

Aus der Tierklinik für Fortpflanzung
des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

**Vergleichende Untersuchungen zu den Auswirkungen einer acht- und einer
vierwöchigen Trockenstehdauer auf die Eutergesundheit bei Milchkühen**

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

vorgelegt von
Yvonne Hosse
Tierärztin
aus Berlin

Berlin 2012

Journal-Nr.: 3573

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Jürgen Zentek
Erster Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Heuwieser
Zweiter Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Rudolf Staufenberg
Dritter Gutachter: PD Dr. Bernd-Alois Tenhagen

Deskriptoren (nach CAB-Thesaurus):

dry period, dairy cows, cattle, udder quarters, somatic cell count, milk yield

Tag der Promotion: 08.03.2013

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: 978-3-86387-287-8

Zugl.: Berlin, Freie Univ., Diss., 2012

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 2013

Choriner Str. 85 - 10119 Berlin

verlag@menschundbuch.de – www.menschundbuch.de

Meinem Vater, meiner Mutter, meinem Bruder Markus und meinem Freund Dennis –
Und allen, die immer an mich geglaubt haben.

Inhalt	Seite
Abkürzungsverzeichnis	VI
1. Einleitung	1
2. Literaturübersicht	2
2.1. Trockenstehzeit	2
2.1.1. Funktion der Trockenstehzeit	2
2.1.1.1. Funktionelle Phasen der Trockenstehzeit	3
2.1.1.2. Kritische Darstellung der Einteilung der funktionellen Phasen	5
2.1.2. Infektionsrisiken während der Trockenstehzeit	6
2.1.3. Fütterungsmanagement während der Trockenstehzeit	10
2.1.3.1. Rohfaserreiche, energiearme Fütterungsphase	10
2.1.3.2. Energiereiche Fütterungsphase	11
2.2. Mögliche Effekte einer Verkürzung der Trockenstehzeit auf die Eutergesundheit	13
2.2.1. Einfluss auf die Milchleistung in der Folgelaktation	13
2.2.2. Einfluss auf Involution und Regeneration der Milchdrüse in der Trockenstehzeit	16
2.2.3. Einfluss auf Infektionen und Mastitiden während der Trockenstehzeit und in der Folgelaktation	17
2.2.3.1. Zellzahlen vor und während der Trockenstehzeit sowie in der Folgelaktation	18
2.2.3.2. Bakteriologie vor und während der Trockenstehzeit sowie in der Folgelaktation	21
2.2.4. Einfluss auf den Eiweißgehalt im Kolostrum in der Folgelaktation	24
2.3. Forschungsbedarf	25

3.	Material und Methoden	26
3.1.	Ziel der Untersuchung	26
3.2.	Betrieb	27
3.3.	Tiere in der Untersuchung	27
3.3.1.	Versuchsgruppen	27
3.3.2.	Fütterungsmanagement der Gruppen	30
3.4.	Probenmaterial und klinische Untersuchungen	32
3.4.1.	Zytobakteriologische Untersuchungen	33
3.4.2.	Kolostrumproben	35
3.4.3.	Klinische Untersuchung des Euters vor dem Trockenstellen	36
3.4.4.	Tropfkontrollen nach dem Trockenstellen	36
3.4.5.	Kontrolle der Involution	36
3.4.6.	Aufeutern, Euterödem und Milchfluss vor der Kalbung	37
3.4.7.	Klinische Mastitiden	37
3.5.	Untersuchung der Proben im Labor	37
3.5.1.	Bestimmung der Zellzahlen der Milch	37
3.5.2.	Bakteriologie der Milch	38
3.5.3.	Bestimmung des Eiweißgehaltes im Kolostrum	38
3.6.	Statistische Auswertung der erhobenen Daten	39
4.	Ergebnisse	43
4.1.	Tiere in der Untersuchung	43

4.2.	Zellzahlen der Milch	43
4.2.1.	Zellzahlen zu den verschiedenen Probenahmezeitpunkten	43
4.2.2.	Zellzahlen vor dem Trockenstellen und fünf bis sechs Tage nach der Kalbung in den beiden Versuchsgruppen (kurz und lang)	45
4.2.3.	Zellzahlen vor dem Trockenstellen und 21 Tage nach der Kalbung in den beiden Versuchsgruppen (kurz und lang)	46
4.2.4.	Zellzahlen in beiden Versuchsgruppen (kurz und lang) in Abhängigkeit von der Anzahl der Laktationen der Tiere	47
4.2.5.	Zellzahlen bei einem Grenzwert von 200.000 je ml Milch	47
4.2.6.	Verhältnis der Zellzahlen zur Trockenstehdauer	48
4.3.	Bakteriologie der Milch	50
4.4.	Eiweißgehalt im Kolostrum	52
4.5.	Klinische Untersuchung des Euters vor dem Trockenstellen	55
4.5.1.	Euterform	55
4.5.2.	Symmetrie der Euterhälften	55
4.5.3.	Abziehbarkeit der Euterhaut	56
4.5.4.	Konsistenz des Drüsengewebes	56
4.5.5.	Zisternen- und Rollgriff	57
4.5.6.	Befunde des Euters und Zellzahlen vor dem Trockenstellen	57
4.5.7.	Befunde des Euters vor dem Trockenstellen und Zellzahlen nach der Kalbung	58
4.6.	Tropfkontrollen nach dem Trockenstellen	59
4.7.	Kontrolle der Involution	59
4.7.1.	Grad der Involution	59
4.7.2.	Symmetrie der Involution	60
4.7.3.	Involution und Zellzahlen vor dem Trockenstellen und nach der Kalbung	61

4.7.4.	Einfluss der Befunde des Euters vor dem Trockenstellen auf die Involution	62
4.8.	Aufeutern, Euterödem und Milchfluss vor der Kalbung	62
4.8.1.	Grad des Aufeuterns vor der Kalbung	62
4.8.2.	Euterödem und Milchfluss vor der Kalbung	64
4.9.	Klinische Mastitiden	65
4.9.1.	Mastitis, Euterform, Symmetrie des Euters und Konsistenz des Drüsengewebes	66
4.9.2.	Mastitis, Grad der Involution und Symmetrie der Involution	66
4.10.	Krankheiten	67
4.11.	Milchmengen in den Leistungskontrollen	67
5.	Diskussion	69
5.1.	Studienaufbau	69
5.2.	Zellzahlen der Milch	69
5.3.	Bakteriologie der Milch	72
5.4.	Eiweißgehalt im Kolostrum	73
5.5.	Klinische Untersuchung des Euters vor dem Trockenstellen	74
5.6.	Kontrolle der Involution	75
5.7.	Aufeutern, Euterödem und Milchfluss vor der Kalbung	77

5.8.	Klinische Mastitiden	77
5.9.	Krankheiten	79
5.10.	Milchmengen in den Leistungskontrollen	79
5.11.	Schlussfolgerungen	80
6.	Zusammenfassung	82
7.	Summary	84
8.	Literaturverzeichnis	86

Abkürzungsverzeichnis

a.p.	ante partum
BU	bakteriologische Untersuchung
geom. Mittel	geometrisches Mittel
GfE	Gesellschaft für Ernährungsphysiologie
k	kurz (für kurze Trockenstehdauer)
l / L	lang (für lange Trockenstehdauer) / long (für englisch long dry period)
LLG	Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt
ME	englische Abkürzung mature equivalent
µl	Mikroliter
n	Anzahl
neg.	negativ
NEL	Netto Energie Laktation; Einheit für die Angabe des Energiegehaltes der Futtermittelration
NRC	National Research Council
p	Abkürzung für p-Wert; Signifikanzwert, Überschreitungswahrscheinlichkeit vom englischen probability (Wahrscheinlichkeit); Kennzahl zur Auswertung statistischer Tests
pH	pondus Hydrogenii (lateinisch pondus = Gewicht, Hydrogenium = Wasserstoff); gibt als pH-Wert Auskunft über die saure, basische oder neutrale Beschaffenheit einer Flüssigkeit
r	Abkürzung für den Korrelationskoeffizienten
R ²	Bestimmtheitsmaß; in der Statistik Maß für den Anteil der Varianz einer abhängigen Variablen; im linearen Regressionsmodell das Quadrat des multiplen Korrelationskoeffizienten
S	short (für englisch short dry period = kurze Trockenstehdauer)
SD	standard deviation (englisch für Standardabweichung, mittlere quadratische Abweichung)
spp.	steht in der Biologie für mehrere, nicht im Einzelnen zu nennende Spezies einer Gattung als Zusatz hinter deren wissenschaftlichem Namen
TMR	Totale Mischration

TS

das Trockenstellen

UDP

undegradable protein (englisch für unabbaubarer Rohproteinanteil)

1. Einleitung

Die Trockenstehzeit ist wichtig für die Leistungsfähigkeit der Kuh in der Folgelaktation. Schon seit Jahrzehnten besteht eine Diskussion um die Dauer dieser Trockenstehzeit. Zahlreiche Untersuchungen erörtern die notwendige Trockenstehdauer und Fütterung für eine optimale Stoffwechsellage. Fütterungsempfehlungen vom National Research Council (NRC) und der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE) sehen eine zweiphasige Trockensteherfütterung als optimal an. Ziel dieser Fütterung ist eine bedarfsgerechte Energie- und Nährstoffversorgung der Tiere (GfE, 2001; NRC, 2001). Dadurch sollen Stoffwechselentgleisungen nach der Kalbung verhindert und die Kuh auf eine weitere Hochleistungslaktation vorbereitet werden.

Es wird zunehmend nach alternativen Trockenstehmanagements gesucht, da die Unterteilung in mehrere Trockenstehergruppen und die jeweilige Fütterung arbeits-, zeit- und kostenintensiv ist. Zu diesen Alternativen gehören eine verkürzte oder gar ein Wegfall der Trockenstehzeit (Sørensen und Enevoldsen, 1991; Enevoldsen und Sørensen, 1992; Bachman, 2002; Bachman und Schairer, 2003; Gulay et al., 2003; Annen et al., 2004; Rastani et al., 2005; Kuhn et al., 2006; de Feu et al., 2009). Bislang wurde vornehmlich der Einfluss der Trockenstehdauer auf die Milchmenge untersucht. Der Einfluss der Trockenstehdauer auf die Eutergesundheit selbst wurde hingegen wenig betrachtet (Church et al., 2008; Pezeshki et al., 2010; Pinedo et al., 2011). Viele der älteren Studien wurden retrospektiv ausgewertet. Dadurch gab es keine sicheren Rückschlüsse, worauf die verringerten Milchmengen beruhten (Gulay et al., 2003; Rastani et al., 2005).

Eutererkrankungen zählen neben Fruchtbarkeitsstörungen und Gliedmaßenerkrankungen zu den häufigsten Abgangsursachen bei Kühen. Nachteilige Einflüsse der Trockenstehdauer auf die Eutergesundheit müssen daher schon allein aus Tierschutzgründen vermieden werden. Aber auch wirtschaftliche Gründe sind hier von Interesse, da Eutererkrankungen erhöhte Zellzahlen und Einbußen in der Milchmenge bedeuten.

Im Rahmen dieser Dissertation soll untersucht werden, inwiefern eine auf vier Wochen verkürzte Trockenstehdauer mit einphasiger Fütterung Einfluss auf die Eutergesundheit in der Folgelaktation hat. Diese Untersuchung erfolgt in einer Gegenüberstellung mit der bislang empfohlenen achtwöchigen Trockenstehdauer mit zweiphasiger Fütterung.

2. Literaturübersicht

2.1. Trockenstehzeit

2.1.1. Funktion der Trockenstehzeit

Die Trockenstehzeit dient dazu, dass sich das weibliche Säugetier, in unserem Fall die Kuh, und insbesondere das Euter regenerieren kann. Die Regeneration beinhaltet die Involution und erneute Proliferation des Drüsenepithels. Die Folge dieser Vorgänge ist ein Austausch alternder Drüsenepithelzellen (Capuco et al., 1997). Untersuchungen zeigten, dass sich der Wegfall der Trockenstehzeit nachteilig auf die Regenerationsvorgänge im Euter auswirkt. Die Milchleistung (Bachman und Schairer, 2003; Annen et al., 2004; Rastani et al., 2005; Pezeshki et al., 2010) und die Widerstandsfähigkeit (Hurley, 1989; Annen et al., 2004; Kuhn et al., 2006) der Milchdrüse in der Folgelaktation werden dadurch beeinflusst.

Ohne erfolgte Trockenstehzeit kommt es laut Rastani et al. (2005) und de Feu (2009) zu einer Reduktion der Milchleistung in der Folgelaktation. Folglich unterstützen diese Studien genau wie Capuco et al. (1997) und weitere Studien (Hurley, 1989; Bachman und Schairer, 2003; Annen et al., 2004; Kuhn et al., 2006) die Theorie, dass eine Trockenstehzeit notwendig ist, um in der Folgelaktation eine maximale Milchproduktion zu erreichen. Energiebilanz und Stoffwechsellage wiesen ohne erfolgte Trockenstehzeit eine Verbesserung auf (Rastani et al., 2005; de Feu et al., 2009). Dies beruhte wahrscheinlich auf einer gesteigerten Trockenmasseaufnahme sowie einem geringeren Anstieg der Milchleistung nach der Kalbung (Rastani et al., 2005; Pezeshki et al., 2010).

Bislang ging man davon aus, dass eine ausreichende Vorbereitung der Kuh auf die folgende Laktation und eine hohe Milchleistung nur bei Trockenstehdauern von etwa acht Wochen erreicht werden können (Keown und Everett, 1986; Funk et al., 1987; Makuza und McDaniel, 1996). Diese Schlussfolgerung ergab sich vornehmlich aus Datenauswertungen von verschiedenen Milchviehbetrieben. Aus diesen Auswertungen ging hervor, dass Kühe mit kürzerer oder wesentlich längerer Trockenstehzeit geringere Milchleistungen erbrachten. Es wurde aber nicht berücksichtigt, weshalb es zu kürzeren oder wesentlich längeren Trockenstehzeiten kam (z.B. bei Zwillingsträchtigkeiten, Spätaborten, Frühgeburten, Mastitiden, spontaner Abnahme der Milchmenge bzw. ungenügender Milchmenge) und ob

diese Trockenstehzeiten geplant waren. Dies wurde bereits von mehreren Autoren bemängelt (Bachman und Schairer, 2003; Gulay et al., 2003; Annen et al., 2004; Rastani et al., 2005; Pezeshki et al., 2010). Auch müssen bei der Betrachtung retrospektiver Studien mögliche unkontrollierte Umwelteinflüsse beachtet werden. Diese haben zusätzlich zu den herangezogenen Trockenstehdauern und Zwischenkalbezeiten Einfluss auf die Milchleistung. Diese These wird durch die geringe Wiederholbarkeit von Milchmengen in verschiedenen Laktationen ein und derselben Kuh gestützt (Funk et al., 1987; Makuza und McDaniel, 1996). Offensichtlich hatten Umweltfaktoren größeren Einfluss auf die Trockenstehdauer als genetische Faktoren. Somit sind retrospektive Betrachtungen zwar sehr informativ, müssen aber mit Vorsicht interpretiert werden, da viele unkontrollierte Variablen enthalten sein können (Bachman und Schairer, 2003). Dieser Einwand wird in neueren retrospektiven Studien (Kuhn et al., 2006; Pinedo et al., 2011) berücksichtigt. Eine der neueren retrospektiven Studien wurde direkt zur genaueren Betrachtung dieser Aspekte durchgeführt (Pinedo et al., 2011).

2.1.1.1. Funktionelle Phasen der Trockenstehzeit

Die Trockenstehzeit wurde nach Smith und Todhunter (1982) in drei funktionelle Phasen eingeteilt. Diese sind die Phase der Involution, die Ruhephase und die Phase des Aufeuterns. Die Phase der Involution wurde von Schulz und Wendt (1986) noch weiter in eine Stauungsphase und eine Rückresorptionsphase unterteilt. Die Existenz der Ruhephase ist umstritten (Hurley, 1989; Capuco et al., 1997).

- Phase der Involution (Rückbildung)

Die Phase der aktiven Involution beginnt mit Beendigung des letzten Melkvorganges vor dem Trockenstellen. Während der Phase der Involution sinkt die Produktion an Milch Inhaltsstoffen aufgrund eines beginnenden Rückbaus sezernierender Gewebe (Smith und Todhunter, 1982). Während der drei- bis fünftägigen Stauungsphase kommt es durch den intramammären Sekretionsdruck zum Stopp der Milchsekretion (Schulz und Wendt, 1986). Dadurch wird die Alveolarepithelinvolution beschleunigt und die Milch-Blut-Schranke gelockert (Schulz und Wendt, 1986). Dieser Prozess beginnt direkt nach Überschreiten des Melkzeitrhythmus (Zeit

zwischen zwei Melkzeiten) der Kuh in Abhängigkeit vom Trockenstellverfahren (abrupt oder schleichend), von der aktuellen Milchleistung der Kuh, von einer Euterstimulation (z.B. Euterpalpation, Sekretprobennahme) und von anderen Einflüssen (Schulz und Wendt, 1986). Das bedeutet, bei einer Kuh mit hoher Milchleistung und achtstündigem Melkrhythmus, würde beispielsweise bei abruptem Trockenstellen bereits 14 Stunden nach dem letzten Melken aufgrund des höheren intramammären Sekretionsdrucks die Involution des Alveolarepithels schneller ablaufen als bei einer Kuh mit niedriger Milchleistung und zwölfstündigem Melkrhythmus. Während der Rückresorptionsphase ist aufgrund der Lockerung der Milch-Blut-Schranke die Resorption von flüssigen und gelösten Milchbestandteilen möglich. Durch diesen Vorgang vermindert sich mit der Zeit der Stauungsdruck im Euter (Schulz und Wendt, 1986). Zeitgleich kommt es im Euter zu Ab- und Umbauprozessen in Sekret und Milchdrüsengewebe. Zwischen Eutersekret und Blut erfolgen Austauschvorgänge. Diese haben wesentliche Sekretveränderungen zur Folge, aus denen der Verlust der Stimulierbarkeit des Euters resultiert (Schulz und Wendt, 1986). Diese Phase endet 21 bis 25 Tage nach dem Trockenstellen (Hurley, 1989; Capuco et al., 1997) mit einer vollständigen Involution des milchbildenden Epithels und dem klinischen Bild eines trockenstehenden Euters (Schulz und Wendt, 1986).

In der Phase der Involution wird ein Kreatinpfropf ausgebildet, der den Strichkanal verschließt. Er stellt einen Barrierschutz gegenüber einer Keimbesiedelung über den Strichkanal während der Trockenstehzeit dar. Ein Teil der Euterviertel bleibt die gesamte Trockenstehzeit hinüber unverschlossen. Nur etwas über 50 % der Euterviertel waren bereits nach der ersten Woche der Trockenstehdauer mit einem Kreatinpfropf verschlossen. Nach drei Wochen waren es erst 68 % aller untersuchten Euterviertel (Dingwell et al., 2004).

Im Gegensatz zu den meisten anderen Tierarten sind Milchkühe bereits wieder tragend, wenn der Milchentzug gestoppt wird. Dementsprechend wird die Involution (Rückbildung) des Milchdrüsengewebes in der Trockenstehzeit zwar durch den Milchstau gefördert. Dem entgegen stehen aber die durch die Trächtigkeit eingeleitete An- bzw. Neubildung des Milchdrüsengewebes sowie die bevorstehende Milchsynthese (Capuco et al., 1997; Capuco und Akers, 1999).

- Ruhephase (Steady-State)

Die Phase der steady-state Involution (Ruhephase) umfasst einen Zeitraum, in dem die Milchdrüse vollständig zurückgebildet ist und einen nichtsekretorischen Zustand erreicht hat (Smith und Todhunter, 1982; Schulz und Wendt, 1986). Die Synthese-, Speicherungs- und Abgabefunktion der Milchdrüse sind zum Stillstand gekommen. Das Aussehen ähnelt histologisch dem einer juvenilen Milchdrüse (Schulz und Wendt, 1986). Die Ruhephase tritt etwa 21 bis 25 Tage nach dem Trockenstellen (Hurley, 1989; Capuco et al., 1997) direkt im Anschluss an die Phase der aktiven Involution ein.

- Phase des Aufeuterns (einschließlich Kolostrumbildung)

Im Stadium der Laktogenese (Milchbildungsphase, auch Aufeutern genannt) findet die Regeneration und Differenzierung des sekretorischen Milchdrüsengewebes statt. Die Kolostrogenese (Sekretion des Kolostrums) wird eingeleitet (Smith und Todhunter, 1982). Die Einleitung dieser Phase ist hormongesteuert (Schulz und Wendt, 1986). Diese Vorgänge beginnen je nach Autor etwa zwei (Schulz und Wendt, 1986), drei bis vier (Hurley, 1989) bzw. fünf Wochen (Capuco et al., 1997) vor der Kalbung.

2.1.1.2. Kritische Darstellung der Einteilung der funktionellen Phasen

Die beschriebene Einteilung nach Smith und Todhunter (1982) beruhte auf der Auswertung und Beurteilung von Volumen und Zusammensetzung des Milchdrüsensekretes und auf Schlussfolgerungen histologischer Untersuchungen von Nagermilchdrüsen. Schulz und Wendt (1986) sprachen aufgrund des in der Zisterne des Kuheuters gemessenen Drucks von einer Stauungs- und einer Rückresorptionsphase während der Phase der Involution. Capuco et al. (1997) untersuchten zu verschiedenen Zeitpunkten des Trockenstehens die Euter der geschlachteten Versuchskühe mikroskopisch und molekularbiologisch. Während einer sechzig-tägigen Trockenstehdauer kam es zu keinem wesentlichen Verlust an Milchdrüsenzellen. Daher seien die Begriffe Involution und Regression unangemessen und irreführend (Capuco et al., 1997). Am 25. Tag nach dem Trockenstellen (entsprechend 35 Tage ante partum) sind keine sekretorisch fungierenden Epithelzellen in der Milchdrüse mehr

nachweisbar. Die Involution des Euters kann also als vollendet betrachtet werden. Es wird jedoch auch darauf verwiesen, dass direkt im Anschluss eine erneute Proliferation der Drüsenepithelzellen und Differenzierung zu sekretorischen Drüsenzellen erfolgt. Diese erreicht bereits 20 Tage ante partum einen Anteil von 78 % und sieben Tage ante partum einen Anteil von 98 % der Drüsenepithelzellen. Aufgrund dieser Beobachtung ist es zweifelhaft, ob es bei 60 Tagen Trockenstehdauer vor Beginn der erneuten Proliferation und Regeneration der Milchdrüse zu einer Ruhephase des Euters kommt (Capuco et al., 1997). Die Bedeutung der Trockenstehzeit besteht somit in dem Austausch bzw. der Reparatur geschädigter und alternder Epithelzellen vor der nächsten Laktation. Zumal es keinen Unterschied in der Anzahl der Milchdrüsenzellen zwischen laktierenden und trockenstehenden Kühen im Zeitraum von 60 Tagen ante partum gab. Jedoch war die DNA-Syntheserate im Eutergewebe bei trockenstehenden Kühen 80 % höher als bei laktierenden Kühen. Dies spricht für eine gesteigerte Zellteilung im nicht laktierenden Eutergewebe (Capuco et al., 1997). Hurley (1989) erklärte aufgrund histologischer Untersuchungen ebenfalls, dass es während einer 45 bis 60 Tage andauernden Trockenstehzeit keine Ruhephase gäbe. Auf eine etwa 21 Tage währende Phase der aktiven Involution folge umgehend eine drei bis vier Wochen vor der Kalbung einsetzende erneute Anbildung der Milchdrüse. Ausschlaggebend für diese Aussage war auch hier das Vorhandensein von Sekretvakuolen in den Drüsenepithelzellen (Hurley, 1989).

2.1.2. Infektionsrisiken während der Trockenstehzeit

Die Milchdrüse der Kuh ist während der Übergangszeiten von Laktation zu Involution und von der Involution zur Kolostrumsynthese empfänglich für Neuinfektionen (Oliver, 1988). Die Zahl der mit Mastitis verursachenden major pathogens infizierten Euterviertel stieg in einer Studie von Oliver (1988) von der Spätlaktation bis zur Frühinvolution dreifach an. Zeitnah zur Kalbung war die Infektionsrate ebenfalls erhöht. Es waren 3,6-mal mehr Euterviertel zum Zeitpunkt der Kalbung infiziert als zum Zeitpunkt des Trockenstellens. Ein hoher Anteil von zum Zeitpunkt der Kalbung gefundenen intramammären Infektionen mit Koagulase-negativen Staphylokokken blieben nicht bis zur Früh-laktation bestehen (Oliver, 1988). Möglicherweise sind viele durch minor pathogens verursachte intramammäre Infektionen während der Trockenstehzeit auf die Strichkanalregion beschränkt. Folglich kommt es häufig zu einer Spontanelimination, sobald die Tiere gemolken werden (Oliver,

1988; Todhunter et al., 1995). Dies betrifft z.B. auch bis zu 46 % der intramammären Infektionen mit Umweltstreptokokken (Todhunter et al., 1995).

Offensichtlich gibt es auch einen Zusammenhang zwischen dem Verschluss der Zitze mit einem Keratinpfropf nach dem Trockenstellen und dem Auftreten intramammärer Infektionen in der Trockenstehzeit (Dingwell et al., 2004). Hierbei fielen Zusammenhänge zwischen der Milchmenge zum Zeitpunkt des Trockenstellens und dem Zeitpunkt des eintretenden Zitzenverschlusses auf (Dingwell et al., 2004). Tiere mit mehr als 21 kg Milch am Tag vor dem Trockenstellen wiesen in den ersten sechs Wochen der Trockenstehzeit deutlich mehr unverschlossene Zitzen auf als Tiere, die weniger als 21 kg Milch am Tag vor dem Trockenstellen produzierten.

Etwa die Hälfte (50,5 %) aller neuen intramammären Infektionen mit Umweltstreptokokken treten während der Trockenstehzeit auf (Todhunter et al., 1995). Die andere Hälfte (49,5 %) ereignet sich während der Laktation. Die Infektionsrate neuer intramammärer Infektionen mit Umweltstreptokokken ist mit 0,00312 intramammären Infektionen je Kuh und Tag während der Trockenstehzeit fast 6-mal größer als in der Laktation. Hier beträgt sie nur 0,00054 intramammäre Infektionen je Kuh und Tag (Todhunter et al., 1995). Zu klinischen Symptomen kam es in 45,2 % der intramammären Infektionen (Todhunter et al., 1995). Die Infektionsrate intramammärer Infektionen mit Umweltstreptokokken in der ersten Hälfte der Trockenstehzeit stieg bei Kühen ab der vierten Trockenstehzeit auf das doppelte der Infektionsrate in der zweiten Hälfte der Trockenstehzeit an (Todhunter et al., 1995).

In der Trockenstehzeit stattfindende intramammäre Infektionen persistieren und haben einen großen Einfluss auf klinische Mastitiden in der Folgelaktation (Smith et al., 1985b, 1985a; Todhunter et al., 1995; Bradley und Green, 2000). So traten z.B. 52 % aller klinischen, durch *Enterobacteriaceae* bedingten Mastitiden in den ersten 100 Tagen der Folgelaktation in Eutervierteln auf, die bereits während der Trockenstehzeit mit demselben Bakterienstamm infiziert waren. Dies wurde mittels DNA-Fingerabdruck (QIAamp Tissue Kit, Qiagen, Valencia, Kalifornien) nachgewiesen (Bradley und Green, 2000). Von den intramammären Infektionen mit Umweltstreptokokken, die in der ersten Hälfte der Trockenstehzeit auftraten, persistierten etwa 55 % bis zur Laktation (Todhunter et al., 1995). In der zweiten Hälfte der Trockenstehzeit wurden unter den neuen coliformen intramammären Infektionen, die bis in die Laktation hinein persistierten, mehrheitlich *Escherichia coli* gefunden (Smith et al., 1985b). Die in der ersten Hälfte der Trockenstehzeit auftretenden coliformen intramammären

Infektionen hingegen, die bis in die Laktation hinein persistierten, waren zumeist andere Bakterienstämme als *Escherichia coli* (Smith et al., 1985b). Die intramammäre Infektionsrate coliformer Keime (0,0043 intramammäre Infektionen je Kuh und Tag) zeigte in dieser Untersuchung von Smith et al. (1985b) eine Abhängigkeit vom Stadium der Trockenstehzeit, von der Laktationsnummer der Kühe sowie der Jahreszeit, in der die Trockenstehzeit stattfand. Die intramammäre Infektionsrate coliformer Keime war in den ersten und letzten 25 % der Trockenstehzeit (jeweils zwei Wochen) erhöht (Smith et al., 1985b). Gleiches galt auch für die intramammäre Infektionsrate von Umweltstreptokokken von 0,0041 intramammären Infektionen je Kuh und Tag (Smith et al., 1985b). Jedoch war deren Infektionsrate in den ersten 25 % der Trockenstehzeit durch den Einsatz antibiotischer Trockensteller zu verringern. Auf coliforme Keime hatten antibiotische Trockensteller keinen Einfluss (Smith et al., 1985b). Des Weiteren stellte sich in dieser Untersuchung heraus, dass neun von 14 intramammären Infektionen mit coliformen Keimen (bzw. 69 % aller bis zur Laktation persistierenden intramammären Infektionen mit coliformen Keimen), die in Beprobungen unmittelbar nach der Kalbung gefunden wurden, mit klinischen Symptomen in der Kolostralphase oder der anschließenden Laktation einhergingen (Smith et al., 1985b). Durch den Einsatz spezifisch gram-negativ wirksamer antibiotischer Trockensteller (100 mg Framycetin-Sulfat, 100 mg Penethamate-Hydriodid, 300 mg Procain-Penicillin) ließ sich auch die Infektionsrate mit *Escherichia coli* und anderen coliformen Keimen in der Trockenstehzeit und den ersten 100 Tagen der Folgelaktation deutlich gegenüber einem herkömmlichen antibiotischen Trockensteller (600 mg Cloxacillin) vermindern (Bradley und Green, 2001). Es war kein gehäuftes Auftreten nicht coliformer Mastitiden in der Gruppe mit spezifisch gram-negativem antibiotischem Trockensteller festzustellen (Bradley und Green, 2001). Antibiotisches Trockenstellen reduzierte unabhängig vom Pathogen die Rate der Neuinfektionen um annähernd 80 % (Berry und Hillerton, 2002). In der Studie von Dingwell et al. (2004) betrug die Häufigkeit intramammärer Infektionen in der ersten Woche nach der Kalbung 34 %. Insgesamt hatten 11 % der untersuchten Euterviertel während der Trockenstehzeit neue Infektionen entwickelt. Bezogen auf die Tiere bedeutete das, dass 21 % der Kühe neue intramammäre Infektionen während der Trockenstehzeit entwickelt hatten (Dingwell et al., 2004). Ähnliche Ergebnisse zeigte eine andere Studie von Dingwell et al. (2002). In dieser betrug die allgemeine neue Infektionsrate der Euterviertel während der Trockenstehzeit 16,7 %. In der mit Tilmicosin trockengestellten Gruppe war sie wesentlich niedriger (14,4 %) als in der mit Placebo trockengestellten Gruppe (19,4 %). Das Risiko neuer intramammärer Infektionen stieg bei Kühen mit höherer Milchleistung zum Zeitpunkt des

Trockenstellens, bei Kühen mit längeren Trockenstehzeiten und bei Kühen höherer Laktationsnummern (Dingwell et al., 2002). Die Untersuchungen von Bradley und Green (2000) zeigten einen wesentlichen Anstieg der Zahl mit *Enterobacteriaceae* infizierter Euterviertel in dem Zeitraum zwischen Trockenstellen und einer Woche vor der Kalbung. Die Wahrscheinlichkeit eines Euterviertels in den ersten 100 Tagen der Folgelaktation eine *Enterobacteriaceae*-bedingte Mastitis zu entwickeln war deutlich höher, wenn es bereits während der Trockenstehzeit oder bei der Kalbung mit *Enterobacteriaceae* infiziert war (Bradley und Green, 2000).

Einen weiteren Einfluss auf das Infektionsrisiko scheinen bereits bestehende Infektionen mit *Corynebacterium bovis* und Koagulase-negativen Staphylokokken zu haben. Bei Berry und Hillerton (2002) führten Infektionen mit minor pathogens (*Corynebacterium bovis* und Koagulase-negative Staphylokokken) zum Zeitpunkt des Trockenstellens zu einer erhöhten Empfänglichkeit für neue Infektionen mit *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus uberis* oder coliformen Keimen im Laufe der Trockenstehzeit. Bei Hogan et al. (1988) ergab sich ein ähnliches Bild für neue Infektionen mit Umweltstreptokokken. Die Infektionsrate intramammärer Infektionen mit Umweltstreptokokken stieg im Vergleich zu nicht infizierten (bakteriologisch negativen) Eutervierteln in mit *Corynebacterium bovis* infizierten Vierteln um das 3,9fache und in mit Koagulase-negativen Staphylokokken infizierten Vierteln um das 2,6fache an (Hogan et al., 1988). Somit hatten Infektionen mit minor pathogens keinen schützenden Effekt (Hogan et al., 1988; Berry und Hillerton, 2002). Auf die Infektionsrate intramammärer Infektionen mit coliformen Keimen hatten bestehende Infektionen mit *Corynebacterium bovis* und Koagulase-negativen Staphylokokken bei Hogan et al. (1988) keinen Einfluss.

Möglicherweise ist eine erhöhte Infektionsrate kurz vor dem Trockenstellen ursächlich für die großen Unterschiede in den Befunden der bakteriologischen Untersuchungen ein bis sechs Wochen vor dem Trockenstellen und zum Zeitpunkt des Trockenstellens (Østerås et al., 1991). Deshalb lassen sich die infizierten Euterviertel zum Zeitpunkt des Trockenstellens nicht anhand zuvor durchgeführter bakteriologischer Untersuchungen vorhersagen (Østerås et al., 1991). In dieser norwegischen Studie wurde dennoch anhand der Befunde der ersten bakteriologischen Untersuchung selektiv antibiotisch trockengestellt mit dem Ergebnis, dass 57,7 % der Kühe nicht ausreichend behandelt wurden (Østerås et al., 1991). Auf diesen Befunden begründet sich die Empfehlung der norwegischen Autoren alle vier Euterviertel

einer Kuh antibiotisch trockenzustellen, wenn mindestens ein Viertel einige Wochen zuvor in einer bakteriologischen Untersuchung als infiziert befunden wurde (Østerås et al., 1991). Einige Jahre später untersuchten Østerås und Sandvik (1996) den Einfluss selektiver antibiotischer Trockenstehertherapie auf die Abgangsrate, klinische Mastitiden, die Milchleistung und den somatischen Zellgehalt in einer randomisierten Feldstudie bei Milchkühen. Dabei wurde selektives antibiotisches Trockenstellen mit unbehandelten und mit einem Placebo behandelten Kontrollgruppen verglichen. Selektives antibiotisches Trockenstellen führte zu einer um 21 % geringeren Wahrscheinlichkeit einer Kuh, mindestens einen Fall von klinischer Mastitis in der Folgelaktation zu haben. Des Weiteren war bei selektivem antibiotischem Trockenstellen die Wahrscheinlichkeit einer Kuh, mindestens einen Fall einer akuten klinischen Mastitis zu haben um 23 % geringer (Østerås und Sandvik, 1996). Dabei waren eine hohe Laktationsnummer, frühere Fälle von klinischen Mastitiden, ein hohes geometrisches Mittel des individuellen somatischen Zellgehaltes der letzten drei Analysen vor dem Trockenstellen sowie ein insgesamt hohes Mastitisvorkommen in der Herde verbunden mit dem Anstieg des relativen Risikos klinischer Mastitiden (Østerås und Sandvik, 1996).

2.1.3. Fütterungsmanagement während der Trockenstehzeit

Eine auf die Bedürfnisse von Trockenstehern ausgerichtete Fütterung ist entscheidend für Milchleistung und Gesundheit der Kuh sowie die Entwicklung des Kalbes im Mutterleib. Es ist bekannt, dass gerade die Fütterung in der Trockenstehzeit genau abgestimmt sein muss, um Stoffwechselentgleisungen nach der Kalbung zu verhindern und die Kuh auf eine erneute Hochleistungslaktation vorzubereiten. Sowohl Fütterungsempfehlungen vom National Research Council (NRC) als auch der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE) sehen zur Zeit eine zweiphasige Trockensteherfütterung als optimal an, um eine bedarfsgerechte Energie- und Nährstoffversorgung der Tiere zu erzielen (GfE, 2001; NRC, 2001).

2.1.3.1. Rohfaserreiche, energiearme Fütterungsphase

Sobald die Kuh trockengestellt wird, entfällt der Energiebedarf für die Milchproduktion. Damit die Kuh in der Trockenstehzeit nicht verfettet, erhält sie zunächst eine energieärmere, faserreichere Ration als während der Laktation (Goff und Horst, 1997). Der Wechsel von

einer kraftfutterhaltigen und somit energiereichen Laktationsration zu einer faserreichen, energieärmeren Trockenstehration führt zu Veränderungen in der mikrobiellen Pansenpopulation sowie der Beschaffenheit des Pansenepithels (Goff und Horst, 1997; NRC, 2001). Faserhaltige Rationen begünstigen zellulosespaltende Bakterien und Methanbildner. Sie benachteiligen jedoch Propionat- und Laktatbildner, die bei kraftfutter- und somit stärkereichen Rationen vorrangig sind (Goff und Horst, 1997; NRC, 2001). Die Endprodukte der Fermentation beeinflussen wiederum das Wachstum der Pansenzotten (Dirksen et al., 1985; NRC, 2001; Bannink et al., 2011; Martens et al., 2011). Aufgrund des geringeren Stärkegehalts der Ration und der Verschiebung in der Pansenflora fallen weniger flüchtige Fettsäuren (Acetat, Propionat und Butyrat) an. Bei faserreicher Ration verkürzen sich die Pansenzotten. Diese bilden die Absorptionsfläche der Pansenschleimhaut für die flüchtigen Fettsäuren. Etwa 50 % der Absorptionsfläche im Pansen gehen in den ersten sieben Wochen der Trockenstehzeit verloren. Ein erneutes Wachstum der Pansenzotten nach Wiedereinführung kraftfutterhaltiger Rationen dauert mehrere Wochen (Dirksen et al., 1985; Bannink et al., 2011; Martens et al., 2011). In den USA wird etwa zwei bis drei Wochen vor dem erwarteten Kalbetermin mit der kraftfutterhaltigeren Fütterung begonnen (Goff und Horst, 1997). Entsprechend dauert die faserreiche, energiearme Phase bei achtwöchiger Trockenstehdauer etwa fünf Wochen.

2.1.3.2. Energiereiche Fütterungsphase

Etwa drei Wochen (mindestens zwei Wochen (Martens et al., 2011)) vor dem errechneten Abkalbetermin wird auf eine energiereichere Ration umgestellt (Goff und Horst, 1997). Sie bildet eine Übergangsphase zwischen der rohfaserreichen, energiearmen Fütterungsphase und der kraftfutter- bzw. stärkereichen Laktationsration. In dieser Fütterungsphase soll sich die Pansenflora an den höheren Stärkegehalt anpassen. Die Zahl der Bakterien, die Stärke verstoffwechseln und die Propionat- und Laktatbildung fördern, nimmt zu (Dirksen, 1985; Dirksen et al., 1985; NRC, 2001; Jouany, 2006; Enemark, 2008; Plaizier et al., 2008; Bannink et al., 2011; Martens et al., 2011). Infolge der anfallenden Fermentationsprodukte nimmt die Länge der Pansenzotten zu (Dirksen et al., 1985; Martens et al., 2011). Diese Übergangsphase ist notwendig, da es bei abrupter Umstellung zu schwerwiegenden Konsequenzen infolge einer Pansenazidose kommt (Dirksen, 1985; Dirksen et al., 1985; Goff und Horst, 1997; Nocek, 1997; NRC, 2001; Jouany, 2006; Enemark, 2008; Plaizier et al., 2008; Bannink et al.,

2011; Martens et al., 2011). Aufgrund des höheren Stärkeangebots in der Ration erfolgt eine rasante Vermehrung der Laktatbildner. Es dauert jedoch drei bis vier Wochen bis die Population der Bakterien, die Laktat verstoffwechseln, auf eine Größenordnung angewachsen ist, die die Menge an anfallendem Laktat bewältigen kann. Das anfallende Laktat sammelt sich somit im Pansen an. Sein Säuregrad ist zehnfach höher als der der flüchtigen Fettsäuren Acetat, Propionat und Butyrat. Diese flüchtigen Fettsäuren würden bei der Verstoffwechslung des Laktats entstehen. Durch den höheren Säuregrad des angesammelten Laktats sinkt der Pansen-pH. Es kommt zu einer Pansenazidose (Nocek, 1997; Plaizier et al., 2008). Hinzu kommt, dass Laktat aufgrund der niedrigeren Säurekonstante (Jouany, 2006) langsamer von der Pansenschleimhaut absorbiert wird als die flüchtigen Fettsäuren. Einen weiteren Faktor stellen die aufgrund der vorangegangenen faserreichen Fütterung gering ausgebildeten Pansenschleimhautzotten dar. Der fallende Pansen-pH-Wert führt zum Absterben vieler Pansenbakterien. Das Laktat sowie die freigesetzten Endotoxine und das Histamin der abgestorbenen Pansenflora werden in die Blutbahn aufgenommen (Nocek, 1997; Plaizier et al., 2008). Die in den Blutkreislauf gelangenden organischen Säuren haben mit der Zeit eine metabolische Azidose zur Folge (Dirksen, 1985; Goff und Horst, 1997; Enemark, 2008). Die vasoaktiven Substanzen (unter anderem Endotoxine und Histamin) können zu Beeinträchtigungen der Mikrovaskularisation in der Klauenwand führen (Nocek, 1997; Plaizier et al., 2008). Somit stellt die energiereiche Fütterung und die folgende Pansen- und metabolische Azidose eine der möglichen Ursachen für eine klinische oder subklinische Klauenrehe dar (Nocek, 1997; Enemark, 2008; Plaizier et al., 2008). Es dauert etwa drei bis vier Wochen bis sich die Pansenflora vollständig auf einen erhöhten Stärkegehalt in der Ration eingestellt hat (Huntington et al., 1981; Martens et al., 2011). Um die volle Absorptionskapazität der Pansenzotten zu erreichen, benötigt das Pansenepithel eine Wachstumsdauer von fünf Wochen unter der Bedingung der Kraftfutterfütterung (Dirksen et al., 1985). Die größte Zunahme an Länge und Absorptionsfähigkeit der Pansenzotten erfolgt dabei in den letzten zwei Wochen der Anpassungsphase (Dirksen et al., 1985). Demnach wäre es ratsam bereits fünf Wochen vor dem erwarteten Kalbetermin mit der Kraftfutterfütterung zu beginnen.

Agenäs et al. (2003) untersuchten, welche Auswirkungen Futterrationen mit unterschiedlichem Energiegehalt während der Trockenstehzeit unter anderem auf die Milchleistung und Milchzusammensetzung nach der Kalbung haben. Dabei stellten sie fest, dass unterschiedliche Selektionslinien Unterschiede bei den verschiedenen

Fütterungsvarianten aufweisen. Diese Tatsache lässt den Schluss zu, dass Tiere verschiedener Populationen in ihrer Antwort auf das Trockenstehmanagement variieren (Agenäs et al., 2003).

Die Gruppen- und Rationswechsel während der Trockenstehzeit stellen eine Belastung für die Tiere dar, die die Trockenmasseaufnahme verringert (Schirmann et al., 2011). Des Weiteren ist die Unterteilung in mehrere Trockenstehergruppen und die jeweilige Fütterung arbeits-, zeit- und kostenintensiv. Aufgrund dieser Tierschutz- und wirtschaftlichen Aspekte wird zunehmend nach Alternativen gesucht. Dazu gehören eine verkürzte oder gar ein Wegfall der Trockenstehzeit, wie sie schon von verschiedenen Autoren untersucht worden sind (Sørensen und Enevoldsen, 1991; Enevoldsen und Sørensen, 1992; Bachman, 2002; Bachman und Schairer, 2003; Gulay et al., 2003; Annen et al., 2004; Rastani et al., 2005; Kuhn et al., 2006; Church et al., 2008; Watters et al., 2008; de Feu et al., 2009; Pezeshki et al., 2010; Santschi et al., 2011).

2.2. Mögliche Effekte einer Verkürzung der Trockenstehzeit auf die Eutergesundheit

Bei den meisten vergleichenden Untersuchungen bezüglich der Trockenstehzeit werden die Auswirkungen auf Milchleistung und auf einzelne Milchbestandteile herangezogen (Sørensen und Enevoldsen, 1991; Bachman, 2002; Bachman und Schairer, 2003; Annen et al., 2004; Rastani et al., 2005; Watters et al., 2008; de Feu et al., 2009; Santschi et al., 2011). Bisher gibt es jedoch nur wenige Arbeiten, die sich mit den Auswirkungen der Trockenstehlänge auf die Eutergesundheit während der Trockenstehzeit und in der Folgelaktation befassen (Enevoldsen und Sørensen, 1992; Dingwell et al., 2002; Church et al., 2008; Pezeshki et al., 2010; Pinedo et al., 2011).

2.2.1. Einfluss auf die Milchleistung in der Folgelaktation

Die Milchmenge ist der am häufigsten beobachtete Parameter bei Untersuchungen, die sich mit Einflüssen verschiedener Trockenstehmanagements auf das Euter und die Tiergesundheit auseinandersetzen.

Die Vergleiche zwischen der herkömmlichen Trockenstehzeit von 50 bis 59 Tagen und der verkürzten Trockenstehzeit von 30 bis 34 Tagen fielen unterschiedlich aus. Es wurde sowohl ein etwa zehnpromzentiger Abfall der Milchleistung (Sørensen und Enevoldsen, 1991) als auch eine einprozentige Zunahme der Milchleistung (Bachman, 2002) beobachtet.

Eine Verkürzung der Trockenstehdauer auf weniger als 40 Tage wurde von Hurley (1989) als kritisch betrachtet. Die kurze Trockenstehdauer führe zu einer Überlappung der etwa 21 Tage andauernden Phase der aktiven Involution und der drei bis vier Wochen vor der Kalbung einsetzenden erneuten Anbildung der Milchdrüse. Eine unvollständige Involution und eine zu früh einsetzende Proliferation neuer Drüsenzellen verhindern den Austausch defekter und alternder Drüsenzellen. Dies würde wohlmöglich eine geringere Ausbildung der Milchdrüse für die Folgelaktation nach sich ziehen (Hurley, 1989). Diese Theorie wird durch die Ergebnisse der Untersuchungen von Sørensen und Enevoldsen (1991) sowie Kuhn et al. (2006) gestützt. Bei Sørensen und Enevoldsen (1991) führten Trockenstehdauern von vier und zehn Wochen im Vergleich mit einer siebenwöchigen Trockenstehdauer durchschnittlich zu Verlusten in der Milchleistung. Erstlaktierende Kühe, Hochleistungskühe, Kühe mit kurzer Zwischenkalbezeit oder Kühe mit verschiedenen klinischen Erkrankungen wiesen bei bestimmten Trockenstehlängen keine Unterschiede in der Milchmenge im Vergleich mit Kühen auf, die nicht in eine dieser Kategorien fielen (Sørensen und Enevoldsen, 1991). Bei Watters et al. (2008) war die verkürzte Trockenstehdauer (von 55 Tagen auf 34 Tage) nachteilig für die Milchproduktion in der Folgelaktation. Den Befunden von Sørensen und Enevoldsen (1991) und Watters et al. (2008) entspricht in etwa auch die Studie von Church et al. (2008). Bei einer Verkürzung der Trockenstehdauer von 60 auf 30 Tage kam es zu deutlichen Verlusten in der Milchmenge in der Folgelaktation. Allerdings teilten Church et al. (2008) die Meinung von Bachman und Schairer (2003). Sie vertraten den Standpunkt, diese Verluste würden durch die vor dem Trockenstellen länger andauernde vorangehende Laktation mehr als ausgeglichen werden.

Weitere Studien gelangten zu anderen Ergebnissen. So erreichten Kühe mit 34 Tagen Trockenstehdauer mit und ohne Östradiol-17 β -Verabreichung in der 305-Tage-Leistung etwa dieselben Milchmengen wie Kühe mit Trockenstehdauern von 59 Tagen (Bachman, 2002). Auch Gulay et al. (2003) fanden keine Hinweise, dass eine Verkürzung der Trockenstehdauer auf 30 Tage zu einer Reduktion oder einer Verbesserung der Milchproduktion führt. Bei allen drei Trockenstehdauern (und Behandlungen) in dieser Studie (60 Tage ohne Behandlung, 30

Tage ohne Behandlung und 30 Tage mit intramuskulärer Verabreichung von 15 mg Östradiolzyptionat zum Zeitpunkt des Trockenstellens) ergaben sich nach 21 Wochen Beobachtungszeitraum fast identische Milchmengen. Östradiol wurde angewendet, um die Involution des Milchdrüsengewebes zu beschleunigen. Dadurch sollte eine Verkürzung der Trockenstehdauer ermöglicht werden. Eine Verabreichung von Östradiol zu Beginn einer dreißigtägigen Trockenstehdauer hatte jedoch keinerlei Auswirkung auf die Milchleistung. Gulay et al. (2003) verwiesen jedoch darauf, dass es noch weitere Untersuchungen über die Auswirkungen von verkürzten Trockenstehzeiten im Hinblick auf die Langzeitgesundheit und die Langlebigkeit von Tieren mit verkürzter Trockenstehdauer in der Herde geben müsse. Dies sei notwendig, da die Zahl der untersuchten Kühe zu gering war, um den Gesundheitszustand bei verkürzter Trockenstehdauer kritisch zu beurteilen (Gulay et al., 2003). Entsprechend den Ergebnissen von Bachman (2002) und Gulay et al. (2003) zeigten auch bei Annen et al. (2004) Kühe in der zweiten Laktation oder darüber hinaus (multipare Kühe) bei Gabe von 500 mg bovinem Somatotropin (vierzehntägiges Depot) nach dreißigtägiger Trockenstehdauer sowie nach nicht erfolgter Trockenstehzeit ähnliche Milchleistungen wie die Tiere der Kontrollgruppe mit 60 Tagen Trockenstehdauer und Gabe von 500 mg bovinem Somatotropin (vierzehntägiges Depot). Durch die kürzere oder gar vollständig fehlende Trockenstehzeit hatten diese Tiere in den letzten acht Wochen vor der Kalbung höhere Milchmengen als die Tiere, die bereits zu diesem Zeitpunkt trockengestellt wurden. In der Folgelaktation kehrte sich dieser Effekt um. In den ersten Wochen nach der Kalbung wurden die höheren Milchmengen bei Tieren mit längerer Trockenstehdauer verzeichnet (Annen et al., 2004). Kühe am Ende der ersten Laktation (primipare Kühe) wiesen hingegen Unterschiede in den Reaktionen auf die unterschiedlichen Trockenstehdauern auf. Tiere ohne Trockenstehdauer und mit Trockenstehdauern von 30 Tagen erreichten nur 80 bis 87 % der Milchleistung der Kontrollgruppe mit 60 Tagen Trockenstehdauer. Annen et al. (2004) vermuten, dass zusätzliches Körperwachstum und Ausbildung der Milchdrüse Trockenstehzeiten von mehr als 30 Tagen benötigen. Dementsprechend sind geringere Milchleistungen in der Folgelaktation nach Trockenstehdauern von 30 Tagen und nicht erfolgten Trockenstehzeiten bei diesen Tieren möglicherweise bedingt durch zu geringes Milchdrüsenwachstum, zu geringe Milchdrüsenfunktionalität oder einer Kombination aus beidem (Annen et al., 2004).

2.2.2. Einfluss auf Involution und Regeneration der Milchdrüse in der Trockenstehzeit

Offensichtlich ist im Hinblick auf die Milchleistung eine Trockenstehdauer von 34 Tagen ausreichend, damit sich das Milchdrüsenepithel regenerieren und erneut Milch sezernieren kann (Bachman, 2002). Dies entsprach den Aussagen dreier weiterer Studien. Eine besagte, dass im Hinblick auf die Milchleistung 30 Tage ausreichend Zeit für die Involution sowie erneute Proliferation und Differenzierung der Epithelzellen der Milchdrüse sind (Gulay et al., 2003). Eine zweite ergab, dass nach 25 Tagen Trockenstehdauer (entsprach 35 Tagen vor der Kalbung) basierend auf histologischen Untersuchungen die Involutionvorgänge in der Milchdrüse abgeschlossen sind, da keine sekretorischen Drüsenzellen mehr gefunden wurden (Capuco et al., 1997). Sofort im Anschluss begann die erneute Proliferation und Differenzierung der Drüsenepithelzellen. Dies ergab sich aus der Tatsache, dass bereits 40 Tage nach dem Trockenstellen (entsprach 20 Tage vor der Kalbung) der Anteil sekretorischer Drüsenzellen im Euter wieder 78 % aller Epithelzellen im Euter betrug (Capuco et al., 1997). In der dritten Studie schienen eine Trockenstehdauer von 30 Tagen sowie selbst das Entfallen einer Trockenstehzeit ausreichend zur Regeneration des Drüsenepithels bei Kühen der zweiten Laktation und darüber hinaus (Annen et al., 2004). Diese Aussage beruhte auf sehr ähnlichen Milchleistungen aller vier Gruppen (60 Tage, 30 Tage und keine Trockenstehdauer mit 500 mg bovinem Somatotropin nach Gebrauchsanweisung sowie keine Trockenstehdauer mit durchgehender Somatotropingabe) in der Studie (Annen et al., 2004).

Möglicherweise spiegeln Veränderungen in der Milchezusammensetzung Veränderungen in der Funktion der Drüsenepithelzellen wider und haben somit Auswirkungen auf die Infektionsbarriere und die Immunabwehr der Milchdrüse (Hurley, 1989; Paape et al., 1992). Die Fähigkeit des Drüsensekretes, Phagozytose zu unterstützen, die Fähigkeit der Euterphagozyten, zu phagozytieren und die Chemilumineszenzaktivität (Lichtabgabe während des respiratory burst bzw. der Vernichtung von Bakterien mit Hilfe instabiler Sauerstoffmetaboliten) der Phagozyten nimmt mit zunehmender Trockenstehdauer in einem Zeitraum von 65 Tagen ab (Paape et al., 1992).

2.2.3. Einfluss auf Infektionen und Mastitiden während der Trockenstehzeit und in der Folgelaktation

Einen Bezug zwischen Trockenstehdauer und Euter- bzw. Tiergesundheit stellten Enevoldsen und Sørensen (1992) her. Danach birgt eine siebenwöchige Trockenstehdauer das geringste Risiko für Komplikationen während und nach dem Trockenstellen. Es gibt aber nur geringe Hinweise auf einen Einfluss der Dauer der Trockenstehzeit auf das Risiko klinischer Mastitiden und anderer schwerer klinischer Erkrankungen zum Zeitpunkt des Kalbens und danach. Es wird darauf hingewiesen, dass andere Faktoren wie zum Beispiel die Milchmenge zum Zeitpunkt des Trockenstellens und vorausgegangene Mastitiden stärkere Prädispositionsfaktoren darstellen als die Dauer der Trockenstehzeit. Das Risiko, an einer Mastitis zu erkranken, stieg mit sehr hoher (mehr als 17 kg) oder sehr niedriger (weniger als 9,5 kg) Milchleistung beim Trockenstellen stark an (Enevoldsen und Sørensen, 1992). Diese Faktoren lassen sich aber zum Zeitpunkt des Trockenstellens nicht mehr beeinflussen. Bei Tieren, die nur vier Wochen trockengestellt wurden und eine mittlere bis hohe Körperkondition aufwiesen, beobachteten Enevoldsen und Sørensen (1992) ein erhöhtes Mastitisrisiko. Dieses führten sie darauf zurück, dass in diesem Fall vier Wochen vor der erwarteten Kalbung dem Eutergewebe ein relativ hohes Energieangebot zur Verfügung stand. Dies wiederum könnte ihrer Ansicht nach das Einstellen der Milchsekretion gegenüber Tieren mit niedriger Körperkondition erschweren. In dieser Studie wurden nur Tiere antibiotisch trockengestellt, die eine klinische Mastitis in der vorangegangenen Laktation aufwiesen.

In einer Studie zur Feststellung von Risikofaktoren für die Entstehung neuer intramammärer Infektionen während der Trockenstehzeit (Dingwell et al., 2002) betrug die Trockenstehdauer in beiden Versuchsgruppen (trockengestellt mit 1500 mg Tilmicosin Phosphat intramammär oder trockengestellt mit einem Placebo intramammär) im Mittel $65,4 \pm 8$ Tage. Die Länge der Trockenstehdauer hatte einen wesentlichen Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit des Auftretens neuer Infektionen. Mit zunehmender Trockenstehdauer stieg auch das Risiko intramammärer Infektionen an. Um die Exposition der Zitzenenden gegenüber Umweltkeimen in den besonders empfindlichen Phasen während der Trockenstehdauer so gering wie möglich zu halten, reicht eine Verkürzung der Trockenstehdauer jedoch nicht aus (Dingwell et al., 2002). Gerade um den Zeitraum der Kalbung herum sind zusätzliche Maßnahmen zur Vermeidung eines Eindringens von Bakterien in das Euter notwendig

(Dingwell et al., 2002). So sollten nichtlaktierende Kühe z.B. in einer sauberen und trockenen Umgebung gehalten werden (Dingwell et al., 2002).

In einer aktuellen retrospektiven Studie wurden verschiedene, unter anderem auch ungeplante Trockenstehdauern miteinander verglichen (Pinedo et al., 2011). Kühe mit verlängerten Trockenstehdauern (143 bis 250 Tage) wiesen im Vergleich zur empfohlenen Trockenstehdauer (53 bis 76 Tage) ein höheres Risiko auf, in der Früh lactation eine subklinische Mastitis zu entwickeln. Eine subklinische Mastitis war definiert bei einem logarithmierten Zellgehalt der Milch von 4,5 und darüber hinaus.

Eine neuere Studie (Church et al., 2008) befasste sich direkt mit den Auswirkungen einer auf 30 Tage verkürzten Trockenstehdauer auf intramammäre Infektionen während dieser Zeit. Die Untersuchung erfolgte im Vergleich zu den auf den jeweiligen Betrieben sonst üblichen Trockenstehdauern von 45 bzw. 60 Tagen. Die Infektionsrate wies bei verkürzter Trockenstehdauer keine Unterschiede zu den Kontrollgruppen auf.

Andere Studien befassten sich nur mit dem Einfluss der Trockenstehzeit an sich auf die Infektions- und Mastitishäufigkeit, nicht jedoch mit dem Einfluss der Trockenstehdauer (Hogan et al., 1988; Bradley und Green, 2000; Berry und Hillerton, 2002; Dingwell et al., 2002; 2004).

2.2.3.1. Zellzahlen vor und während der Trockenstehzeit sowie in der Folgelaktation

Die Ergebnisse von Kuhn et al. (2006) zeigten, je länger die Trockenstehdauer war, desto geringer war die Zellzahl in der Folgelaktation. Trockenstehdauern von über 60 Tagen hatten einen positiven Effekt auf die Zellzahl. Die Zellzahl in der Milch sank stetig mit zunehmender Trockenstehdauer (66 bis 120 Tage) gegenüber der Trockenstehdauer von 61 bis 65 Tagen. Hingegen resultierten alle Trockenstehkategorien mit 60 Tagen und weniger in einer höheren Zellzahl in der Milch in der nächsten Laktation. Die höchsten Abweichungen gegenüber einer Trockenstehdauer von 61 bis 65 Tagen ergaben sich für Tiere mit Trockenstehdauern von 20 Tagen und weniger. Dies sollten laut Kuhn et al. (2006) Betriebe mit Mastitisproblematik bei der Erwägung verkürzter Trockenstehdauern bedenken. Tiere, die vor dem ersten

Untersuchungstag aus dem Betrieb abgingen, wurden nicht miteinbezogen (Kuhn et al., 2006).

Andere Beobachtungen ergaben die Untersuchungen von Annen et al. (2004), Church et al. (2008) und Watters et al. (2008). Trockenstehdauern hatten keinen nachweislichen Effekt auf die Zellzahlen der Milch in der Folgelaktation (Annen et al., 2004; Church et al., 2008; Watters et al., 2008).

Weitere Studien befassten sich nur mit dem Einfluss der Trockenstehzeit an sich auf die Zellzahlen vor und nach der Kalbung. Die Zellzahl im Milchdrüsensekret eutergesunder Kühe mit höheren Laktationszahlen sinkt in den letzten zwei Wochen der Trockenstehzeit ab (Maunsell et al., 1998). Infektionen einzelner Euterviertel einer Kuh könnten somit anhand von Zellzahlvergleichen zwischen den Vierteln bereits subklinisch erkannt werden. Der somatische Zellgehalt war bei Tieren mit intramammären Infektionen höher als bei Tieren ohne Infektion der Milchdrüse (Maunsell et al., 1999). Die Befunde des California Mastitis Tests standen in proportionalem Zusammenhang mit der Höhe des somatischen Zellgehaltes (Maunsell et al., 1999). Die Wahrscheinlichkeit, dass Kühe nach der Kalbung einen erhöhten somatischen Zellgehalt (über 200.000 Zellen pro ml) aufweisen, steigt mit steigendem somatischen Zellgehalt bei der letzten Untersuchung vor dem Trockenstellen und steigender Anzahl der Proben mit erhöhten Zellzahlen vor dieser letzten Probe (Barrett et al., 2006). Tiere, die vor dem Trockenstellen einmalig oder mehrfach erhöhte Zellzahlen zeigten, reagierten schlechter auf antibiotische Trockensteller oder interne Zitzenversiegler in Kombination mit einem antibiotischen Trockensteller. Sie wiesen nach der Trockenstehzeit bei der ersten Probe nach der Kalbung wiederum erhöhte Zellzahlen auf (Barrett et al., 2006). Je höher die Zellzahl vor dem Trockenstellen war, desto höher wird sie auch nach der Kalbung wieder sein. Besonders bei mehrmaliger Feststellung erhöhter Zellzahlen vor dem Trockenstellen (Barrett et al., 2006). Das bedeutet, je länger der somatische Zellgehalt vor dem Trockenstellen erhöht war und je höher dieser Gehalt war, desto geringer fällt die Reaktion auf die Behandlung der Trockensteher in Form reduzierter Zellzahlen nach der Kalbung aus (Barrett et al., 2006). Weder die Herdenzugehörigkeit noch die Laktationsnummer hatte einen Einfluss auf dieses Geschehen. Der Anteil der Kühe mit erhöhten Zellzahlen zum Zeitpunkt des Trockenstellens, der mit einem Absinken der Zellzahl auf die Trockensteherbehandlung reagiert, wurde mit zunehmender Laktationsnummer geringer (Barrett et al., 2006). Tiere, die vor dem Trockenstellen niedrige Zellzahlen

aufwiesen, zeigten seltener Erhöhungen der Zellzahlen nach dem Kalben. Allerdings stieg auch hier die Zahl der Tiere mit erhöhten Zellzahlen nach der Kalbung bei mehreren Proben mit erhöhten Zellzahlen vor dem Trockenstellen (Barrett et al., 2006).

Ein Anstieg der Zellzahl über drei Laktationen führte zu Produktionseinbußen durch niedrigere Milchmengen (Fetrow et al., 1991). Für die Untersuchung wurden die Zellzahlen in einen Zellgehalts-Score umgewandelt. Dieser Zellgehalts-Score basierte auf dem logarithmierten Zellgehalt. Es wurden zehn Untersuchungen der Zellzahl während einer Laktation durchgeführt. Lag der logarithmierte Zellgehalt eines dieser Tests über 4,5, stieg der Zellgehalts-Score um eine Einheit. Bezogen auf die tatsächliche 305 Tage Milchproduktion zeigte sich eine Minderung der Milchmenge um 205 kg je Einheit des Scores von der ersten zur zweiten Laktation. Von der zweiten zur dritten Laktation verminderte sich die Milchmenge mit jedem weiteren Anstieg des Scores um eine Einheit um 240 kg. Bezogen auf die ME (mature equivalent) Milchproduktion zeigte sich ebenfalls eine Minderung der Milchmenge um 205 kg je Einheit des Scores von der ersten zur zweiten Laktation. Von der zweiten zur dritten Laktation verminderte sich die Milchmenge mit jedem weiteren Anstieg des Scores um eine Einheit um 221 kg (Fetrow et al., 1991).

Østerås und Sandvik (1996) fanden einen deutlichen positiven Einfluss einer selektiven antibiotischen Trockenstehtherapie auf das geometrische Mittel des somatischen Zellgehaltes der Milch bei Kühen. Es gab zwei Therapie- und zwei Kontrollgruppen. Eine Therapiegruppe wurde mit dem intramammären Antibiotikum Benestermycin (400.000 I.E. Benzylpenicillin und 100 mg Neomycin B) behandelt. Die andere Therapiegruppe erhielt das intramammäre Antibiotikum Leocillin mit Dihydrostreptomycin (300.000 I.E. Benzylpenicillin und 300 mg Dihydrostreptomycin). Eine der Kontrollgruppen erfuhr gar keine Behandlung. Die zweite Kontrollgruppe wurde mit einem intramammären Placebo behandelt. In den beiden Therapiegruppen beobachteten Østerås und Sandvik (1996) einen fast um 50 % niedrigeren somatischen Zellgehalt als in den beiden Kontrollgruppen. Im geometrischen Mittel ergab sich somit für die Therapiegruppen eine Zellzahl von etwa 187.000 Zellen je ml Milch bezogen auf die Viertelgemelksproben bzw. 226.000 Zellen je ml Milch bezogen auf die Kühe. Für die Kontrollgruppen ergab sich eine Zellzahl von etwa 316.000 Zellen je ml Milch bezogen auf die Viertelgemelksproben bzw. 337.000 Zellen je ml Milch bezogen auf die Kühe (Østerås und Sandvik, 1996).

Die Ergebnisse einer Studie zu temporärem Trockenstellen einzelner Euterviertel sind gesondert zu betrachten. Dieses dient dem Zweck den Heilungsverlauf bei Zitzenverletzungen zu beschleunigen. Im Unterschied zum Trockenstellen zwischen zwei Laktationen kann das temporäre Trockenstellen zu jedem Laktationszeitpunkt stattfinden. Somit liegt hier meist keine Hochträchtigkeit vor. Die Milchmenge kann noch im Bereich der Höchstleistung liegen. Bei nur einer betroffenen Zitze kommt es durch das Weitermelken der anderen drei Viertel regelmäßig zu einer erneuten Oxytocinausschüttung. Nach vorübergehendem Trockenstellen ohne antibiotische Trockensteller kam es am Tag des erneuten Anmelkens zu erhöhten Zellzahlen (Weichselbaum et al., 1995). Diese lagen jedoch bereits nach 14 Tagen wieder im Bereich des Mittelwertes der Zellzahlen vor dem Trockenstellen. Nach zehntägigem Trockenstellen bewegten sich die Werte zwischen 100.000 und 1 Mio. Zellen je ml Milch. Nach drei Mal dreitägigem Trockenstellen wurden im Mittel 100.000 Zellen pro ml nicht überschritten. Dies führen Weichselbaum et al. (1995) darauf zurück, dass die Reparationsvorgänge nach drei Mal drei Tagen Trockenstehdauer noch nicht so weit fortgeschritten waren wie nach zehn Tagen Trockenstehdauer. Somit erfolgte der Zellzahlenanstieg in diesen Fällen nicht infektiös, sondern involutions- bzw. reparationsbedingt. Denn trotz der höheren Zellzahlen waren in diesen Eutervierteln nach zehn Tagen trockenstellen keine Keime nachweisbar.

2.2.3.2. Bakteriologie vor und während der Trockenstehzeit sowie in der Folgelaktation

Mastitis verursachende Mikroorganismen werden als major pathogens (Streptokokken, coliforme Keime, Koagulase-positive Staphylokokken und andere) oder minor pathogens (*Corynebacterium bovis* und Koagulase-negative Staphylokokken) klassifiziert (Oliver, 1988). In zwei unterschiedlichen Studien von Dingwell et al. (2002; 2004) gab es verschiedene Verteilungen von major und minor pathogens unter den neuen intramammären Infektionen während der Trockenstehzeit. Von den neuen intramammären Infektionen in der Studie von Dingwell et al. (2002) gingen 51 % auf major pathogens zurück und 49 % auf minor pathogens. Von der Spätlaktation bis zur Frühinvolution kam es zu einem mehr als zweifachen Anstieg an intramammären Infektionen verursacht durch Streptokokken und einem sechsfachen Anstieg verursacht durch coliforme Keime. Eine weitere Zunahme der Zahl an infizierten Eutervierteln durch Streptokokken erfolgte in der Zeit von der Involution bis zur Kalbung (Oliver, 1988). Den Großteil der insgesamt gefundenen major pathogens bei

Dingwell et al. (2002) machten Umweltstreptokokken aus (*Streptococcus uberis*, *Streptococcus dysgalactiae* und andere *Streptococcus* spp.), gefolgt von *Staphylococcus aureus* und coliformen Keimen (*Escherichia coli*, *Klebsiella* spp. und andere coliforme Keime). Ein geringer Teil entfiel auf weitere, jeweils einmalig vorkommende major pathogens (*Arcanobacterium pyogenes*, *Proteus* spp., *Serratia* spp., *Pseudomonas* spp. und Schimmelpilze). Die vorherrschenden intramammäre Infektionen verursachenden major pathogens in Olivers (1988) Studie waren ebenfalls Umwelterreger wie coliforme Keime und Streptokokken. Ebenso stellten sich die Befunde bakteriologischer Untersuchungen in anderen Studien dar (Smith et al., 1985a, 1985b; Hogan et al., 1988; Todhunter et al., 1995; Bradley und Green, 2000; 2001). Bei den minor pathogens fiel ein beachtlicher Anstieg von mit Koagulase-negativen Staphylokokken infizierten Eutervierteln vom Zeitpunkt des Trockenstellens bis zur Kalbung auf. In diesem Zeitraum sank die Zahl der mit *Corynebacterium bovis* infizierten Euterviertel stark ab. Während der Früh lactation kehrte sich dieses Bild um (Oliver, 1988). Während bei Dingwell et al. (2002) bei den minor pathogens der neuen intramammären Infektionen ausschließlich Koagulase-negative Staphylokokken zu finden waren, gab es bei den länger bestehenden Infektionen auch einen geringen Anteil an *Corynebacterium bovis* (Dingwell et al., 2002). Möglicherweise ergibt sich der hohe Anteil an Koagulase-negativen Staphylokokken bei den neuen intramammären Infektionen nur aufgrund des niedrigen Wertes koloniebildender Einheiten zur Definition einer Infektion eines Euterviertels (Dingwell et al., 2002). In der Studie von Dingwell et al. (2004) waren nach der Trockenstehzeit 11 % der Euterviertel von neuen intramammären Infektionen betroffen. Auch hier wurde ein Großteil dieser Infektionen durch Umweltstreptokokken und coliforme Keime hervorgerufen. Insgesamt waren in 85 % der neuen Infektionen major pathogens ursächlich. Davon gingen 34 % auf Umweltkeime und 11 % auf *Staphylococcus aureus* zurück. Die restlichen 40 % entfielen auf coliforme Keime (unter anderem *Escherichia coli* und *Klebsiella* spp.) und andere major pathogens (*Arcanobacterium pyogenes*, *Proteus* spp., *Serratia* spp., *Pseudomonas* spp. und *Mannheimia* spp.). Insgesamt überdauerten bei Oliver (1988) mehr als die Hälfte aller durch major pathogens verursachten intramammären Infektionen und 30 % aller durch minor pathogens verursachten intramammären Infektionen von der Frühinvolution bis zur Kalbung im Euter. Eine ähnliche Tendenz gab es im Zeitraum zwischen Kalbung und Früh lactation. Die Tiere waren ohne antibiotische Trockensteller trocken gestellt worden. Somit ergab sich eine hohe Rate an Spontaneliminationen während der Trockenstehzeit (Oliver, 1988). In den Studien von Berry und Hillerton (2002) und Hogan et al. (1988) hatten Infektionen mit

Corynebacterium bovis und Koagulase-negativen Staphylokokken keinen schützenden Effekt vor Neuinfektionen mit Mastitis verursachenden Keimen. Es gab eine geringe Selbstheilungsrate für Infektionen mit *Corynebacterium* spp. während der Trockenstehzeit (Berry und Hillerton, 2002). In antibiotisch trockengestellten, zum Zeitpunkt des Trockenstellens mit *Corynebacterium bovis* infizierten Eutervierteln war das Risiko einer neuen Infektion mit *Streptococcus uberis* zum Zeitpunkt der Kalbung 1,8-mal so hoch wie in nicht infizierten Eutervierteln. Bei mit Koagulase-negativen Staphylokokken infizierten Vierteln war das Risiko einer neuen *Streptococcus uberis* Infektion 1,2-mal so hoch wie bei nicht infizierten Vierteln. Das Risiko antibiotisch trockengestellter und zum Zeitpunkt des Trockenstellens mit *Corynebacterium bovis* oder Koagulase-negativen Staphylokokken infizierter Euterviertel zum Zeitpunkt der Kalbung eine Neuinfektion mit coliformen Keimen zu erleiden war hingegen genauso hoch wie bei nicht infizierten Vierteln (Berry und Hillerton, 2002). Die vorherrschenden isolierten Pathogene infizierter Euterviertel in dieser Studie waren *Streptococcus uberis* und *Staphylococcus aureus*. Østerås et al. (1999) fanden heraus, dass es möglich ist, die Elimination Mastitis verursachender major pathogens aus den Eutern antibiotisch behandelter und unbehandelter Kühe nach der Trockenstehzeit vorherzusagen. Die in der Studie vorherrschenden major pathogens waren *Staphylococcus aureus* und *Streptococcus dysgalactiae*. Die meisten minor pathogens waren Koagulase-negative Staphylokokken. Østerås et al. (1999) raten, Kühe mit mindestens einem klinischen Mastitisfall in der vorangegangenen Laktation und hohem geometrischem Mittel des somatischen Zellgehalts der Sammelmilch aller vier Viertel der letzten drei Tests vor dem Trockenstellen zu verwerten. Dies beruht auf dem hohen Risiko dieser Tiere in der Folgelaktation major pathogens zu beherbergen.

In Norwegen wurden chronische, subklinische Mastitiden vor allem von *Staphylococcus aureus*, Koagulase-negativen Staphylokokken und *Streptococcus dysgalactiae* verursacht (Østerås et al., 1991). Zwischen einer bakteriologischen Untersuchung ein bis sechs Wochen vor dem Trockenstellen und einer weiteren am Tag des Trockenstellens gab es große Unterschiede in der Anzahl der betroffenen Euterviertel (Østerås et al., 1991). War zum Zeitpunkt der ersten bakteriologischen Untersuchung ein bis sechs Wochen vor dem Trockenstellen nur ein Euterviertel infiziert, so waren zum Zeitpunkt des Trockenstellens in 49 % der *Staphylococcus aureus*-Infektionen, in 54 % der Infektionen mit anderen major pathogens und in 48 % der Infektionen mit minor pathogens mehr als ein Euterviertel betroffen (Østerås et al., 1991). Die Infektionsrate neuer intramammärer Infektionen war für

Kühe, die bereits mit major oder minor pathogens infiziert waren sehr ähnlich (Østerås et al., 1991).

In 40,5 % der Fälle klinischer Mastitiden während der ersten 100 Tage der Folgelaktation fanden Bradley und Green (2000) *Enterobacteriaceae* (*Escherichia coli*, *Klebsiella* spp., *Serratia* spp., *Citrobacter* spp.) als Ursache. Davon waren 52,6 % der Mastitisviertel bereits zuvor mit demselben Bakterienstamm infiziert gewesen (Bradley und Green, 2000). In 35,7 % der *Escherichia coli*-Infektionen kam es später zu klinischen Mastitiden. Bei Infektionen mit anderen *Enterobacteriaceae* wie *Klebsiella* spp., *Serratia* spp. und *Citrobacter* spp. kam es in 100 % der Fälle im weiteren Verlauf der Untersuchungen zu klinischen Mastitiden aufgrund dieser zuvor subklinischen Infektionen (Bradley und Green, 2000). Möglicherweise ist die trockenstehende Milchdrüse resistent gegen durch *Enterobacteriaceae* verursachte Mastitiden, nicht aber gegen das Stattfinden neuer intramammärer Infektionen durch *Enterobacteriaceae* (Bradley und Green, 2000).

Es wurden keine Untersuchungen zu den Einflüssen verschiedener Trockenstehdauern auf die Bakteriologie gefunden.

2.2.4. Einfluss auf den Eiweißgehalt im Kolostrum in der Folgelaktation

Der Eiweißgehalt in der Milch nahm bei verkürzter Trockenstehzeit auf 34, 30, 28 oder sogar 20 Tage prozentual gegenüber einer sechzigtagigen Trockenstehzeit zu. Die absoluten Gehalte jedoch waren vergleichbar oder gar niedriger (Annen et al., 2004; Rastani et al., 2005; Kuhn et al., 2006; Watters et al., 2008). Kuhn et al. (2006) fanden heraus, dass die absoluten Eiweißgehalte der Milch in der Folgelaktation bei 60 Tagen Trockenstehdauer maximal waren. Bei Trockenstehdauern von 20 Tagen oder weniger hingegen kam es zu den höchsten Verlusten an kg Milcheiweiß in der Folgelaktation. Zwar waren auch Trockenstehdauern von mehr als 65 Tagen nachteilig für die Eiweißgehalte der Milch in kg in der Folgelaktation, dies aber in geringerem Ausmaß als bei verkürzten Trockenstehdauern. Unabhängig vom Einfluss der Trockenstehdauer auf die Milchmenge wurden die relativen Eiweißgehalte der Milch bei verkürzten Trockenstehzeiten jedoch gefördert. So hatten Kühe mit einer Trockenstehdauer von zehn Tagen oder weniger höhere Eiweißprozentage als Kühe mit einer Trockenstehdauer von 61 bis 65 Tagen. Dieser positive Effekt wurde mit steigender Trockenstehdauer immer

geringer. Tiere, die vor dem ersten Untersuchungstag aus dem Betrieb abgingen, wurden nicht miteinbezogen (Kuhn et al., 2006).

Rastani et al. (2005) stellten bei nicht erfolgter Trockenstehzeit einen geringeren prozentualen Eiweißgehalt im Kolostrum fest als bei Kühen mit Trockenstehzeit. Zwischen den beiden Gruppen mit kurzer und langer Trockenstehdauer gab es diesbezüglich keine Unterschiede.

Kühe mit Euterinfektionen wiesen neben einer geringeren Menge des Kolostrums einen geringeren Absolutgehalt an Eiweiß im Kolostrum auf (Maunsell et al., 1998). Die prozentualen Gehalte an Eiweiß hingegen unterschieden sich nicht von denen im Kolostrum der Kühe, deren Euter nicht infiziert waren. Allerdings waren die prozentualen Eiweißgehalte in den Sekretproben sieben und 14 Tage vor der Kalbung bei Kühen mit intramammären Infektionen ebenfalls erniedrigt. Dies spricht für eine verringerte Funktion der Milchdrüse aufgrund persistierender intramammärer Infektionen.

2.3. Forschungsbedarf

Ungeklärt ist bislang der Einfluss der Trockenstehdauer auf die Eutergesundheit insgesamt. Es wurden meist nur einzelne Parameter wie Milchmenge, Zusammensetzung der Milch oder Zellzahlen untersucht. Insbesondere Mastitiserreger wurden nur zu unterschiedlichen Zeitpunkten einer achtwöchigen Trockenstehdauer untersucht, nicht jedoch im Vergleich mit einer verkürzten Trockenstehdauer. Häufigkeiten von Mastitiden, Häufigkeiten von Erregern und daraus resultierende Folgen für Euter, Kuh und Betrieb bei verkürzter Trockenstehdauer sind bislang unbekannt. Auch Zusammenhänge zwischen klinischen Befunden bei der Untersuchung des Euters, Zellzahlen vor dem Trockenstellen, Infektionen mit euterpathogenen Keimen, dem Verlauf der Involution, der Milchleistung und Veränderungen in der Milchezusammensetzung bei verkürzter Trockenstehdauer sind bisher nicht bekannt. Eine weitere Forschungsgrundlage stellen mögliche Spätfolgen für die Tiere dar. Bislang gibt es keine Langzeitbeobachtungen von Tieren mit verkürzten Trockenstehdauern und keine Aussagen darüber, wie sich diese im Laufe der Jahre auf die Kuh und das Euter auswirken.

3. Material und Methoden

3.1. Ziel der Untersuchung

Das Ziel der Untersuchung war der Vergleich einer achtwöchigen Trockenstehdauer mit zweiphasigem Fütterungskonzept und einer auf vier Wochen verkürzten Trockenstehdauer mit einphasigem Fütterungskonzept. Das zweiphasige Fütterungskonzept bestand aus einer fünfwoöchigen rohfaserreichen und energiearmen Ration (5,7 MJ NEL je kg Trockenmasse; Far-off-dry-Phase) und einer dreiwöchigen energiereicheren Ration (6,6 MJ NEL je kg Trockenmasse; Close-up-dry-Phase; Erläuterungen dazu siehe Kapitel 2.1.3.). Die einphasige Fütterung bei verkürzter Trockenstehdauer entsprach dabei der Close-up-dry-Phase der zweiphasigen Fütterung. Ziel war es, die Auswirkungen einer Verkürzung der Trockenstehdauer auf die Eutergesundheit der Tiere während der Trockenstehzeit und in der darauffolgenden Laktation aufzudecken. Spezifische Fragestellungen dabei waren, ob

1. die Verkürzung der Trockenstehdauer zu einer Erhöhung des Mastitisrisikos führt?
2. es einen Unterschied des Effekts der verkürzten Trockenstehdauer zwischen gesunden (nicht infizierten) und zum Zeitpunkt des Trockenstellens kranken (infizierten) Eutervierteln gibt?
3. die verkürzte Trockenstehdauer einen Einfluss auf die Involution des Euters bei Kühen hat?

Bezüglich der verkürzten Trockenstehdauer sollten folgende Arbeitshypothesen geprüft werden.

- Durch die energiereichere Fütterung sinkt die Milchproduktion zum Zeitpunkt des Trockenstellens weniger stark ab.
- Die Involution des Euters beginnt später.
- Der erhöhte Druck in den Zisternen durch die energiereichere Fütterung schädigt das Eutergewebe.
- Durch die verkürzte Trockenstehdauer kann die Involution des Euters nicht ausreichend erfolgen.
- Infizierte Euterviertel haben aufgrund der fehlenden Ruhephase nicht genügend Zeit auszuheilen.

- Die bereits bekannte Übertragung von Schädigungen der Milchdrüse in die nächste Laktation (Carry-over-Effekt) verstärkt sich.
- Das Mastitisrisiko steigt.

In Zusammenarbeit mit der Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt (LLG) Iden erfolgte von April bis Oktober 2006 die Versuchsdurchführung. Die Laborarbeiten erfolgten in der Tierklinik für Fortpflanzung sowie dem Institut für Tierernährung der Freien Universität Berlin.

3.2. Betrieb

Der Betrieb der LLG Iden dient Demonstrations- und Ausbildungszwecken sowie der Durchführung von Untersuchungen. Im Jahr 2006 umfasste die Herde 350 Milchkühe der Rasse Deutsche Holstein Friesian. Die betriebseigene Nachzucht belief sich auf 340 Jungrinder. Die Herdendurchschnittsleistung des Jahres 2006 betrug 11.360 kg pro Kuh.

Die Dokumentation der Betriebsdaten erfolgte mit dem EDV-Programm Superkuh der Firma AGROCOM GmbH und Co. Agrarsystem KG, Bielefeld.

Die Tiere wurden in Liegeboxenlaufställen mit Spaltenböden gehalten. Die Liegeboxen waren mit Gummimatten ausgelegt. Diese waren etwa einen Zentimeter dick mit Häckselstroh eingestreut. Die Abkalbeboxen, Frischabkalberboxen und Boxen für die gliedmaßenkrankten Tiere sowie die Trockensteherabteile waren mit Stroh eingestreute Tiefstreulaufställe.

3.3. Tiere in der Untersuchung

3.3.1. Versuchsgruppen

Es wurden 107 Tiere in den Versuch aufgenommen. Vier Kühe verkalbten vor der ersten Probenentnahme, 28 Tiere konnten nach Versuchsende aufgrund fehlender Proben (durch Krankheit, vorzeitiges Trockenstellen) nicht in die Auswertung einbezogen werden. Die Tiere

wurden anhand des voraussichtlichen Kalbetermins, der Laktationsnummer, der Körperkondition und der Rückenfettdicke, der Milchleistung und den Milchinhaltsstoffen der vorangegangenen Laktation, der Zwischentragezeit und der Körpermasse für den Versuch ausgewählt. Alle Tiere mussten in den genannten Kriterien möglichst große Übereinstimmungen aufweisen (z.B. in der Milchleistung oder der Körperkondition) bzw. in der Anzahl möglichst gleich verteilt werden (z.B. Anzahl der einzelnen Laktationsnummern je Gruppe). Die verbleibenden 75 Tiere wurden dann zufällig mit Hilfe des Computerprogramms Excel 2003 (Microsoft Corporation, Microsoft Deutschland GmbH, Unterschleißheim / München) auf zwei Gruppen verteilt. Anschließend gehörten 39 Tiere der Gruppe mit langer (in Abbildungen und Tabellen genannt „lang“) und 36 Tiere der mit kurzer (in Abbildungen und Tabellen genannt „kurz“) Trockenstehdauer an. Diese Kriterien und die anschließende zufällige Verteilung auf die beiden Gruppen wurden gewählt, um zwei möglichst homogene Tiergruppen zu erhalten. So sollte eine Vergleichbarkeit der Gruppen erreicht werden. Diese wäre durch ausschließlich zufällige Auswahl der Tiere nicht gewährleistet gewesen, da die Unterschiede in den oben genannten Kriterien die Auswirkungen der unterschiedlichen Trockenstehdauern beeinflusst hätten.

Am Tag des Trockenstellens wurden Tiere beider Gruppen in zwei verschiedene Tiefstreulaufställe verbracht. Drei Wochen vor dem errechneten Kalbetermin wurden die Tiere mit langer Trockenstehdauer zu den Tieren mit kurzer Trockenstehdauer umgestallt. Drei Wochen vor der Kalbung bekamen beide Versuchsgruppen dieselbe Futtermittelration. Etwa eine Woche vor dem erwarteten Abkalbetermin wurden Tiere beider Gruppen in die Abkalbebox umgestallt. Die Gruppe mit langer Trockenstehdauer wurde 56 Tage vor dem erwarteten Abkalbetermin trockengestellt. Die Tiere der Gruppe mit kurzer Trockenstehdauer wurden 30 Tage vor dem erwarteten Abkalbetermin trockengestellt.

Beide Gruppen wurden für die Zeit des Trockenstehens unterschiedlich gefüttert. Der Gruppe mit der längeren Trockenstehdauer wurde in zwei Phasen zunächst eine energiearme (5,7 MJ NEL je kg Trockenmasse), dann eine energiereichere Ration (6,6 MJ NEL je kg Trockenmasse) verabreicht. Die zweite Ration entsprach der der Tiere mit verkürzter Trockenstehdauer und wurde drei Wochen vor der errechneten Kalbung begonnen. Die Gruppe mit verkürzter Trockenstehdauer erhielt über den gesamten Zeitraum diese energiereiche einphasige Fütterung.

Adspektorische Untersuchungen wurden am freistehenden Tier im Laufstall durchgeführt. Palpatorische Untersuchungen hingegen erfolgten am im Fressfanggitter fixierten Tier. Milchproben wurden im 2 x 16 Side-by-side-Melkstand (Alfa Laval, Corporate AB, Lund, Schweden) entnommen. Dort fand auch die computergestützte Datenerhebung der Milchmengen statt. Die Erfassung der Futteraufnahme vor dem Trockenstellen erfolgte über Wiege-Futtertröge (Landtechnik Weihenstephan, Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft; Alfa Laval, Schweden) im Liegeboxenlaufstall sowie in den letzten Tagen vor dem Abkalben in der Abkalbebox. Im Liegeboxenlaufstall befanden sich zu jeder Zeit zwischen 70 und 85 Tiere, denen je nach Belegung 76 bis 89 Liegeplätze zur Verfügung gestellt wurden. Die Anzahl der Tröge betrug im Liegeboxenlaufstall 36 und in der Abkalbebox sechs. In der Abkalbebox befanden sich je nach Kalbetermin bis zu zehn Tiere.

Tabelle 1: Merkmale der Versuchsgruppen

Parameter	Versuchsgruppe	
	lang	kurz
Laktationszahl Durchschnitt	2,6	2,7
Tiere Laktationszahl 1	12	10
Tiere Laktationszahl 2	9	9
Tiere Laktationszahl 3	9	7
Tiere Laktationszahl 4	2	6
Tiere Laktationszahl 5	5	2
Tiere Laktationszahl 6	2	1
Tiere Laktationszahl 7	0	1
Milchleistung im Versuch	44,9 ± 0,2 l	40,8 ± 0,2 l
Milchzellzahl im Versuch		
Tiere der 1. und 2. Laktation	100.716	145.024
Tiere 3. Laktation und älter	162.715	167.922
Mastitis in der Vorlaktation	3 Tiere	0 Tiere
tatsächliche	51 ± 6 Tage	31 ± 5 Tage
Trockenstehdauer		

3.3.2. Fütterungsmanagement der Gruppen

Die Gruppe mit der langen Trockenstehdauer erhielt in den ersten fünf Wochen nach dem Trockenstellen eine energiearme, faserreiche Ration. Die Tiere bekamen eine dem Energiebedarf entsprechende Totale Mischration (TMR) vorgelegt. Diese bestand aus Anwelksilage 1. Schnitt, Maissilage, Stroh, Mineralfutter und Futterharnstoff (Mengen in absteigender Reihenfolge). Sie enthielt 5,7 MJ NEL je kg Trockenmasse. In den letzten drei Wochen vor der voraussichtlichen Kalbung wurde eine der kurzen Trockenstehergruppe identische Ration gefüttert. Ihre Zusammensetzung entsprach Anwelksilage 1. Schnitt, Maissilage, Feuchtkornmais, Stroh, Heu, Rapsextraktionsschrot, UDP Raps oder Soja behandelt (undegradable protein bzw. unabbaubarer Rohproteinanteil), Getreide, Glycerin, Mineralfutter und Futterharnstoff. Sie enthielt 6,6 MJ NEL je kg Trockenmasse.

Die in der Altmelkphase vor dem Trockenstellen an alle Tiere gefütterte TMR enthielt 6,9 MJ NEL je kg Trockenmasse. Sie bestand aus Maissilage, Anwelksilage 2. Schnitt, Rapsextraktionsschrot, Getreide, Feuchtkornmais, UDP Raps oder Soja behandelt, Stroh, Mineralfutter, Futterkalk und Viehsalz. Während der ersten 100 Tage der Folgelaktation bekamen die Tiere beider Gruppen eine TMR mit 7,2 MJ NEL je kg Trockenmasse. Diese setzte sich zusammen aus Anwelksilage 1. Schnitt, Maissilage, Rapsextraktionsschrot, UDP Raps oder Soja behandelt, Feuchtkornmais, Getreide, Stroh, Heu, Bergafett (Berg und Schmidt, Hamburg), Glycerin, Mineralfutter, Futterkalk und Viehsalz.

In der Abkalbebox wurden an sechs Trögen die Tagesfuttermengen der einzelnen Tiere aufgezeichnet. Dasselbe geschah an 36 Trögen im Liegeboxenlaufstall. In diesen kamen die Tiere 10 ± 3 Tage nach der Abkalbung. Die Messung der Tagesfuttermengen erfolgte computergestützt über Registrierung mittels eines Transponders. Dazu erhielt jedes Tier einen Transponder. Dieser wurde wie eine Ohrmarke mit der Ohrmarkenzange am rechten Ohr eingesetzt. Die Identifikationsnummer des Transponders wurde im Computer der Ohrmarkennummer des jeweiligen Tieres zugeordnet. Ebenso wurde die dazugehörige Nummer der Haltungsgruppe, in der sich das Tier befand, dokumentiert. Die 36 Tröge im Liegeboxenlaufstall wurden den jeweiligen Haltungsgruppen zugeordnet. Im Liegeboxenlaufstall befanden sich zeitgleich immer zwei Haltungsgruppen (Frischmelker und Altmelker). Jeder Haltungsgruppe standen 18 Tröge zur Verfügung. Sie waren abwechselnd angeordnet. So hatten Tiere einer Haltungsgruppe zu jedem zweiten Trog Zugang. Tiere einer Haltungsgruppe konnten nur an diesen bestimmten Trögen fressen. Dieses war durch die

Erkennung der jeweiligen Transponder durch das über dem Trog befestigte Lesegerät gewährleistet. Alle Tiere im Versuch waren bereits vertraut mit diesem System. Ein Trog wurde jeweils zwischen 7.00 Uhr und 8.00 Uhr mit 50 kg TMR befüllt. Zwischen 13.30 Uhr und 14.30 Uhr wurden die Tröge erneut mit 50 kg TMR befüllt. Sobald eine Kuh mit ihrem Kopf in die Nähe des Lesegerätes gelangte, prüfte dieses die Nummer des Transponders. Gehörte die Kuh der Haltungsgruppe an, die Zugang zu diesem Trog hatte, konnte sie das Fressgittertor mit ihrem Kopf nach unten schieben und öffnen. Sie hatte nun Zugang zu dem im Trog befindlichen Futter. Der Computer begann mit Registrierung der jeweiligen Nummer des Transponders und nach Öffnen des Fressgittertores mit der Dokumentation. Jeder Trog verfügte über eine Wiegevorrichtung. Der Computer dokumentierte nun das Gewicht des Troges zum Zeitpunkt der Öffnung des Tores sowie die Dauer, die das Tor geöffnet blieb. Zog die Kuh ihren Kopf zurück, schloss sich das Tor. Der Computer dokumentierte nun das aktuelle Gewicht des Troges und berechnete die Differenz. Diese wurde der entsprechenden Kuh als erfolgte Futteraufnahme zugeordnet. Die Zahlen eines jeden Tieres wurden über 24 Stunden gesammelt, addiert und ergaben die jeweilige Tagesfutteraufnahme. Diese Daten wurden jeden Morgen gesichtet und auf auffallende Unstimmigkeiten (außergewöhnlich hohe oder niedrige Tagesfutteraufnahmen im Vergleich zum Vortag und zu den anderen Tieren oder sehr lange Futteraufnahmedauern) geprüft. So ergaben sich Hinweise auf etwaige technische Probleme (verklemmte Tore, ausgefallene oder verlorene Transponder) oder kranke Tiere mit sinkender Futteraufnahme. Die Nummern der betroffenen Tiere und / oder Tröge wurden notiert und kontrolliert. Lagen zu dem betroffenen Tier auch geringere Milchmengen vor, wurde es klinisch untersucht. Im Falle von z.B. Verletzungen verließen die Tiere den Liegeboxenlaufstall und kamen in die Krankengruppe. Auch in diesem Fall konnte die Futteraufnahme sehr gering sein, da das Tier die Gruppe vor Tagesablauf verlassen hatte. Bei neuen Tieren in der Gruppe, die laut Computer gar keine Futteraufnahme zeigten, mussten Ohrmarken- bzw. Transpondernummer mit denen im Computer verglichen werden. Fehler bei der Eingabe der Zahlenfolge sowie unangekündigte Umstellungen hatten zur Folge, dass das Tier keinen Zugang zu den Trögen erhielt. Hatte eine ganze Gruppe weniger gefressen als am Vortag, mussten frische Silageanschnitte oder Stromausfälle im Stall abgeklärt werden. Im Falle von zu hohen Futteraufnahmen, musste kontrolliert werden, ob das betroffene Tor richtig schloss. War dies nicht der Fall, wurde die gesamte Futteraufnahme aus diesem Trog der Kuh zugeordnet, die das Tor öffnete. Jede anschließend an diesem Trog fressende Kuh wurde nicht registriert, ihre Futteraufnahme jedoch dem falschen Tier zugeordnet. Aus diesem Grund mussten auch Zusammenhänge zwischen zu hohen und zu

geringen Futteraufnahmen verschiedener Tiere an einem Tag untersucht werden. Nach dem Abschluss der Datensichtung vor der Morgenfütterung wurde das Restfutter in den Trögen ausgeleert. Dazu wurden die Tröge ausgehängt und umgekippt. Die Tröge wurden mit Besen gereinigt und wieder eingehängt. Nach dem Befüllen erfolgte erneut die Dokumentation und Berechnung der Futteraufnahmen.

3.4. Probenmaterial und klinische Untersuchungen

Zur Feststellung der Eutergesundheit wurden je zwei zytobakteriologische Untersuchungen vor und nach der Kalbung durchgeführt sowie eine klinische Euteruntersuchung zum Zeitpunkt des Trockenstellens (Tabelle 2). Tropf- und Involutionskontrollen erfolgten zur Beurteilung der Rückbildung des Eutergewebes während der Trockenstehzeit (Tabelle 2). Durch Erhebung von Aufeuter-, Ödem- und Milchflussdaten wurden das erneute Aufeutern, der Übergang von Rück- zu erneuter Anbildung des Euters sowie eventuell auftretende Euterentzündungen im Zuge des Aufeuterns verfolgt (Tabelle 2). Vom Kolostrum wurden Gesamtgemelksproben zur Bestimmung des Eiweißgehaltes bei – 20 Grad Celsius (°C) eingefroren.

Tabelle 2: Zeitplan für Probenentnahmen und Untersuchungen

Zeitpunkt	Probe / Untersuchung	Parameter
<u>Tage vor dem Trockenstellen</u>		
21 ± 3	Viertelgemelksprobe	Bakteriologie, Zellzahl
8 ± 3	Viertelgemelksprobe	Bakteriologie, Zellzahl
0	Adspektion und Palpation	Beschaffenheit von Haut und Drüsengewebe des Euters und der Zitzen, Form, Symmetrie
<u>Tage nach dem Trockenstellen</u>		
1 bis 3 maximal 7	Adspektion	Milchfluss
14	Adspektion und Palpation	Grad der Involution, Symmetrie
<u>Tage vor der Kalbung</u>		
21, 17, 14, 10, 7, 5, 3, 1	Adspektion und Palpation	Grad des Aufeuterns, Ödembildung, Milchfluss
0	Gesamtgemelksprobe	Eiweißgehalt
<u>Tage nach der Kalbung</u>		
5 bis 6	Viertelgemelksprobe	Bakteriologie, Zellzahl
21 ± 3	Viertelgemelksprobe	Bakteriologie, Zellzahl

3.4.1. Zytobakteriologische Untersuchungen

Die erste und zweite Milchprobenentnahme zur zytobakteriologischen Untersuchung erfolgte 21 ± 3 und 8 ± 3 Tage vor dem geplanten Trockenstelldatum.

Bakteriologisch positive Proben waren die Grundlage für eine gezielte antibiotische Behandlung 5 Tage vor dem Trockenstellen. Als positiv galten hierbei alle Ergebnisse, bei denen die Platten ein Wachstum pathogener Keime (major pathogens; z.B. Streptokokken wie *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Streptococcus uberis*; Staphylokokken wie *Staphylococcus aureus* oder Enterobacteriaceen wie *Escherichia coli*) aufwiesen. Als negativ wurden hingegen alle Untersuchungen angesehen, deren Ergebnis kein bzw. nur vereinzelt Wachstum ubiquitär vorkommender Keime aufwies. Ebenfalls nicht behandelt

wurde beim Nachweis apathogener und minderpathogener Keime (minor pathogens) wie unter anderem bei *Corynebacterium bovis* und Koagulase-negativen Staphylokokken.

Alle Tiere wurden sowohl mit einem antibiotischen Trockensteller (9 g Suspension mit 320 mg Benzylpenicillin-K (entspricht 500.000 I.E.), 1030 mg Benzylpenicillin-Procaïn (entspricht 1 Mio. I.E.) und 780 mg Neomycinsulfat, Mastitar Forte, Intervet Deutschland GmbH, Unterschleißheim) als auch einem internen Zitzenversiegler (4 g Suspension mit 2,6 g Bismuthsubnitrat, OrbeSeal, Pfizer Tiergesundheit, Pfizer Pharma GmbH, Karlsruhe) trockengestellt. Das zweite Präparat diente als antibiotikafreier Barrierschutz im Zitzenkanal, um so die Milchdrüse vor eindringenden Keimen zu schützen.

Fünf bis sechs Tage nach dem Abkalben wurde die dritte Milchprobe und 21 ± 3 Tage nach der Kalbung die vierte Milchprobe entnommen. Erkrankte ein Versuchstier an einer klinischen Mastitis, wurde vor der Behandlung ebenfalls je eine Milchprobe aller vier Viertel entnommen.

Die Tiere wurden sowohl vor dem Trockenstellen als auch nach der Kalbung dreimal täglich in einem 2 x 16 Side-by-side-Melkstand (Alfa Laval, Corporate AB, Lund, Schweden) gemolken. Die Milchprobenentnahme fand während der Mittagsmelkzeit statt. In Einzelfällen mussten die Proben aus technischen Gründen abends genommen werden. Es wurden zuerst die Tiere der Gruppe mit Gliedmaßenkrankungen, anschließend die Tiere der Liegeboxenlaufställe (vornehmlich Versuchstiere, Frisch- und Altmelker gemischt) gemolken. Danach folgten vier Haltungsgruppen mit Tieren, die nicht am Versuch beteiligt waren und sich je nach Gruppe in unterschiedlichen Laktationsstadien befanden (zunächst Frischmelker, dann Altmelker). Als letztes wurden die Frischabkalber und abschließend die Krankengruppe (vorwiegend euterkrankte Tiere) gemolken. Die Melkzeuge wurden nach jeder Kuh zwischendesinfiziert. Dies geschah über ein automatisches Spülprogramm des Melksystems. Der Melkstand wurde nach jeder Reihe Kühe mit Wasser gereinigt.

Vor dem Ansetzen der Melkzeuge wurden die Zitzen mit feuchten, gewaschenen Eutertüchern aus Vlies gesäubert (Lavette Super von Hypred, Hertogenbosch, Niederlande). Gewaschen wurden die Eutertücher in einer Waschmaschine bei 60°C mit Ariel Professional (Procter & Gamble, Brüssel, Belgien). Es handelt sich um ein chemothermisches Desinfektionsvollwaschmittel mit bakterizider (einschließlich gegen methicillinresistente

Staphylokokken) und viruzider Wirkung. Die Konzentration beträgt 4 g je Liter Waschlauge. Für eine ausreichende Wirksamkeit ist eine Kontaktzeit von 15 min. notwendig.

Die Vorgemelksstrahlen wurden durch das Melkpersonal auf Abweichungen vom Milchcharakter hin untersucht. Dies erfolgte durch Melken der Vorgemelksstrahlen in einen schwarzen Vormelkbecher. Dabei erfolgte die Beurteilung des Sekrets hinsichtlich Farbe, Konsistenz und Viskosität. Das Melkpersonal trug Einmalhandschuhe. Nach dem Melkvorgang wurden die Zitzen mit einer pflegenden und desinfizierenden Lotion gedippt (Zwei-Komponenten-Dippmittel Auxilium Barrier, AgriBox, Hilvarenbeek, Niederlande). Die beiden Komponenten werden zu gleichen Teilen gemischt. Es beinhaltet 6,4 g Natriumchlorid je kg Mischung sowie 24,6 g L-(+)-Milchsäure je kg Mischung. Desinfizierend wirksam ist die daraus resultierende bis zu einprozentige Chloridoxidlösung.

Die Probenentnahme erfolgte unter sterilen Kautelen durch die Doktorandin. Die Zitzen wurden mit feuchten Eutertüchern gereinigt und mit Spiritus desinfiziert. Es wurden Einmalhandschuhe getragen und sterile Probenröhrchen verwendet. Pro Viertel wurde eine Anfangsviertelgemelksprobe entnommen, wobei die ersten zwei Strahlen verworfen wurden. Die Probenmenge betrug 20 ml je Viertel.

Die Milchproben wurden anschließend aus logistischen Gründen für zwei Tage im Kühlschrank aufbewahrt (maximal fünf Tage beim dritten Probenentnahmezeitpunkt). Sie wurden gekühlt von Iden in das Labor der Tierklinik für Fortpflanzung der Freien Universität Berlin verbracht, wo sie bakteriologisch und zytologisch untersucht wurden.

3.4.2. Kolostrumproben

Die Kolostrumproben wurden vom Melkpersonal beim ersten Melkvorgang nach der Kalbung entnommen. Das Kolostrum aller vier Viertel einer Kuh wurde in eine Kanne gemolken. Es wurde eine Gesamtgemelksprobe von 100 ml zur Bestimmung des Eiweißgehalts aus der Kanne entnommen. Die Gesamtgemelksproben wurden bei -20°C eingefroren.

3.4.3. Klinische Untersuchung des Euters vor dem Trockenstellen

Frühestens zwei Tage vor dem Trockenstellen wurde eine klinische Untersuchung des frisch ausgemolkenen Euters nach Grunert (1990) und Schulz (1994) durchgeführt. Dabei wurden Befunde zur Form des Euters, der Symmetrie der beiden Euterhälften zueinander, der Abhebbarkeit der Euterhaut sowie der Konsistenz des Drüsengewebes erhoben. An den Zitzen wurden jeweils ein Zisternen- und ein Rollgriff angewandt, um vorhandene Stenosen oder Strikturen aufzuzeigen. Bei der Untersuchung wurde auch auf eine vermehrte Wärme und Schmerzhaftigkeit des Eutergewebes geachtet, um Anzeichen einer akuten Mastitis festzustellen. Zur Dokumentation der erhobenen Befunde wurde ein Schlüssel erstellt. Dieser orientierte sich an der einschlägigen Literatur (Grunert, 1990; Schulz, 1994).

3.4.4. Tropfkontrollen nach dem Trockenstellen

Drei Tage lang wurden die Kühe ab dem Tag des Trockenstellens täglich einmal darauf untersucht, ob Milchfluss (Tropfen) zu beobachten war. Fiel eine dieser Kontrollen positiv aus, so wurde die Beobachtung bis zum siebenten Tag nach dem Trockenstellen fortgesetzt. Es wurde bei jeder Zitze zu jedem Termin zwischen auftretendem Milchfluss und keinem erkennbaren Milchfluss unterschieden.

3.4.5. Kontrolle der Involution

Eine Kontrolle der Involution des Euters erfolgte einmalig 14 Tage nach dem Trockenstellen. Um die Sekretion des Drüsengewebes nicht unnötig zu stimulieren, wurde diese zunächst adspektorisch durchgeführt. Dabei wurden auf die Größe des Euters, Faltenbildung und Symmetrie der Euterhälften untereinander geachtet. Abschließend erfolgte zur Unterstützung der adspektorischen Befunde ein kurzer Griff in jedes Viertel, um die Konsistenz des Gewebes und eine etwaige Fluktuation durch Flüssigkeit in den Zisternen festzustellen. Die Dokumentation erfolgte unter Zuhilfenahme eines Beurteilungsschlüssels.

3.4.6. Aufeutern, Euterödem und Milchfluss vor der Kalbung

Am 21. Tag vor dem errechneten Abkalbetermin wurde mit der Beurteilung des erneuten Aufeuterns begonnen. Dabei wurde der Grad des Aufeuterns adspektorisch und palpatorisch beurteilt. Bei Vorhandensein eines Euterödems wurden dessen Ausmaße berücksichtigt. Jede Zitze wurde adspektorisch auf vorzeitigem Milchfluss untersucht. Diese Untersuchungen wurden 17, 14, 10 und 7 Tage vor der erwarteten Kalbung und dann im Zwei-Tages-Rhythmus bis zur tatsächlichen Abkalbung wiederholt. Dabei wurden entsprechende Beurteilungsschlüssel zu Hilfe genommen.

3.4.7. Klinische Mastitiden

Klinische Mastitiden wurden beim Melken durch das Melkpersonal anhand von Sekretveränderungen oder in Zusammenhang mit einem Rückgang der Futteraufnahme oder schlechtem Allgemeinbefinden des Tieres erkannt. Die Dokumentation klinischer Mastitiden und deren antibiotische Behandlung erfolgte über das Computerprogramm Superkuh.

3.5. Untersuchung der Proben im Labor

3.5.1. Bestimmung der Zellzahlen der Milch

Die Zellzahl wurde fluoreszenzoptisch (Fossomatic 360, FOSS GmbH, Rellingen, Deutschland) bestimmt. Es handelt sich um ein Standardverfahren, bei dem die DNA der Zellen mit Hilfe einer zugesetzten Färbelösung angefärbt wird. In einem Durchflusselement werden die gefärbten Zellen Licht einer bestimmten Wellenlänge ausgesetzt. Die gefärbte DNA der Zellen entsendet nun wiederum fluoreszierende Lichtimpulse einer anderen Wellenlänge. Die einzelnen Lichtimpulse werden gezählt und auf dem Display des Gerätes angezeigt. Der Aufbau des Durchflusselementes gewährleistet, dass nur somatische Zellen erfasst werden. Die Untersuchung erfolgte im Labor der Tierklinik für Fortpflanzung.

3.5.2. Bakteriologie der Milch

Die Bakteriologie der Milch wurde in der Tierklinik für Fortpflanzung durchgeführt. Zur bakteriologischen Untersuchung wurden Schafblutagarplatten (Blood Agar Base Nr. 2, Oxoid, Wesel, Deutschland, Zusatz von 5 % Schafblut, Zusatz von 0,1 % Aesculin) durch einen konfluenten Ausstrich gleichmäßig mit den Milchproben beimpft. Dazu wurden sterile Einmalimpfösen aus Kunststoff verwendet. Die Proben wurden jeweils vorsichtig aufgeschüttelt und sorgfältig durchmischt. Anschließend wurde je ein Inokulum von 0,01 ml auf einer Hälfte der Schafblutagarplatte ausgestrichen, die nächste Probe auf der anderen Hälfte. Die Platten wurden 48 Stunden bei 37 °C im Brutschrank inkubiert und anschließend ausgewertet. Nach einer ersten Verdachtsdiagnose aufgrund der Koloniemorphologie wurde ein mikroskopisches Präparat mit einer Gramfärbung angefertigt. Es wurde zwischen gram-positiven (blau angefärbt) und gram-negativen (rot angefärbt) Bakterien unterschieden. Des Weiteren erfolgte eine Differenzierung zwischen Kokken und Stäbchen. Einzelne Keime wurden mit Hilfe biochemischer Untersuchungen identifiziert. Platten, auf denen mehr als zwei Keimarten in großem Ausmaß wuchsen (Rasenwachstum) wurden als bakteriell verunreinigt angesehen.

3.5.3. Bestimmung des Eiweißgehaltes im Kolostrum

Die Bestimmung des Eiweißgehaltes wurde am Institut für Tierernährung durchgeführt. Der Rohproteingehalt der Kolostrumproben wurde über eine Gesamtstickstoffmessung mit dem Elementaranalysator Vario Max CN bestimmt. Diese erfolgte nach dem Prinzip der katalytischen Rohrverbrennung unter Sauerstoffzufuhr und bei hohen Temperaturen. Dabei wurden die gewünschten Messkomponenten durch spezifische Adsorptionssäulen voneinander getrennt und nacheinander mit einem Detektor für die Wärmeleitfähigkeit bestimmt. Die automatische Steuerung des Analysenablaufes erfolgte über einen angeschlossenen Computer mit zugehöriger Software und eine probenspezifische Sauerstoffzufuhr. Je 400 µl einer Probe wurden in einen Metalltiegel abgewogen. Die Berechnung erfolgte im Anschluss der Analyse durch das Computerprogramm. Zur Erhaltung von Standardvergleichswerten wurde reine Glutaminsäure ebenfalls in die Analyse einbezogen. Das Programm bestimmte den gemessenen Stickstoffgehalt und den sich rechnerisch ergebenden prozentualen Eiweißgehalt der Proben.

3.6. Statistische Auswertung der erhobenen Daten

Die statistische Auswertung der erhobenen und in Excel 2003 (Microsoft Corporation, Microsoft Deutschland GmbH, Unterschleißheim / München) dokumentierten Daten erfolgte mit Hilfe des Statistikprogramms SPSS 18.0 für Windows (SPSS Inc., München).

Die Zellzahlen wurden für die statistische Auswertung logarithmiert. Die Darstellung der Originalzahlen erfolgte mit logarithmischer Skalierung. Es wurden zwei Grenzwerte (100.000 und 200.000 Zellen je ml Milch) festgelegt. Die Punkte in den Abbildungen ober- und unterhalb der Whiskers der Box-Plots stellen die Ausreißer dar.

Es ergaben sich Differenzen zwischen den auswertbaren Viertelgemelksproben bei der Zellzahlmessung (Kapitel 4.1., Tabelle 2) und denen der Keimdifferenzierung (Kapitel 4.2., Tabelle 5). Diese beruhen auf der Einbeziehung bzw. dem Ausschluss der verunreinigten Proben. Während sie zur Zellzahlbestimmung herangezogen werden konnten, mussten sie zur Beurteilung der Keimdifferenzierung ausgeschlossen werden. Mischinfektionen wurden in der Bakteriologie jeweils allen beteiligten Keimarten zugeordnet. Dadurch ergab sich teilweise eine höhere Befundzahl als Probenanzahl.

Es erfolgte nicht für alle Tiere eine Dokumentation der Involution. Insgesamt fehlen die Daten von sechs Tieren, wovon eines aufgrund vorzeitigen Trockenstellens von der Untersuchung ausgeschlossen wurde. Die übrigen fünf fehlenden Datensätze verteilten sich so, dass drei Tiere in der Gruppe mit langer Trockenstehdauer fehlten und zwei in der Gruppe mit kurzer Trockenstehdauer. Somit ergaben sich für die Auswertung der Involutionsdaten folgende Gesamtanzahlen. Es gab Daten für 36 Tiere der Gruppe mit langer Trockenstehdauer und für 34 Tiere der Gruppe mit kurzer Trockenstehdauer.

Die tatsächlichen Trockenstehdauern sowie die Zeiträume zur Untersuchung der Aufeuter-, Euterödem- und Milchflussbefunde vor der Kalbung wurden retrograd anhand des tatsächlichen Kalbedatums errechnet. Da 21 Tage vor dem erwarteten Kalbedatum mit den Beobachtungen zu den Aufeutergraden und Ödemgraden begonnen wurde, gab es nur wenige Tiere, die vier Wochen vor der tatsächlichen Kalbung untersucht wurden. Andersherum gab es jedoch auch Tiere, die eher als erwartet kalbten und daher am Ende weniger als drei Wochen vor der Kalbung untersucht wurden. Daher unterscheiden sich die Anzahlen der Beobachtungen in den früheren Untersuchungsintervallen von den Tierzahlen der Gruppen.

Die Daten zu den Mastitisbefunden im Kapitel 4.9. basieren auf der Dokumentation anhand der Befunde der bakteriologischen Untersuchungen und der Befunde durch das Melkpersonal.

Die Daten zu den Krankheitsfällen im Kapitel 4.10. zum Thema Krankheiten beruhen auf der Dokumentation der Behandlungen durch den Tierarzt. Die Daten des Jahres 2005 dienten dazu, Einflüsse von Vorjahreserkrankungen auf die Häufigkeit von Krankheitsfällen in der Versuchslaktation zu identifizieren.

Der Einfluss der Laktationsanzahlen wurde in Form von Altersklassen (zweite Laktation und jünger bzw. älter als zweite Laktation) berücksichtigt.

Bei den statistischen Auswertungen ergaben sich keine Unterschiede, wenn die tatsächliche Trockenstehdauer oder die Versuchsgruppe herangezogen wurden. Daher wurde in der Beschreibung der Begriff Versuchsgruppe verwendet.

Zur Auswertung der statistischen Daten wurden Häufigkeits- und Kreuztabellen erstellt. Alle Daten wurden auf Normalverteilung geprüft. Mittelwerte, Mediane, Minima, Maxima und 95 %-Konfidenzintervalle wurden errechnet und bestimmt. Zur Bewertung der Daten wurden verschiedene statistische Tests herangezogen.

Die logistische Regression dient der Analyse abhängiger Variablen kategorialer Natur. Mit ihrer Hilfe lassen sich Aussagen darüber treffen wie wahrscheinlich das Eintreten oder Nichteintreten eines Ereignisses unter bestimmten Einflüssen bzw. Bedingungen (unabhängige Variablen) ist. Eine Regression beschreibt die Art des Zusammenhangs zwischen abhängiger und unabhängiger Variable. Zur Anwendung kam sie zur Bestimmung des Einflusses des geometrischen Mittels der Zellzahlen mit dem Grenzwert 100.000 vor dem Trockenstellen auf die Zellzahl zum Zeitpunkt der dritten zytobakteriologischen Untersuchung (Kapitel 4.2.5.), des Einflusses von Versuchsgruppe, Laktationsanzahl und Zellzahl vor dem Trockenstellen auf die Zellzahl nach der Kalbung (Kapitel 4.2.5.), des Einflusses der Altersklasse, der Gruppe und der Zellzahl auf den Eiweißgehalt im Kolostrum (Kapitel 4.4.), der Einflüsse unphysiologischer Euterbefunde vor dem Trockenstellen auf die Zellzahl vor dem Trockenstellen und nach der Kalbung sowie des Einflusses der Altersklasse auf die Zellzahl (Kapitel 4.5.) und zur Bestimmung des Einflusses der Symmetrie der Involution in Abhängigkeit von der Symmetrie des Euters vor dem Trockenstellen auf die Zellzahl nach der Kalbung (Kapitel 4.7.2.).

Die Varianzanalyse dient dem Vergleich der Erwartungswerte einer metrischen Variablen in verschiedenen Gruppen (z.B. Versuchsgruppen). Über Faktoren können die Varianzen zwischen und innerhalb der Gruppen verglichen werden. Sie geben Aufschluss darüber, ob sich die Gruppen signifikant unterscheiden und ob ihre Einteilung sinnvoll ist. Bei signifikanten Unterschieden kann von unterschiedlichen Gesetzmäßigkeiten in den

verschiedenen Gruppen ausgegangen werden. Es gibt verschiedene Formen von Varianzanalysen, je nach Datengrundlage bzw. Variablenanzahl und -ausprägung.

Von einer univariaten Varianzanalyse spricht man, wenn es nur eine abhängige, metrische Variable gibt. Dagegen spricht man von einer multivariaten Varianzanalyse beim Vorhandensein mehrerer abhängiger, metrischer Variablen. Die univariate Varianzanalyse kam zur Anwendung, um die Abhängigkeit der logarithmierten Zellzahlen von der Versuchsgruppe zum Zeitpunkt der dritten zytobakteriologischen Untersuchung zu prüfen (Kapitel 4.2.2.), die Abhängigkeit der Verteilung der Zellzahlen über und unter 100.000 Zellen je ml Milch 21 Tage nach der Kalbung von der Zellzahl vor dem Trockenstellen zu prüfen (Kapitel 4.2.3.) sowie im Test der Zwischensubjekteffekte für Versuchsgruppe und Altersklasse (Kapitel 4.2.4.) bzw. für Versuchsgruppe und Zellzahl und für Zellzahl und Altersklasse in Bezug auf den Eiweißgehalt im Kolostrum (Kapitel 4.4.).

Eine einfaktorielle Varianzanalyse bezieht sich auf nur eine unabhängige, kategoriale Variable als Faktor. Bei der multifaktoriellen Varianzanalyse gibt es mehrere unabhängige, kategoriale Variablen als Faktoren. Die einfaktorielle Varianzanalyse wurde angewandt, um die Abhängigkeit der Zellzahl zum Zeitpunkt der dritten zytobakteriologischen Untersuchung vom geometrischen Mittel der Zellzahl vor dem Trockenstellen zu untersuchen (Kapitel 4.2.2.) sowie den Unterschied in der Höhe des Eiweißgehaltes zwischen den Gruppen (Kapitel 4.4.).

Der T-Test ist ein parametrischer Stichprobentest, mit dem Rückschlüsse auf die Grundgesamtheit (z.B. die Population an Kühen) gezogen werden können. Beim Einstichproben-T-Test wird der Erwartungswert mit einem vorgegebenen Wert verglichen. Beim Zweistichproben-T-Test werden die Erwartungswerte beider Grundgesamtheiten (z.B. Versuchsgruppen) miteinander verglichen. Der T-Test wurde angewandt, um den Unterschied in der Höhe der Zellzahlen zwischen den beiden Versuchsgruppen (Kapitel 4.1.), das Verhältnis der Zellzahlen zur Trockenstehdauer (Versuchsgruppen, Kapitel 4.2.6.) und den Unterschied in der Höhe des Eiweißgehaltes zwischen den Versuchsgruppen zu klären (Kapitel 4.4.).

Der Korrelationskoeffizient nach Pearson beschreibt die Stärke des linearen Zusammenhangs zwischen zwei Variablen. Er kann Werte zwischen -1 und $+1$ annehmen. Ein Wert von $+1$ verweist auf einen vollständig positiven linearen Zusammenhang zwischen den untersuchten Merkmalen (-1 entsprechend auf einen vollständig negativen linearen Zusammenhang). Ein Korrelationskoeffizient mit dem Wert 0 deutet darauf hin, dass es überhaupt keinen linearen Zusammenhang zwischen den beiden Merkmalen gibt. Dennoch können beide in nicht-

linearer Abhängigkeit zueinander stehen. Der Korrelationskoeffizient nach Pearson wurde angewandt, um die Beziehung zwischen Zellzahlen und tatsächlicher Trockenstehdauer zu untersuchen (Kapitel 4.2.6.).

4. Ergebnisse

4.1. Tiere in der Untersuchung

Einige Tiere haben bedingt durch Eutererkrankungen drei statt vier funktionstüchtige bzw. melkbare Euterviertel (Gruppe lang, n = 4; Gruppe kurz, n = 6). Die Anzahl auswertbarer Viertelgemelksproben zum jeweiligen Untersuchungszeitpunkt in den Versuchsgruppen ist aus Tabelle 3 ersichtlich. Darin sind auch die in der bakteriologischen Untersuchung als bakteriell verunreinigt befundenen Proben aufgeführt, da deren Zellzahlen dennoch auswertbar sind.

Zum Zeitpunkt der dritten zytobakteriologischen Untersuchung weisen beide Gruppen höhere Anzahlen bakteriologisch verunreinigter Proben auf als zu den anderen Untersuchungszeitpunkten.

Tabelle 3: Anzahl der auswertbaren Viertelgemelksproben in den beiden Versuchsgruppen (lang, kurz) zum Zeitpunkt der zytobakteriologischen Untersuchungen

Zeitpunkt der zytobakteriologischen Untersuchung (1 bis 4)	auswertbare Viertelgemelksproben			
	lange Trockenstehdauer		kurze Trockenstehdauer	
21 ± 3 Tage vor dem Trockenstellen	153	4 ^a	139	5 ^a
8 ± 3 Tage vor dem Trockenstellen	153	4 ^a	140	3 ^a
5 bis 6 Tage nach der Kalbung	153	50 ^a	140	32 ^a
21 ± 3 Tage nach der Kalbung	152	9 ^a	140	8 ^a

^a davon bakteriologisch verunreinigte Proben

4.2. Zellzahlen der Milch

4.2.1. Zellzahlen zu den verschiedenen Probenahmezeitpunkten

In der Gruppe mit kurzer Trockenstehdauer sind die Zellzahlen fünf bis sechs Tage nach der Kalbung signifikant höher ($p = 0,006$) als bei langer Trockenstehdauer (Abbildung 1). Zu

allen Untersuchungszeitpunkten sind die Zellzahlen abhängig von der Anzahl der Laktationen der untersuchten Tiere ($p < 0,001$).

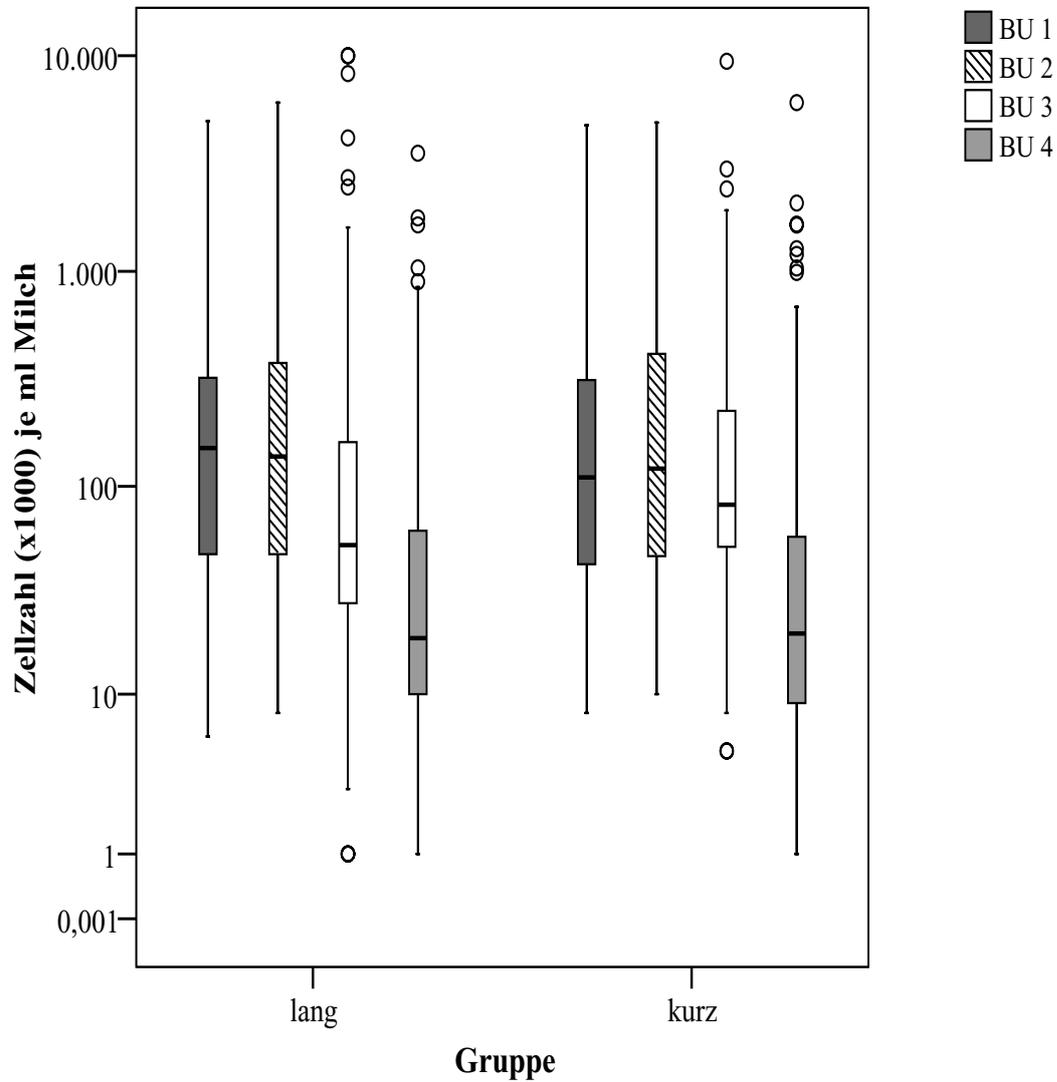


Abbildung 1: Zellzahlen je ml Milch der Viertelgemelksproben beider Versuchsgruppen (Gruppe lang, $n = 611$; Gruppe kurz, $n = 559$) zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten in logarithmischer Skalierung.

4.2.2. Zellzahlen vor dem Trockenstellen und fünf bis sechs Tage nach der Kalbung in den beiden Versuchsgruppen (kurz und lang)

Tabelle 4: Verteilung der Euterviertel und ihrer Zellzahlen unter- und oberhalb von 100.000 Zellen je ml Milch fünf bis sechs Tage nach der Kalbung in Bezug auf deren Verteilung vor dem Trockenstellen (geometrisches Mittel beider Probezeitpunkte vor dem Trockenstellen) in den beiden Gruppen mit langer und kurzer Trockenstehdauer

Zellzahlen vor dem Trockenstellen ^a			Zellzahlen 5 – 6 Tage nach der Kalbung					
			< 100.000		> 100.000		Gesamt	
Trockenstehdauer			lang	kurz	lang	kurz	lang	kurz
< 100.000	lang	Anzahl	42		18		60	
		% des geom. Mittels	70,0		30,0		100,0	
	kurz	Anzahl		47		15	62	
		% des geom. Mittels		75,8		24,2	100,0	
> 100.000	lang	Anzahl	60		33		93	
		% des geom. Mittels	64,5		35,5		100,0	
	kurz	Anzahl		32		43	75	
		% des geom. Mittels		42,7		57,3	100,0	
Gesamt	lang	Anzahl	102		51		153	
		% des geom. Mittels	66,7		33,3		100,0	
	kurz	Anzahl		79		58	137	
		% des geom. Mittels		57,7		42,3	100,0	

^a geometrisches Mittel beider Untersuchungen

In der Gruppe mit kurzer Trockenstehdauer sind fünf bis sechs Tage nach der Kalbung prozentual weniger Euterviertel, die vor dem Trockenstellen über 100.000 Zellen je ml Milch aufwiesen, unter 100.000 Zellen je ml Milch gesunken als in der Gruppe mit langer Trockenstehdauer ($p = 0,002$). Die Zellzahlen vor dem Trockenstellen haben in der Gruppe mit kurzer Trockenstehdauer somit Einfluss auf die Zellzahl fünf bis sechs Tage nach der Kalbung ($p = 0,036$). Ist die Zellzahl vor dem Trockenstellen höher als 100.000 Zellen je ml Milch, ist dies auch mit großer Wahrscheinlichkeit nach der Kalbung der Fall. Ist die Zellzahl

hingegen niedriger als 100.000 Zellen je ml Milch, ist dies überwiegend auch nach der Kalbung der Fall ($p = 0,036$).

4.2.3. Zellzahlen vor dem Trockenstellen und 21 Tage nach der Kalbung in den beiden Versuchsgruppen (kurz und lang)

Tabelle 5: Verteilung der Euterviertel und ihrer Zellzahlen unter- und oberhalb von 100.000 Zellen je ml Milch 21 Tage nach der Kalbung in Bezug auf deren Verteilung vor dem Trockenstellen (geometrisches Mittel beider Probezeitpunkte vor dem Trockenstellen) in den beiden Gruppen mit langer und kurzer Trockenstehdauer

Zellzahlen vor dem Trockenstellen ^a			Zellzahlen 21 Tage nach der Kalbung					
			< 100.000		> 100.000		Gesamt	
Trockenstehdauer			lang	kurz	lang	kurz	lang	kurz
< 100.000	lang	Anzahl	47		13		60	
		% des geom. Mittels	78,3		21,7		100,0	
	kurz	Anzahl		53		9	62	
		% des geom. Mittels		85,5		14,5	100,0	
> 100.000	lang	Anzahl	74		17		91	
		% des geom. Mittels	81,3		18,7		100,0	
	kurz	Anzahl		56		19	75	
		% des geom. Mittels		74,7		25,3	100,0	
Gesamt	lang	Anzahl	121		30		151	
		% des geom. Mittels	80,1		19,9		100,0	
	kurz	Anzahl		109		28	137	
		% des geom. Mittels		79,6		20,4	100,0	

^a geometrisches Mittel beider Untersuchungen

In beiden Versuchsgruppen ist 21 Tage nach der Kalbung der Anteil an Eutervierteln mit Zellzahlen unter 100.000 Zellen je ml Milch höher als vor dem Trockenstellen. Die Verteilung der Zellzahlen 21 Tage nach der Kalbung auf die Bereiche über und unter 100.000

Zellen je ml Milch wird in beiden Versuchsgruppen in Abhängigkeit von der Verteilung vor dem Trockenstellen betrachtet. Es gibt keine signifikanten Unterschiede ($p = 0,447$).

4.2.4. Zellzahlen in beiden Versuchsgruppen (kurz und lang) in Abhängigkeit von der Anzahl der Laktationen der Tiere

Zum Zeitpunkt der dritten zytobakteriologischen Untersuchung fünf bis sechs Tage nach der Kalbung weisen die Tiere in erster und zweiter Laktation mit kurzer Trockenstehdauer höhere Zellzahlen auf als entsprechende Tiere mit langer Trockenstehdauer (145.024 versus 100.716 Zellen je ml Milch; $p = 0,027$). Bei den Tieren in dritter und höherer Laktation gibt es diesen Unterschied zwischen den Gruppen nicht mehr (167.922 versus 162.715 Zellen je ml Milch; $p = 0,176$). In der Gruppe mit langer Trockenstehdauer weisen die Tiere, die sich in dritter und höherer Laktation befinden, höhere Zellzahlen auf als Tiere, die sich in der ersten oder zweiten Laktation befinden (162.715 versus 100.716 Zellen je ml Milch; $p < 0,001$). Zum Zeitpunkt der dritten zytobakteriologischen Untersuchung zeigen Jungkühe (erste und zweite Laktation zum Zeitpunkt des Versuchsbeginns) mit kurzer Trockenstehdauer bei hohen Zellzahlen vor dem Trockenstellen auch nach der Kalbung hohe Zellzahlen (über 100.000). Kühe ab der dritten Laktation aufwärts weisen insgesamt eine höhere Zellzahl auf als jüngere Tiere. Diese ist jedoch unabhängig von der Trockenstehdauer oder der Zellzahl vor dem Trockenstellen.

Zum Zeitpunkt der vierten zytobakteriologischen Untersuchung 21 Tage nach der Kalbung gibt es keine Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen ($p = 0,904$). Der Unterschied zwischen den Altersgruppen ist signifikant ($p = 0,003$). Kühe ab der dritten Laktation aufwärts haben höhere Zellzahlen (98.563 Zellen je ml Milch) als jüngere Tiere (77.285 Zellen je ml Milch).

4.2.5. Zellzahlen bei einem Grenzwert von 200.000 je ml Milch

Unter Berücksichtigung eines Grenzwertes von 200.000 Zellen je ml Milch ergibt sich für die beiden Versuchsgruppen mit langer und kurzer Trockenstehdauer und die beiden Untersuchungszeitpunkte fünf bis sechs und 21 Tage nach der Kalbung ein vergleichbares

Bild wie bei dem Grenzwert von 100.000 Zellen je ml Milch. Auch hier ist die Häufigkeitsverteilung der Euterviertel auf die Zellzahlbereiche über und unter 200.000 Zellen je ml Milch zum Zeitpunkt fünf bis sechs Tage nach der Kalbung in Abhängigkeit von der Verteilung der Zellzahlen vor dem Trockenstellen zwischen den beiden Versuchsgruppen signifikant unterschiedlich ($p = 0,004$). Bei kurzer Trockenstehdauer weisen mehr Euterviertel (44,2 %) fünf bis sechs Tage nach der Kalbung noch Zellzahlen über 200.000 Zellen je ml Milch auf, wenn diese auch vor dem Trockenstellen in diesem Zellzahlbereich lagen als bei langer Trockenstehdauer (23,7 %). Weder die Versuchsgruppe ($p = 0,176$) noch die Anzahl der Laktationen ($p = 0,299$) haben Einfluss auf die Höhe der Zellzahlen nach der Kalbung. Nur die Höhe der Zellzahlen vor dem Trockenstellen ist bei diesem Grenzwert ausschlaggebend für die Höhe der Zellzahlen nach der Kalbung ($p = 0,027$).

4.2.6. Verhältnis der Zellzahlen zur Trockenstehdauer

Je länger die tatsächliche Trockenstehdauer ausfällt, desto niedriger ist die Zellzahl bei der dritten Untersuchung fünf bis sechs Tage nach der Kalbung ($r = - 0,167$, $p = 0,004$). Bei Jungkühen (erste und zweite Laktation zu Versuchsbeginn) ist diese Beziehung ausgeprägt ($r = - 0,290$, $p = 0,001$). Bei Altkühen trifft diese Beziehung jedoch nicht zu ($r = - 0,009$, $p = 0,916$). In der Gruppe mit kurzer Trockenstehdauer bestehen für die verschiedenen Altersklassen andere Zusammenhänge. Bei den Altkühen dieser Gruppe ergeben sich bei längerer Trockenstehdauer (30 bis 40 Tage statt 20 bis 30 Tage) bei der dritten Untersuchung höhere Zellzahlen ($r = 0,247$, $p = 0,047$). Jungkühe der Gruppe mit kurzer Trockenstehdauer zeigen bei längerer Trockenstehdauer (30 bis 40 Tage) keine signifikante Beziehung ($r = - 0,271$, $p = 0,18$). In der Gruppe mit langer Trockenstehdauer besteht keine Beziehung zwischen den Altersklassen und der tatsächlichen Trockenstehdauer in Bezug auf die Zellzahl fünf bis sechs Tage nach der Kalbung (Jungkühe $r = 0,120$, $p = 0,282$, Altkühe $r = - 0,090$, $p = 0,457$).

Das Verhältnis der Zellzahlen zur Trockenstehdauer 21 ($p = 0,305$) und acht Tage ($p = 0,813$) vor dem Trockenstellen und 21 Tage ($p = 0,894$) nach der Kalbung bei kurzer und langer Trockenstehdauer ist vergleichbar ($p > 0,05$). Lediglich das Hauptfeld der Streupunkte liegt 21 Tage nach der Kalbung insgesamt niedriger als vor dem Trockenstellen. Zum Zeitpunkt der dritten zytobakteriologischen Untersuchung fünf bis sechs Tage nach der Kalbung

hingegen gibt es zwei Hauptfelder (Abbildung 2). Die Zellzahlen der Tiere mit einer kurzen Trockenstehdauer (20 bis 40 Tage) liegen deutlich höher als die der Tiere mit einer langen Trockenstehdauer (40 bis 60 Tage; $p = 0,006$).

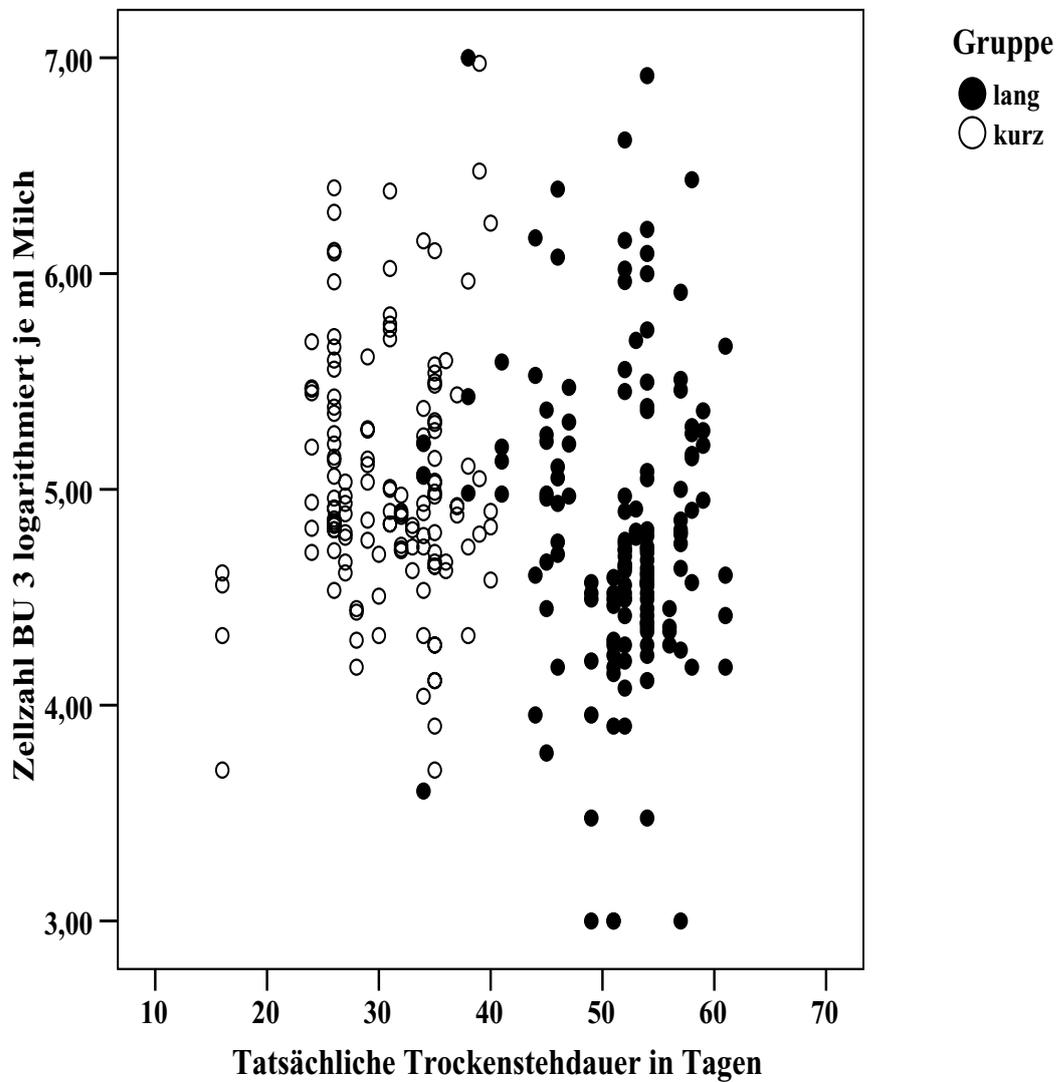


Abbildung 2: Verteilung der logarithmierten Zellzahlen je ml Milch beider Versuchsgruppen (Gruppe lang, $n = 153$; Gruppe kurz, $n = 140$) fünf bis sechs Tage nach der Kalbung im Verhältnis zur tatsächlichen Trockenstehdauer in Tagen

4.3. Bakteriologie der Milch

Am häufigsten sind in beiden Versuchsgruppen zu fast allen Untersuchungszeitpunkten die negativen Befunde. Es folgen die Befunde *Corynebacterium bovis* und Koagulase-negative Staphylokokken (Tabelle 6). In größerem Abstand folgen dann *Streptococcus spp.*, coliforme Keime und *Staphylococcus aureus* sowie die bakteriell verunreinigten Proben. Erst dann folgen *Pantoea spp.*, *Enterobacter spp.*, *Pseudomonas spp.*, *Lactobacillus spp.*, *Acinetobacter spp.* und Hefen, die unter sonstige Keime zusammengefasst werden. Keimkombinationen treten nur vereinzelt auf. Diese Mischinfektionen werden den jeweils beteiligten Keimarten zugeordnet. Dadurch ist die Summe der Befunde etwas größer als die der untersuchten Proben.

Nach der Kalbung zum Zeitpunkt der dritten bakteriologischen Untersuchung unterscheidet sich die Verteilung der Befunde gegenüber den anderen Untersuchungszeitpunkten (Tabelle 6). Fünf bis sechs Tage nach der Kalbung ist die Anzahl der negativen Befunde in beiden Versuchsgruppen niedriger (l = 43,5 %; k = 37,7 %) als die Anzahl an negativen Befunden vor dem Trockenstellen (l = 65,1 % und 66,2 %; k = 75,0 % und 61,9 %). Gleichzeitig ist die Zahl der bakteriologisch verunreinigten Proben zu diesem Untersuchungszeitpunkt im Vergleich zu vor dem Trockenstellen (unter 4 %) höher (l = 32,7 %; k = 22,9 %). Dies kehrt sich in beiden Versuchsgruppen zum Zeitpunkt der vierten bakteriologischen Untersuchung 21 Tage nach der Kalbung wieder um. Die Zahl der bakteriologisch verunreinigten Proben geht in den einstelligen Bereich zurück (6 %). Die Anzahl der negativen Befunde beläuft sich auf über 80 %.

Auffallend ist das geringe Vorkommen von *Corynebacterium bovis* in den bakteriologischen Untersuchungen nach der Kalbung in beiden Versuchsgruppen (l = 0,9 % und 3,5 %; k = 1,8 % und 6,0 %) während dieser Keim vor dem Trockenstellen noch der häufigste Keim war (l = 22,8 % und 16,6 %; k = 8,8 % und 14,4 %; Tabelle 6). In der Gruppe mit kurzer Trockenstehdauer ist der Anteil an *Corynebacterium bovis* jedoch zum Zeitpunkt fünf bis sechs Tage (1,8 %) und 21 Tage (6,0 %) nach der Kalbung fast doppelt so hoch wie in der Gruppe mit langer Trockenstehdauer (0,9 % und 3,5 %).

Ähnlich verhält es sich mit dem Anteil Koagulase-negativer Staphylokokken fünf bis sechs Tage nach der Kalbung. Während in der Gruppe mit langer Trockenstehdauer 25,0 % auf

diesen Befund entfallen, sind es in der Gruppe mit kurzer Trockenstehdauer 40,4 %. Koagulase-negative Staphylokokken sind in beiden Versuchsgruppen zu diesem Zeitpunkt der häufigste Keim. Zum Untersuchungszeitpunkt der vierten bakteriologischen Untersuchung 21 Tage nach der Kalbung sinken sie auf einen niedrigeren Stand (l = 6,9 %; k = 5,3 %) als vor dem Trockenstellen (l = 8,1 % und 9,9 %; k = 9,6 % und 13,7 %).

Tabelle 6: Absolute Häufigkeit der Befunde der bakteriologischen Untersuchungen von Anfangsviertelgemelksproben in beiden Versuchsgruppen (lang, kurz) zu den Untersuchungszeitpunkten

Gruppe	lang				kurz			
	1	2	3	4	1	2	3	4
bakteriologische Untersuchung								
Befund	n	n	n	n	n	n	n	n
negativ	97	100	47	122	102	86	43	108
<i>Corynebacterium bovis</i>	34	25 ^a	1	5	12 ^a	20 ^a	2 ^a	8 ^a
Koagulase-neg. Staphylokokken	12	15 ^a	27 ^a	10 ^a	13 ^a	19 ^a	46 ^a	7
<i>Staphylococcus aureus</i>	1	5 ^a	0	0	1	2	0	1
<i>Streptococcus spp.</i>	3	1	11 ^a	4 ^a	6	6 ^a	5 ^a	3
coliforme Keime	1	4 ^a	6 ^a	3	2	1	0	3
Sonstige ^b	1	1	16 ^a	0	0	5	18 ^a	3 ^a
Summe der Befunde ^a	149	151	108	144	136	139	114	133
Mischinfektionen gesamt ^a	0	2	5	1	2	2	6	1
Viertelproben gesamt	149	149	103	143	134	137	108	132
bakteriell verunreinigte Proben	4	4	50	9	5	3	32	8

^a Mischinfektionen werden den jeweils beteiligten Keimarten zugeordnet; daher Gesamtzahl höher als Anzahl der Viertelproben

^b *Enterobacter spp.*, *Pseudomonas spp.*, *Pantoea spp.*, *Acinetobacter spp.*, *Lactobacillus spp.* und Hefen

4.4. Eiweißgehalt im Kolostrum

Der prozentuale Eiweißgehalt im Kolostrum der Kühe ist in der Gruppe mit kurzer Trockenstehdauer im Mittel höher (15 bis 17 % je nach Alter der Tiere) als bei Kühen der Gruppe mit langer Trockenstehdauer (12 bis 13 %, $p < 0,001$, Tabelle 7, Abbildung 3).

Tabelle 7: Deskriptive Statistik zu den prozentualen Eiweißgehalten im Kolostrum beider Versuchsgruppen (lang, kurz) in Abhängigkeit von der Laktationsnummer und der Gruppe

Tiere		Eiweißgehalt im Kolostrum in %			
		95 % Konfidenzintervall			
Altersklasse	Gruppe	Mittelwert	SD	Untergrenze	Obergrenze
2. Laktation und jünger	lang	13,3	0,5	12,4	14,2
	kurz	15,1	0,5	14,0	16,2
älter als 2. Laktation	lang	12,2	0,7	10,9	13,5
	kurz	17,1	0,7	15,8	18,4

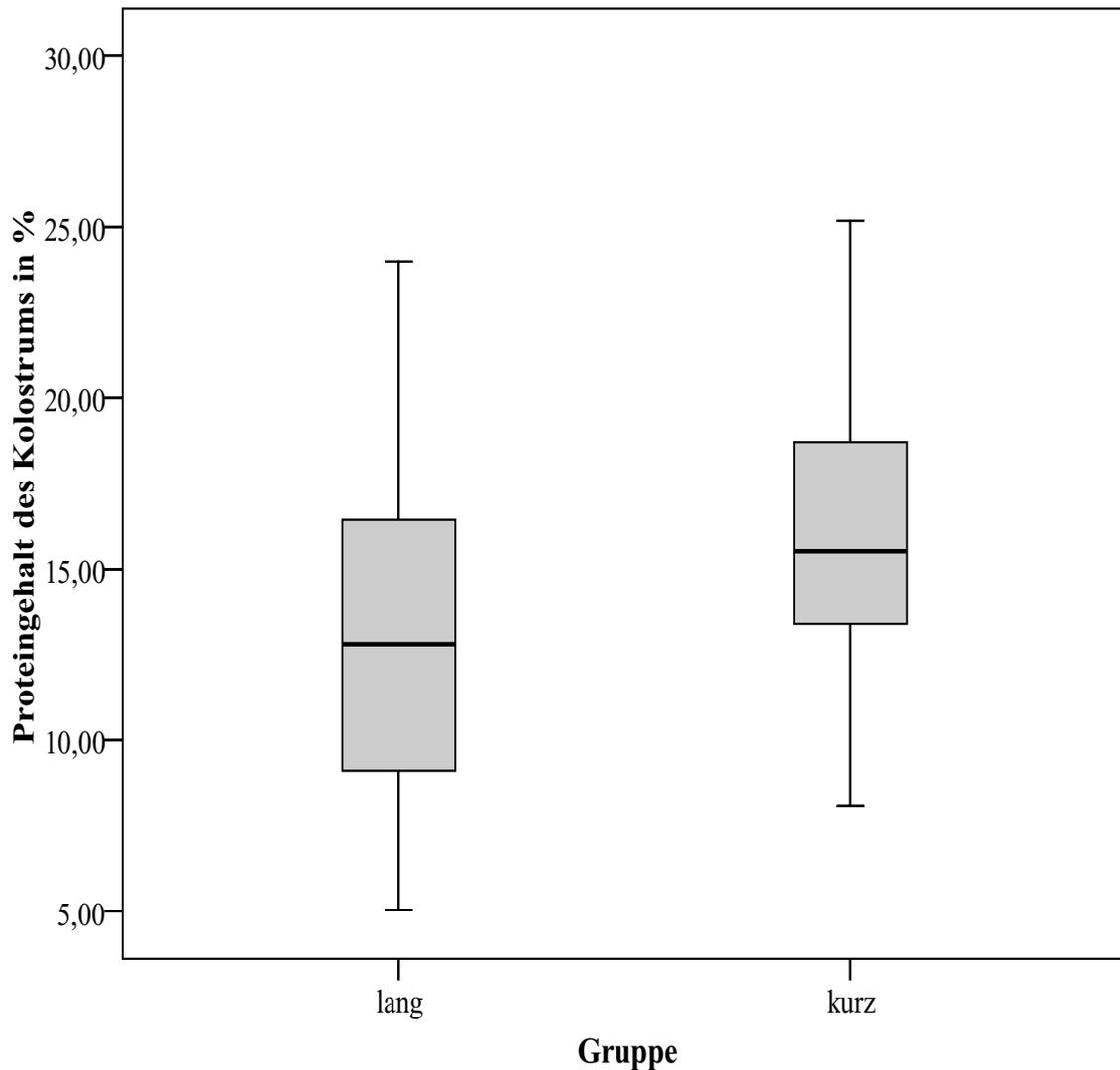


Abbildung 3: Prozentuale Eiweißgehalte des Kolostrums der Kühe beider Versuchsgruppen (Gruppe lang, n = 39; Gruppe kurz, n = 36)

Die Altersklasse allein hat keinen Einfluss auf den Eiweißgehalt ($p = 0,464$). In Verbindung mit anderen Parametern hat die Altersklasse Einfluss auf den Eiweißgehalt. So geht eine hohe Zellzahl vor dem Trockenstellen bei älteren Kühen nach der Kalbung mit einem höheren Eiweißgehalt im Kolostrum einher ($p = 0,025$). Die Gruppe mit kurzer Trockenstehdauer weist höhere Eiweißgehalte im Kolostrum auf als die Gruppe mit langer Trockenstehdauer ($p < 0,001$). Setzt man dies ins Verhältnis zur Altersklasse, so fällt wiederum auf, dass vor allem ältere Kühe mit kurzer Trockenstehdauer hohe Eiweißgehalte aufweisen ($p = 0,010$).

In der Gruppe mit langer Trockenstehdauer ist keine Beziehung zwischen dem Eiweißgehalt und der Höhe der Zellzahl fünf bis sechs Tage nach der Kalbung festzustellen. In der Gruppe mit kurzer Trockenstehdauer ist die Zellzahl fünf bis sechs Tage nach der Kalbung höher, wenn der Eiweißgehalt im Kolostrum hoch ist (Abbildung 4).

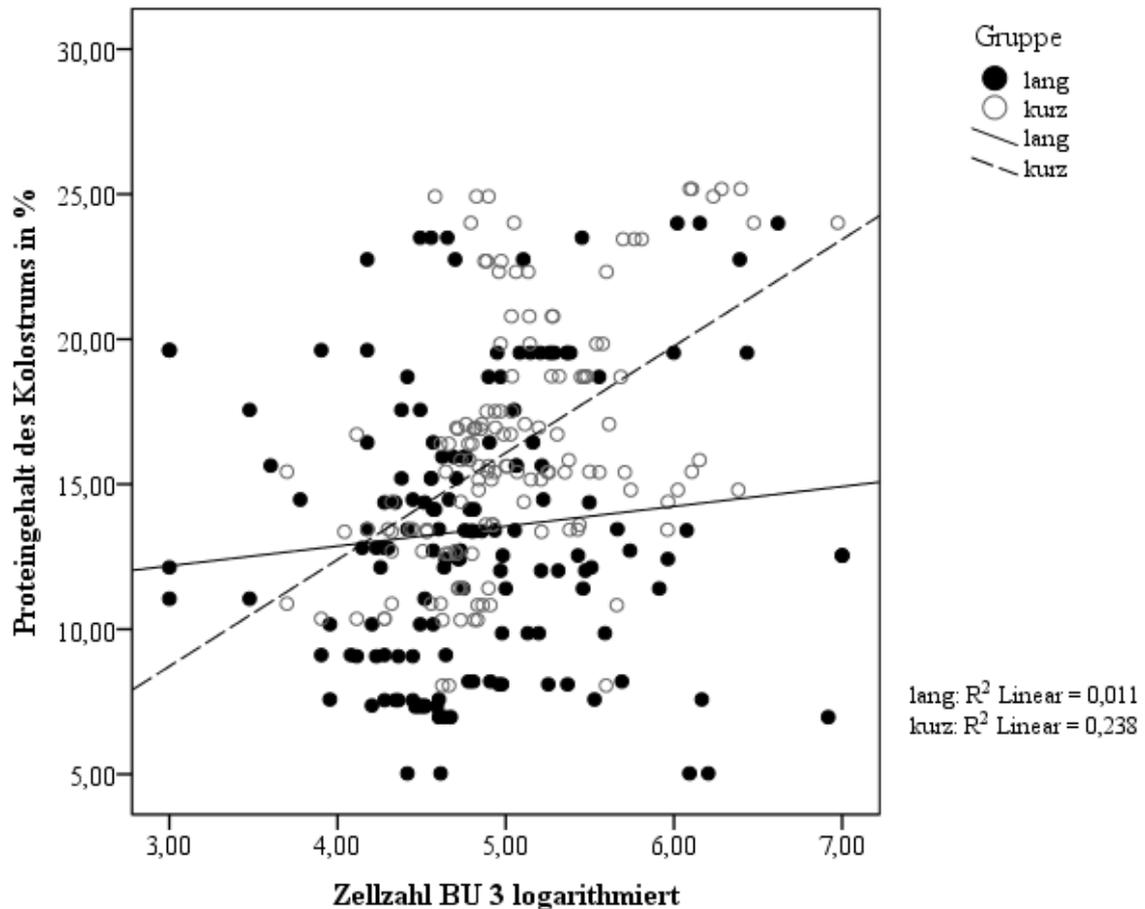


Abbildung 4: Einfluss des Eiweißgehaltes im Kolostrum auf die Höhe der Zellzahl fünf bis sechs Tage nach der Kalbung (die Geraden sind Regressionsgeraden; R^2 Linear lange Trockenstehdauer = 0,011; R^2 Linear kurze Trockenstehdauer = 0,238; Gruppe lang, n = 103; Gruppe kurz, n = 108)

4.5. Klinische Untersuchung des Euters vor dem Trockenstellen

4.5.1. Euterform

Die häufigste vorgefundene Euterform in beiden Versuchsgruppen ist das Bauch-Schenkel-Euter (Tabelle 8).

Tabelle 8: Anzahl der Tiere mit den jeweiligen Ausprägungen der Euterform zum Zeitpunkt der klinischen Untersuchung des Euters am Tag des Trockenstellens in beiden Versuchsgruppen (kurz, lang)

Euterform	Trockenstehdauer			
	lang		kurz	
	n	%	n	%
Baucheuter / Melkmaschinen-, Schüsseleuter	7	17,9	5	13,9
Bauch-Schenkel-Euter	20	51,3	25	69,4
Schenkeleuter	3	7,7	0	0,0
Stufeneuter	3	7,7	3	8,3
Kugeleuter / Hängeeuter	5	12,8	3	8,3
Gesamt	38	100,0	36	100,0

4.5.2. Symmetrie der Euterhälften

Die Symmetrie beider Euterhälften zueinander ist bei der Mehrheit der Tiere beider Versuchsgruppen gegeben (Tabelle 9).

Tabelle 9: Anzahl der Tiere mit symmetrischen und asymmetrischen Euterhälften bei der klinischen Untersuchung des Euters am Tag des Trockenstellens in beiden Versuchsgruppen (kurz, lang)

Symmetrie	Trockenstehdauer			
	lang		kurz	
	n	%	n	%
symmetrisch	20	51,3	25	69,4
asymmetrisch, linke Hälfte größer	8	20,5	5	13,8
asymmetrisch, rechte Hälfte größer	11	28,2	6	16,7
Gesamt	39	100,0	36	100,0

4.5.3. Abziehbarkeit der Euterhaut

Die Abziehbarkeit der Euterhaut ist in beiden Versuchsgruppen an allen Eutervierteln bei 89,7 bis 100,0 % (Gruppe lang) bzw. 91,7 bis 97,2 % (Gruppe kurz) der Tiere gegeben. Durch die Differenz zwischen den physiologischen (n = 285) und unphysiologischen Befunden (n = 15) ist ein Vergleich beider Befundqualitäten nicht möglich.

4.5.4. Konsistenz des Drüsengewebes

In beiden Versuchsgruppen wird die Konsistenz des Drüsengewebes der einzelnen Euterviertel vor dem Trockenstellen bei der Mehrheit der Tiere (l = 89,7 % bis 92,4 %; k = 83,3 % bis 88,9 %) als fein- oder grobkörnig und weich oder grobkörnig und derb mit einzelnen Knoten befunden. Nur einzelne Tiere weisen auch mal grobknotige Strukturen oder diffuse Verhärtungen im Drüsengewebe auf. Ebenfalls vereinzelt kommen bereits abkalbebedingte Euterödeme und sehr pralle und daher nicht beurteilbare Euterviertel vor.

4.5.5. Zisternen- und Rollgriff

Bei allen Tieren beider Versuchsgruppen werden sowohl alle Zitzenzisternen als auch alle Strichkanäle für unauffällig, glatt und weich und somit physiologisch beschaffen befunden.

4.5.6. Befunde des Euters und Zellzahlen vor dem Trockenstellen

Tiere mit einer unphysiologischen Euterform (Stufen-, Kugel- oder Hängeeuter) bei der klinischen Untersuchung vor dem Trockenstellen weisen hohe Zellzahlen (um 200.000 Zellen je ml) in der Milch vor dem Trockenstellen auf ($p = 0,002$). Tiere mit physiologischen Euterformen hingegen, weisen vor dem Trockenstellen im Schnitt um 100.000 Zellen je ml Milch auf ($p = 0,019$, Abbildung 5). Weitere klinische Untersuchungsparameter zeigen keine signifikante Beziehung zu den Zellzahlen vor dem Trockenstellen ($p > 0,05$). Einzig die Altersklasse hat noch signifikante Auswirkungen auf die Zellzahlen ($p < 0,001$). Je älter die Tiere sind, desto höher sind auch die Zellzahlen vor dem Trockenstellen.

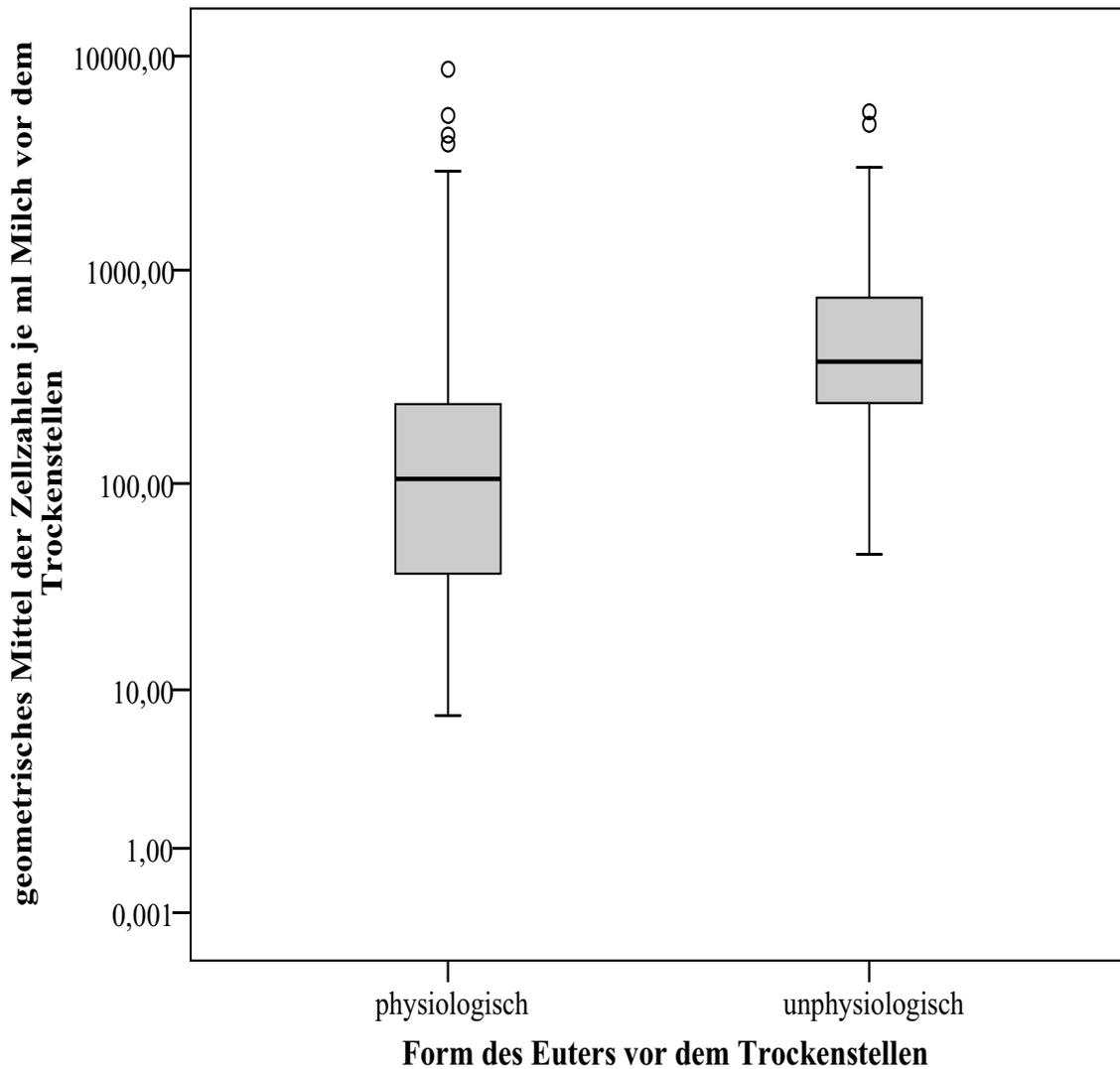


Abbildung 5: Euterform und Zellzahlen der Milch vor dem Trockenstellen (physiologisch = Bauch-, Bauch-Schenkel- oder Schenkeleuter; n = 60; unphysiologisch = Stufen-, Kugel- oder Hängeeuter; n = 14).

4.5.7. Befunde des Euters vor dem Trockenstellen und Zellzahlen nach der Kalbung

Einfluss auf die Höhe der Zellzahlen nach der Kalbung hat nur die Symmetrie der Euterhälften zueinander. Fünf bis sechs Tage nach der Kalbung können in Bezug auf den Grenzwert von 100.000 Zellen je ml Milch keine Einflüsse der klinischen Untersuchungsbefunde vor dem Trockenstellen festgestellt werden ($p = 0,441$). Bei 200.000 Zellen je ml Milch zeigen Tiere, die vor dem Trockenstellen asymmetrische Euterhälften

aufwiesen, höhere Zellzahlen als Tiere mit symmetrischen Eutern ($p = 0,015$). Dieser signifikante Einfluss asymmetrischer Euter vor dem Trockenstellen ist 21 Tage nach der Kalbung für beide Grenzwerte der Zellzahlen nachweisbar ($p = 0,005$ für 100.000 Zellen je ml Milch, $p = 0,001$ für 200.000 Zellen je ml Milch). Die Zugehörigkeit zu der jeweiligen Versuchsgruppe ist zu beiden Zeitpunkten nach der Kalbung nicht signifikant ($p = 0,055$).

4.6. Tropfkontrollen nach dem Trockenstellen

Die Anzahl der tropfenden Euterviertel ist zu gering (Gruppe lang, $n = 0$; Gruppe kurz, $n = 2$), um eine Aussage über Unterschiede zwischen den beiden Gruppen zu treffen.

4.7. Kontrolle der Involution

4.7.1. Grad der Involution

In beiden Versuchsgruppen bildet die Anzahl der Tiere, bei denen 14 Tage nach dem Trockenstellen bereits eine vollständige Involution des Euters stattgefunden hat, den größten Anteil (Tabelle 10). Dieser Anteil ist in der Gruppe mit langer Trockenstehdauer höher als in der Gruppe mit kurzer Trockenstehdauer (Tabelle 10).

Tabelle 10: Häufigkeitsverteilung der Ausprägungen des Grades der Involution 14 Tage nach dem Trockenstellen in beiden Versuchsgruppen (kurz, lang)

Involution	Trockenstehdauer			
	lang		kurz	
	Tierzahl	%	Tierzahl	%
nicht erfolgt	2	5,6	8	23,5
unvollständig erfolgt (Milch)	5	13,9	9	26,5
unvollständig erfolgt (Euter nicht schlaff)	7	19,4	5	14,7
vollständig erfolgt	22	61,1	12	35,3
Gesamt	36	100,0	34	100,0

4.7.2. Symmetrie der Involution

In beiden Versuchsgruppen sind die Euterhälften zum Zeitpunkt der Kontrolle der Involution weitestgehend symmetrisch (Tabelle 11). In der Gruppe mit kurzer Trockenstehdauer zeigen über die Hälfte der Tiere symmetrische Euterhälften (56 %). In der Gruppe mit langer Trockenstehdauer überwiegen die Asymmetrien mit 58 %. In beiden Gruppen hat die Zahl der symmetrischen Euter innerhalb von 14 Tagen abgenommen (Tabelle 11).

Tabelle 11: Vergleich der Verteilung der Symmetriebefunde zu den Zeitpunkten des Trockenstellens und der Kontrolle der Involution im Abstand von 14 Tagen in beiden Versuchsgruppen (kurz, lang)

Symmetrie	Trockenstehdauer							
	lang				kurz			
	Trockenstellen		Involutionkontrolle		Trockenstellen		Involutionkontrolle	
	Tiere	%	Tiere	%	Tiere	%	Tiere	%
symmetrisch	20	51,3	15	41,7	25	69,4	19	55,9
asymmetrisch	19	48,7	21	58,3	11	30,6	15	44,1
Gesamt	39	100,0	36	100,0	36	100,0	34	100,0

Die Veränderungen in der Symmetrie der Euter zum Zeitpunkt der Kontrolle der Involution in Bezug auf die Symmetrieverhältnisse zum Zeitpunkt des Trockenstellens sind Tabelle 12 zu entnehmen.

Tabelle 12: Anteil der Tiere mit den jeweiligen Ausprägungen der Befunde zur Symmetrie zum Zeitpunkt des Trockenstellens zum Zeitpunkt der Kontrolle der Involution (14 Tage später) in der Gruppe mit langer und kurzer Trockenstehdauer

Zeitpunkt des Trockenstellens (TS)		Kontrolle der Involution						
		Trockenstehdauer	symmetrisch		asymmetrisch		Gesamt	
			lang	kurz	lang	kurz	lang	kurz
symmetrisch	Tiere	lang	11		8		19	
	% TS		57,9		42,1		100,0	
	Tiere	kurz		15		8		23
	% TS			65,2		34,8		100,0
asymmetrisch	Tiere	lang	4		13		17	
	% TS		23,5		76,5		100,0	
	Tiere	kurz		4		7		11
	% TS			36,4		63,6		100,0
Gesamt	Tiere	lang	15		21		36	
	% TS		41,7		58,3		100,0	
	Tiere	kurz		19		15		34
	% TS			55,9		44,1		100,0

Insgesamt verhalten sich die Veränderungen in der Symmetrie der Euterhälften innerhalb der ersten 14 Tage nach dem Trockenstellen in Abhängigkeit von der Gesamtzahl und den Ausgangsbefunden zum Zeitpunkt des Trockenstellens in beiden Versuchsgruppen ähnlich. In der Gruppe mit kurzer Trockenstehdauer sind mehr Tiere mit symmetrischen Euterhälften als in der Gruppe mit langer Trockenstehdauer ($p < 0,001$).

4.7.3. Involution und Zellzahlen vor dem Trockenstellen und nach der Kalbung

Zwischen den Tieren mit symmetrischer, physiologischer Involution und asymmetrischer, unphysiologischer Involution gibt es vor dem Trockenstellen und nach der Kalbung keine Unterschiede in der Höhe der Zellzahlen der Milch. Selbst unter genauer Betrachtung der Tiere mit unphysiologischer Symmetrie des Euters vor dem Trockenstellen ergibt sich kein

Einfluss des Fortschrittes der Involution auf die Höhe der Zellzahlen fünf bis sechs Tage nach der Kalbung bei einem Grenzwert von 200.000 je ml Milch ($p = 0,701$). Auch die Symmetrie der Involution hat fünf bis sechs Tage nach der Kalbung keinen Einfluss auf die Höhe der Zellzahlen ($p = 0,641$).

Einundzwanzig Tage nach der Kalbung sind die Zellzahlen abhängig von der Symmetrie der Involution unter Einbeziehung der Symmetrie vor dem Trockenstellen ($p = 0,015$ für 100.000 Zellen je ml Milch, $p = 0,028$ für 200.000 Zellen je ml Milch). Die Versuchsgruppe hat hierbei keinen Einfluss ($p = 0,381$).

4.7.4. Einfluss der Befunde des Euters vor dem Trockenstellen auf die Involution

Die meisten klinischen Untersuchungsbefunde des Euters vor dem Trockenstellen haben keinen Einfluss auf den Fortschritt der Involution. Bezieht man hingegen eine unphysiologische Euterform vor dem Trockenstellen in die Analyse mit ein, so zeigen diese Tiere häufiger auch eine unphysiologische Involution ($p = 0,023$).

Einfluss auf die Symmetrie der Involution haben sowohl die Eutersymmetrie vor dem Trockenstellen als auch die Konsistenz des Drüsengewebes und die Euterform vor dem Trockenstellen. Sowohl eine unphysiologische Euterform als auch asymmetrische Euterhälften oder eine unphysiologische Drüsenkonsistenz des Euters vor dem Trockenstellen ziehen jeweils eine asymmetrische Euterinvolution nach sich.

4.8. Aufeuern, Euterödem und Milchfluss vor der Kalbung

4.8.1. Grad des Aufeuerns vor der Kalbung

In beiden Gruppen sind in den letzten drei Wochen vor der Kalbung nahezu alle Grade des Aufeuerns vertreten (Tabelle 13; die Bedeutung der Grade ist Tabelle 14 zu entnehmen). Vier und drei Wochen vor der Kalbung unterscheiden sich die Mediane beider Gruppen. In der Gruppe mit langer Trockenstehdauer steigt der Median über drei Wochen von Grad 2,5 auf Grad 6 langsam an (Tabelle 13). In der Gruppe mit kurzer Trockenstehdauer geschieht dieser

Anstieg auf Grad 6 vier Wochen vor der Kalbung und wird über zwei Wochen beibehalten. Die Tiere mit kurzer Trockenstehdauer weisen früher numerisch höhere Grade des Aufeuterns auf als die Tiere mit langer Trockenstehdauer (Tabelle 13).

Tabelle 13: Deskriptive Statistik des Aufeuterns beider Versuchsgruppen (kurz, lang) in der ersten, zweiten, dritten und vierten Woche vor der Kalbung

Grad des Aufeuterns	Trockenstehdauer							
	lang				kurz			
Tage a.p. ^a	n ^b	Median	Minimum	Maximum	n ^b	Median	Minimum	Maximum
21 bis 27	20	2,5	0	6	17	6	0	6
14 bis 20	33	4	0	10	31	6	0	10
7 bis 13	37	6	3	10	36	7	0	10
0 bis 6	37	8	0	10	35	8	3	10

^a vor der Kalbung

^b jeder Befund ist eine Beobachtung; diese kann in einem bestimmten Zeitraum von der Gesamtanzahl der Gruppe abweichen

Die Tiere der Gruppe mit kurzer Trockenstehdauer weisen in der vierten und dritten Woche vor der Kalbung numerisch höhere Anteile an hohen Graden des Aufeuterns auf als die Tiere der Gruppe mit langer Trockenstehdauer (Tabelle 14). Dies erklärt auch die numerisch höheren Mediane der Grade des Aufeuterns in der Gruppe mit kurzer Trockenstehdauer (Tabelle 13). In der letzten Woche vor der Kalbung wiederum zeigen die Tiere der Gruppe mit langer Trockenstehdauer einen numerisch höheren Anteil an vollständig angebildeten Eutern als es in der Gruppe mit kurzer Trockenstehdauer der Fall ist (Tabelle 14).

Tabelle 14: Häufigkeitsverteilung der Ausprägungen des Aufeuterns beider Versuchsgruppen (kurz, lang) 0 bis 6, 7 bis 13, 14 bis 20 und 21 bis 27 Tage vor der Kalbung

Häufigkeiten der Grade des Aufeuterns		Woche vor der Kalbung							
		1.		2.		3.		4.	
Grad	Bedeutung	l	k	l	k	l	k	l	k
0	kein Aufeutern	1	0	0	1	2	1	1	1
1	kein bis höchstens beginnendes Aufeutern	0	0	0	0	3	1	4	0
2	beginnendes Aufeutern	0	0	0	0	7	3	5	2
3	beginnendes bis geringgradiges Aufeutern	0	1	4	1	2	0	1	1
4	geringgradig aufgeeutert	0	0	7	6	4	4	6	2
5	geringgradig bis unvollständig aufgeeutert	2	3	0	1	3	3	1	2
6	unvollständig aufgeeutert	4	5	12	8	6	15	2	9
7	unvollständig bis fast vollständig aufgeeutert	2	4	1	5	1	2	0	0
8	fast vollständig aufgeeutert	11	10	11	11	3	1	0	0
9	fast vollständig bis vollständig aufgeeutert	1	5	0	0	0	0	0	0
10	vollständig, prall aufgeeutert	16	7	2	3	2	1	0	0
Gesamt		37	35	37	36	33	31	20	17

4.8.2. Euterödem und Milchfluss vor der Kalbung

Vor der Kalbung gibt es in beiden Gruppen ähnliche Verteilungen bezüglich ödemfreier Euter, ödematisierter Euter und Milchfluss. Die Anteile der Tiere mit Euterödemen und der mit Milchfluss lassen aufgrund der geringen Anzahl und der nicht beurteilbaren Tiere (nicht auffindbare, wehrhafte Tiere) eine Aussage über Unterschiede zwischen den beiden Gruppen nicht zu.

4.9. Klinische Mastitiden

In beiden Gruppen ist der Anteil gesunder Tiere ohne Mastitis vergleichbar. Mehr als 70 % der Tiere in beiden Versuchsgruppen sind während der ersten 160 Tage nach der Kalbung mindestens einmal oder mehrmals von einer Mastitis betroffen (Tabelle 15). Numerisch sind ein- und zweimalige Mastitiden in beiden Versuchsgruppen am häufigsten während der ersten 160 Tage nach der Kalbung.

Tabelle 15: Häufigkeiten bestimmter Anzahlen an Mastitiden bei einer Kuh in beiden Versuchsgruppen (kurz, lang)

Mastitiden / Tier post partum	lang		kurz	
	absolut	%	absolut	%
0	11	28,2	8	22,2
1	17	43,6	14	38,9
2	7	17,9	5	13,9
3	2	5,1	6	16,7
4	0	0,0	1	2,8
5	1	2,6	2	5,6
6	0	0,0	0	0,0
7	1	2,6	0	0,0
Gesamt	49	100,0	56	100,0

In der ersten Woche nach der Kalbung werden in beiden Gruppen bereits jeweils fast die Hälfte aller auftretenden Mastitiden erreicht (Gesamtzahl vergleiche Tabelle 15) und mehr als zwei Drittel aller erstmaligen Mastitiden (Abbildung 6).

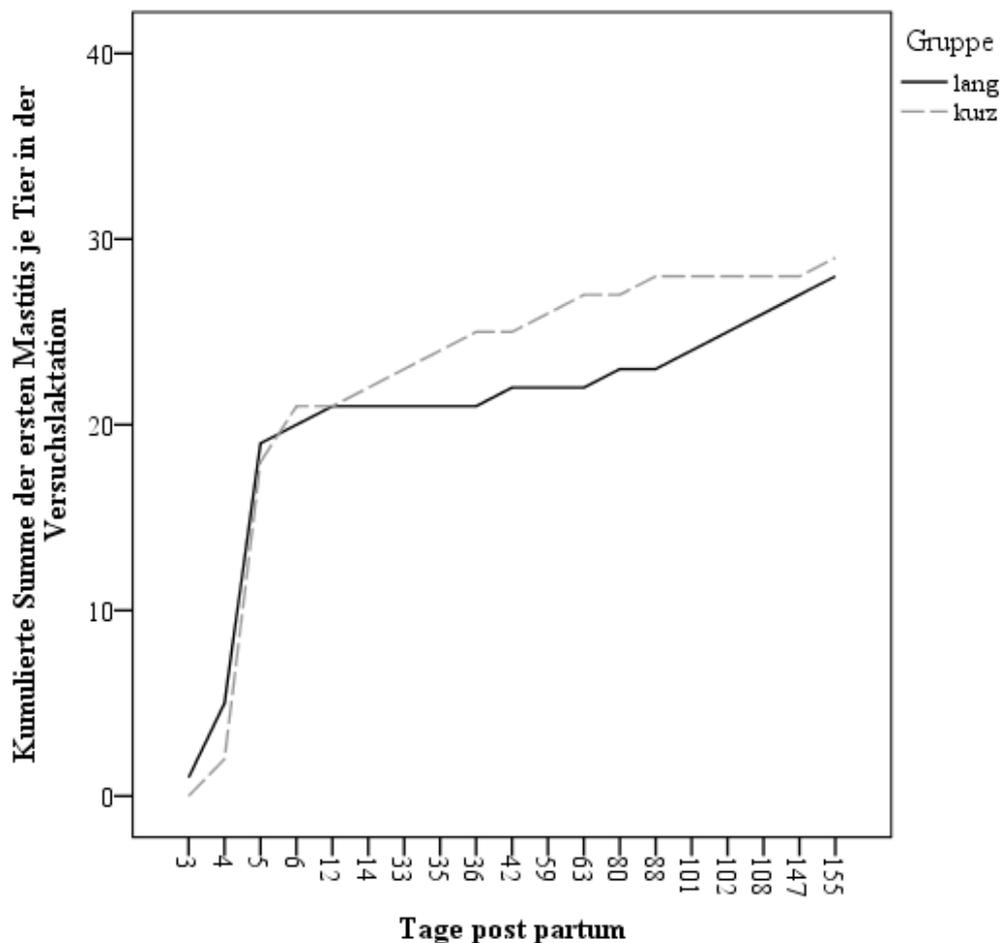


Abbildung 6: Kumulative Darstellung der Häufigkeit erstmalig vorkommender Mastitiden im Zeitraum nach der Kalbung in beiden Versuchsgruppen (Gruppe lang, n = 27, Gruppe kurz, n = 28)

4.9.1. Mastitis, Euterform, Symmetrie des Euters und Konsistenz des Drüsengewebes

Es ist keine Beziehung zwischen dem Auftreten einer Mastitis und einer unphysiologischen Euterform, einem asymmetrischen Euter oder einer unphysiologischen Konsistenz des Drüsengewebes vor dem Trockenstellen zu finden.

4.9.2. Mastitis, Grad der Involution und Symmetrie der Involution

Es gibt in beiden Versuchsgruppen Tiere mit physiologischer, vollständiger Involution und symmetrisch erfolgter Involution, die nach der Kalbung Mastitiden entwickeln. Die Mehrheit

der Mastitisbefunde (Gruppe lang = 72,1 %; Gruppe kurz = 85,9 %) kommt allerdings bei Tieren vor, die unphysiologische Involutionbefunde aufwiesen.

4.10. Krankheiten

Das Vorkommen durchgehend gesunder Tiere ist in den Kalenderjahren 2005 und 2006 in den beiden Gruppen vergleichbar. Von den 39 Tieren der Gruppe mit langer Trockenstehdauer sind im Kalenderjahr 2005 insgesamt 16 Tiere (41,0 %) und im Kalenderjahr 2006 insgesamt acht Tiere (20,5 %) durchgehend gesund und erscheinen nicht in der Auflistung der Krankheiten. Von den 36 Tieren der Gruppe mit kurzer Trockenstehdauer sind im Kalenderjahr 2005 insgesamt 13 Tiere (36,1 %) und im Kalenderjahr 2006 insgesamt acht Tiere (22,2 %) durchgehend gesund und erscheinen nicht in der Auflistung der Krankheiten.

Im Kalenderjahr 2005 sind in beiden Versuchsgruppen numerisch weniger Krankheitsfälle (lang, n = 79; kurz, n = 49) verzeichnet worden als im Kalenderjahr 2006 (Gruppe lang, n = 126; Gruppe kurz, n = 107). In beiden Jahren liegen die Anzahlen der Krankheitsfälle beider Gruppen im selben Verhältnis zueinander. Tiere beider Gruppen zeigen eine vergleichbare Häufigkeit von gynäkologischen Erkrankungen, stoffwechselbedingten Erkrankungen, Erkrankungen des Euters und Störungen des Allgemeinbefindens. Lediglich Erkrankungen der Gliedmaßen sind im Jahr 2006 bei Tieren mit langer Trockenstehdauer (n = 12) häufiger anzutreffen als bei Tieren mit kurzer Trockenstehdauer (n = 5).

4.11. Milchmengen in den Leistungskontrollen

Die Gruppe mit kurzer Trockenstehdauer weist niedrigere Milchmengen ($40,8 \pm 0,2$ Liter) auf als die Gruppe mit langer Trockenstehdauer ($44,9 \pm 0,2$ Liter, ($p < 0,001$), Abbildung 7).

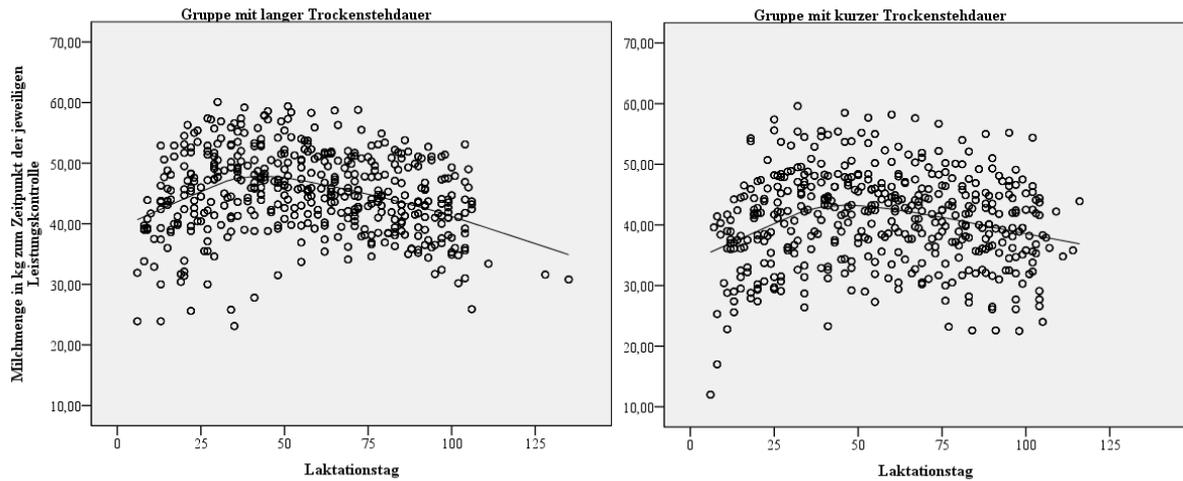


Abbildung 7: Milchmengen aus den Leistungskontrollen beider Gruppen (kurz, lang) an den jeweiligen Laktationstagen nach der Kalbung

Das Alter der Tiere hat keinen Einfluss auf die Milchmenge bis zum 150. Laktationstag ($p = 0,812$). In beiden Altersgruppen weisen die Tiere $42,8$ bzw. $42,9 \pm 0,2$ Liter pro Laktationstag auf.

5. Diskussion

5.1. Studienaufbau

Einige Untersuchungen in der vorliegenden Studie ergaben nur geringe Anzahlen positiver Befunde (z.B. Tropfkontrollen nach dem Trockenstellen, bakteriologische Untersuchungen). Die Ergebnisse waren daher nicht signifikant und entsprechende Schlussfolgerungen waren nicht möglich. Eine höhere Tierzahl hätte dieses Problem relativiert. Das tägliche Ausmaß an Untersuchungen je Tier ließ eine höhere Tierzahl unter den gegebenen Umständen jedoch nicht zu. Einige Tiere mussten krankheitsbedingt aus dem Versuch genommen werden. Dies verringerte die Tierzahl zusätzlich.

5.2. Zellzahlen der Milch

Eine verkürzte Trockenstehdauer führte in der durchgeführten Untersuchung zu höheren Zellzahlen nach der Kalbung. Dies stimmte mit den retrospektiven Untersuchungen von Kuhn et al. (2006) überein. Trockenstehdauern von weniger als 35 Tagen führten auch in diesen Untersuchungen zu höheren Zellzahlen. Dieser Effekt der verkürzten Trockenstehdauer war nur fünf bis sechs Tage nach der Kalbung signifikant ($p = 0,006$) und verlor sich 21 Tage nach der Kalbung wieder ($p = 0,904$). Somit deutete diese Erhöhung der Zellzahlen auf vermehrte Reparationsvorgänge oder Infektionen (Dingwell et al., 2004) der Milchdrüse hin. Dies stützte die These der fehlenden Zeit zur Heilung bestehender Infektionen (Oliver, 1988; Hurley, 1989; Enevoldsen und Sørensen, 1992; Capuco et al., 1997). Es ist denkbar, dass die höheren Zellzahlen nach der Kalbung sowohl Ausdruck des durch den erhöhten Zisterneninnendruck (Schulz und Wendt, 1986) geschädigten Eutergewebes als auch stattfindender Immunreaktionen auf Erreger (Paape et al., 1992) im Euter waren. Durch die verkürzte Trockenstehdauer verkürzte sich auch die Zeit, um bestehende Schädigungen der Milchdrüse zu beheben und Erreger zu vernichten. Die bereits bekannte Übertragung von Schädigungen der Milchdrüse in die Folgelaktation (Carry-over-Effekt) wurde dadurch verstärkt. Die höheren Zellzahlen waren bei älteren Tieren noch häufiger anzutreffen als bei jüngeren ($p = 0,003$). Auch Enevoldsen und Sørensen (1992) kamen zu einer ähnlichen Schlussfolgerung. Allerdings sahen sie einen Zusammenhang zwischen einem erhöhten Mastitisrisiko und einer höheren Körperkondition bei Tieren mit nur vier Wochen

Trockenstehdauer. Die Entwicklung der Körperkondition wurde in der vorliegenden Studie nicht herangezogen.

Zu allen Untersuchungszeitpunkten waren die Zellzahlen abhängig von der Laktationsnummer ($p < 0,001$). Die Häufigkeit bestimmter Laktationsanzahlen in den beiden Versuchsgruppen war vergleichbar. Beide Gruppen wiesen einen Laktationsdurchschnitt von 2,6 auf. Wie in früheren Untersuchungen gezeigt, hatte die Zellzahl vor dem Trockenstellen besonders bei den jüngeren Tieren einen großen Einfluss auf die Zellzahl nach der Kalbung (Barrett et al., 2006).

Es fiel auf, dass nach der Kalbung mehr Tiere Zellzahlen unter 100.000 Zellen je ml Milch aufwiesen als vor dem Trockenstellen. Diese Tatsache entsprach der Beobachtung von Maunsell et al. (1998), dass die Zellzahl in den letzten zwei Wochen der Trockenstehdauer absinkt. Dieser Anteil war 21 Tage nach der Kalbung noch höher als fünf bis sechs Tage nach der Kalbung. Entsprechend war zum Zeitpunkt fünf bis sechs Tage nach der Kalbung der Anteil der Tiere, die Zellzahlen über 100.000 Zellen je ml Milch aufwiesen, höher als 14 Tage später (unabhängig von der Zellzahl vor dem Trockenstellen und somit auch unabhängig vom Gesundheitszustand der Euterviertel). Dies könnte ein Hinweis auf den erhöhten Infektionsdruck in der ersten Woche nach der Kalbung sein (Dingwell et al., 2004). Denn Tiere mit intramammären Infektionen wiesen höhere Zellzahlen auf als Tiere ohne Infektion der Milchdrüse (Maunsell et al., 1999). Der erhöhte Infektionsdruck spiegelte sich auch in der höheren Mastitishäufigkeit in diesem Zeitraum wider (67 bis 70 % aller erstmaligen Mastitiden in der Folgelaktation). Diese Beobachtung stimmte mit der Studie von Dingwell et al. (2004) überein, wonach in der ersten Woche nach der Kalbung 11 % aller intramammären Neuinfektionen stattfanden. Auch könnte dies die Folge von während der Trockenstehzeit erfolgten Infektionen sein, die nach Todhunter et al. (1995) zu 50,5 % in diesem Zeitraum vorkommen und nach Oliver (1988) zu über 50 % (major pathogens) bzw. 30 % (minor pathogens) von der Frühinvolution bis zur Kalbung im Euter überdauern.

In der Gruppe mit kurzer Trockenstehdauer waren die Anteile der Zellzahlen, die sowohl vor dem Trockenstellen als auch nach der Kalbung über 100.000 Zellen je ml Milch lagen, höher als in der Gruppe mit langer Trockenstehdauer ($p = 0,036$). Insbesondere fünf bis sechs Tage nach der Kalbung war dies festzustellen. Dies könnte zum Einen einen Zusammenhang mit dem von Dingwell et al. (2004) angesprochenen nicht rechtzeitig erfolgtem Zitzenverschluss durch einen Kreatinpfropf haben. Zum Anderen ist von Kuhn et al. (2006) bekannt, dass Tiere

mit kurzer Trockenstehdauer zwangsläufig höhere Zellzahlen aufwiesen. Möglicherweise besteht ein Zusammenhang mit der nicht ausreichenden Regenerationsphase bei einer Trockenstehdauer von weniger als 40 Tagen (Hurley, 1989). Auch die Feststellung von Enevoldsen und Sørensen (1992), dass Tiere mit Trockenstehdauern von vier Wochen mehr Erkrankungen nach der Kalbung aufwiesen als Tiere mit Trockenstehdauern von sieben Wochen, könnte man hierauf beziehen.

Je länger Kühe trockenstanden, desto niedriger waren die Zellzahlen fünf bis sechs Tage nach der Kalbung ($r = -0,167$, $p = 0,004$). In der Gruppe mit kurzer Trockenstehdauer gab es diesbezüglich Unterschiede zwischen den Altersgruppen und die Beziehung kehrte sich um. Je länger ältere Kühe trockenstanden (z.B. 35 Tage statt 20 bis 30 Tage), desto höher war anschließend die Zellzahl ($r = 0,247$, $p = 0,047$). Bei jüngeren Kühen gab es keinen Einfluss einer längeren (z.B. 35 Tage) kurzen Trockenstehdauer auf die Zellzahl nach der Kalbung ($r = -0,271$, $p = 0,18$).

Für Kühe der ersten und zweiten Laktation, die vor dem Trockenstellen bereits Keime im Euter trugen, bedeutete eine kurze Trockenstehdauer höhere Zellzahlen nach der Kalbung ($p = 0,027$). Somit gab es bei Kühen der ersten und zweiten Laktation unterschiedliche Auswirkungen einer verkürzten Trockenstehdauer auf infizierte Euterviertel und solche, die gesund waren.

Die Effekte der Trockenstehdauer beziehen sich vorrangig auf den Zeitpunkt fünf bis sechs Tage nach der Kalbung. Bei der Untersuchung 21 Tage nach der Kalbung waren diese nicht mehr nachweisbar ($p = 0,894$). Zu diesem Zeitpunkt gab es nur noch Unterschiede zwischen den Altersklassen ($p = 0,003$), nicht jedoch zwischen den Versuchsgruppen ($p = 0,904$). Bei einem Grenzwert von 200.000 Zellen je ml Milch hatten weder die Versuchsgruppe ($p = 0,176$) noch das Alter der Tiere ($p = 0,299$) Einfluss auf den Anteil der Viertel bei erhöhten Zellzahlen nach der Kalbung. Lediglich die Höhe der Zellzahlen vor dem Trockenstellen war hier ausschlaggebend ($p = 0,027$) wie auch bei Barrett et al. (2006). Je höher die Zellzahlen vor dem Trockenstellen waren, desto höher waren sie auch nach der Kalbung.

5.3. Bakteriologie der Milch

In beiden Gruppen überwogen die bakteriologisch negativen Befunde (64,5 % im Durchschnitt aller Untersuchungszeitpunkte beider Gruppen; entspricht den Ergebnissen von Østerås et al. (1994), die von 61,7 % im Durchschnitt sprachen). Dadurch war die Menge der positiven Einzelbefunde sehr gering und ließ keine aussagekräftigen Schlüsse hinsichtlich des erregerspezifischen Infektionsrisikos zu.

In der vorliegenden Untersuchung führte die verkürzte Trockenstehdauer weder zu einer vermehrten Infektion mit Mastitiserregern noch zu einer höheren Infektionsrate. Hierin gibt es eine Übereinstimmung mit der Studie von Church et al. (2008). Nur die Prävalenz von Koagulase-negativen Staphylokokken fünf bis sechs Tage nach der Kalbung war in der Gruppe mit kurzer Trockenstehdauer deutlich höher als bei langer Trockenstehdauer. Diese Prävalenz kann die höheren Zellzahlen erklären, lässt aber keinen Rückschluss auf das Mastitisrisiko zu. Es ist unklar, ob Infektionen des Euters mit minor pathogens wie *Corynebacterium bovis* und Koagulase-negativen Staphylokokken Einfluss auf die Zellzahlen bzw. die Anzahl der Mastitiden hatten bzw. ob sie vielleicht sogar Schutz vor Infektionen mit major pathogens boten (Oliver, 1988; Schukken et al., 1989). Auffallend war das zeitliche Zusammentreffen hoher Zellzahlen zum Zeitpunkt der dritten zytobakteriologischen Untersuchung fünf bis sechs Tage nach der Kalbung und die Verteilung der Befunde dieser Untersuchung (mehr Koagulase-negative Staphylokokken, weniger *Corynebacterium bovis*, gleicher Anteil an major pathogens wie vor dem Trockenstellen).

Zum Zeitpunkt fünf bis sechs Tage nach der Kalbung wurden deutlich weniger negative bakteriologische Befunde erhoben als zu den anderen Untersuchungszeitpunkten. Ebenso war die Anzahl bakteriologisch verunreinigter Proben höher. Diese Beobachtung kann dadurch erklärt werden, dass zu diesem Zeitpunkt die Milchproben durch das Melkpersonal und nicht durch die Doktorandin erfolgten. Somit kam es zu einem längeren Verbleib der Proben im Melkstand bevor sie im Kühlschrank aufbewahrt wurden.

5.4. Eiweißgehalt im Kolostrum

In der Gruppe mit kurzer Trockenstehdauer war der relative Eiweißgehalt im Mittel höher ($p < 0,001$) als in der Gruppe mit langer Trockenstehdauer (Annen et al., 2004; Rastani et al., 2005; Kuhn et al., 2006; Watters et al., 2008). Dieses Ergebnis stimmt mit dem Ergebnis von Kuhn et al. (2006) überein, dass bei geringerer Trockenstehdauer die Konzentration des Eiweißes im Sekret steigt, obwohl die absolute Menge (Konzentration x Volumen) abnimmt. Das Alter der Tiere hatte keinen Einfluss auf die Höhe des Eiweißgehaltes im Kolostrum ($p = 0,464$). Ausschlaggebend für die Höhe des Eiweißgehaltes im Kolostrum war die Höhe der Zellzahlen vor dem Trockenstellen. Je höher die Zellzahlen vor dem Trockenstellen waren, desto höher war auch der Eiweißgehalt im Kolostrum bei Kühen der dritten Laktation und älter ($p = 0,025$). Dies galt insbesondere für ältere Kühe mit kurzer Trockenstehdauer ($p = 0,010$). Dies könnte ein Hinweis auf intramammäre Infektionen während der Trockenstehzeit sein. Dadurch steigt die Zahl von Entzündungszellen und Immunglobulinen in der Milchdrüse. In der Gruppe mit kurzer Trockenstehdauer waren die Eiweißgehalte höher als in der Gruppe mit langer Trockenstehdauer ($p < 0,001$). Möglicherweise ist dies eine Folge der nicht abgeschlossenen Regenerationsvorgänge in der Milchdrüse bei verkürzter Trockenstehdauer (Capuco et al., 1997; Hurley, 1989). Dies entspricht der Aussage, dass bei 45 bis 60 Tagen Trockenstehdauer die Phase der Involution 21 Tage beträgt, auf die unmittelbar eine erneute drei- bis vierwöchige Proliferationsphase folgt (Hurley, 1989). Dies bedeutet bei einer verkürzten Trockenstehdauer von weniger als 40 Tagen kann eine der beiden Phasen oder können gar beide nicht vollständig stattfinden. Dies hat zur Folge, dass das Euter zum Zeitpunkt der Kalbung nicht so weit entwickelt ist wie bei den Tieren mit einer Trockenstehdauer von 49 bis 63 Tagen. Es stellt sich die Frage, welche der beiden Phasen im Euter der Kuh ausgeprägter stattfindet, wenn der Kalbetermin näher rückt. Möglicherweise beeinträchtigen sich Involutions- (inklusive aller Regenerations- und Reparationsvorgänge) und Proliferationsphase (erneute Anbildung des Drüsengewebes und Bildung des Kolostrums) derart, dass weder eine ausreichende Regeneration noch eine ausreichende Kolostrum- und Laktogenese stattfinden kann. Dies bedeutet, dass Schädigungen und Infektionen des Euters in die Folgelaktation übertragen werden (Carry-over-Effekt). Gleichzeitig kommt es jedoch durch die mangelnde erneute Anbildung des Milchdrüsengewebes zu einer geringeren Anbildung des Euters und einer geringeren Milchleistung. Im Verhältnis zu dieser niedrigeren Milchmenge ergibt sich aus dem gleichwertigen Absolutgehalt an Eiweiß ein prozentual höherer Eiweißgehalt. Die Höhe des Eiweißgehaltes im Kolostrum hatte bei kurzer

Trockenstehdauer einen Einfluss auf die Zellzahl fünf bis sechs Tage nach der Kalbung. Je höher der Eiweißgehalt, desto höher war auch die Zellzahl. Möglicherweise handelt es sich bei den erhöhten Eiweißgehalten und den späteren hohen Zellzahlen um Folgen der noch nicht abgeschlossenen Reparations- und Regenerationsvorgänge wie höhere Gehalte an Entzündungszellen und Immunglobulinen.

Die in Abbildung 4 auf Seite 54 dargestellten Ausreißer von bis zu 25 % Eiweiß im Kolostrum bedeuten keinen Widerspruch zu den in der Literatur angegebenen Werten von 12 – 16 %. Die Mittelwerte der vorliegenden Studie liegen in diesem Bereich. Allerdings weisen auch andere Studien teilweise Abweichungen davon auf. So z.B. Maunsell et al. (1999) mit Mittelwerten bis zu 21 %. In anderen Studien mit Holstein Friesian Kühen (Maunsell et al., 1998; 1999) sind lediglich die Mittelwerte in Tabellen aufgeführt, jedoch keine Einzeltierwerte oder Minima und Maxima. Hohe Einzeltierwerte im prozentualen Eiweißgehalt wie in der vorliegenden Studie können z.B. bei besonders niedriger Kolostrummenge und einem den anderen Tieren entsprechenden absoluten Gehalt an Eiweiß entstehen (Kuhn et al., 2006).

5.5. Klinische Untersuchung des Euters vor dem Trockenstellen

Die Euterform war der einzige Befund der klinischen Untersuchung, der eine signifikante Beziehung zur Zellzahl vor dem Trockenstellen hatte ($p = 0,019$ für 100.000 Zellen je ml Milch; $p = 0,002$ für 200.000 Zellen je ml Milch). Unphysiologische Euterformen (Stufen-, Kugel- oder Hängeeuter) waren mit hohen Zellzahlen verbunden. Diese Tatsache spricht dafür, dass Tiere mit intramammären Infektionen bereits an der unphysiologischen Form ihres Euters erkannt werden könnten. Allerdings hatten diese Befunde vor dem Trockenstellen nur einen Bezug zur aktuellen Eutergesundheit vor dem Trockenstellen. Sie gaben keinen Anhaltspunkt für eine Vorhersage wie diese Tiere die Trockenstehzeit und die Folgelaktation überstehen werden. Dies gilt allerdings nicht für Tiere, die bereits die dritte oder eine höhere Laktation beschreiten, da ältere Tiere ohnehin höhere Zellzahlen aufwiesen ($p < 0,001$).

Tiere mit asymmetrischen Eutern vor dem Trockenstellen wiesen fünf bis sechs Tage nach der Kalbung erhöhte Zellzahlen auf. Diese Beziehung war für einen Grenzwert von 200.000 Zellen je ml Milch signifikant ($p = 0,015$), nicht jedoch bei einer Grenze von 100.000 Zellen

je ml Milch ($p = 0,441$). Das bedeutet, dass deutliche Zellzahlerhöhungen vor dem Trockenstellen anhand der Asymmetrie des Euters vorhergesagt werden können (Odds-Ratio = 2,2). Für den Zeitpunkt 21 Tage nach der Kalbung konnten bereits Veränderungen der Zellzahl über 100.000 je ml Milch vorhergesagt werden ($p = 0,005$ für 100.000 Zellen je ml Milch; $p = 0,001$ für 200.000 Zellen je ml Milch; Odds-Ratio = 2,6).

Bezüglich der Abziehbarkeit der Euterhaut, der Konsistenz des Drüsengewebes, der Befunde des Zisternen- und Rollgriffs und der Tropfkontrollen nach dem Trockenstellen bestanden aufgrund zu geringer Anzahl unphysiologischer Befunde keine aussagekräftigen Unterschiede zwischen den Kühen mit langer und kurzer Trockenstehdauer.

5.6. Kontrolle der Involution

In der Gruppe mit kurzer Trockenstehdauer hatten numerisch mehr Kühe eine unvollständige Involution als in der Gruppe mit langer Trockenstehdauer. Dies stützt die Beobachtung von Hurley (1989), dass es bei einer Verkürzung der Trockenstehdauer auf weniger als 40 Tage zu einer Überlappung der etwa 21 Tage andauernden Phase der aktiven Involution und der drei bis vier Wochen vor der Kalbung einsetzenden erneuten Anbildung der Milchdrüse kommt.

Tiere, die vor dem Trockenstellen eine unphysiologische Euterform aufwiesen (Hinweis auf vorangegangene intramammäre Infektionen), zeigten 14 Tage nach dem Trockenstellen auch eine unvollständige Involution ($p = 0,023$). Dieser Befund unterstützt die Theorie der Übertragung von Schädigungen und Infektionen des Euters in die nächste Laktation (Carry-over-Effekt). War das Euter schon vor dem Trockenstellen geschädigt, so braucht es Zeit sich zu regenerieren. Ist nicht ausreichend Zeit für die Regeneration vorhanden, so werden Vorschädigungen mit in die Folgelaktation übertragen. Dies stellt gerade für Tiere in der Gruppe mit kurzer Trockenstehdauer eine Herausforderung dar. Problematisch wird dies, weil bei diesen Tieren zum Zeitpunkt der Kontrolle der Involution oft schon ein erneutes Aufeutern beobachtet wurde. Dies erscheint besonders unter dem Aspekt der Hochträchtigkeit logisch, in der sich Kühe vier Wochen vor der Kalbung bereits befinden (Capuco und Akers, 1999). Aufgrund des Milchstaus erfolgt zwar trotzdem vorübergehend eine Rückbildung (Involution) des Milchdrüsengewebes. Die beginnende An- und Neubildung des Milchdrüsengewebes einschließlich Milchsynthese stehen dem jedoch entgegen (Hurley,

1989; Capuco et al., 1997; Capuco und Akers, 1999). Der Grad der Involution wurde allein von einer unphysiologischen Euterform in seiner Ausprägung beeinflusst. Die involutionsbedingte Symmetrie der Euterhälften zeigte Abhängigkeiten von der Euterform, der Eutersymmetrie und der Konsistenz des Drüsengewebes vor dem Trockenstellen. Wurden vor dem Trockenstellen unphysiologische Euterformen (Kugel-, Hänge- oder Stufeneuter), Asymmetrien der Euterhälften oder knotiges, verhärtetes Drüsengewebe festgestellt, so traten 14 Tage später mit hoher Wahrscheinlichkeit Asymmetrien der Euterhälften während der Involution auf. Dies war jedoch in beiden Gruppen der Fall und ließ sich nicht mit der Trockenstehdauer in Verbindung bringen.

Es wurde kein Einfluss der Ausprägung der Involution auf die Höhe der Zellzahlen nach der Kalbung festgestellt ($p = 0,701$). Die Kontrolle der Involution erfolgte bereits 14 Tage nach dem Trockenstellen. Somit stellen die Ausprägungen der Involution zu diesem Zeitpunkt einen Zwischenstand dar. Wie Hurley (1989) und Capuco et al. (1997) beschrieben, endet die Phase der aktiven Involution erst nach 21 bis 25 Tagen. Möglicherweise bestand deshalb kein Zusammenhang zwischen unvollständiger Involution und hohen Zellzahlen in der Folgelaktation. Hätte der Befund eine Woche später eine vollständige Involution ergeben, wären somit keine Auswirkungen auf die Zellzahlen zu erwarten gewesen. Allerdings begannen Kühe der Gruppe mit kurzer Trockenstehdauer zu diesem Zeitpunkt unter Umständen schon mit der erneuten Anbildung des Euters (Capuco und Akers, 1999). Auch unter Berücksichtigung von Asymmetrien vor dem Trockenstellen wies die Symmetrie der Involution keinen Einfluss auf die Höhe der Zellzahlen fünf bis sechs Tage nach der Kalbung auf ($p = 0,641$). Diese Tatsache ändert sich zum Zeitpunkt 21 Tage nach der Kalbung. Lagen schon vor dem Trockenstellen Asymmetrien des Euters vor, folgen auf eine asymmetrische Involution mit hoher Wahrscheinlichkeit hohe Zellzahlen ($p = 0,015$ bei 100.000 Zellen je ml Milch; $p = 0,028$ bei 200.000 Zellen je ml Milch). Aufgrund dieser Befunde ließe sich somit schon zum Zeitpunkt des Trockenstellens eine Aussage treffen, welche Kühe in der Folgelaktation möglicherweise zu hohe Zellzahlen aufweisen werden. Bestehende und hinzukommende Infektionen können sich wiederum in Form klinischer und subklinischer Mastitiden äußern. In diesem Falle ist eine Erhöhung der Zellzahl infolge einer Infektion gleichbedeutend mit einem erhöhten Mastitisrisiko (Smith et al., 1985a, 1985b; Hurley, 1989; Paape et al., 1992; Todhunter et al., 1995; Maunsell et al., 1999; Bradley und Green, 2000).

5.7. Aufeuern, Euterödeme und Milchfluss vor der Kalbung

Auch in Bezug auf den Einfluss der Trockenstehdauer auf das Aufeuern, die Ausbildung von Euterödemen und Milchfluss vor der Kalbung stellt sich die Frage, inwiefern die Tiere der Gruppe mit kurzer Trockenstehdauer schneller nach dem Trockenstellen wieder aufeuern. Andernfalls ist davon auszugehen, dass es sich hierbei vielmehr um noch nicht vollständig zurückgebildete Euter handelt (Hurley, 1989; Capuco et al., 1997; Capuco und Akers, 1999). Im Zeitraum vier und drei Wochen vor der Kalbung waren die Euter der Tiere der Gruppe mit kurzer Trockenstehdauer stärker angebildet als die der Tiere der Gruppe mit langer Trockenstehdauer. Während bei kurzer Trockenstehdauer der Median in diesen beiden Wochen bereits bei Grad 6 (unvollständig angebildetes Euter) lag, war er bei langer Trockenstehdauer vier Wochen vor der Kalbung zunächst niedrig und erreichte erst zwei Wochen vor der Kalbung Grad 6. Diese Befunde lassen vermuten, dass Tiere mit kurzer Trockenstehdauer bereits erneut mit der Euteranbildung (Hurley, 1989; Capuco et al., 1997; Capuco und Akers, 1999) beginnen bevor die Involution vollständig abgeschlossen ist oder dass eine Rückbildung des Euters gar nicht erst eintrat. Dies fiel bereits während der Versuchsdurchführung auf, da bei kurzer Trockenstehdauer die ersten Untersuchungstermine für die Beurteilung des Aufeuerns teilweise zeitgleich mit der Kontrolle der Involution oder gar vor dieser stattfanden. Diese Termine wurden anhand des errechneten Kalbtermins festgelegt und 21 Tage vor diesem begonnen.

Generell traten in beiden Gruppen vor der Kalbung nur vereinzelt Euterödeme auf. Inwiefern die Ausbildung eines Euterödems einen Einfluss auf die Eutergesundheit hatte, konnte aufgrund der geringen Befundzahlen nicht untersucht werden. Ein Milchfluss wurde frühestens ab der zweiten Woche vor der Kalbung beobachtet. Allerdings waren alle Beobachtungen Einzelbefunde. Dadurch ergaben sich keine aussagekräftigen Ergebnisse.

5.8. Klinische Mastitiden

In der ersten Woche nach der Kalbung war die Häufigkeit der Mastitiden in beiden Gruppen gleich hoch. Sie belief sich jeweils fast auf die Hälfte der Tiere und lag damit höher als in der Studie von Dingwell et al. (2004; 34 %). Zieht man jeweils nur die erste vorkommende

Mastitis je Tier heran, bestand ebenfalls kein Unterschied zwischen den Gruppen. Nach 160 Tagen kamen in beiden Gruppen gleich häufig erstmalig aufgetretene Mastitiden vor.

Es gab einen Zusammenhang zwischen einer unphysiologischen Involution und einem Mastitisvorkommen in der Folgelaktation. War also schon zu wenig Zeit für eine vollständige Involution bevor die erneute Anbildung des Euters begann, so konnten vorliegende Schädigungen nicht beseitigt werden und führten zu gehäuftem Mastitisvorkommen in der Folgelaktation. Auch in diesem Zusammenhang lässt sich wieder die Übertragung von Schädigungen des Euters in die Folgelaktation (Carry-over-Effekt) erkennen. Inwiefern dies durch eine kürzere Trockenstehdauer noch verstärkt wird, ließ sich zwar nicht anhand einer höheren Mastitishäufigkeit nachweisen. Es ist jedoch auffällig, dass die höheren Zellzahlen (siehe Kapitel 5.3.) bei kürzerer Trockenstehdauer vorkamen.

Weder erhöhte Zellzahlen noch die Euterform, -symmetrie oder die Konsistenz des Drüsengewebes ließen einen Rückschluss auf ein Mastitisvorkommen in der Folgelaktation zu. Einen stärkeren Einfluss hatten jedoch die Infektionsrisiken während der Trockenstehzeit und in der Frühaktation (Smith et al., 1985a, 1985b; Hogan et al., 1988; Oliver, 1988; Todhunter et al., 1995; Bradley und Green, 2000; Berry und Hillerton, 2002; Dingwell et al., 2002) sowie die Maßnahmen zu deren Vermeidung (Østerås et al., 1991; Østerås und Sandvik, 1996; Bradley und Green, 2001; Dingwell et al., 2004). Auch in der vorliegenden Studie wurden antibiotische Trockensteller und Zitzenversiegler angewendet, um das Euter in der sensiblen Phase des Trockenstellens zu schützen, bei der Ausheilung bestehender subklinischer Mastitiden zu unterstützen und Neuinfektionen zu minimieren. Vor dem Trockenstellen war *Corynebacterium bovis* der häufigste vorkommende Keim in beiden Versuchsgruppen. Am fünften bzw. sechsten Tag nach der Kalbung waren dies hingegen Koagulase-negative Staphylokokken. Bei Hogan et al. (1988) führte ein solcher Befund vor dem Trockenstellen zu einer höheren Infektionsrate mit Umweltstreptokokken. Bei Schukken et al. (1989) hingegen hatten Mischinfektionen mit minor pathogens einen schützenden Effekt vor klinischen Mastitiden. Die Verteilung der Keime war in beiden Versuchsgruppen sowohl vor dem Trockenstellen als auch nach der Kalbung vergleichbar (siehe Kapitel 5.4.). Die Befundzahlen insgesamt wiederum waren sehr gering. Deshalb können diese Effekte in Bezug auf die Mastitishäufigkeit in den beiden Versuchsgruppen in den ersten 160 Tagen nach der Kalbung nicht sinnvoll ausgewertet werden.

5.9. Krankheiten

Im Jahr 2006 waren mehr Krankheitsfälle in der Gruppe mit langer als in der mit kurzer Trockenstehdauer vorzufinden. Dieser Befund steht im Widerspruch zu der Studie von Enevoldsen und Sørensen (1992). Dort war eine Trockenstehdauer von sieben Wochen mit weniger Komplikationen und klinischen Erkrankungen verbunden als eine Trockenstehdauer von vier Wochen. Allerdings stieg die Gesamtzahl der Erkrankungen in beiden Gruppen an. Während 2005 in der Gruppe mit kurzer Trockenstehdauer noch 30 Erkrankungsfälle weniger vorkamen als in der Gruppe mit langer Trockenstehdauer, waren es 2006 nur noch 19 Fälle weniger. Aus dieser Sicht betrachtet ist die Zunahme der Krankheitsfälle bei kurzer Trockenstehdauer (58 Fälle mehr) höher gewesen als bei langer Trockenstehdauer (47 Fälle mehr). Die höhere Gesamtfallzahl bei langer Trockenstehdauer kann durch die schon im Vorjahr höhere Zahl an Krankheitsfällen bedingt sein und somit von der zufälligen Zuteilung der Tiere auf die Gruppen abhängen. Was also die Zunahmen an Krankheitsfällen in Abhängigkeit von der Trockenstehdauer anbetrifft, unterstützen diese Ergebnisse die Aussage von Enevoldsen und Sørensen (1992).

5.10. Milchmengen in den Leistungskontrollen

Die Milchmengen nach der Kalbung waren in der Gruppe mit 21 bis 35 Tagen Trockenstehdauer geringer als in der Gruppe mit 49 bis 63 Tagen Trockenstehdauer ($p < 0,001$). Dies entspricht den Aussagen anderer Autoren, bei denen die Milchleistung bei verkürzter Trockenstehdauer ebenfalls vermindert war (Sørensen und Enevoldsen, 1991; Kuhn et al., 2006) und widerspricht den Studien, in denen es keine Unterschiede in der Milchleistung zwischen Tieren mit etwa 60 und 30 Tagen Trockenstehdauer gab (Bachman, 2002; Gulay et al., 2003; Annen et al., 2004; Rastani et al., 2005). Möglicherweise erfolgt bis zum Ende der Laktation durch die längere Laktationsdauer ein Ausgleich (Bachman und Schairer, 2003; Annen et al., 2004; Church et al., 2008).

Das Alter der Tiere hingegen hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Milchmengen ($p = 0,812$).

5.11. Schlussfolgerungen

Tiere mit einer Verkürzung der Trockenstehdauer auf 21 bis 35 Tage weisen in der Folgelaktation in der ersten Woche nach der Kalbung höhere Zellzahlen auf. Auch der Eiweißgehalt im Kolostrum ist bei verkürzter Trockenstehdauer höher. Eine unphysiologische Euterform vor dem Trockenstellen ist in beiden Gruppen bereits mit einer hohen Zellzahl vor dem Trockenstellen verbunden. Sie gibt Aufschluss über den Zustand vor dem Trockenstellen. Asymmetrien des Euters vor dem Trockenstellen hingegen stehen in beiden Gruppen in Verbindung mit hohen Zellzahlen nach der Kalbung. Kurze Trockenstehdauern wirken sich nachteilig auf die Milchleistung in der Folgelaktation aus. Dies bestätigt sich in den Leistungskontrollen in Form von geringeren Milchmengen. Weder Infektionen des Euters noch Mastitiserreger treten bei verkürzter Trockenstehdauer gehäuft auf. Somit besteht trotz der höheren Zellzahlen kein gesteigertes Mastitisrisiko bei kurzer Trockenstehdauer.

Aus der vorliegenden Untersuchung ergeben sich somit folgende Kernaussagen in Bezug auf die Fragestellungen zu einer verkürzten Trockenstehdauer.

1. Ein höheres Mastitisrisiko bei verkürzter Trockenstehdauer wurde nicht bestätigt.
2. Eine verkürzte Trockenstehdauer scheint keine Nachteile für vor dem Trockenstellen infizierte Eutervierviertel zu haben.
3. Ein Einfluss auf die Involution des Euters konnte nicht nachgewiesen werden.

Empfehlung

Es wird deutlich, dass sich bis auf einen geringeren Aufwand bei der Trockensteherhaltung und -fütterung (nur eine Gruppe und eine Ration) keine Vorteile aus der Verkürzung der Trockenstehdauer ergeben. Eher birgt sie die Gefahr Produktionseinbußen durch hohe Tankmilchzellzahlen und geringere Milchleistung zu begünstigen. Tiere, die schon in der vorherigen Laktation durch hohe Zellzahlen auffielen, sollten weiterhin einer 49 bis 63 Tage dauernden Trockenstehzeit unterzogen werden, damit das Euter sich ausreichend regenerieren kann. Betriebe mit Zellzahlproblematik sollten dies bei der Wahl ihres Trockenstehmanagements bedenken. Es wäre ratsam vor der Festlegung der Trockenstehdauer Form und Symmetrie des Euters sowie die Höhe der Zellzahlen zu bestimmen. Anhand dieser Befunde ließe sich erahnen wie die Folgelaktation für das

jeweilige Tier verlaufen wird. Hohe Zellzahlen vor dem Trockenstellen sprächen gegen die Wahl einer kurzen Trockenstehdauer.

Ausblick

Es sind Langzeitstudien notwendig, die sich damit befassen, inwiefern diese Negativeffekte sich über die Jahre akkumulieren. Auch eine Gewöhnung und Anpassung des Euters an diese kurze Trockenstehdauer und die negativen Auswirkungen mit der Zeit können dabei untersucht werden. Die vorliegende Studie muss zur Bestätigung der Ergebnisse mit höheren Tierzahlen wiederholt werden.

6. Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Dissertation wurde untersucht inwiefern eine auf vier Wochen verkürzte Trockenstehdauer mit einphasiger Fütterung Einfluss auf die Eutergesundheit in der Folgelaktation hatte. Die Untersuchung erfolgte in einer Gegenüberstellung mit der bislang empfohlenen achtwöchigen Trockenstehdauer mit zweiphasiger Fütterung.

Die Versuchsdurchführung fand auf dem Betrieb der Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt von April bis Oktober 2006 statt. Dazu wurden zwei Versuchsgruppen gebildet. Die Gruppe mit langer Trockenstehdauer beinhaltete 39 Tiere und wurde 56 Tage vor dem erwarteten Abkalbetermin trocken gestellt. Sie bekam zunächst fünf Wochen eine energiearme, dann drei Wochen eine energiereichere Ration. Die Gruppe mit kurzer Trockenstehdauer bestand aus 36 Tieren. Sie wurden 30 Tage vor dem erwarteten Abkalbetermin trocken gestellt. Ihre Ration entsprach der zweiten Ration der Gruppe mit langer Trockenstehdauer. Vor dem Trockenstellen und nach der Kalbung wurden zytobakteriologische Proben der Milch entnommen. Beim Trockenstellen erfolgten klinische Untersuchungen des Euters. Nach dem Trockenstellen und vor der Kalbung wurden adspektorische und palpatorische Befunde am Euter erhoben. Auch Daten aus den Betriebsdokumentationen gingen in die Analyse mit ein.

Der Versuch ergab, dass Tiere mit einer Verkürzung der Trockenstehdauer auf 21 bis 35 Tage in der Folgelaktation zumindest in der ersten Woche nach der Kalbung höhere Zellzahlen aufweisen. Unphysiologische Euterformen stehen in beiden Gruppen im Zusammenhang mit hohen Zellzahlen vor dem Trockenstellen. Asymmetrien des Euters hingegen stehen in beiden Gruppen im Zusammenhang mit hohen Zellzahlen nach dem Kalben. Kurze Trockenstehdauern wirken sich nachteilig auf die Milchleistung in der Folgelaktation aus.

Abschließend lässt sich sagen, dass Trockenstehdauern von 21 bis 35 Tagen sich nachteilig auf die Milchleistung und die Tankmilchzellzahl auswirken. Tiere, die schon in der vorherigen Laktation durch hohe Zellzahlen auffielen, sollten weiterhin einer 49 bis 63 Tage dauernden Trockenstehzeit unterzogen werden, damit sich das Euter ausreichend regenerieren kann. Betriebe mit Zellzahlproblematik sollten dies bei der Wahl ihres Trockenstehmanagements bedenken. Es wäre ratsam, vor der Festlegung der Trockenstehdauer Euterform und Symmetrie sowie die Höhe der Zellzahlen zu bestimmen.

Anhand dieser Befunde ließe sich erahnen, wie die Folgelaktation für das jeweilige Tier verlaufen wird. Asymmetrien des Euters und hohe Zellzahlen vor dem Trockenstellen sprächen gegen die Wahl einer kurzen Trockenstehdauer.

7. Summary

Comparative investigation of a shortened four week dry period and a standard eight week dry period, and their influence on udder health in dairy cattle – an impact study

For decades there have been discussions about the necessity and optimal length of dry cow periods. Yet, there is still a lack of information referring to special questions. The effects of dry period length on metabolism and productive efficiency are particularly well studied. However, there are hardly any studies investigating udder health, although udder diseases stand next in line to reproductive issues and lameness problems, when looking into reasons for culling.

The objective of this study was to investigate the impact of different dry period lengths on udder health in the subsequent lactation. Therefore, a four week dry period was compared to a standard eight week dry period. This study was conducted between April and October 2006 on the research farm of the Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt.

Data from 75 cows were analyzed in this study. Cows were enrolled in one of two groups: group L (long) with an eight week dry period (n = 39 cows) and dry-off at day 56 prior to calving, and group S (short) with a four week dry period (n = 36 cows) with dry-off at day 30 prior to calving. Cows in group L were fed a low energy diet from dry-off until day 30 prior to calving. Then all cows were fed a moderate energy diet. Multiple milk samples for cyto-bacteriological analysis were taken before dry-off and after calving. Clinical examinations, i.e. inspection and palpation of the udder, were performed at dry-off and prior to calving. Farm documentation was included in the statistical analysis.

The results show that cows with a shortened dry period had higher somatic cell count in milk for at least one week after the onset of lactation, compared to cows with eight week dry periods. Furthermore, it was found out for cows of both groups that non-physiological udder forms are associated with higher somatic cell count in milk before dry-off. Asymmetric udders are associated with higher somatic cell count in milk 21 days after calving. Short dry periods are detrimental for milk production.

In conclusion, a shortened dry period can have a detrimental impact on milk production and somatic cell count. Cows with increased somatic cell count in their previous lactation should still be subjected to an eight week dry period to assure sufficient udder regeneration. Farms with high somatic cell count should take this into consideration when determining their dry period length. It is recommended that one should conduct clinical udder examination and determination of somatic cell count before selecting the appropriate dry period length. Based on these findings, it is possible to assume how subsequent lactation may develop for any cow. Asymmetric udders and high somatic cell count at dry-off are strong arguments against a shortened dry period.

8. Literaturverzeichnis

- Agenäs, S., Burstedt, E., Holtenius, K., 2003, Effects of feeding intensity during the dry period. 1. Feed intake, body weight, and milk production. *J Dairy Sci* 86, 870-882.
- Annen, E.L., Collier, R.J., McGuire, M.A., Vicini, J.L., Ballam, J.M., Lormore, M.J., 2004, Effect of modified dry period lengths and bovine somatotropin on yield and composition of milk from dairy cows. *J Dairy Sci* 87, 3746-3761.
- Bachman, K.C., 2002, Milk production of dairy cows treated with estrogen at the onset of a short dry period. *J Dairy Sci* 85, 797-803.
- Bachman, K.C., Schairer, M.L., 2003, Invited review: bovine studies on optimal lengths of dry periods. *J Dairy Sci* 86, 3027-3037.
- Bannink, A., Gerrits, W.J.J., France, J., Dijkstra, J., 2011, Variation in rumen fermentation and the rumen wall during the transition period in dairy cows. *Anim Feed Sci Technol* (article in press)
- Barrett, D.J., Clegg, T., Healy, A.M., Doherty, M.L., 2006, A study of dry cow therapy and effects on SCC in 10 Irish dairy herds. *J Vet Med A Physiol Pathol Clin Med* 53, 140-144.
- Berry, E.A., Hillerton, J.E., 2002, The effect of selective dry cow treatment on new intramammary infections. *J Dairy Sci* 85, 112-121.
- Bradley, A.J., Green, M.J., 2000, A study of the incidence and significance of intramammary enterobacterial infections acquired during the dry period. *J Dairy Sci* 83, 1957-1965.
- Bradley, A.J., Green, M.J., 2001, An investigation of the impact of intramammary antibiotic dry cow therapy on clinical coliform mastitis. *J Dairy Sci* 84, 1632-1639.
- Capuco, A.V., Akers, R.M., 1999, Mammary involution in dairy animals. *J Mammary Gland Biol Neoplasia* 4, 137-144.
- Capuco, A.V., Akers, R.M., Smith, J.J., 1997, Mammary growth in Holstein cows during the dry period: quantification of nucleic acids and histology. *J Dairy Sci* 80, 477-487.
- Church, G.T., Fox, L.K., Gaskins, C.T., Hancock, D.D., Gay, J.M., 2008, The effect of a shortened dry period on intramammary infections during the subsequent lactation. *J Dairy Sci* 91, 4219-4225.
- de Feu, M.A., Evans, A.C., Lonergan, P., Butler, S.T., 2009, The effect of dry period duration and dietary energy density on milk production, bioenergetic status, and postpartum ovarian function in Holstein-Friesian dairy cows. *J Dairy Sci* 92, 6011-6022.
- Dingwell, R.T., Duffield, T.F., Leslie, K.E., Keefe, G.P., DesCoteaux, L., Kelton, D.F., Lissemore, K.D., Schukken, Y.H., Dick, P., Bagg, R., 2002, The efficacy of intramammary tilmicosin at drying-off, and other risk factors for the prevention of new intramammary infections during the dry period. *J Dairy Sci* 85, 3250-3259.
- Dingwell, R.T., Leslie, K.E., Schukken, Y.H., Sargeant, J.M., Timms, L.L., Duffield, T.F., Keefe, G.P., Kelton, D.F., Lissemore, K.D., Conklin, J., 2004, Association of cow and quarter-level factors at drying-off with new intramammary infections during the dry period. *Prev Vet Med* 63, 75-89.
- Dirksen, G., 1985, [The rumen acidosis complex--recent knowledge and experiences (1). A review]. *Tierarztl Prax* 13, 501-512.
- Dirksen, G.U., Liebich, G.H., Mayer, E., 1985, Adaptive changes of the ruminal mucosa and their functional and clinical significance. *Bov Pract* 20, 116 - 120.
- Enemark, J.M., 2008, The monitoring, prevention and treatment of sub-acute ruminal acidosis (SARA): a review. *Vet J* 176, 32-43.
- Enevoldsen, C., Sørensen, J.T., 1992, Effects of dry period length on clinical mastitis and other major clinical health disorders. *J Dairy Sci* 75, 1007-1014.

- Fetrow, J., Mann, D., Butcher, K., McDaniel, B., 1991, Production losses from mastitis: carry-over from the previous lactation. *J Dairy Sci* 74, 833-839.
- Funk, D.A., Freeman, A.E., Berger, P.J., 1987, Effects of previous days open, previous days dry, and present days open on lactation yield. *J Dairy Sci* 70, 2366-2373.
- GfE, 2001, Energie und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 8: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder. DLG-Verlag.
- Goff, J.P., Horst, R.L., 1997, Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. *J Dairy Sci* 80, 1260-1268.
- Grunert, E., 1990, Weiblicher Geschlechtsapparat und Euter, In: Dirksen, G., Gründer, H.-D., Stöber, M. (Ed.) *Die klinische Untersuchung des Rindes*. Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg, 527, 530/531.
- Gulay, M.S., Hayen, M.J., Bachman, K.C., Belloso, T., Liboni, M., Head, H.H., 2003, Milk production and feed intake of Holstein cows given short (30-d) or normal (60-d) dry periods. *J Dairy Sci* 86, 2030-2038.
- Hogan, J.S., Smith, K.L., Todhunter, D.A., Schoenberger, P.S., 1988, Rate of environmental mastitis in quarters infected with *Corynebacterium bovis* and *Staphylococcus* species. *J Dairy Sci* 71, 2520-2525.
- Huntington, G.B., Britton, R.A., Prior, R.L., 1981, Feed intake, rumen fluid volume and turnover, nitrogen and mineral balance and acid-base status of wethers changed from low to high concentrate diets. *J Anim Sci* 52, 1376-1387.
- Hurley, W.L., 1989, Mammary gland function during involution. *J Dairy Sci* 72, 1637-1646.
- Jouany, J.P., 2006, Optimizing rumen functions in the close-up transition period and early lactation to drive dry matter intake and energy balance in cows. *Anim Reprod Sci* 96, 250-264.
- Keown, J.F., Everett, R.W., 1986, Effect of days carried calf, days dry, and weight of first calf heifers on yield. *J Dairy Sci* 69, 1891-1896.
- Kuhn, M.T., J, L.H., Norman, H.D., 2006, Effects of length of dry period on yields of milk fat and protein, fertility and milk somatic cell score in the subsequent lactation of dairy cows. *J Dairy Res* 73, 154-162.
- Makuza, S.M., McDaniel, B.T., 1996, Effects of days dry, previous days open, and current days open on milk yields of cows in Zimbabwe and North Carolina. *J Dairy Sci* 79, 702-709.
- Martens, H., Rabbani, I., Shen, Z., Stumpff, F., Deiner, C., 2011, Changes in rumen absorption processes during transition. *Anim Feed Sci Technol* (article in press)
- Maunsell, F.P., Morin, D.E., Constable, P.D., Hurley, W.L., McCoy, G.C., 1999, Use of mammary gland and colostral characteristics for prediction of colostral IgG1 concentration and intramammary infection in Holstein cows. *J Am Vet Med Assoc* 214, 1817-1823.
- Maunsell, F.P., Morin, D.E., Constable, P.D., Hurley, W.L., McCoy, G.C., Kakoma, I., Isaacson, R.E., 1998, Effects of mastitis on the volume and composition of colostrum produced by Holstein cows. *J Dairy Sci* 81, 1291-1299.
- Nocek, J.E., 1997, Bovine acidosis: implications on laminitis. *J Dairy Sci* 80, 1005-1028.
- NRC, 2001, *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th ed. National Academic Press, Washington, D.C.
- Oliver, S.P., 1988, Frequency of isolation of environmental mastitis-causing pathogens and incidence of new intramammary infection during the nonlactating period. *Am J Vet Res* 49, 1789-1793.
- Østerås, O., Edge, V.L., Martin, S.W., 1999, Determinants of success or failure in the elimination of major mastitis pathogens in selective dry cow therapy. *J Dairy Sci* 82, 1221-1231.

- Østerås, O., Sandvik, L., 1996, Effects of selective dry-cow therapy on culling rate, clinical mastitis, milk yield and cow somatic cell count. A randomized clinical field study in cows. *Zentralbl Veterinarmed B* 43, 555-575.
- Østerås, O., Sandvik, L., Aursjo, J., Gjøl, G.G., Jorstad, A., 1991, Assessment of strategy in selective dry cow therapy for mastitis control. *Zentralbl Veterinarmed B* 38, 513-522.
- Paape, M.J., Miller, R.H., Young, M.D., Peters, R.R., 1992, Influence of involution on intramammary phagocytic defense mechanisms. *J Dairy Sci* 75, 1849-1856.
- Pezeshki, A., Capuco, A.V., De Spiegeleer, B., Peelman, L., Stevens, M., Collier, R.J., Burvenich, C., 2010, An integrated view on how the management of the dry period length of lactating cows could affect mammary biology and defence. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)* 94, e7-30.
- Pinedo, P., Risco, C., Melendez, P., 2011, A retrospective study on the association between different lengths of the dry period and subclinical mastitis, milk yield, reproductive performance, and culling in Chilean dairy cows. *J Dairy Sci* 94, 106-115.
- Plaizier, J.C., Krause, D.O., Gozho, G.N., McBride, B.W., 2008, Subacute ruminal acidosis in dairy cows: the physiological causes, incidence and consequences. *Vet J* 176, 21-31.
- Rastani, R.R., Grummer, R.R., Bertics, S.J., Gumen, A., Wiltbank, M.C., Mashek, D.G., Schwab, M.C., 2005, Reducing dry period length to simplify feeding transition cows: milk production, energy balance, and metabolic profiles. *J Dairy Sci* 88, 1004-1014.
- Santschi, D.E., Lefebvre, D.M., Cue, R.I., Girard, C.L., Pellerin, D., 2011, Complete-lactation milk and component yields following a short (35-d) or a conventional (60-d) dry period management strategy in commercial Holstein herds. *J Dairy Sci* 94, 2302-2311.
- Schirmann, K., Chapinal, N., Weary, D.M., Heuwieser, W., von Keyserlingk, M.A., 2011, Short-term effects of regrouping on behavior of prepartum dairy cows. *J Dairy Sci* 94, 2312-2319.
- Schukken, Y.H., Van de Geer, D., Grommers, F.J., Smit, J.A., Brand, A., 1989, Intramammary infections and risk factors for clinical mastitis in herds with low somatic cell counts in bulk milk. *Vet Rec* 125, 393-396.
- Schulz, J., 1994, 5. Erkrankungen der Milchdrüse des Rindes; 5.1. Grundsätze; 5.1.7. Diagnostik; 5.1.7.1. Klinische Untersuchung, In: Wendt, K., Bostedt, H., Mielke, H., Fuchs, H.-W. (Ed.) *Euter- und Gesäugekrankheiten*. Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart, 265 - 267.
- Schulz, W., Wendt, K., 1986, Zur Verhütung von Euterentzündungen beim Trockenstellen. *Mh Vet-Med* 41, 295 - 298.
- Smith, K.L., Todhunter, D.A., 1982, The physiology of mammary gland during the dry period and the relationship to infection. *Natl Mastitis Counc Proc 21st Annu Mtg*, 87 - 93.
- Smith, K.L., Todhunter, D.A., Schoenberger, P.S., 1985a, Environmental mastitis: cause, prevalence, prevention. *J Dairy Sci* 68, 1531-1553.
- Smith, K.L., Todhunter, D.A., Schoenberger, P.S., 1985b, Environmental pathogens and intramammary infection during the dry period. *J Dairy Sci* 68, 402-417.
- Sørensen, J.T., Enevoldsen, C., 1991, Effect of dry period length on milk production in subsequent lactation. *J Dairy Sci* 74, 1277-1283.
- Todhunter, D.A., Smith, K.L., Hogan, J.S., 1995, Environmental streptococcal intramammary infections of the bovine mammary gland. *J Dairy Sci* 78, 2366-2374.
- Watters, R.D., Guenther, J.N., Brickner, A.E., Rastani, R.R., Crump, P.M., Clark, P.W., Grummer, R.R., 2008, Effects of dry period length on milk production and health of dairy cattle. *J Dairy Sci* 91, 2595-2603.
- Weichselbaum, H., Baumgartner, W., Schoder, G., 1995, [Effect of the duration of temporary drying off of one udder quarter in cows and milk yield and quality]. *Dtsch Tierärztl Wochenschr* 102, 353-358.

Danksagung

In erster Linie danke ich Herrn PD Dr. Bernd-Alois Tenhagen für die langjährige, geduldige Betreuung und Unterstützung bei der Anfertigung meiner Dissertation. Gerade da wir im Laufe der Jahre beide nicht mehr aktiv an der Tierklinik für Fortpflanzung waren, erforderte diese Betreuung viel Engagement. Ohne dieses wäre die Beendigung meiner Arbeit nicht möglich gewesen. Herrn Prof. Staufenbiel danke ich für die Überlassung des Themas, obwohl ich im Laufe der Zeit die Klinik wechselte und sich auch die Themenschwerpunkte änderten. Ohne ihn wäre diese Arbeit nicht entstanden. Herrn Prof. Heuwieser danke ich hier als meinem Ansprechpartner in der Tierklinik für Fortpflanzung. Insbesondere für seine vielen Hinweise in Bezug auf wissenschaftliches Arbeiten, die mir als universitätsexterner, berufstätiger Doktorandin sehr hilfreich waren.

Als nächstes bedanke ich mich bei meiner Mitdoktorandin und Freundin Antonia White für die gute Zusammenarbeit während der Versuchsdurchführung und die gegenseitige Motivation und Unterstützung, wenn man es am dringendsten brauchte und wenn es ein Telefonat mitten auf der Stallgasse war. Ohne Dich wäre das Pendeln und Durchhalten in Iden und beim Schreiben viel schwerer gewesen. Danke für Alles!

Dank gebührt natürlich auch all denen, die mir bei der Laborarbeit zur Seite standen. Dies betrifft besonders die Mitarbeiter der Tierklinik für Fortpflanzung und des Instituts für Tierernährung. Danke für die Hilfe bei der Klärung so vieler Fragen. Und natürlich ganz besonderen Dank allen Mitarbeitern der Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt in Iden für die gute Zusammenarbeit bei der Versuchsdurchführung und die geduldige Hilfe und all die Mühen bei den vielen Detailfragen zum Betrieb.

Zu guter Letzt möchte ich Freunden und Familie danken, die mich in all den Jahren moralisch unterstützt und mir zur Seite gestanden haben. Allen einzeln zu danken würde den Rahmen sprengen, deshalb ein herzliches Dankeschön an jeden, der sich angesprochen fühlt und das hier liest. Meinen Kollegen, Studienkollegen und Freunden möchte ich für die Unterstützung bei der nervenaufreibenden Suche nach eingeschlichenen Rechtschreibungs- und Zeichensetzungsfehlern danken. Ihr wisst, wie viel mir Eure Erfahrungswerte und aufmunternden Worte geholfen haben. Danke Kathrin für die viele geopfert Zeit, das Zuhören, Antreiben und Aufbauen bei diversen Kaffees.

Meiner Mutter und meinem Vater sowie meinem Bruder Markus danke ich dafür, dass sie immer an mich geglaubt haben. Danke, dass Ihr immer für mich da ward und seid, auch morgens um drei. Auch allen anderen Familienmitgliedern danke ich für ihren unerschütterlichen Glauben an mich, sollten sie je in die Verlegenheit kommen einen Blick in diese Arbeit zu werfen.

Und ‚last but not least‘ möchte ich meinem Freund Dennis von Herzen für die Liebe und Geduld danken, mit der er mich all die Jahre unterstützt hat. Du hattest es in dieser Zeit nicht immer leicht mit mir. Danke, dass Du immer da warst, wenn meine Selbstzweifel Überhand nahmen oder meine Nerven blank lagen. Ohne Dich wäre der Spagat zwischen Dissertation und Beruf viel schwerer gewesen.

Selbständigkeitserklärung

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 07.03.2012

Yvonne Hosse