunden vor der Bonitur und bei 0,029 für die Frischmasseaufnahme in 8 Stunden vor der Bonitur. Entsprechend muss eine Kuh bei einem Koeffizienten von 0,029 17,2 kg Frischmasse aufnehmen (entspricht in dieser Woche 9,1 kg Trockenmasse), um eine Erhöhung der Pansenfüllungsnoten um 0,5 zu erreichen.

Auffällig ist die separate Betrachtung aller Kühe, die sich innerhalb der ersten 9 Tage p.p. befinden. Bei der Frischmasseaufnahme alle 8 Stunden liegt der höchste Koeffizient mit 0,069 vor. Diese Kühe müssten 7,2 kg Frischmasse aufnehmen (entspricht in dieser Woche 3,5 kg Trockenmasse), damit eine Zunahme der Pansenfüllung um 0,5 Noten zu sehen wäre. In Woche 2 ist der Koeffizient mit 0,022 und 0,029 bereits wieder bedeutend niedriger. Die Konfidenzintervalle sind für die Wochen a.p. und die zweite Woche p.p. sehr ähnlich.

Tabelle 64: Einfluss der Frischmasseaufnahme (kg) auf die Pansenfüllungsnoten

	b	95 % KI		SE	t	p	FM	TM*
		UG	OG					
Kühe a.p. Woche 1								
Frischmasse-aufnahme (kg) 4 h	0,018	0,011	0,024	0,003	5,451	< 0,001	27,8	14,8
Frischmasse-aufnahme (kg) 8 h	0,015	0,010	0,019	0,002	6,534	< 0,001	33,3	17,8
Kühe a.p. Woche 2								
Frischmasse-aufnahme (kg) 4 h	0,015	0,008	0,022	0,003	4,276	< 0,001	33,3	17,8
Frischmasse-aufnahme (kg) 8 h	0,014	0,009	0,019	0,002	5,977	< 0,001	35,7	18,6
Kühe p.p. Woche 1								
Frischmasse-aufnahme (kg) 4 h	0,053	0,035	0,071	0,009	5,757	< 0,001	9,4	4,1
Frischmasse-aufnahme (kg) 8 h	0,061	0,048	0,074	0,007	9,045	< 0,001	8,2	3,9
Kühe p.p. Woche 2								
Frischmasse-aufnahme (kg) 4 h	0,022	0,005	0,038	0,008	2,589	0,01	22,7	12,0
Frischmasse-aufnahme (kg) 8 h	0,029	0,016	0,041	0,006	4,495	< 0,001	17,2	9,1
Kühe p.p. < 10 Tage p.p. Woche 1[a]								
Frischmasse-aufnahme (kg) 4 h	0,057	0,037	0,077	0,010	5,553	< 0,001	8,8	4,2
Frischmasse-aufnahme (kg) 8 h	0,069	0,054	0,084	0,007	9,361	< 0,001	7,2	3,5

a = betrifft 8 Tiere, b = Regressionskoeffizient, FM = zusätzliche Frischmasseaufnahme (kg)/Kuh für 0,5 Noten Pansenfüllungsanstieg, KI = Konfidenzintervall, OG = obere Grenze, p = Signifikanz, SE = Standardfehler, t = T-Test, TM = zusätzliche Trockenmasseaufnahme (kg)/Kuh für 0,5 Noten Pansenfüllungsanstieg, UG = untere Grenze, * = errechnet anhand des durchschnittlichen Trockenmassegehaltes der Ration in der entsprechenden Messwoche. Der Trockenmassegehalt liegt in Messwoche 1 für die Kühe a.p. bei 53,36 % der Frischmasse, für die Kühe p.p. bei 48,02 % der Frischmasse. In Messwoche 2 liegt er für die Kühe a.p. bei 52,12 % der Frischmasse und für die Kühe p.p. bei 52,66 % der Frischmasse.

4.4.2.3.2 Einfluss des Laktationszeitpunktes bei täglicher Benotung

Das lineare gemischte Modell ergibt in allen Fällen einen signifikanten Zusammenhang zwischen der täglichen Futteraufnahme und der täglichen Pansenfüllungsbenotung. Die Zusammenhänge sind mit Ausnahme der zweiten Woche a.p. und Tag 5–9 p.p. höchst signifikant. In allen Wochen ist der Koeffizient der Trockenmasseaufnahme höher als der der Frischmasseaufnahme, jedoch sind die Koeffizienten alle sehr klein.

Der höchste Koeffizient der Trockenmasseaufnahme liegt bei 0,039 ($p < 0,001$) (Tag 28 p.p. und 60 p.p.). Eine Kuh müsste in diesem Fall 12,8 kg Trockenmasse zusätzlich aufnehmen, damit dies anhand einer halben Pansenfüllungsnote sichtbar wird.

In den Tagen 1–7 p.p. liegt der Koeffizient bei 0,031 ($p < 0,001$) für die Trockenmasseaufnahme. Die zusätzliche Trockenmasseaufnahme beträgt hierbei 16,1 kg. In der ersten Woche p.p. liegen höhere Koeffizienten vor als bei der separate Betrachtung der Tage 1 – 4 p.p. und 5–9 p.p.

Zwischen Tag 15 a.p. und 21 a.p. muss die Kuh 19,2 kg Trockenmasse für eine halbe zusätzliche Pansenfüllungsnote aufnehmen ($b = 0,026$; $p < 0,001$). An Tag 8 a.p. bis 14 a.p. ist der Koeffizient am niedrigsten und beträgt für die Frischmasseaufnahme 0,006 ($p = 0,040$) und für die Trockenmasseaufnahme 0,013 ($p = 0,019$).

Tabelle 65: Einfluss der Futteraufnahme auf die Pansenfüllung

	b	95 % KI		SE	t	p	FM	TS
		Untere Grenze	Obere Grenze					
Tag 21–15 a.p.								
FM-Aufnahme	0,013	0,006	0,019	0,0031	4,055	< 0,001	38,5	19,2
TM-Aufnahme	0,026	0,014	0,038	0,0060	4,293	< 0,001		
Tag 14–8 Tage a.p.								
FM-Aufnahme	0,006	< 0,001	0,011	0,0028	2,063	0,040	83,3	38,5
TM-Aufnahme	0,013	0,002	0,024	0,0055	2,346	0,019		
Tag 7–1 a.p.								
FM-Aufnahme	0,015	0,011	0,020	0,0024	6,282	< 0,001	33,3	17,2
TM-Aufnahme	0,029	0,019	0,038	0,0048	5,934	< 0,001		
Tag 1–7 p.p.								
FM-Aufnahme	0,017	0,012	0,022	0,0025	6,840	< 0,001	29,4	16,1
TM-Aufnahme	0,031	0,021	0,041	0,0050	6,229	< 0,001		
Tag 1–4 p.p.								
FM-Aufnahme	0,014	0,008	0,020	0,0031	4,688	< 0,001	35,7	18,5
TM-Aufnahme	0,027	0,015	0,039	0,0062	4,318	< 0,001		
Tag 5–9 p.p.								
FM-Aufnahme	0,008	0,002	0,015	0,0033	2,550	0,011	62,5	35,7
TM-Aufnahme	0,014	0,001	0,026	0,0065	2,112	0,035		
Tag 28 p.p. und 60 p.p.								
FM-Aufnahme	0,018	0,009	0,027	0,0045	4,050	< 0,001	27,8	12,8
TM-Aufnahme	0,039	0,022	0,057	0,0090	4,384	< 0,001		

b = Regressionskoeffizient, FM = zusätzliche Frischmasseaufnahme (kg)/Kuh für 0,5 Noten Pansenfüllung zusätzlich, p = Signifikanz, SE = Standardfehler, t = t-Test, TM = zusätzliche Trockenmasseaufnahme (kg)/Kuh für 0,5 Noten Pansenfüllung zusätzlich

4.4.2.3.3 Einfluss des Messzeitpunktes im 24-Stunden-Tagesprofil

Der Messzeitpunkt hat statistisch sowohl a.p. (Anhang Tab. 104) als auch p.p. (Anhang Tab. 105) nur zu bestimmten Zeiten einen signifikanten Einfluss auf die Pansenfüllung.
A.p. hat in beiden Messwochen jeweils der Messzeitpunkt 1 Uhr signifikanten Einfluss auf die Pansenfüllungsbewertung (in Woche 2 a.p. höchst signifikant). Um 5 Uhr morgens liegt jeweils der geringste Koeffizient vor und steigt dann im Tagesverlauf an, um ab 1 Uhr morgens wieder abzufallen.
P.p. ist auffällig, dass die jeweilige Futteraufnahme in 4 und 8 Stunden vor der Bonitur signifikanten Einfluss auf die Pansenfüllung hat, was a.p. nicht der Fall ist. In der Analyse der Futteraufnahme in 4 Stunden vor der Bonitur hat jedoch kein Messzeitpunkt einen signifikanten Einfluss auf die Bewertung der Hungergrube. Die Messzeitpunkte 1 Uhr, 21 Uhr und in Messwoche 2 p.p. der Messzeitpunkt 17 Uhr haben hingegen für die Futteraufnahme in 8 Stunden vor der Bonitur signifikanten Einfluss auf das Hungergrubenscoring.

4.5 Pansenfüllungsbenotung als Indikator

4.5.1 Pansenfüllung a.p. als Indikator für die Futteraufnahme p.p.

Steigt die Pansenfüllung in Woche 1 a.p., so korreliert dies gering (r = 0,22) mit einer höheren Frischmasseaufnahme in Woche 1 p.p. (p = 0,025) (Tab. 62). Eine geringe signifikante Korrelation besteht auch zwischen der Trockenmasseaufnahme (kg) in Woche 1 p.p. (r = 0,26; p = 0,007) und Woche 2 p.p. (r = 0,21; p = 0,040) und dem Mittelwert der Pansenfüllung in Woche 1 a.p. Ferner bestehen sehr geringe (r = 0,20) und geringe (r = 0,27) positive signifikante Korrelationen zwischen der NEL (MJ) in Woche 1 und 2 p.p. und der Pansenfüllung in Woche 1 a.p.
Es liegen auch negative Korrelationen vor, wonach eine sinkende Pansenfüllung zwei Wochen a.p. mit einer steigenden Frischmasseaufnahme und einer steigenden Trockenmasse-aufnahme in Woche 7 p.p. korreliert. Negative Korrelationen bestehen zudem zwischen der NEL (MJ) in Woche 8 p.p. sowie der Pansenfüllung in Woche 2 a.p. (r = -0,24; p = 0,022) und der Pansenfüllung in Woche 1 a.p. (r = -0,20; p = 0,045).

Tabelle 66: Zusammenhang des Pansenfüllungsmittelwertes der Wochen a.p. (Spalten) und der jeweiligen Frischmasse-, Trockenmasseaufnahme und NEL der Wochen p.p. (Zeilen)

Wo p.p.		x̄ der wöchentlichen Frischmasseaufnahme (kg) p.p.			x̄ der wöchentlichen Trockenmasse-aufnahme (kg) p.p.			x̄ der wöchentlichen NEL (MJ) p.p.		
		x̄ der Pansenfüllung a.p. in den Wochen:								
		3	2	1	3	2	1	3	2	1
1	r_s p n	0,04 0,682 94	0,11 0,293 100	0,22 0,025 106	0,09 0,405 94	0,13 0,211 100	0,26 0,007 106	0,09 0,413 94	0,13 0,195 100	0,27 0,006 106
2	r_s p n	0,05 0,649 87	0,07 0,507 93	0,13 0,195 98	0,12 0,253 87	0,12 0,246 93	0,21 0,040 98	0,12 0,262 87	0,12 0,257 93	0,20 0,045 98
3	r_s p n	0,04 0,728 84	0,01 0,931 90	-0,02 0,842 95	0,17 0,123 84	0,13 0,231 90	0,12 0,244 95	0,16 0,144 84	0,12 0,275 90	0,11 0,298 95
4	r_s p n	-0,04 0,734 86	-0,07 0,518 92	0,00 0,980 97	-0,04 0,737 86	-0,03 0,756 92	0,09 0,374 97	0,06 0,601 86	0,03 0,759 92	0,06 0,553 97
5	r_s p n	-0,04 0,711 85	-0,05 0,653 91	-0,07 0,518 96	-0,03 0,779 85	-0,02 0,842 91	-0,03 0,736 96	-0,04 0,749 86	-0,03 0,800 92	0,09 0,364 97
6	r_s p n	-0,02 0,853 87	-0,12 0,252 93	-0,04 0,679 97	< 0,01 0,999 87	-0,12 0,255 93	-0,08 0,443 97	-0,03 0,786 85	-0,02 0,876 91	-0,04 0,729 96
7	r_s p n	-0,07 0,546 87	-0,21 0,040 93	-0,17 0,103 97	-0,11 0,302 87	-0,24 0,022 93	-0,20 0,055 97	-0,01 0,960 87	-0,12 0,244 93	-0,08 0,429 97
8	r_s p n	-0,06 0,604 79	-0,07 0,502 85	-0,06 0,547 89	-0,11 0,318 79	-0,13 0,247 85	-0,11 0,314 89	-0,11 0,308 87	-0,24 0,022 93	-0,20 0,045 97
9	r_s p n	-0,11 0,366 69	-0,05 0,665 75	-0,07 0,552 79	-0,13 0,297 69	-0,07 0,560 75	-0,07 0,542 79	-0,12 0,277 86	-0,19 0,063 92	-0,17 0,101 96
10	r_s p n	-0,08 0,530 63	-0,07 0,570 69	-0,06 0,602 73	-0,10 0,417 63	-0,10 0,417 69	-0,08 0,481 73	-0,13 0,271 79	-0,14 0,203 85	-0,12 0,255 89

Bivariate Korrelation.
n = Anzahl untersuchter Tiere, NEL = Netto-Energie-Laktation, p = Signifikanz, r_s = Spearman-Rangkorrelations-koeffizient, Wo = Wochen, x̄ = Mittelwert, 1 = der Mittelwert der Pansenfüllung eine Woche a.p., 2 = der Mittelwert der Pansenfüllung in der zweiten Woche a.p., 3 = der Mittelwert der Pansenfüllung in der dritten Woche a.p.

4.5.2 Pansenfüllung a.p. als Indikator für die Milchleistung p.p.

4.5.2.1 Deskriptive Darstellung der Milchleistung

Der Mittelwert der wöchentlichen Milchmengen steigt von Woche 1 p.p. mit 36,2 kg bis Woche 7 p.p. mit 48,3 kg an und hält sich auch danach auf einem kontinuierlichen Level zwischen 48,0 kg (Woche 8 p.p.) und 39,2 kg (Woche 19 p.p.) (Tab. 67).

Tabelle 67: Häufigkeitsverteilung der wöchentlichen Milchleistungsmittelwerte (kg)

Woche p.p.	n	$\bar{x}$	SD	Median	Perzentile		Min.	Max.
					25	75		
1	11	36,2	4,4	35,3	33,3	41,2	30,3	42,2
2	86	38,9	6,0	39,1	35,3	42,3	24,0	53,6
3	99	43,2	6,3	43,3	39,8	47,3	23,5	58,4
4	103	45,7	6,3	45,6	41,6	49,8	27,0	58,7
5	103	46,5	7,4	47,2	42,2	51,1	15,0	61,1
6	100	47,7	6,5	48,3	43,4	51,9	28,5	61,0
7	100	48,3	6,0	48,1	44,7	51,6	34,2	61,8
8	97	48,0	5,7	47,6	44,8	51,4	33,8	61,8
9	98	47,3	5,6	47,3	43,7	51,0	34,8	61,7
10	91	47,0	5,9	47,1	43,1	51,8	33,8	62,1
11	79	46,4	5,8	46,6	41,8	50,9	34,7	58,4
12	74	45,4	5,9	45,9	41,1	50,1	33,6	57,7
13	65	44,2	6,2	45,0	40,0	48,1	29,6	57,3
14	55	43,4	6,0	43,9	39,9	47,3	31,8	56,0
15	46	43,4	5,5	43,9	39,9	46,1	32,4	55,2
16	30	43,4	5,3	43,7	40,4	46,3	32,1	54,6
17	20	41,3	7,0	41,5	36,6	47,9	22,4	50,7
18	15	38,9	6,6	39,5	32,3	43,1	25,7	52,5
19	8	39,2	7,2	38,2	33,0	47,1	30,4	49,1
20	8	39,5	7,8	36,8	34,1	48,1	29,6	51,3

Max. = Maximum, Min. = Minimum, n = Anzahl der untersuchten Tiere, SD = Standardabweichung, $\bar{x}$ = Mittelwert

Diesen Verlauf kann man auch in Abbildung 21 sehen, wonach die Milchleistung bereits ab Tag 1 p.p. bis ca. Tag 7 p.p. steil ansteigt und sich daraufhin gleichbleibend auf einem Plateau zwischen 40 und 50 kg Milch bis Tag 100 p.p. hält.

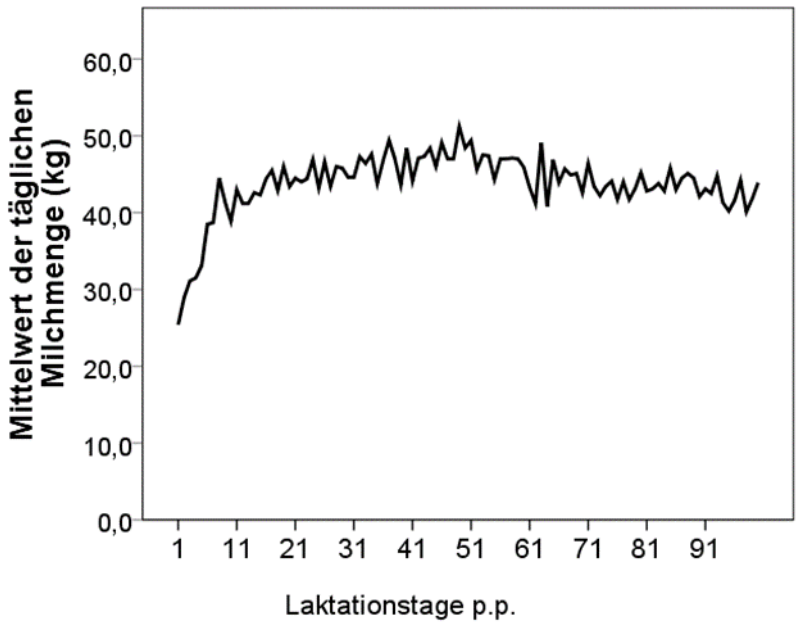


Abbildung 21: Verlauf der Mittelwerte der Milchleistung aller Kühe über den Untersuchungszeitraum

Graphisch sieht man, dass sich die NEL, genau wie die Milchleistung, bereits ab der 1. Woche p.p. fortlaufend erhöht, jedoch ihren Höhepunkt erst erreicht, wenn die Milchleistung bereits wieder langsam abfällt (Abb. 22). Die ECM steigt nicht so rasch wie die Milchleistung und die NEL, bleibt jedoch zwischen Woche 4 p.p. und Woche 10 p.p. auf einem relativ konstanten Niveau, um dann der Milchleistung im Verlauf zu folgen.

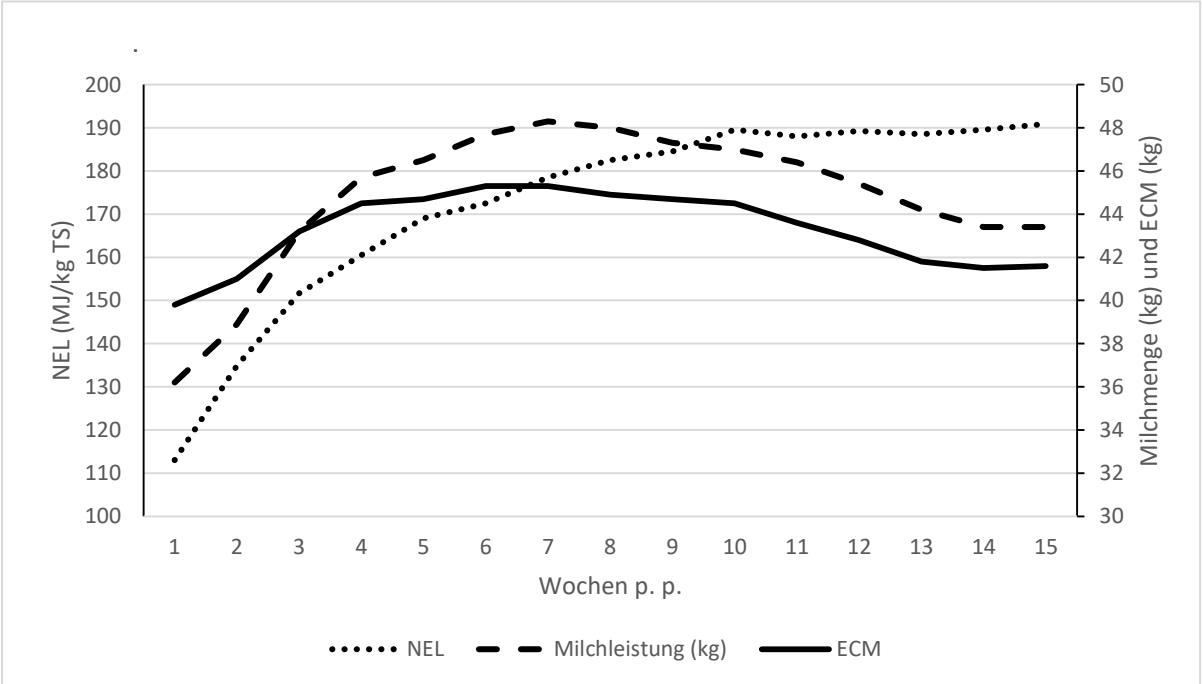


Abbildung 22: Verlauf der Milchleistung, ECM und NEL p.p.

Angaben zum Milchfett, Milcheiweiß, Fett-Eiweiß-Quotienten, fettkorrigierter Milch und energiekorrigierter Milch sind dem Anhang Tabelle 106, 107, 108, 109 und 110 zu entnehmen.

4.5.2.2 Zusammenhang zwischen der Pansenfüllung a.p. und der Milchleistung

Die Pansenfüllung korreliert nicht signifikant mit der Milchmenge p.p. oder dem Milchfettgehalt (Tab. 68). Der Milchproteingehalt korreliert sehr gering ($r = 0,23$) in der dritten Woche p.p. mit dem Mittelwert der Pansenfüllung eine Woche a.p. ($p = 0,023$).
Ferner besteht eine signifikante negative Korrelation ($r = -0,7$) zwischen der Milcheiweißmenge in der ersten Woche p.p. und der Pansenfüllung in Woche 3 ($p = 0,030$) und 2 ($p = 0,027$) a.p. (Tab. 69). Der Laktosegehalt in der zweiten Woche p.p. korreliert signifikant mit der Pansenfüllung in Woche 2 a.p. ($p = 0,047$; $r = 0,22$). Es besteht eine Korrelation zwischen der Pansenfüllung in Woche 1 a.p. und dem Laktosegehalt der Milch in Woche 3 p.p. ($p < 0,001$; $r = 0,36$) und in Woche 5 p.p. ($p = 0,024$; $r = 0,22$).
Ebenfalls signifikant korreliert der Milchharnstoffgehalt der Woche 3 p.p. mit der Pansenfüllung in Woche 1 a.p. ($p = 0,028$) und der Milchharnstoffgehalt der Woche 9 p.p. mit der Pansenfüllung in Woche 1 a.p. ($p = 0,016$) (Tab. 69).

Tabelle 68: Zusammenhang des Pansenfüllungsmittelwertes der Wochen a.p. (Spalten) und der Milchleistung, Milchfett (%) und Milcheiweiß (%) in den Wochen p.p. (Zeilen)

Wo p.p.		$\bar{x}$ der wöchentlichen MM (kg)			$\bar{x}$ des wöchentlichen F (%)			$\bar{x}$ des wöchentlichen E (%)		
		$\bar{x}$ der Pansenfüllung in den Wochen a.p.:								
		3	2	1	3	2	1	3	2	1
1	r_s	-0,66	-0,54	-0,18	0,11	0,04	-0,21	-0,01	-0,15	0,13
	p	0,055	0,132	0,600	0,777	0,911	0,534	0,983	0,703	0,697
	n	9	9	11	9	9	11	9	9	11
2	r_s	0,09	0,12	0,05	-0,20	-0,14	-0,05	0,04	0,03	0,18
	p	0,438	0,277	0,637	0,086	0,222	0,639	0,752	0,819	0,106
	n	76	82	86	76	82	86	76	82	86
3	r_s	0,07	0,04	0,03	-0,07	-0,07	-0,11	0,11	0,08	0,23
	p	0,507	0,726	0,801	0,506	0,507	0,274	0,284	0,416	0,023
	n	89	95	99	89	95	99	89	95	99
4	r_s	0,07	0,01	-0,02	< 0,01	-0,04	0,04	0,14	0,08	0,10
	p	0,529	0,944	0,835	0,972	0,729	0,717	0,195	0,422	0,312
	n	93	99	103	93	99	103	93	99	103
5	r_s	-0,06	-0,08	0,01	0,06	0,05	-0,02	0,08	0,08	0,10
	p	0,567	0,428	0,950	0,545	0,653	0,838	0,457	0,428	0,308
	n	93	99	103	93	99	103	93	99	103
6	r_s	-0,03	-0,06	0,05	0,14	0,08	0,12	0,07	0,14	0,16
	p	0,795	0,578	0,638	0,196	0,451	0,243	0,534	0,165	0,117
	n	90	96	100	90	96	100	90	96	100
7	r_s	-0,01	-0,02	0,01	0,06	< 0,01	0,17	0,11	0,13	0,12
	p	0,961	0,810	0,944	0,545	0,990	0,095	0,287	0,207	0,226
	n	90	96	100	90	96	100	90	96	100
8	r_s	-0,02	-0,08	-0,04	-0,02	-0,05	0,11	-0,02	< 0,01	0,11
	p	0,864	0,444	0,668	0,848	0,602	0,280	0,850	0,980	0,304
	n	87	93	97	87	93	97	87	93	97
9	r_s	0,01	< 0,01	0,01	-0,09	-0,11	0,07	-0,03	-0,09	0,01
	p	0,913	0,977	0,955	0,399	0,273	0,481	0,758	0,378	0,951
	n	88	94	98	88	94	98	88	94	98
10	r_s	-0,01	0,04	< 0,01	-0,06	-0,05	-0,01	-0,03	-0,02	-0,07
	p	0,920	0,699	0,986	0,568	0,657	0,890	0,764	0,849	0,516
	n	81	87	91	81	87	91	81	87	91

Bivariate Korrelation.
E = Milcheiweiß, F = Milchfett, MM = Milchmenge, n = Anzahl der beobachteten Fälle, p = Signifikanz, r_s = Spearman-Rangkorrelationskoeffizient, Wo = Wochen, $\bar{x}$ = Mittelwert, 1 = der Mittelwert der Pansenfüllung eine Woche a.p., 2 = der Mittelwert der Pansenfüllung in der zweiten Woche a.p., 3 = der Mittelwert der Pansenfüllung in der dritten Woche a.p.

Tabelle 69: Zusammenhang des Pansenfüllungsmittelwertes der Wochen a.p. (Spalten) und anderen Milchinhaltsstoffen in den Wochen p.p. (Zeilen)

Wo p.p.		x̄ des wöchentlichen Eiweiß (g)			x̄ des wöchentlichen Laktose (%)			x̄ des wöchentlichen Harnstoffes (mg/l)		
		x̄ der Pansenfüllung in den Wochen a.p.:								
		3	2	1	3	2	1	3	2	1
1	r_s	-0,72	-0,73	-0,08	0,37	0,46	0,24	-0,05	0,07	0,55
	p	0,030	0,027	0,810	0,321	0,209	0,481	0,896	0,866	0,079
	n	9	9	11	9	9	11	9	9	11
2	r_s	0,12	0,13	0,09	0,12	0,22	0,14	-0,11	0,09	0,15
	p	0,292	0,243	0,392	0,284	0,047	0,207	0,365	0,438	0,177
	n	76	82	86	76	82	86	76	82	86
3	r_s	0,13	0,07	0,10	0,19	0,20	0,36	0,02	0,15	0,22
	p	0,215	0,476	0,306	0,070	0,054	< 0,001	0,867	0,148	0,028
	n	89	95	99	89	95	99	89	95	99
4	r_s	0,13	0,06	0,01	0,10	0,10	0,18	-0,21	-0,10	< 0,01
	p	0,198	0,573	0,950	0,347	0,324	0,072	0,045	0,305	0,998
	n	93	99	103	93	99	103	93	99	103
5	r_s	-0,03	-0,03	0,08	0,04	-0,01	0,22	-0,11	0,03	-0,01
	p	0,787	0,775	0,441	0,703	0,935	0,024	0,275	0,780	0,954
	n	93	99	103	93	99	103	93	99	103
9	r_s	0,02	-0,07	< 0,01	-0,01	0,01	0,06	0,24	0,08	-0,02
	p	0,965	0,526	0,866	0,548	0,941	0,925	0,887	0,424	0,016
	n	88	94	98	88	94	98	88	94	98

Bivariate Korrelation.
n = Anzahl der beobachteten Fälle, p = Signifikanz, r_s = Spearman-Rangkorrelationskoeffizient, Wo = Wochen, x̄ = Mittelwert, 1 = der Mittelwert der Pansenfüllung eine Woche a.p., 2 = der Mittelwert der Pansenfüllung in der zweiten Woche a.p., 3 = der Mittelwert der Pansenfüllung in der dritten Woche a.p.

4.5.3 Pansenfüllung als Indikator für die Fruchtbarkeit

4.5.3.1 Deskriptive Darstellung von Fruchtbarkeitsparametern

39 Kühe sind nach der ersten Besamung tragend (Tab. 70:). Von 93 Kühen sind 62 an Tag 200 p.p. tragend.

Tabelle 70: Häufigkeitsverteilung der positiven Trächtigkeitsergebnisse bis Tag 200 p.p.

	N	%
Trächtigkeitsergebnisse an Tag 200 p.p.		
nicht tragend	31	33,3
tragend	62	66,7
gesamt	93	100,0
Trächtigkeitsergebnisse nach der 1. Besamung		
nicht tragend	58	59,8
tragend	39	40,2
gesamt	97	100,0

N = Anzahl der Tiere

4.5.3.2 Zusammenhang zwischen der Pansenfüllung und der Fruchtbarkeit

Es gibt weder a.p. noch p.p. eine signifikante Assoziation zwischen der Trächtigkeit bis Tag 200 p.p. oder der Trächtigkeit nach der ersten Besamung und der Pansenfüllung (Anhang Tab. 111).

4.5.4 Pansenfüllung als Indikator für Erkrankungen

4.5.4.1 Deskriptive Darstellung der Erkrankungen

4.5.4.1.1 Ante partum

Die häufigste Erkrankung a.p. ist Lahmheit (22,9 % aller Kühe betroffen) (Tab. 71). Sowohl Mastitis als auch Hauterkrankungen, Diarrhoe und Pneumonie kommen jeweils nur einmal vor (jeweils 0,9 %). In den folgenden Rechnungen wurde nur die Diagnose Lahmheit analysiert.

Tabelle 71: Häufigkeiten der Erkrankungen a.p.

Erkrankung	erkrankt		nicht erkrankt		Ges.
	n	%	n	%	
Lahmheit	25	22,9	84	77,1	109
Fieber [a]	9	8,3	100	91,7	
Pansenazidose	7	6,4	102	93,6	
Gest. Allgemeinbefinden [b]	4	3,7	105	96,3	
Mastitis	1	0,9	108	99,1	
Hauterkrankungen	1	0,9	108	99,1	
Diarrhoe	1	0,9	108	99,1	
Pneumonie	1	0,9	108	99,1	

a = Fieber unbekannter Ursache, b = gestörtes Allgemeinbefinden unbekannter Ursache, Ges. = Anzahl aller untersuchten Tiere, n = Anzahl an Tieren mit Erkrankung

4.5.4.1.2 Post partum

Auch p.p. zählt Lahmheit zu den häufigsten Erkrankungen (43,1 % aller Kühe betroffen) (Tab. 72). Fieber unbekannter Genese tritt ebenfalls zu 43,1 % auf. Wird nur der postpartale Zeitraum, ohne die Untersuchung unmittelbar nach der Kalbung, ausgewertet, so sinkt die Zahl von Kühen mit Fieber unbekannter Genese auf 22 %. In den folgenden Auswertungsschritten wurden die Erkrankungen Pneumonie, Hauterkrankungen und Labmagenverlagerung aufgrund zu geringer Fallzahlen nicht einbezogen. Zudem wurden in den folgenden Abschnitten die Parameter Metritis Grad I, Metritis Grad II und Endometritis als Uteruserkrankungen zusammengefasst. Ferner wurden die Diagnosen „Gestörtes Allgemeinbefinden unbekannter Genese“ und „Stoffwechselstörung“ gemeinsam als ein Parameter ausgewertet und folgend die Gruppe der betroffenen Kühe als Gruppe SW/Allg. bezeichnet. Bezüglich der Diagnose Fieber wurden nur die Kühe mit Fieber ab Tag 1 p.p. in die Auswertung einbezogen.

Tabelle 72: Häufigkeiten der Erkrankungen p.p. ab dem Tag der Kalbung diagnostiziert anhand der Allgemeinuntersuchungen

Erkrankung		erkrankt		nicht erkrankt		Ges.
		n	%	n	%	
Lahmheit		47	43,1	62	56,9	109
Fieber [a]	incl. US Tag 0	47	43,1	62	56,9	
	Ohne US Tag 0	24	22,0	85	78,0	
Subklinische Ketose Tag 1–7 p.p. [d]		13	11,9	96	88,1	
Subklinische Ketose Tag 28/60 p.p. [d]		13	11,9	96	88,1	
Metritis Grad I		29	26,6	80	73,4	
Metritis Grad II		8	7,3	101	92,7	
Endometritis		8	7,3	101	92,7	
Uteruserkrankungen [e]		34	31,2	75	68,8	
Diarrhoe		27	24,8	82	75,2	
Pansenazidose		25	22,9	84	77,1	
Behandlung mit Pansenstimulans		22	20,2	87	79,8	
Mastitis [c]		22	20,2	87	97,8	
NGV		15	13,8	94	86,2	
Gest. Allgemeinbefinden [b]		13	11,9	96	88,1	
Stoffwechselstörung		12	11,0	97	98,0	
Gest. Allgemeinbefinden [b] + Stoffwechselstörung (Gruppe SW/Allg.)		20	18,3	89	81,7	
Ovarialzysten		12	11,0	97	89,0	
Pneumonie		9	8,3	100	91,7	
Hauterkrankungen		1	0,9	108	99,1	
Labmagenverlagerung		0	0	109	100	

a = Fieber unbekannter Ursache, b = gestörtes Allgemeinbefinden unbekannter Ursache, c = durch die Melker diagnostiziert, d = auf Grundlage der Blutergebnisse, e = beinhaltet Metritis Grad I, Grad II und Endometritis, Ges. = Anzahl aller untersuchten Tiere, n = Anzahl an betroffenen Tieren

4.5.4.2 Zusammenhang der Pansenfüllung a.p. und Erkrankungen

4.5.4.2.1 Kreuztabelle

Kühe mit einer Pansenfüllungsnote ≤ 2,5 in Woche 2 a.p. haben signifikant (p = 0,043) häufiger die Erkrankungen NGV, subklinische Ketose in Woche 1 p.p., Fieber unbekannter Ursache ab Tag 1 p.p., Uteruserkrankungen, Ovarialzysten, Behandlung mit Pansenstimulans p.p. sowie Abgänge bis Tag 60 p.p. (gemeinsam als Erkrankungen* dargestellt) (Tab. 73). Die erwarteten Häufigkeiten von Kühen mit niedriger Pansenfüllung 2 Wochen a.p. und späterer Erkrankung liegen bei 4,4, wobei die tatsächliche Anzahl an Kühen bei 7 liegt.

Kühe mit niedrigeren Pansenfüllungsnoten a.p. (≤ 2,5) werden signifikant häufiger p.p. mit Pansenstimulans behandelt als erwartet (p = 0,030 in Woche 2 a.p. und 0,006 in Woche 1 a.p.). Zwei Wochen a.p. entspricht dieses Ergebnis 4 behandelten Kühen von 1,4 erwarteten Fällen und eine Woche vor der Kalbung 8 behandelte Kühe von 3,5 erwarteten Fällen. Auch bei einer gestörten Pansenfüllung a.p. und der Behandlung mit Pansenstimulans p.p. weichen die tatsächlichen Häufigkeiten mit 10 signifikant von den erwarteten Häufigkeiten mit 6,3 ab

(p = 0,048, Chi-Quadrat = 3,921). Andere Erkrankungen p.p. sowie Abgänge p.p. zeigen keine signifikante Beziehung mit der Pansenfüllung a.p. (Anhang Tab. 112).

Tabelle 73: Kreuztabelle mit signifikanten Zusammenhängen zwischen einer auffälligen Pansenfüllung a.p. und Erkrankungen p.p.

Erkrankung		Pansenfüllung a.p.								
		Verlauf gestört			Note ≤ 2,5			Note ≤ 2,5		
		Tag 21–1 a.p.			Tag 14–8 a.p.			Tag 7–1 a.p.		
		0	1	p	0	1	p	0	1	p
Erkrankungen*	0	31	9	0,295[a]	37 (34,4)	0 (2,6)	0,043[b]	37	3	0,071[a]
	1	47	22		54 (56,6)	7 (4,4)		54	14	
Behandlung [c]	0	66 (62,3)	21 (24,7)	0,048[a]	75 (72,4)	3 (5,6)	0,030[b]	77 (72,5)	9 (13,5)	0,006[b]
	1	12 (15,7)	10 (6,3)		16 (18,6)	4 (1,4)		14 (18,5)	8 (3,5)	

a = Pearson-Chi-Quadrat-Test, b = exakter Test nach Fisher (zweiseitig), c = Behandlung mit Pansenstimulans p.p., p = Signifikanz, 0 = Anzahl der nicht erkrankten/nicht betroffenen Tiere, 1 = Anzahl der erkrankten/betroffenen Tiere, * = NGV, Ketose in Woche 1 p.p., Fieber unbekannter Ursache ab Tag 1 p.p., Uteruserkrankungen, Abgänge bis Tag 60 p.p., Ovarialzysten, Behandlung mit Pansenstimulans, ( ) = Anzahl erwarteter Fälle

4.5.4.2.2 Binär logistische Regressionsanalyse

Die Chance p.p. an NGV, subklinischer Ketose in Woche 1 p.p., Fieber unbekannter Ursache ab Tag 1 p.p., Uteruserkrankungen oder Ovarialzysten zu erkranken, mit Pansenstimulans behandelt zu werden bzw. bis Tag 60 p.p. abzugehen, steigt (OR = 0,2 in Woche 1 und 0,1 in Woche 2 a.p.), wenn der Mittelwert der Pansenfüllung a.p. um eine Note sinkt (Tab. 74). Dieser Zusammenhang ist hoch signifikant (p = 0,019 in Woche 1 und 0,003 in Woche 2 a.p.). Steigt die Pansenfüllung in Woche 2 a.p. um eine Note, sinkt das Risiko p.p. zu erkranken von 100 % auf e^b = 5,5 %. In Woche 1 a.p. sinkt das Risiko entsprechend auf 16,5 %. Ebenfalls statistisch signifikant (p = 0,030) ist, dass die Wahrscheinlichkeit zur Gruppe SW/Allg. zu gehören, mit sinkender Pansenfüllung in der zweiten Woche a.p. steigt (b = -2,0; OR = 0,1). Dieses Regressionsmodell erklärt nur zu 7,5 % die Variation. Steigt der Mittelwert der Pansenfüllung in der zweiten Woche a.p. um eine Note, so verringert sich das Risiko, p.p. zur Gruppe SW/Allg. zu gehören, auf 13,5 % ($e^{-2,0}$). Der Mittelwert der Pansenfüllung von Kühen, die p.p. zur Gruppe SW/Allg. gehören, ist bereits a.p. niedriger als der Mittelwert der Vergleichskühe. Um den Kalbezeitpunkt nähern sich die Mittelwerte an und differenzieren sich ab Tag 7 p.p. erneut (Anhang Abb. 43).

Das Risiko p.p. mit Pansenstimulans behandelt zu werden, sinkt in allen drei Wochen a.p. signifikant mit steigendem Mittelwert der Pansenfüllung (OR = 0,2 in Woche 3 und 1 a.p., 0,1 in Woche 2 a.p.) (Tab. 74). Kühe, welche p.p. mit Pansenstimulans behandelt werden, weisen bereits a.p. einen geringeren Mittelwert der Pansenfüllungsnoten auf (Abb. 23).

Mit steigender Lahmheit eine Woche a.p. sinkt die Pansenfüllung um 1 Note ($p = 0,007$). Dieses Modell erklärt zu 10,3 % die Variation ($R^2 = 0,103$) (Tab. 74). Kühe mit Lahmheit a.p. haben einen geringeren Mittelwert der Pansenfüllungsnoten als Vergleichskühe ohne Lahmheit (Abb. 24).

Die einzelnen Erkrankungen NGV, Uteruserkrankungen, Pansenazidose, Diarrhoe, Mastitis, subklinische Ketose in Woche 1 p.p., subklinische Ketose an Tag 28 p.p. und 60 p.p., Ovarialzysten sowie Abgänge bis Tag 60 p.p. und Abgänge Tag 61 p.p. bis 200 p.p. weisen in keiner Messwoche a.p. einen signifikanten Zusammengang mit dem Mittelwert der Pansenfüllung a.p. auf.

Tabelle 74: Regressionsrechnung für die Zusammenhänge zwischen der Pansenfüllung a.p. und Erkrankungen

	$\bar{x}$ der Pansenfüllung													
	Tag 21–15 a.p.					Tag 14–8 a.p.					Tag 7–1 a.p.				
	b	SE	p	OR	R^2	b	SE	p	OR	R^2	b	SE	p	OR	R^2
Erkrankungen *															
X	-1,4	0,8	0,076	0,2	0,048	-2,9	1	0,003	0,1	0,139	-1,8	0,8	0,019	0,2	0,080
K	5,7	3,0	0,054	297,9		11,6	3,8	0,002	110828,1		7,2	2,9	0,012	1367,3	
Lahmheit a.p.															
X	-1,5	0,8	0,056	0,2	0,056	-1,4	0,8	0,105	0,3	0,038	-1,9	0,7	0,007	0,2	0,103
K	4,2	2,8	0,137	68,4		3,8	3,1	0,222	43,8		5,6	2,5	0,027	257,5	
Gruppe SW/Allg. p.p.															
X	-1,3	0,9	0,119	0,3	0,041	-2,0	0,9	0,030	0,1	0,075	-0,2	0,8	0,764	0,8	0,001
K	3,3	3,1	0,295	25,8		5,7	3,4	0,088	306,0		-0,7	2,7	0,805	0,5	
Behandlung mit Pansenstimulans p.p.															
X	-1,9	0,8	0,018	0,2	0,089	-2,4	0,9	0,007	0,1	0,111	-1,7	0,7	0,015	0,2	0,085
K	5,6	2,9	0,053	282,7		7,4	3,3	0,023	1616,8		4,8	2,5	0,058	119,5	

Binär logistische Regression mit Erkrankungen (dichotome Variablen) als abhängige Variable und Mittelwert der Pansenfüllung als unabhängige Variable.
b = Regressionskoeffizient, K = Konstante, OR = Odds Ratio, p. = Signifikanz, R^2 = Bestimmtheitsmaß nach Nagelkerke, SE = Standardfehler, x = Erkrankungsfälle, $\bar{x}$ = Mittelwert, * = NGV, subklinische Ketose in Woche 1 p.p., Fieber unbekannter Ursache ab Tag 1 p.p., Uteruserkrankungen, Abgänge bis Tag 60 p.p., Ovarialzysten, Behandlung mit Pansenstimulans

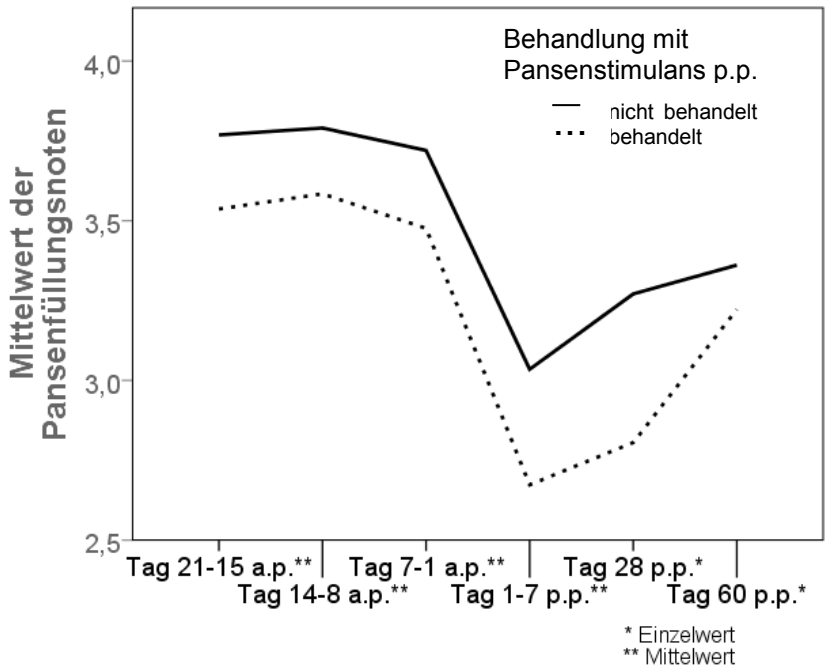


Abbildung 23: Verlauf der Pansenfüllungsmittelwerte über den Untersuchungszeitraum von Kühen mit und ohne Behandlung mit Pansenstimulans p.p.

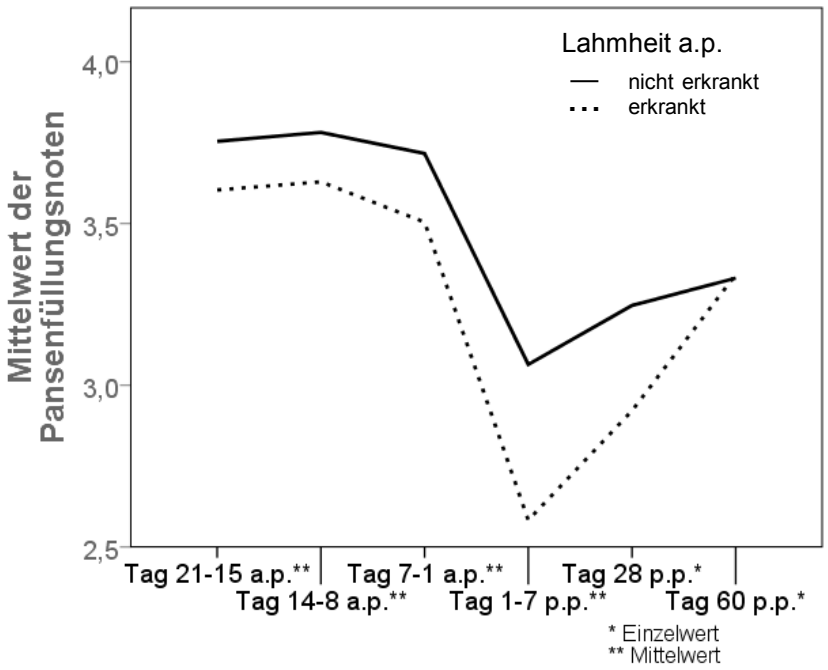


Abbildung 24: Verlauf der Pansenfüllungsmittelwerte über den Untersuchungszeitraum von Kühen mit und ohne Lahmheit a.p.

4.5.4.3 Zusammenhang der Pansenfüllung p.p. und Erkrankungen

4.5.4.3.1 Kreuztabelle

Kühe mit einer niedrigen Pansenfüllung in den ersten beiden Tagen (< 2,5) oder an Tag 3–7 p.p. (< 3,0) haben signifikant häufiger die Erkrankungen NGV, subklinische Ketose in Woche 1 p.p., Fieber unbekannter Ursache ab Tag 1 p.p., Uteruserkrankungen, Ovarialzysten, Abgänge bis Tag 60 p.p. oder Behandlung mit Pansenstimulans p.p. (gemeinsam als Erk.* berechnet) als erwartet (Tab. 75). An Tag 3–7 p.p. unterscheidet sich die Anzahl erwarteter Kühen mit 36,5 höchst signifikant ($p < 0,001$) von der tatsächlichen Anzahl von 46 Tieren. Mit 18 liegt die tatsächliche Anzahl an Tag 1–2 p.p. signifikant ($p = 0,005$) über der erwarteten Anzahl von 12,5.

Es bestehen höchst signifikante Zusammenhänge zwischen einer verminderten Pansenfüllung (Note < 3) an Tag 3–7 p.p. und einer erhöhten Anzahl an Kühen mit Lahmheiten p.p. ($p < 0,001$; Chi-Quadrat = 13,163; tatsächliche Anzahl 34; erwartete Anzahl 24,7) und NGV ($p = 0,001$; Chi-Quadrat = 11,003; tatsächliche Anzahl 14; erwartete Anzahl 8,1). Hoch signifikant ($p = 0,018$) weichen ferner die beobachteten Häufigkeiten von Kühen mit Fieber p.p und einer Pansenfüllung < 3 an Tag 3–7 p.p. (tatsächliche Anzahl 18) von den erwarteten Häufigkeiten mit 12,9 Kühen ab. Kühe mit einer geringen Pansenfüllung p.p. haben demnach signifikant häufiger Fieber p.p. Ebenso verhält es sich für Kühe mit subklinischer Ketose in Woche 1 p.p. ($p = 0,005$; tatsächliche Anzahl 6; erwartete Anzahl 2,1) und einer Pansenfüllung < 2,5 an Tag 1 und 2 p.p. sowie für Kühe mit Pansenstimulansbehandlung ($p = 0,003$, Chi-Quadrat = 8,783; tatsächliche Anzahl 18; erwartet Anzahl 11,8) und einer Pansenfüllung < 3 an Tag 3–7 p.p.

Zudem bestehen signifikante Zusammenhänge zwischen Kühen mit einer Pansenfüllung < 2,5 an Tag 1–2 p.p. und dem vermehrten Auftreten von NGV ($p = 0,033$), Uteruserkrankungen ($p = 0,040$), Ovarialzysten ($p = 0,046$) (Tab. 75) sowie Abgängen bis Tag 60 p.p. ($p = 0,022$) (Tab. 76). Es sind weniger Kühe mit gestörtem Pansenfüllungsverlauf an Pansenazidose erkrankt als erwartet (2 tatsächliche von 5,7 erwarteten Fällen) (Chi-Quadrat = 4,094; $p = 0,043$) (Tab. 75). Kühe mit einem gestörten Pansenfüllungsverlauf haben folglich seltener eine Pansenazidose.

Mit 23 Fällen sind signifikant ($p = 0,027$) mehr Kühe mit einer Pansenfüllung < 3 an Tag 3–7 p.p. an Uteruserkrankungen erkrankt als erwartet (17,7 erwartete Fälle; Chi-Quadrat = 4,889) (Tab. 75). Andere Erkrankungen p.p. sowie Abgänge p.p. und Fruchtbarkeit stehen in keiner signifikanten Beziehung zur Pansenfüllung p.p. (Anhang Tab. 113).

Tabelle 75: Signifikante Zusammenhänge zwischen der Pansenfüllung p.p. und Erkrankungen im postpartalen Zeitraum ab dem Tag der Kalbung

Erkrankung		Pansenfüllung p.p.								
		Verlauf gestört			Note < 2,5			Note < 3,0		
		Tag 1–7 p.p.			Tag 1–2 p.p.			Tag 3–7 p.p.		
		0	1	p	0	1	p	0	1	p
Erk.*	0	34	6	0,133[a]	38 (32,5)	2 (7,5)	0,005[a]	28 (18,5)	12 (21,5)	<0,001[a]
	1	50	19		49 (54,5)	18 (12,5)		22 (31,5)	46 (36,5)	
SCK früh	0	77	19	0,071[b]	82 (78,1)	14 (17,9)	0,005[b]	46	50	0,339[a]
	1	7	6		5 (8,9)	6 (2,1)		4	8	
Fieber	0	69	16	0,055[a]	70	13	0,147[b]	44 (38,9)	40 (45,1)	0,018[a]
	1	15	9		17	7		6 (11,1)	18 (12,9)	
LH	0	49	13	0,575[a]	51	10	0,483[a]	38 (28,7)	24 (33,3)	<0,001[a]
	1	35	12		36	10		12 (21,3)	34 (24,7)	
NGV	0	75	19	0,105[b]	78 (74,8)	14 (17,2)	0,033[b]	49 (43,1)	44 (49,9)	0,001[a]
	1	9	6		9 (12,2)	6 (2,8)		1 (6,9)	14 (8,1)	
Uterus-erk.	0	59	16	0,555[a]	64 (60,2)	10 (13,8)	0,040[a]	40 (34,7)	35 (40,3)	0,027[a]
	1	25	9		23 (26,8)	10 (6,2)		10 (15,3)	23 (17,7)	
OZ	0	75	22	1,000[b]	80 (77,2)	15 (17,5)	0,046[b]	46	50	0,339[a]
	1	9	3		7 (9,8)	5 (2,2)		4	8	
Bh.	0	66	21	0,553[a]	73	13	0,067[b]	46 (39,8)	40 (46,2)	0,003[a]
	1	18	4		14	7		4 (10,2)	18 (11,8)	
PA	0	61 (64,7)	23 (19,3)	0,043[a]	69	13	0,239[b]	37	46	0,514[a]
	1	23 (19,3)	2 (5,7)		18	7		13	12	

a = Pearson-Chi-Quadrat-Test, b = exakter Test nach Fisher (zweiseitig), Bh. = Behandlung mit Pansenstimulans, c = Abgang bis Tag 60 p.p., d = Behandlung mit Pansenstimulans p.p., e = ab Tag 1 p.p.,
Erk * = NGV, Ketose in Woche 1 p.p., Fieber unbekannter Ursache ab Tag 1 p.p., Uteruserkrankungen, Abgänge bis Tag 60 p.p., Ovarialzysten, Behandlung mit Pansenstimulans,
LH = Lahmheit, OZ = Ovarialzysten, p = Signifikanz, PA = Pansenazidose, SCK früh = subklinische Ketose Woche 1 p.p., Uteruserk. = Uteruserkrankungen, 0 = Anzahl der nicht erkrankten/nicht betroffenen Tiere, 1 = Anzahl der erkrankten/betroffenen Tiere, ( ) = Anzahl erwarteter Fälle

Tabelle 76: Zusammenhang zwischen Abgängen p.p. und der Pansenfüllung p.p.

Erkrankung		Pansenfüllung p.p.								
		Verlauf gestört			Note < 2,5			Note < 3,0		
		Tag 1–7 p.p.			Tag 1–2 p.p.			Tag 3–7 p.p.		
		0	1	p	0	1	p	0	1	p
Abg. früh	0	80	21	0,079[b]	84 (81,3)	16 (18,7)	0,022[b]	47	54	1,000[b]
	1	4	4		3 (5,7)	4 (1,3)		3	4	

Abg. früh = Abgänge bis Tag 60 p.p., b = exakter Test nach Fisher (zweiseitig), p = Signifikanz, 0 = Anzahl der nicht erkrankten/nicht betroffenen Tiere, 1 = Anzahl der erkrankten/betroffenen Tiere, ( ) = Anzahl erwarteter Fälle

4.5.4.3.2 Binär logistische Regressionsanalyse

Mit sinkendem Pansenfüllungsmittelwert um eine Note eine Woche p.p. steigt die Chance zu erkranken um OR = 0,1 ($p < 0,001$) (Tab. 77). In diesem Modell wurden die Parameter NGV, Ovarialzysten, subklinische Ketose in Woche 1 p.p., Fieber unbekannter Ursache ab Tag 1 p.p., Behandlung mit Pansenstimulans p.p., Uteruserkrankungen und Abgänge bis Tag 60 p.p zusammengefasst. Die Varianz wird durch dieses Modell mit 18,6 % erklärt ($R^2 = 0,186$). Ebenfalls höchst signifikant ($p < 0,001$) ist der Zusammenhang zwischen einer sinkenden Pansenfüllung und dem Risiko einer Behandlung mit Pansenstimulans (OR = 0,1). Steigt der Mittelwert der Pansenfüllung eine Woche p.p. um eine Note, sinkt die Wahrscheinlichkeit, behandelt zu werden, auf 8,2 % ($e^{-2,5}$). Ferner liegt ein hoch signifikanter Zusammenhang ($p = 0,005$) zwischen einer sinkenden Pansenfüllung ($b = -1,5$) und dem Risiko einer Uteruserkrankung (OR = 0,2) vor. Das statistische Modell erklärt die Varianz mit 10,9 % ($R^2 = 0,109$). Das Risiko an einer Lahmheit zu erkranken sinkt um OR = 0,2, wenn die Pansenfüllung eine Woche p.p. um eine Note steigt ($b = -1,5$). Dieser Zusammenhang ist höchst signifikant ($p = 0,001$; $R^2 = 0,163$). Der größte R^2-Wert liegt für den Zusammenhang zwischen NGV und der Pansenfüllung p.p. vor ($R^2 = 0,235$). Steigt die Pansenfüllung um eine Einheit, so sinkt auch das logarithmierte Risiko von NGV um $b = -2,9$ (OR = 0,1; $p = 0,001$). Kühe mit Lahmheit p.p. haben bereits a.p. einen geringeren Pansenfüllungsmittelwert als Vergleichstiere (Abb. 25). Dies kann auch für die Kühe gezeigt werden, welche p.p. an verschiedenen Erkrankungen leiden oder abgehen (Behandlung mit Pansenstimulans p.p., Lahmheit p.p., NGV, subklinische Ketose in Woche 1 p.p., Fieber unbekannter Genese, Uteruserkrankungen, Abgänge bis Tag 60 p.p. und Ovarialzysten) (Abb. 26). Auch Kühe mit Uteruserkrankungen p.p. haben bereits a.p. einen geringeren Pansenfüllungsmittelwert als Kühe ohne Uteruserkrankungen (Anhang Abb. 43). Für die Erkrankungen NGV und subklinische Ketose an Tag 28 p.p. und 60 p.p. kann nur p.p. ein geringerer Mittelwert der Pansenfüllung gegenüber den Vergleichstieren verzeichnet werden (Anhang Abb. 44).
Die einzelnen Erkrankungen Diarrhoe, Pansenazidose, Fieber unbekannter Ursache, Mastitis, Ovarialzysten sowie Abgänge bis Tag 60 p.p. und Abgänge zwischen Tag 61 p.p. und 200 p.p.

weisen keinen signifikanten Zusammenhang mit dem Mittelwert der Pansenfüllung eine Woche p.p. auf.

Tabelle 77: Regressionsrechnung für die Zusammenhänge zwischen der Pansenfüllung p.p. und Erkrankungen

	$\bar{x}$ der Pansenfüllung Tag 1 bis 7 p.p.				
	b	**SE**	**p**	**OR**	**R^2**
Erkrankungen *					
X	-2,1	0,6	< 0,001	0,1	0,186
K	6,8	1,8	< 0,001	854,0	
Gruppe SW/Allg. p.p.					
X	-1,0	0,6	0,115	0,4	0,039
K	1,3	1,8	0,471	3,6	
Uteruserkrankungen p.p.					
X	-1,5	0,6	0,005	0,2	0,109
K	3,6	1,6	0,022	37,9	
Lahmheit p.p.					
X	-1,9	0,5	0,001	0,2	0,163
K	5,2	1,6	0,001	178,8	
Nachgeburtsverhalten					
X	-2,9	0,9	0,001	0,1	0,235
K	6,4	2,4	0,007	582,8	
Subklinische Ketose Tag 28/60 p.p.					
X	-1,6	0,8	0,032	0,2	0,088
K	2,7	2,1	0,207	14,5	
Behandlung mit Pansenstimulans p.p.					
X	-2,5	0,7	< 0,001	0,1	0,212
K	5,8	2,0	0,004	325,6	

Binär logistische Regression mit Erkrankungen (dichotome Variablen) als abhängige Variable und Mittelwert der Pansenfüllung als unabhängige Variable.
b = Regressionskoeffizient, K = Konstante, OR = Odds Ratio, p = Signifikanz, R^2 = Bestimmtheitsmaß nach Nagelkerke, SE = Standardfehler, x = Erkrankungsfälle, * = NGV, Ovarialzysten, subklinische Ketose in Woche 1 p.p., Fieber unbekannter Ursache ab Tag 1 p.p., Behandlung mit Pansenstimulans p.p., Uteruserkrankungen, Abgänge bis Tag 60 p.p.

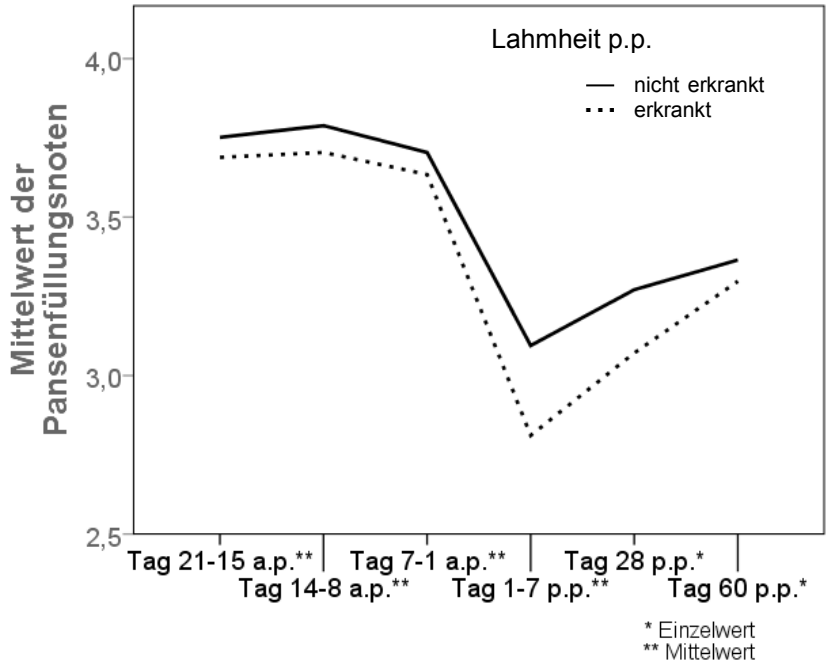


Abbildung 25: Verlauf der Pansenfüllungsmittelwerte über den Untersuchungszeitraum von Kühen mit und ohne Lahmheit p.p.

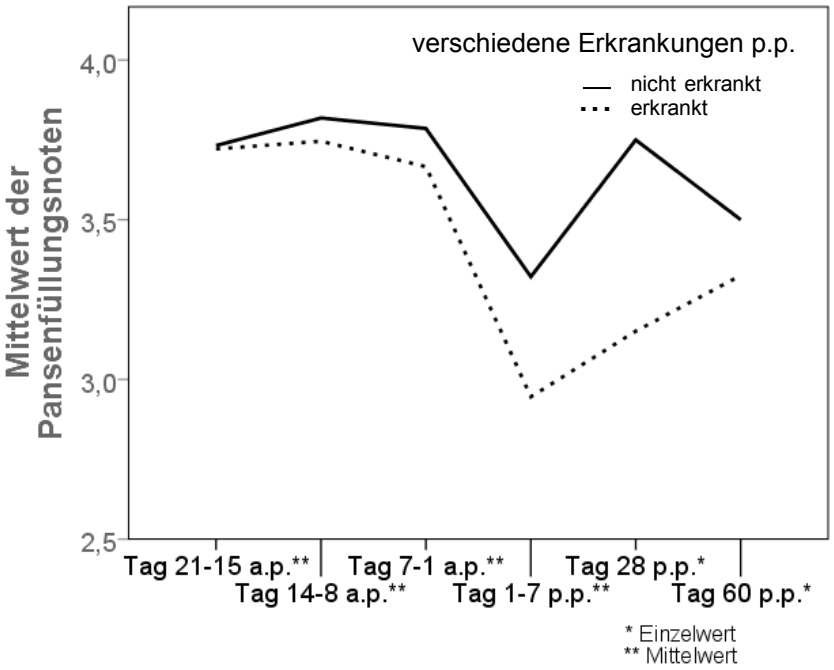


Abbildung 26: Verlauf der Pansenfüllungsmittelwerte über den Untersuchungszeitraum von Kühen mit und ohne postpartalem Krankheitskomplex

(postpartaler Krankheitskomplex: NGV, subklinische Ketose in Woche 1 p.p., Fieber unbekannter Ursache ab Tag 1 p.p., Uteruserkrankungen, Ovarialzysten, Abgänge bis Tag 60 p.p. oder Behandlung mit Pansenstimulans p.p.)

5. Diskussion

5.1 Kritik an der Untersuchungsmethode

Es zeigte sich, dass das Benotungsschema nach Zaaijer und Noordhuizen (2003) leicht zu erlernen und schnell durchzuführen ist. Das Schema wurde, wie auch in anderen Studien (Kilian, 2012, Mahlkow-Nerge, 2012), angepasst, indem zusätzlich halbe Noten vergeben wurden. Durch die halben Noten sind feinere Aussagen über die Pansenfüllung möglich. Die Anwendung halber Noten erwies sich als gut umsetzbar. Das Verwenden von Viertelnoten scheint hingegen nicht mehr anwendbar, da die Notendifferenzen wahrscheinlich nicht mehr klar abzugrenzen wären.

Dennoch gibt es methodische Kritikpunkte bezüglich der Wiederholbarkeit, der Haltungsform, des Einflusses der Trächtigkeit und der Körperhaltung der Kühe (Entlastung der Gliedmaßen wegen Lahmheit, liegende Kühe) sowie der praktischen Anwendung des Messschemas. In den folgenden Abschnitten werden diese fünf Punkte diskutiert.

Eine Wiederholbarkeit der Pansenfüllungsbenotung zweier unabhängiger Untersucher konnte mit $K_w = 0,68$; $r_s = 0,71$; $p < 0,001$ in der Studie von Burfeind et al. (2010) beobachtet werden. Daher sollte auch in der vorliegenden Untersuchung kein systematischer Messfehler durch zwei unabhängige Untersucher entstehen. Zudem haben beide Untersucher regelmäßig die Notenvergabe geübt und abgeglichen.

Als weiterer Kritikpunk soll an dieser Stelle die Haltungsform auf Tiefstreu erörtert werden. Nach Burfeind et al. (2010) ist es wichtig, dass die Benotung vorgenommen wird, während die Kuh mit allen vier Gliedmaßen auf derselben Höhe steht, da sonst Fehler auftreten können. Die Benotung der Pansenfüllung fand in der vorliegenden Untersuchung für die Kühe a.p. und in den ersten Tagen p.p. auf Tiefstreu statt. Aufgrund des Stehens auf Tiefstreu ist eine gleichmäßige Belastung aller vier Gliedmaßen schlecht abzuschätzen gewesen. Da jedoch in diesem Zeitraum alle Kühe dieselben Haltungsbedingungen hatten, kann hier von einem gleichen Einfluss auf die Notenvergabe der Gesamtheit der Stichprobe ausgegangen werden. Während der Laktation wurde lediglich die Gruppe der lahmen Kühe weiterhin auf Tiefstreu gehalten.

Des Weiteren erwies sich die Bewertung der Pansenfüllung im antepartalen Zeitraum aufgrund der Trächtigkeit als schwierig. Das Verlagern des Pansens durch den graviden Uterus nach links wird bei Zwillingsträchtigkeiten beschrieben (Bao und Giller, 1991). Eine Verlagerung des Pansens nach kranial und dorsal kann zudem bei großrahmigen Kühen eine Ursache für LMV darstellen (Ogilvie, 1998). Größe und Lage des Fötus und die Fruchtwassermenge zum Messzeitpunkt könnten auch in der vorliegenden Untersuchung den Pansen stärker nach links gedrückt haben, sodass es zu einer verstärkten Füllung der Hungergrube unabhängig von der

tatsächlichen Füllung des Pansens kam. Nach eigener Einschätzung nimmt die Form der Hungergrube bei einer hochtragenden Kuh nur selten die Form eines Rechtecks oder Dreiecks an und meist folgt nach kurzer Hohlraumbildung unter den Querfortsätzen eine Vorwölbung der Hungergrube. Daher könnte es einfacher sein, Notenunterschiede im hohen Bereich (≥ 3) als im niedrigen Bereich (< 3) wahrzunehmen. P.p. ließen sich Unterschiede in der vorliegenden Studie in der Pansenfüllung auch im niedrigen Bereich (< 3) deutlich leichter als a.p. erkennen. Aufgrund der erschwerten Darstellbarkeit der Form und Einwölbung der Fossa paralumbales einer hochtragenden Kuh sind Folgestudien nötig, welche die Anwendbarkeit des Messschemas nach Zaaijer und Noordhuizen (2003) während der Hochträchtigkeit überprüfen.

Die Körperhaltung der Kuh ist ebenfalls von Bedeutung für das Pansenfüllungsscoring. Bei lahmen Kühen könnte sich das Ergebnis der Note gegenüber der tatsächlichen Note verschoben haben, wenn bei starker Lahmheit im Stand nicht alle Gliedmaßen gleichmäßig belastet wurden. Der Messfehler durch eine starke Lahmheit, bei der im Stand die linke hintere Gliedmaße entlastet wurde, könnte einen Einfluss auf die Höhe der vergebenen Note genommen haben. Sofern die Lahmheit der Kuh fortlaufend bestand, müsste auch an den Folgetagen derselbe systematische Messfehler vorliegen, der Pansenfüllungsverlauf sollte daher trotzdem beurteilbar sein. Es gibt derzeit keine Studie, die den Einfluss einer Lahmheit auf die Pansenfüllungsbenotung untersucht hat. Hier besteht demzufolge weiterer Forschungsbedarf. Für liegende Kühe kann das Messschema nach Zaaijer und Noordhuizen (2003) nicht angewendet werden, da es für die stehende Kuh entwickelt wurde. Liegende Kühe müssen somit entweder zum Aufstehen gebracht werden oder der Landwirt nimmt in Kauf, dass er Zeit bei seiner täglichen Arbeit verliert, weil er für einzelne Kühe zu einem späteren Zeitpunkt erneut in den Stall gehen muss, um diese zu benoten. Lediglich zur Fütterungszeit stehen in der Regel fast alle Kühe im Futtertisch. Eine Benotung zu diesem Zeitpunkt umgeht das Problem vieler liegender Kühe und stellt eine große Zeitersparnis dar. In diesem Moment wäre das Bonitieren vom Futtergang aus sehr praktikabel und ein Vorteil gegenüber einer Benotung schräg hinter der Kuh stehend. Auf der anderen Seite findet um den Kalbezeitpunkt und eine Woche p.p. in der Regel auch eine sehr intensive Tierbeobachtung statt. Der Landwirt oder seine Mitarbeiter betrachten für gewöhnlich entsprechende Kühe generell häufiger von hinten, um a.p. die Beckenbänder zu prüfen und möglichen Ausfluss festzustellen, p.p. die Puerperalphase zu kontrollieren und ggf. Temperaturmessungen vorzunehmen. Daher sollte das Benoten von hinten während dieses Zeitraumes keinen Nachteil darstellen. Besonders jedoch während der Laktation wäre eine Zeitersparnis durch das Benoten vom Futtergang aus denkbar. Insgesamt bleibt es daher eine offene Fragestellung, ob eine Benotung vom Futtergang aus einen praktischen Mehrwert ergibt. In der vorliegenden Studie wurden bezüglich der Anwendbarkeit des Schemas nach Zaaijer und Noordhuizen (2003) vom Futtergang aus und bezüglich eines möglichen Mehrwertes keine Daten erhoben.

5.2 Deskriptive Darstellung der Pansenfüllung

5.2.1 24-Stunden-Tagesprofile

Für die 24-Stunden-Tagesprofile wurde eine Stichprobengröße von 21 Kühen a.p. und 10 Kühen p.p. gewählt. Es gibt derzeit zwei Studien, in denen die Pansenfüllung häufiger als einmal täglich benotet wurde. Burfeind et al. (2010) bonitierten die Kühe dreimal täglich, wobei für die unterschiedlichen Laktationszeitpunkte jeweils eine Stichprobe von 10 bis 12 Kühen gewählt wurde. Kühne (2014) analysierte in einer 10-stündigen Erfassung 14 Kühe. Die eigene Stichprobengröße ist denen der Vergleichsstudien ähnlich und erscheint daher ausreichend groß, um Analysen durchführen zu können.

P.p. ist die Variabilität der Noten in der hier vorliegenden Untersuchung sehr viel ausgeprägter als a.p. Die Pansenfüllungsnoten weisen a.p. nur geringe Schwankungen auf und stellen sich als sehr stabile Größe dar. Es gibt zwei denkbare Gründe für die geringe Variabilität a.p. Zum einen lag eine relativ hohe und gleichmäßige Gesamtfutteraufnahme der Kühe vor (siehe Kapitel 5.5.1) und zum anderen erscheinen hochtragende Kühe in ihrer Silhouette gegenüber nicht tragenden Kühen verändert (siehe Kapitel 5.1).

Es muss davon ausgegangen werden, dass das Ableiten von Einflussfaktoren auf Grundlage der Note oder des Verlaufes der Pansenfüllung durch eine geringe Notenvariabilität a.p. erschwert ist. Dementsprechend können auch nur geringe Zusammenhänge bezüglich der Pansenfüllung a.p. und der Futteraufnahme sowie Erkrankungen gefunden werden.

5.2.2 Tägliche Benotung

Insgesamt wurden in der durchgeführten Arbeit 109 Kühe benotet (2012 Beobachtungen a.p., 1267 Beobachtungen p.p.). In zwei vorliegenden Vergleichsstudien wurde die Pansenfüllung ebenfalls einmal täglich an aufeinander folgenden Tagen benotet. Dabei bonitierte Kühne (2014) 151 Kühe jeweils ab Tag 5 a.p. bis zur Kalbung und Burfeind et al. (2010) 38 Kühe während der Laktation über 16 Tage (Frühlaktation) bzw. über 5 Tage (mittlere Laktation). In diese Untersuchung flossen zudem Daten aus einem anderen Untersuchungsabschnitt mit weiteren 42 Kühen ein (Burfeind et al., 2010). Von 72 Kühen, die täglich, jedoch nicht an aufeinander folgenden Tagen, bonitiert wurden, liegen 491 Beobachtungen (Mahlkow-Nerge, 2012) bzw. 485 Beobachtungen (Kilian, 2012) vor. Die vorliegende Stichprobe umfasst somit, mit Ausnahme der Studie von Kühne (2014), mehr Kühe als die Vergleichsstudien und es liegen mehr Beobachtungen vor. Demnach kann davon ausgegangen werden, dass der Stichprobenumfang groß genug ist, um auswertbare Ergebnisse zu erlangen.

Die Untersuchungsresultate zu den täglichen Benotungen der Pansenfüllung sind denen aus dem 24-Stunden-Profil sehr ähnlich. Auch bei täglich einmaliger Benotung ist die antepartale Pansenfüllung in der vorliegenden Untersuchung sehr stabil, wohingegen p.p. die

Pansenfüllung deutlich mehr schwankt. Es liegen jedoch vereinzelnd a.p. niedrigere Noten von 2,0 vor (n = 3). Diese seltenen Fälle können wahrscheinlich durch die größere Stichprobe und den längeren Beobachtungszeitraum erklärt werden. Mögliche Ursachen für die geringen Schwankungen der Noten a.p. wurden zuvor in Kapitel 5.2.1 beschrieben. P.p. steigen die Häufigkeiten hoher Pansenfüllungsnoten mit zunehmender Entfernung des Laktationszeitpunktes von der Kalbung.

Kühne (2014) beobachtete eine sehr viel größere Variation der Noten a.p. als es in der vorliegenden Studie der Fall ist. 16 % aller Kühe wiesen bei Kühne (2014) a.p. einen mittleren Score von 2,7 und weitere 16 % einen mittleren Score von 3,7 auf, während in der vorliegenden Untersuchung fast ausschließlich die Noten 3,5 und 4,0 vergeben wurden. Die Untersuchungen fanden auf demselben Betrieb statt. Dass die Ursache der Notenvariation in der Futterration liegt, ist zwar unwahrscheinlich, kann jedoch nicht ausgeschlossen werden. Die Rationen unterscheiden sich v. a. bezüglich des Maissilagegehaltes und des Rapsextraktionsschrotes. In der vorliegenden Untersuchung wurde 10 % (in % der TM) weniger Maissilage als bei Kühne (2014) gefüttert. Hingegen befand sich bei Kühne (2014) 7 % (in % der TM) mehr Rapsextraktionsschrot in der Ration. Ein verbessertes Herdenmanagement ist als Ursache der geringen Notenschwankungen in der vorliegenden Untersuchung wahrscheinlicher. Der Herdenmanager hat die Erkenntnisse aus der Vorstudie bereits in sein Herdenmanagement einbezogen. Es ist möglich, dass intensiver auf die Futteraufnahme der Einzelkuh geachtet wurde und schon sehr früh auf Kühe, deren Futteraufnahme abnahm, reagiert wurde. Somit sind die Variationen der Pansenfüllungsnoten a.p. geringer.
Für den postpartalen Zeitraum liegen in den Vergleichsstudien ähnliche Ergebnisse wie in der vorliegenden Studie vor. Auch Dale et al. (2016) fanden eine signifikante Zunahme der Abweichungen der Pansenfüllungsnoten vom Mittelwert der Kühe mit zunehmendem Abstand zum Kalbetag. Bei den Bonituren von Fischer et al. (2008) verteilen sich über 80 % aller Noten der multiparen Kühe bis Tag 7 p.p. auf die Noten 2 und 3. In der vorliegenden Untersuchung hatten an Tag 2–9 p.p. ebenfalls über 80 % aller Kühe die Noten 2,5, 3,0 oder 3,5. Noch enger erwies sich das Notenspektrum bei Kilian (2012), wobei über 80 % aller Kühe Noten von 3,0 oder 3,5 aufwiesen.

5.2.3 Tierindividueller Verlauf

Bei der Beurteilung des tierindividuellen Pansenfüllungsverlaufes über den Untersuchungszeitraum wurde sich am Mittelwert der Verlaufskurve aller Kühe orientiert. Die Kriterien eines gestörten Pansenfüllungsverlaufes wurden aufgrund von Abweichungen vom Mittelwert aller Kühe festgelegt. Diesbezüglich liegen derzeit keine Vergleichsuntersuchungen vor, weshalb die Korrektheit der Definition eines ungestörten bzw. gestörten Pansenfüllungsverlaufes in weiteren Studien überprüft werden sollte.

5.3 Einflussfaktoren auf die tägliche Benotung des Pansenfüllungs-mittelwertes

5.3.1 Ante partum

Mit dieser Arbeit sollten Einflussfaktoren, die auf die Pansenfüllung wirken, gefunden und beurteilt werden. Dabei zeigte sich, dass im antepartalen Zeitraum eine Woche a.p. die meisten Einflussfaktoren nachweisbar sind. Es handelt sich um die Frischmasseaufnahme, den BCS und die 2. Laktation. Ihr Einfluss ist jeweils als gering bis sehr gering zu bewerten. Im Folgenden wird dargelegt, warum der Einfluss der einzelnen Faktoren in der vorliegenden Untersuchungen als gering zu bewerten ist.

Die Frischmasseaufnahme hat in den vorliegenden Ergebnissen mit 50 kg pro zusätzlicher Note des Pansenfüllungsmittelwertes einen höchst signifikanten Einfluss auf die Pansenfüllung. Die Kühe haben jedoch im Mittel eine Woche a.p. lediglich 25,7 bis 30,4 kg Frischmasse pro Tag aufgenommen. Der Einfluss durch die Futteraufnahme wird daher als gering eingeschätzt. Es besteht eine Abhängigkeit der Frischmasse- und der Trockenmasseaufnahme voneinander. Aufgrund dessen wurde in das allgemeine lineare Modell nur der Parameter Frischmasseaufnahme ($p < 0,001$) aufgenommen.

Mit zunehmendem BCS steigt eine Woche a.p. die Benotung der Pansenfüllung, wobei der BCS und die RFD voneinander abhängig sind. Nur der BCS wurde in das allgemeine lineare Modell einbezogen, da er eine größere Signifikanz als die RFD aufwies. Auch in anderen Studien konnten in Form von positiven Korrelationen mögliche Zusammenhänge zwischen der Pansenfüllung und dem BCS a.p. und p.p. ($r = 0,23$; $p < 0,001$) (Jurkovich et al., 2016) sowie nur für den Zeitraum p.p. ($r = 0,23$ am 126.-200. Laktationstag und $r = 0,49$ zu Ende der Laktation) (Kilian, 2012) gefunden werden. Kawashima et al. (2016) fanden hingegen in den Wochen a.p. keine signifikante Korrelation zwischen dem BCS und der Pansenfüllung. Der Regressionskoeffizient ist in der eigenen Analyse mit $b = 0,22$ nicht sehr groß, sodass sich erst eine sehr große Zunahme des BCS um 4,5 Noten in einer zusätzlichen Note der Pansenfüllung bemerkbar machen würde. Da der BCS lediglich bis zur Note 5,0 reicht, ist der Einfluss der Körperkondition auf die Pansenfüllung a.p. sehr gering. Ursächlich für die höhere Benotung einer Kuh mit einem höheren BCS kann die optische Erscheinung der Kuh sein. Aufgrund des höheren Fettgehaltes kann auch die Hungergrube gefüllter wirken, unabhängig von der tatsächlichen Futteraufnahme. Die Darstellung der Hungergrube selbst bzw. die Prominenz der Querfortsätze über der Hungergrube ist ein Kriterium für die Beurteilung des BCS nach Edmonson et al. (1989). Dabei entspricht ein klarer Vorsprung der Querfortsätze mit eingefallener Hungergrube einer stark unterkonditionierten Kuh. Da die Hungergrube selbst Teil der Benotung des BCS ist, erklärt dies auch den engeren Zusammenhang beider Parameter im Vergleich zur RFD und der Pansenfüllung. Kühe mit höherem BCS a.p. reduzieren stärker ihre Futteraufnahme als schlanke oder moderat konditionierte Kühe (Hayirli

et al., 2002), weshalb die Futteraufnahme als Ursache für die höhere Benotung der Pansenfüllung mit steigendem BCS eher unwahrscheinlich ist.
Kühe in der zweiten Laktation haben eine Woche a.p. einen signifikant höheren Pansenfüllungsmittelwert als Kühe ≥ 5. Laktation, wobei die Laktationsnummern 3 und 4 sich nicht signifikant von der ≥ 5. Laktation unterscheiden. Primipare Kühe wurden nicht untersucht. Daher fehlen Informationen darüber, ob Kühe erster Laktation sich von Kühen zweiter Laktation oder höher unterscheiden. Es liegen derzeit keine Studien vor, die einen Zusammenhang zwischen der Laktationsnummer und der Pansenfüllung für den antepartalen Zeitraum untersucht haben. Jäschke (2007) konnte für den postpartalen Zeitraum keinen signifikanten Einfluss der Laktationsnummer auf die Pansenfüllung feststellen. Ursächlich für die Beziehung in den vorliegenden Ergebnissen ist wahrscheinlich das Erscheinungsbild der Kuh selbst und weniger ein tatsächlicher Unterschied in der Futteraufnahme zwischen Kühen unterschiedlicher Laktationsanzahlen. Die Körperkondition von Kühen unterschiedlicher Laktationsnummern könnte sich unterschieden haben. Die Beziehung zwischen der Hungergrube und dem BCS wurde bereits im vorherigen Absatz diskutiert. In anderen Studien wurde ein Zusammenhang zwischen den Parametern BCS und Laktationsnummer beschrieben, wonach ältere Kühe eine geringere Körperkondition aufwiesen (Gallo et al., 1996, O'Grady et al., 2008). Dieser Zusammenhang wurde in der vorliegenden Untersuchung nicht analysiert, könnte allerdings zu der Beziehung zwischen einer steigenden Laktationsnummer und einer sinkenden Pansenfüllungsbewertung geführt haben. Nach Staufenbiel und Schröder (2004) findet bei einer wachsenden Kuh < 3. Laktation die Lebendmassezunahme mit Anstieg der Körperproteinmenge unter Abnahme des Körperfettgehaltes statt. Ab der dritten Laktation ändert sich dieses Verhältnis, indem Lebendmasseänderung und Änderung des Körperfettgehaltes parallel verlaufen (Staufenbiel und Schröder, 2004). Diese unterschiedlichen Körperzusammensetzungen einer Kuh ≤ 2. Laktation und ≥ 3. Laktation könnten auch zu einem unterschiedlichen Körperbau und Körperrahmen führen und somit die Benotung der Pansenfüllung beeinflussen. Erneut kann auch das allgemein schwierige Beurteilen einer hochtragenden Kuh, wie in Kapitel 5.1 beschrieben, einen Einfluss auf die Bewertung der Pansenfüllung genommen haben.
Da in den eigenen Auswertungen lediglich die 2. Laktation mit einem kleinen Regressionskoeffizienten (b = 0,22) einen Einfluss auf die Pansenfüllung hat, wird die generelle Beeinflussung der Pansenfüllung a.p. durch die Laktationsnummer als gering eingeschätzt.

In der zweiten Woche a.p. hatte zusätzlich die Rastzeit aus der Vorlaktation einen Einfluss auf die Pansenfüllung. Kühe mit längerer Rastzeit waren im Schnitt in dieser Untersuchung auch älter. Dies ist in der Aussage ganz ähnlich der im vorherigen Absatz geschilderten Beziehung zwischen Laktationsnummer und Pansenfüllung. Es liegt jedoch nur ein sehr kleiner Regressionskoeffizient (b = -0,004) vor, weshalb auch die Rastzeit nur einen sehr geringen bis

gar keinen Einfluss auf die Pansenfüllung zu haben scheint.
Die anderen Parameter, die in der Korrelation signifikant mit der Pansenfüllung in Beziehung stehen, zeigten im allgemeinen linearen Modell keinen signifikanten Zusammenhang mit der Pansenfüllung. Dies kann durch eine Beziehung der einzelnen Parameter untereinander erklärt werden.
Schlussfolgernd scheint die Bewertung der Pansenfüllung a.p. stark durch die optische Erscheinung der Kuh beeinflusst zu sein, weshalb eine Benotung in diesem Zeitraum erschwert wird. Nicht bemessen wurde der zusätzliche Einfluss durch Größe und Lage des Fötus und des Uterus und deren Bedeutung für die optische Wahrnehmung der Pansenfüllung. Da durch das Wachstum von Fetus und Uterus der für den Pansen vorhandene Raum im Verlauf der Trächtigkeit zunehmend kleiner wird (Ocylok, 2007) und es zu einer Verschiebung des Pansens nach links kommen kann, ist anzunehmen, dass dieser Einfluss eine größere Rolle als die Parameter Futteraufnahme, BCS und Laktationsnummer für die Benotung a.p. spielt. Weiterer Forschungsbedarf ist zu dieser Thematik nötig, um die Einflussnahme durch die Trächtigkeit selbst auf die Bewertung a.p. zu beurteilen.

5.3.2 Post partum

Eine Woche p.p. liegen in der vorliegenden Untersuchung mit der Frischmasseaufnahme, dem BCS und der 2. Laktation dieselben Einflussfaktoren auf den Pansenfüllungsmittelwert wie eine Woche a.p. vor. Neben den bereits diskutierten Parametern muss p.p. zusätzlich beachtet werden, dass der Lahmheitsgrad einen signifikanten Einfluss auf die Pansenfüllung nimmt. Mit steigendem Lahmheitsgrad sinkt in der vorliegenden Untersuchung die Pansenfüllung. Die Beziehung zwischen Pansenfüllung und Lahmheit wird ausführlich in Kapitel 5.6.4.3.2 erörtert.

Im Folgenden wird aufgezeigt, weshalb die Einflussfaktoren p.p. eine größere Relevanz für die praktische Anwendung im Herdenmanagement als a.p. zu haben scheinen.
Der BCS hat p.p. mit b = 0,39 einen fast doppelt so großen Einfluss auf die Pansenfüllungsbenotung wie a.p. (b = 0,22). Die Körperkondition scheint während der Laktation demnach einen größeren Einfluss auf die Bewertung der Pansenfüllung als vor der Kalbung zu haben. Kilian (2012) konnte einen deutlichen Anstieg der Korrelation des BCS und der Pansenfüllung p.p. von r = 0,23 (126.–200. Laktationstag) über r = 0,40 (201.–205. Laktationstag) bis r = 0,49 (Ende der Laktation) beobachten. Demnach steigt mit zunehmendem BCS auch die Pansenfüllung (Kilian, 2012). Mögliche Ursachen dieses Zusammenhangs wurden in Kapitel 5.3.1 beschrieben. Auch die 2. Laktation hat p.p. mit b = 0,36 gegenüber einer Kuh der 5. Laktation einen größeren Einfluss als a.p. (b = 0,22), wohingegen in der Untersuchung von Jäschke (2007) gar kein Zusammenhang beider Parameter p.p. gefunden werden konnte. Weitere Vergleichsstudien fehlen, weshalb über die Ursache der Ergebnisse nur Vermutungen angestellt werden können.

Gruber et al. (2008) werteten Fütterungsversuche von 10 Forschungs- und Universitätsinstituten Deutschlands, Österreichs und der Schweiz aus und fanden während der Laktation zwar eine höhere Futteraufnahme von zweit- und drittlaktierenden Kühen gegenüber Kühen ≥ 4. Laktation, wobei es sich lediglich um 200g zusätzlicher Trockenmasseaufnahme bei Zweit- und Drittlaktierenden handelte. Dieser doch eher geringe Unterschied in der Futteraufnahme zwischen Kühen unterschiedlicher Laktationsnummern stellt wahrscheinlich nicht die Ursache für die hier vorliegenden Ergebnisse dar. Wahrscheinlicher als Ursache ist erneut das generelle Erscheinungsbild der Kuh, wie bereits in Kapitel 5.3.1 diskutiert, das sowohl durch die Körperkondition als auch durch den Körperrahmen einen Einfluss auf die Benotung des Pansens genommen haben könnte. Es gibt derzeit keine Literatur bezüglich einer Veränderung der Rahmenentwicklung mit dem Alter bei Kühen. Jedoch ist anzunehmen, dass eine Jungkuh einen kompakter wirkenden Körperrahmen aufweist als eine Kuh, die bereits mehr ≥ 3 Kälber geboren hat, was auch die Wahrnehmung der Hungergrube verändert. Weitere Studien sollten diese Thematik untersuchen.
Lediglich die Frischmasseaufnahme sinkt in ihrem Einfluss gegenüber a.p., da eine Woche p.p. erst eine Frischmasseaufnahme von 100 kg zu einer Erhöhung des Pansenfüllungsmittelwertes um eine Note führt. Die durchschnittliche Futteraufnahme innerhalb der ersten 7 Tage p.p. liegt allerdings zwischen 28,3 kg und 34,9 kg (Mittelwert). Daher ist der Einfluss durch die Futteraufnahme als sehr gering einzuschätzen.

Aufgrund des Einflusses durch die Körperkondition und die Laktationszahl auf die Bewertung der Pansenfüllung ist zu vermuten, dass der Pansenfüllungsverlauf ein und derselben Kuh eine wichtige Rolle spielt und das Vergleichen mit anderen Kühen aufgrund der Einflussfaktoren auf die Pansenfüllung selbst zu Fehlinterpretationen führen kann.

5.4 Ursachen eines gestörten Pansenfüllungsverlaufes

5.4.1 Antepartale Pansenfüllungsverläufe

5.4.1.1 Abgänge und Fruchtbarkeit als Ursache eines gestörten Pansenfüllungsverlaufes

Ein Ziel dieser Untersuchung war es, die Ursachen für einen gestörten Pansenfüllungsverlauf zu finden. Bezüglich späterer Trächtigkeiten und Abgänge konnte keine Beziehung zum Verlauf der Pansenfüllung gefunden werden. Es liegen derzeit keine Vergleichsstudien zu dieser Thematik vor.

5.4.1.2 Parameter der Allgemeinuntersuchung als Ursache eines gestörten Pansenfüllungsverlaufes

Die Allgemeinuntersuchung liefert in dieser Studie keine Hinweise auf die Ursache eines gestörten Pansenfüllungsverlaufes. Lediglich die Kotstruktur zeigte als Parameter der

Allgemeinuntersuchung eine Beziehung zum Verlauf der Pansenfüllung a.p. Von dieser Messgröße aus kann auf eine intakte Verdauung von Kühen mit gestörtem Pansenfüllungsverlauf geschlossen werden. Dennoch kann keine Ursache für die Abweichungen im Verlauf abgeleitet werden. Derzeit liegen keine Vergleichsstudien vor, die durch Allgemeinuntersuchungen Hinweise auf den Pansenfüllungsverlauf untersucht haben.

5.4.1.3 Blutparameter ante partum als Ursache eines gestörten Pansenfüllungsverlaufes

Ursachen eines gestörten Pansenfüllungsverlaufes konnten anhand von Blutparametern a.p. erklärt werden. Die Parameter Harnstoff, anorganisches Phosphat, Magnesium und MCH erwiesen sich bei Kühen mit gestörtem Pansenfüllungsverlauf als signifikant unterschiedlich gegenüber Kühen mit ungestörtem Pansenfüllungsverlauf a.p.

Ein geringer Blut-Harnstoff-Stickstoff-Gehalt (BUN; engl. Blood Urea Nitrogen) im Serum kann durch einen zu geringen Proteinanteil in der Ration verursacht werden (Fürll, 2013). Ebenfalls kann es durch Unterfütterung aufgrund zu kurzer Fresszeiten oder Wegstoßens der Kühe vom Transponder durch Rangordnungsauseinandersetzungen zu einer geringen BUN-Konzentration kommen (Romer et al., 1992). In der vorliegenden Untersuchung liegt der Harnstoffgehalt der Kühe beider Gruppen bis auf einen Beobachtungszeitpunkt an Tag 21 a.p. im Referenzbereich. Dabei liegen die Konzentrationen der Kühe mit gestörtem Pansenfüllungsverlauf im unteren Wertebereich. Daher kann weniger von einem zu geringen Proteingehalt in der Gesamtration als von zu kurzen Fresszeiten oder zu wenig Trogbesuchen der Kühe mit gestörtem Pansenfüllungsverlauf ausgegangen werden.

Eine geringe Phosphatkonzentration im Serum kann auf Herdenbasis durch eine eingeschränkte oder fehlende Futteraufnahme erklärt werden (Fürll, 2013), wobei die Konzentration beider Gruppen der vorliegenden Untersuchung noch im Referenzbereich liegt.

Des Weiteren weichen die Blutparameter Glukose und NEFA in ihrem Mittelwert bei Kühen mit gestörtem Pansenfüllungsverlauf signifikant von denen der Kühe mit ungestörtem Pansenfüllungsverlauf ab. In der Regressionsanalyse zeigen diese blutchemischen Parameter keine Beziehung mehr zum Pansenfüllungsverlauf, was durch Beziehungen der Parameter untereinander erklärt werden kann. Auffällig ist dennoch, dass die Glukosekonzentration der ungestörten Kühe in der Untersuchung im Mittel über dem Referenzbereich liegt. Die Konzentration der gestörten Kühe ist signifikant niedriger und trotzdem innerhalb des Referenzbereiches. Postprandial, aber auch bei Stress oder starker Belastung kann es nach Fürll (2013) zu einer erhöhten Glukosekonzentration im Serum kommen. Demnach kann der Unterschied der Glukosekonzentration ebenfalls durch eine Differenz der Futteraufnahme zwischen den Gruppen erklärt werden.

Kühe mit gestörtem Pansenfüllungsverlauf zeigten zudem eine erhöhte NEFA-Konzentration, was für eine erhöhte Lipolyse spricht (Fürll, 2013). Auch Kawashima et al. (2016) beobachteten einen Zusammenhang der Pansenfüllungsnoten und des Energiestatus a.p. Sie

fanden eine positive Korrelation der Pansenfüllungsnoten und des Cholesterins a.p. ($r = 0,35$; $p < 0,05$ drei Wochen a.p.; $r = 0,52$; $p < 0,001$ zwei Wochen a.p.; $r = 0,43$; $p < 0,01$ eine Woche a.p.). Somit kann laut den Autoren die Pansenfüllung als Vorhersagewert des Energiestatus der Kuh genutzt werden. Aus dieser Korrelation schlussfolgerten Kawashima et al. (2016), dass die Pansenfüllung a.p. wahrscheinlich vom individuellen Appetit des Einzeltieres abhängig ist und die Futteraufnahme wiedergeben könnte.
Bezüglich des roten Blutbildes lässt sich in der vorliegenden Studie kein Zusammenhang mit dem Pansenfüllungsverlauf ableiten. Beide Gruppen zeigen hinsichtlich ihrer Erythrozytenanzahl und des Hämatokrits eher eine Tendenz zu einem anämischen Blutstatus, der bei den Kühen mit ungestörtem Pansenfüllungsverlauf sogar noch ausgeprägter ist.

5.4.1.4 Harnparameter ante partum als Ursache eines gestörten Pansenfüllungsverlaufes

Die Analyse zeigt bei Kühen mit gestörtem Pansenfüllungsverlauf eine signifikant geringere Kalium- und Kalziumkonzentration im Harn. Beide Parameter der Gruppen liegen dennoch innerhalb des Referenzbereiches.
Eine niedrige Kaliumausscheidung mit dem Harn kann auf Herdenbasis durch eine eingeschränkte oder fehlende Futteraufnahme erklärt werden (Fürll, 2013). Auch hier ist entsprechend den Blutparametern ein Trend zur Ursache eines gestörten Pansenfüllungsverlaufes bei einer verminderten Futteraufnahme abzuleiten.

5.4.2 Postpartale Pansenfüllungsverläufe

5.4.2.1 Blutparameter post partum als Ursache eines gestörten Pansenfüllungsverlaufes

Unterschiede zwischen Kühen mit gestörtem und ungestörtem Pansenfüllungsverlauf können auch durch Blutparameter p.p. erklärt werden, wobei erneut bei Kühen mit gestörtem Pansenfüllungsverlauf eine Tendenz in Richtung einer verringerten Futteraufnahme auffällt. Im Unterschied zum Zeitraum a.p. ist p.p. die Harnstoffkonzentration von Kühen mit gestörtem Pansenfüllungsverlauf höher als bei Kühen mit ungestörtem Verlauf. Nach Fürll (2013) kann eine erhöhte BUN-Konzentration auf Herdenbasis einen Hinweis auf Energiemangel in der Ration darstellen.
Eine niedrigere Glukose-, Chlorid-, Kalium- und Phosphatkonzentration bei Kühen mit gestörtem Pansenfüllungsverlauf gegenüber ungestörten spricht für eine eingeschränkte Futteraufnahme bzw. gestörte Verdauung (Fürll, 2013). Kühe mit geringeren Pansenfüllungsnoten in den ersten beiden Laktationsmonaten unterliegen einer größeren Stoffwechselbelastung als Kühe mit höherer Pansenfüllung (LLFG Sachsen-Anhalt, 2008).
Es fand in der vorliegenden Untersuchung teilweise keine Beurteilung von Kühen statt, die p.p. abgegangen sind oder festlagen, da bei festliegenden Kühen keine Pansenfüllung benotet werden konnte. Ging eine Kuh zu früh nach der Kalbung ab, konnten nicht genügend

Pansenfüllungsnoten erhoben werden, um eine Aussage zum Pansenfüllungsverlauf zu treffen. Diese Kühe wurden lediglich bezüglich ihrer antepartalen Verlaufskurve analysiert.

5.4.2.2 Harnparameter post partum als Ursache eines gestörten Pansenfüllungsverlaufes

Kühe mit gestörtem Pansenfüllungsverlauf haben gegenüber Kühen mit ungestörtem Verlauf signifikante Unterschiede in der Konzentration ihrer postpartalen Harnparameter. Eine erhöhte Kreatinin- und niedrige Chloridkonzentration des Harns bei gestörten Kühen kann auf Wassermangel und Nierenerkrankung hindeuten (Fürll, 2013). Die Stellung der Kuh innerhalb der Herde würde auch eine geringere Tränkeaufnahme von Kühen mit gestörtem Pansenfüllungsverlauf erklären. Da andere Parameter keine Beziehung zum Verlauf der Pansenfüllung zeigen, kann eine Nierenerkrankung ausgeschlossen werden.

5.4.3 Handlungsempfehlung für das tägliche Herdenmanagement

Im Folgenden werden mögliche Gründe für eine verringerte Futteraufnahme bei Einzeltieren in dieser Untersuchung erörtert sowie eine Handlungsempfehlung für den Landwirt erarbeitet. Durch die Trogfütterung kann es sowohl a.p. als auch p.p. in dieser Studie dazu gekommen sein, dass ranghöhere Kühe Tröge blockiert haben. Sie können entweder selbst gefressen haben oder sich vor die Tröge gestellt und somit mehrere Tröge gleichzeitig unzugänglich gemacht haben. Rangniedrige Kühe fallen wahrscheinlich schneller in eine Energiemangelsituation, die äußerlich durch einen abweichenden Pansenfüllungsverlauf sichtbar werden können. Es konnten keine Zusammenhänge zwischen der Pansenfüllung und Entzündungserscheinungen gefunden werden. Eine Ursachenanalyse hinsichtlich der Rangfolge und evtl. Wegdrängen vom Futtertrog fand in dieser Studie nicht statt.
Tiere mit abweichendem Pansenfüllungsverlauf sollten als Risikotiere für eine geringere Futteraufnahme genauer Beobachtung unterzogen werden. Es muss sichergestellt werden, dass auch diese Kühe genug Zeit haben, ausreichend Futter aufzunehmen. Ggf. muss die Futteraufnahme durch zusätzliche Gaben von kleinen Mengen Heu und Zusatzfuttermitteln angeregt werden bzw. ihr Energiestatus durch Propylenglykol oder Glukoseinfusionen verbessert werden.

5.5 Zusammenhänge zwischen der Pansenfüllung und der Futteraufnahme

5.5.1 Deskriptive Darstellung der Futteraufnahme

5.5.1.1 24-Stunden-Tagesprofile

Aufgrund einer hohen Anzahl von Kühen, die innerhalb von 4 Stunden keine oder nur wenig Frischmasse aufgenommen haben, konnte für die Futteraufnahme in 4 Stunden vor der

Bonitur der Pansenfüllung keine Normalverteilung erreicht werden. In 8 Stunden ändert sich die Futteraufnahmeverteilung, sodass für diesen Zeitraum annährend eine Normalverteilung vorliegt. Um mögliche Zusammenhänge zwischen der Pansenfüllung und der Futteraufnahme zu analysieren, wurde sowohl für die Futteraufnahme in 4 Stunden als auch für die Futteraufnahme in 8 Stunden vor dem Boniturzeitpunkt eine partielle Korrelation sowie ein gemischtes lineares Modell berechnet.
Bei einer Verletzung der Normalverteilung für die Berechnung einer partiellen Korrelation führt die reguläre Interpretation des Korrelationskoeffizienten zu einem falschen Ergebnis (Vargha et al., 2013). Ebenfalls nehmen gemischte lineare Modelle eine Normalverteilung der Werte an (Fahrmeir et al., 2007). Die Analyse der Futteraufnahme in 8 Stunden vor der Bonitur eignet sich folglich besser für die gewählten statistischen Modelle.

5.5.1.2 Tägliche Futteraufnahme

Es liegen insgesamt Futteraufnahmen vor, die denen in anderen Untersuchungen gleichen. Der Mittelwert der Trockenmasseaufnahme lag eine Woche a.p. zwischen 15,0 kg/Tag und 12,6 kg/Tag. In anderen Untersuchungen lag die Trockenmasseaufnahme a.p. im Schnitt bei 9,5–15,8 kg (Engelhard et al., 2015), 12,49 ± 2,83 kg (Kühne, 2014) bzw. 14,6 kg (Park et al., 2011). In der vorliegenden Studie lag eine Woche p.p. der Mittelwert der täglichen Trockenmasseaufnahme bei 15,9 kg und zwei Wochen p.p. bei 19,0 kg. Auch diese Werte stimmen annährend mit denen anderer Studien wie Stocks und Allen (2012) mit 19 kg (Tag 3–40 p.p.) oder Park et al. (2011) mit 16,4 kg (Tag 6 p.p.) überein. Auffällig ist lediglich eine sehr hohe Trockenmasseaufnahme bereits am Tag der Kalbung (11,3 kg) und an Tag 2 p.p. (15,0 kg) gegenüber der Literatur. In der Untersuchung von DeGroot et al. (2010) wurde eine Trockenmasseaufnahme von 9,7 kg/Tag am Tag der Kalbung gemessen. Grabherr (2010) beschreibt eine tägliche Trockenmasseaufnahme von 13,2 ± 2,2 kg/Tag (Tag 2–7 p.p.). Durch die elektronische Futteraufnahmemessung in der vorliegenden Studie konnte sehr intensiv auf das Fressverhalten jeder einzelnen Kuh geachtet werden. Zudem können Unterschiede zwischen den Futteraufnahmen der Studien auch im Management mit sehr intensiver Einzeltierbeobachtung liegen.

5.5.2 Zusammenhänge zwischen der Pansenfüllung und der Futteraufnahme

5.5.2.1 24-Stunden-Tagesprofile

Im folgenden Abschnitt wird eine mögliche Beziehung zwischen dem Pansenfüllungsverlauf über den Tag und der Futteraufnahme erörtert. Dazu konnten in allen Messwochen der 24-Stunden-Profile geringe bis sehr geringe positive signifikante Korrelationen zwischen diesen Parametern gefunden werden. Genau wie die Futteraufnahme unterliegt auch die Pansenfüllung im Mittelwert aller Kühe tageszeitlichen Schwankungen. Der Mittelwert der Pansenfüllung und der Mittelwert der Frischmasseaufnahme erreichen in den eigenen

Ergebnissen zu ähnlichen Zeitpunkten a.p. und p.p. ihren Tiefpunkt. Schwankungen der Pansenfüllung über den Tag konnten auch bei Burfeind et al. (2010) während der Laktation beobachtet werden, wobei gegen Abend (19 Uhr) höhere Noten als tagsüber (8 und 14Uhr) vorlagen. Zeitgleich wurden auch signifikante Unterschiede in der Trockenmasseaufnahme tagsüber und nachts gemessen (Burfeind et al., 2010). Bei Burfeind et al. (2010) ergab sich daraus eine positive Beziehung (Frischmasse: $r = 0,67$ $p < 0,01$; Trockenmasse: $r = 0,68$ $p < 0,01$) für tageszeitliche Schwankungen der Pansenfüllung und der Futteraufnahme zwischen Tag und Nacht. In der vorliegenden Studie sind die Schwankungen der Pansenfüllung über den Tag jedoch bei ganzen Pansenfüllungsnoten lediglich zu erahnen. Nur auf einer sehr kleinen Skala mit 0,1 Notenschritten können diese Schwankungen graphisch dargestellt werden. Dennoch scheint zu allen Messzeitpunkten auf dieser angepassten Skala die Pansenfüllung der Futteraufnahme über den Tag zu folgen.

Die Korrelationskoeffizienten für die Beziehung zwischen der Futteraufnahme und der Pansenfüllung unterscheiden sich in der vorliegenden Studie zwischen der Futteraufnahme in 8 Stunden und der in 4 Stunden vor der Bonitur. Für die Futteraufnahme in 8 Stunden vor dem Boniturzeitpunkt ist die Korrelation in allen Messwochen größer als für 4 Stunden. Aufgrund der vorliegenden Verletzung der Normalverteilung für die Futteraufnahme bei Messintervallen von 4 Stunden erscheint das tägliche Bonitieren 8 Stunden nach der Fütterung besser geeignet, um die Futteraufnahme zu schätzen.

Die Korrelationen scheinen in Abhängigkeit mit dem Abstand zum Kalbezeitpunkt zu differieren. Die Kühe vor der Kalbung haben in beiden Messwochen ähnliche Koeffizienten. Für den Zeitraum vor der Kalbung scheint daher der Zusammenhang zwischen Pansenfüllung und Futteraufnahme relativ gleich zu sein, unabhängig von der Nähe zur Kalbung. Hingegen nimmt die Korrelation für den postpartalen Zeitraum mit zeitlicher Entfernung zum Kalbedatum ab. In Messwoche 1, in der sich die postpartalen Kühe noch näher am Kalbedatum befanden (3–18 Tage p.p., $\bar{x} = 8$ Tage p.p.) liegen die größten Korrelationskoeffizienten vor ($r = 0,43$; $p < 0,001$). Ab der zweiten Woche (10–25 Tage p.p., $\bar{x} = 15$ Tage p.p.) sind die Koeffizienten der postpartalen Kühe deutlich niedriger ($r = 0,14$–$0,25$; $p = 0,026$ bis $< 0,001$).

Allerdings liegen keine Vergleichsstudien vor, die ebenfalls alle 4 Stunden bzw. alle 8 Stunden über mehrere Tage die Hungergruben benotet haben.

Kühne (2014) bonitierte 14 laktierende Kühe in einer 10-stündigen Erfassung und fand bei Kühen mit einem Score < 2,5 nur wenig Variationen in der Entwicklung des Hungergrubenscores bei relativ gleichmäßiger Futteraufnahme. Bei Kühen mit einem Score > 2,5 kam es zu größeren Variationen in der Entwicklung der Hungergrubenbenotung, die hier mit der Fressdauer pro Stunde in Verbindung stand. Auf eine längere Fressdauer folgte ein Anstieg der Pansenfüllungsnoten und nach einer ausbleibenden Futteraufnahme sank der Hungergubenscore in den Folgestunden. Die Verteilung der Fressdauer scheint daher im Zusammenhang mit der Entwicklung der Hungergrubennoten zu stehen (Kühne, 2014). Die

Dauer und Anzahl der einzelnen Trogbesuche wurde in der vorliegenden Studie nicht untersucht, weshalb an dieser Stelle dazu keine Stellung genommen werden kann.
Die in den vorherigen Absätzen aufgezeigten Punkte weisen darauf hin, dass weitere Studien durchgeführt werden sollten, die analysieren, inwiefern die Pansenfüllungsbenotung a.p. auf die Futteraufnahme reagiert. Es liegt derzeit zum Beispiel keine Studie vor, in der a.p. die Hungergrube häufiger als einmal täglich beurteilt wurde.
Des Weiteren sollten die Fragen geklärt werden, mit welcher Dynamik die Pansenfüllung auf teilweisen oder vorübergehenden kompletten Futterentzug reagiert, um eine Aussage treffen zu können, wie viel Zeit die Pansenfüllung für eine Reaktion auf einen Futterentzug benötigt.

5.5.2.2 Tägliche Benotung

Der Zusammenhang zwischen der täglichen Benotung der Hungergrube und der täglichen Futteraufnahme zeigt 3 Wochen a.p. in der vorliegenden Untersuchung niedrigere Korrelationen als in den 24-Stunden-Tagesprofilen (r = 0,166 für die Frischmasseaufnahme). Zwei Wochen a.p. konnten keine signifikanten Korrelationen gefunden werden. Lediglich eine Woche a.p. liegen für die 24-Stunden-Tagesprofile ähnliche Korrelationen vor (r = 0,279 für die Frischmasseaufnahme). Nach der Kalbung ergaben sich, wie auch in den 24-Stunden-Tagesprofilen, geringe, höchst signifikante Korrelationen. Die Pansenfüllung wurde für alle Kühe täglich benotet. In die Analyse ist jedoch jeweils die gesamte Tagesfutteraufnahme der Kuh eingegangen und nicht nur die Futteraufnahme vor dem Benotungszeitpunkt. Dies ist eine Erklärung, warum bei dieser Betrachtung gegenüber der Untersuchung der 24-Stunden-Tagesprofile weniger hohe Korrelationskoeffizienten bestehen.
Zu einem ähnlichen Ergebnis kam auch Mahlkow-Nerge (2012). Bei der Autorin war eine Beziehung zwischen der Futteraufnahme 2 bis 3 Stunden vor der Bonitur mir r = 0,16 vorhanden, nicht jedoch zwischen der Pansenfüllung und der durchschnittlichen Tagesfutteraufnahme (Mahlkow-Nerge, 2012). Es erscheint daher nach eigener Auffassung weniger sinnvoll, die Beziehung der Pansenfüllung und der gesamten Tagesfutteraufnahme zu beurteilen. Die Analyse sollte nur mit der bereits gefressenen Futtermenge vor der Bonitur erfolgen.
Kilian (2012) fand keine Beziehung zwischen der Pansenfüllung a.p. und der durchschnittlichen Futteraufnahme in zwei Tagen vor der Bonitur. Wöchentlich einmal bzw. zweimalig zu benoten und dies mit der jeweiligen durchschnittlichen Futteraufnahme zwei Tage vor der Bonitur zu vergleichen, wie Kilian (2012) es durchführte, ist nach eigener Einschätzung wahrscheinlich zu ungenau, um einen Zusammenhang zu analysieren. Nach Heuwieser und Burfeind (2012) ist die einmalige Benotung einer Kuh nicht geeignet, um die Futteraufnahme zu messen (mäßige Beziehung von 0,45–0,52, $p < 0,001$). Hingegen kann die Benotung der Pansenfüllung ein und derselben Kuh im zeitlichen Vergleich als Messinstrument der Futteraufnahme genutzt werden ($r = 0,68$; $p < 0,001$) (Heuwieser und

Burfeind, 2012). Der Vergleich von wöchentlich vergebenen Noten ist gegenüber täglich vergebenen Noten nach eigenem Ermessen wahrscheinlich weniger aussagekräftig. Diese Hypothese wurde anhand von Ergebnissen von Heuwieser und Burfeind (2012) abgeleitet, wonach die Pansenfüllung bereits innerhalb von 70 Minuten nicht unerheblich schwankt.

Der Korrelationskoeffizient der Beziehung mit der Futteraufnahme 2 bis 3 Stunden vor der Bonitur ist mit r = 0,16 (Kilian, 2012, Mahlkow-Nerge, 2012) kleiner als die Korrelation mit der Tagesfutteraufnahme in der vorliegenden Studie (r = 0,3) im postpartalen Zeitraum. Eine Benotung 2 bis 3 Stunden nach der Futteraufnahme, wie es von Kilian (2012) und Mahlkow-Nerge (2012) durchgeführt wurde, könnte zu kurz bemessen sein, um es einem Großteil der Kühe zu ermöglichen, derartige Mengen zu fressen, die eine Veränderung des Hungergrubenscores sichtbar machen würden.
Es liegt nur eine Studie vor, in der die antepartale Pansenfüllung einmal täglich benotet wurde. Darin liegen positive Korrelationen bei täglicher Benotung a.p. 4 bis 4,5 Stunden nach der Fütterung vor ($r = 0,442$; $p \leq 0,01$) (Kühne, 2014). Mögliche Gründe für den größeren Zusammenhang in der Studie von Kühne (2014) gegenüber den Ergebnissen der vorliegenden Studie könnten in der größeren Notenvariation a.p. liegen. Ursachen der unterschiedlichen Notenschwankungen wurden in Kapitel 5.2.2 bereits erörtert.
Insgesamt scheinen Beziehungen zwischen der täglichen Pansenfüllungsbenotung und der Futteraufnahme vorhanden zu sein, diese variieren jedoch mit dem Zeitfenster der Futteraufnahme bis zur Bonitur. Das tägliche Benoten erscheint sinnvoll, wenngleich in Folgestudien nur die Futteraufnahme bis zum Benotungszeitpunkt analysiert und das Zeitfenster für die Futteraufnahme bis zur Benotung überprüft werden sollte. In weiteren Studien sollte zudem getestet werden, ob die Beziehung in Betrieben mit weniger hoher Futteraufnahme der gesamten Herde noch ansteigt.

5.5.2.3 Einflussfaktoren auf den Zusammenhang zwischen Pansenfüllung und Futteraufnahme

5.5.2.3.1 Einfluss des Laktationszeitpunktes im 24-Stunden-Tagesprofil

Der Einfluss des Laktationszeitpunktes auf den Zusammenhang zwischen der Pansenfüllung und der Futteraufnahme in den 24-Stunden-Tagesprofilen ist groß. Die Koeffizienten der linearen gemischten Regression unterscheiden sich deutlich zwischen den Zeiträumen vor und nach der Kalbung. Sehr sensibel ist die Reaktion der Pansenfüllung als Messinstrument in den ersten 9 Tagen p.p. Ab der zweiten Woche p.p. ist die Pansenfüllung nur noch mäßig geeignet, um die Futteraufnahme wiederzugeben. A.p. scheint die Pansenfüllung in dieser Untersuchung nur geeignet zu sein, um Kühe zu erkennen, die mehrere Tage in Folge weniger fressen, sodass dies in der Summe durch eine geringere Pansenfüllung ersichtlich wird. Diese Kühe müssen a.p. ca. 30 Kilogramm Frischmasse weniger fressen, damit die Pansenfüllung

um eine halbe Note abnimmt.
Da Vergleichsstudien fehlen, die die Pansenfüllung alle 4 bzw. alle 8 Stunden benoten, sollte in weiteren Untersuchungen getestet werden, ob in Betrieben mit weniger hoher Futteraufnahme die Pansenfüllung a.p. ebenfalls erst so spät auf Futteraufnahme-schwankungen reagiert. Zudem wäre eine Untersuchung wichtig, die zeigt, wann und wie sich die Pansenfüllungsnoten verändern, wenn eine Kuh die Futteraufnahme komplett einstellt. Die 95 % Konfidenzintervalle der Koeffizienten liegen a.p. und in der zweiten Woche p.p. sehr dicht bei einander. Lediglich in der ersten Messwoche p.p. bzw. in der Untersuchungsgruppe < 10 Tage p.p. weichen die Konfidenzintervalle deutlich von den anderen ab. Demnach kann aufgrund der ähnlichen Koeffizienten von einer gleichen Beziehung zur Futteraufnahme in allen Wochen mit Ausnahme der ersten 9 Tage p.p. ausgegangen werden. Lediglich in den ersten 9 Tagen p.p. liegt demnach eine sehr starke Beziehung zwischen den Parametern vor.

Es sollten weitere Untersuchungen bezüglich der Pansenfüllung in den einzelnen Laktationsstadien vorgenommen und getestet werden, ob sich der Koeffizient für die Mittel- und Spätlaktation gegenüber der Frühlaktation und der Trockenstehphase verändert.

5.5.2.3.2 Einfluss des Laktationszeitpunktes bei täglicher Benotung

Die Koeffizienten für die Frischmasseaufnahme im linearen gemischten Modell sind a.p. und eine Woche p.p. teilweise kleiner als im 24-Stunden-Profil. Dennoch sind auch in diesem Modell für jede Messwoche signifikante Zusammenhänge vorhanden.
Die Pansenfüllung reagiert in diesem Modell eine Woche a.p. und eine Woche p.p. ähnlich sensibel mit 16–17 kg zusätzlicher Trockenmasseaufnahme für eine halbe Note der Pansenfüllung. Damit die Kuh in ihrer Pansenfüllung um eine halbe Note absinkt, müsste sie entsprechend die Futteraufnahme komplett einstellen. Am sensibelsten reagiert die Pansenfüllung an Tag 28/60 p.p. Auch zu diesem Zeitpunkt muss eine zusätzliche Futteraufnahme von ca.13 kg Trockenmasse für eine halbe Note der Pansenfüllung vorliegen. Bei einer durchschnittlichen Trockenmasseaufnahme von 23 kg in Woche 4 p.p. und 26 kg in Woche 8 und 9 p.p. ist dies etwa die Hälfte der Tagesration. Insgesamt scheint die Pansenfüllung nach diesem Modell, mit Ausnahme von Tag 28/60 p.p., lediglich geeignet zu sein, um Risikotiere zu erkennen, deren Futteraufnahme in der Summe über mehrere Tage deutlich zurückgegangen ist. Ein Grund für die Unterschiede zu den Ergebnissen aus den 24-Stunden-Tagesprofilen könnte erneut die Tagesfutteraufnahme sein, die wie bereits in Kapitel 5.5.2.2 beschrieben, auch die Futteraufnahme, die nach der Bonitur am selben Tag folgte, einbezieht. Die Ergebnisse sind daher wahrscheinlich auch weniger gut geeignet, um den tatsächlichen Einfluss des Laktationszeitpunktes zu bestimmen. In Anbetracht der Ergebnisse aus den 24-Stunden-Tagesprofilen ist davon auszugehen, dass die zusätzlich benötigte Futteraufnahme für eine Reaktion der Pansenfüllung weniger wäre, wenn nur die bis zum Benotungszeitpunkt gefressene Futtermenge in die Analyse eingegangen wäre. Derzeit gibt

es keine Veröffentlichungen, in denen durch ein gemischtes lineares Modell der Einfluss des Laktationszeitpunktes auf den Zusammenhang zwischen der Pansenfüllung und der Futteraufnahme untersucht wurde. Fischer et al. (2008) zeigten dennoch eine Laktationsdynamik der Pansenfüllung p.p. Die Note 1 nach dem Kalbetag kann den Autoren zufolge durch hohe Schwankungen in der Futteraufnahme in den ersten Laktationstagen sowie einer vergleichsweisen geringen Gesamtfutteraufnahme erklärt werden (mindestens 2 kg Trockenmasse/Tag weniger als bei Noten ≥ 2). Ab dem zweiten Laktationsmonat gehen die Unterschiede in der Futteraufnahme zwischen den Noten zurück (0,5–1 kgTrockenmasse/Tag) (Fischer et al., 2008).

5.5.2.3.3 Einfluss des Messzeitpunktes im 24-Stunden-Tagesprofil

Der Messzeitpunkt in der vorliegenden Untersuchung hat a.p. und p.p. einen signifikanten Einfluss auf die Pansenfüllung. Dieser Einfluss ist wahrscheinlich dadurch zu erklären, dass die Futteraufnahme ebenfalls eine tageszeitliche Variabilität aufweist und selbst signifikanten Einfluss auf die Pansenfüllung hat. Der Einfluss des Messzeitpunktes spiegelt folglich den Einfluss der Futteraufnahme auf die Pansenfüllung wider. P.p. ist der Einfluss der Futteraufnahme auf die Pansenfüllung größer als die Messzeitpunkte selbst. Demnach spielt die Uhrzeit des Benotungszeitpunktes weniger eine Rolle. Es sollte jedoch jeden Tag zur selben Uhrzeit benotet werden, um die Noten der individuellen Kuh besser vergleichen zu können und Notenschwankungen, entstehend durch tageszeitliche Futteraufnahmeschwankungen, zu vermeiden.

5.6 Pansenfüllungsbenotung a.p. als Indikator

5.6.1 Pansenfüllungsbenotung als Indikator für die Futteraufnahme p.p.

Es bestehen in den eigenen Beobachtungen signifikante Korrelationen zwischen einer hohen Pansenfüllung eine Woche a.p. und einer höheren Frischmasseaufnahme eine Woche p.p. (r = 0,22) sowie einer höheren Trockenmasseaufnahme eine (r = 0,26) und zwei Wochen p.p. (r = 0,21). Von der Pansenfüllung eine Woche a.p. lässt sich die Höhe der Futteraufnahme in den ersten beiden Wochen p.p. ableiten. Derzeit gibt es keine Studien, die den Vorhersagewert der Pansenfüllung a.p. auf die Futteraufnahme p.p. untersucht haben. Fischer et al. (2008) zeigten allerdings eine Beziehung zwischen den Pansenfüllungsnoten Tag 5–7 p.p. und der Futteraufnahme bis zum 10. Laktationstag (p = 0,068).

5.6.2 Pansenfüllungsbenotung als Indikator für die Fruchtbarkeit

In der postpartalen Periode gab es bei Kawashima et al. (2016) keinen Unterschied in der Pansenfüllung und keine Unterschiede bezüglich Veränderungen der Pansenfüllung zwischen Kühen, die nach der ersten Besamung tragend waren, und solchen, die nicht tragend waren.

Kühe, die nach der ersten Besamung nicht tragend waren, haben dennoch bereits in der Vorbereiterperiode einen stärkeren Pansenfüllungsabfall erfahren (Kawashima et al., 2016). In der vorliegenden Studie konnte kein Unterschied in der Pansenfüllung a.p. oder p.p. zwischen Kühen, die nach der ersten Besamung tragend wurden, und Vergleichskühen gefunden werden. Zudem wurde zwischen an Tag 200 p.p. tragenden und nicht tragenden Kühen kein Unterschied in der Pansenfüllung beobachtet. Eine Beziehung zwischen der Pansenfüllung und der Fruchtbarkeit erscheint daher auf Grundlage der eigenen Daten eher unwahrscheinlich.

5.6.3 Pansenfüllungsbenotung als Indikator für die Milchmenge und Milchinhaltsstoffe

Bezüglich der Milchmenge und des Milchfettgehaltes konnte keine Beziehung ermittelt werden. Es bestanden sowohl positive als auch negative Korrelationen. Positive Korrelationen lagen zwischen der Pansenfüllung in den letzten Wochen vor der Kalbung und dem Milchprotein-, Laktose- und Milchharnstoffgehalt vor. Negative Korrelationen gab es zwischen der Pansenfüllung a.p. und dem Milcheiweiß- sowie dem Milchharnstoffgehalt. In der Literatur liegen derzeit keine Studien vor, die eine Beziehung zwischen der Pansenfüllung a.p. und Milchmenge und -inhaltsstoffen p.p. analysiert haben. Ein Zusammenhang zwischen der Futteraufnahme a.p. und der Milchleistung sowie Milchinhaltsstoffen p.p. wurde durch Kühne (2014) untersucht. Kühne (2014) fand signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen < 11,53 kg Trockenmasseaufnahme/Tag („niedrige Futteraufnahme“), 11,53 bis < 14,34 kg Trockenmasseaufnahme/Tag („mittlere Futteraufnahme“) und ≥ 14,34 kg Trockenmasseaufnahme/Tag („hohe Futteraufnahme“). Kühe mit hoher Futteraufnahme hatten eine signifikant ($p = 0,024$) höhere Milchleistung (kg/d) als Kühe mit mittlerer oder niedriger Futteraufnahme. Der Milcheiweißgehalt (%) ist bei Kühen mit niedriger Futteraufnahme signifikant ($p = 0,047$) niedriger als bei Kühen mit mittlerer oder hoher Futteraufnahme. Die ECM (kg/d) ist bei Kühen mit hoher Futteraufnahme signifikant erhöht gegenüber Kühen mit mittlerer und niedriger Futteraufnahme ($p = 0,012$). Gleichermaßen verhält es sich mit dem Milchharnstoffgehalt (mg/100ml) ($p = 0,022$) (Kühne, 2014). Da diese Ergebnisse nicht denen der vorliegenden Untersuchung ähneln und eine Beziehung in den eigenen Analysen stets nur für einzelne Wochen gezeigt werden konnte, werden die Zusammenhänge der eigenen Ergebnisse als Zufallsbefunde bewertet. Es wird nicht davon ausgegangen, dass mit der antepartalen Pansenfüllung tatsächlich reproduzierbar die Milchleistung und -inhaltsstoffe vorhergesagt werden können.

5.6.4 Pansenfüllungsbenotung als Indikator für Erkrankungen

5.6.4.1 Deskriptive Darstellung der Erkrankungen

Die aufgetretenen Erkrankungen liegen meist innerhalb des Wertebereiches von Vergleichsstudien (Tab. 2) oder deutlich darunter. Insgesamt weist die Herde demnach eine relativ hohe gesundheitliche Stabilität auf.
Auffällig ist jedoch ein sehr großer Anteil lahmer Kühe sowohl a.p. als auch p.p. Dabei waren p.p. 43,1 % aller Kühe während des Untersuchungszeitraumes mindestens einmal lahm. Dies liegt deutlich über der durchschnittlichen Prävalenz der Lahmheit p.p. mit 1,9–19,5 % (Median 6,5) (Tab. 2). Die erhöhte Lahmheitsinzidenz ist wahrscheinlich auf die baulichen Gegebenheiten des sehr alten Stalls der melkenden Kühe zurückzuführen, da die Lahmheiten sich vom Zeitraum a.p. mit 22,9 % zum Zeitraum p.p. fast verdoppelt haben. Zudem ist die Körperkondition der Kühe in der Untersuchung zum Trockenstellen (Median der RFD 16 mm) und im geburtsnahen Zeitraum (Median der RFD 17 mm) geringer als es mit 20–30 mm von Staufenbiel et al. (1991) empfohlen wird, und fällt nach der Kalbung weiterhin deutlich ab. In der Literatur wird ein Zusammenhang zwischen der Körperkondition und der tiefe des Klauenpolsters vermutet (Machado et al., 2011, Green et al., 2014, Foditsch et al., 2016). Ein geringeres Klauenpolster wird als mögliche Ursache für nicht infektiöse Klauenerkrankungen diskutiert (Bicalho et al., 2009, Green et al., 2014, Foditsch et al., 2016) und könnte auch in dieser Studie ein Grund für die vermehrten Lahmheiten darstellen.

5.6.4.2 Zusammenhang der Pansenfüllung a.p. und Erkrankungen

5.6.4.2.1 Kreuztabelle

Derzeit liegt keine Literatur bezüglich einer möglichen Beziehung zwischen der antepartalen Pansenfüllung und Erkrankungen vor.
Für den Landwirt dürfte das frühzeitige Erkennen eines Risikotieres, das später erkranken könnte, von größerer Relevanz sein als die Erkrankung selbst vorhersagen zu können. Daher wurde, neben der Analyse jeder einzelnen Krankheit, ein Modell gewählt, in das mehrere Erkrankungen, Auffälligkeiten und Abgänge eingegangen sind. Für dieses Modell, mit dem Titel Erkrankungen*, wurde ein Zusammenhang gefunden, wonach es für den Landwirt möglich ist, anhand der Pansenfüllung 2 Wochen a.p. mögliche Risikotiere für verschiedene Erkrankungen oder Abgänge p.p. zu identifizieren. Jedoch muss beachtet werden, dass eine große Anzahl von Kühen keine geringeren Noten aufweisen, obwohl sie später erkrankten oder abgingen, und die Pansenfüllung daher lediglich zwei Wochen a.p. als Indikator nutzbar scheint und nicht in den anderen Wochen a.p. Daher darf die Pansenfüllungsbenotung keinesfalls als alleiniger Indikator genutzt werden, sie liefert lediglich einen zusätzlichen Anhaltspunkt, Risikotiere zu detektieren. Inwiefern die Pansenfüllung einen Mehrwert

gegenüber anderen Indikatoren für Erkrankungen liefert müsste in weiteren Studien untersucht werden.

In der vorliegenden Untersuchung wurde Kühen schon sehr früh bei einer eingefallenen Hungergrube oder schlechter Futteraufnahme Heu angeboten und Pansenstimulans verabreicht. Aufgrund dessen sind viele Kühe nicht klinisch erkrankt. Dies erschwert die Auswertung der Pansenfüllung als Vorhersagewert. Infolgedessen wurde zusätzlich die Verabreichung von Pansenstimulans analysiert. Kühe, die p.p. aufgrund von schlechter Futteraufnahme oder dem Verdacht auf subklinische Ketose mit Pansenstimulans behandelt wurden, können ebenfalls bereits a.p. anhand eines geringeren Pansenfüllungsmittelwertes gegenüber den Vergleichstieren identifiziert werden.

5.6.4.2.2 Binär logistische Regressionsanalyse

In der logistischen Regressionsanalyse wurde eine mögliche Beziehung zwischen dem Pansenfüllungsmittelwert in den einzelnen Wochen vor der Kalbung und Erkrankungen sowohl a.p. als auch p.p. getestet. Es konnte eine Beziehung zwischen der Pansenfüllung a.p. und Lahmheit a.p. sowie der Gruppe SW/Allg. p.p. dargestellt werden. Die Pansenfüllung kann nur jeweils in einzelnen Wochen a.p. als Indikator für die verschiedenen Erkrankungen genutzt werden und nicht in allen drei Wochen vor der Kalbung. Daher wurde auch in diesem Fall, wie in Kapitel 5.6.4.2.1, das Modell mit der Bezeichnung Erkrankungen* berechnet. In dieses Modell sind verschiedene Erkrankungen, Auffälligkeiten und Abgänge einflossen. Demnach kann ein geringerer Pansenfüllungsmittelwert in den beiden Wochen vor der Kalbung als Indikator genutzt werden, um potentielle Risikotiere zu erkennen, die später erkranken oder abgehen könnten. Bei der Interpretation muss beachtet werden, dass v. a. a.p. selten Notendifferenzen von über einer Note bei einer Kuh vorlagen, die hohen Koeffizienten jedoch für eine solche Notendifferenz berechnet wurden. Bei konstanten Noten, die nur im Bereich von halben Noten schwanken, ist dieser Zusammenhang entsprechend geringer. Es gibt nur wenige Vergleichsstudien, die sich mit der Pansenfüllung a.p. als Vorhersagewert für Erkrankungen beschäftigt haben. Derzeit liegt lediglich eine Studie von Fischer et al. (2008) vor, wonach Kühe mit einer Pansenfüllungsnote von 2 gegenüber Kühen mit einer Pansenfüllungsnote von ≥ 3 eine Woche a.p. signifikant ($p = 0,018$) häufiger Fieber (≥ 39,5 °C) zum Boniturzeitpunkt haben. Kühe mit niedriger Note a.p. scheinen ferner häufiger bis zum 56. Laktationstag zu erkranken und tierärztlich behandelt zu werden, was jedoch nicht statistisch gesichert werden konnte (Fischer et al., 2008).
Musste eine Kuh in der vorliegenden Studie p.p. mit Pansenstimulans behandelt werden, war dies bereits in allen drei Wochen a.p. anhand eines geringeren Pansenfüllungsmittelwertes der Kuh zu bemerken.

5.6.4.3 Zusammenhang der Pansenfüllung p.p. und Erkrankungen

5.6.4.3.1 Kreuztabelle

Ein gestörter Pansenfüllungsverlauf hat p.p. im Gegensatz zu einer geringen Pansenfüllung keine Aussage. Geringe Pansenfüllungsnoten (< 2,5 Tag 1–2 p.p. und < 3 Tag 3–7 p.p.) dienen für viele Erkrankungen als Vorhersagewert. Das Modell mit dem Titel Erk*, welches mehrere Erkrankungen und Abgänge beinhaltet, gibt dem Landwirt die Möglichkeit, ganz allgemein Risikotiere für Erkrankungen anhand der Pansenfüllung zu erkennen. Die Pansenfüllung scheint sich dabei besser als Vorhersagewert ab Tag 3–7 p.p. als a.p. oder an Tag 1–2 p.p. zu eignen. Auch in diesem Zeitraum weisen deutlich mehr erkrankte Tiere als in den anderen Untersuchungszeiträumen tatsächlich auch eine geringere Pansenfüllung auf. Im postpartalen Zeitraum sollte die Pansenfüllung als Indikator lediglich als zusätzliche Methode zur Detektion von Risikotieren genutzt werden, da Kühe häufig trotz Erkrankung keine geringere Pansenfüllung aufweisen.

5.6.4.3.2 Binär logistische Regressionsanalyse

In der ersten Woche p.p. besteht eine Beziehung zwischen einem geringeren Pansenfüllungsmittelwert und verschiedenen Erkrankungen und Abgängen. Da auch bei dieser Berechnung von einer ganzen Note Unterschied in der Hungergrubennote ausgegangen wird, muss der Zusammenhang zwischen der Pansenfüllung und Erkrankungen auch im postpartalen Zeitraum vorsichtig interpretiert werden. Hier kamen Notendifferenzen von einer Note jedoch häufiger als a.p. vor, sodass der Vorhersagewert von Erkrankungen und Abgängen durch die Pansenfüllung p.p. potentiell größer erscheint.

Fischer et al. (2008) zeigten, dass Kühe mit Noten ≤ 2 in den ersten Tagen p.p. signifikant häufiger (Tag 2–4 p.p. $p = 0,03$; Tag 5–7 p.p. $p = 0,02$) aufgrund von Erkrankungen tierärztlich behandelt wurden als Kühe mit Noten ≥ 3. Atkinson (2013) beobachtete, dass Kühe mit höherer Pansenfüllung (Note > 2,5) ein höheres Risiko (ORR 2,65; $p < 0,05$) für einen niedrigen Pansen-pH-Wert (≤ 5,5) gegenüber Kühen mit geringem Hungergrubenscore (< 2,5) haben. Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen auch Bramley et al. (2013), die auf Herdenbasis eine Beziehung zwischen Herden mit hoher Prävalenz einer niedrigen Pansenfüllung (< 2 von 5) und einem physiologischen (nicht azidotischen) Pansen-pH-Wertes feststellten. Dabei wurde ein anderes Benotungsschema der Pansenfüllung gewählt, wobei auch hier die Noten 1 bis 5 vergeben wurden und 5 den maximal aufgeblähten Pansen darstellte (Bramley et al., 2013). Auch beim deutschen Fleckvieh in der Studie von Bijmholt (2013) erwies sich die Benotung der Pansenfüllung als guter Indikator für Erkrankungen am Folgetag. Kühe mit einer Pansenfüllung < 3 erkrankten signifikant ($p = 0,01$) häufiger am Folgetag als Kühe mit einer Pansenfüllung ≥ 3 (Bijmholt, 2013).

Kilian (2012) konnte keinen Einfluss von Erkrankungen auf die Pansenfüllung beobachten, wobei in der Untersuchung nur eine Beziehung zum Zeitpunkt der Erkrankung, nicht jedoch

ein potentieller Vorhersagewert untersucht wurde.
Bezüglich der Lahmheit gibt es unterschiedliche Berichte in der Literatur. Es konnte gezeigt werden, dass Kühe mit Klauenerkrankungen zum Teil eine geringere Futteraufnahme aufweisen, jedoch keine geringere Pansenfüllung (Kilian, 2012, Mahlkow-Nerge, 2012). Bei der Annahme eines Zusammenhangs zwischen der Pansenfüllung und der Futteraufnahme sollte bei verringerter Futteraufnahme durch eine Klauen-/Gliedmaßenerkrankung auch die Pansenfüllung verringert sein. In der vorliegenden Studie konnte eine verringerte Pansenfüllung bei zunehmender Lahmheit für eine Woche a.p. und eine Woche p.p. bestätigt werden. Auch Jäschke (2007) beschreibt eine höhere Inzidenz eines auffälligen Bewegungsablaufes bei ungenügender Pansenfüllung. Warum an den Klauen oder Gliedmaßen erkrankte Kühe in der Untersuchung von Mahlkow-Nerge (2012) sowie Kilian (2012) keine verringerte Pansenfüllung zeigten, wird von den Autoren nicht diskutiert. Eine mögliche Ursache könnte in der allgemeinen Problematik des Benotens einer lahmen Kuh liegen, was in Kapitel 5.1 beschrieben wurde. Starke Lahmheit mit Entlastung v. a. der linken hinteren Gliedmaße könnte evtl. die Noten verschoben haben. Ein Ausschluss lahmer Kühe aus der Benotung sollte ggf. tierindividuell in Betracht gezogen werden.

5.7 Anwendung der Pansenfüllungsbenotung im Herdenmanagement

Das bonitieren der Pansenfüllung mit halben Notenschritten ist im täglichen Herdenmanagement gut umsetzbar.
A.p. haben die Einflussfaktoren BCS, Laktationsnummer und Futteraufnahme auf die Pansenfüllung eine weniger große Bedeutung als p.p. für die Messmethode. P.p. muss bei der Interpretation der Boniturnote stets die Laktationszahl der Kuh, ihre Körperkondition und der Lahmheitsgrad beachtet werden. Hat eine Kuh einen gestörten Verlauf der Pansenfüllung, sollte sie besonders gründlich beobachtet werden. Bei ungenügender Futteraufnahme kann der Landwirt versuchen, sie durch zusätzliche Gaben von Heu und Zusatzfuttermitteln zum Fressen zu animieren. Ihr Energiestatus kann auch durch Propylenglykol verbessert werden.
Für die Anwendung der Pansenfüllungsbenotung im täglichen Herdenmangement sollten die drei Laktationszeiträume a.p., eine Woche p.p. sowie die Laktationszeit ab der ersten Woche p.p. unterschieden werden.
A.p. ist das Ziel, über die Pansenfüllung Kühe zu erkennen, welche aufgrund chronischer Gesundheitsprobleme weniger fressen als andere und demnach Risikotiere für Erkrankungen p.p. sind. Dafür genügt es an einem festen Tag in der Woche alle Kühe 14 (± 3) Tage a.p. zu bonitieren.
Eine Woche p.p. sind über die Pansenfüllungsbenotung Tiere zu erkennen, deren Futteraufnahe nach der Kalbung deutlich langsamer zunimmt als es bei gesunden Kühen der Fall ist und, die daher ein Risiko für Erkrankungen haben. Außerdem sind solche Kühe zu erkennen, die akut erkrankt sind und daraufhin weniger fressen. Um diese Kühe zu erkennen,

sollte innerhalb der ersten Woche p.p. jede Kuh einmal täglich zur selben Uhrzeit bonitiert werden.
Im Zeitraum Tag 28/60 p.p. wird die Futteraufnahme neben Erkrankungen oder chronischen Stoffwechselproblemen zunehmend auch von anderen Faktoren beeinflusst. Zum Bespiel könnte eine Ursache einer geringeren Futteraufnahme auch die Brunst sein. Der Zeitaufwand, alle Kühe des Bestandes während der Laktation zu benoten, ist deutlich erhöht. Daher ist lediglich ein einmaliges Bonitieren der Kühe und der Vergleich der Noten auf Herdenbasis denkbar, da keine Vergleichsnoten der Einzelkuh vorliegen. Diese Messung ist großen Unsicherheiten ausgesetzt und Interpretationen sollten daher nur vorsichtig getroffen werden. Um zwischen Kühen mit tatsächlichen Erkrankungen und solchen mit anderen Ursachen einer geringen Futteraufnahme zu unterscheiden, müssen auffällige Tiere in jedem Fall erneut an einem anderen Tag bonitiert werden.

5.8 Zusammenfassende Diskussion

Ein Ziel dieser Arbeit war es, zu untersuchen, wie sich die Pansenfüllung innerhalb von 24 Stunden verhält und wie groß mögliche Schwankungen sind.
Es gibt nur wenige Studien, die sich bislang mit der Thematik der Pansenfüllung auseinandergesetzt haben. Zum Verlauf der Pansenfüllungsnoten über 24 Stunden gibt es keine Vergleichsstudien. Die Pansenfüllungsnoten schwanken in der hier vorliegenden Untersuchung a.p. im Tagesverlauf nur wenig und stellten sich als sehr stabile Parameter dar. Die Beurteilung einer hochtragenden Kuh ist durch die Größe des Fötus und seine Lage im Uterus erschwert. Die Trächtigkeit kann teilweise zu einer starken optischen Füllung der linken Flanke und Hungergrube geführt haben, unabhängig von der tatsächlichen Füllung des Pansens. Die Anwendbarkeit des Schemas nach Zaaijer und Noordhuizen (2003) für den antepartalen Zeitraum müsste in weiteren Untersuchungen kontrolliert werden. P.p. war die Variabilität der Noten größer und eine Beurteilung im Bereich kleiner Noten erschien einfacher möglich als a.p.

Mit der Untersuchung sollte auch geprüft werden, ob und welche Einflussfaktoren auf die Pansenfüllung wirken.
Gezeigt wurde, dass eine Woche a.p. und p.p. die meisten signifikanten Einflussfaktoren auf die Pansenfüllung vorliegen. Neben der Futteraufnahme stellen die 2. Laktation und der BCS Einflussfaktoren dar. A.p. haben die Einflussfaktoren aufgrund der niedrigen Regressionskoeffizienten allerdings nur wenig Bedeutung für die praktische Anwendung im Herdenmanagement. Im postpartalen Zeitraum sind die Einflüsse durch diese Faktoren in der vorliegenden Untersuchung größer. Auch Kilian (2012) beschrieb einen Zusammenhang zwischen dem BCS und der Pansenfüllung, der zum Ende der Laktation hin ansteigt. Vergleichsstudien zum Einfluss der Laktationsnummer auf die Pansenfüllung liegen derzeit

nicht vor. Der Einfluss der Körperkondition sowie der 2. Laktation unterstreicht die Wichtigkeit, jede Kuh nur mit sich selbst und nicht mit anderen Kühen bezüglich ihrer Pansenfüllungsnoten und des Notenverlaufes zu beurteilen.
P.p. konnte zusätzlich der Lahmheitsgrad als Einflussfaktor ermittelt werden.

Ein weiteres Ziel dieser Arbeit war es, Ursachen einer verminderten Pansenfüllung und eines abweichenden Pansenfüllungsverlaufes differenziert darzustellen, um daraus eine Managementmethode aufzubauen.
Ursächlich für einen gestörten Pansenfüllungsverlauf scheint eine verringerte Futteraufnahme zu sein, was anhand von Blut- und Harnparametern analysiert wurde. Auch in anderen Studien konnte ein Zusammenhang zwischen der Pansenfüllung und dem Energiestatus der Kuh beschrieben (Kawashima et al., 2016) bzw. eine höhere Stoffwechselbelastung bei Kühen mit geringerer Pansenfüllung p.p. beobachtet werden (LLFG Sachsen-Anhalt, 2008).
Kühe mit einem gestörten Pansenfüllungsverlauf sollten bezüglich ihrer Futteraufnahme genau beobachtet und die Futteraufnahme durch Heu und Zusatzfuttermittel angeregt werden. Befinden sie sich in einem kritischen Energiestatus, kann auch eine zusätzliche Gabe von Propylenglykol helfen.

Mit dieser Arbeit sollte analysiert werden, ob die Pansenfüllung ein Parameter ist, welcher die Futteraufnahme wiedergibt und ob die Pansenfüllung dem Landwirt als Messinstrument in seinem täglichen Herdenmanagement empfohlen werden kann. Dabei konnte ein Zusammenhang zwischen der Pansenfüllung und der Futteraufnahme aufgezeigt werden. A.p. reagiert die Pansenfüllung jedoch nicht sehr sensibel, sodass sie lediglich genutzt werden kann, um Kühe zu erkennen, die das Fressen stark reduziert haben. Daher wird das einmalige Bonitieren aller Kühe zum Zeitpunkt 14 (± 3) Tage a.p. empfohlen, um Kühe mit chronischen Gesundheitsproblemen zu identifizieren. In den ersten 9 Tagen p.p. reagiert die Pansenfüllung im 24-Stunden-Tagesprofil bereits bei 3,5 kg zusätzlicher Trockenmasseaufnahme mit einer halben Note. Daher wird das Benoten aller Kühe in der ersten Woche p.p. empfohlen, wobei mindestens einmal täglich bonitiert werden sollte. Da der Zusammenhang zwischen der Futteraufnahme in 8 Stunden vor der Benotung der Pansenfüllung größer als bei der Futteraufnahme in 4 Stunden war, erscheint eine Benotung 8 Stunden nach der Fütterung sinnvoll. In jedem Fall sollte die Benotung täglich zur selben Uhrzeit stattfinden, um Notenschwankungen, die durch Futteraufnahmeschwankungen über den Tag entstehen, zu vermeiden und die Noten ein und derselben Kuh besser vergleichen zu können. Nach der ersten Woche p.p. bedeutet das Bonitieren aller Kühe einen großen Zeitaufwand und die Interpretation muss aufgrund zusätzlicher Einflussfaktoren auf die Futteraufnahme vorsichtig erfolgen. Daher wird das einmalige Benoten aller Kühe während der mittleren Laktation empfohlen, wobei die Noten mit denen der restlichen Herde verglichen werden sollten, da nicht genügend Werte für die Einzelkuh vorliegen.

Abschließend sollte erläutert werden, ob die Pansenfüllung als antepartaler Indikator für die Leistung und Gesundheit von Kühen herangezogen werden kann.
Eine höhere Pansenfüllung vor der Kalbung kann Hinweise auf eine höhere Futteraufnahme in den ersten Tagen nach der Kalbung liefern. Ähnliche Zusammenhänge zeigten Fischer et al. (2008) zwischen der Pansenfüllung an Tag 5–7 p.p. und der Futteraufnahme bis Tag 10 p.p.

Die Pansenfüllung ist kein Indikator für die Milchleistung oder die Fruchtbarkeit. Ein Zusammenhang zwischen der Pansenfüllung und Erkrankungen sowie Abgängen konnte sowohl a.p. als auch p.p. gefunden werden, wobei er vorsichtig interpretiert werden sollte, da die Pansenfüllungsnoten a.p. nur geringe Schwankungen aufweisen. Bezüglich des Zusammenhangs einer sinkenden Pansenfüllung bei steigendem Lahmheitsgrad liegen unterschiedliche Ergebnisse in der Literatur vor. In der vorliegenden Studie konnte eine solche Beziehung beobachtet werden. Das Beurteilen lahmer Kühe kann zu abweichenden Ergebnissen führen, wenn die Kuh im Stand das linke Hinterbein entlastet. Die Pansenfüllungsbenotung sollte lediglich als zusätzlicher Indikator genutzt werden, um Risikotiere zu detektieren, nicht jedoch als alleiniger. In weiteren Studien muss ein Mehrwert der Pansenfüllung als Indikator für Erkrankungen gegenüber anderen Indikatoren geprüft werden.

6. Schlussfolgerung

- Die Pansenfüllungsnoten sind bei täglicher Benotung sowie über 24 Stunden zwischen Tag 21 a.p. und 1 a.p. sehr stabil im Bereich 3,5 und 4,0. Im Zeitraum zwischen Tag 1 p.p. und 9 p.p. ist eine sehr viel größere Variabilität der Noten vorhanden. Ursächlich für den Unterschied der Variabilität ist wahrscheinlich eine konstant hohe Futteraufnahme der Kühe a.p. sowie die erschwerte Beurteilbarkeit der Hungergrube bei hochtragenden Kühen, da die Hungergrube durch den graviden Uterus gefüllter wirkt.

- Eine Woche a.p. und eine Woche p.p. haben die meisten Faktoren einen signifikanten Einfluss auf die Pansenfüllung. Die Einflussfaktoren sind a.p. und p.p. die Frischmasseaufnahme, der BCS, die 2. Laktation und p.p. zusätzlich der Lahmheitsgrad. A.p. haben die Einflussfaktoren nur eine geringe Bedeutung für die Anwendung der Pansenfüllungsbenotung im täglichen Herdenmanagement, da das Benoten einer hochtragenden Kuh generell durch die Lage und die Größe des Fötus sowie die Fruchtwassermenge erschwert ist. P.p. hingegen scheint der Einfluss des BCS, der 2. Laktation und des Lahmheitsscores eine größere Relevanz für das tägliche Herdenmanagement zu haben. Aufgrund der verschiedenen Faktoren, welche die Pansenfüllung eine Woche p.p. beeinflussen, sollten die Noten und der Notenverlauf der einzelnen Kuh nicht mit denen anderer Kühe verglichen werden.

- Weicht der Pansenfüllungsverlauf einer Kuh vom durchschnittlichen Verlauf der Kühe ab, kann dies sowohl a.p. als auch p.p. durch eine verminderte Futteraufnahme erklärt werden. Bei solchen Kühen muss sichergestellt werden, dass eine ausreichende Futteraufnahme vorliegt. Ggf. muss die Futteraufnahme durch zusätzliche Gaben von Heu und Zusatzfuttermitteln angeregt werden bzw. ihr Energiestatus durch Propylenglykol verbessert werden.

- Die Pansenfüllung korreliert mit der Futteraufnahme (Ausnahme: keine Korrelation in der zweiten Woche a.p. bei täglicher Benotung). In den 24-Stunden-Tagesprofilen sind die Korrelationen in beiden Messwochen a.p. ähnlich, unabhängig von der Nähe zur Kalbung (in beiden Messwochen a.p.: $r = 0{,}24–0{,}30$). Nach der Kalbung sinken die Korrelationskoeffizienten mit zunehmendem Abstand zum Kalbezeitpunkt (Messwoche 1 p.p.: $r = 0{,}30–0{,}43$; Messwoche 2 p.p.: $r = 0{,}14–0{,}25$).

- Die Anwendung der Pansenfüllung als Messinstrument für die Futteraufnahme steht unter einem großen Einfluss des Laktationszeitpunktes. Die Benotung der Pansenfüllung kann als sensibles Messinstrument für die Futteraufnahme in der unmittelbaren Zeit p.p. angewendet werden. Um Kühe zu erkennen, deren

Futteraufnahme p.p. zu langsam wieder ansteigt oder die aufgrund einer akuten Erkrankung weniger fressen, sollte in der ersten Woche p.p. einmal täglich zur selben Uhrzeit die Pansenfüllung bonitiert werden. Im Zeitraum über 10 Tage p.p. stellt die Benotung der Pansenfüllung nur noch einen mäßigen Indikator für die Futteraufnahme dar. Während der Laktation, z. B. an Tag 28 p.p. oder 60 p.p., genügt das einmalige Benoten aller Kühe und der Vergleich der Noten auf Herdenbasis. Auffällige Kühe sollten zu einem späteren Zeitpunkt erneut bonitiert werden. A.p. reagiert die Pansenfüllung erst ab einer sehr hohen zusätzlichen Futteraufnahme mit einer halben Note und ist demnach lediglich geeignet, um Risikotiere zu detektieren, deren Futteraufnahme über mehrere Tage in der Summe deutlich reduziert ist. Um diese Kühe zu erkennen, genügt das einmalige Benoten aller Kühe Tag 14 (± 3) a.p.

- Über die Pansenfüllung eine Woche a.p. können Risikotiere für eine schlechte Futteraufnahme eine und zwei Wochen p.p. identifiziert werden.

- Es besteht kein Zusammenhang zwischen der Pansenfüllung an Tag 21 a.p. bis 1 a.p. und der Milchleistung sowie der Fruchtbarkeit p.p.

- Sowohl a.p. als auch p.p. gibt es einen Zusammenhang zwischen der Pansenfüllung und Erkrankungen sowie Abgängen. Dieser Zusammenhang wurde für Notenunterschiede von einer ganzen Pansenfüllungsnote berechnet. Allerdings sind besonders a.p. nur geringe Schwankungen messbar gewesen. Daher sollte die Pansenfüllung nur als zusätzlicher Indikator genutzt und die Daten vorsichtig interpretiert werden.

7. Zusammenfassung

Untersuchungen zur Aussagekraft der Pansenfüllungsbenotung als antepartaler Indikator für die Gesundheit, Fruchtbarkeit und Milchleistung in der Folgelaktation bei Holstein-Friesian Kühen

In den ersten Wochen nach der Kalbung liegt eine hohe Erkrankungsrate der Milchkühe von 35 bis 66 % vor. Ein wichtiges Ziel in der modernen Milchviehhaltung muss daher das frühzeitige Erkennen potentieller Risikotiere sein, noch bevor sie erkranken. Bereits die Futteraufnahme vor der Kalbung steht mit Erkrankungen und Abgängen nach der Kalbung in Beziehung. Die genaue Futteraufnahme jedes Einzeltieres a.p. könnte demzufolge von den Landwirten als Indikator für Erkrankungen a.p. und p.p. genutzt werden. Derzeit wird diskutiert, ob die Bewertung der äußerlich sichtbaren Pansenfüllung über ein Notensystem als Messinstrument genutzt werden kann, um die Futteraufnahme der individuellen Kuh zu schätzen.

Ziel dieser Arbeit war es, den Verlauf der Pansenfüllung innerhalb von 24 Stunden sowie bei täglich einmaliger Benotung zu analysieren. Es sollte untersucht werden, welche Ursachen einem abweichenden Pansenfüllungsverlauf zugrunde liegen, welche Einflussfaktoren auf die Pansenfüllung wirken und ob die Pansenfüllung ein geeigneter Parameter zur Schätzung der Futteraufnahme sowie zur Vorhersage von Futteraufnahme, Leistung und Tiergesundheit in der Folgelaktation ist.

Dazu fand in einem Milchviehbetrieb in Sachsen-Anhalt über einen Zeitraum von Mai 2015 bis April 2016 bei 109 pluriparen Kühen der Rasse Holstein-Friesian die Datenerhebung statt. Grundlage zur Benotung der Pansenfüllung war das Schema von Zaaijer und Noordhuizen (2003). Alle Kühe wurden täglich zur selben Uhrzeit während der Transitperiode bonitiert. Zusätzlich wurden auch Tagesprofile von 21 Kühen a.p. und 10 Kühen p.p. erstellt. Die Futteraufnahme konnte tierindividuell über elektronische Wiegetröge erfasst werden. Weiterhin wurde regelmäßig die Rückenfettdicke und Lebendmasse gemessen, der BCS bestimmt und die Kühe nach einem festen Schema klinisch allgemein untersucht. Es wurden zu festgelegten Zeitpunkten Blut- und Harnproben genommen und analysiert. Tägliche Milchmengen, wöchentliche Milchinhaltsstoffe, Krankheits- und Fruchtbarkeitsdaten wurden erhoben.

A.p. besteht eine geringe Variabilität der Pansenfüllungsnoten, wobei über 97 Prozent aller Noten zwischen 3,5 und 4,0 liegen. P.p. ist die tierindividuelle Variabilität der Noten sehr viel ausgeprägter. Es wirken sowohl a.p. als auch p.p. mehrere Einflussfaktoren auf die Pansenfüllung. Dabei handelt es sich um die Futteraufnahme, den BCS, die 2. Laktation und p.p. zusätzlich den Lahmheitsgrad. Ein gestörter Pansenfüllungsverlauf a.p. steht im

Zusammenhang mit den Blutwerten Harnstoff, Phosphat und Magnesium sowie mit den Harnwerten Kalzium und Kalium. P.p. besteht eine Beziehung zwischen einem gestörten Pansenfüllungsverlauf und den Blutparametern Harnstoff, Bilirubin, Natrium und den Harnwerten Kreatinin und Chlorid.
Es liegen sehr geringe bis geringe positive signifikante Korrelationen zwischen der Pansenfüllung und der Frischmasseaufnahme a.p. und p.p. vor. Der Laktationszeitpunkt hat einen signifikanten Einfluss auf den Zusammenhang zwischen Futteraufnahme und Pansenfüllung. In den ersten 9 Tagen p.p. reagiert die Pansenfüllung schon bei 7 kg zusätzlicher Frischmasseaufnahme mit einer halben Note. Eine Woche a.p. korreliert die Pansenfüllung mit der Futteraufnahme eine und zwei Wochen p.p. Eine Beziehung besteht auch zu verschiedenen Erkrankungen a.p. und p.p. Kein Zusammenhang besteht zwischen der Pansenfüllung a.p. und der Milchleistung oder der Fruchtbarkeit der Folgelaktation.

Die Pansenfüllung ist bei hochtragenden Kühen ein stabiler Parameter, da eine Notenvergabe im Bereich kleinerer Noten aufgrund der schlechten Beurteilbarkeit der Hungergrube schwierig ist. P.p. ist das Vergeben kleinerer Noten einfacher. Der Einfluss der Faktoren Futteraufnahme, BCS und 2. Laktation auf die Pansenfüllung ist a.p. nur gering und p.p. von größerer Bedeutung. Abweichende Pansenfüllungsverläufe stehen in Beziehung mit einer verminderten Futteraufnahme. Bei auffälligen Kühen sollte bewusst auf die Futteraufnahme geachtet und Heu und Propylenglykol verabreicht werden. In den ersten 9 Tagen p.p. reagiert die Pansenfüllung sehr sensibel auf die Futteraufnahme. Daher wird das tägliche Benoten aller Kühe in der ersten Woche p.p. zur selben Uhrzeit empfohlen. Ab Tag 10 p.p. ist die Pansenfüllung nur noch mäßig zur Futteraufnahmeschätzung geeignet. Das einmalige Benoten aller Kühe an Tag 28 oder 60 p.p. und ein Vergleich der Noten auf Herdenbasis kann angewendet werden. A.p. ist die Pansenfüllung nur geeignet, um Kühe mit deutlich reduzierter Futteraufnahme zu erkennen. Daher genügt das einmalige Benoten der Kühe an Tag 14 (± 3) a.p.
Die Pansenfüllung kann eine Woche a.p. als Indikator für die Futteraufnahme in den ersten beiden Wochen p.p. herangezogen werden. A.p. und p.p. ist die Pansenfüllung als Indikator für Erkrankungen geeignet, sollte aber vorsichtig interpretiert werden.

Innerhalb von 24 Stunden schwanken die Pansenfüllungsnoten a.p. wenig. P.p. liegt eine größere Variabilität der Noten vor. A.p. und p.p. haben die Faktoren Futteraufnahme, BCS, 2. Laktation und p.p. zusätzlich der Lahmheitsgrad signifikanten Einfluss auf die Pansenfüllung. Weicht die Pansenfüllung vom durchschnittlichen Verlauf aller Kühe ab, weist dies auf eine verminderte Futteraufnahme hin. Zwischen der Pansenfüllung und der Futteraufnahme liegt a.p. und p.p eine Beziehung vor, wobei der Laktationszeitpunkt einen großen Einfluss auf diesen Zusammenhang hat. Unmittelbar p.p. reagiert die Pansenfüllung sehr sensibel auf die Futteraufnahme. Das tägliche Benoten der Hungergrube während der ersten Woche p.p. sowie das einmalige Benoten aller Kühe a.p. werden empfohlen.

8. Summary

Studies on the suitability of rumen fill scoring as an antepartal indicator of health, fertility and milk yield in Holstein-Friesian cows

During the first weeks after calving, there are high disease rates of 35 – 66 % in dairy cows. An important aim of a modern dairy livestock must be the early identification of risk animals before they become ill. Antepartal feed intake is already related to diseases and culling rates after calving. Therefore, the exact feed intake a.p. of each single animal could be used by farmers as an indicator of disease a.p. and p.p. It is currently being discussed whether the evaluation of the externally visible rumen fill can be used as a measuring device via a scoring system to estimate the feed intake of the individual cow.

The objective of this study is to analyze the course of rumen fill within 24 hours as well as on a daily basis. The aim is to investigate the causes of a different course of rumen fill, the factors influencing rumen fill, and whether rumen fill is a suitable parameter for estimating the feed intake as well as for predicting feed intake, performance and animal health in the subsequent lactation.

In a dairy farm in Sachsen-Anhalt, data collection took place on 109 pluriparous cows of the Holstein-Friesian breed over a period from May 2015 to April 2016. The basis for scoring the rumen fill was the scoring-system of Zaaijer and Noordhuizen (2003). All cows were scored daily at the same time during the transition period. In addition, 24-hours-profiles of 21 cows a.p. and 10 cows p.p. were recorded. Feed intake was recorded individually by electronic weighing troughs. In addition, the back fat thickness and live mass were measured regularly, the BCS was determined and the cows were clinically examined according to a fixed plan. Blood and urine samples were taken and analyzed at fixed times, and daily milk amounts, weekly milk contents, disease and fertility data were collected.

There is little variability in rumen fill scores a.p., with over 97% of all grades being between 3.5 and 4.0. The individual variability of the animals' notes p.p. is much more distinctive. Several influencing factors have an effect on the rumen fill a.p. as well as p.p. The influencing factors are feed intake, BCS, second lactation and, in addition, the degree of lameness for the measuring periode p.p. A disturbed rumen filling course a.p. is associated with the blood parameters urea, phosphate and magnesium as well as the urine parameters calcium and potassium. There is a relationship between a disturbed rumen filling course p.p. and the blood parameters urea, bilirubin, sodium and the urinary values creatinine and chloride.
There are very low to low positive, significant correlations between the rumen fill scores and as-fed feed intake a.p. and p.p. The number of days in milk has a significant influence on the relationship between feed intake and rumen fill. During the first nine days p.p. the rumen fill

already reacts with half a note every aditional seven kilograms of as-fed feed intake. There is a correlation between the rumen fill score one week a.p. and the feed intake one and two weeks p.p. A relationship also exists to various disorders a.p. as well as p.p. There is no connection between the rumen fill score a.p. and milk yield or fertility during the following lactation.

The rumen fill score is a solid parameter in high-yielding cows. Since it is difficult to assess the fossa paralumbalis in high-yielding cows, grading of small notes is challenging. It is easier to grade smaller scores p.p. The influence of the factors feed intake, BCS and second lactation on the rumen fill is a.p. low and p.p. of greater importance for daily herd management. Divergent rumen fill courses are related to reduced feed intake. In conspicuous cows, attention should be paid to the feed intake and hay or propylene glycol should be fed. During the first nine days p.p., the rumen fill reacts very sensitively to feed intake. Therefore, daily grading of all cows during the first week p.p. at the same time is recommended. From day 10 p.p. the rumen fill is only of limited suitability for estimating the food intake. A single rating of all cows on day 28 or 60 p.p. and comparison of the notes on a herd basis can be applied. The rumen fill a.p. is only suitable to recognize cows whose feed intake is highly reduced. Therefore, it is sufficient to score all cows once on day 14 (± 3) a.p. The rumen fill in the first week a.p can be used as an indicator of feed intake in the first two weeks p.p. The rumen fill a.p. and p.p. is suitable as an indicator for diseases, but should be interpreted carefully.

The rumen fill notes a.p. vary only slightly within 24 hours. P.p. there is greater variability of the notes. A.p. and p.p., the factors feed intake, BCS, second lactation and, in addition, the lameness degree p.p. have a significant influence on the rumen fill. If the rumen fill course differs from the average course of all cows, this indicates a reduced feed intake. There is a relationship between rumen fill and feed intake, both a.p. as well as p.p. The number of days in milk has a great influence on this connection. Immediately p.p., rumen fill reacts very sensitively to feed intake. It is recommended to score the fossa paralumbalis of all cows daily during the first week p.p. and once a.p.

9. Literaturverzeichnis

Abdel-Azim, G. A., A. E. Freeman, M. E. Kehrli Jr., S. C. Kelm, J. L. Burton, A. L. Kuck und S. Schnell (2005):
Genetic basis and risk factors for infectious and noninfectious diseases in US Holsteins. I. Estimation of genetic parameters for single diseases and general health.
Journal of Dairy Science. 88 (3): 1199–1207.

Abrahamse, P. A., B. Vlaeminck, S. Tamminga und J. Dijkstra (2008):
The effect of silage and concentrate type on intake behavior, rumen function, and milk production in dairy cows in early and late lactation.
Journal of Dairy Science. 91 (12): 4778–4792.

Alberti, J. H., T. Engelhard, J. Glatz, B. Losand, K. Mahlkow-Nerge, A. Naumann, M. Pries, D. Prützmann, H. Schuster und W. Staudacher (2012):
Trockensteher, physiologische Aspekte.
in Fütterungsempfehlungen für Milchkühe im geburtsnahen Zeitraum, DLG e.V.,
Frankfurt a.M.: ISBN: 978-3-7690-0821-0. Seite 8-16.

Alexiou, C., J. P. Zimmermann, R. R. Schick und V. Schusdziarra (1998):
Xenin - a novel suppressor of food intake in rats.
Brain Research. 800 (2): 294-299.

Allen, M. S. (1996):
Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants.
Journal of Animal Science. 74 (12): 3063-3075.

Allen, M. S. (2000):
Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle.
Journal of Dairy Science. 83 (7): 1598-1624.

Allen, M. S., B. J. Bradford und M. Oba (2009):
Board-invited review: The hepatic oxidation theory of the control of feed intake and its application to ruminants.
Journal of Animal Science. 87 (10): 3317-3334.

Atkinson, O. (2013):
A cross-sectional survey to investigate prevalence of and clinical indicators for Subacute Ruminal Acidosis (SARA) in lactating cows on UK dairy farms.
Dissertation for the RCVS Diploma in Cattle Health and Production, Royal College of Veterinary Surgeons (RCVS), London, England.

Bao, J. und P. S. Giller (1991):
Observations on the changes in behavioural activities of dairy cows prior to and after parturition.
Irish Veterinary Journal. 44: 43-47.

Bareille, N., F. Beaudeau, S. Billon, A. Robert und P. Faverdin (2003):
Effects of health disorders on feed intake and milk production in dairy cows.
Livestock Production Science. 83 (1): 53-62.

Barnouin, J. und M. Chassagne (2001):
Predictive variables for the occurrence of early clinical mastitis in primiparous Holstein cows under field conditions in France.
Canadian Veterinary Journal. 42 (1): 47-54.

Bauer, N. und S. Neumann (2013):
Skelettmuskulatur, Knochen, Kalzium-, Phosphor-, Magnesiumstoffwechsel.
in Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin, Schattauer Verlag, 7. Auflage,
Stuttgart, Deutschland: ISBN: 978-3-7945-2737-3. Seite 319-335.

Bender, S. und R. Staufenbiel (2003):
Methodische Einflüsse auf ausgewählte Parameter des Säure-Basen-Haushaltes in Harnproben von Milchkühen.
Berliner und Münchner Tierärztliche Wochenschrift. 116: 432-435.

Bendixen, P. H., B. Vilson, I. Ekesbo und D. B. Astrand (1987):
Disease frequencies in dairy cows in Sweden. III. Parturient paresis.
Preventive Veterinary Medicine. 5 (2): 87-97.

Benzaquen, M. E., C. A. C. A. Risco, L. F. Archbald, P. Melendez, M.-J. Thatcher und W. W. Thatcher (2007):
Rectal temperature, calving-related factors, and the incidence of puerperal metritis in postpartum dairy cows.
Journal of Dairy Science. 90 (6): 2804-2814.

Berry, D. P., M. P. Coffey, J. E. Pryce, Y. de Haas, P. Løvendahl, N. Krattenmacher, J. J. Crowley, Z. Wang, D. Spurlock, K. Weigel, K. Macdonald und R. F. Veerkamp (2014):
International genetic evaluations for feed intake in dairy cattle through the collation of data from multiple sources.
Journal of Dairy Science. 97 (6): 3894-3905.

Bertics, S. J., R. R. Grummer, C. Cadorniga-Valino, D. W. LaCount und E. E. Stoddard (1992):
Effect of prepartum dry matter intake on liver triglyceride concentration and early lactation.
Journal of Dairy Science. 75 (7): 1914-1922.

Bicalho, R. C., V. S. Machado und L. S. Caixeta (2009):
Lameness in dairy cattle: A debilitating disease or a disease of debilitated cattle? A cross-sectional study of lameness prevalence and thickness of the digital cushion.
Journal of Dairy Science. 92 (7): 3175-3184.

Bigras-Poulin, M., A. H. Meek und S. W. Martin (1990a):
Interrelationships among health problems and milk production from consecutive lactations in selected Ontario Holstein cows.
Preventive Veterinary Medicine. 8 (1): 15-24.

Bigras-Poulin, M., A. H. Meek, S. W. Martin und I. McMillan (1990b):
Health problems in selected Ontario Holstein cows: frequency of occurrences, time to first diagnosis and associations.
Preventive Veterinary Medicine. 10 (1-2): 79-89.

Bijmholt, S. (2013):
Laktationsinzidenzen von Produktionskrankheiten und Möglichkeiten der klinischen Diagnostik bei Milchkühen der Rasse „Deutsches Fleckvieh“ in den ersten beiden Laktationswochen.
Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover, Hannover.
urn:nbn:de:gbv:95-102793

Blömer, J. (2009):
Einfluss der Rückenfettdicke vor und nach dem Kalben auf Fruchtbarkeit, Leistung und Tiergesundheit beim Braunvieh.
Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover, Hannover.
urn:nbn:de:gbv:95-96409

Brade, W., H. Hamann, E. Brade und O. Distl (2008):
Untersuchungen zum Verlustgeschehen von Erstkalbinnen in Sachsen.
Züchtungskunde. 80 (2): 127-136.

Brade, W. und E. Brade (2015):
Vor- und Nachteile einer sehr intensiven Milcherzeugung aus der Blickrichtung des Kraftfuttereinsatzes und der Tiergesundheit.
Berichte über Landwirtschaft, Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft. 93 (2): 1-21.

Bramley, E., N. D. Costa, W. J. Fulkerson und I. J. Lean (2013):
Associations between body condition, rumen fill, diarrhoea and lameness and ruminal acidosis in Australian dairy herds.
New Zealand Veterinary Journal. 1-7.

Bruun, J., A. K. Ersbøll und L. Alban (2002):
Risk factors for metritis in Danish dairy cows.
Preventive Veterinary Medicine. 54 (2): 179-190.

Bühl, A. und P. Zöfel (2005):
Korrelationen.
in SPSS 12 Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows, Pearson Education Deutschland GmbH, 9. Auflage,
München, Deutschland: Seite 325-328.

Burfeind, O., P. Sepúlveda, M. A. G. von Keyserlingk, D. M. Weary, D. M. Veira und W. Heuwieser (2010):
Technical note: Evaluation of a scoring system for rumen fill in dairy cows.
Journal of Dairy Science. 93 (8): 3635-3640.

Cai, T.-Q., P. G. Weston, L. A. Lund, B. Brodie, D. J. McKenna und W. C. Wagner (1994):
Association between neutrophil function and periparturient disorders in cows.
American Journal of Veterinary Research. 55 (7): 934-943.

Cameron, R. E. B., P. B. Dyk, T. H. Herdt, J. B. Kaneene, R. Miller, H. F. Bucholtz, J. S. Liesman, M. J. Vandehaar und R. S. Emery (1998):
Dry cow diet, management, and energy balance as risk factors for displaced abomasum in high producing dairy herds.
Journal of Dairy Science. 81 (1): 132-139.

Cardoso, F. C., S. J. LeBlanc, M. R. Murphy und J. K. Drackley (2013):
Prepartum nutritional strategy affects reproductive performance in dairy cows.
Journal of Dairy Science 96 (9): 5859–5871.

Chapinal, N., M. Carson, T. Duffield, M. Capel, S. Godden, M. Overton, J. E. P. Santos und S. LeBlanc (2011):
The association of serum metabolites with clinical disease during the transition period.
Journal of Dairy Science. 94 (10): 4897-4903.

Chassagne, M., J. Barnouin und J. P. Chacornac (1999):
Risk factors for stillbirth in Holstein heifers under field conditions in france: A prospective survey.
Theriogenology. 51 (8): 1477-1488.

Church, G. T., L. K. Fox, C. T. Gaskins, D. D. Hancock und J. M. Gay (2008):
The effect of a shortened dry period on intramammary infections during the subsequent lactation.
Journal of Dairy Science. 91 (11): 4219-4225.

Contreras, L. L., C. M. Ryan und T. R. Overton (2004):
Effects of dry cow grouping strategy and prepartum body condition score on performance and health of transition dairy cows.
Journal of Dairy Science. 87 (2): 517-523.

Curtis, C. R., H. N. Erb, C. J. Sniffen, R. D. Smith und D. S. Kronfeld (1985):
Path analysis of dry period nutrition, postpartum metabolic and reproductive disorders, and mastitis in Holstein cows.
Journal of Dairy Science. 68 (9): 2347-2360.

Dale, A. J., B. Hunter, R. Law, A. W. Gordon und C. P. C.P. Ferris (2016):
The effect of early lactation concentrate build-up strategy on milk production, reproductive performance and health of dairy cows.
Livestock Science. 184: 103-111.

Dann, H. M., N. B. Litherland, J. P. Underwood, M. Bionaz, A. D'Angelo, J. W. McFadden und J. K. Drackley (2006):
Diets during far-off and close-up dry periods affect periparturient metabolism and lactation in multiparous cows.
Journal of Dairy Science. 89 (9): 3563-3577.

DeGaris, P. J. und I. J. Lean (2008):
Milk fever in dairy cows: A review of pathophysiology and control principles.
The Veterinary Journal. 176 (1): 58-69.

DeGroot, M. A., E. Block und P. D. French (2010):
Effect of prepartum anionic supplementation on periparturient feed intake, health, and milk production.
Journal of Dairy Science. 93 (11): 5268-5279.

Dervishi, E., G. Zhang, D. Hailemariam, S. M. Dunn und B. N. Ametaj (2015):
Innate immunity and carbohydrate metabolism alterations precede occurrence of subclinical mastitis in transition dairy cows.
Journal of Animal Science and Technology. 57 (46): 1-19.

DeStatis, S. B. (2016a):
Gehaltene Tiere: Deutschland, Jahre, Tierarten, [online]
Abgerufen am: 06.11.2016, 11:43 Uhr, von:
https://www-genesis.destatis.de/genesis/online/data;jsessionid=900C8F634758CA9C3A54DAF4A2669E16.tomcat_GO_2_2?operation=abruftabelleBearbeiten&levelindex=2&levelid=1478428511771&auswahloperation=abruftabelleAuspraegungAuswaehlen&auswahlverzeichnis=ordnungsstruktur&auswahlziel=werteabruf&selectionname=41311-0001&auswahltext=%23Z-01.01.2016%2C01.01.2015%2C01.01.2014%2C01.01.1980%23STIEA01-TIERART210&werteabruf=Werteabruf

DeStatis, S. B. (2016b):
Betriebe: Deutschland, Jahre, Tierarten, [online]
Abgerufen am: 06.11.2016, 11:49 Uhr, von:
https://www-genesis.destatis.de/genesis/online/data;jsessionid=900C8F634758CA9C3A54DAF4A2669E16.tomcat_GO_2_2?operation=abruftabelleBearbeiten&levelindex=2&levelid=1478429288582&auswahloperation=abruftabelleAuspraegungAuswaehlen&auswahlverzeichnis=ordnungsstruktur&auswahlziel=werteabruf&selectionname=41311-0003&auswahltext=%23Z-01.01.2016%2C01.01.1980%23STIEA03-TIERART210&werteabruf=Werteabruf

Detilleux, J. C., M. E. Kehrli, J. R. Stabel, A. E. Freeman und D. H. Kelley (1995):
Study of immunological dysfunction in periparturient Holstein cattle selected for high and average milk production.
Veterinary Immunology and Immunopathology. 44 (3-4): 251-267.

Dirksen, G. (2012):
Bewegungsapparat – Untersuchungen am Einzeltier.
in Die klinische Untersuchung des Rindes, Paul Parey Verlag Berlin, 4. Auflage,
Berlin und Hamburg, Deutschland: Seite 555-560.

Dohoo, I. R. und S. Wayne Martin (1984):
Disease, production and culling in Holstein-Friesian cows. III: Disease and production as determinants of disease.
Preventive Veterinary Medicine. 2 (5): 671-690.

Domecq, J. J., A. L. Skidmore, J. W. Lloyd und J. B. Kaneene (1995):
Validation of body condition scores with ultrasound measurements of subcutaneous fat of dairy cows.
Journal of Dairy Science. 78 (10): 2308-2313.

Drillich, M., O. Beetz, A. Pfützner, M. Sabin, H.-J. Sabin, P. Kutzer, H. Nattermann und W. Heuwieser (2001):
Evaluation of a systemic antibiotic treatment of toxic puerperal metritis in dairy cows.
Journal of Dairy Science. 84 (9): 2010-2017.

Dubuc, J., T. F. Duffield, K. E. Leslie, J. S. Walton und S. J. LeBlanc (2010):
Risk factors for postpartum uterine diseases in dairy cows.
Journal of Dairy Science. 93 (12): 5764–5771.

Duffield, T. (2000):
Subclinical ketosis in lactating dairy cattle.
Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice. 16 (2): 231-253.

Duffield, T. (2007):
Peripartum metabolic monitoring.
Bovine Practice. 40: 213-218.

Dyrendahl, I., B. Henricson und G. Jönsson (1972):
Clinical puerperal paresis and hypocalcaemia in cattle. A statistical and genetical investigation.
Zentralblatt für Veterinärmedizin Reihe A. 19 (8): 629-638.

Eckermann, K. (2007):
Stoffwechseluntersuchungen in der Trockenstehperiode bei gesunden und post partum festliegenden Kühen.
Dissertation, Veterinärmedizinische Fakultät, Universität Leipzig, Leipzig.
Url: 15-20071030-074008-9

Edmonson, A. J., I. J. Lean, L. D. Weaver, T. Farver und G. Webster (1989):
A body condition scoring chart for Holstein dairy cows.
Journal of Dairy Science. 72 (1): 68-78.

Enevoldsen, C. und J. T. Sørensen (1992):
Effects of dry period length on clinical mastitis and other major clinical health disorders.
Journal of Dairy Science. 75 (4): 1007-1014.

Engelhard, T., P. Kühne und H. Scholz (2015):
Erhebungen zu den Zusammenhängen zwischen der Futteraufnahme von trockenstehenden Milchkühen vor der Kalbung und deren Leistung sowie Stoffwechselgesundheit in der Frühlaktation.
Forum angewandte Forschung 14./15.04.2015, Fulda.

Erb, H. N., R. D. Smith, P. A. Oltenacu, C. L. Guard, R. B. Hillman, P. A. Powers, M. C. Smith und M. E. White (1985):
Path model of reproductive disorders and performance, milk fever, mastitis, milk yield, and culling in Holstein cows.
Journal of Dairy Science. 68 (12): 3337-3349.

Essmeyer, K. (2006):
Aufklärung der Ursachen einer erhöhten Häufigkeit von Totgeburten in einem Milchviehbetrieb.
Dissertation, Klinik für Rinder, Tierärztliche Hochschule Hannover, Hannover.
urn:nbn:de:gbv:95-91911

Eurostat (2016):
Erzeugung und Verwendung von Milch in den landwirtschaftlichen Betrieben - jährliche Daten, [online]
Abgerufen am: 06.11.2016, 11:46 Uhr, von:
http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do

Fahrmeir, Kneib und Lang (2007):
Regressionsmodelle.
in Regression: Modelle, Methoden und Anwendungen, Springer Verlag, 2. Auflage,
Berlin, Heidelberg, Deutschland.

Fischer, B., E. Riemann und B.-A. Tenhagen (2008):
Zusammenhänge zwischen der visuellen Bewertung des Pansenfüllungsstandes und ausgewählten Merkmalen im Zeitraum der Kalbung.
Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Fulda, 9.-10.04.2008: 49-53.

Fischer, B., E. Riemann und T. Engelhard (2009):
Hungergrube im Blick halten.
Top Agrar. 1: R20-23.

Fish, J. A. und T. J. DeVries (2012):
Short communication: Varying dietary dry matter concentration through water. Addition: Effect on nutrient intake and sorting of dairy cows in late lactation.
Journal of Dairy Science. 95 (2): 850–855.

Fleischer, P., M. Metzner, M. Beyerbach, M. Hoedemaker und W. Klee (2001):
The relationship between milk yield and the incidence of some diseases in dairy cows.
Journal of Dairy Science. 84 (9): 2025-2035.

Foditsch, C., G. Oikonomou, V. S. Machado, M. L. Bicalho, E. K. Ganda, S. F. Lima, R. Rossi, B. L. Ribeiro, A. Kussler und R. C. Bicalho (2016):
Lameness prevalence and risk factors in large dairy farms in upstate New York. Model development for the prediction of claw horn disruption lesions.
PLoS ONE. 11 (1): 1-15.

Fox, L. K. (2009):
Prevalence, incidence and risk factors of heifer mastitis.
Veterinary Microbiology. 134 (1-2): 82-88.

Freick, M., T. Neubert, R. Preißler und N. Kemper (2012):
Vergleich von drei ausgewählten Ovulationssynchronisationsprogrammen zur Therapie boviner Ovarialzysten – eine Feldstudie.
Tierärztliche Umschau. 67: 504-512.

Friggens, N. C., G. C. Emmans, I. Kyriazakis, J. D. Oldham und M. Lewis (1998):
Feed intake relative to stage of lactation for dairy cows consuming total mixed diets with a high or low ratio of concentrate to forage.
Journal of Dairy Science. 81 (8): 2228–2239.

Fürll, M. (2008):
NSBA - wie optimal bei Bestandsbetreuung nutzen?
7. Berlin-Brandenburgischer Rindertag: 09. bis 11. Oktober 2008, Berlin: 226-230.

Fürll, M. (2013):
Spezielle Untersuchungen beim Wiederkäuer.
in Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin, Schattauer Verlag, 7. Auflage,
Stuttgart, Deutschland: ISBN: 978-3-7945-2737-3. Seite 761-763.

Gallo, L., P. Carnier, M. Cassandro, R. Mantovani, L. Bailoni, B. Contiero und G. Bittante (1996):
Change in body condition score of Holstein cows as affected by parity and mature equivalent milk yield.
Journal of Dairy Science. 79 (6): 1009-1015.

Gautam, G., T. Nakao, K. Koike, S. T. Long, M. Yusuf, R. M. S. B. K. Ranasinghe und A. Hayashi (2010):
Spontaneous recovery or persistence of postpartum endometritis and risk factors for its persistence in Holstein cows.
Theriogenology. 73 (2): 168–179.

Gearhart, M. A., C. R. Curtis, H. N. Erb, R. D. Smith, C. J. Sniffen, L. E. Chase und M. D. Cooper (1990):
Relationship of changes in condition score to cow health in Holsteins.
Journal of Dairy Science. 73 (11): 3132-3140.

Gerloff, B. J., T. H. Herdt und R. S. Emery (1986):
Relationship of hepatic lipidosis to health and performance in dairy cattle.
Journal of the American Veterinary Medicine Association. 188 (8): 845-850.

Gilbert, R. O., S. T. Shin, C. L. Guard, H. N. Erb und M. Frajblat (2005):
Prevalence of endometritis and its effects on reproductive performance of dairy cows.
Theriogenology. 64 (9): 1879-1888.

Gillund, P., O. Reksen, Y. T. Gröhn und K. Karlberg (2001):
Body condition related to ketosis and reproductive performance in Norwegian dairy cows.
Journal of Dairy Science. 84 (6): 1390-1396.

Giuliodori, M. J., R. P. Magnasco, D. Becu-Villalobos, I. M. Lacau-Mengido, C. A. Risco und R. L. de la Sota (2013):
Metritis in dairy cows: Risk factors and reproductive performance.
Journal of Dairy Science. 96 (6): 3621–3631.

Goff, J. P. und R. L. Horst (1997):
Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders.
Journal of Dairy Science. 80 (7): 1260-1268.

Goff, J. P. (2006):
Major advances in our understanding of nutritional influences on bovine health.
Journal of Dairy Science. 89 (4): 1292-1301.

Goldhawk, C., N. Chapinal, D. M. Veira, D. M. Weary und M. A. G. von Keyserlingk (2009):
Prepartum feeding behavior is an early indicator of subclinical ketosis.
Journal of Dairy Science. 92 (10): 4971-4977.

Goshen, T. und N. Y. Shpigel (2006):
Evaluation of intrauterine antibiotic treatment of clinical metritis and retained fetal membranes in dairy cows.
Theriogenology. 66 (9): 2210–2218.

Grabherr, H. (2010):
Einfluss von Zeolith A auf die Futteraufnahme, den Mineralstoff- und Energiestoffwechsel im peripartalen Zeitraum sowie auf die Nährstoffverdaulichkeit bei Milchkühen.
Dissertation, Veterinärmedizinische Fakultät der Universität Leipzig und Institut für Tierernährung des Bundesforschungsinstitutes für Tiergesundheit, Friedrich-Loeffler-Institut, Universität Leipzig, Leipzig.
ISN:0000000079515250

Grant, R. J. und J. L. Albright (1995):
Feeding behavior and management factors during the transition period in dairy cattle.
Journal of Animal Science. 73 (9): 2791-2803.

Green, L. E., J. N. Huxley, C. Banks und M. J. Green (2014):
Temporal associations between low body condition, lameness and milk yield in a UK dairy herd.
Preventive Veterinary Medicine. 113 (1): 63-71.

Gröhn, Y. T., J. Thompson und M. L. Bruss (1984):
Epidemiology and genetic basis of ketosis in Finnish Ayrshire cattle.
Preventive Veterinary Medicine. 3 (1): 65-77.

Gröhn, Y. T., H. N. Erb, C. E. McCulloch und H. S. Saloniemi (1989):
Epidemiology of metabolic disorders in dairy cattle: Association among host characteristics, disease, and production.
Journal of Dairy Science. 72 (7): 1876–1885.

Gröhn, Y. T., H. N. Erb, C. E. McCulloch und H. S. Saloniemi (1990):
Epidemiology of Reproductive Disorders in Dairy Cattle: Associations Among Host Characteristics, Disease and Production.
Preventive Veterinary Medicine. 8 (1): 25-39.

Gröhn, Y. T., S. W. Eicker und J. A. Hertl (1995):
The association between previous 305-day milk yield and disease in New York State dairy cows.
Journal of Dairy Science. 78 (8): 1693-1702.

Gruber, L., F. J. Schwarz, D. Erdin, B. Fischer, H. Spiekers, H. Steingass, U. Meyer, A. Chassot, T. Jilg, A. Obermaier und T. Guggenberger (2008):
Die Futteraufnahme bei Milchkühen – Regulation, Vorhersage und Anwendung in der Rationsberechnung.
Tierärztliche Bestandsbetreuung von Milchviehbetrieben, Fortbildung für Tierärzte 05-07.06.2008, Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Irdning: 29-38.

Grummer, R. R. (1995):
Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy-cow.
Journal of Animal Science. 73 (9): 2820-2833.

Grummer, R. R., D. G. Mashek und A. Hayirli (2004):
Dry matter intake and energy balance in the transition period.
Veterinary Clinics Food Animal Practice. 20: 447-470.

Gulay, M. S., M. J. Hayen, K. C. Bachman, T. Belloso, M. Liboni und H. H. Head (2003):
Milk production and feed intake of Holstein cows given short (30-d) or normal (60-d) dry periods.
Journal of Dairy Science. 86 (6): 2030-2038.

Gundelach, Y. (2005):
Einfluß des postpartalen Drenchens mit Kalziumpropionat auf die Stoffwechselgesundheit, Milchleistung, Fertilität und Allgemeingesundheit bei hochleistenden Milchkühen.
Dissertation, Klinik für Rinder Tierärztliche Hochschule Hannover, Hannover.

Hädrich, G. (2007):
Untersuchungen zu der Entwicklung der Körperkondition, dem peripartalen Stoffwechsel und der Morbidität von Hochleistungskühen.
Dissertation, Medizinische Tierklinik, Universität Leipzig, Leipzig.
urn:nbn:de:swb:15-20070319-103243-1

Hartnell, G. F. und L. D. Satter (1979):
Determination of rumen fill, retention time and ruminal turnover rates of ingesta at different stages of lactation in dairy cows.
Journal of Animal Science. 48 (2): 381-392.

Hayirli, A., R. R. Grummer, E. V. Nordheim und P. M. Crump (2002):
Animal and dietary factors affecting feed intake during the prefresh transition period in Holsteins.
Journal of Dairy Science. 85 (12): 3430-3443.

Hayirli, A., R. R. Grummer, E. V. Nordheim und P. M. Crump (2003):
Models for predicting dry matter intake of Holsteins during the prefresh transition period.
Journal of Dairy Science. 86 (5): 1771-1779.

Herdt, T. H. (2000):
Ruminant adaptation to negative energy balance.
Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice. 16 (2): 215-230.

Heuwieser, W. und O. Burfeind (2012):
Studien zur Genauigkeit postpartaler Untersuchungen beim Rind.
Tierärztliche Praxis Großtiere/Nutztiere. 40 (4): 251-254.

Hoedemaker, M., D. Prange und Y. Gundelach (2009):
Body condition change ante- and postpartum, health and reproductive performance in German Holstein cows.
Reproduction in Domestic Animals. 44 (2): 167-173.

Holt, M. S., C. M. Williams, C. M. Dschaak, J.-S. Eun und A. J. Young (2010):
Effects of corn silage hybrids and dietary nonforage fiber sources on feed intake, digestibility, ruminal fermentation, and productive performance of lactating Holstein dairy cows.
Journal of Dairy Science. 93 (11): 5397-5407.

Hosse, Y. (2012):
Vergleichende Untersuchungen zu den Auswirkungen einer acht- und einer vierwöchigen Trockenstehdauer auf die Eutergesundheit bei Milchkühen.
Dissertation, Klinik für Fortpflanzung, Freie Universität Berlin, Berlin.
ISSN: 0723-452X

Hossein-Zadeh, N. G. und M. Ardalan (2011):
Cow-specific risk factors for retained placenta, metritis and clinical mastitis in Holstein cows.
Veterinary Research Communications. 35: 345–354.

Huisinga, E. (2013):
Elektrolyte.
in Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin, Schattauer Verlag, 7. Auflage,
Stuttgart, Deutschland: Seite 336-354.

Huzzey, J. M., D. M. Veira, D. M. Weary und M. A. G. von Keyserlingk (2007):
Prepartum behavior and dry matter intake identify dairy cows at risk for metritis.
Journal of Dairy Science. 90 (7): 3220-3233.

Ingvartsen, K. L., H. R. Andersen und J. Foldager (1992):
Effect of sex and pregnancy on feed intake capacity of growing cattle.
Acta agriculturae Scandinavica. 42 (1): 40-46.

Ingvartsen, K. L. und J. B. Andersen (2000):
Symposium: Dry matter intake of lactating dairy cattle. Integration of metabolism and intake regulation: A review focusing on periparturient animals.
Journal of Dairy Science. 83 (7): 1573-1597.

Ingvartsen, K. L., R. J. Dewhurst und N. C. Friggens (2003):
On the relationship between lactational performance and health: is it yield or metabolic imbalance that cause production diseases in dairy cattle? A position paper.
Livestock Production Science. 83 (2-3): 277-308.

Ingvartsen, K. L. (2006):
Feeding- and management-related diseases in the transition cow. Physiological adaptations around calving and strategies to reduce feeding-related diseases.
Animal Feed Science and Technology. 126 (3-4): 175-213.

Ingvartsen, K. L. und K. Moyes (2013):
Nutrition, immune function and health of dairy cattle.
Animal. 7 (1): 112-122.

Jäschke, K. (2007):
Untersuchungen zum Vorhersagewert tierindividueller Indikatoren zur Erkennung von Krankheiten bei Milchkühen in der Transitionsphase.
Dissertation, Fachbereich Veterinärmedizin, Freie Universität Berlin, Berlin.

Johnson, C. R., D. L. Lalman, M. A. Brown, L. A. Appeddu, D. S. Buchanan und R. P. Wettemann (2003):
Influence of milk production potential on forage dry matter intake by multiparous and primiparous Brangus females.
Journal of Animal Science. 81 (7): 1837-1846.

Johnson, R. W. (1998):
Immune and endocrine regulation of food intake in sick animals.
Domestic Animal Endocrinology. 15 (5): 309-319.

Jolicoeur, M. S., A. F. Brito, D. E. Santschi, D. Pellerin, D. Lefebvre , R. Berthiaume und C. L. Girard (2014):
Short dry period management improves peripartum ruminal adaptation in dairy cows.
Journal of Dairy Science. 97 (12): 7655-7767.

Jordan, E. R. und R. H. Fourdraine (1993):
Management for herds symposium: To produce 30,000 Pounds of milk. Characterization of the management practices of the top milk producing herds in the country.
Journal of Dairy Science. 76 (10): 3247-3256.

Jurkovich, V., B. Bognár, K. Balogh, M. Kovács-Weber, K. Fornyos, R. T. Szabó, P. Kovács, L. Könyves und M. Mézes (2016):
Effect of subclinical Mycobacterium avium ssp. paratuberculosis infection on some physiological parameters, health status and production in dairy cows. .
Acta Veterinaria Hungarica. 64 (3): 301-312.

Kaneene, J. B., R. A. Miller, T. H. Herdt und J. C. Gardiner (1997):
The association of serum nonesterified fatty acids and cholesterol, management and feeding practices with peripartum disease in dairy cows.
Preventive Veterinary Medicine. 31 (1-2): 59-72.

Kasimanickam, R., T. F. Duffield, R. A. Foster, C. J. Gartley, K. E. Leslie, J. S. Walton und W. H. Johnson (2004):
Endometrial cytology and ultrasonography for the detection of subclinical endometritis in postpartum dairy cows.
Theriogenology. 62 (1-2): 9-23.

Kaske, M. und A. Groth (1997):
Changes in factors affecting the rate of digesta passage during pregnancy and lactation in sheep fed on hay.
Reproduction Nutrition Development. 37 (5): 573-588.

Kawashima, C., C. Karaki, M. Munakata, M. Matsui, T. Shimizu, A. Miyamoto und K. Kida (2016):
Association of rumen fill score and energy status during the close-up dry period with conception at first artificial insemination in dairy cows.
Animal Science Journal. Jan 25:

Kelton, D. F., K. D. Lissemore und R. E. Martin (1998):
Our industry today. Recommendations for recording and calculating the incidence of selected clinical diseases of dairy cattle.
Journal of Dairy Science. 81 (9): 2502-2509.

Kilian, C. (2012):
Beurteilung des Pansenfüllungszustandes von Milchkühen während der Laktation.
Bachelorarbeit, Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften, Hochschule Neubrandenburg, Neubrandenburg.

Kim, I.-H. und H.-G. Kang (2003):
Risk factors for postpartum endometritis and the effect of endometritis on reproductive performance in dairy cows in Korea.
Journal of Reproduction and Development. 49 (6): 485-491.

Kimura, K., J. P. Goff, M. E. Kehrli und T. A. Reinhardt (2002):
Decreased neutrophil function as a cause of retained placenta in dairy cattle.
Journal of Dairy Science. 85 (3): 544-550.

Klawuhn, D. und R. Staufenbiel (1997):
Aussagekraft der Rückenfettdicke zum Körperfettgehalt beim Rind.
Tierärztliche Praxis. 25: 133-138.

Kleen, J. L., G. A. Hooijer, J. Rehage und J. P. T. M. Noordhuizen (2003):
Subacute ruminal acidosis (SARA): A Review.
Journal of Veterinary Medicine Series A. 50 (8): 406-414.

Kohiruimaki, M., H. Ohtsuka, T. Hayashi, K. Kimura, M. Masui, T. Ando, D. Watanabe und S. Kawamura (2006):
Evaluation by weight change rate of dairy herd condition.
Journal of Veterinary Medicine Series. 68 (9): 935-940.

Kraft, W. D., U. M. (2005):
Leber.
in Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin, Schatttauer Verlag, 6. Auflage,
Stuttgart, Deutschland, New York, USA: Seite 145-169.

Kuhn, M. T., J. L. J. L. Hutchison und H. D. Norman (2006):
Dry period length to maximize production across adjacent lactations and lifetime production.
Journal of Dairy Science. 89 (5): 1713-1722.

Kühne, P. (2014):
Futteraufnahme von Milchkühen vor der Kalbung und deren Auswirkung auf die Milch- und Stoffwechselleistung innerhalb des 1. Laktationsdrittels und der Berücksichtigung des Hungergrubenscores bei der Rasse Deutsche Holsteins.
Bachelorarbeit, Hochschule Anhalt, Bernburg (Saale).

Kutas, F. (1965):
Determination of net acid-base excretion in the urine of cattle.
Acta Veterinaria Academiae Scientiarum Hungaricae. 15: 147-153.

Lange, J., A. McCarthy, J. Kay, S. Meier, C. Walker, M. A. Crookenden, M. D. Mitchell, J. J. Loor, J. R. Roche und A. Heiser (2016):
Prepartum feeding level and body condition score affect immunological performance in grazing dairy cows during the transition period.
Journal of Dairy Science. 99 (3): 2329-2338.

Langhans, W. (1996):
Bacterial products and the control of ingestive behavior: Clinical implications.
Nutrition. 12 (5): 303-315.

LeBlanc, S., K. E. Leslie und T. Duffield (2005):
Metabolic predictors of displaced abomasum in dairy cattle.
Journal of Dairy Science. 88 (1): 159-170.

LeBlanc, S. (2010):
Monitoring metabolic health of dairy cattle in the transition period.
Journal of Reproduction and Development. 56: 29-35.

LeBlanc, S. J., T. F. Duffield, K. E. Leslie, K. G. Bateman, G. P. Keefe, J. S. Walton und W. H. Johnson (2002):
Defining and diagnosing postpartum clinical endometritis and its impact on reproductive performance in dairy cows.
Journal of Dairy Science. 85 (9): 2223-2236.

LeBlanc, S. J., T. H. Herdt, W. M. Seymour, T. F. Duffield und K. E. Leslie (2004):
Peripartum serum vitamin E, retinol, and beta-carotene in dairy cattle and their associations with disease.
Journal of Dairy Science. 87 (3): 609-619.

Leroy, J. L. M. R., T. Vanholder, B. Mateusen, A. Christophe, G. Opsomer, A. de Kruif, G. Genicot und A. Van Soom (2005):
Non-esterified fatty acids in follicular fluid of dairy cows and their effect on developmental capacity of bovine oocytes in vitro.
Reproduction. 130 (4): 485-495.

Lin, H. K., P. A. Oltenacu, L. D. Van Vleck, H. N. Erb und R. D. Smith (1989):
Heritabilities of and genetic correlations among six health problems in Holstein cows.
Journal of Dairy Science. 72 (1): 180–186.

Linden, D. R., E. C. Titgemeyer, K. C. Olson und D. E. Anderson (2014):
Effects of gestation and lactation on forage intake, digestion, and passage rates of primiparous beef heifers and multiparous beef cows.
Journal of Animal Science. 92 (5): 2141-2151.

Littledike, E. T., J. W. Young und D. C. Beitz (1981):
Common metabolic diseases of cattle: Ketosis, milk fever, grass tetany, and downer cow complex.
Journal of Dairy Science. 64 (6): 1465-1482.

LLFG Sachsen-Anhalt (2008):
Milchviehhaltung und -zucht.
in Jahresbericht 2008, Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau des Landes Sachsen-Anhalt: Seite 57-58.

López-Gatius, F., P. Santolaria, J. Yániz, M. Fenech und M. López-Béjar (2002):
Risk factors for postpartum ovarian cysts and their spontaneous recovery or persistence in lactating dairy cows.
Theriogenology. 58 (8): 1623-1632.

Losand, B. (2010):
Auswirkungen einer verkürzten Trockensteherfütterung auf die Stoffwechsellage, Energiebilanz, Abkalbeverhalten, Kolostrumqualität, Milchleistung und Fruchtbarkeitsparameter von Milchkühen.
Forschungsbericht, Mecklenburg Vorpommern, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei, Gut Dummerstorf GmbH, Leibniz-Institut für Nutztierbiologie (FBN), FB Ernährungsphysiologie, Universität Gießen, Klinik für Geburtshilfe, Gynäkologie, Andrologie der Groß- und Kleintiere mit Tierärztlicher Ambulanz, Dummersdorf: 46.

Lyons, D. T., A. E. Freeman und A. L. Kuck (1991):
Genetics of health traits in Holstein cattle.
Journal of Dairy Science. 74 (3): 1092–1100.

Machado, V. S., L. S. Caixeta, J. A. A. McArt und R. C. Bicalho (2010):
The effect of claw horn disruption lesions and body condition score at dry-off on survivability, reproductive performance, and milk production in the subsequent lactation.
Journal of Dairy Science. 93 (9): 4071-4078.

Machado, V. S., L. S. Caixeta und R. Bicalho (2011):
Use of data collected at cessation of lactation to predict incidence of sole ulcers and white line disease during the subsequent lactation in dairy cows.
American Journal of Veterinary Research. 72 (10): 1338-1343.

Mackey, D. R., A. W. Gordon, M. A. McCoy, M. Verner und C. S. Mayne (2007):
Associations between genetic merit for milk production and animal parameters and the fertility performance of dairy cows.
Animal. 1 (1): 29-43.

Mahlkow-Nerge, K. (2012):
Erfolgreich füttern: Fütterungs- und Gesundheitskontrolle. Stehen Pansenfüllung und Futteraufnahme in Beziehung?
Bauernblatt. 27.Oktober 2012: 32-35.

Manthe, I. (2012):
Einfluss einer postpartalen Kalziuminfusion auf den Puerperalverlauf bei pluriparen Kühen.
Dissertation, Klinik für Rinder, Tierärztliche Hochschule Hannover, Hannover.

Markusfeld, O. (1990):
Risk of recurrence of eight periparturient and reproductive traits of dairy cows.
Preventive Veterinary Medicine. 9 (4): 279-286.

Markusfeld, O., N. Galon und E. Ezra (1997):
Body condition score, health, yield and fertility in dairy cows.
Veterinary Record. 141 (3): 67-72.

Marquardt, J. P., R. L. Horst und N. A. Jorgensen (1977):
Effect of parity on dry matter intake at parturition in dairy cattle.
Journal of Dairy Science. 60 (6): 929-934.

Martinez, N., C. A. Risco, F. S. Lima, R. S. Bisinotto, L. F. Greco, E. S. Ribeiro, F. Maunsell, K. Galvão und J. E. P. Santos (2012):
Evaluation of peripartal calcium status, energetic profile, and neutrophil function in dairy cows at low or high risk of developing uterine disease.
Journal of Dairy Science. 95 (12): 7158–7172.

Mashek, D. G. und D. K. Beede (2001):
Peripartum responses of dairy cows fed energy-dense diets for 3 or 6 weeks prepartum.
Journal of Dairy Science. 84 (1): 115-125.

Matthews, L. R., C. Cameron, A. J. Sheahan, E. S. Kolver und J. R. Roche (2012):
Associations among dairy cow body condition and welfare-associated behavioral traits.
Journal of Dairy Science. 95 (5): 2595–2601.

McNamara, J. P. (1991):
Regulation of adipose tissue metabolism in support of lactation.
Journal of Dairy Science. 74 (2): 706-719.

Moritz, A., A. Schwendenwein und W. Kraft (2013a):
Harnapparat.
in Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin, Schattauer Verlag, 7. Auflage,
Stuttgart, Deutschland: Seite 420-487.

Moritz, A., I. Schwendenwein und W. Kraft (2013b):
Hämatologie.
in Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin, Schattauer Verlag, 7. Auflage,
Stuttgart, Deutschland: Seite 79-159.

Möser, R. (2010):
Gemischte Modelle in der Biostatistik.
Magisterarbeit, Universität Wien, Wien.

Muth, M. (2011):
Beziehungen zwischen peripartal gemessenen Fettsäurekonzentrationen im Blut und postpartalen Gebärmuttererkrankungen bei Milchkühen.
Dissertation, Tierärztliche Fakultät, Ludwig-Maximilians-Universität München, München.
urn:nbn:de:bvb:19-133331

Mysegades, W. (2014):
Untersuchungen zur Eignung des Insulin-like Growth Factor I Systems zur Prognose der Gesundheit und Fertilität bei pluriparen Deutschen Holstein Milchkühen.
Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover, Hannover.
urn:nbn:de:gbv:95-105111

O'Grady, L., M. L. Doherty und F. J. Mulligan (2008):
Subacute ruminal acidosis (SARA) in grazing Irish dairy cows.
The Veterinary Journal. 176 (1): 44-49.

Ocylok, A. (2007):
Futteraufnahme und endokrinologische Leitparameter hochleistender Milchkühe in aufeinander folgenden Laktationen.
Dissertation, Klinik für Rinder der Tierärztlichen Hochschule Hannover und Institut für Tierernährung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft in Braunschweig, Tierärztliche Hochschule Hannover, Hannover.

Ogilvie, T. H. (1998):
Diseases of the bovine gastrointestinal tract.
in Large animal internal medicine, Williams&Wilkins, 1. Auflage,
Baltimore, Philadelphia, London, Paris, Bangkok, Buenos Aires, Hong Kong, Munich, Sydney, Tokyo, Wroclaw: Seite 48-49.

Ospina, P. A., D. V. Nydam, T. Stokol und T. R. Overton (2010):
Evaluation of nonesterified fatty acids and β-hydroxybutyrate in transition dairy cattle in the northeastern United States: Critical thresholds for prediction of clinical diseases.
Journal of Dairy Science. 93 (2): 546-554.

Padberg, W. (2008):
Untersuchungen zur Wirksamkeit biologischer Arzneimittel zur Endometritisprophylaxe beim Rind.
Dissertation, Tierklinik für Fortpflanzung Arbeitsgruppe Bestandsbetreuung und Qualitätsmanagement, Fachbereich Veterinärmedizin der Freien Universität Berlin, Berlin.

Park, S. F., J. E. Shirley, E. C. Titgemeyer, J. M. DeFrain, R. C. Cochran, E. E. Wickersham, T. G. Nagaraja und D. E. Johnson (2011):
Characterization of ruminal dynamics in Holstein dairy cows during the periparturient period.
Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. 95 (5): 571–582.

Pedron, O., F. Cheli, E. Senatore, D. Baroli und R. Rizzi (1993):
Effect of body condition score at calving on performance, some blood parameters, and milk fatty acid composition in dairy cows.
Journal of Dairy Science. 76 (9): 2528-2535.

Penner, G. B. und M. Oba (2009):
Increasing dietary sugar concentration may improve dry matter intake, ruminal fermentation, and productivity of dairy cows in the postpartum phase of the transition period.
Journal of Dairy Science. 92 (7): 3341-3353.

Piantoni, P., C. M. Ylioja und M. S. Allen (2015):
Feed intake is related to changes in plasma nonesterified fatty acid concentration and hepatic acetyl CoA content following feeding in lactating dairy cows.
Journal of Dairy Science. 98 (10): 6839–6847.

Piechotta, M., A. K. Sander, J. P. Kastelic, R. Wilde, M. Heppelmann, B. Rudolphi, H. J. Schuberth, H. Bollwein und M. Kaske (2012):
Short communication: Prepartum plasma insulin-like growth factor-I concentrations based on day of insemination are lower in cows developing postpartum diseases.
Journal of Dairy Science. 95 (3): 1367-1370.

Pieper, L. (2010):
Einfluss von Fütterung und Genetik auf die Tiergesundheit und klinische Laborparameter in einem ökologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieb.
Dissertation, Klinik für Klauentiere des Fachbereichs Veterinärmedizin, Freie Universität Berlin, Berlin.
urn:nbn:de:kobv:188-fudissthesis000000021833-1

Preisler, M. T., P. S. D. Weber, R. J. Tempelman, R. J. Erskine, H. Hunt und J. L. Burton (2000 a):
Glucocorticoid receptor down-regulation in neutrophils of periparturient cows.
American Journal of Veterinary Research. 61 (1): 14-19.

Preisler, M. T., P. S. D. Weber, R. J. Tempelman, R. J. Erskine, H. Hunt und J. L. Burton (2000 b):
Glucocorticoid receptor expression profiles in mononuclear leukocytes of periparturient Holstein cows.
Journal of Dairy Science. 83 (1): 38-47.

Proudfoot, K. L., D. M. Weary und M. A. G. von Keyserlingk (2010):
Behavior during transition differs for cows diagnosed with claw horn lesions in mid lactation.
Journal of Dairy Science. 93 (9): 3970–3978.

Pullen, D. L., D. L. Palmouist und R. S. Emery (1989):
Effect on days of lactation and methionine hydroxy analog on incorporation of plasma fatty acids into plasma triglycerides.
Journal of Dairy Science. 72 (1): 49-58.

Qu, Y., A. N. Fadden, M. G. Traber und G. Bobe (2014):
Potential risk indicators of retained placenta and other diseases in multiparous cows.
Journal of Dairy Science. 97 (7): 4151-4165.

Raboisson, D. L., M. Mounié und E. Maigné (2014):
Diseases, reproductive performance, and changes in milk production associated with subclinical ketosis in dairy cows: A meta-analysis and review.
Journal of Dairy Science. 97 (12): 7547-7563.

Rasmussen, L. K., B. L. Nielsen, J. E. Pryce, T. T. Mottram und R. F. Veerkamp (1999):
Risk factors associated with the incidence of ketosis in dairy cows.
Journal of Animal Science. 68: 379-386.

Rastani, R. R., S. M. Andrew, S. A. Zinn und C. J. Sniffen (2001):
Body composition and estimated tissue energy balance in Jersey and Holstein cows during early lactation.
Journal of Dairy Science. 84 (5): 1201-1209.

Rastani, R. R., R. R. Grummer, S. J. Bertics, A. Gümen, M. C. Wiltbank, D. C. Mashek und M. C. Schwab (2014):
Reducing dry period length to simplify feeding transition cows: Milk production, energy balance, and metabolic profile.
Journal of Dairy Science. 88 (3): 1004-1014.

Rèrat, M. und H. D. Hess (2012):
Säure-Basen-Indikatoren im Harn zur Früherkennung von Milchfieber bei der Milchkuh.
Agrarforschung Schweiz. 3 (2): 68-73.

Rezamand, P., T. A. Hoagland, K. M. Moyes, L. K. Silbart und S. M. Andrew (2007):
Energy status, lipid-soluble vitamins, and acute phase proteins in periparturient Holstein and Jersey dairy cows with or without subclinical mastitis.
Journal of Dairy Science. 90 (11): 5097-5107.

Roche, J. R., S. Meier, A. Heiser, M. D. Mitchell, C. G. Walker, M. A. Crookenden, M. Vailati Riboni, J. J. Loor und J. K. Kay (2015):
Effects of precalving body condition score and prepartum feeding level on production, reproduction, and health parameters in pasture-based transition dairy cows.
Journal of Dairy Science. 98 (10): 7164–7182.

Roemer, S. H. H. (2004):
Anwendung der Leberbiopsie und der Leberfettbestimmung in der Gesundheitsüberwachung von Milchviehherden.
Dissertation, Klinik für Klauentiere, Freie Universität Berlin, Berlin.
urn:nbn:de:kobv:188-2006001447

Romer, H., F. Wagenseil, P. Osterle, E. Albrecht und W. Unglaub (1992):
Rindergesundheitsdienst und klinisch-chemische Befunde.
Tierärztliche Umschau. 47: 416-427.

Rowland, N. E., A. Morien und B.-H. Li (1996):
The physiology and brain mechanisms of feeding.
Nutrition. 12 (9): 626-639.

Sakurai, T., M. Ishii, A. Amemiya, I. Matsuzaki, R. M. Chemelli, S. C. Williams, G. P. Kozlowski, J. R. S. Arch, A. C. Haynes, R. S. Annan, W.-S.-. Liu, H. Tanaka, J. A. Richardson, S. Wilson, N. A. Elshourbagy, R. E. Buckingham, S. A. Carr, D. E. McNulty, J. A. Terrett, D. J. Bergsma und M. Yanagisawa (1998):
Orexins and orexin receptors: A family of hypothalamic neuropeptides and G protein-coupled receptors that regulate feeding behavior.
Cell. 92 (4): 573-585.

Santschi, D. E., D. M. Lefebvre, R. I. Cue, C. L. Girard und D. Pellerin (2011):
Incidence of metabolic disorders and reproductive performance following a short (35-d) or conventional (60-d) dry period management in commercial Holstein herds.
Journal of Dairy Science. 94 (7): 3322-3330.

Schwartau, K. (2012):
Peripartale hämatologische und klinisch-chemische Blutuntersuchungen zur Frühdiagnostik der Dislocatio abomasi, Gebärparese, Retentio secundinarum und Mastitis bei Milchkühen.
Dissertation, Medizinische Tierklinik, Universität Leipzig, Leipzig.
urn:nbn:de:bsz:15-qucosa-83749

Sheldon, I. M., G. S. Lewis, S. LeBlanc und R. O. Gilbert (2006):
Defining postpartum uterine disease in cattle.
Theriogenology. 65 (8): 1516-1530.

Siebenaller, C. (2011):
Untersuchungen zum peripartalen Festliegen bei Milchkühen in Mittelgebirgsbetrieben.
Dissertation, Veterinärmedizinische Fakultät, Universität Leipzig, Leipzig.
urn:nbn:de:bsz:15-qucosa-69036

Sørensen, J. T. und C. Enevoldsen (1991):
Effect of dry period length on milk production in subsequent lactation.
Journal of Dairy Science. 74 (4): 1277-1283.

Spurlock, D. M., J. C. M. Dekkers, R. Fernando, D. A. Koltes und A. Wolc (2012):
Genetic parameters for energy balance, feed efficiency, and related traits in Holstein cattle.
Journal of Dairy Science. 95 (9): 5393-5402.

Staufenbiel, R., B. Staufenbiel, I. Lachmann und H. Klukas (1991):
Fettstoffwechsel und Fruchtbarkeit bei der Milchkuh.
Der Praktische Tierarzt, Collegium veterinarium XXII. 18-25.

Staufenbiel, R., R. Meier, K. H. Hackbarth, B. Staufenbiel und N. Rossow (1992):
Untersuchungen zum optimalen Fettansatz bei der Milchkuh.
Monatshefte der Veterinärmedizin. 47: 125-135.

Staufenbiel, R. (1997):
Konditionsbeurteilung von Milchkühen mit Hilfe der sonographischen Rückenfettdickemessung.
Praktischer Tierarzt, Collegium Veterinarium. 27: 87-92.

Staufenbiel, R., C.-C. Gelfert und L. Panicke (2004):
Prophylaktische veterinärmedizinische Bestandsbetreuung als Maßnahme im Management von Milchkühen.
Züchtungskunde. 76 (6): 475-493.

Staufenbiel, R. und U. Schröder (2004):
Körperkonditionsbeurteilung durch Ultraschallmessung der Rückenfettdicke.
Nutztierspiegel. 2: 149.

Staufenbiel, R., S. Borchardt, G. Zechner und H. Martens (2008):
Untersuchungen zur diagnostischen Aussagekraft der NEFA im Vergleich zu anderen Parametern bei der Bewertung des Energiestoffwechsels der Milchkuh im peripartalen Zeitraum.
7. Berlin-Brandenburgischer Rindertag: 09. bis 11. Oktober 2008, Berlin: 200-203.

Staufenbiel, R. (2016):
Persönliche Mitteilung am 23.12.2016.

Stertenbrink, W. (2009):
Dislocatio abomasi bei Schwarzbunten Kühen: Untersuchungen während der Trockenstehperiode sowie bis 14 Tage post partum.
Dissertation, Veterinärmedizinische Fakultät, Universität Leipzig, Leipzig.
urn:nbn:de:bsz:15-20091123-100952-2

Steyer, M., T. Ettle, H. Spiekers und M. Rodehutscord (2013):
Prüfung der Aussagekraft von BCS und Rückenfettdicke bei Fleckviehkühen mittels Ganzkörperanalyse.
Tierärztliche Umschau. 68: 322-330.

Stöber, M. (2012):
Allgemeine Untersuchung.
in Die klinische Untersuchung des Rindes, Paul Parey Verlag, 4. Auflage,
Berlin und Hamburg, Deutschland: Seite 120-135.

Stocks, S. E. und M. S. Allen (2012):
Hypophagic effects of propionate increase with elevated hepatic acetyl coenzyme A concentration for cows in the early postpartum period.
Journal of Dairy Science. 95 (6): 3259-3268.

Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition, Committee on Animal Nutrition, Board on Agriculture and Natural Resources, Division on Earth and Life Studies und N. R. Council (2001):
Dry matter intake.
in Nutrient requirements of dairy cattle, 7th revised Edition, Washington (DC): National Academy Press,
Washington, DC., USA: ISBN: 978-0-309-06997-7 Seite 5.

Tajik, J., M. G. Nadalian, A. Raoofi, G. R. Mohammadi und A. R. Bahonar (2009):
Prevalence of subacute ruminal acidosis in some dairy herds of Khorasan Razavi province, northeast of Iran.
Iranian Journal of Veterinary Research. 10 (1): 28-32.

Tetens, J., G. Thaller und N. Krattenmacher (2014):
Genetic and genomic dissection of dry matter intake at different lactation stages in primiparous Holstein cows.
Journal of Dairy Science. 97 (1): 520-531.

Thebille, E. A. F. (2008):
Vorkommen und Ursachen der Dislocatio abomasi in den Regionen Münsterland und Paderborner Land.
Dissertation, Veterinärmedizinische Fakultät, Universität Leipzig, Leipzig.
urn:nbn:de:bsz:15-20080708-064941-5

Uhlig, T. und A. Wehrend (2010):
Messung der rektalen Körperinnentemperatur bei Milchkühen zur Detektion von Erkrankungen im Frühpuerperium. .
8. Berlin-Brandenburgischer Rindertag: 07. bis 09. Oktober 2010, Berlin: 147.

Urton, G., M. A. G. v. Keyserlingk und D. M. Weary (2005):
Feeding behavior identifies dairy cows at risk for metritis.
Journal of Dairy Science. 88 (8): 2843-2849.

Vargha, A., L. R. Bergman und H. D. Delaney (2013):
Interpretation problems of the partial correlation with nonnormally distributed variables.
Quality & Quantity. 47 (6): 3391–3402.

Vergara, C. F., D. Döpfer, N. B. Cook, K. V. Nordlund, J. A. A. McArt, D. V. Nydam und G. R. Oetzel (2014):
Risk factors for postpartum problems in dairy cows: Explanatory and predictive modeling.
Journal of Dairy Science. 97 (7): 4127-4140.

Vickers, L. A., D. M. Weary, D. M. Veira und M. A. G. von Keyserlingk (2013):
Feeding a higher forage diet prepartum decreases incidences of subclinical ketosis in transition dairy cows.
Journal of Animal Science. 91 (2): 886-894.

Wagner, S. A., D. E. Schimek und F. C. Cheng (2007):
Body temperature and white blood cell count in postpartum dairy cows.
The bovine practitioner. 42 (1): 18-26.

Watters, R. D., J. N. Guenther, A. E. Brickner, R. R. Rastani, P. M. Crump, P. W. Clark und R. R. Grummer (2008):
Effects of dry period length on milk production and health of dairy cattle.
Journal of Dairy Science. 91 (7): 2595-2603.

Wenning, P. (2008):
Einfluss einer Supplementation von Nicht-Stärke-Polysaccharid-hydrolysierenden Enzymen und einer α-Amylase auf einige Leistungsparameter bei Milchkühen.
Dissertation, Institut für Veterinär-Physiologie, Fachbereich Veterinärmedizin der Freien Universität Berlin, Berlin.

West, B. T., K. B. Welch und A. T. Galecki (2015):
Introduction.
in Linear Mixed Models A Practical Guide Using Statistical Software, CRC Press Taylor and Francis Group, 2. Auflage,
Boca Raton, London, New York: Seite 1.

Wilding, J. (1997):
Obesity treatment.
British Medical Bulletin. 3 (15): 997-1000.

Williams, E. J., D. P. Fischer, D. U. Pfeiffer, G. C. W. England, D. E. Noakes, H. Dobson und I. M. Sheldon (2005):
Clinical evaluation of postpartum vaginal mucus reflects uterine bacterial infection and the immune response in cattle.
Theriogenology. 63 (1): 102-117.

Wittrock, J. M., K. L. Proudfoot, D. M. Weary und M. A. G. von Keyserlingk (2011):
Short communication: Metritis affects milk production and cull rate of Holstein multiparous and primiparous dairy cows differently.
Journal of Dairy Science. 94 (5): 2408-2412.

Woods, S. C., R. J. Seeley, D. J. Porte und M. W. Schwartz (1998):
Signals that regulate food intake and energy homeostasis.
Science. 280 (5368): 1378-1383.

Zaaijer, D. und J. P. Noordhuizen (2003):
A novel scoring system for monitoring the relationship between nutritional efficiency and fertility in dairy cows.
Irish Veterinary Journal. 56: 145-156.

Zamet, C. N., V. F. Colenbrander, C. J. Callahan, B. P. Chew, R. E. Erb und N. J. Moeller (1979a):
Variables associated with peripartum traits in dairy cows. I. Effect of dietary forages and disorders on voluntary intake of feed, body weight and milk yield.
Theriogenology. 11 (3): 229-244.

Zamet, C. N., V. F. Colenbrander, R. E. Erb, C. J. Callahan, B. P. Chew und N. J. Moeller (1979b):
Variables associated with peripartum traits in dairy cows. II. Interrelationships among disorders and their effects on intake of feed and on reproductive efficiency.
Theriogenology. 11 (3): 245-260.

Zhang, G., D. Hailemariam, E. Dervishi, Q. Deng, S. A. Goldansaz, S. M. Dunn und B. N. Ametaj (2015):
Alterations of innate immunity reactants in transition dairy cows before clinical signs of lameness.
Animals. 5 (3): 717-747.

Zhang, W.-C., T. Nakao, K. Kida, M. Moriyoshi und K. Nakada (2002):
Effect of nutrition during pregnancy on calf birth weights and viability and fetal membrane expulsion in dairy cattle.
Journal of Reproduction and Development. 48 (4): 415-422.

Zwald, N. R., K. A. Weigel, Y. M. Chang, R. D. Welper und J. S. Clay (2004):
Genetic selection for health traits using producer-recorded data. I. Incidence rates, heritability estimates, and sire breeding values.
Journal of Dairy Science. 87 (12): 4287-4294.

10. Anhang

Tabelle 78: Signifikanzen von Einflussfaktoren auf das Abgangsrisiko (Brade et al., 2008)

Faktor/Stufe		F-Wert	Interpretation
a) Abgänge gesamt:	Herdengröße	8,2	+++
	Herdenniveau	1,99	–
	Kalbe-Saison-Klasse	137,47	+++
	Fett-%:Eiweiß-%-Verhältnis	356,21	+++
	Zellzahl	293,95	+++
	Erstkalbealter	8,34	+++
b) Abgang wegen Unfruchtbarkeit:	Herdengröße	3,76	++
	Herdenniveau	0,69	–
	Kalbe-Saison-Klasse	34,13	+++
	Fett-%:Eiweiß-%-Verhältnis	22,34	+++
	Zellzahl	22,87	+++
	Erstkalbealter	2,33	+
c) Abgang wegen einer Eutererkrankung:	Herdengröße	7,00	+++
	Herdenniveau	1,50	–
	Kalbe-Saison-Klasse	50,58	+++
	Fett-%:Eiweiß-%-Verhältnis	48,71	+++
	Zellzahl	292,32	+++
	Erstkalbealter	3,33	++
d) Abgang wegen Stoffwechselkrankheiten:	Herdengröße	8,73	+++
	Herdenniveau	3,28	+
	Kalbe-Saison-Klasse	16,93	+++
	Fett-%:Eiweiß-%-Verhältnis	67,62	+++
	Zellzahl	16,82	+++
	Erstkalbealter	0,87	–
e) Abgang wegen Klauen/Gliedmaßen	Herdengröße	17,59	+++
	Herdenniveau	2,66	+
	Kalbe-Saison-Klasse	14,54	+++
	Fett-%:Eiweiß-%-Verhältnis	260,01	+++
	Zellzahl	38,53	+++
	Erstkalbealter	9,7	+++

Interpretation: +++ = hoch signifikant; + bzw. ++ = signifikant; – = nicht signifikant

Tabelle 79 a: Häufigkeiten der postpartalen Erkrankungskomplexe

Inzidenz/ Prävalenz (%)	Anzahl an			Quelle	Land
	Kühen in Stichprobe	Herden/ Betriebe	Studien		
Klinische Ketose*					
16,8 (± 12,4)[I, 1]	116	6	–	Bijmholt (2013)	D
5,9 (± 6,0)[I, 2]	58				
7,0[I], a.p.	1440	100	–	Ospina et al. (2010)	USA
4,6[I], p.p.	1318				
4,1[I]	462	35	–	Blömer (2009)	D
10 (3–39)[I, 3]	–	527	–	Zwald et al. (2004)	USA
4,1[I]	–	–	17	Ingvartsen et al. (2003)[a]	Div.
1,7[I]	1074	10	–	Fleischer et al. (2001)	D
4,8 (1,3–18,3)[I]	–	–	36	Kelton et al. (1998)[b]	Div.
3,7 (0–20)[I, 4]	–	61	–	Jordan und Fourdraine (1993)[c]	USA
2,0[I, 5]	7344	–	–	Lyons et al. (1991)	USA
6,6[I, 6]	3664				
3,3[I]	3024	34	–	Bigras-Poulin et al. (1990b)	K
6,0[I]	61124	5661	–	Gröhn et al. (1989)	F
Subklinische Ketose					
49[I, 7]	45	1	–	Vickers et al. (2013)	K
17[I, 7]	42				
Fettleber					
9,1[P]	1793	7	–	Roemer (2004)	D
20[P]	80	9	–	Gerloff et al. (1986)	USA
Labmagenverlagerung*					
2,22[I, 7]	45	1	–	Vickers et al. (2013)	K
2,38[I, 7]	42				
1,1[I]	116	6	–	Bijmholt (2013)	D
3,3[I] a.p.	1440	100	–	Ospina et al. (2010)	USA
3,1[I] p.p.	1318				
5,3[I]	246	–	–	Stertenbrink (2009)	D
0,5[I, 8]	209	1	–	Wenning (2008)	D
3,4[I, 9]	207				
5,1[I]	1044	20	–	LeBlanc et al. (2005)	K
3,3[P]	14473	177	–	Abdel-Azim et al. (2005)	USA
3 (1–15)[I, 3]	–	527	–	Zwald et al. (2004)	USA
2,1 (0,6–6,3)[I]	–	–	10	Ingvartsen et al. (2003)[a]	Div.
1,1[I]	1074	10	–	Fleischer et al. (2001)	D
1,7 (0,3–6,3)[I]	–	–	22	Kelton et al. (1998)[b]	Div.
7[I]	1770	67	–	Cameron et al. (1998)	USA
3,3 (0–14)[I, 4]	–	61	–	Jordan und Fourdraine (1993)[c]	USA
1,0[I, 5]	7344	–	–	Lyons et al. (1991)	USA
2,2[I, 6]	3664				

Tabelle 79 b: Häufigkeiten der postpartalen Erkrankungskomplexe

Inzidenz/ Prävalenz (%)	Anzahl an			Quelle	Land
	Kühen in Stichprobe	Herden/ Betriebe	Studien		
Uterusinfektionen:**					
Metritis*					
28,9[l, 7]	45	1	–	Vickers et al. (2013)	K
14,3[l, 7]	42				
3,8 (± 3,1)[l, 1]	116	6	–	Bijmholt (2013)	D
10,5 (± 9,7)[l. 2]	58				
9,6[l]	300	1	–	Giuliodori et al. (2013)	Arg
47,3[l, 10]	110	1	–	Martinez et al. (2012)	USA
16,8 (d 14 p.p.)[l] 7,1 (d 21 p.p.)[l]	237	1	–	Manthe (2012)	D
8[l]	57301	20	–	Hossein-Zadeh und Ardalan (2011)	Iran
17,6[l]	1363	3	–	Dubuc et al. (2010)	K/USA
21,0[l]	450	1	–	Benzaquen et al. (2007)	USA
18,6 (15,2–23,5)[l,1]	1416	5	–	Goshen und Shpigel (2006)	Israel
30 (19,4–42,3)[l, 2]	804				
21 (3–50)[l, 3, 11]	–	527	–	Zwald et al. (2004)	USA
10,8 (2,2–43,8)[l]	–	–	16	Ingvartsen et al. (2003)[a]	Div.
0,7 (1–21)[l]	102060	2144	–	Bruun et al. (2002)[d]	Dän
18,5[l]	1756	1	–	Drillich et al. (2001)	D
23,6[l]	1074	10	–	Fleischer et al. (2001)	D
10,1 (2,2–37,3)[l]	–	–	46	Kelton et al. (1998)[b]	Div.
18,6[l]	5600	7	–	Markusfeld (1990)	Israel
10,7[l]	3024	34	–	Bigras-Poulin et al. (1990b)	K
2,3[l]	61124	5661	–	Gröhn et al. (1989)	F
8,8[l, 2]	1704	33	–	Lin et al. (1989)	USA
13,2[l, 1]	1637				
10,2[l, 2]	784	33	–	Erb et al. (1985)	USA
12,3[l, 1]	2066				

Tabelle 79 c: Häufigkeiten der postpartalen Erkrankungskomplexe

Inzidenz/ Prävalenz (%)	Anzahl an			Quelle	Land
	Kühen in Stichprobe	Herden/ Betriebe	Studien		
Endometritis					
11,7 (± 7,0)[I, 1]	116	6	–	Bijmholt (2013)	D
14,7 (± 14,5)[I, 2]	58				
3,8 (0–19)[P, 12]	249	21	–	Siebenaller (2011)	D
7,4 (1,3–33,9)[I]	50	1	–	Muth (2011)	D
44,9[P, 13]	441 Laktationen von 291 Kühen	7	–	Gautam et al. (2010)	Japan
25,4[P, 14]					
14,7[P, 15]					
18,7[I]	1363	3	–	Dubuc et al. (2010)	K/USA
16,8 (d 40 - 42 p.p.)[I] 3,1 (d 80 - 82 p.p.)[I]	462	35	–	Blömer (2009)	D
43,2[I]	593	1	–	Padberg (2008)	D
53[P]	141	5	–	Gilbert et al. (2005)	USA
24[P]	200	-	–	Williams et al. (2005)	GB
36,6[I]	320	8	–	Kim und Kang (2003)	Korea
16,9[P]	1865	27	–	LeBlanc et al. (2002)	K
Subklinische Endometritis					
43 (41,4–45,4)[p]	228	2	–	Kasimanickam et al. (2004)	K
Uterusinfektionen allgemein					
5,1[P]	14473	177	–	Abdel-Azim et al. (2005)	USA
12,8 (0–66)[I, 4]	–	61	–	Jordan und Fourdraine (1993)[c]	USA
14,3[I, 5]	7344	–	–	Lyons et al. (1991)	USA
14,7[I, 6]	3664				
Mastitis*					
11,11[I, 7]	45	1	–	Vickers et al. (2013)	K
7,14[I, 7]	42				
56,0 (± 7,4)[I, 1]	116	6	–	Bijmholt (2013)	D
22,3 (0–100)[P, 12]	249	21	–	Siebenaller (2011)	D
18,9[I]	57301	20	–	Hossein-Zadeh und Ardalan (2011)	Iran
24,5 (7,4–46,3)[I]	50	1	–	Muth (2011)	D
28,9–74,6[P, 22, 2]	–	–	Keine genaue Angabe	Fox (2009)***	Div.
12,3–45,5[P, 23, 2]					
9,3[I, 18]	246	–	–	Stertenbrink (2009)	D
6,5[I, 19]					
6,5[I]	462	35	–	Blömer (2009)	D
30[I]	416	1	–	Wenning (2008)	D
20 (5–60)[I, 3]	–	527	–	Zwald et al. (2004)	USA

Tabelle 79 d: Häufigkeiten der postpartalen Erkrankungskomplexe

Inzidenz/ Prävalenz (%)	Anzahl an			Quelle	Land
	Kühen in Stichprobe	Herden/ Betriebe	Studien		
17,6 (2,8–39)[l]	–	–	25	Ingvartsen et al. (2003)[a]	Div.
14,8[l, 2]	670	33	–	Barnouin und Chassagne (2001)	F
21,6[l]	1074	10	–	Fleischer et al. (2001)	D
14,2 (1,7–54,6)[l]	–	–	62	Kelton et al. (1998)[b]	Div.
19,5[l, 5]	7344	–	–	Lyons et al. (1991)	USA
48,7[l, 6]	3664				
24,2[l]	3024	34	–	Bigras-Poulin et al. (1990b)	K
6,2[l]	61124	5661	–	Gröhn et al. (1989)	F
9,8[l, 2]	1591	33	–	Lin et al. (1989)	USA
14,6[l, 1]	1560				
6,3[l, 2]	784	33	–	Erb et al. (1985)	USA
10,5[l, 1]	2066				
Milchfieber*					
4,44[l, 7]	45	1	–	Vickers et al. (2013)	K
7,14[l, 7]	42				
15,1 (± 7,0)[l, 1]	116	6	–	Bijmholt (2013)	D
7,4 (2,6–21,4)[l]	50	1	–	Muth (2011)	D
15,2[l]	462	35	–	Blömer (2009)	D
10,2[l]	246	–	–	Stertenbrink (2009)	D
3,45 (0–7)[l]	–	–	10	DeGaris und Lean (2008)[d]	USA
6,17 (0–10)[l]	–	–	10		Div. Länd. Eur.
3,5 (0–7)[l]	–	–	10		Austr
7,8[l, 21]	209	–	–	Wenning (2008)	D
10,2[l, 20]	207				
5,08[l, 16]	59	1	–	Gundelach (2005)	D
8,77[l, 17]	57				
2,1[P]	14473	177	–	Abdel-Azim et al. (2005)	USA
4,6 (0,2–8,9)[l]	–	–	17	Ingvartsen et al. (2003)[a]	Div.
7,0[l]	1074	10	–	Fleischer et al. (2001)	D
6,5 (0,03–22,3)[l]	–	–	33	Kelton et al. (1998)[b]	Div.
7,2 (0–44,1)[l, 4]	–	61	–	Jordan und Fourdraine (1993)[c]	USA
3,7[l, 5]	7344	–	–	Lyons et al. (1991)	USA
9,4[l, 6]	3664				
1,5[l]	5600	7	–	Markusfeld (1990)	Israel
5,6[l]	3024	34	–	Bigras-Poulin et al. (1990b)	K
0,8[l, 2]	1702	33	–	Lin et al. (1989)	USA
8,7[l, 1]	1675				
6,5[l, 1]	2066	33	–	Erb et al. (1985)	USA

Tabelle 79 e: Häufigkeiten der postpartalen Erkrankungskomplexe

Inzidenz/ Prävalenz (%)	Anzahl an			Quelle	Land
	Kühen in Stichprobe	Herden/ Betriebe	Studien		
Nachgeburtsverhalten*					
4,44[I, 7]	45	1	–	Vickers et al. (2013)	K
11,90[I, 7]	42				
16,8 (± 13,2)[I, 1]	116	6	–	Bijmholt (2013)	D
5,8[I]	237	1	–	Manthe (2012)	D
7,7 (0–9)[P, 12]	249	21	–	Siebenaller (2011)	D
5,2[I]	57301	20	–	Hossein-Zadeh und Ardalan (2011)	Iran
15,6 (0–32,2)[I]	50	1	–	Muth (2011)	D
11,8[I]	1363	3	–	Dubuc et al. (2010)	K/USA
15,2[I]	462	35	–	Blömer (2009)	D
10,6[I]	246	–	–	Stertenbrink (2009)	D
13,1 (9,4–15,1)[I, 1]	1416	5	–	Goshen und Shpigel (2006)	Israel
9,2 (8,2–13,8)[I, 2]	804				
7,8 (3,1–13)[I]	–	–	13	Ingvartsen et al. (2003)[a]	Div.
14,1[I]	142	2	–	Kimura et al. (2002)	USA
8,9[I]	1074	10	–	Fleischer et al. (2001)	D
8,6 (1,3–39,2)[I]	–	–	50	Kelton et al. (1998)[b]	Div.
9,0 (0–22,6)[I, 4]	–	61	–	Jordan und Fourdraine (1993)[c]	USA
2,4[I, 5]	7344	–	–	Lyons et al. (1991)	USA
9,2[I, 6]	3664				
19,4[I]	5600	7	–	Markusfeld (1990)	Israel
7,7[I]	3024	34	–	Bigras-Poulin et al. (1990b)	K
4,4[I]	61124	5661	–	Gröhn et al. (1989)	F
4,4[I, 2]	1722	33	–	Lin et al. (1989)	USA
12,7[I, 1]	1688				
3,6[I, 2]	784	33	–	Erb et al. (1985)	USA
12,1[I, 1]	2066				

Tabelle 79 f: Häufigkeiten der postpartalen Erkrankungskomplexe

Inzidenz/ Prävalenz (%)	Anzahl an			Quelle	Land
	Kühen in Stichprobe	Herden/ Betriebe	Studien		
Störungen im Bewegungsapparat*					
14 (6–23)[P, 24]	7687	23	–	Foditsch et al. (2016)	USA
18,5 (± 13,5)[I, 1]	116	6	–	Bijmholt (2013)	D
6,0 (0–23)[P, 12]	249	21	–	Siebenaller (2011)	D
18,7 (3,3–61,9)[I]	50	1	–	Muth (2011)	D
9,5[I]	462	35	–	Blömer (2009)	D
3,3[I]	246	–	–	Stertenbrink (2009)	D
10 (3–50)[I, 3]	–	527	–	Zwald et al. (2004)	USA
14,7 (1,8–60)[I]	–	–	7	Ingvartsen et al. (2003)[a]	Div.
19,5[I]	1074	10	–	Fleischer et al. (2001)	D
7,0 (1,8–30)[I]	–	–	39	Kelton et al. (1998)[b]	Div.
3,2[I, 5] (GM-Erk.)	7344	–	–	Lyons et al. (1991)	USA
4,6[I, 6] (GM-Erk.)	3664				
5,3[I, 5] (Klauen-Erk.)	7344				
5,0[I, 6] (Klauen-Erk.)	3664				
3,6[I]	3024	34	–	Bigras-Poulin et al. (1990b)	K
1,9[I]	61124	5661	–	Gröhn et al. (1989)	F
Ovarialzysten*					
28,4 (± 6,8)[I, 1]	116	6	–	Bijmholt (2013)	D
9,9 (7,2–14,5 %)[I]	200	1	–	Freick et al. (2012)	D
20,0[I] (d 40–42 p.p.) 4,4[I] (d 80–82 p.p.)	462	35	–	Blömer (2009)	D
4,5[P]	14473	177	–	Abdel-Azim et al. (2005)	USA
8 (3–39)[I, 3]	–	527	–	Zwald et al. (2004)	USA
8,9 (3,1–12,4)[I]	–	–	14	Ingvartsen et al. (2003)[a]	Div.
11,7[I]	1074	10	–	Fleischer et al. (2001)	D
8,0 (1,0–16,1)[I]	–	–	44	Kelton et al. (1998)[b]	Div.
13,5 (0–58,8)[I, 4]	–	61	–	Jordan und Fourdraine (1993)[c]	USA
10,0[I, 5]	7344	–	–	Lyons et al. (1991)	USA
5,8[I, 6]	3664				
5,0[I]	3024	34	–	Bigras-Poulin et al. (1990b)	K
6,8[I]	61124	5661	–	Gröhn et al. (1989)	F
4,2[I, 2]	1591	33	–	Lin et al. (1989)	USA
11,6[I, 1]	1567				
5,1[I, 2]	784	33	–	Erb et al. (1985)	USA
9,2[I, 1]	2066				

Tabelle 79 g: Häufigkeiten der postpartalen Erkrankungskomplexe

Inzidenz/ Prävalenz (%)	Anzahl an			Quelle	Land
	Kühen in Stichprobe	Herden/ Betriebe	Studien		
Subakute Pansenazidose					
27,6[P]	240	10	–	Tajik et al. (2009)	USA
11[I]	144	12	–	O'Grady et al. (2008)	Irland

* = die Quellenangaben zwischen 1985 und 2008 sind für die entsprechend gekennzeichneten Erkrankungen in einigen Fällen in Anlehnung an Pieper (2010), ** = = die Quellenangaben sind für die entsprechend gekennzeichneten Erkrankungen in einigen Fällen in Anlehnung an Muth (2011), *** = nicht in Tabelle 2 aufgeführt, da kein Mittelwert angegeben,
a = Auswertung diverser Literaturangaben von 1984 bis 1999 - Untersuchungen wurden ausgewählt, um die Zusammenhänge zwischen der Milchleistung und Krankheitsinzidenzen zu beschreiben, Arg = Argentinien, b = Auswertung diverser Literaturangeben von 1972 bis 1995, c = Untersuchungen der Herden mit den 9 besten Milchleistungen sowie 61 weitere Betriebe in den USA 1991, d = retrospektive Studie mit Daten von 1993-1994, D = Deutschland, Dän = Dänemark, Div. = Diverse, Eur. = Europas, F = Finnland, GB = England, I = Inzidenz, K = Kanada, Länd.= Länder, P = Prävalenz, USA = Vereinigte Staaten von Amerika,
1 = Kühe, 2 = Färsen, 3 = Studie wertete Betriebe auf Grundlage der Management-Programme Dairy Comp 305, DHI-Plus oder PCDART aus, 4 = Studie wertet einen Fragebogen aus, der von 61 Betrieben beantwortet wurde, 5 = Studie auf Grundlage von Aufzeichnungen eines Gesundheitsmonitoring-Programms, 6 = Ergebnisse auf Grundlage eines Fragebogens, 7 = Inzidenz abh. von Rationsgestaltung während der Trockenstehperiode, 8 = Versuchsgruppe mit Zusatz von Futterenzymen in der Ration, 9 = Kontrollgruppe ohne Zusatz von Futterenzymen in der Ration, 10 = davon 33 Kühe mit puerperaler Metritis, 11 = incl. Nachgeburtsverhalten, 12 = selbst errechneter Mittelwert aus allen 21 angegebenen Mittelwerten der jeweiligen Betriebe, 13 = Tag 15 - 20 p.p., 14 = Tag 21 - 28 p.p., 15 = Tag 29 - 60 p.p., 16 = Drench mit Kalzium- Propionat, 17 = Kontrollgruppe ohne Kalzium-Propionat, 18 = Mastitis catarrhalis, 19 = Mastitis phlegmonosa, 20 = Kontrollgruppe ohne Enzymsupplementation in der Ration, 21 = Versuchsgruppe mit Supplementation von Cellulase und α- Amylase in der Ration, 22 = Mastitisinfektionen bei Färsen a.p., Auswertung verschiedener Studien von 1983 bis 2007, 23 = Mastitisinfektionen bei Färsen zum Zeitpunkt der Geburt, Auswertung verschiedener Studien von 1983 bis 2005, 24 = Zum Zeitpunkt des Trockenstellens,

Tabelle 80 a: Zusammenhang zwischen anderen Blutparametern ante partum und Erkrankungen post partum

Wert /Verlauf a.p.		Folge p.p.	Quelle
erkrankt	**VG**		
Haptoglobin			
Median 0,29 g/l[a]	Median 0,15 g/l[a]	LMV	Schwartau (2012)
12,8 ± 2,0 mg/l[b]	8,9 ± 1,2 mg/l[b]	Andere Erkrankungen als NGV	Qu et al. (2014)
12,2 ± 1,9 mg/l[b]	8,9 ± 1,2 mg/l[b]	NGV	
0,05 ± 0,01 mg/ml[o] 0,19 ± 0,03 mg/ml[n]	0,07 ± 0,01 ml/ml[o] 0,15 ± 0,01 mg/ml[n]	Subklinische Mastitis	Dervishi et al. (2015)
α-Tocopherol			
8,6 ± 0,6 µM[b]	12,6 ± 0,6 µM[b]	NGV	Qu et al. (2014)
9,4 ± 0,4 µM[b]	12,6 ± 0,6 µM[b]	Andere Erkrankungen als NGV	
8,5 ± 0,6 µM[c]	12,4 ± 0,6 µM[c]	NGV	
10,0 ± 0,6 µM[c]	12,4 ± 0,6 µM[c]	Andere Erkrankungen als NGV	
Cholesterol			
127 mg/dl[d]	174 mg/dl[d]	Neue Mastitisinfektion	Rezamand et al. (2007)
86,7 mg/dl[e]	105,9 mg/l[e]	NGV, Unterschied ist sig.	Kaneene et al. (1997)
Sig. niedriger[f]	Im RB	Frühgeburten, Unterschied sig.	Hädrich (2007)
α-Tocopherol:Cholesterol Masseverhältnisses			
< 2,5 x 10^{-3}		Wahrscheinlichkeit an NGV zu erkranken fast doppelt so groß. Pro 1 Unit Anstieg des Masseverhältnisses sinkt Risiko um 17 %.	LeBlanc et al. (2004)
NEFA/Cholesterol-Verhältnis			
0,009[e]	0,008[e]	Mastitis, Unterschied sig.	Kaneene et al. (1997)
Glukose			
65,3 ± 1,3 mg/dl[b]	71,2 ± 1,3 mg/dl[b]	NGV	Qu et al. (2014)
67,2 ± 1,0 mg/dl[c]	70,4 ± 1,0 mg/dl[c]	NGV	
67,3 ± 1,3 mg/dl[b]	71,2 ± 1,3 mg/dl[b]	Andere Erkrankungen als NGV	
Sig. höher[f]	–	Tot- und Schwergeburten, Unterschied sig.	Hädrich (2007)
Sig. höher[h]	–	Endometritis/Lochiometra, Klauenerkrankungen, LMV, Unterschied sig.	
Magnesium			
2,46 ± 0,06 mg/dl[b]	2,68 ± 0,06 mg/dl[b]	Kühe mit NGV	Qu et al. (2014)
2,47 ± 0,06 mg/dl[b]	2,68 ± 0,06 mg/dl[b]	Kühe mit anderen Erkrankungen als NGV	

Tabelle 80 b: Zusammenhang zwischen anderen Blutparametern ante partum und Erkrankungen post partum

Wert /Verlauf a.p.		Folge p.p.	Quelle
erkrankt	**VG**		
Phosphat			
6,70 ± 0,12 mg/dl[c]	7,20 ± 0,11 mg/dl[c]	Kühe mit NGV	Qu et al. (2014)
Sig. niedriger[f]	–	Zwillingsträchtigkeit, Unterschied sig.	Hädrich (2007)
Retinol			
pro 100 ng/ml Anstieg[J]	–	Mastitisrisiko sinkt um 60 %	LeBlanc et al. (2004)
AP			
Median 43 U/l[a]	52 U/l	Milchfieber, Unterschied sig.	Schwartau (2012)
Sig. niedriger[f]	Im RB	Mastitis, Gebärparese, Unterschied sig.	Hädrich (2007)
Sig. niedriger[g]	Im RB	Klauenerkrankungen, Ovarialzysten, Unterschied sig.	
Vitamin E			
Anstieg um 1 µg/ml[b]	–	Risiko an NGV zu erkranken sinkt um 21 %	LeBlanc et al. (2004)
Insulin			
Sig. höher[g]	Im RB	Schwergeburten, sig. Unterschied	Hädrich (2007)
ASAT			
50 U/l 1 Wo a.p.[b]	53 U/l[b]	Festliegen, Unterschied sig.	Eckermann (2007)
Bilirubin			
Sig. niedriger[h]	Im RB	Gebärparese, Schwergeburten, sig. Unterschied	Hädrich (2007)
Bilirubin: freie Fettsäuren Korrelation			
0,73[I]	Keine sig. Korrelation	Mastitis, p ≤ 0,01	Hädrich (2007)
0,53[I]		LMV, p ≤ 0,01	
0,61[I]		Gebärparese, p ≤ 0,01	
0,56[I]		Klauenerkrankungen, p ≤ 0,01	
0,55[I]		Endometritis/Lochiometra, p ≤ 0,01	
0,69[I]		NGV, p ≤ 0,01	
0,52[I]		Ovarialzysten, p ≤ 0,01	
0,55[I]		Schwergeburt, p ≤ 0,01	
1,00[I]		Frühgeburt, p ≤ 0,01	
0,88[I]		Zwillingsträchtigkeit, p ≤ 0,01	
0,45[I]		Totgeburt, p ≤ 0,05	
0,43[h]		Mastitis, p ≤ 0,05	
0,52[h]		LMV, p ≤ 0,01	
0,77[h]		Zwillingsträchtigkeit, p ≤ 0,01	

Tabelle 80 c: Zusammenhang zwischen anderen Blutparametern ante partum und Erkrankungen post partum

Wert /Verlauf a.p.		Folge p.p.	Quelle
erkrankt	**VG**		
Bilirubin: AST Korrelation			
1,00[l]	Keine sig. Korrelation	Frühgeburten, p ≤ 0,01	Hädrich (2007)
-0,49[h]		LMV, p ≤ 0,05	
Kalzium			
2,3 mmol/l[a]	2,5 mmol/l[a]	Festliegen	Eckermann (2007)
GLDH			
Sig. niedriger	< 30 U/l	Bei Kühen mit Mastitis	Hädrich (2007)
Sig. Abnahme von 8,0 U/l auf 5,6 U/l Woche 1–2 a.p. bis Tag 2–3 p.p.	Abnahme nicht statistisch gesichert	Festliegen	Eckermann (2007)
GLDH:AST Korrelation			
0,40[h]	0,60	Mastitis, p ≤ 0,05	Hädrich (2007)
0,68[h]/0,85[l]		LMV, p ≤ 0,01	
0,71[h]/0,73[l]		Gebärparese, p ≤ 0,01	
0,47[h]		Klauenerkrankungen, p ≤ 0,05	
0,66[l]		Klauenerkrankungen, p ≤ 0,01	
0,70[h]/0,73[l]		NGV, p ≤ 0,01	
0,79[h]/ 0,68[l]		Ovarialzysten, p ≤ 0,01	
0,52[h]/0,57[l]		Totgeburten, p ≤ 0,01	
0,58[h]		Schwergeburten, p ≤ 0,01	
0,51[l]		Schwergeburten, p ≤ 0,05	
1,00[l]		Frühgeburten, p ≤ 0,01	
0,45[h]		Zwillingsträchtigkeit, p ≤ 0,05	
GLDH:GGT-Korrelation			
0,44[l]	Keine sig. Korrelationen	Mastitis, p ≤ 0,05	Hädrich (2007)
0,50[l]		LMV, p ≤ 0,05	
0,45[h]		Gebärparese, p ≤ 0,05	
0,41[h]		Ovarialzysten, p ≤ 0,05	
0,51[l]		Ovarialzysten, p ≤ 0,01	
1,00[l]		Frühgeburten, p ≤ 0,01	
0,45[h]		Zwillingsträchtigkeit, p ≤ 0,05	
Chlorid			
Sig. höher[f]	Im RB	Tot-, Frühgeburten und Zwillingsträchtigkeiten, Unterschied sig.	Hädrich (2007)
Eisen			
Sig. niedriger[f] und sig. Rückgang um > 40 % von Tag 10 a.p. bis 3 p.p.	Im RB	LMV, Endometritis/Lochiometra, NGV, Ovarialzysten, Zwillingsträchtigkeiten, Früh-, Tot- und Schwergeburten, Unterschied sig.	Hädrich (2007)

Tabelle 80 d: Zusammenhang zwischen anderen Blutparametern ante partum und Erkrankungen post partum

Wert /Verlauf a.p.		Folge p.p.	Quelle
erkrankt	**VG**		
Creatinkinase			
> 100 U/l[f]	Im RB	LMV, Endometritis/Lochiometra, Ovarialzysten, Früh-, Tot- und Schwergeburten, Unterschied sig.	Hädrich (2007)
98 mmol/l[k]	100 mmol/l[k]	Festliegen, Unterschied sig.	Eckermann (2007)
IGF-1			
< 10 ng/ml[f]	Im RB	Ovarialzysten und Zwillingsträchtigkeit, Unterschied sig.	Hädrich (2007)
224.75[m]	233.09[m]	Hohe IGF-1-Konzentration a.p. führt zu reduziertem Metritis-Risiko	Giuliodori et al. (2013)
TNF			
0,29 ± 0,05 ng/ml[n]	0,27 ± 0,05 ng/ml[n]	Subklinische Mastitis	Dervishi et al. (2015)
IL-1			
308 ± 13.76 pg/ml[o] 306 ± 1.46 pg/ml[n]	316.79 ± 6.04 pg/ml[o] 321 ± 1.59 pg/ml[n]	Subklinische Mastitis	Dervishi et al. (2015)
293.92 ± 9.23 pg/ml[o] 302.73 ± 7.26 pg/ml[n]	316.79 ± 6.04 pg/ml[o] 320.96 ± 1.59 pg/ml[n]	Lahmheit	Zhang et al. (2015)
IL-6			
250.81 ± 87.08 pg/ml[n]	48.24 ± 17.51 pg/ml[n]	Lahmheit	Zhang et al. (2015)
Laktat			
3,478 ± 153 µmol/l[o] 3,467 ± 546 µmol/l[n]	2,455 ± 349 µmol/l[o] 2,162 ± 184 µmol/l[n]	Subklinische Mastitis	Dervishi et al. (2015)
5427.91 ± 1095.28 µmol/l[o] 4232.93 ± 748.08 µmol/l[n]	2455.49 ± 348.63 µmol/l[o] 2162.31 ± 184.52 µmol/l[n]	Lahmheit	Zhang et al. (2015)
Serum-Amyloid A			
21,052 ± 12,162 µg/ml[n]	3,461 ± 342 µg/ml[n]	Subklinische Mastitis	Dervishi et al. (2015)

a = gemessen 14–7d a.p., AST = Aspartat-Aminotransferase, b = gemessen eine Woche a.p., c = gemessen 2–3 Wochen a.p., d = gemessen zwei Wochen vor dem errechneten Abkalbetermin, e = gemessen 1–3 Wochen a.p., f = gemessen 28 und 10 d a.p., dabei ist der Wert an beiden Messzeitpunkten signifikant unterschiedlich zur Gruppe der gesunden Tiere, wobei kein exakter Wert angegeben wird, g = gemessen an Tag 10 a.p., dabei ist der Wert signifikant unterschiedlich zur Gruppe der gesunden Tiere, wobei kein exakter Wert angegeben wird, GGT = Gamma-Glutamyl-Transferase, GLDH = Glutamatdehydrogenase, h = gemessen an Tag 28 a.p., dabei ist Wert signifikant unterschiedlich zur Gruppe der gesunden Tiere, wobei kein exakter Wert angegeben wird, i = gemessen an Tag 10 a.p., j = gemessen Tag 6 bis 1 a.p., k = gemessen 4 Wochen a.p., m = gemessen 14 ± 3d, n = gemessen 4 Wochen a.p., o = gemessen 8 a.p., RB = Referenzbereich, sig. = signifikant, VG = Vergleichsgruppe

Tabelle 81 a: Durchschnitt der Rationszusammensetzungen für den Untersuchungszeitraum a.p.

Futtermittel	% der FM	% der TM	Rp	Rfa	ADF	NDF	St	Z	Rfe	nXP	RNB	NEL	DCAB
			g/kg TM									(MJ)	(meq)
Maissilage	43,9	32,5	73,1	162,4	177	341,9	405,2		38	139,2	-10,6	7,3	82
Grassilage	27,5	18,7	200,1	227,6	236,8	374,9		23,7	41,4	148,3	8,3	6,5	532
Stroh	11,0	19,6	32	480,9	534,2	829,2			18,7	76,3	-7	3,8	337,9
Feuchtkornmais	6,8	10,0	93,1	21,5	31	98,1	728,5		43,5	161,6	-11	8,5	31,5
RES	8,5	15,2	38,1	127,8	231,3	261,2		104,8	37,2	253,3	21,5	7,2	-132,1
Futterkalk	0,3	0,5											
Konservierung [a]	0,3	0,6	256,7							214,8	6,7	8,6	
Glycerin	0,9	1,8										9,7	
Mineralfutter (Tr)	0,6	1,1											1665,5
Gesamt	100	100											

a = „TMR Schaumasil/ Silostar liquid“, ADF = saure Detergens-Faser, DCAB = Kationen-Anionen-Bilanz, NDF = neutrale Detergens-Faser, NEL = Netto-Energie-Laktation, nXP = nutzbares Rohprotein, RES = Rapsextraktionsschrot, Rfa = Rohfaser, Rfe = Rohfett, RNB = Ruminale-N-Bilanz, Rp = Rohprotein, S = Schwefel, St = Stärke, Tr = Trockensteher, Z = Zucker

Tabelle 81 b: Durchschnitt der Rationszusammensetzungen für den Untersuchungszeitraum a.p.

Futtermittel	Ca	P	Na	Mg	K	Cl	S
	g						
Maissilage	2	2,4	0,2	1,4	7	1,5	1,1
Grassilage	5	4,8	0,9	2,0	35,7	10,1	2,3
Stroh	3,1	0,7	3,4	0,5	15,7	5,7	0,8
Feuchtkornmais	0,2	3,5	0,4	1,3	3,8	0,5	1,1
RES	8,5	12	0,2	5,2	13,5	0,6	7,5
Futterkalk	380						
Konservierung „TMR Schaumasil/ Silostar liquid“							
Glycerin							
Mineralfutter (Tr)	0,2	97,8	128,3	112,1	2	138,5	1,0

Ca = Kalzium, Cl = Chlorid, K = Kalium, Mg = Magnesium, Na = Natrium, P = Phosphat, RES = Rapsextraktionsschrot, S = Schwefel, Tr = Trockensteher

Tabelle 82 a: Durchschnitt der Rationszusammensetzungen für den Untersuchungszeitraum p.p.

Futtermittel	% der FM	% der TM	Rp	Rfa	ADF	NDF	St	Z	Rfe	nXP	RNB	NEL	DCAB
			g/kg TM									MJ	meq
Maissilage	18,6	12,6	75,7	175,4	199	339,1	347		38,3	138,2	-10,1	7,1	95,3
Grassilage 1. Schnitt	32,9	23,0	183,7	223,1	232,2	382,2		53,9	38,1	147	5,8	6,6	427
Luzernesilage	13,8	10,5	173,8	322,9	367,7	432,8		1,5	19,1	123,2	8,1	5	427,1
Luzerneheu	2,5	4,2	156,7	334,1	348,4	435,1		69,7	14,3	135,4	3,4	5	324,1
Futterstroh	1,14	2,4	32,2	483,8	537,5	834,2			18,8	76,8	-7,1	3,8	340
Pressschnitzelsilage	4,1	2,0	79	186	237	514,9			5	139	-9,6	7,3	-89
Trockenschnitzel, melassiert	3,0	5,5	88,4	231	239,6	392,8		107,1	14,4	146,2	-9,3	7,3	61,4
Feuchtkornmais	7,5	10,7	93,1	21,5	31	98,1	728,9		43,6	161,7	-11	8,5	31,5
Rapsextraktionsschrot	7,5	13,3	388,2	127,8	231,3	261,3		104,8	37,2	253,4	21,5	7,2	-132,1
Mischfutter Energie*	7,3	13,0	123,2	44,5	51	143,9	591,3		39,5	177,9	-8,9	9,1	47
Futterkalk/Viehsalz/$NaHCO_3$	0,1	0,1											
Pflanzliches Futterfett, pansenstabil	0,3	0,6							963,8			23,4	
Kons.mittel 1 (Schaumasil)	0,1	0,4	38,3							25	0	8,4	
Kons.mittel 2 (Silostar)												9,6	
Glycerin	0,5	1,0										9,6	
Mineralfutter (ohne Phosphat)	0,3	0,7											-141,2
Gesamt	100	100											

ADF = saure Detergens-Faser, DCAB = Kationen-Anionen-Bilanz, Kons.mittel = Konservierungsmittel, $NaHCO_3$ = Natriumbicarbonat, NDF = neutrale Detergens-Faser, NEL = Netto-Energie-Laktation, nXP = nutzbares Rohprotein, Rfa = Rohfaser, Rfe = Rohfett, RNB = Ruminale-N-Bilanz, Rp = Rohprotein, S = Schwefel, St = Stärke, Tr = Trockensteher, Z = Zucker, * = 25% Gerste, 25 % Roggen, 36 % Mais, 10 % Lupinen, 2 % Glycerin, 2 % Zuckerrübenmelasse

Tabelle 82 b: Durchschnitt der Rationszusammensetzungen für den Untersuchungszeitraum p.p.

Futtermittel	Ca	P	Na	Mg	K	Cl	S
	g						
Maissilage	2,2	2,4	0,2	1,4	7,7	1,6	1,1
Grassilage 1. Schnitt	5,3	3,9	1,1	1,8	27,3	8	2,3
Luzernesilage	16,6	3,5	1,6	2,2	21,3	2,3	2
Luzerneheu	11,1	2,2	0,3	1,5	21,2	4,5	1,7
Futterstroh	3,2	0,7	3,4	0,5	15,8	5,7	0,8
Pressschnitzelsilage	11,8	0,9	1,2	2,1	3	0,2	3,4
Trockenschnitzel, melassiert	9,9	0,8	0,6	2	5,1	0,4	1,3
Feuchtkornmais	0,2	3,5	0,4	1,3	3,8	0,5	1,1
Rapsextraktionsschrot	8,5	12	0,2	5,2	13,5	0,6	7,5
Mischfutter Energie*	0,9	3,4	0,6	1,2	5,7	1,5	1,3
Futterkalk	323,2						
Viehsalz			371,8				
$NaHCO_3$			314,1				
Pflanzliches Futterfett, pansenstabil							
Kons.mittel 1 (Schaumasil)							
Kons.mittel 2 (Silostar)							
Glycerin							
Mineralfutter (ohne Phosphat)	179,9		125,3	62,6	2	197,8	1

Ca = Kalzium, Cl = Chlorid, K = Kalium, Kons.mittel = Konservierungsmittel, Mg = Magnesium, Na = Natrium, $NaHCO_3$ = Natriumbicarbonat, P = Phosphat, S = Schwefel, Tr = Trockensteher, * = 25 % Gerste, 25 % Roggen, 36 % Mais, 10 % Lupinen, 2 % Glycerin, 2 % Zuckerrübenmelasse

Tabelle 83: Behandlungsplan

Erkrankung/Auffälligkeit	Medikamente
Gebärparese/ Stoffwechselerkrankung	Calcitat S50 Injektionslösung 500 ml i.v., Glukose-40-Lsg. 40 % 500 ml i.v., Invertzucker- Infusionslsg. ad us vet 200 mg/ml 500 ml i.v., Amynin N Infusionslsg. 1000 ml i.v., Ursolyt 153S Injektionslsg. 500 ml i.v.; ggf. Dexatat 2 mg/ml 25 ml i.v,
Mastitis	1. Behandlung Cobactan LC 75 mg i.z. + Mastiveyxym i.z. 2. Behandlung Peracef 100 mg Cefoperacon i.z. und Mastiveyxym i.z.; ggf. Ubrolexinsusp. i.z.
Pansenhypomotilität/ schlechte FA/ Vd. auf SCK/Ketoseprophylaxe	Veyxapron Pansenstarter oral; ggf. Tirsana 13/12 spezial Ergänzungsfutter 300 ml oral
Sehr schlechte FA	Mederantil 5 ml i.v.
Fieber durch Infektion	Cobactaninjektionssusp. 2,5 % 35 ml i.m.
Metritis/ NGV	Ursocyclin Schaumstäbe 1,2 g 3 Stäbe i.u. oder Clamoxyl-Uterin 1000 mg i.u., Metricure 640 mg Susp. i.u.; ggf. 25 ml Nekro Veyxym
1–3 Tage a.p.	Vitamin D3 10-15 ml i.m.
Gebärpareseprophylaxe	50-350 ml Calcitat S50 s.c. unmittelbar nach der Kalbung und in den ersten Tagen p.p. bei einem Großteil der Kühe
Ovarialzyste	Receptal i.m.

FA = Futteraufnahme, i.v. = intra venös, i.u. = in den Uterus, i.z. = in die Zitze, Lsg. = Lösung, SCK = subklinische Ketose, Susp. = Suspension, Vd. = Verdacht

Tabelle 84 a: Umcodierung der Variablen

Variable	Codierung	
Klauenbefund vorhanden	1	ja
	0	nein
Klauenbefund Diagnose	0	In Ordnung/ keine Angaben
	1	Rusterholzsches Sohlengeschwür (RU)
	2	Druckstelle (D)
	3	Lose Wand (LW)
	4	Eitrig hohle Wand(EHW)
	5	Mortellaro (M)
	6	dünne Sohle
	7	Limax
	8	RU + D
	9	D + M
	10	D + EHW
	11	D + LW
	12	EHW + RU
	13	M + LW
	14	D + RU + M
	15	D + M + LW
	16	Ballenfäule
	17	Wunde
	18	Wunde + D
	19	D + EHW + RU
	20	Rehe
	21	M+RU
	22	EHW + Limax
	23	D + EHW + dünne Sohle
	24	EHW + M
	25	RU + Rehe
	26	Rehe + M
	27	Limax + M
	28	eitrige / doppelte Sohle
	29	LW + Lederhautvorfall
	30	LW + doppelte Sohle
	31	Schäden der Sohle allgemein
	32	Lederhautvorfall
	33	dünne Sohle + D
	34	RU + dünne Sohle + D
	35	EHW + Wunde
Euterbefunde	1	CNS
	2	Sc. dysagalactiae
	3	Sc. äsculin pos.
	4	Coliformer Keim
	5	Sc. dysagalactiae + coliformer Keim
	6	St. aureus

CNS = koagulase negative Staphylococcen, D = Druckstelle, EHW = Eitrig hohle Wand, LW = Lose Wand, M = Mortellaro, RU = Rusterholzsches Sohlengeschwür, Sc. = Streptococcus, St. = Staphylococcus

Tabelle 84 b: Umcodierung der Variablen

Variable	Codierung	
Medikamente	1	Medikamente bei Kalbefieber: Calcitat S50 Injektionslösung 500 ml Glukose-40-Lsg. 40 % 500 ml Invertzucker- Infusionslösung. Ad us vet 200 mg/ml 500 ml Amynin N Infusionslösung 1000 ml Ursolyt 153S Injektionslösung 500 ml
	2	Medikamente bei Mastitis: 1. Behandlung Cobactan LC 75 mg i.z. + Mastiveyxym i.z. 2. Behandlung Peracef 100 mg Cefoperacon i.z. + Mastiveyxym i.z.
	3	Calcitat S50 Injektionslösung
	4	CalciLift D3 Bolus (Calcium, Magnesium, Vitamin D3, zur oralen Eingabe)
	5	Veyxapron
	6	Dexatat 2 mg/ml
	7	Emdocam
	8	Glucose 40-Infusionslösung 40 %
	9	Vitamin B Komplex
	10	Ursocyclin-Schaumstäbe 1,2 g
	11	Nekroveyxym
	12	Mastiveyxym
	13	Cobactan LC 75 mg Suspension
	14	Mederantil
	15	Clamoxyl Uterusstäbe
	16	Metricure 640 mg Suspension
	17	Schaumann 12/13/ Tirsana Ergänzungsfutter enthält 1,2-Propandiol (Propylenglycol) und Glycerin (pflanzlich)
Zwilling	1	ja
	0	nein
Tot	0	Ein Kalb: lebt
	1	Ein Kalb: tot
	2	Zwillinge: beide tot
	3	Zwillinge: eins von beiden tot
Kalbeverlauf	0	ohne Hilfe
	1	leichte Hilfe
	2	schwere Geburt/starke Hilfe
Uhrzeit erster Milchentzug	1	7:00–7:30
	2	15:00–15:30
	3	23:30–0:00
Abgangsursache	1	Eutererkrankung
	2	geringe Leistung
	3	sonstige
	4	Klaue/Gliedmaße
	5	Melkbarkeit
	6	Stoffwechselstörung

i.z. = in die Zitze

Tabelle 84 c: Umcodierung der Variablen

Variable	Codierung	
Erkrankung	1	Mastitis
	2	Metritis Grad II
	3	Stoffwechselstörung
	4	Gebärparese
	5	Fieber unbekannter Ursache
	6	Nachgeburtsverhallten
	7	Lahmheit/Erkrankung der Klaue/Gliedmaße
	8	Hautveränderung
	9	Pansenazidose
	10	gestörtes Allgemeinbefinden unbekannter Ursache
	11	Störung nach Geburt
	12	Labmagenverlagerung
	13	Diarrhoe
	14	Pneumonie
	15	Pansenhypermotilität
	16	Ovarialzyste
	17	Pyometra
	18	Endometritis
	19	Metritis Grad I
	20	Fruchtbarkeitsstörung
	21	Lochiometra
Parameter der Allgemeinen Untersuchung		
Allgemeinbefinden	0	Allgemeinbefinden ungestört
	1	Allgemeinbefinden geringgradig gestört
	2	Allgemeinbefinden mittelgradig gestört
	3	Allgemeinbefinden hochgradig gestört
Verhalten	0	ohne Besonderheiten
	1	somnolent
	2	komatös
	3	andere Auffälligkeit
Haltung	0	ohne Besonderheiten
	1	krummer Rücken
	2	entlastet
	3	Zehenspitzenstand
	4	fußt nicht mehr
	5	liegt fest
	6	Sägebockstellung
Lunge	0	Ohne Lungengeräusch
	1	leichtes Atemgeräusch
	2	schweres Atemgeräusch
Pflegezustand	gut	
	mäßig	
	schlecht	
Intensität Pansenkontraktion	0	keine Kontraktion
	1	leise (+)
	2	mäßig laut +
	3	laut ++
	4	sehr laut +++

Tabelle 84 d: Umcodierung der Variablen

Variable	Codierung	
Bauchdeckenspannung	weich	
	mittel	
	fest	
	nb	nicht beurteilbar, da Kuh festliegt
Steelband	0	negativ
	1	links positiv
	2	rechts positiv
	3	beidseits positiv
	4	nicht/eingeschränkt beurteilbar (festliegend)
Vaginalschleimhaut	0	rosa, feucht, glatt, glänzend, ohne Auflagerungen
	1	dunkelrosa
	2	mit Hämatomen
	3	eingerissen
	4	trocken, rosa, glatt, glänzend, ohne Auflagerungen
	5	blassrosa, feucht, glatt, glänzend, ohne Auflagerungen
	6	mit Eiter im dorsalen Winkel
	7	dunkelrosa bis rötlich
	8	mit Bläschen
	9	mit roten Flecken
Vaginalausfluss	0	negativ
	1	Nachgeburt
	2	Schleim geruchs- und farblos/Geburtsschleim
	3	Schleim verfärbt
	4	Schleim eitriger Geruch und verfärbt
Ohrtemperatur	warm	
	kühl	
	kalt	

Tabelle 85: Kotbeurteilung nach Zaaijer und Noordhuizen (2003)

Kotkonsistenz		
Score	**Kotkonsistenz**	**Vorkommen**
1	Wässrig, dünn, nicht sicher als Kot erkennbar	Kühe mit akuter Infektion
2	Dünn, soßenähnlich, Kotstruktur erkennbar. Beim auf dem Boden aufkommen spritzt der Kot	Nach üppiger Frühlingsweide oder RI
3	Dicker, soßenähnlich. Beim auf den Boden fallen gibt es ein ploppendes Geräusch. Ergibt einen gut umschriebenen Haufen, welcher sich verteilt und etwa 2cm dicke aufweist. Kein saugendes Gefühl bei der Stiefelprobe u. das Schuhsohlenprofil bleibt nicht am Kothaufen bestehen.	Ideale Kondition u. gut verdaute Ration
4	Harter, fester Kot. Verursacht schweres ploppendes Geräusch beim auf den Boden fallen. Ergibt einen gut umschriebenen Haufen, der sich in Ringen auftürmt u. kaum verteilt. Bei der Stiefelprobe fühlt man ein saugendes Geräusch, das Sohlenprofil bleibt bestehen.	RI bei einer laktierenden Kuh. Bei TS u. Färsen ist diese Konsistenz akzeptabel
5	Harter, kugelförmiger Kot, wie Pferdeäpfel	Oft bei TS u. Färsen durch RI
Unverdaute Kotfraktion		
Score	**Aussehen der unverdauten Fraktion**	**Vorkommen**
1	Adsp.: Glänzende Anteile ohne einzelne Part. Palp.: cremige Emulsion, homogen, keine Partikel palpierbar	Ideal für Laktierende u. TS
2	Adsp.: glänzend, Vereinzelt Part. sichtbar Palp.: cremige Emulsion, homogen, vereinzelt Part.. Part. sind klein, teilweise unverdaut u. stammen vom Grobfutter	Akzeptabel für Laktierende u. TS
3	Adsp.: Matt bis glänzend mit Part. Palp.: Grobes Material, nicht cremig, inhomogen. Wasser kann zwischen den Fingern hervorgepresst werden. Part. sind deutlich fühlbar. Beim Öffnen der Finger kleben in der Größe variierende Grobfutterprat. an den Fingern	Akzeptabel für TS u. Färsen, nicht jedoch für Laktierende
4	Adsp.: Mattes Aussehen, Fasern sichtbar im Kothaufen. Palp.: Rau, Wasser kann zwischen den Fingern hervor gepresst werden, Part. fallen deutlich auf. Beim Öffnen der Hand kleben große Grobfutterpart. (> 2cm) in der HF.	Ration muss überarbeitet werden
5	Adsp.: Sehr matt, unverdaute ganze Part. deutlich sichtbar. Palp.: Sehr rau, inhomogen. Nach dem Öffnen der Hand kleben ganze, unverdaute Part. aller Größen in der HF	Ration muss überarbeitet werden

Adsp. = Adspektion, HF = Handfläche, Palp. = Palpation, Part. = Partikel, RI = Rationsimbalance, TS = Trockensteher, u. = und

Tabelle 86: Bewegungsscore modifiziert nach Dirksen (2012b)

Note	Beschreibung
0	Ohne Auffälligkeiten
1	Lahmheit andeutungsweise sichtbar, Stützbeinphase geringgradig verkürzt
2	Stützbeinphase geringgradig verkürzt
3	Stützbeinphase deutlich verkürzt
4	Kranke Gliedmaße wird noch eben abgesetzt
5	Tier geht auf drei Beinen
6	Tier liegt fest

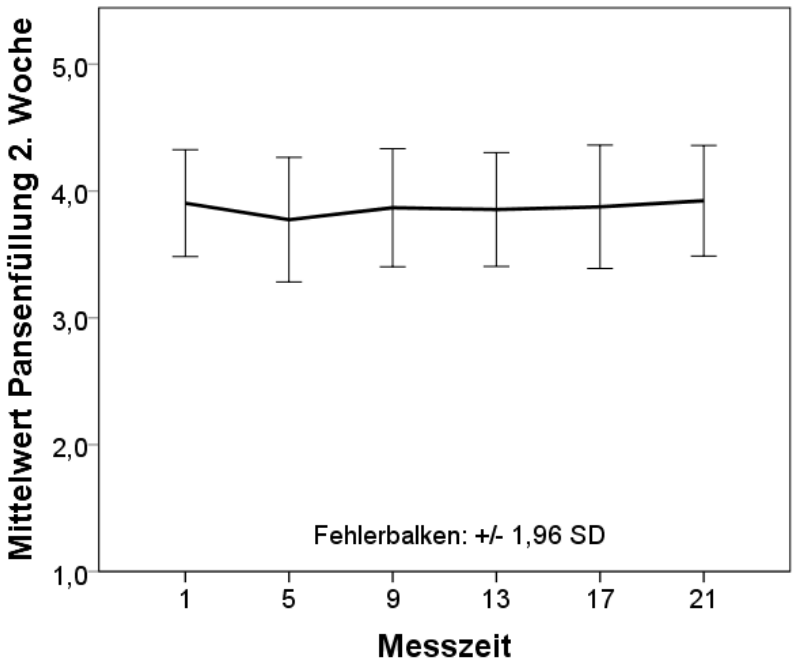


Abbildung 27: Mittelwerte der Pansenfüllungsnoten aller Kühe a.p. (Messwoche 2)

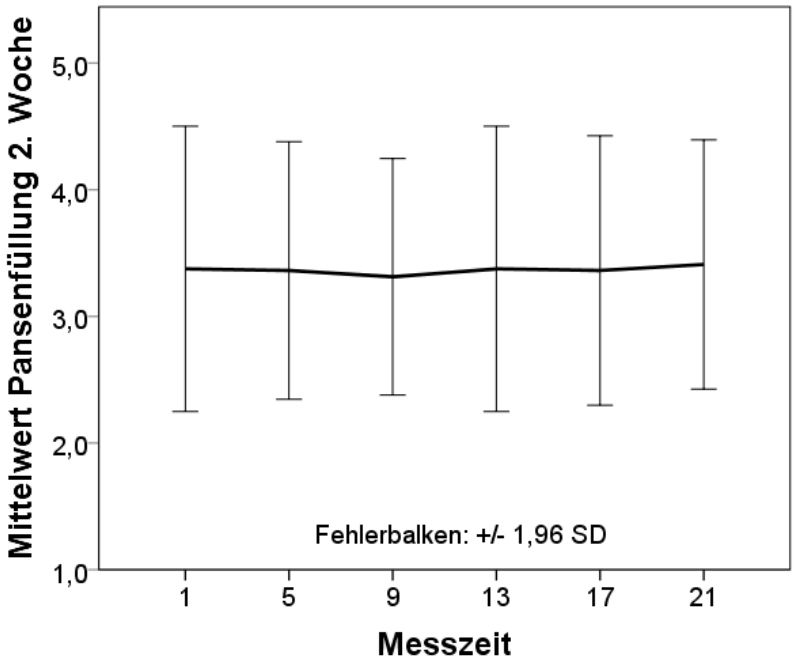


Abbildung 28: Mittelwerte der Pansenfüllungsnoten aller Kühe p.p. (Messwoche 2)

Tabelle 87: Häufigkeitsverteilung der BCS Noten

		TS	VB	Tag 0 [a]	Tag 28 [b]	Tag 60 [b]
n		109	109	108	103	100
$\bar{x}$		3,1	3,2	3,2	2,8	2,5
SD		0,5	0,4	0,4	0,4	0,5
Median		3,0	3,3	3,3	2,8	2,5
Perzentile	25	2,8	2,9	3,0	2,5	2,3
	75	3,5	3,5	3,5	3,0	2,8
Min.		2,0	2,3	2,3	1,5	1,3
Max.		4,3	4,3	4,3	3,8	3,5

a = + 7 Tage, b = ± 7 Tage, Max. = Maximum, Min. = Minimum, n = Anzahl untersuchter Tiere, SD = Standardabweichung, TS = zum Trockenstellen, VB = Zum Einstallen in die Vorbereitergruppe, $\bar{x}$ = Mittelwert

Tabelle 88: Häufigkeitsverteilung der RFD (mm)

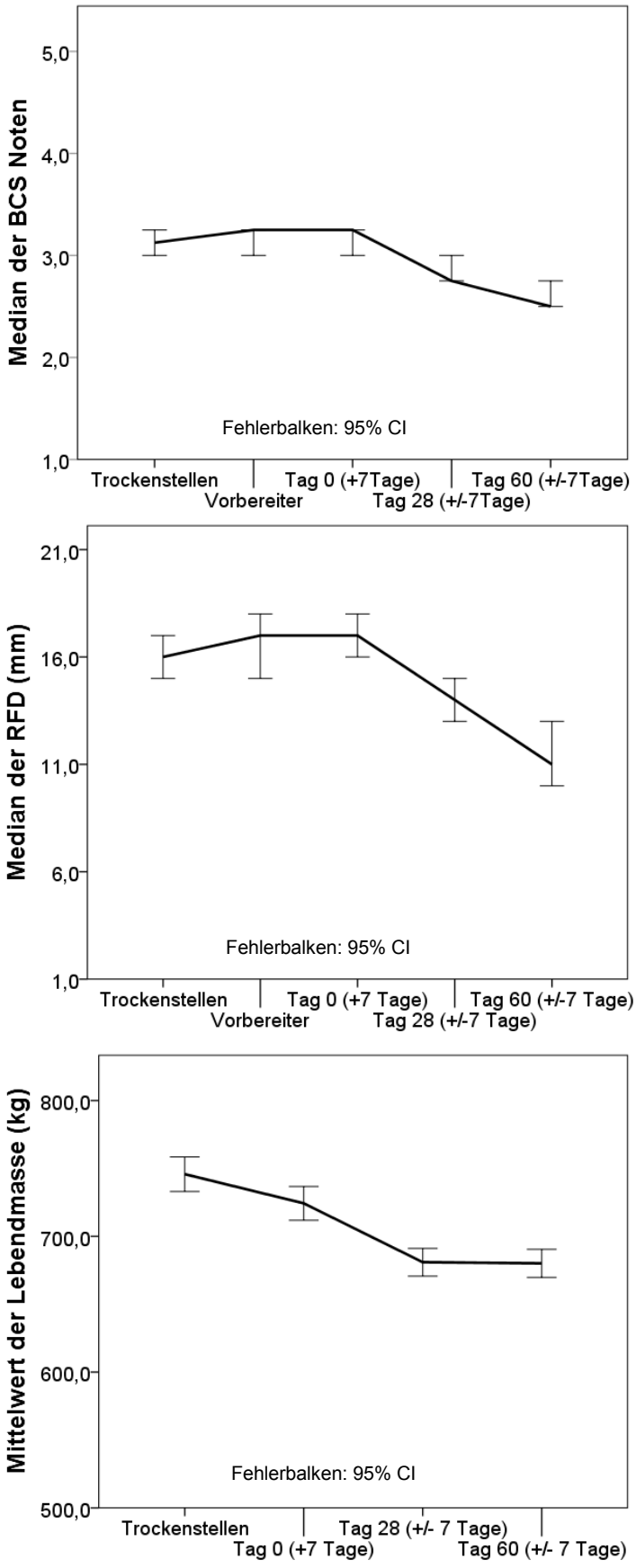
		TS	VB	Tag 0 [a]	Tag 28 [b]	Tag 60 [b]
n		105	107	108	102	99
$\bar{x}$		16,5	17,2	18,7	14,3	11,4
SD		5,4	5,3	5,6	4,5	3,9
Median		16,0	17,0	17,0	14,0	12,0
Perzentile	25	13	13	15	11	8
	75	20	20	23	17	14
Min.		6	9	8	6	5
Max.		34	33	39	26	23

a = + 7 Tage, b = ± 7 Tage, Max. = Maximum, Min. = Minimum, n = Anzahl untersuchter Tiere, SD = Standardabweichung, TS = zum Trockenstellen, VB = Zum Einstallen in die Vorbereitergruppe, $\bar{x}$ = Mittelwert

Tabelle 89: Häufigkeitsverteilung der Lebensmasse (kg)

		TS	Tag 0 [a]	Tag 28 [b]	Tag 60 [b]
n		107	108	103	100
$\bar{x}$		748,4	723,9	678,5	679,5
SD		64,8	62,4	51,2	51,1
Median		744,0	714,5	677,0	680,5
Perzentile	25	699,0	679,8	648,0	645,8
	75	794,0	768,0	709,0	711,8
Min.		626,0	599,0	575,0	542,0
Max.		926,0	879,0	804,0	793,0

a = + 7 Tage, b = ± 7 Tage, Max. = Maximum, Min. = Minimum, n = Anzahl untersuchter Tiere, SD = Standardabweichung, TS = zum Trockenstellen, VB = Zum Einstallen in die Vorbereitergruppe, $\bar{x}$ = Mittelwert



Abbbildun 29: Verlauf der BCS Noten, der RFD (mm) und der Lebendmasse (kg) über den Untersuchungszeitraum

Tabelle 90: Vorlaktationsleistung der Milch und der Fruchtbarkeit

	n	$\bar{x}$	SD	Median	Perzentil		Min.	Max.
					25	75		
MM	108	12799,2	2508,7	12649,0	10889,8	14386,0	7644,0	20018,0
305MM	108	11728,9	1769,1	11680,5	10361,0	12972,5	7623,0	15698,0
FE	108	929,1	179,5	920,0	799,3	1036,5	612,0	1589,0
305FEK	108	840,3	114,2	850,0	747,8	928,5	607,0	1095,0
RZ	109	83,2	14,0	82,0	74,0	89,5	60,0	130,0
PA	109	2,4	1,7	2,0	1,0	3,0	1,0	9,0
ZKZ	109	399,4	53,5	383,0	360,0	429,5	334,0	596,0

FE = Fett(kg)-Eiweiß(kg), Max. = Maximum, Min. = Minimum, MM = Gesamte Milchmenge (kg) der letzten Laktation, n = Anzahl untersuchter Tiere, PA = Portionsaufwand, RZ = Rastzeit, SD = Standardabweichung, ZKZ = Zwischenkalbezeit, $\bar{x}$ = Mittelwert, 305FEK = 305 - Tageleistung des Fett (%) – Eiweiß (%) - Quotienten, 305MM = 305 - Tageleistung der Milchmenge (kg)

Tabelle 91: Klauenbefund zum Trockenstellen

Klauenbefund	n	%
Befund vorhanden	58	56,9
Kein Befund	44	43,1

n = Anzahl an betroffenen Tieren

Tabelle 92: Geburtsgewicht der Kälber

		Gewicht
n		101
$\bar{x}$		42,7 kg
Median		42,2 kg
Perzentile	25	39,2 kg
	75	46,6 kg
Min.		31,6 kg
Max.		53,9 kg

Max. = Maximum Min. = Minimum, n = Anzahl untersuchter Tiere, SD = Standardabweichung, $\bar{x}$ = Mittelwert

Tabelle 93: Kalbeverlauf und Eigenschaften der Kälber

	n	%
Anzahl Kälber		
Ein Kalb	104	95,4
Zwillinge	5	4,6
Geschlecht bei einem Kalb		
Männlich	53	48,6
weiblich	51	46,8
Geschlecht bei Zwillingen		
Männlich + männlich	1	0,9
Weiblich + weiblich	1	0,9
Weiblich + männlich	3	2,8
Kalbeverlauf		
Ohne Hilfe	94	87,9
Leichte Hilfe	7	6,5
Schwere Geburt/starke Hilfe	6	5,6
Totgeburt		
Keine Totgeburt	102	93,6
Ein Kalb geboren, tot	5	4,6
Zwillinge geboren, einer tot	1	0,9
Zwillinge geboren, beide tot	1	0,9

n = Anzahl an betroffenen Tieren

Tabelle 94: Häufigkeitstabelle der Abgangsursachen

	Abgänge bis Tag 60 p.p.		Abgänge Tag 61–200 p.p.	
	n	%	n	%
Eutererkrankung	1	12,5	2	25,0
Klaue/Gliedmaße	1	12,5	1	12,5
Melkbarkeit	1	12,5	–	–
Stoffwechselstörung	2	25,0	–	–
Geringe Leistung	–	–	1	12,5
Verkauf zur Zucht	–	–	3	37,5
Sonstige	3	37,5	1	12,5
Gesamt	8	100,0	8	100,0
Nicht abgegangen	101		93	

n = Anzahl betroffener Kühe

Tabelle 95: Häufigkeitsverteilung der Blutparameter a.p.

Tag a.p.	Para-meter	Einheit	n	$\bar{x}$	Median	SD	Min.	Max.	Perzentile	
									25	75
21			95	176,9	77,9	323,1	33,2	2138,8	63,5	126,9
14	CK	IU/l	106	152,1	89,7	246,6	40,4	1966,3	70,0	126,4
7			88	281,7	97,4	590,0	43,4	4798,3	72,2	166,7
21			95	35,5	35,5	1,8	28,2	39,2	34,4	36,7
14	Albumin	g/l	106	35,8	35,8	1,8	29,9	40,6	34,7	37,1
7			88	36,2	36,4	2,0	30,8	41,1	35,0	37,4
21			95	3,8	3,6	0,8	2,2	5,9	3,2	4,4
14	Harnstoff	mmol/l	106	4,0	3,9	0,9	2,0	6,7	3,5	4,5
7			88	3,9	3,8	0,9	2,1	6,2	3,3	4,4
21			95	4,0	4,0	0,3	2,9	5,0	3,8	4,2
14	Glukose	mmol/l	106	4,0	4,0	0,4	3,0	5,1	3,8	4,3
7			88	4,0	3,9	0,4	3,0	5,2	3,7	4,2
21			95	0,1	0,1	0,1	0,0	0,8	0,1	0,2
14	NEFA	mmol/l	106	0,2	0,1	0,1	0,0	0,6	0,1	0,2
7			88	0,2	0,2	0,1	0,1	0,7	0,1	0,3
21			95	2,0	2,1	0,2	1,4	2,6	1,9	2,2
14	a. P	mmol/l	106	2,0	2,0	0,3	0,8	2,6	1,8	2,2
7			88	2,0	2,0	0,3	1,1	2,4	1,8	2,1
21			95	1,0	1,0	0,2	0,7	2,3	0,9	1,1
14	Magnesium	mmol/l	106	1,0	1,0	0,2	0,8	2,3	0,9	1,1
7			88	1,1	1,0	0,2	0,8	2,3	1,0	1,1
21			95	140,3	140,4	5,7	126,0	153,3	136,0	144,8
14	Natrium	mmol/l	106	140,5	140,2	6,6	112,4	158,0	136,9	143,5
7			88	141,1	141,2	5,1	130,5	154,4	138,5	144,3
21			95	102,3	102,5	3,1	94,9	113,2	100,0	104,1
14	Chlorid	mmol/l	106	103,3	103,4	4,5	77,7	115,5	101,8	104,9
7			88	104,1	104,4	3,2	95,7	112,3	102,1	106,0
14	Erythrozyten	T/l	100	5,4	5,4	0,5	4,3	7,1	5,1	5,8
14	Hämoglobin	mmol/l	100	9,6	9,7	0,8	6,6	11,1	8,9	10,1
14	Hämatokrit	%	100	29,7	30,0	2,3	23,5	35,0	28,2	31,3
14	MCV	µm	100	54,7	55,0	5,0	42,0	65,0	51,0	59,0
14	MCH	pg	100	17,6	17,8	1,7	13,1	21,7	16,5	18,9

a. P = anorganisches Phosphat, CK = Creatinkinase, MCH = mittlerer korpuskulärer Hämoglobingehalt, MCV = mittleres korpuskuläres Volumen, Max. = Maximum, Min. = Minimum, n = Anzahl untersuchter Tiere, SD = Standardabweichung, $\bar{x}$ = Mittelwert

Tabelle 96: Häufigkeitsverteilung der Harnparameter a.p.

Tag a.p.	Para-meter	Einheit	n	$\bar{x}$	Median	SD	Min.	Max.	Perzentile	
									25	75
21	Kalzium	mmol/l	95	2,4	1,5	2,4	0,2	13,7	0,7	3,6
14			106	2,2	1,5	2,2	0,1	9,9	0,6	3,3
7			88	3,0	2,2	3,2	0,0	18,7	0,9	4,1
21	Kalium	mmol/l	95	230,3	231,0	67,9	68,4	385,6	196,3	275,1
14			106	222,5	230,3	66,0	63,1	400,5	171,9	263,2
7			88	217,0	219,4	58,1	76,5	320,5	177,2	263,8
21	a. P	mmol/l	95	0,8	0,6	0,8	0,1	4,4	0,5	0,9
14			106	0,9	0,6	1,2	0,2	9,7	0,4	0,7
7			88	0,6	0,6	0,5	0,2	4,2	0,4	0,7
21	Kreati-nin	µmol/l	95	9582,6	8870,0	3772,6	2380,0	24590,0	7230,0	11320,0
14			106	9269,8	8875,0	3324,3	1880,0	21020,0	7380,0	10682,5
7			88	10103,9	9690,0	4171,8	824,0	28020,0	7270,0	12345,0

a. P = anorganisches Phosphat, Max. = Maximum, Min. = Minimum, n = Anzahl untersuchter Tiere, SD = Standard-abweichung, $\bar{x}$ = Mittelwert

Tabelle 97: Häufigkeitsverteilung der Blutparameter p.p

Tag p.p.	Parameter	Einheit	n	$\bar{x}$	Median	SD	Min.	Max.	Perzentile	
									25	75
3	Harnstoff	mmol/l	109	4,1	3,7	1,4	2,3	10,4	3,3	4,5
7			107	4,0	3,7	1,4	2,3	13,5	3,1	4,4
28			104	3,8	3,6	1,0	2,3	7,1	3,1	4,3
60			101	4,1	4,0	0,7	2,6	6,0	3,6	4,6
3	Bilirubin	µmol/l	109	7,2	6,1	4,3	1,6	22,1	4,1	9,0
7			107	6,0	5,4	3,5	1,6	22,8	3,7	7,0
28			104	3,9	3,8	1,5	0,6	8,4	2,8	4,7
60			101	3,0	3,1	1,0	0,8	5,3	2,3	3,7
3	Glukose	mmol/l	109	3,3	3,2	0,7	1,6	8,0	2,9	3,6
7			107	3,2	3,2	0,5	1,9	6,1	3,0	3,4
28			104	3,3	3,4	0,6	1,8	4,6	3,1	3,7
60			101	3,6	3,6	0,4	2,0	4,3	3,4	3,8
0	Anorganisches Phosphat	mmol/l	109	1,4	1,4	0,4	0,4	2,7	1,1	1,6
1			108	1,8	1,7	0,5	1,0	3,2	1,4	2,1
2			109	1,6	1,5	0,5	0,7	3,1	1,3	1,8
3			109	1,4	1,4	0,4	0,6	2,7	1,1	1,7
7			107	1,6	1,6	0,4	0,8	2,7	1,3	1,8
28			104	1,6	1,6	0,2	1,1	2,1	1,4	1,8
60			101	1,6	1,5	0,2	0,8	2,1	1,4	1,7
0	Magnesium	mmol/l	109	1,1	1,1	0,2	0,6	1,5	1,0	1,2
1			108	1,1	1,0	0,2	0,5	1,6	1,0	1,2
2			109	1,0	1,0	0,2	0,4	1,6	0,9	1,1
3			109	1,0	0,9	0,3	0,7	2,3	0,8	1,0
7			107	0,9	0,8	0,4	0,4	2,4	0,7	1,0
28			104	1,1	1,1	0,2	0,7	2,1	1,0	1,2
60			101	1,0	1,0	0,2	0,8	2,2	1,0	1,1
3	Natrium	mmol/l	109	141,2	141,6	5,4	123,2	159,6	137,2	144,9
7			107	138,9	137,9	5,0	129,0	156,7	135,6	141,8
28			104	138,7	138,1	5,2	122,1	148,5	134,8	142,8
60			101	138,7	138,6	4,8	125,2	151,0	134,9	142,3
3	Kalium	mmol/l	109	4,5	4,5	0,4	3,7	5,6	4,3	4,6
7			107	4,6	4,5	0,6	2,8	9,8	4,3	4,7
28			104	4,7	4,6	0,3	3,6	5,7	4,5	4,9
60			101	4,7	4,7	0,4	3,8	5,8	4,5	5,0
3	Chlorid	mmol/l	109	103,2	103,4	3,3	94,3	112,9	101,0	105,2
7			107	101,7	101,7	3,6	92,9	109,8	99,2	103,8
28			104	100,4	100,1	3,6	91,3	113,0	98,4	102,6
60			101	100,7	100,6	3,3	92,4	110,9	98,9	102,9
3	Kreatinin	µmol/l	109	100,1	98,1	13,8	72,8	151,7	91,3	107,9
7			107	99,2	98,3	15,4	68,6	181,5	90,2	106,2
28			104	81,8	80,6	8,5	62,7	106,9	76,1	87,8
60			101	80,9	81,0	9,3	62,8	107,0	74,0	85,9
7	MCHC	g/dl	106	31,8	31,4	1,6	28,5	36,5	30,6	32,7
28			104	32,8	32,4	1,9	27,7	36,5	31,1	34,7
60			100	32,6	32,3	1,6	28,9	36,3	31,4	33,9

Max. = Maximum, MCHC = mittlere korpuskuläre Hämoglobinkonzentration, Min. = Minimum, n = Anzahl untersuchter Tiere, SD = Standardabweichung, $\bar{x}$ = Mittelwert

Tabelle 98: Häufigkeitsverteilung der Harnparameter p.p.

Tag p.p.	Para-meter	Einheit	n	$\bar{x}$	Median	SD	Min.	Max.	Perzentile	
									25	75
7			107	7,9	8,0	0,3	6,8	8,4	7,9	8,1
28	pH-Wert		104	8,1	8,1	0,3	6,1	8,6	8,0	8,2
60			19	8,0	8,0	0,0	8,0	8,0	8,0	8,0
7			107	72,5	72,0	23,3	28,0	159,0	56,0	82,0
28	Säure	mmol/l	104	79,4	76,5	22,4	37,0	164,0	63,3	90,0
60			101	87,8	86,0	25,7	37,0	166,0	70,0	101,5
7			107	6,7	6,0	5,6	1,0	45,0	3,0	8,0
28	NH_4	mmol/l	104	6,9	6,0	7,5	0,0	58,0	4,0	8,0
60			101	5,9	5,0	3,2	1,0	18,0	3,0	7,0
7			107	8164,1	7820,0	3143,2	2360,0	17870,0	5980,0	9630,0
28	Kreatinin	µmol/l	104	5599,9	5620,0	1617,5	2140,0	11840,0	4260,0	6517,5
60			101	5721,2	5620,0	1668,4	2170,0	11030,0	4635,0	6875,0
7			107	103,1	105,0	47,6	0,9	230,0	69,4	135,0
28	Chlorid	mmol/l	104	101,0	97,8	44,9	9,8	283,0	68,8	129,0
60			101	87,3	82,9	36,8	4,8	205,0	58,5	113,5

Max. = Maximum Min. = Minimum, n = Anzahl untersuchter Tiere, SD = Standardabweichung, $\bar{x}$ = Mittelwert

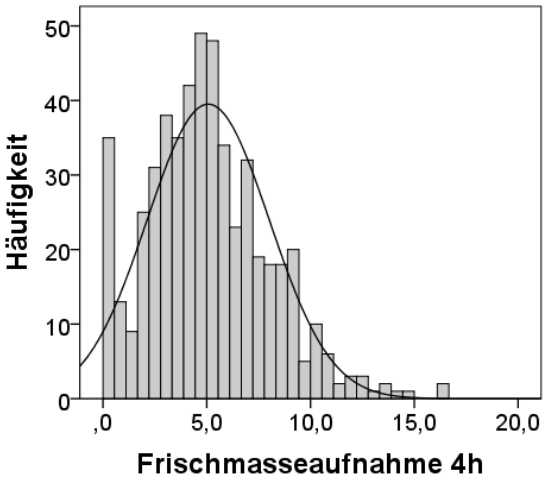


Abbildung 30: Häufigkeitsverteilung der Frischmasseaufnahme (kg) a.p. (Messintervall 4h, Messwoche 2)

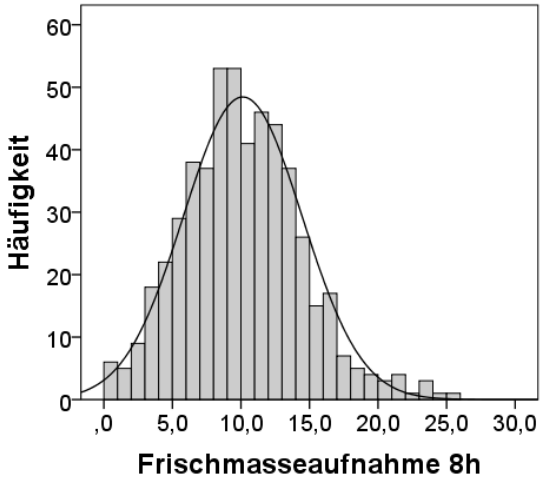


Abbildung 31: Häufigkeitsverteilung der Frischmasseaufnahme (kg) a.p. (Messintervall 8h, Messwoche 2)

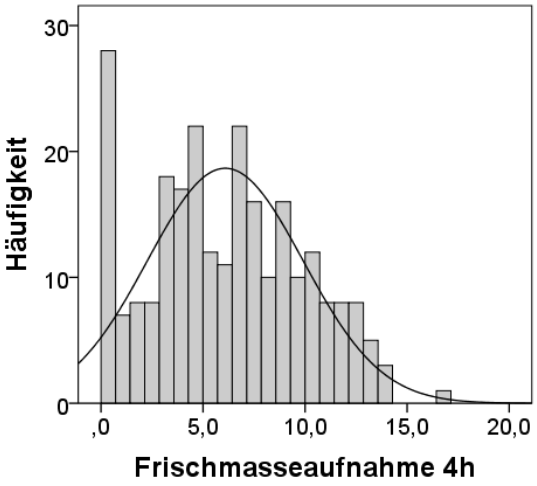


Abbildung 32: Häufigkeitsverteilung der Futteraufnahme (kg) p.p. (Messintervall 4h, Messwoche 1)

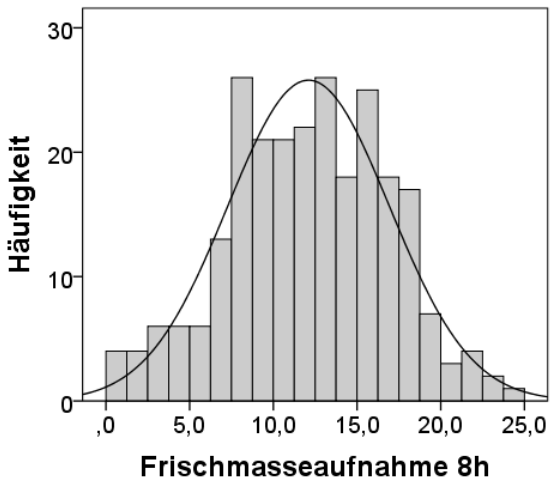


Abbildung 33: Häufigkeitsverteilung der Futteraufnahme (kg) p.p. (Messintervall 8h, Messwoche 1)

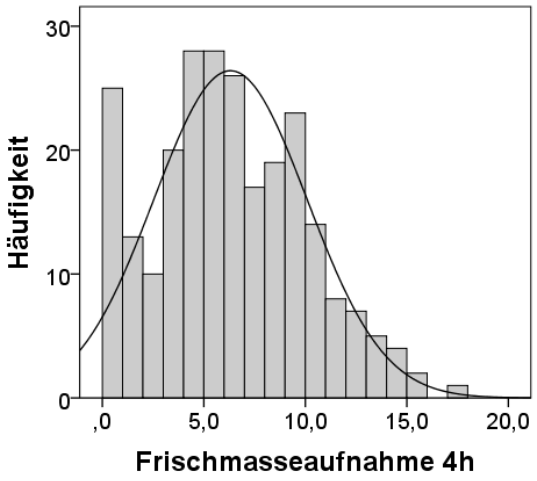


Abbildung 34: Häufigkeitsverteilung der Futteraufnahme (kg) p.p. (Messintervall 4h, Messwoche 2)

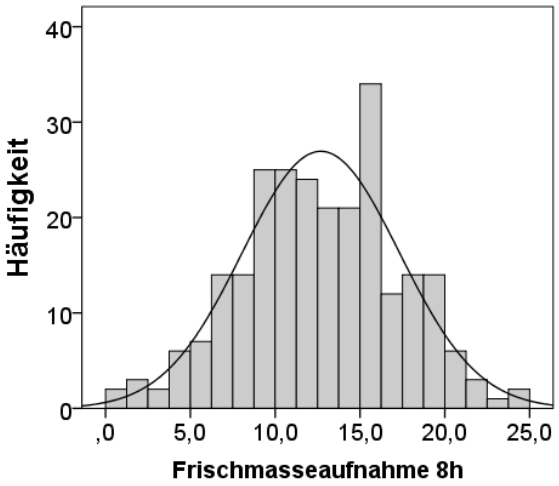


Abbildung 35: Häufigkeitsverteilung der Futteraufnahme (kg) p.p. (Messintervall 8h, Messwoche 2)

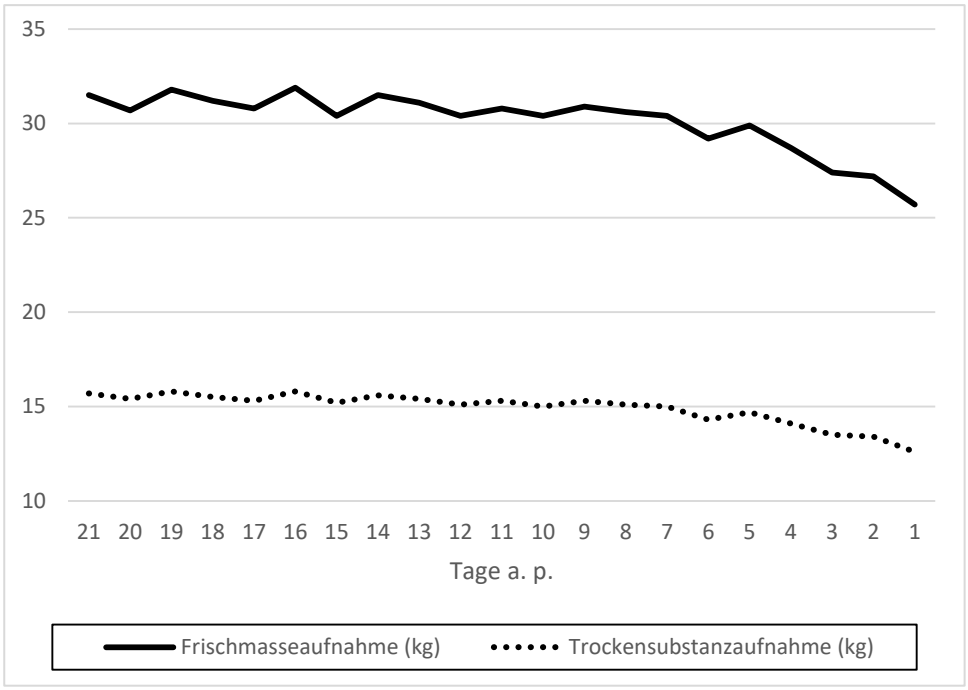


Abbildung 36: Mittelwerte der Frischmasse- und Trockensubstanzaufnahme a.p.

Tabelle 99: Häufigkeitsverteilung der Netto-Energie-Laktation (MJ/kg TS) a.p.

Tage a.p.	n	$\bar{x}$	SD	Median	Perzentile		Min.	Max.
					25	75		
21	49	102,0	19,2	101,7	87,4	117,3	61,0	139,2
20	54	99,4	19,8	101,2	87,6	107,7	53,6	178,3
19	62	102,6	19,9	105,0	86,2	116,1	50,6	141,7
18	73	100,6	16,0	102,5	89,3	112,4	66,4	139,6
17	82	99,3	17,3	98,3	88,3	109,6	58,0	144,6
16	86	103,2	17,3	103,7	92,0	114,7	61,9	141,1
15	91	98,6	15,2	95,9	87,7	109,3	64,2	139,6
14	94	101,4	17,7	102,5	91,3	115,6	53,1	136,1
13	91	100,5	16,6	100,0	88,5	112,8	53,9	147,1
12	100	98,3	19,0	97,3	85,7	112,5	53,2	134,6
11	99	100,0	17,8	99,2	88,6	110,4	51,9	141,7
10	98	97,5	17,5	99,1	85,8	111,5	41,8	133,6
9	99	99,3	18,5	96,4	86,9	112,7	44,6	150,0
8	97	98,0	17,0	96,7	84,4	110,6	60,4	140,3
7	103	97,6	19,0	95,7	84,4	112,0	44,8	143,7
6	104	93,3	18,8	94,7	81,4	105,4	42,4	143,2
5	105	95,4	21,0	91,3	82,7	108,8	52,5	161,0
4	103	91,5	20,4	92,8	76,3	105,6	52,2	171,3
3	105	87,8	21,9	87,3	71,5	104,3	34,8	146,6
2	105	86,9	22,9	86,3	71,4	101,7	37,6	151,5
1	104	81,8	22,9	84,7	63,4	100,6	17,0	125,2

Max. = Maximum Min. = Minimum, n = Anzahl untersuchter Tiere, SD = Standardabweichung, $\bar{x}$ = Mittelwert

Tabelle 100: Häufigkeitsverteilung der Netto-Energie-Laktation (MJ/kg TS) p.p.

Tage p.p.	n	$\bar{x}$	SD	Median	Perzentile		Min.	Max.
					25	75		
0	98	76,4	23,0	78,9	58,3	92,8	19,9	125,3
1	97	100,3	27,9	102,6	82,6	118,9	20,7	151,9
2	104	106,5	26,7	107,9	92,0	125,2	10,2	160,7
3	100	109,5	25,8	111,1	97,3	125,3	24,8	171,1
4	99	113,3	27,3	116,4	101,4	130,4	36,9	164,9
5	96	118,1	26,4	120,8	105,1	134,1	8,0	178,1
6	94	120,7	23,7	121,6	110,2	137,3	37,5	172,3
7	93	123,6	25,0	127,1	105,9	138,1	61,4	179,5
8	94	129,3	29,6	130,7	113,8	144,4	52,5	288,6
9	93	129,8	25,3	132,5	118,9	143,6	52,4	194,2
10	91	131,8	22,1	134,5	120,0	146,7	67,3	183,4
11	86	140,1	24,1	143,4	126,2	153,2	68,5	194,0
12	91	137,9	24,5	139,6	122,2	153,8	55,8	187,8
13	90	141,7	22,3	144,0	129,4	155,4	83,4	204,3
14	88	140,9	22,0	142,6	126,3	156,6	83,6	202,4

Max. = Maximum Min. = Minimum, n = Anzahl untersuchter Tiere, SD = Standardabweichung, $\bar{x}$ = Mittelwert

Tabelle 101: Häufigkeitsverteilung der wöchentlichen Mittelwerte der Frischmasseaufnahme (kg) p.p.

Woche p.p.	n	$\bar{x}$	SD	Median	Perzentile		Min	Max
					25	75		
1	106	31,9	6,1	32,6	28,5	36,2	12,4	44,2
2	98	38,0	5,9	38,4	34,5	41,8	21,0	51,3
3	95	42,5	5,6	43,1	39,6	45,5	23,3	56,7
4	97	45,0	5,8	45,1	42,4	47,9	27,8	60,2
5	97	47,2	5,4	47,9	44,3	50,4	29,9	61,5
6	96	48,1	5,7	48,4	45,1	51,9	31,0	62,7
7	97	49,6	5,4	50,2	46,8	53,5	28,3	61,2
8	97	50,8	4,7	50,3	47,5	54,2	34,2	61,3
9	96	51,3	5,2	51,5	47,5	54,9	28,4	61,7
10	89	52,8	4,4	52,5	49,7	55,8	44,5	63,6
11	79	52,4	4,9	52,3	48,8	55,5	39,2	63,9
12	73	52,8	5,1	52,9	49,5	57,0	39,8	62,8
13	63	52,4	5,0	52,1	48,7	56,1	38,6	64,2
14	52	52,9	4,6	53,8	49,8	55,4	38,1	61,4
15	45	53,3	4,6	53,2	50,7	56,6	41,7	62,1

Max. = Maximum Min. = Minimum, n = Anzahl untersuchter Tiere, SD = Standardabweichung, $\bar{x}$ = Mittelwert

Tabelle 102: Häufigkeitsverteilung der wöchentlichen Mittelwerte der Trockenmasseaufnahme (kg) p.p.

Woche p.p.	n	$\bar{x}$	SD	Median	Perzentile		Min.	Max.
					25	75		
1	106	15,9	3,0	16,2	14,3	17,8	6,3	21,9
2	98	19,0	2,9	19,2	17,1	20,8	10,6	26,1
3	95	21,3	2,7	21,5	20,1	22,7	11,2	29,0
4	97	22,6	2,7	22,9	21,5	24,1	14,4	30,2
5	97	23,8	2,6	24,1	22,4	25,5	14,7	31,2
6	96	24,3	2,8	24,3	22,8	26,1	16,0	31,2
7	97	25,1	2,7	25,4	23,7	27,1	14,6	31,3
8	97	25,7	2,4	25,4	24,0	27,7	17,4	31,1
9	96	25,9	2,6	26,2	24,3	27,7	14,5	31,1
10	89	26,7	2,1	26,5	25,3	28,2	22,6	32,4
11	79	26,4	2,6	26,7	24,9	28,3	19,2	32,7
12	73	26,6	2,6	26,5	24,9	28,5	17,1	31,6
13	63	26,5	2,6	26,6	24,4	28,4	18,9	31,8
14	52	26,6	2,4	26,9	25,0	27,8	18,9	31,0
15	45	26,8	2,5	26,9	25,6	28,3	20,9	32,0

Max. = Maximum Min. = Minimum, n = Anzahl untersuchter Tiere, SD = Standardabweichung, $\bar{x}$ = Mittelwert

Tabelle 103: Häufigkeitsverteilung der wöchentlichen Mittelwerte der Netto-Energie-Laktation (MJ/kg TS) p.p.

Woche p.p.	n	$\bar{x}$	SD	Median	Perzentile		Min.	Max.
					25	75		
1	106	113,0	21,2	115,1	101,4	127,1	44,4	155,3
2	98	134,8	20,7	137,1	121,4	147,8	75,4	185,5
3	95	151,7	19,2	152,4	143,7	161,3	79,3	206,1
4	97	160,5	19,2	162,7	152,6	172,0	102,3	213,3
5	97	169,0	18,5	171,4	159,2	180,9	103,9	221,4
6	96	172,5	19,9	173,3	162,2	185,0	113,9	221,9
7	97	178,5	19,1	180,6	168,6	192,7	103,7	222,1
8	97	182,5	16,8	180,5	170,4	196,8	124,3	220,2
9	96	184,5	18,5	186,3	172,6	197,0	103,1	220,9
10	89	189,6	15,3	188,4	179,7	200,5	159,5	229,2
11	79	188,0	18,2	189,2	176,6	201,8	137,0	232,6
12	73	189,3	18,8	189,5	177,6	202,9	124,4	224,5
13	63	188,5	18,5	188,7	173,8	202,3	134,7	227,9
14	52	189,6	17,4	191,6	178,0	198,2	133,8	220,2
15	45	190,9	17,5	191,1	182,0	202,0	149,6	227,0

Max. = Maximum Min. = Minimum, n = Anzahl untersuchter Tiere, SD = Standardabweichung, $\bar{x}$ = Mittelwert

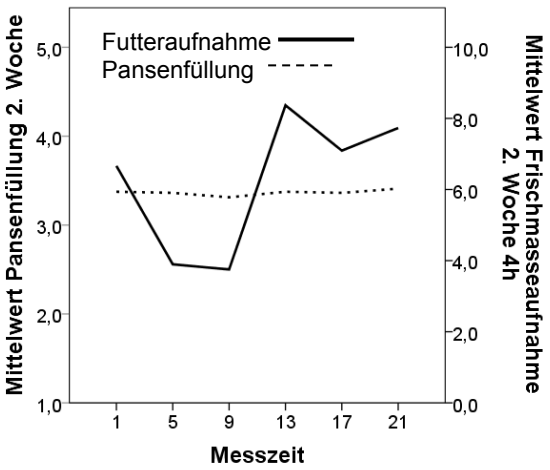


Abbildung 37: Verlauf der Pansenfüllungsnoten im Vergleich zur Frischmasseaufnahme (kg) (Messintervall 4h, Messwoche 2 p.p., Skalierung der Pansenfüllung mit ganzen Noten)

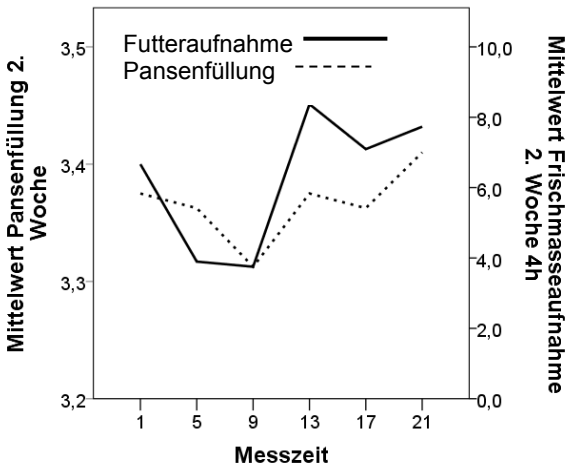


Abbildung 38: Verlauf der Pansenfüllungsnoten im Vergleich zur Frischmasseaufnahme (kg) (Messintervall 4h, Messwoche 2 p.p., Skalierung der Pansenfüllung mit 0,1 Notenschritten)

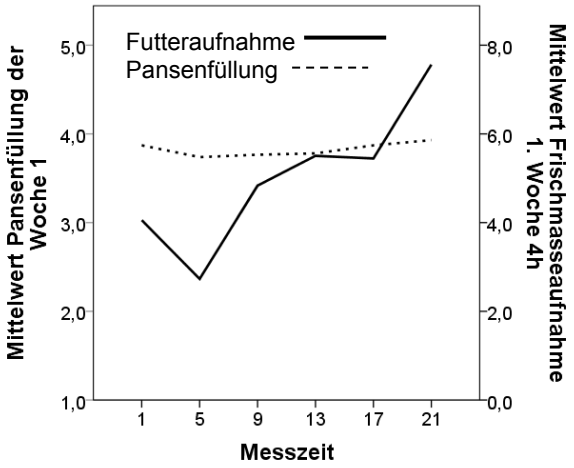


Abbildung 39: Verlauf der Pansenfüllungsnoten im Vergleich zur Frischmasseaufnahme (kg) (Messintervall 4h, Messwoche 1 a.p., Skalierung der Pansenfüllung mit ganzen Noten)

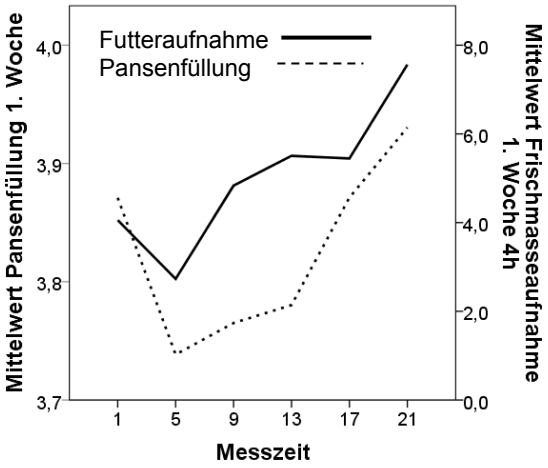


Abbildung 40: Verlauf der Pansenfüllungsnoten im Vergleich zur Frischmasseaufnahme (kg) (Messintervall 4h, Messwoche 1 a.p., Skalierung der Pansenfüllung mit 0,1 Notenschritten)

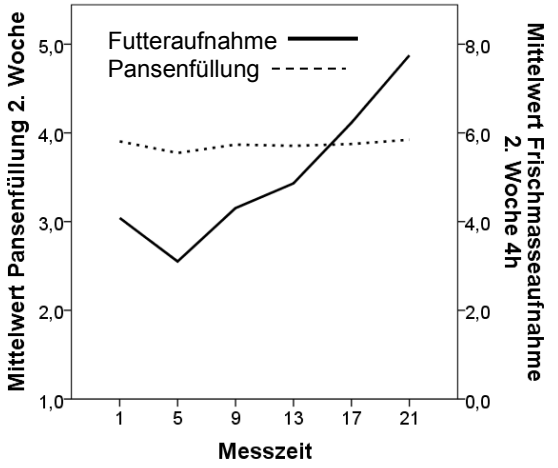


Abbildung 41: Verlauf der Pansenfüllungsnoten im Vergleich zur Frischmasseaufnahme (kg) (Messintervall 4h, Messwoche 2 a.p., Skalierung der Pansenfüllung mit ganzen Noten)

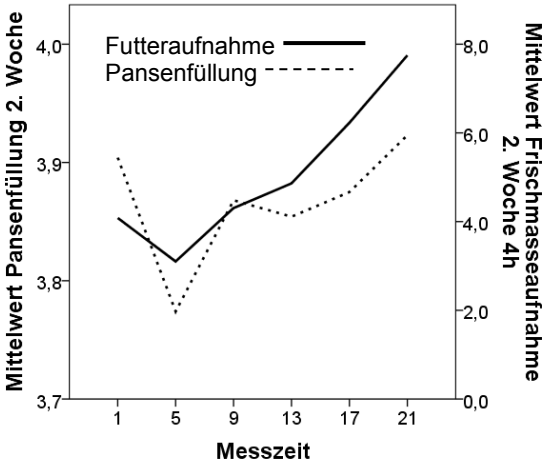


Abbildung 42: Verlauf der Pansenfüllungsnoten im Vergleich zur Frischmasseaufnahme (kg) (Messintervall 4h, Messwoche 2 a.p., Skalierung der Pansenfüllung mit 0,1 Notenschritten)

Tabelle 104: Einfluss des Messzeitpunktes auf die Pansenfüllungsnoten

	b	SE	t	p
Kühe a.p. Woche 1				
Frischmasseaufnahme 4h	< 0,001	< 0,001	0,035	0,972
Messzeitpunkt 1 Uhr	0,095	0,046	2,056	0,040
Messzeitpunkt 5 Uhr	-0,046	0,047	-0,972	0,332
Messzeitpunkt 9 Uhr	0,000[a]			
Messzeitpunkt 13 Uhr	-0,003	0,047	-0,066	0,947
Messzeitpunkt 17 Uhr	0,112	0,043	2,597	0,010
Messzeitpunkt 21 Uhr	0,216	0,035	6,132	< 0,001
Frischmasseaufnahme 8h	< 0,001	< 0,001	0,046	0,964
Messzeitpunkt 1 Uhr	0,095	0,046	2,056	0,040
Messzeitpunkt 5 Uhr	-0,046	0,047	-0,972	0,331
Messzeitpunkt 9 Uhr	0,000[a]			
Messzeitpunkt 13 Uhr	-0,003	0,047	-0,066	0,947
Messzeitpunkt 17 Uhr	0,112	0,043	2,597	0,010
Messzeitpunkt 21 Uhr	0,216	0,035	6,132	< 0,001
Kühe a.p. Woche 2				
Frischmasseaufnahme 4h	< 0,001	< 0,001	0,042	0,967
Messzeitpunkt 1 Uhr	0,114	0,027	4,193	< 0,001
Messzeitpunkt 5 Uhr	-0,112	0,040	-2,801	0,005
Messzeitpunkt 9 Uhr	0,000[a]			
Messzeitpunkt 13 Uhr	-0,024	0,038	-0,639	0,523
Messzeitpunkt 17 Uhr	-0,012	0,039	-0,294	0,769
Messzeitpunkt 21 Uhr	0,051	0,033	1,524	0,128
Frischmasseaufnahme 8h	< 0,001	< 0,001	0,087	0,931
Messzeitpunkt 1 Uhr	0,115	0,027	4,175	< 0,001
Messzeitpunkt 5 Uhr	-0,111	0,040	-2,767	0,006
Messzeitpunkt 9 Uhr	0,000[a]			
Messzeitpunkt 13 Uhr	-0,024	0,038	-0,617	0,537
Messzeitpunkt 17 Uhr	-0,011	0,039	-0,278	0,781
Messzeitpunkt 21 Uhr	0,048	0,034	1,423	0,156

a = Wert ist redundant und daher auf Null gesetzt, b = Regressionskoeffizient, p = Signifikanz, SE = Standardfehler, t = T-Test,

Tabelle 105: Einfluss des Messzeitpunktes auf die Pansenfüllungsnoten

	b	SE	t	p
Kühe p.p. Woche 1				
Frischmasseaufnahme 4h	0,058	0,010	5,731	< 0,001
Messzeitpunkt 1 Uhr	0,059	0,129	0,459	0,647
Messzeitpunkt 5 Uhr	0,158	0,129	1,221	0,223
Messzeitpunkt 9 Uhr	0,000[a]			
Messzeitpunkt 13 Uhr	0,053	0,134	0,397	0,692
Messzeitpunkt 17 Uhr	-0,001	0,133	-0,007	0,994
Messzeitpunkt 21 Uhr	0,042	0,120	0,350	0,727
Frischmasseaufnahme 8h	0,070	0,007	9,419	< 0,001
Messzeitpunkt 1 Uhr	-0,259	0,119	-2,167	0,031
Messzeitpunkt 5 Uhr	-0,078	0,117	-0,668	0,505
Messzeitpunkt 9 Uhr	0,000[a]			
Messzeitpunkt 13 Uhr	-0,126	0,124	-1,021	0,308
Messzeitpunkt 17 Uhr	-0,254	0,129	-1,971	0,050
Messzeitpunkt 21 Uhr	-0,247	0,113	-2,181	0,030
Kühe p.p. Woche 2				
Frischmasseaufnahme 4h	0,024	0,010	2,439	0,015
Messzeitpunkt 1 Uhr	0,015	0,113	0,133	0,894
Messzeitpunkt 5 Uhr	0,065	0,102	0,639	0,523
Messzeitpunkt 9 Uhr	0,000[a]			
Messzeitpunkt 13 Uhr	-0,043	0,117	-0,368	0,713
Messzeitpunkt 17 Uhr	-0,018	0,109	-0,164	0,870
Messzeitpunkt 21 Uhr	0,021	0,100	0,211	0,833
Frischmasseaufnahme 8h	0,046	0,008	5,498	< 0,001
Messzeitpunkt 1 Uhr	-0,255	0,125	-2,042	0,042
Messzeitpunkt 5 Uhr	-0,072	0,104	-0,688	0,492
Messzeitpunkt 9 Uhr	0,000[a]			
Messzeitpunkt 13 Uhr	-0,162	0,111	-1,452	0,148
Messzeitpunkt 17 Uhr	-0,309	0,117	-2,639	0,009
Messzeitpunkt 21 Uhr	-0,233	0,112	-2,081	0,038

a = Wert ist redundant und daher auf Null gesetzt, b = Regressionskoeffizient, p = Signifikanz, SE = Standardfehler, t = T-Test,

Tabelle 106: Häufigkeitsverteilung der wöchentlichen Mittelwerte der Fettmenge (g)

Woche p.p.	n	$\bar{x}$	SD	Median	Perzentile		Min.	Max.
					25	75		
1	11	1683,7	245,6	1569,1	1450,8	1941,1	1375,9	1990,3
2	86	1718,3	294,7	1710,4	1477,1	1928,6	1132,3	2455,6
3	99	1760,0	294,5	1717,5	1522,0	1989,8	1118,7	2555,0
4	103	1789,5	299,0	1735,3	1568,6	1969,3	1207,5	2585,7
5	103	1781,8	274,5	1768,3	1609,9	1930,5	1167,7	2713,0
6	100	1776,8	258,9	1749,1	1600,3	1904,7	1190,3	2606,4
7	100	1745,6	271,9	1722,2	1546,6	1940,3	1211,6	2532,6
8	97	1718,5	258,0	1697,1	1527,3	1891,5	1207,1	2791,0
9	98	1727,8	263,3	1740,3	1539,1	1906,1	1087,4	2430,2
10	91	1712,0	248,3	1699,7	1552,2	1870,4	1102,9	2229,9
11	79	1663,4	233,2	1679,5	1491,6	1832,8	1178,6	2179,3
12	74	1635,7	292,5	1641,9	1447,7	1775,0	1100,8	3154,4
13	65	1581,9	279,1	1567,1	1388,1	1779,6	920,2	2235,0
14	55	1595,0	274,3	1555,0	1405,8	1790,6	1021,7	2176,6
15	46	1583,9	269,8	1588,2	1428,9	1767,6	1037,6	2184,8
16	30	1624,7	333,5	1599,0	1422,4	1778,3	1021,7	2546,4
17	20	1472,6	243,1	1421,9	1273,9	1673,1	1073,6	1929,4
18	15	1462,5	338,4	1349,6	1196,3	1721,6	821,9	2043,1
19	8	1349,1	173,1	1315,1	1205,5	1436,9	1174,8	1702,7
20	8	1343,8	131,9	1363,4	1281,9	1461,5	1072,6	1475,3

Max. = Maximum, Min. = Minimum, n = Anzahl der untersuchten Tiere, SD = Standardabweichung, $\bar{x}$ = Mittelwert

Tabelle 107: Häufigkeitsverteilung der wöchentlichen Mittelwerte der Eiweißmenge (g)

Woche p.p.	n	$\bar{x}$	SD	Median	Perzentile		Min.	Max.
					25	75		
1	11	1360,3	123,5	1362,6	1288,5	1441,8	1129,1	1556,2
2	86	1356,9	213,1	1355,3	1209,2	1493,8	707,2	1809,0
3	99	1408,8	189,3	1416,6	1308,6	1537,6	701,8	1774,5
4	103	1434,4	202,8	1440,5	1303,6	1577,5	766,4	1797,7
5	103	1438,7	235,0	1449,2	1331,0	1605,3	469,4	1883,0
6	100	1468,1	206,5	1477,2	1327,5	1637,6	841,2	1840,0
7	100	1502,7	183,6	1498,0	1401,7	1627,9	977,9	1979,0
8	97	1497,3	168,3	1478,8	1381,0	1620,6	964,4	1873,4
9	98	1486,8	160,8	1478,4	1377,2	1609,0	1012,0	1874,3
10	91	1499,9	174,9	1488,8	1369,0	1630,4	1050,5	1882,4
11	79	1473,7	180,4	1490,9	1335,6	1604,2	1002,6	1834,7
12	74	1459,9	169,6	1478,9	1328,1	1586,6	1048,2	1777,2
13	65	1451,3	180,5	1465,0	1317,9	1591,7	915,1	1768,2
14	55	1429,2	171,3	1464,0	1317,4	1536,9	1012,4	1734,7
15	46	1456,5	157,4	1471,8	1347,8	1568,1	1184,0	1797,3
16	30	1454,1	174,2	1434,7	1354,4	1570,9	1156,6	1890,6
17	20	1385,5	189,4	1421,3	1252,5	1511,3	809,2	1646,8
18	15	1322,5	209,2	1406,7	1143,3	1444,4	868,2	1622,7
19	8	1338,8	169,4	1322,1	1178,9	1520,6	1114,1	1541,9
20	8	1326,5	161,0	1275,5	1188,1	1474,3	1135,5	1580,0

Max. = Maximum, Min. = Minimum, n = Anzahl der untersuchten Tiere, SD = Standardabweichung, $\bar{x}$ = Mittelwert

Tabelle 108: Häufigkeitsverteilung der wöchentlichen Mittelwerte des Fett (%) – Eiweiß (%) - Quotienten

Woche p.p.	n	$\bar{x}$	SD	Median	Perzentile		Min.	Max.
					25	75		
1	11	1,2	0,1	1,2	1,1	1,4	1,0	1,5
2	86	1,3	0,2	1,3	1,1	1,4	0,9	2,3
3	99	1,3	0,2	1,2	1,1	1,4	0,9	1,9
4	103	1,3	0,2	1,2	1,1	1,3	0,9	2,5
5	103	1,3	0,3	1,2	1,1	1,4	0,7	2,9
6	100	1,2	0,2	1,2	1,1	1,3	0,8	2,0
7	100	1,2	0,2	1,2	1,1	1,3	0,8	2,0
8	97	1,2	0,2	1,1	1,0	1,3	0,8	2,0
9	98	1,2	0,1	1,2	1,1	1,3	0,8	1,5
10	91	1,1	0,1	1,1	1,1	1,2	0,8	1,4
11	79	1,1	0,2	1,1	1,0	1,2	0,8	1,6
12	74	1,1	0,2	1,1	1,0	1,2	0,7	1,9
13	65	1,1	0,2	1,1	1,0	1,2	0,7	1,7
14	55	1,1	0,2	1,1	1,0	1,2	0,7	2,1
15	46	1,1	0,2	1,1	1,0	1,2	0,7	1,4
16	30	1,1	0,2	1,1	1,0	1,2	0,7	1,6
17	20	1,1	0,1	1,1	1,0	1,2	0,8	1,3
18	15	1,1	0,2	1,2	0,9	1,2	0,8	1,7
19	8	1,0	0,1	1,0	1,0	1,1	0,8	1,1
20	8	1,0	0,1	1,0	0,9	1,1	0,9	1,2

Max. = Maximum, Min. = Minimum, n = Anzahl der untersuchten Tiere, SD = Standardabweichung, $\bar{x}$ = Mittelwert

Tabelle 109: Häufigkeitsverteilung der wöchentlichen Mittelwerte der fettkorrigierten Milch (kg)

Woche p.p.	n	$\bar{x}$	SD	Median	Perzentile		Min.	Max.
					25	75		
1	11	39,8	4,8	39,5	35,2	44,4	33,1	45,8
2	86	41,3	6,1	41,3	36,5	45,3	27,9	55,7
3	99	43,7	6,3	43,5	39,5	49,2	29,1	57,9
4	103	45,1	6,2	44,7	40,6	49,7	32,1	60,8
5	103	45,3	6,3	45,5	41,8	48,6	26,7	63,2
6	100	45,7	5,7	45,7	41,9	49,7	32,5	59,7
7	100	45,5	5,8	45,1	40,7	49,4	35,1	61,2
8	97	45,0	5,3	44,5	40,9	48,6	33,8	62,7
9	98	44,8	5,5	44,9	40,9	48,4	32,2	59,4
10	91	44,5	5,4	44,2	41,3	48,0	32,9	58,3
11	79	43,5	4,9	43,8	39,5	47,1	34,5	53,3
12	74	42,7	5,9	42,5	39,1	46,6	32,0	69,1
13	65	41,4	5,7	41,1	37,0	45,8	27,4	53,2
14	55	41,3	5,3	41,4	37,4	45,5	28,2	51,6
15	46	41,1	5,1	41,5	38,9	44,2	29,4	53,0
16	30	41,7	6,2	41,4	37,9	45,5	28,2	55,4
17	20	38,6	5,8	38,4	33,4	44,3	25,1	47,2
18	15	37,5	6,7	39,3	32,2	42,2	22,6	48,4
19	8	35,9	4,6	35,9	31,2	40,6	30,0	42,0
20	8	36,0	4,7	34,7	32,4	41,2	29,6	42,6

Max. = Maximum, Min. = Minimum, n = Anzahl der untersuchten Tiere, SD = Standardabweichung, $\bar{x}$ = Mittelwert

Tabelle 110: Häufigkeitsverteilung der wöchentlichen Mittelwerte der energie-korrigierten Milch (kg)

Woche p.p.	n	$\bar{x}$	SD	Median	Perzentile		Min.	Max.
					25	75		
1	11	39,8	4,3	40,2	35,4	43,9	33,9	45,8
2	86	41,0	5,8	40,8	36,9	44,9	28,0	54,8
3	99	43,2	5,9	43,0	39,7	48,0	27,3	55,9
4	103	44,5	5,8	44,1	40,8	49,0	31,4	58,1
5	103	44,7	6,1	44,9	41,6	48,1	23,8	61,2
6	100	45,3	5,5	45,4	41,6	48,9	30,8	57,4
7	100	45,3	5,4	44,9	40,5	48,8	34,1	60,6
8	97	44,9	5,0	44,3	41,2	48,6	32,7	57,9
9	98	44,7	5,1	45,2	40,9	47,7	31,8	58,0
10	91	44,5	5,2	44,6	41,4	47,8	33,0	57,8
11	79	43,6	4,8	44,1	39,4	46,9	33,9	52,6
12	74	42,8	5,5	42,6	39,3	46,8	32,4	64,8
13	65	41,8	5,4	41,8	37,3	46,2	29,1	52,4
14	55	41,5	4,9	42,1	38,2	44,7	29,5	51,2
15	46	41,6	4,8	42,2	39,6	44,2	30,8	52,7
16	30	42,0	5,7	41,4	39,1	45,4	29,5	55,1
17	20	39,2	5,6	39,6	34,1	43,9	24,8	47,5
18	15	37,9	6,3	39,8	32,3	42,3	23,3	48,2
19	8	36,7	4,7	36,3	32,2	41,7	30,6	42,8
20	8	36,7	4,6	35,9	32,9	41,8	30,7	43,2

Max. = Maximum, Min. = Minimum, n = Anzahl der untersuchten Tiere, SD = Standardabweichung, $\bar{x}$ = Mittelwert

Tabelle 111: Kreuztabelle der Trächtigkeitsergebnisse und der Pansenfüllung

Parameter	Pansenfüllung a.p.								
	Verlauf gestört			Note ≤ 2,5			Note ≤ 2,5		
	Tag 21–1 a.p.			Tag 14–8 a.p.			Tag 7–1 a.p.		
	0	1	p	0	1	p	0	1	p
nicht tragend an Tag 200 p.p.	18	48	0,053[a]	28	48	1,000[b]	27	51	0,550[a]
tragend an Tag 200 p.p.	13	14		2	5		4	11	
nicht tragend nach 1. Bes.	38	20	0,137[a]	48	2	0,130[b]	47	11	0,424[a]
tragend nach 1. Bes.	31	8		32	5		34	5	
Parameter	**Pansenfüllung p.p.**								
	Verlauf gestört			Note < 2,5			Note < 3,0		
	Tag 1–7 p.p.			Tag 1–2 p.p.			Tag 3–7 p.p.		
	0	1	p	0	1	p	0	1	p
nicht tragend an Tag 200 p.p.	23	52	0,265[a]	26	51	0,974[a]	12	32	0,240[a]
Tragend an Tag 200 p.p.	8	10		5	10		19	30	
nicht tragend nach 1. Bes.	47	11	0,851[a]	51	7	0,236[a]	26	32	0,532[a]
tragend nach 1. Bes.	31	8		30	8		20	19	

a = Pearson Chi-Quadrat Test, b = Exakter Test nach Fisher (zweiseitig), p = Signifikanz, 0 = Anzahl der nicht betroffenen Tiere, 1 = Anzahl der betroffenen Tiere

Tabelle 112: Beziehung zwischen Erkrankungen p.p. sowie Abgängen p.p. und der Pansenfüllung a.p.

Erkrankung		Pansenfüllung a.p.								
		Verlauf gestört			Note ≤ 2,5			Note ≤ 2,5		
		Tag 21–1 a.p.			Tag 14–8 a.p.			Tag 7–1 a.p.		
		0	1	p	0	1	p	0	1	p
SCK Woche 1 p.p.	0	69	27	1,000[b]	79	7	0,592[b]	78	17	0,215[b]
	1	9	4		12	0		13	0	
SCK Tag 28/60 p.p.	0	68	28	0,755[b]	78	7	0,589[b]	78	17	0,215[b]
	1	10	3		13	0		13	0	
Mastitis	0	63	24	0,694[a]	73	5	0,629[b]	73	13	0,746[b]
	1	15	7		18	2		18	4	
Fieber	0	63	22	0,265[a]	70	4	0,357[b]	72	12	0,525[b]
	1	15	9		21	3		19	5	
Lahmheit p.p.	0	43	19	0,558[a]	51	3	0,697[b]	52	9	0,748[a]
	1	35	12		40	4		39	8	
NGV	0	67	27	1,000[b]	78	7	0,589[b]	79	15	1,000[b]
	1	11	4		13	0		12	2	
Gruppe SW/Allg.	0	69	20	0,775[b]	76	6	1,000[b]	74	15	0,732[b]
	1	15	5		15	1		17	2	
Uterus-erkrankungen	0	59	16	0,555[a]	62	6	0,433[b]	63	11	0,712[a]
	1	25	9		29	1		28	6	
Pansenazidose	0	73	29	1,000[b]	69	6	1,000[b]	69	14	0,757[b]
	1	5	2		22	1		22	3	
Diarrhoe	0	62	20	0,102[a]	70	4	0,357[b]	70	11	0,360[b]
	1	16	11		21	3		21	6	
Abgang bis Tag 60 p.p.	0	72	29	0,823[a]	84	7	1,000[b]	85	16	1,000[b]
	1	6	2		7	0		6	1	
Abgang Tag 61 bis 200 p.p.	0	66	27	0,631[b]	76	7	1,000[b]	78	15	1,000[b]
	1	3	2		5	0		4	1	
Ovarialzysten	0	69	28	1,000[b]	80	7	1,000[b]	81	15	1,000[b]
	1	9	3		11	0		10	2	

a = Pearson Chi-Quadrat Test, b = Exakter Test nach Fisher (zweiseitig), c = Behandlung mit Pansenstimulans p.p., p = Signifikanz, 0 = Anzahl der nicht erkrankten/nicht betroffenen Tiere, SCK = subklinische Ketose, 1 = Anzahl der erkrankten/betroffenen Tiere, 0 = Anzahl der nicht betroffenen/nicht erkrankten Tiere

Tabelle 113: Beziehung zwischen Erkrankungen p.p., Abgängen p.p. sowie Fruchtbarkeit und der Pansenfüllung p.p.

Erkrankung		Pansenfüllung p.p.								
		Verlauf gestört			Note < 2,5			Note < 3,0		
		Tag 1–7 p.p.			Tag 1–2 p.p.			Tag 3–7 p.p.		
		0	1	p	0	1	p	0	1	p
SCK spät	0	77	19	0,071[b]	79	15	0,065[b]	46	49	0,231[a]
	1	7	6		8	5		4	9	
Mastitis	0	69	18	0,267[a]	71	14	0,356[b]	39	47	0,696[a]
	1	15	7		16	6		11	11	
SW/ Allg.	0	69	20	0,775[b]	74	15	0,322[b]	44	45	0,156[a]
	1	15	5		13	5		6	13	
Diarrhoe	0	63	19	0,919[a]	68	12	0,092[a]	38	43	0,824[a]
	1	21	6		19	8		12	15	
Abg. spät	0	75	18	0,269[b]	77	15	1,000[b]	44	49	0,371[b]
	1	3	2		4	1		1	4	
Tragend	0	32	15	0,052[a]	36	10	0,483[a]	18	28	0,198[a]
	1	52	10		51	10		32	30	

a = Pearson Chi-Quadrat Test, Abg. Spät = Abgang Tag 61 bis 200 p.p., b = Exakter Test nach Fisher (zweiseitig), c = Behandlung mit Pansenstimulans p.p., p = Signifikanz, 0 = Anzahl der nicht erkrankten/nicht betroffenen Tiere, SCK spät = subklinische Ketose Tag 28/60 p.p., SW/Allg. = Gruppe SW/Allg., Tragend = Tragend bis Tag 200p.p., 1 = Anzahl der erkrankten/betroffenen Tiere, 0 = Anzahl der nicht betroffenen/nicht erkrankten Tiere

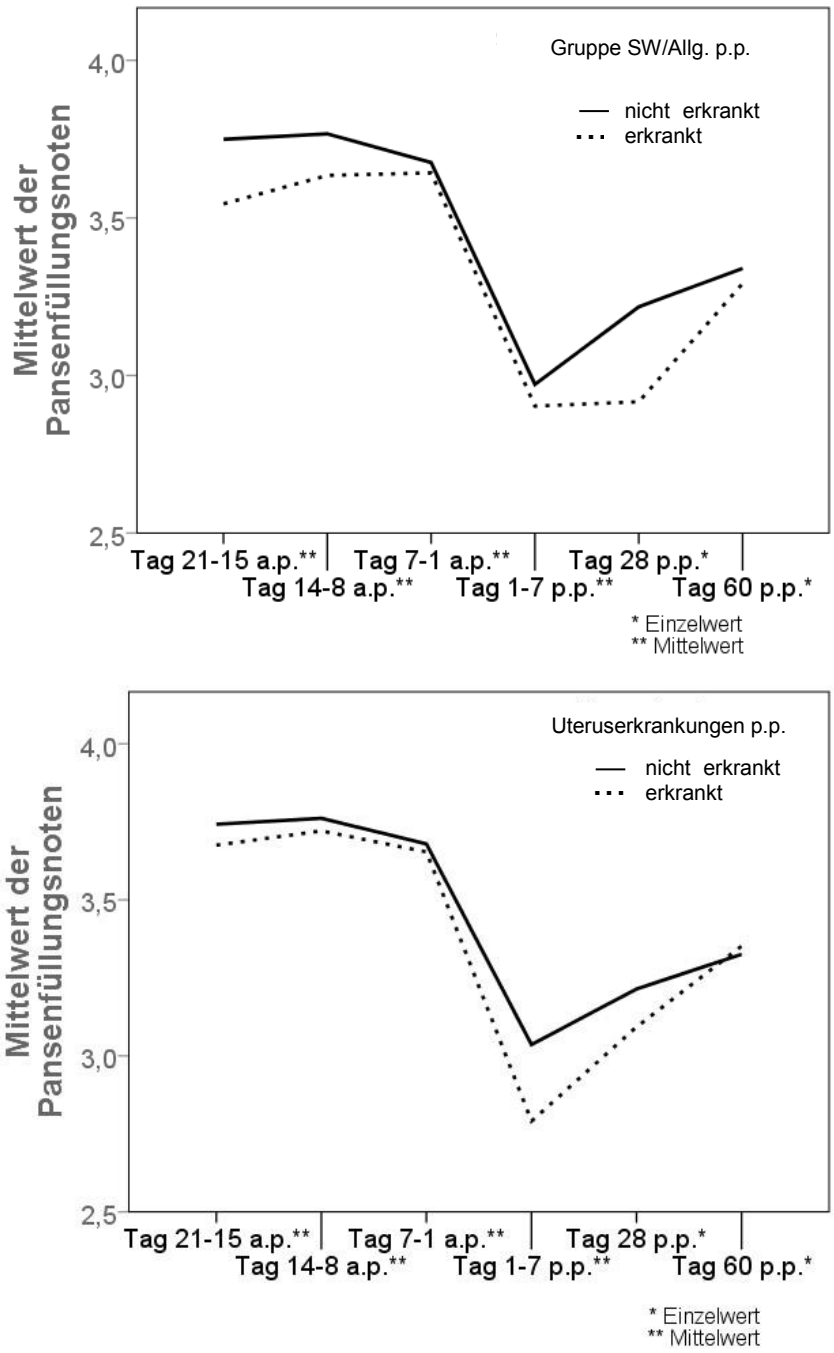


Abbildung 43: Verlauf der Pansenfüllungsmittelwerte von Kühen, der Gruppe SW/Allg. p.p. und Kühen, die nicht zur Gruppe SW/Allg. gehören (oben) sowie mit und ohne Uteruserkrankungen p.p. (unten)

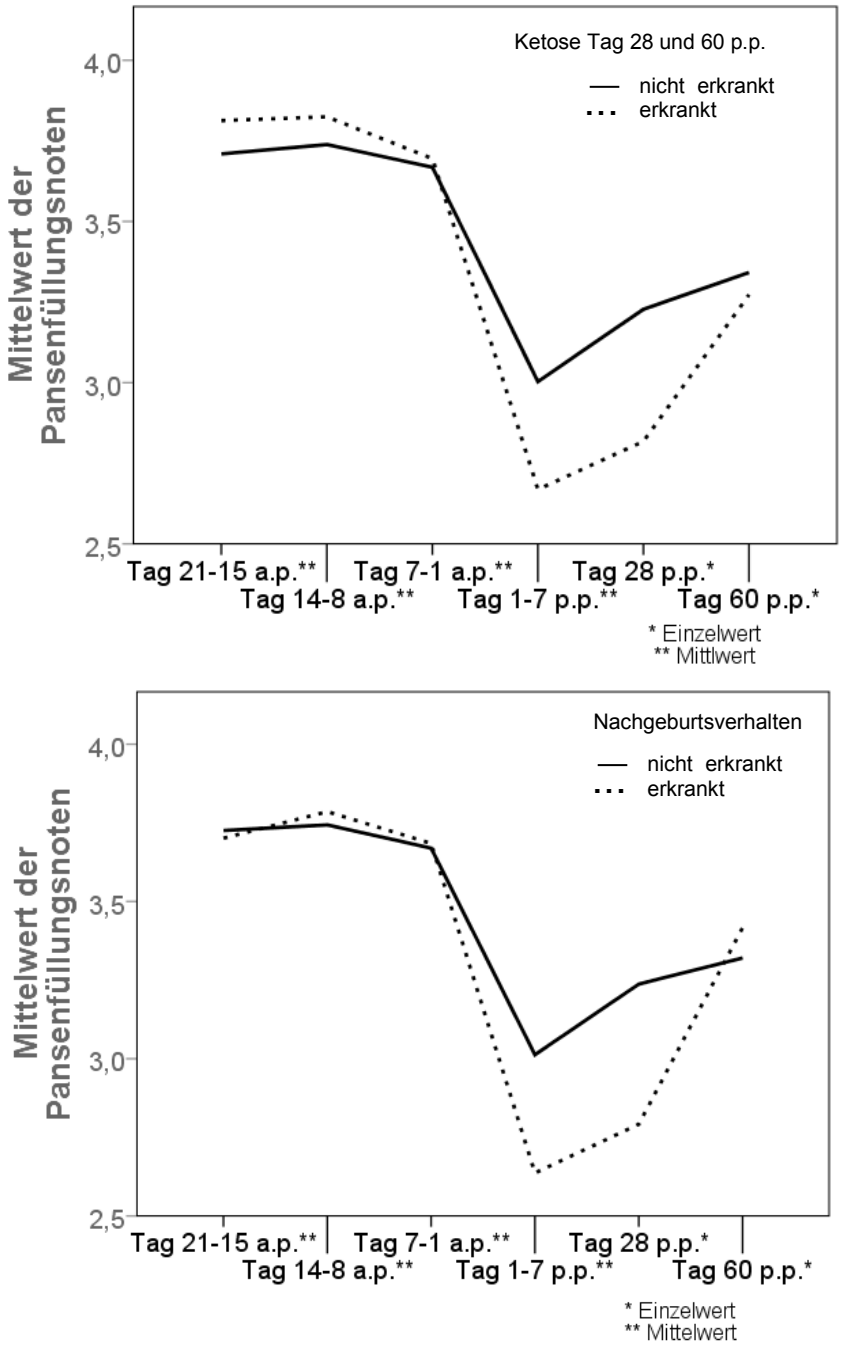


Abbildung 44: Verlauf der Pansenfüllungsmittelwerte von Kühen mit und ohne subklinischer Ketose an Tag 28 und 60 p.p. (oben) und NGV (unten)

11. Publikationsverzeichnis

Vorträge:

Seminarveranstaltung, „Aktuelle Informationen für die Fütterungsberatung“
des Arbeitskreises „Futter und Tierfütterung“ Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau des Landes Sachsen-Anhalt, Bernburg, 2. Juni 2016:
Götze, K., Engelhard, T.
„Pansenfüllung und Futteraufnahmen sowie deren Einfluss auf die Tiergesundheit und Stoffwechsel von Milchkühen im Geburtsnahen Zeitraum“

41. Leipziger Fortbildungsveranstaltung Labordiagnostik und Bestandsbetreuung,
Medizinische Tierklinik der Veterinärmedizinischen Fakultät Leipzig, Leipzig, 24. Juni 2016:
Götze, K., Pieper, L., Staufenbiel, R.
„Eignung der peripartalen Pansenfüllung als Kuhsignal als Managementmethode zur Schätzung der Futteraufnahme von Milchkühen“

Weitere Vorträge zu Auswertungen aus dem Datensatz:

42. Tag des Milchviehhalters in Sachsen-Anhalt,
Bernburg und Iden, 5./6. April 2016:
Engelhard, T., Götze, K.
„Klauengesundheit und Fütterung – Wechselwirkungen von großer Bedeutung“

Poster:

11. Berlin-Brandenburgischer Rindertag, Klinik für Klauentiere, Berlin, 2016:
Götze, K., Pieper, L., Engelhard, T., Staufenbiel, R.
„Eignung der peripartalen Pansenfüllung als Kuhsignal für das Herdenmanagement“

Zeitschriftenartikel:

Engelhard, T., Götze, K., Meyer, A. (2016):
Magere Kuh, lahmke Kuh.
Elite. 6: 68-72.

12. Danksagung

An erster Stelle gilt mein Dank Herrn Univ. Prof. Dr. Staufenbiel für die Auswahl des Themas und die ständige Förderung während der Erstellung der Dissertation. Ich bin für das mir entgegengebrachte Vertrauen in mein Können sehr dankbar. Zum großen Teil ist das Schreiben dieser Arbeit nur durch seine Unterstützung möglich gewesen.

Ich danke meinen Eltern, Michaela und Ralf, für die Geduld, Ermutigung und die Zuversicht. Sie haben mir immer alles ermöglicht, was ich mir vorgenommen habe und stets an mich geglaubt. Ich wünschte mein Vater könnte diese Arbeit lesen. Es hätte ihn sicher mit Freude erfüllt.

Dr. Laura Pieper danke ich für ihre Unterstützung bei den statistischen Analysen sowie als Lektorin. Durch sehr viel Ruhe und Geduld konnte sie mich immer wieder motivieren und mir auch Freude an der Statistik vermitteln.

Meiner Mitstudentin und Kollegin Patricia Crivellaro bin ich für ihre vielen lieben Worte, die ständige moralische Unterstützung, das gemeinsame Lachen, Trösten, Motivieren und die Hilfe bei der Probennahme sowie v. a. bei den Tagesprofilen zu Dank verpflichtet.

Ich danke Herrn Engelhard, Leiter der Versuchsanstalt der LLG Sachsen-Anhalt, für die Ermöglichung der Durchführung der Probennahmen in Iden sowie für seine Hilfe, Unterstützung und Tipps. Weiterhin danke ich der Landwirtschaftskammer Niedersachsen für die Unterstützung der Datenerfassung im Rahmen der Projektdurchführung. Zudem danke ich dem gesamten Team im Dezernat 32 (Milchviehhaltung und -zucht) in Iden.
Mein besonderer Dank gilt dabei Frau Andert für die großartige Hilfe bei der Blut- und Harnprobennahme sowie der Auswertung der NSBA. Des Weiteren danke ich Frau Helm für ihre Hilfe bei der Körperkonditionsbeurteilung, Lebendmasse-Wägung und für die Hilfe bei der Erstellung der Medikamentenlisten. Darüber hinaus danke ich Frau Riemann für das Bereitstellen der Futteraufnahme- und Milchleistungsdaten sowie deren akkurate Erfassung. Ein wesentlicher Anteil dieser Arbeit wäre ohne diese Daten nicht zustande gekommen.

Ein besonderer Dank gilt auch den tollen Mitarbeitern im Milchviehstall von Iden. Es hat immer sehr viel Spaß gemacht mit diesem super Team zu arbeiten. Vielen Dank für die Unterstützung. Ein großes Dankeschön gilt dem Herdenmanager, Herrn Zarwel, der die Probenahme ermöglichte und häufig Denkanstöße lieferte.

Ich danke auch Frau Waberowski, Mitarbeiterin des Labors der Klauentierklinik der FU Berlin, für die großartige Leistung all die Proben aufzubereiten und auszuwerten. An dieser Stelle danke ich auch Herrn Dr. Hilmert, Leiter des Labors der Klauentierklinik der FU Berlin, für seine Mithilfe. Des Weiteren danke ich den Mitarbeitern der Klauentierklinik für die Zusammenarbeit.

Zuletzt möchte ich meiner Familie und Freunden danken für die Ermutigung und den nötigen Ausgleich von der Arbeit. Vor allem danke ich Holger, für die großartige Unterstützung als Lektor sowie bei den Analysen und bei so manch einem Formatierungs-Dilemma. Die vielen tiefgründigen Gespräche und Diskussionen haben mir häufig neue Anregungen sowie Sicherheit in meine Arbeit gegeben. Seine Aufmunterung war stets ein großer Antrieb für mich. Zuletzt gilt ein besonderer Dank Lena, Lina und Marielle für die Arbeit als Lektorinnen, sowie Karin und Heinz-Hermann für den unschlagbaren Optimismus.

13. Selbstständigkeitserklärung

Hiermit bestätige ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig angefertigt habe. Ich versichere, dass ich ausschließlich die angegebenen Quellen und Hilfen in Anspruch genommen habe.

Berlin, den 04.10.2017

Katharina Götze

mbvberlin | mensch und buch verlag
39,90 Euro | ISBN: 978-3-86387-850-4