

**Forschungsbericht des  
Fachbereichs Agrarwirtschaft Soest  
Nr. 37**

***„Hygienische Aspekte der Liegeboxeneinstreu bei  
Milchrindern in NRW“***

**Fachhochschule Südwestfalen Abteilung Soest**

**Fachbereich Agrarwirtschaft**

Marc Boelhauve

Jürgen Braun

Jan Berglar

Sandra Rose

Anne Thönnissen

Projektlaufzeit: 01.05.2013 – 31.12.2014

Gefördert durch:

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt,  
Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz  
des Landes Nordrhein-Westfalen



© 2015

Forschungsschwerpunkt:  
Tiergesundheit

Fachhochschule Südwestfalen  
Standort Soest  
Fachbereich Agrarwirtschaft  
Lübecker Ring 2  
59494 Soest

Tel.: 02921 / 378-211  
Fax: 02921 / 378-200  
E-Mail: agrar@fh-swf.de

ISBN:  
978-3-940956-42-2 (Print)  
978-3-940956-43-9 (elektr.)

Projektleitung: Prof. Dr. Marc Boelhaue, Prof. Dr. Jürgen Braun  
Projektbearbeitung: Anne Thönnissen, Sandra Rose, Jan Berglar

**Zitiervorschlag:**

Thönnissen, A.; Berglar, J.; Rose, S.; Braun, J. und Boelhaue, M. (2015): Hygienische Aspekte der Liegeboxeneinstreu bei Milchrindern in NRW. Forschungsberichte des Fachbereichs Agrarwirtschaft Soest, Nr. 37.

## Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis .....	VI
Tabellenverzeichnis .....	IX
Abkürzungsverzeichnis .....	X
1 Einleitung .....	1
2 Zielsetzung der Untersuchungen und des Forschungsprojektes .....	3
3 Anatomie, Physiologie und Immunologie des bovinen Euters .....	5
3.1 Anatomie des bovinen Euters und Physiologie der Laktation .....	5
3.1.1 Anatomie des bovinen Euters .....	5
3.1.2 Physiologie der Milchabgabe .....	6
3.1.3 Milchbildung, Laktationsphasen und Milchzusammensetzung .....	8
3.2 Infektionsmöglichkeiten und Abwehrmechanismen des Euters .....	9
3.2.1 Abwehrmechanismen der Euterhaut und der Zitzen .....	10
3.2.2 Abwehrmechanismen des Milchzysternen- und Drüsengewebes .....	11
3.2.3 Zelluläre Faktoren des Abwehrsystems und der Begriff der Zellzahl ....	13
4 Euterpathogene Bakterien .....	18
4.1 Der Begriff der Eutergesundheit und Formen der Mastitis .....	18
4.2 Charakterisierungen der mastitisverursachenden Bakterien .....	20
4.2.1 Kuh- bzw. Euter-assoziierte Mastitiserreger .....	22
4.2.2 Umweltassoziierte Mastitiserreger .....	22
4.3 Grampositive Bakterien .....	23
4.3.1 Gattung Staphylococcus .....	25
4.3.2 Gattung Streptococcus .....	27
4.3.3 Gattung Enterococcus .....	29
4.4 Gramnegative Bakterien .....	29
4.4.1 Familie Enterobacteriaceae .....	30
5 Einflussfaktoren auf die Eutergesundheit .....	33

5.1	Klima und Fütterung .....	35
5.2	Melkvorgang und Möglichkeiten der Zitzenbehandlung.....	36
5.3	Beschaffenheit und Sauberkeit der Liegeboxen, der Einstreu und der Laufflächen .....	38
6	Material und Methoden.....	43
6.1	Rahmenbedingungen der Untersuchungen.....	43
6.2	Teilnehmende Betriebe .....	43
6.3	Untersuchung neuer Einstreumaterialien .....	44
6.4	Untersuchung der Milch- und Einstreuproben .....	49
6.4.1	Entnahme der Einstreuproben .....	50
6.4.2	Untersuchung der Einstreuproben .....	50
6.4.3	Entnahme der Milchproben .....	51
6.4.4	Untersuchung der Milchproben .....	52
7	Ergebnisse .....	56
7.1	Befragung der Betriebsleiter .....	56
7.1.1	Beschaffenheit und Reinigung der Liegeboxen.....	56
7.1.2	Beschaffenheit und Reinigung der Laufflächen.....	58
7.1.3	Melktechnik und deren Reinigung.....	58
7.2	Gesamtkeimgehalte in der Einstreu.....	60
7.2.1	Gesamtkeimgehalte in der Einstreu der Liegeboxen .....	60
7.2.2	Gesamtkeimgehalte in den Lagerproben .....	61
7.3	Gehalte coliformer Keime in der Einstreu .....	62
7.3.1	Gehalte coliformer Keime in der Einstreu der Liegeboxen .....	62
7.3.2	Gehalte coliformer Keime in den Lagerproben.....	63
7.3.3	pH-Wert.....	64
7.3.4	Trockensubstanzgehalt.....	65
7.3.5	Untersuchung der Milchproben .....	66
7.3.6	Mikrobiologische Analyse .....	66
7.3.7	Zellzahlgehalte .....	68
7.4	Miscanthus .....	69
7.4.1	Praktischer Einsatz als Einstreumaterial.....	69

7.4.2	Messungen des Wasseraufnahmevermögens von Miscanthuseinstreu	70
7.4.3	Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen .....	70
7.4.4	Akzeptanz und Qualität der Liegeboxen .....	72
7.4.5	Weitere Aspekte zur Eignung von Miscanthus auf Hochboxen.....	74
7.5	Ökonomische Analyse verschiedener Liegeboxeneinstreu-verfahren.....	76
7.5.1	Ziel und Vorgehensweise.....	76
7.5.2	Ergebnisse.....	77
7.5.3	Planungsrechnung.....	83
8	Diskussion .....	87
8.1	Diskussion Einstreuhygiene in Praxisbetrieben.....	87
8.2	Diskussion Miscanthus-Tauglichkeit als Einstreusubstrat .....	90
9	Fazit / Empfehlungen aus dem Forschungsprojekt .....	92
10	Zusammenfassung.....	95
11	Literatur .....	97
12	Anhang.....	107

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Mastitisbegünstigende Einflussfaktoren	34
Abbildung 2: Gehäckseltes Miscanthus in Tiefboxen	45
Abbildung 3: Gleichmäßige Verteilung einer dünnen Einstreuschicht auf der Liegefläche der Hochbox	46
Abbildung 4: Gemahlener Miscanthus (3 – 4 mm) auf Hochboxen	46
Abbildung 5: Demonstration der Beprobung der äußeren Zitzenhaut	48
Abbildung 6: Trotz des harten Miscanthus wurden die Tiefboxen gut angenommen	49
Abbildung 7: Bakterienwachstum bei unterschiedlichen Einstreu-Verdünnungsstufen auf REBECCA-Agar (links) und Plate Count-Agar (rechts)	51
Abbildung 8: Beispielhafte Darstellung unterschiedlicher Verfärbungen des MSA2-Agars	54
Abbildung 9: Starker Bewuchs eines Columbia Blood Agars, Bakterien mit allen Varianten der Hämolyse	54
Abbildung 10: Agardiffusionstest mit verschiedenen Antibiotika und deren unterschiedlicher Wirkung auf ein Bakterium	55
Abbildung 11: Höhe und Vorkommen von Bakterien-Gesamtkeimzahlen (KbE/g) in der Einstreu (alle eingesetzten Einstreu-Arten) der gezogenen Proben aus Liegeboxen von Milchrindern auf elf teilnehmenden Betrieben im Projekt im Zeitraum von Oktober 2013 bis Dezember 2014 (n = 464)	60
Abbildung 12: Höhe und Vorkommen von Bakterien-Gesamtkeimzahlen (KbE/g) in der Einstreu (unbenutzte Lagerprobe, alle eingesetzten Einstreu-Arten) der gezogenen Proben für Liegeboxen auf elf teilnehmenden Betrieben im Zeitraum von Oktober 2013 bis Dezember 2014 (n = 49)	61
Abbildung 13: Höhe und Vorkommen von Coliformen Keimen (KbE/g) in der Einstreu (alle eingesetzten Einstreu-Arten) der gezogenen Proben aus Liegeboxen von Milchrindern auf elf teilnehmenden Betrieben im Projekt im Zeitraum von Oktober 2013 bis Dezember 2014 (n = 464)	62
Abbildung 14: Höhe und Vorkommen von Coliformen Keimen (KbE/g) in der Einstreu (unbenutzte Lagerproben, alle eingesetzten Einstreu-Arten) der gezogenen	

Proben auf elf teilnehmenden Betrieben im Projekt im Zeitraum von Oktober 2013 bis Dezember 2014 (n = 49)	63
Abbildung 15: Auswirkung des Kalkens der Liegeboxen auf den pH-Wert der Einstreu – Mittelwerte der pH-Werte in Einstreuproben aus dem Lager und aus den Liegeboxen auf sieben landwirtschaftlichen Betrieben im gesamten Projektzeitraum (n = 145)	64
Abbildung 16: Mittelwerte der Trockensubstanzgehalte (TS-Gehalte) der Einstreu im Einstreulager und in den Liegeboxen auf elf landwirtschaftlichen Betrieben im gesamten Projektzeitraum (n = 277)	65
Abbildung 17: Prozentuale Verteilung der Bakterien je Kategorie in Milchproben von Kühen mit erhöhten Zellzahlen auf elf landwirtschaftlichen Betrieben im gesamten Projektzeitraum (n = 1.288)	66
Abbildung 18: Anzahl der Bakteriennachweise je Kategorie in Milchproben von Kühen mit erhöhten Zellzahlen in allen Projektbetrieben im Zeitraum von Oktober 2013 bis Dezember 2014 (n = 1.288)	67
Abbildung 19: Entwicklung der somatischen Zellzahlen in der Milch der beprobten Kühe auf den "kooperativen" und "weniger kooperativen" landwirtschaftlichen Betrieben im gesamten Projektzeitraum	68
Abbildung 20: Täglicher Einstreubedarf in kg je Tiefbox. Die Werte in den Wochen fünf bis acht unterscheiden sich nicht zu den restlichen vier Wochen.	69
Abbildung 21: Durchschnittliche Keimgehalte mesophil wachsender Keime (Gesamtkeimzahl) pro Gramm Einstreu	71
Abbildung 22: Hohe Akzeptanz der Tiefboxen (rechts im Bild)	73
Abbildung 23: Unzureichende Matratzenbildung. Untergrund ist wieder sichtbar.	74
Abbildung 24: Massive Staubentwicklung bei der Verteilung des gemahlenden Miscanthus	75
Abbildung 25: Gesamtkosten der Liegeboxeneinstreu je Liegebox/Jahr	78
Abbildung 26: Struktur der Materialkosten ohne Kalk	79
Abbildung 27: Gesamtkosten der Liegeboxeneinstreu je Liegebox und Jahr (mit Nährstoffbewertung)	81

Abbildung 28: Struktur der Materialkosten ohne Kalk (mit Nährstoffbewertung)	81
Abbildung 29: Arbeitsaufwand je Box und Tag	82
Abbildung 30: Notwendiger Mehrerlös zur Kompensation der Einstreukosten (ohne Nährstoffe)	83
Abbildung 31: Lineare Optimierung ohne Strohlagerung	86
Abbildung 32: Lineare Optimierung mit Strohlagerung	86



## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht über die eutereigenen Komponenten der Abwehr von pathogenen Erregern	9
Tabelle 2: Verhältnis verschiedener somatischer Zellen bei unterschiedlicher Gesamtzellzahl (SCC = somatic cell count)	14
Tabelle 3: Beispielhafte Klassifizierung einiger mastitiserregender Bakterien nach möglicher Gramfärbung, Herkunft und Pathogenität	21
Tabelle 4: Übersicht über die relevanten Gattungen und Arten grampositiver mastitiserregender Bakterien	24
Tabelle 5: Übersicht über die relevanten Gattungen und Arten gramnegativer mastitiserregender Bakterien	30
Tabelle 6: Beispielhafte Auflistung nicht infektiöser Einflussfaktoren auf die Eutergesundheit mit direkter oder indirekter Wirkung	34
Tabelle 7: Einteilung der Koloniezahlen in Größenklassen zur Bewertung der Bakterienhäufigkeit in Milchausstrichen	53
Tabelle 8: Übersicht über die Projektbetriebe hinsichtlich Produktionsform, Bestandsgröße und Stalleinrichtung (Stand: jeweils zum Zeitpunkt der ersten Probennahme auf den Betrieben)	56
Tabelle 9: Übersicht über die Liegeboxenformen und die Reinigung der Liegeboxen auf den Projektbetrieben	57
Tabelle 10: Übersicht über die Gestaltung und Reinigung der Laufflächen auf den Projektbetrieben zu Untersuchungsbeginn	58
Tabelle 11: Übersicht über die eingesetzte Melktechnik und deren Reinigung auf den Projektbetrieben	59
Tabelle 12: Abliegezeit (in Sekunden) in beiden Boxentypen	72
Tabelle 13: Liegedauer (in Minuten) in beiden Boxentypen	72
Tabelle 14: Struktur der Einstreu-Gesamtkosten	77

## Abkürzungsverzeichnis

AK	Arbeitskraft
AKh	Arbeitskraftstunde
AMS	Automatische/s Melksystem/e
CAMP-Test	Christie-Atkins-Munch-Petersen-Test
DLG	Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft
dt	Dezitonnen
et al.	et alii (lat.) = und andere
Ig	Immunglobulin
KbE	Kolonie-bildende Einheit/en
KbE/g	Kolonie-bildende Einheiten pro Gramm
KNS	Koagulase-negative Staphylokokken
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft
LWK	Landwirtschaftskammer
MSA2	Mannitol-Salz-Agar 2
PMN	Polymorphkernige neutrophile Granulozyten
REBECCA	Rapid Enterobacteriaceae Escherichia Coli Coliform Agar
SCC	somatic cell count (engl.) = Somatische Zellzahl
spp.	species pluralis (lat.) = mehrere, nicht einzeln genannte Arten innerhalb einer Gattung
Staph.	Staphylococcus
Strep.	Streptococcus
Tab.	Tabelle
TM	Trockenmasse
TS	Trockensubstanz
U/Min.	Umdrehungen pro Minute

# 1 Einleitung

Eine Euterentzündung oder Mastitis ist nicht nur ein schmerzhafter Prozess für die Kuh, sondern hat auch für den Milchviehalter weitreichende wirtschaftliche Konsequenzen. Neben den direkten Kosten für die Behandlung des Tieres ist der akute Ertragsausfall durch nicht lieferfähige Milch zu betrachten (LOTTHAMMER in WENDT et al. 1998). Aus der Erkrankung ergibt sich zudem eine länger andauernde Leistungsbeeinträchtigung des Tieres. Bei einer Mastitis im mittleren Laktationsstadium ist beispielsweise ein Abfall der Milchleistung um ca. ein Drittel der ursprünglichen Leistung im Vergleich zum Leistungsniveau vor einer Eutererkrankung zu erwarten. Dies geht einher mit einer deutlich langsameren Wiederherstellung der Milchleistung, als bei z. B. einer Klauenerkrankung. (HUTH 1995). Weitere Nachteile ergeben sich aufgrund einer veränderten Zusammensetzung der Milch, die eine Weiterverarbeitung in der Molkerei erschweren kann (MUNRO et al. 1984), sowie durch eine mögliche tierärztliche Behandlung des erkrankten Tieres mit Antibiotika. Dieser Punkt wird in der öffentlichen Diskussion zunehmend kritischer gesehen, da einerseits eine angemessene Therapie aus tierschutzrechtlichen Gründen unumgänglich ist. Andererseits sind die Belange des Verbraucherschutzes hinsichtlich der Minimierung des Auftretens von Resistenzen gegenüber antibiotischen Wirkstoffen zu berücksichtigen (WITTKOWSKI 2003; KRABISCH et al. 1999).

Vor dem Hintergrund der genannten und weiteren Nachteile ist die Minimierung der mastitisfördernden Faktoren von hoher Priorität für den Landwirt (LOTTHAMMER in WENDT et al. 1998). Die Prävention einer Infektion gewinnt also höhere Bedeutung, vor allem, da Mastitiden meist nicht nur ein Tier betreffen, sondern durch Erregerverschleppung oft als Herdenproblem zu sehen sind (WINTER u. ZEHLE in WINTER 2009).

Den möglichen Schäden durch eine Mastitis steht gegenüber, dass deren Therapie schwieriger geworden, da sich das Erregerspektrum als ein zentraler Faktor verändert hat und die Therapierung mit Antibiotika oft nicht

in der vollständigen Heilung der behandelten Tiere resultiert. Früher waren es die sogenannten kuhassoziierten Mastitiserreger, die hauptsächlich als Erreger einer Euterentzündung nachgewiesen wurden. Eine auf deren Bekämpfung ausgerichtete Arbeitsweise, vor allem die Anpassung des Melkmanagements, und Medikation hat diese Erregertypen zwar deutlich zurückgedrängt, im gleichen Zuge gewannen aber andere Mikroorganismen als pathogene Erreger an Bedeutung. Diese lassen sich als umweltassoziierte Mastitiserreger bezeichnen und kommen vorwiegend in der Einstreu der Liegeflächen und als Hautbesiedler vor (HAMANN u. FEHLINGS 2002; KRÖMKER 2007).

Die Liegeboxeneinstreu erhöht auf der einen Seite das sogenannte Tierwohl bei der ca. 12 – 14-stündigen Liegephase von Wiederkäuern erheblich und kann so primär zu einer verbesserten Tiergesundheit führen (ZIEGER 2008). Auf der anderen Seite kann das Keimwachstum durch die Abwärme, die Feuchtigkeit und den Koteintrag in der Liegeboxeneinstreu extrem gefördert werden. Dies kann zu einer Mastitis und somit Absenkung der Tiergesundheit führen. Untersuchungen zur Liegeboxeneinstreuhygiene weisen auf diese Problematik hin, ohne die bisherigen Empfehlungen zum Einstreumanagement (z. B. Häufigkeit der Nachstreu bzw. Neueinstreu) praxisnah unter Einbeziehung der ökonomischen Rahmenparameter zu überprüfen.

## **2 Zielsetzung der Untersuchungen und des Forschungsprojektes**

Die hygienische Beschaffenheit des Einstreumaterials übt einen nicht zu unterschätzenden Einfluss auf die Eutergesundheit des Milchrindes aus. In einem übergeordneten Kontext kann die Wahl des richtigen Einstreumaterials eine wirkstofffreie Maßnahme zur Reduzierung von Neuerkrankungen sein und letztendlich eine Verminderung des Antibiotika-Einsatz zur Behandlung von Mastitiden bewirken.

Das grundlegende Ziel dieses Forschungsprojektes ist die Schaffung einer Vergleichbarkeit der verschiedenen Einstreumaterialien, sowohl aus hygienischer als auch aus wirtschaftlicher Sicht. Dabei sollen die einzelnen ökonomischen und hygienischen Faktoren derart beleuchtet und miteinander in Bezug gesetzt werden, dass schließlich eine Gesamtempfehlung für den Einsatz der untersuchten Einstreumaterialien gegeben werden kann.

Zur Zielerreichung sollen folgende Arbeitspakete dienen:

Mikrobiologische Untersuchung von Einstreumaterialien auf Praxisbetrieben in regelmäßigen Abständen (mind. acht Boxen, unterschiedliche Einstreuintervalle, Beprobungen alle 3 Monate). Untersucht werden sollen die Qualität der Ausgangsmaterialien und bereits im Liegebereich eingesetzter Einstreu auf Anzahl Gesamtkeime und coliformer Keime, sowie, pH-Wert, Feuchtegehalt, Temperatur der Materialien.

Untersuchung der Herdengesundheit durch Untersuchung der zellzahlauffälligsten Tiere (mit Stichproben von unauffälligen Tieren), um Rückschlüsse auf die Ursache der Zellzahlerhöhungen schließen zu können. Untersuchung des Melkvorganges, um den Einfluss der Einstreuhygiene besser abschätzen zu können (durch Ausschluss von Hygienefehler beim Melken).

Ferner soll durch die Ergebnisse der ersten zwei Arbeitspakete und der retrospektiven Erfassung des Einstreumanagement eine Grundlage für betriebsindividuelle Hygieneempfehlungen getroffen werden. Die Veränderungen der Zellzahlgehalte, der Verschmutzungsgrad der Tiere und die Einstreuqualität einzelner Hygienemaßnahmen sollen nach Änderung erfasst werden, um Empfehlungen für die Praxis ableiten zu können.

Die betriebsspezifischen Daten sollen für eine bessere wirtschaftliche Vergleichbarkeit und Anreiz für Hygieneänderungen mit erfasst werden. Diese ermittelten und weiter verrechneten betriebsindividuellen Daten sollen ferner mit Werten aus der Literatur verglichen werden. Ziel ist es, eine erste Tendenz für eine Rangfolge der Einstreumaterialien hinsichtlich ihrer „Hygieneeffizienz“ zu erstellen.

Des Weiteren soll die Einsetzeignung alternativer Einstreu für rinderhaltende Betriebe in Zusammenarbeit mit der Landwirtschaftskammer NRW untersucht werden.

Es ist angestrebt, während der Projektlaufzeit mehrere Bachelor- und Masterarbeiten zu integrieren und die Ergebnisse in praxisnahen landwirtschaftlichen Zeitschriften zu publizieren.

## **3 Anatomie, Physiologie und Immunologie des bovinen Euters**

### **3.1 Anatomie des bovinen Euters und Physiologie der Laktation**

Die drei Hauptaufgaben des Euters lassen sich als Milchbildung, Milchspeicherung und Milchabgabe benennen. Dementsprechend lässt sich das Euter in die Funktionsbereiche Drüsengewebe, Milchzisterne und Zitze, auch als Strich bezeichnet, aufteilen (DEUTZ u. OBRITZHAUSER 2003). Die Milchbildung kann dabei in mehrere Phasen unterteilt werden. Das primäre Milchsekret nach der Kalbung, das sogenannte Kolostrum, unterscheidet sich in seiner Zusammensetzung deutlich von der später sezernierten Milch. Die veränderte Sekretionsleistung im Verlauf einer Laktation stellt unterschiedliche Anforderungen an die Syntheseleistung des Eutergewebes. Damit werden zu unterschiedlichen Laktationszeitpunkten verschiedene Anforderungen an die Funktion des Euters gestellt (BRUCKMAIER in KRÖMKER 2007).

#### **3.1.1 Anatomie des bovinen Euters**

Das Hausrind (*Bos primigenius taurus*) in seinen unterschiedlichen Züchtungsformen besitzt im Normalfall vier Mammar- oder Milchdrüsenkomplexe, von denen jeder aus einer Zitze mit angeschlossenem Drüsenteil besteht. Die Drüsenkomplexe der beiden Körperseiten sind durch eine Furche getrennt und haben eine inguinale Lage, d. h. sie sind im Bereich der Leiste gelegen (LOEFFLER u. GÄBEL 2008).

Jedes Euterviertel als Drüsenkomplex ist von den anderen Vierteln anatomisch abgegrenzt und in sich geschlossen (HUTH 1995). Ein einzelner Mammarkomplex als Euterviertel besteht grob dargestellt aus dem Drüsenkörper, dem abführendem Hohlraumsystem mit Milchgängen und Milchzysterne sowie einer Zitze. Das Drüsengewebe eines Euterviertels wiederum ist in viele Unterkompartimente aufgeteilt. Dessen kleinste

Einheiten sind die Alveolen, kleine Drüsenbläschen, deren innerer Hohlraum, das Lumen, einschichtig mit Alveolarepithelzellen ausgekleidet ist. Dieses einschichtige Drüsengewebe sondert kontinuierlich Milchsekret ab. Die einzelnen Alveolen sind durch Bindegewebe voneinander abgegrenzt, von einem feinen Ader- und Nervennetz umgeben und von Myoepithelzellen umhüllt. Hierbei handelt es sich um Drüsengewebezellen, die sich ähnlich Muskelzellen zusammenziehen können und deren Kontraktion unter Einfluss des Hormons Oxytocin die Milchejektion bewirkt. Viele Alveolen sind zu sogenannten Drüsenläppchen zusammen gelagert, die einen gemeinsamen Ableitungsgang für die sezernierte Milch besitzen, die Milchkapillaren. Diese kleinen Milchgänge sind auf ihrer Innenseite ebenfalls einschichtig mit milchsezernierenden Alveolarzellen beschichtet. Mehrere Milchkapillaren führen schließlich zusammen und leiten das Sekret in größeren Milchgängen mit adernetzähnlichem Aufbau weiter bis zur oberhalb des Zitzenkörpers gelegenen Drüsenzisterne, in der größere Mengen Milch gespeichert werden können. Die Drüsenzisterne führt zur Zitzenzisterne als letztem milchspeicherndem Lumen. Insgesamt erfolgt die Speicherung des Milchsekrets zwischen den Euterentleerungen innerhalb der Milchgänge und in der Drüsenzisterne und der Zitzenzisterne. Diese beiden Milchzisternenteile sind durch den sogenannten Fürstenbergschen Venenring voneinander abgetrennt. Am distalen Ende der Zitze wird die Zisterne durch den Strichkanal begrenzt. Dessen Öffnung und somit die Abgabe der Milch ist durch einen Schließmuskel gesteuert (SCHWEIGERT et al. in WINTER 2009; LOEFFLER u. GÄBEL 2008; WENDT 1998).

### **3.1.2 Physiologie der Milchabgabe**

Die ausmelkbare Milchmenge lässt sich in Zisternenmilch und Alveolarmilch unterteilen. Unter Zisternenmilch versteht man diejenige Milchmenge, die während der Zwischenmelkzeit in den Euterzisternen und in den großen Milchgängen gespeichert wurde. Sie wird von den Alveolarzellen im Drüsengewebe gebildet, wird aber durch den steigenden Euterinnendruck durch anhaltende Milchsekretion und durch Einwirkung der Schwerkraft langsam in



die größeren Milchgänge und Zisternen abgeleitet. Die Zisternenmilch ist beim beginnenden Milchentzug sofort und ohne Oxytocin-Ausschüttung verfügbar, da sie nur durch den Schließmuskel des Strichkanals gehalten wird. Sie wird daher auch freie Milch genannt und macht durchschnittlich 10 – 20 % der gesamten Milchmenge pro Melkzeit aus (BRUCKMAIER in KRÖMKER 2007; SCHWEIGERT et al. in WINTER 2009; WENDT 1998).

Als Alveolarmilch wird hingegen jene von den Alveolarzellen gebildete Milchmenge bezeichnet, die sich noch in den Alveolen, Drüsenläppchen und Milchkapillaren befindet und durch die Kapillar- und Adhäsionskräfte darin gehalten wird. Sie bildet den weitaus größeren Anteil der Milchmenge je Melkvorgang und um diese Milch zu gewinnen, bedarf es der Einwirkung des Hormons Oxytocin. Beim Anrühren bzw. Vormelken des Rindes wird eine Stimulation ähnlich eines saugenden Kalbes bewirkt und durch diesen taktilen Reiz wird ein neurohormonaler Reflexbogen angesprochen. Es erfolgt eine Reizweiterleitung zum Hypothalamus und zum Hypophysenhinterlappen und von dort die Freisetzung von Oxytocin. Über die Blutbahn gelangt dieses Hormon zu den Drüsenzellen des Euters. Dort bewirkt es eine Kontraktion der Myoepithelzellen und die Milch wird geradezu herausgepresst. Diesen Vorgang bezeichnet man als Milchejektion (BRUCKMAIER in KRÖMKER 2007; SCHWEIGERT et al. in WINTER 2009).

Unter Einflüssen, die den Euterinnendruck im Drüsenepithel erhöhen, beispielsweise bei geringem Ausmelkgrad oder langen Zwischenmelkzeiten, wird die Milchsekretion gemindert. Diese physiologischen Zusammenhänge werden beim Trockenstellen einer Kuh genutzt, um die produzierte Milchmenge zu senken und schließlich zu versiegen. Andererseits kann bei hochleistenden Tieren genauso eine kontinuierlichere Milchbildung und erhöhte Leistung durch mehrmaliges Melken und damit Geringhalten des Euterinnendrucks erreicht werden (WENDT 1998).

### **3.1.3 Milchbildung, Laktationsphasen und Milchzusammensetzung**

Für die Milchbildung ist eine starke Durchblutung des Euters notwendig, damit der Stoffaustausch zwischen Blut und Drüsengewebe zur Synthese oder Übernahme der verschiedenen Milchinhaltsstoffe gewährleistet ist. Daher ist das Volumen der Venen, also der blutabführenden Adern, deutlich höher als das der zuführenden Blutgefäße, der Arterien. Die dadurch verlangsamte Blutströmung im Euterbereich ermöglicht erst den Übergang der Baustoffe der Milchbestandteile von den feinen Blutkapillaren in das Drüsengewebe in ausreichender Menge. Der Blutfluss pro Minute durch das Euter einer laktierenden Kuh ist im Vergleich zu dem einer trockenstehenden Kuh ca. viermal höher (HUTH 1995). Die benötigte Blutmenge zur Synthese eines Liters Milch liegt bei 300 – 500 l (LOEFFLER u. GÄBEL 2008). Für eine hohe Milchleistung ist also eine gut funktionierende Durchblutung eine der Hauptvoraussetzungen. Gleichzeitig werden über das Blut aber nicht nur Moleküle zum Aufbau von Milchbestandteilen zum Euter geleitet, sondern auch Körperzellen als Bestandteil der Immunantwort bei Infektionen (BURVENICH et al. in WINTER 2009). Die anatomischen Barrieren und physiologischen Mechanismen des Euters und des Immunsystems zur Abwehr von Mastitiserregern werden im weiteren Verlauf des Kapitels genauer beschrieben.

Im Verlauf einer Laktation verändert sich die tägliche Milchleistung ständig leicht, diese Veränderung der Milchmenge in kg wird in einer Laktationskurve beschrieben. Post partum ergibt sich ein steiler Anstieg der täglich gemolkenen Milchmenge bis zum Leistungsmaximum nach sechs bis acht Wochen, danach erfolgt ein fortdauernder Abfall bis zum Trockenstellen (BRUCKMAIER in KRÖMKER 2007; SCHWEIGERT et al. in WINTER 2009).

Mit dem Trockenstellen kommt es zur partiellen Involution, dabei verringert sich die Anzahl der Drüsenzellen temporär leicht und es kommt während dieser Zeit mehrmals zu Veränderungen des Eutersekrets. Zu Beginn der Trockenstehphase wird die sezernierte Substanzmenge durch das Auslassen des Milchentzugs drastisch reduziert und die Konzentration an

milchtypischen Inhaltsstoffen sinkt. Danach folgt ein gewisser Gleichgewichtszustand durch das in der Regel mehrwöchige Trockenstehen (BRUCKMAIER in KRÖMKER 2007; SCHWEIGERT et al. in WINTER 2009).

### 3.2 Infektionsmöglichkeiten und Abwehrmechanismen des Euters

Die Abwehrmöglichkeiten des Euterkomplexes gegenüber pathogenen Erregern sind vielfältig und beinhalten physikalische, chemische, zelluläre sowie humorale Bestandteile (BURVENICH et al. in WINTER 2009). Zur besseren Übersicht werden diese nachfolgend in Tabelle 1 aufgeführt und anschließend nach Wirkungsort und –mechanismus sortiert näher erläutert.

**Tabelle 1:** Übersicht über die eutereigenen Komponenten der Abwehr von pathogenen Erregern

<p><b>physikalische Faktoren:</b> mechanische Sperre gegen Eindringen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Epidermis des Euters</li> <li>• Schließmuskel/Sphinkter</li> <li>• Epithel des Strichkanals, der Milchzysterne und des Drüsengewebes</li> <li>• Keratin</li> </ul>
<p><b>chemische Faktoren:</b> bakteriostatische bis bakteriolytische Wirkung</p>	<p>im Keratin:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• langkettige Fettsäuren mit bakteriostatischer Wirkung</li> <li>• Xanthinoxidase mit oxidierender Wirkung</li> <li>• kationische Proteine mit bakteriolytischer Wirkung bei grampositiven Bakterien</li> </ul> <p>im Zysternenteil des Euters:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laktoferrin</li> <li>• Lysozym</li> <li>• Lactoperoxidase-Thiocyanat-Wasserstoffperoxid-System</li> <li>• Komplemente</li> <li>• Zytokine</li> </ul>
<p><b>humorale Faktoren:</b> Detektierung und Markierung</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Immunglobuline IgG<sub>1</sub>, IgG<sub>2</sub>, IgA und IgM</li> </ul>

<b>zelluläre Faktoren:</b> Eliminierung von Fremdkörpern	<ul style="list-style-type: none"> <li>• neutrophile Granulozyten</li> <li>• Makrophagen</li> <li>• Lymphozyten</li> </ul>
--	--

Quelle: Darstellung modifiziert nach BURVENICH et al. in WINTER 2009

Bei einem äußerlich unverletzten Euter stellt der Strichkanal die einzige Möglichkeit des Eindringens von Fremdkörpern dar.

### 3.2.1 Abwehrmechanismen der Euterhaut und der Zitzen

Die erste Abgrenzung des Euters zur Verhinderung des Eindringens von pathogenen Erregern bildet die Euterhaut. Sie ist als physikalische Barriere zum Euterinneren eine sichere Schutzschicht, sofern sie intakt ist. Die Zitzenöffnung verfügt über mehrere Möglichkeiten, Bakterien am Eindringen zu hindern. Als erste, physikalische Abwehr sei hier das nach außen gerichtete Epithelwachstum an der Strichspitze erwähnt. Da die Euterhaut bis in den Strichkanal hineinreicht, ist die einzige Möglichkeit des Eindringens von Bakterien deren Ausbreitung auf der Haut durch Vermehrung. Die Hautfalten in der Wand des Strichkanals fungieren durch die Oberflächenvergrößerung allerdings ebenfalls als ein Schutz gegen das Eindringen von Bakterien durch Ausbreitung. Durch einen regelmäßigen Milchentzug werden an der Haut der Strichkanalöffnung angesiedelte Bakterien weggeschwemmt (BURVENICH et al. in WINTER 2009; LOEFFLER u. GÄBEL 2008).

Zusätzlich bietet der Schließmuskel der Zitze bei normaler Funktion einen wirkungsvollen Verschluss des Strichkanals. Diese Verschlusseinheit funktioniert nicht während des Melkvorganges, die Abflussrichtung der Milch nach Außen bewirkt jedoch in diesen Fällen ein Ausspülen und Wegschwemmen von Erregern im Strichkanal und an der Zitzenöffnung (LOEFFLER u. GÄBEL 2008). Bei Vorkommen eines unzureichenden Zitzenverschlusses durch den Schließmuskel, gleichgültig ob erblich oder durch eine Verletzung bedingt, ergibt sich allerdings permanent die Möglichkeit des Eindringens von Keimen (WENDT 1998).

Als weitere Schutzeinrichtung im Strichkanal wird von den oberen Gewebeschichten Keratin abgesondert. Dieses hat eine wachsartige Substanz und verschließt den Strichkanal. Eindringene Mikroorganismen werden vom Keratin umschlossen und so vom weiteren Vordringen bis in die Zisterne abgehalten. Neben seiner Funktion als physikalische Barriere enthält es bakterizid und bakteriostatisch wirkende Substanzen, die einen zusätzlichen Schutz vor Infektionen bieten. Dazu gehören langkettige Fettsäuren mit bakteriostatischer Wirkung, Xanthinoxidase als durch Oxidation antibakteriell wirkendes Enzym (RIMBACH et al. 2010) und kationische Proteine, die die Eigenschaft besitzen, grampositive Bakterien zu binden und zu lysieren. Bei mangelhafter Keratinbildung oder Entfernung von Keratin durch den regelmäßigen Milchentzug bestehen trotzdem Möglichkeiten der Erregerwanderung in das Euter. Beim Melken wird die Keratinmenge im Zitzenkanal um ca. 40 % reduziert, das Gewebe sondert jedoch erneut eine gewisse Menge ab, um den Strichkanal wieder zu verschließen. Während der Trockenstehphase bildet sich üblicherweise ein Pfropf aus Keratin als Strichverschluss. Ist dessen Bildung jedoch verzögert, ergibt sich eine höhere Infektionsanfälligkeit durch die Möglichkeit der Erregerpassage bis in den Zysternenteil des Euters und der ausbleibenden Bakterienausspülung beim Milchentzug (BURVENICH et al. in WINTER 2009).

### **3.2.2 Abwehrmechanismen des Milchzysternen- und Drüsengewebes**

Im distalen Ende der Zitzenzisterne wird eine Reihe von Substanzen gebildet, die das weitere Eindringen von Bakterien vermindert. Dazu gehört beispielsweise das Laktoferrin, ein eisenbindendes Glykoprotein mit verschiedenen Aufgaben im Organismus, u. a. der Regulation der Leukozytenaktivität als zellulärer Faktor der Erregerabwehr. Laktoferrin besitzt eine antibakterielle Wirkung erstens durch sein hohes Eisenbindungsvermögen (Mikroorganismen benötigen Eisen für ihr Wachstum, somit wird durch die Bindung von Eisen deren Vermehrung gehemmt). Zweitens wird durch Laktoferrin ein Stoff freigesetzt, der die äußere Membran gramnegativer Bakterien zerstört. Da

Laktoferrinkonzentration nur im Eutersekret trockenstehender Kühe in ausreichender Konzentration vorhanden ist, um sicher antibakteriell zu wirken, ist das Euter laktierender Kühe durch weitere Stoffe vor einer Infektion geschützt (BURVENICH et al. in WINTER 2009).

Lysozym ist ein Protein mit bakterizider Wirkung, es verursacht eine Schädigung der Zellwände vor allen bei grampositiven Bakterien. Außerdem kann es Wirkung von Laktoferrin verstärken. Da aber auch hier die Konzentration in der Milch laktierender Kühe gering ist, wird durch Lysozym allenfalls eine Teilwirkung erzielt (BURVENICH et al. in WINTER 2009).

Das Lactoperoxidase-Thiocyanat-Wasserstoffperoxid-System hat eine bakterizide Wirkung auf gramnegative und eine bakteriostatische Wirkung auf grampositive Bakterien durch die Bildung von Radikalen. Dessen Konzentration ist jedoch stark abhängig von der Ernährung des Rindes (BURVENICH et al. in WINTER 2009).

Proinflammatorische, d. h. entzündungsfördernde, Zytokine haben die Aufgabe der Regulierung der Aktivität von Abwehrzellen während Infektionen. Sie wirken sich also immunregulatorisch aus und haben selbst nicht direkt Einfluss auf eingedrungene Erreger (BURVENICH et al. in WINTER). Die Immunglobuline IgG<sub>1</sub>, IgG<sub>2</sub>, IgA und IgM sind als lösliche oder humorale Faktoren des Immunsystems für die Aktivierung anderer bakteriolytischer Stoffe zuständig. Sie markieren außerdem spezielle Bakterien als vernichtungswürdig für Bestandteile der zellulären Abwehr, indem sie sich an deren Oberfläche koppeln. Komplemente als chemische Bestandteile der Infektionsabwehr müssen erst durch Immunglobuline aktiviert werden und verursachen eine direkte Lyse der eingedrungenen Bakterien oder wirken unterstützend auf deren Phagozytose durch zelluläre Bestandteile des Immunsystems (BURVENICH et al. in WINTER 2009).

### **3.2.3 Zelluläre Faktoren des Abwehrsystems und der Begriff der Zellzahl**

Die Abwehrmechanismen des Immunsystems gegen schädliche Einflüsse von außen können unterteilt werden in einen unspezifischen und einen spezifischen Teil. Die zellulären Bestandteile des spezifischen Abwehrsystems bedürfen einer Aktivierung durch Immunglobuline oder andere körpereigene Stoffe. Sie sind genau auf die Eliminierung eines Erregertyps angepasst, wirken aber nach ihrer Aktivierung deutlich schneller und besser als die Zellen des unspezifischen Abwehrsystems. Voraussetzung für ihre Funktion ist allerdings eine vorangegangene Exposition mit dem Erreger (ALBER in SELBITZ et al. 2011).

Diejenigen zellulären Bestandteile des Abwehrsystems, die im Euter ständig vorhanden sind, gehören zum nicht spezifischen Abwehrsystem. Es handelt sich hierbei auf zellulärer Ebene hauptsächlich um Makrophagen und phagozytierende Leukozyten, also weiße Blutkörperchen, die als Nicht-Körperzellen erkannte Fremdkörper in sich aufnehmen und unschädlich machen (ALBER in SELBITZ et al. 2011). Die unspezifische Abwehr ist gekennzeichnet durch ein schnelles Erkennen der Erreger (afferenter Arm) und dessen direkter Elimination (efferenter Arm). In der Zitzenzysterne herrschen hauptsächlich Lymphozyten und Makrophagen vor, im Lumen der Alveolen hingegen finden sich mehr Makrophagen und polymorphkernige neutrophile Granulozyten (PMN). Dieser Teil der Erregerabwehr ist nicht selektiv, unterscheidet also bei der Eliminierung nicht unter verschiedenen Bakterien, und ist angeboren. Da die unspezifische Abwehr dauerhaft im Organismus aktiv und sofort wirksam ist, ist sie eine der wichtigsten Schutzmechanismen zur Beginn einer Infektion. Das Verhältnis der vorgenannten Abwehrzelltypen zueinander verändert sich mit einem insgesamt steigenden Zellgehalt in der Milch (Vgl. Tabelle 2) (BURVENICH et al. in WINTER 2009). Der Rückgang der prozentualen Makrophagenanzahl mit gleichzeitiger Erhöhung der Anzahl an PMN bei steigender Gesamtzellzahl lässt darauf schließen, dass bei hohen SCC tatsächlich eine Mastitis vorliegt, da dies der normalen

immunologischen Reaktion auf eine Infektion entspricht (KURZHALS et al. 1985).

**Tabelle 2:** Verhältnis verschiedener somatischer Zellen bei unterschiedlicher Gesamtzellzahl (SCC = somatic cell count)

Zellen	SCC	SCC	SCC
	< 100.000/ml	100.000 – 400.000/ml	> 400.000/ml
PMN	12 %	63 %	87 %
Lymphozyten	28 %	11 %	9 %
Makrophagen	58 %	25 %	3 %
Epithelzellen	2 %	1 %	1 %

Quelle: Darstellung modifiziert nach BURVENICH et al. in WINTER 2009

Der Gehalt an somatischen Zellen, d. h. Körperzellen der Kuh, in der Milch wird in der direkten Anzahl je Milliliter (ml) Milch angegeben. Grundsätzlich sind alle in der Milch enthaltenen Körperzellen der Kuh, also Leukozyten, Makrophagen, etc. ebenso wie abgestorbene Epithelzellen des Drüsengewebes, der somatischen Zellzahl zuzurechnen. Ein Wert bis zu 100.000 Zellen/ml beim Einzeltier gilt nach bisherigem Kenntnisstand als physiologisch normal (DE KRUIF et al. 2014), für die Verarbeitungseignung der Milch in Molkereien beträgt die maximale Zellzahlgrenze der gesamten Tankmilch 400.000/ml (KRÖMKER 2007). Zusammen mit Gesamtzellzahlen lässt sich unter Einbeziehung anderer physiologischer Faktoren wie der Laktationsphase aus dem Verhältnis der Zelltypen zueinander der Gesundheits- bzw. Krankheitszustand des Euters ableiten (BURVENICH et al. in WINTER 2009; WENDT 1998).

Durch die Blut-Euter-Schranke im Drüsengewebe eines Mammarkomplexes, die wiederum durch die Epithelzellschicht auch eine physikalische Barriere darstellt, erfolgt ein aktiver sowie ein passiver Molekülaustausch zwischen Euterinnerem und Blutkapillaren. Daher können Abwehrzellen aus dem Blut dort schnell vorhanden sein, wenn sie benötigt werden. Bei einer Beschädi-



gung des Drüsenepithels im Zuge einer Infektion liegt eine verstärkte Migration von PMN in das Euterlumen und damit in die Milch vor, da diese Leukozyten infektionsbedingt im Eutergewebe hochkonzentriert vorhanden sind. Durch eine hohe Anzahl polymorphkerniger, neutrophiler Granulozyten im Lumen werden eingedrungene Erreger zwar effektiv vernichtet, sie bewirken aber durch die Freisetzung bestimmter Stoffe eine weitere Beschädigung des Alveolarepithels und damit eine Verminderung der Milchsekretion. Folglich ist bei einer starken Erhöhung der Zellzahl in der Milch meist eine entzündliche Erkrankung des Eutergewebes mit der Folge des Rückgangs der Milchproduktion zu erwarten (BURVENICH et al. in WINTER 2009).

Obwohl eine höhere als die physiologisch normale somatische Zellzahl ein Hinweis auf eine Mastitis sein kann, muss deren Anstieg nicht in jedem Fall ein Indikator für eine Infektion sein. Lässt sich lediglich in einem Euterviertel eine erhöhte Zellzahl beobachten, ist eine Infektion dieses einzelnen Viertels wahrscheinlich. Nichtinfektiöse Faktoren mit Einfluss auf die Zellzahl zeigen sich meist in einer ähnlichen Veränderung der somatischen Zellzahl aller Euterviertel (BURVENICH et al. in WINTER 2009). Stress als äußerer Einfluss, z. B. Hitze, oder als innerer Faktor wie beispielsweise Schmerzen durch eine Erkrankung eines anderen Körperteils kann sich erhöhend auf die Zellzahl auswirken (WEGNER et al. 1974). Auch Verletzungen des Euters durch äußere Einwirkungen oder eine bleibende Gewebsschädigung durch vorangegangene Infektionen kommen als erhöhender Faktor infrage. Außerdem ist bei der Betrachtung der Zellzahl die veränderte Zusammensetzung der Milchsekrete im Verlauf einer Laktation zu bedenken. Insbesondere während der ersten Tage der Laktation ist eine höhere SCC durch die Sekretion von Kolostrum zu erwarten. Gegen Ende der Laktation ergibt sich ebenfalls eine erhöhte Zellzahl als Resultat einer physiologischen Milchmengeabnahme und damit geringerer Verdünnung der somatischen Zellzahl. Schließlich wirkt sich auch die Anzahl der Laktationen steigernd auf die physiologische Zellzahl aus. Bei älteren Kühen befinden sich Werte von ca. 200.000 Zellen/ml Milch im Normalbereich. Daneben bewirken Zwischenmelkzeiten von unter sechs und über zwölf Stunden einen Anstieg

der Zellzahl. Fehlerhafte Melktechnik und eine nicht bedarfsgerechte Fütterung wirken stärker auf die direkte Eutergesundheit und die Exposition des Eutergewebes gegenüber Infektionserregern und bedürfen einer ausführlicheren Betrachtung (BURVENICH et al. in WINTER 2009).

## 4 Euterpathogene Bakterien

### 4.1 Der Begriff der Eutergesundheit und Formen der Mastitis

Der Status der Eutergesundheit wird vorwiegend durch die somatische Zellzahl definiert, da dies ein vergleichsweise einfach zu messender Parameter ist, der wie bereits erwähnt einen hohen Zusammenhang mit dem Vorliegen oder Nichtvorliegen einer Infektion des Euters aufweist (KURZHALS et al. 1985; SCHUKKEN et al. 2003). Ein gesundes Euter weist eine somatische Zellzahl von bis zu 100.000 Zellen/ml Milch auf, bei Werten über dieser Schwelle wird eine Erkrankung des Euters vermutet. Bei einer akuten Mastitis sind Zellzahlen im Bereich bis mehrere Millionen pro Milliliter Milch möglich (DE KRUIF et al. 2014).

Eine Mastitis definiert sich als erhöhte Zellzahl mit gleichzeitigem Nachweis von Mastitiserregern (HAMANN u. FEHLINGS 2002). Eine Mastitis ist also eine Entzündung eines oder mehrerer Euterviertel, hervorgerufen durch eine Infektion (KRÖMKER 2007). Sie entsteht bei einer Kombination von Faktoren, die die Infektionsabwehr beeinflussen und dem Vorhandensein von Infektionserregern (WINTER u. ZEHLE in WINTER 2009). Diese Erkrankung kann klinisch, d. h. äußerlich durch Symptome erkennbar, oder subklinisch, also ohne äußerlich feststellbare Symptome (KRÖMKER 2007). Zusätzlich sind klinische sowie subklinische Mastitiden auch nach dem zeitlichen Krankheitsverlauf zu differenzieren.

Eine akute Mastitis dauert i. d. R. mehrere Tage (WINTER u. ZEHLE in WINTER 2009). Das Euter weist typische Entzündungssymptome auf und der allgemeine Zustand der Kuh ist verändert, z. B. durch Appetitlosigkeit, Fieber und/oder Apathie. Die Milch ist deutlich verändert (KRÖMKER 2010). Charakteristische Erreger von Akutmastitiden sind *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* und einige Streptokokkenarten (WINTER u. ZEHLE in WINTER 2009).

Chronisch verlaufende Mastitiden zeigen sich meist lediglich in einer Gewebeeränderung des betroffenen Viertels wie Verhärtungen mit geringfügiger Beeinträchtigung der Milch. Es können zum Teil Flocken mit ausgemolken werden und die Milchmenge ist vermindert. Hier sind einige Streptokokkenarten oder je nach Pathogenität auch *Staphylococcus aureus* als Beispiele für typische Erreger zu nennen (WINTER u. ZEHLE in WINTER 2009).

Neben einer Euterentzündung nach dieser Definition einer klinischen Mastitis wird auch eine latente Infektion definiert, bei der die somatische Zellzahl im Normbereich liegt, ein Erreger jedoch nachweisbar ist. Hierbei kann davon ausgegangen werden, dass dieser Nachweis auch auf einer Kontamination der Milchprobe durch mitreißen von auf der Euterhaut angesiedelten Bakterien erfolgen kann (HAMANN u. FEHLINGS 2002).

Eine subklinische Mastitis ist durch eine erhöhte Zellzahl und eine verminderte Milchleistung charakterisiert. Tiere mit dieser Erkrankungsform weisen keine äußerlich sichtbaren Veränderungen auf (WINTER u. ZEHLE in WINTER 2009). Meist, aber nicht immer können Mastitiserreger nachgewiesen werden und die chemische Zusammensetzung der Milch ist verändert (HAMANN u. FEHLINGS 2002). Da eine subklinische Mastitis oft schlecht und erst spät erkannt wird, können derartig erkrankte Kühe die Erreger im gesamten Bestand verschleppen (WINTER u. ZEHLE in WINTER 2009).

Mastitiden sind ätiologisch, also nach den Ursachen ihres Auftretens (SCHÜPPEL in WIESNER u. RIBBECK 2000), als Faktorkrankheiten zu sehen, da neben dem Vorhandensein eines Mastitiserregers eine Vielzahl von Mängeln des Haltungssystems eine tatsächliche Infektion bedingen. Der tatsächliche Krankheitsdruck ergibt sich also einerseits aus der Art und Menge der vorhandenen Erreger im Tierbestand und an Einrichtungsgegenständen und andererseits aus deren Verschleppung. Außerdem sind hier alle Faktoren des Haltungssystems, die eine Schwächung der Erregerabwehr des Einzeltieres verursachen, ebenfalls von Wirkung (KRÖMKER 2007). Neben den klassischen Bakteriengattungen kommen auch andersartige Bakterien wie Mykoplasmen, Chlamydien und Nocardien, aber auch Pilze, darunter vor

allem Hefen, und Algen als Mastitiserreger in Betracht (WINTER 2009, KRÖMKER 2007).

## **4.2 Charakterisierungen der mastitisverursachenden Bakterien**

Zur Einteilung der Bakterien, die als Mastitisverursacher in Frage kommen, existieren unterschiedliche Ansätze. Zuerst empfiehlt sich die Unterscheidung nach der möglichen Gramfärbung, also der Zellwandbeschaffenheit der Bakterien. Eine weitere Möglichkeit ist die Aufteilung nach Vorkommen und Herkunft, eine andere nach der Pathogenität und Virulenz der Erreger (WINTER 2009; WOLTER et al. 2003). Pathogenität bezeichnet die Fähigkeit eines Mikroorganismus, die Abwehrmechanismen eines Wirtes zu überwinden und eine Erkrankung auszulösen. Als Virulenz ist das gesamte Potential der pathogenen, also krankmachenden Eigenschaften definiert. Damit ist meist im Besonderen der Schweregrad einer Infektion charakterisiert (SCHLIEßER u. BÖGEL in BLOBEL u. SCHLIEßER 1979). Eine Übersicht über die wichtigsten Mastitiserreger, eingeteilt die vorgenannten Klassen liefert Tabelle 3.

**Tabelle 3:** Beispielhafte Klassifizierung einiger mastitiserregender Bakterien nach möglicher Gramfärbung, Herkunft und Pathogenität

Gram +/-	Herkunft	Pathogenität	Bakterienarten und – Gruppierungen
gram +	kuhassoziiert	major	Staphylococcus aureus
		major	Streptococcus agalactiae
		major	Streptococcus dysgalactiae
		major	Streptokokken Serogruppen G + L (z. B. Streptococcus canis)
	umweltassoziiert	major	Enterococcus spp.
		major	Äskulin-positive Streptokokken (z. B. Streptococcus uberis)
		minor	KNS (z. B. Staph. chromogenes)
gram -	umweltassoziiert	major	Enterobakterien (z. B. Escherichia coli)

Darstellung modifiziert und zusammengefasst nach DE KRUIF et al. 2014; WINTER 2009; KRÖMKER 2007; WOLTERS et al. 2003

Als major pathogene Mastitiserreger werden zum einen solche bezeichnet, die eine hohe Pathogenität besitzen und kontagiös sind, d. h. ansteckend, also die Kuh- bzw. euterassoziierten Erreger. Zum anderen gehören in diese Klassifizierung ebenfalls einige umweltassoziierte Erreger mit einer hohen Pathogenität (WOLTERS et al. 2003). Als minor pathogene Mastitiserreger werden sogenannte opportunistische Erreger, also z. B. Bakterien wie die KNS bezeichnet (Vgl. Tabelle 3). Eine Infektion führt hier meist nur zu einer geringen bis mittleren Erhöhung der Zellzahl, allerdings unterscheidet sich die Pathogenität der dazu gezählten Spezies beträchtlich (DE KRUIF et al. 2014; WOLTERS et al. 2003).

#### **4.2.1 Kuh- bzw. Euter-assoziierte Mastitiserreger**

Kuhassoziierte Erreger sind Mastitisverursacher, die aus erkranktem Eutergewebe stammen und von dort aus übertragen werden können. Dies geschieht meist während des Melkprozesses. Der Mensch, die Melktechnik und Milch aus infizierten Eutervierteln kommen dabei als Vektoren, also als Überträger, in Frage. Regelmäßige Zwischendesinfektionen von Melkzeugen und Melkerhänden können hier die Übertragungsrate stark mindern. Um ein Ausbreiten der Erreger im Bestand zu vermeiden, ist also die Einhaltung strenger Hygieneregeln beim Melken notwendig, vor allem sollte so wenig wie möglich kontaminierte Milch im Stall verschleppt werden. Außerdem sollten Fliegen als weitere mögliche Vektoren bekämpft werden. Mastitiden durch kuhassoziierte Erreger verlaufen oft subklinisch mit erhöhter Zellzahl und lassen sich daher schlecht feststellen. Der Erfolg einer Therapie hängt also damit zusammen, wie schnell die Erkrankung erkannt wird (KRÖMKER 2007; HAMANN u. FEHLINGS 2002; DE KRUIF et al. 2014).

#### **4.2.2 Umweltassoziierte Mastitiserreger**

Umweltassoziierte Mastitiserreger sind Mikroorganismen, die aus dem Umfeld der Tiere stammen, z. B. aus der Liegeboxeneinstreu oder von den Laufflächen (HAMANN u. FEHLINGS 2002). Hier werden aber auch solche Mikroorganismen eingruppiert, die Bestandteil der normalen Flora von Haut oder von Schleimhäuten sind und durch mangelnde Hygiene an Orte gelangen, an denen sie eine Infektion hervorrufen können (WINTER 2009). Eine Infektion mit diesen Erregern gründet häufig in einem Zusammenspiel aus hohem Keimdruck in der Umwelt, also schlechten hygienischen Bedingungen, und einer Abwehrschwäche des Tieres (HAMANN u. FEHLINGS 2002). Aus diesem Grund ist eine zeitliche Häufung von derartig verursachten Mastitiden zu Beginn und Ende der Trockenstehphase zu beobachten. Diese sogenannten Umweltmastitiden verlaufen jedoch nur ca. zur Hälfte klinisch und die Entzündung bleibt i. d. R. auf das Drüsengewebe begrenzt.

Die Heilungsaussichten sind bei entsprechender Therapie gut. (DE KRUIF et al. 2014; KRÖMKER 2007).

Zu den umweltassoziierten Erregern werden unter anderem die Koagulase-negativen Staphylokokken (KNS) gezählt. Diese Gruppe umfasst über 20 Spezies mit sehr unterschiedlicher Pathogenität und Virulenz. Über die Rolle dieser Bakterien als tatsächliche Mastitiserreger wird diskutiert, zum Teil sollen sie als Bestandteil der normalen Hautflora Infektionen mit anderen Erregern verhindern können. Ein Nachweis dieser Bakterien in Einzelgemelksproben ist kein sicherer Beweis für eine Infektion, denn er könnte durch eine Kontamination der Milch mit KNS beim Probennehmen erfolgen (DE KRUIF et al. 2014), weil sie nachgewiesenermaßen die Haut der Zitzen und des Strichkanals besiedeln. Da auch tatsächlich pathogene Bakterien wie *Staphylococcus aureus* als Besiedler dieser Hautareale in Frage kommen, ist die tatsächliche Rolle der KNS im Infektionsgeschehen noch zu erfassen (PADUCH u. KRÖMKER 2010).

### **4.3 Grampositive Bakterien**

Bei diesen Bakterien als Mastitiserreger ist bekannt, dass sie die Strichkanalöffnung kolonisieren können, also scheinbar ständig am Euter vorhanden sind (BURVENICH et al. in WINTER 2009; PADUCH u. KRÖMKER 2010). Zu den grampositiven Mastitiserregern gehören Bakterien der Gattungen der Staphylokokken, Streptokokken und Enterokokken sowie einzelne Arten der Gattungen *Bacillus*, *Clostridium*, *Listeria*, *Corynebakterium* und *Actinomyces* (Vgl. Tabelle 4) (WINTER 2009). Nachfolgend werden einige der wichtigsten grampositiven mastitiserregenden Bakterien näher charakterisiert.



**Tabelle 4:** Übersicht über die relevanten Gattungen und Arten grampositiver mastitiserregender Bakterien

euterassoziiert	Gattung Streptococcus: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strep. agalactiae</li> <li>• Strep. dysgalactiae</li> <li>• Strep. canis</li> </ul>	Gattung Corynebacterium: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Corynebacterium bovis</li> </ul>
		Gattung Staphylococcus: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Staph. aureus</li> </ul>
umweltassoziiert	Gattung Staphylococcus:  Koagulase-negative Staphylokokken (KNS): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Staph. epidermidis</li> <li>• Staph. warneri</li> <li>• Staph. xylosus</li> <li>• Staph. haemolyticus</li> <li>• Staph. chromogenes</li> <li>• Staph. simulans und andere</li> </ul>	Gattung Streptococcus: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strep. canis</li> <li>• Strep. uberis</li> <li>• Strep. vestibularis</li> <li>• Strep. mutans</li> <li>• Strep. mitis</li> <li>• Strep. bovis</li> <li>• Strep. equinus</li> <li>• Strep. constellatus</li> </ul>
	Gattung Listeria: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Listeria spp.</li> </ul>	Gattung Nocardia: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nocardia asteroides</li> </ul>
	Gattung Lactobacillus: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lactobacillus spp.</li> </ul>	Gattung Aerococcus: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aerococcus viridans</li> </ul>
	Gattung Enterococcus: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enterococcus faecalis</li> <li>• Enterococcus faecium</li> </ul>	Gattung Arcanobacterium: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arcanobacterium pyogenes</li> </ul>
	Gattung Clostridium: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Clostridium perfringens</li> </ul>	Gattung Bacillus: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bacillus cereus</li> </ul>

Darstellung modifiziert und zusammengefasst nach DE KRUIF et al. 2014;  
VALENTIN-WEIGAND in SELBITZ et al. 2011; SELBITZ in SELBITZ et al. 2011;

WINTER 2009

Kokken, also einzeln und in Verbänden angeordnete kugelförmige Bakterien, sind unter den grampositiven die wohl bedeutendsten bakteriellen Mastitis-erreger, da die meisten Mastitiserreger aus Gattungen dieser Form stammen (WINTER 2009).

#### **4.3.1 Gattung Staphylococcus**

Unter den Staphylokokken finden sich vermutlich die meisten Mastitiserreger bzw. sind Mastitiden mit Staphylokokken die häufigste Form. Die Bakterien dieser Gattung sind fakultativ anaerob, vermehren sich aber unter aeroben Verhältnissen besser. Zur Therapierung einer Staphylokokken-Infektion ist ein Resistenztest gegenüber Antibiotika anzuraten, da einige Stämme bereits Enzyme zur Spaltung eines antibiotischen Wirkstoffes entwickelt haben. Eine Differenzierung von der Gattung Streptococcus ist über den Katalase-Test möglich, Staphylokokken zeigen eine positive Reaktion, während Streptokokken immer negativ reagieren (VALENTIN-WEIGAND in SELBITZ et al. 2011).

Ein wichtiges Merkmal zur Unterscheidung der verschiedenen Staphylokokken-Spezies ist die Überprüfung deren Fähigkeit, Plasma zu koagulieren, d. h. gerinnen zu lassen. Dazu besitzen einige das Enzym Koagulase. *Staphylococcus aureus* beispielsweise ist Koagulase-positiv und nutzt die Verklumpungen zum eigenen Schutz (VALENTIN-WEIGAND in SELBITZ et al. 2011).

##### **4.3.1.1 Staphylococcus aureus**

Dieses Bakterium ist ein typischer kuhassoziierter Erreger mit hoher Pathogenität und Virulenz, denn er verursacht bei einer Infektion des Drüsengewebes eine starke Schädigung. Diese ist durch tiefe Infektionsherde und Abszessbildung gekennzeichnet. Die Milchleistung der betroffenen Euter Viertel kann dadurch bis zu 45 % gemindert werden. Klinische Mastitiden sind bei diesem Erreger seltener, allerdings kann in vielen Fällen eine dauerhaft hohe Zellzahl bei befallenen Tieren beobachtet werden (KRÖMKER 2007). Chronische *Staphylococcus aureus*-Mastitiden kommen in mehreren Formen

vor. Da *Staphylococcus aureus* sich im Gewebe und in Abwehrzellen verkapseln kann, ist es meist schwierig mit Antibiotika zu bekämpfen. Eine früh erkannte Infektion kann bei fachgerechter Therapie gut geheilt werden, chronische Infektionen kommen in mehreren Formen vor und haben meist die baldige Merzung des Tieres zur Folge. Die Vermeidung der Erregerübertragung hat hier den höchsten Stellenwert aller Maßnahmen (WINTER 2009).

Auf Blutagar zeigt sich dieses Bakterium als glatte, gelbe oder weiße Kolonie mit meist vollständiger Hämolyse, es sind aber auch Stämme ohne Hämolyse bekannt (WOLTER et al. 2003). *Staphylococcus aureus* ist Koagulase- und Katalase-positiv (WINTER 2009), außerdem besitzt er den sogenannten Clumping-Faktor. Diese Antikörper-Antigen-Reaktion führt zu einer deutlichen Gerinnung, der Test ist ähnlich des Koagulase-Tests. (VALENTIN-WEIGAND in SELBITZ et al. 2011).

#### **4.3.1.2 Koagulase-negative Staphylokokken (KNS)**

Aus dieser Gruppe von Bakterien kommen einige Arten als Mastitiserreger in Frage, dazu gehören beispielsweise *Staphylococcus epidermidis*, *Staph. warneri*, *Staph. xylosus* und *Staph. haemolyticus*. Weiterhin sind zwei andere Arten bei Kühen in unterschiedlichen Altersklassen als Erreger verbreitet, dies sind *Staph. simulans* bei älteren Kühen und *Staph. chromogenes* bei Erstkalbinnen (WINTER 2009). KNS kommen natürlicherweise auf der Haut rund um den Zitzenkanal und auf Schleimhäuten vor, eine Invasion des Euterinnengewebes erfolgt durch den Strichkanal (PADUCH u. KRÖMKER 2010). Die verursachten Mastitiden verlaufen meist subklinisch mit einer zwei- bis dreifach höheren Zellzahl des erkrankten Viertels. Klinische Mastitiden sind seltener, sollten aber antibiotisch behandelt werden (KRÖMKER 2007). Die Heilungstendenzen sind generell als gut zu beurteilen (WINTER 2009).

### 4.3.2 Gattung Streptococcus

Allen mastitiserregenden Streptokokkenarten ist gemein, dass sie keine Katalase bilden, daher sind sie mit einem einfachen Test gut von den Staphylokokkenarten zu differenzieren (VALENTIN-WEIGAND in SELBITZ et al. 2011). Auf Blutagar bilden sie kleine, durchscheinende Kolonien mit oder ohne Hämolyse (WOLTER et al. 2003). Die Hämolyse kann dabei durch gänzlichen Hämoglobinabbau vollständig sein,  $\beta$ -Hämolyse genannt, oder teilweise durch partiellen Abbau des Hämoglobins zu Methämoglobin, vorliegen,  $\alpha$ -Hämolyse genannt. Einige Arten sind anhämolysierend. Zur Unterscheidung der einzelnen Arten bieten sich aber auch andere Eigenschaften an. Der Test auf Vorhandensein des CAMP-Faktors, einer synergistischen Wirkung von extrazellulären Proteinen des Streptokokkus mit  $\beta$ -Toxin von *Staph. aureus*, ist eine weitere Identifizierungsmöglichkeit (VALENTIN-WEIGAND in SELBITZ et al. 2011; KRÖMKER 2007). Außerdem bietet sich das Vorhandensein der Fähigkeit, Äskulin abzubauen, zur Differenzierung an (WOLTER et al. 2003). Streptokokken werden in Serogruppen nach Lancefield anhand ihrer Zellwandantigene unterteilt, deren Zugehörigkeit bei der Analyse der Kolonien mit verschiedenen Tests untersucht wird. Manche Streptokokken lassen sich jedoch nicht in Serogruppen oder gleich in mehrere einteilen. Hier empfiehlt sich beispielsweise eine Differenzierung nach Stoffwechseleigenschaften mit kommerziellen Schnelltests (VALENTIN-WEIGAND in SELBITZ et al. 2011).

#### 4.3.2.1 Streptococcus dysgalactiae

*Streptococcus dysgalactiae* verursacht meist subklinische und selten klinische Mastitiden. Dieses Bakterium hat einige Reservoirs in anderen Geweben und besitzt eine gute Haftungsfähigkeit (KRÖMKER 2007). Es kann eine flockige Sekretveränderung verursachen und tritt häufig in Kombination mit Zitzenverletzungen auf. Die Heilungsaussichten sind meist gut. *Strep. dysgalactiae* ist im Grunde ein umweltassoziiertes Erreger, wird aber wie viele andere während des Melkens übertragen. Es zeigt auf Blutagar eine

partielle Hämolyse, wird der Serogruppe C zugeordnet und zeigt im CAMP-Test ein negatives Ergebnis (WINTER 2009).

#### **4.3.2.2 Streptococcus agalactiae**

*Streptococcus agalactiae* war einst der bedeutendste Mastitiserreger, da er schwer zu bekämpfen ist und eine hohe Verbreitungsrate aufweist (KRÖMKER 2007). Auch als Erreger des sogenannten Gelben Galts bezeichnet, handelt es sich um ein sehr kontagiöses, also hochansteckendes Bakterium, das weibliche Nachzucht sogar durch Tränken mit kontaminierter Milch infizieren kann. Eine durch diesen Erreger hervorgerufene Mastitis verläuft meist subklinisch mit erhöhter Zellzahl (WINTER 2009) oder chronisch-katarrhalisch und kann durch Krankheitsschübe erhöhter Temperatur gekennzeichnet sein. Durch die Fähigkeit, im Euter zu persistieren, kann es besonders zu Beginn einer neuen Laktation zu einer klinischen Mastitis kommen. Bei akuten Galtmastitiden kommt es zu charakteristischen eitrigen Entzündungen. Die Milchsyntheseleistung der betroffenen Viertel ist stark beeinträchtigt (VALENTIN-WEIGAND in SELBITZ et al. 2011). Die Bekämpfung sollte im Grunde nach dem gleichen Schema wie bei *Staph. aureus* ablaufen, jedoch mit dem Unterschied, dass alle erkrankten Tiere zeitgleich zu behandeln sind und solche, die zwei Wochen nach der Therapie noch infiziert sind, umgehend gemerzt werden sollten. Durch konsequentes Vorgehen ist dieser Mastitiserreger leicht aus der Herde zu eliminieren, daher ist sein Vorkommen in den letzten Jahren gemindert (KRÖMKER 2007). *Streptococcus agalactiae* lässt sich in die Serogruppe B einordnen und ist zu einer vollständigen Hämolyse fähig. Es ist Äskulin-negativ und zeigt beim CAMP-Test zur Unterscheidung von *Streptococcus dysgalactiae* ein positives Ergebnis (WINTER 2009).

#### **4.3.2.3 Streptococcus uberis**

*Streptococcus uberis* kommt als umweltassoziiertes Erreger häufig in verpilztem Stroh (KRÖMKER 2007), aber auch auf der Haut der Tiere vor (WINTER 2009) und hat eine deutlich geringere Pathogenität als *Strep. agalactiae*.

Trotzdem wird es in den letzten Jahren häufiger als Mastitiserreger detektiert. Es kann akute Mastitiden mit einer Beeinträchtigung des Allgemeinzustands der Kuh verursachen, aber ebenso eine chronische Erkrankung mit erhöhtem Zellgehalt hervorrufen. Wie *Strep. agalactiae* besitzt es die Fähigkeit, lange in der Milchdrüse zu überdauern (VALENTIN-WEIGAND in SELBITZ et al. 2011). Da *Streptococcus uberis* sich weder in eine Serogruppe einordnen lässt, noch anhand der Hämolyse oder des CAMP-Tests eindeutig zu bestimmen ist, ist eine sichere Bestimmung schwierig. Lediglich die Reaktion auf Äskulin-Agar ist eindeutig positiv (WINTER 2009).

#### **4.3.3 Gattung Enterococcus**

Diese Bakteriengattung verursacht meist subklinische Mastitiden mit erhöhter Zellzahl und weist bei Nachweis als Erreger einer Mastitis auf ein hygienisches Problem im Stall hin (WINTER 2009). Enterokokken kommen regulär als Besiedler des Darmtraktes vieler Tierarten und damit im Rinderkot vor (KRÖMKER 2007). Als Krankheitserreger spielen sie vor allem bei Faktoren-erkrankungen eine Rolle und haben ein höheres Resistenzpotential gegenüber antibiotischen Wirkstoffen als Streptokokkenarten. Sie sind Äskulin-positiv und gehören zum Großteil der Serogruppe D an (VALENTIN-WEIGAND in SELBITZ et al. 2011). Eine Differenzierung ist also durchaus möglich, auch mithilfe anderer Testverfahren wie dem CAMP-Test, dessen Ergebnis bei Enterokokken negativ ausfällt. Auf Blutagar zeigen sie keine oder eine unvollständige Hämolyse (WINTER 2009).

#### **4.4 Gramnegative Bakterien**

Zu den gramnegativen Bakterien, die als Mastitiserreger beschrieben werden, gehören die Enterobacteriaceae der Gattungen *Klebsiella*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Serratia*, *Proteus*, *Acinetobacter*, *Bacteroides*, *Fusobacterium* und *Escherichia* sowie jeweils einzelne Arten der Gattungen *Pasteurella* und *Pseudomonas* (Vgl. Tabelle 5). Es handelt sich ausnahmslos um umweltassoziierte Mastitiserreger (WINTER 2009). Mastitiden mit gramnegativen Bakterien als Auslöser verursachen meist eine starke Schädigung des

Gewebes, die Erfolgsaussichten einer Therapie sind eher schlecht (WINTER 2009).

**Tabelle 5:** Übersicht über die relevanten Gattungen und Arten gramnegativer mastitiserregender Bakterien

Gattung Pasteurella	Gattung Pseudomonas:
Gattung Mannheimia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pseudomonas aeruginosa</li> </ul>
<b>Enterobacteriaceae:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gattung Escherichia: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ E. coli</li> </ul> </li> <li>• Gattung Klebsiella</li> <li>• Gattung Citrobacter</li> <li>• Gattung Enterobacter</li> <li>• Gattung Serratia: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Serratia marcescens</li> </ul> </li> <li>• Gattung Proteus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gattung Acinetobacter: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Acinetobacter calcoaceticus</li> </ul> </li> <li>• Gattung Bacteroides: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Bacteroides melaningogenicus</li> </ul> </li> <li>• Gattung Fusobacterium: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Fusobacterium necrophorum</li> </ul> </li> </ul>

Darstellung modifiziert und zusammengefasst nach BAUERFEIND in SELBITZ et al. 2011; WIELER et al. in SELBITZ et al. 2011; AMTSBERG u. VERSPOHL in SELBITZ et al. 2011; WINTER 2009

#### 4.4.1 Familie Enterobacteriaceae

Unter den gramnegativen Bakterien, die als Mastitisverursacher beschrieben sind, bildet die Familie der Enterobakterien mit den wichtigen Gattungen Escherichia, Klebsiella, Enterobacter, Proteus und Serratia den größten Teil. Ihnen ist gemeinsam, dass sie hohe Mengen Endotoxine bilden. Bei akuten Mastitiden folgt daraus eine starke Verschlechterung des Allgemeinzustands der Kuh, die meist mit Fieber und Fressunlust einhergeht. Es kommt zu einer entzündlichen Schwellung des infizierten Euterviertels. Auch chronische Mastitisformen, hervorgerufen durch diese Bakterien, zeigen neben einer

anhaltenden, starken Minderung der Milchleistung wiederkehrende Schübe mit akuten Symptomen. Bei sofortiger Therapie einer Infektion kann eine vollständige Heilung erwartet werden, bei später oder ausbleibender Behandlung ist das betroffene Euterviertel meist später nicht mehr funktionsfähig (WINTER 2009).

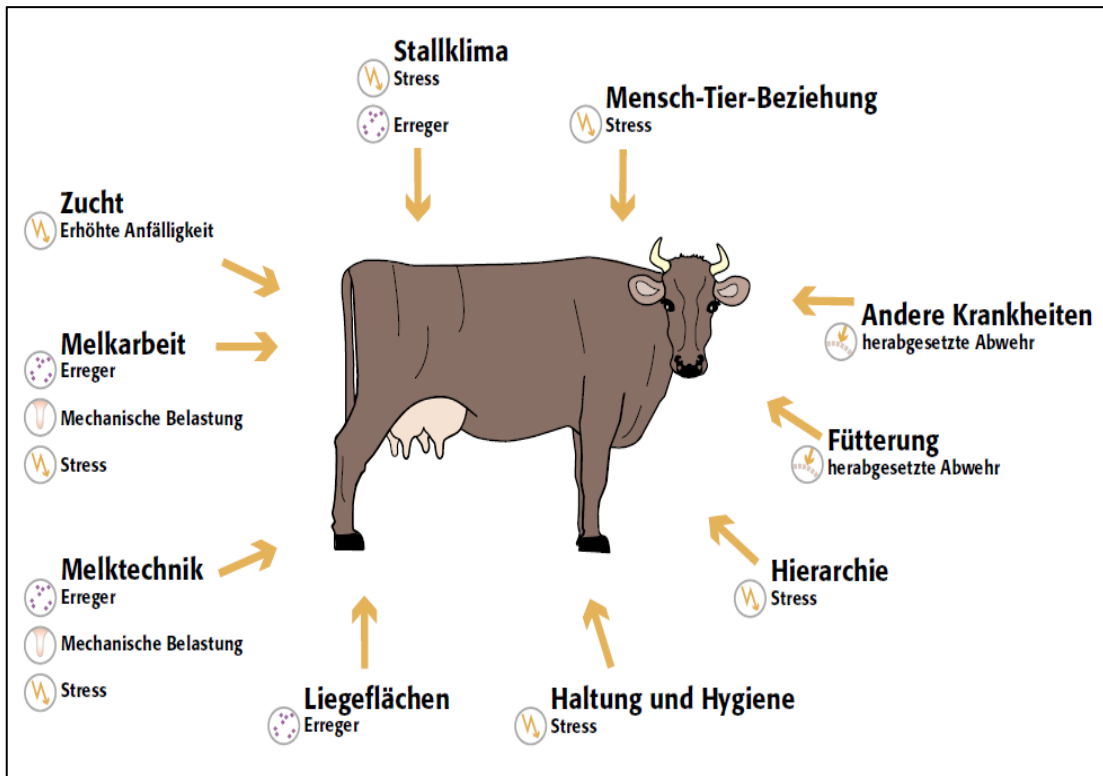
Häufig wird eine Zusammenfassung mehrerer Gattungen der Enterobakterien zur Gruppe der coliformen Keime vorgenommen. Diese Einteilung resultiert aus einer Gruppierung von Bakterien mit ähnlichen biochemischen Eigenschaften zur Abschätzung der Trinkwasserqualität. Sie ist seit ihrer ersten Erwähnung vor über einem Jahrhundert ständig angepasst worden. Zu Beginn wurden nur Fäkalbakterien hierzu gezählt, mittlerweile wurde die Gruppe der coliformen Keime um einige umweltkeime erweitert (MANAFI 2002).

Die Differenzierung von grampositiven Bakterien kann mittels Selektivnährmedien erfolgen. Eine genaue Bestimmung der Gattung und Art kann über Stoffwechselreaktionen geschehen (WIELER et al. in SELBITZ et al. 2011).



## 5 Einflussfaktoren auf die Eutergesundheit

Eine Vielzahl von Einflüssen wirkt ständig auf den Gesundheitszustand des Milchrindes. Dazu gehören das Klima, die Fütterung, das Melkmanagement, die Beschaffenheit der Liegeplätze, die Sauberkeit der Aufstallung, der Umgang mit den Tieren, die genetische Prädisposition der Individuen, die Milchleistung und viele mehr (Vgl. Abbildung 1) (HAMANN u. KRÖMKER 1999; HEIL et al. 2005). Es lässt sich zunächst unterscheiden zwischen infektiösen und nichtinfektiösen Faktoren. Als infektiöse Faktoren werden Mastitiden und deren Erreger bezeichnet. Nichtinfektiöse Faktoren sind solche, die den allgemeinen Gesundheitszustand und das Abwehrsystem des Tiers beeinflussen, wie beispielsweise Fütterung, Lebensalter, Genetik und Verletzungen durch mechanische Einwirkung. (DE KRUIF et al. 2014; KRÖMKER 2007). Außerdem gehören hierzu solche Faktoren, die eine Übertragung von Infektionserregern leisten, also Vektoren sein können. Negativ auf die Tiergesundheit wirkende Einflüsse werden als Stressoren bezeichnet (HAMANN u. KRÖMKER 1999). Nachfolgend werden ausgewählte Faktoren exemplarisch näher beleuchtet (Vgl. Tabelle 6).



Quelle: HEIL et al. 2005

**Abbildung 1:** Mastitisbegünstigende Einflussfaktoren

**Tabelle 6:** Beispielhafte Auflistung nicht infektiöser Einflussfaktoren auf die Eutergesundheit mit direkter oder indirekter Wirkung

<b>direkte Wirkung:</b> Beeinflussung der Euter- und Zitzenkondition
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verletzungen durch Stalleinrichtung, Melktechnik oder Herdenmitglieder</li> <li>• Eutergewebsbeanspruchung durch Melktechnik</li> <li>• schlechte Melkhygiene und unzureichende Reinigung der Melkanlage</li> <li>• mangelhafte Sauberkeit des Stalles und der Liegeplätze</li> <li>• Laktationsphase (hohe Stoffwechselaktivität in den ersten 100 Tage nach Kalbung als Belastung für den gesamten Organismus)</li> <li>• hohe Milchleistung</li> <li>• Trockenstehermanagement</li> <li>• Euterpflege</li> </ul>

**indirekte Wirkung:** negative Beeinflussung der Abwehrfähigkeit

- unzureichende Fütterung und Wasserversorgung
- nicht kuhgerechtes Klima (hohe Temperatur und Luftfeuchte)
- Verletzungen durch Stalleinrichtung, Melktechnik oder Herdenmitglieder
- fortschreitendes Alter
- schlechte Entwicklung des Jungtieres
- andere Erkrankungen, z. B. Stoffwechselstörungen oder Klauenerkrankungen
- niedriger Rang in der Hierarchie der Herde
- nicht ausreichender Komfort der Liegeplätze
- genetische Exposition (schlechter funktionierendes Immunsystem, nicht zur Melktechnik passende Euterbeschaffenheit)
- unruhiger Umgang des Menschen mit den Tieren
- fehlendes oder schlechtes Quarantänemanagement

Darstellung modifiziert und zusammengefasst nach DE KRUIF et al. 2014; HÖMBERG 2012; HEIL et al. 2005; HAMANN u. KRÖMKER 1999; WENDT 1998

## 5.1 Klima und Fütterung

Stress durch hohe Umgebungstemperaturen oder als sonstiger äußerer Einfluss verursacht eine leichte Leukozytose bei den Kühen. Dabei sind im Blut und in der Milch mehr Leukozyten als normal vorhanden, die somatische Zellzahl in der Milch ist folglich erhöht. Ein weiterer Nachteil ergibt sich daraus, dass im Falle einer beginnenden Infektion bei solchen Tieren weniger Abwehrzellen zu deren Bekämpfung mobilisiert werden können als bei vollständig gesunden Tieren. Sie sind also anfälliger (WEGNER et al. 1974).

Die leistungsgerechte Versorgung mit hygienisch unbedenklichem Futter ist ebenfalls eine Möglichkeit, die den allgemeinen Gesundheitszustand der Herde auf einem sicheren Niveau zu halten und Erkrankungen vorzubeugen.

(ARNOLD 2013). Dabei ist besonders auf das spezielle Stoffwechselsystem der Rinder Rücksicht zu nehmen, regelmäßige Kontrollen geeigneter Parameter zur Feststellung der Versorgung dienen der Prophylaxe allgemeiner Erkrankungen (LOTTHAMMER in WENDT et al. 1998).

## **5.2 Melkvorgang und Möglichkeiten der Zitzenbehandlung**

Beim Melkvorgang wird die Möglichkeit der Entstehung einer Infektion durch zwei grundsätzlich von einander zu unterscheidende Faktoren beeinflusst, dies sind erstens die Übertragung von durch das Melkzeug als Vektor und zweitens die Beeinflussung des Eutergewebes durch den Melkvorgang bzw. die Melktechnik (HAMANN 1989).

Betrachtet man die Übertragungsmöglichkeiten von Mastitiserregern über das Melkzeug als Vektor, kann der Fall vorliegen, dass Erreger von einem Euterviertel eines Rindes auf andere Viertel übertragen werden oder es erfolgt ein Transfer der Infektionserreger von einem Tier auf das andere. Die Verbreitung von Erregern erfolgt dabei über die Melkbecher. Hier spielen die Beschaffenheit der Zitzengummis und deren regelmäßiger Austausch eine Rolle für das Infektionsgeschehen, außerdem auftretende Vakuumschwankungen und dadurch bedingter Rückfluss kontaminierter Milch (HAMANN 1989). Besonders bei Automatischen Melksystemen (AMS) kommt eine große Anzahl Kühe täglich mehrmals mit dem gleichen Melkzeug in Berührung. Eine desinfizierend wirkende Reinigung der Vorrichtungen zur Euterreinigung und der Melkzeuge nach jedem Melkvorgang ist anzuraten, um eine Verbreitung von euterassoziierten Mastitiserregern vorzubeugen (PETERMANN et al. in SCHÖN 2000).

Neben den euterassoziierten Mastitiserregern können auch umweltassoziierte während des Melkvorgangs übertragen werden. Dies ist dann der Fall, wenn verschmutzte Euter oder Zitzen vor dem Melken nicht ausreichend gereinigt werden (PETERMANN et al. in SCHÖN 2000).

Die Einhaltung einiger Hygieneregeln beim Melkvorgang ist also wichtig, um eine Verschleppung von Krankheitserregern zu vermeiden. Dazu gehören beispielsweise das bereits erwähnte Vorreinigen der Zitzen und ein zweckmäßiges Anrüsten. Das Vormelken sollte nicht auf den Boden erfolgen, da kontaminierte Milch über die Klauen der Tiere bis in die Liegeboxen getragen werden kann. Die Verwendung eines Vormelkbeckers ist hier angeraten (DEUTZ u. OBRITZHAUSER 2003).

Einen direkten Einfluss auf die Gesundheit des Eutergewebes hat unter anderem die Melkfrequenz, einerseits deswegen, weil durch ein regelmäßiges Ausmelken Bakterien ausgespült werden (NEIJENHUIS et al. in WINTER 2009). Eine erhöhte Melkfrequenz bewirkt aber auch eine Verminderung des Euterinnendrucks und sorgt für weniger Eutererkrankungen (HUTH 1995). Diese Aussage konnte in Praxisumfragen bestätigt werden (FÜBBEKER u. KOWALEWSKY 2005). Bei AMS kommt es durch den Wegfall der regelmäßigen Melkzeiten allerdings auch zu überlangen Zwischenmelkzeiten bei einigen Rindern. Eine dadurch verursachte Erhöhung des Euterinnendrucks führt wiederum zu einer Belastung des Eutergewebes und einer erhöhten Anfälligkeit gegenüber Pathogenen (PETERMANN et al. in SCHÖN 2000). Der Ausmelkgrad steht ebenfalls in einem ähnlichen Zusammenhang und wird seinerseits von Anrüsten und der Melktechnik beeinflusst. Bleibt häufig eine höhere Restmenge Milch im Euter, werden Bakterien ungenügend ausgespült (HÖMBERG 2013; NEIJENHUIS et al. in WINTER 2009).

Eine besondere Beachtung sollte dem Auftreten möglicher Zitzen- oder Euterschäden durch falsche Einstellungen oder Handhabung der Melktechnik geschenkt werden. Wie bereits dargestellt, ist der Zitzenkanal mit seinen Abwehrmechanismen eine äußerst wichtige Barriere gegen das Eindringen von Krankheitserregern. Daher sind Schädigungen des Gewebes in jeder Form zu vermeiden (NEIJENHUIS et al. in WINTER 2009). Ein Beispiel für eine Strichkanalschädigung durch unangepasstes Melken ist die

Gewebsveränderung Hyperkeratose. Diese Veränderung geht mit einer Erhöhung des Mastitisrisikos um 20 – 40 % einher (SAGKOB et al. 2009).

Bis etwa 30 Minuten nach einem Melkvorgang ist der Strichkanal geöffnet, daher sollten die gemolkenen Tiere in diesem Zeitrahmen daran gehindert werden, sich hinzulegen. Dies kann beispielsweise durch die Vorlage von frischem Futter geschehen (DEUTZ u. OBRITZHAUSER 2003).

Eine wichtige Rolle in der Verhinderung einer Erregerübertragung spielt die Verwendung von Zitzendesinfektionsmitteln unmittelbar nach dem Melkvorgang. Besonders jodhaltige Dippmittel beweisen eine gute Wirkung, bei ihrer Anwendung sind weniger neue Infektionen zu erwarten (GALTON 2003, HOGAN et al. 1986). Dabei ist in der Praxis auf eine vollständige Benetzung der Zitze zu achten, Sprühsysteme erreichen hier trotz hohem Mittelaufwand meist keine vollständige Benetzung (PETERMANN et al. in SCHÖN 2000). Ein Einsatz interner Zitzenversiegler zum Trockenstellen der Tiere führt ebenfalls zu weniger Mastitiden nach der Abkalbung und in der Laktation (PARKER et al. 2007).

### **5.3 Beschaffenheit und Sauberkeit der Liegeboxen, der Einstreu und der Laufflächen**

Laktierende Rinder haben ein tägliches Liegebedürfnis von 12 – 14 h und gleichzeitig einen hohen Anspruch an den Liegekomfort (JUNGBLUTH u. WANDEL 2004; FREGONESI u. LEAVER 2001). Dies zeigt sich dadurch, dass Kühe Liegeboxen mit viel Einstreu, also einen weichen und verformbaren Untergrund, bevorzugen und nur auf passenden Unterlagen die physiologisch notwendige Liegezeit einhalten (TUCKER u. WEARY 2003) Im Sinne der Vermeidung einer Invasion des Strichkanals durch Infektionserreger von der Liegeboxenoberfläche aus sollte also der Sauberkeit und Keimarmut der Liegeboxenoberfläche bzw. des Einstreumediums besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Eine Kontamination der Liegefläche mit Milch, Harn und Kot ist daher zu vermeiden (KRÖMKER et al. 2010; WINTER 2009). Mit einem sauberem Umfeld der Kuh

kann die Eutergesundheit verbessert werden, dies gilt sowohl für die Liegeboxen, als auch für die Laufflächen (DE VRIES et al. 2012).

Eine solche Kontamination ist einerseits möglich durch das direkte Koten und Harnen in die Boxen. Dies resultiert aus nicht an die Tiergröße angepassten Boxenmaßen und Nackenrohreinstellungen (JUNGBLUTH et al. 2005). Ein Eintrag von Kot und Harn kann auch über eine Verschleppung von den Laufflächen her erfolgen (WARD et al. 2002). Als Gegenmaßnahme verbessert der regelmäßige Einsatz von Mistschiebern in den Laufgängen die Sauberkeit der Euter und Zitzen (MAGNUSSON et al. 2007).

Es besteht eine direkte Beziehung zwischen dem Gehalt an gramnegativen Bakterien in der Einstreu und dem Auftreten von Euterentzündungen (HOGAN et al. 1988) bzw. dem vermehrten Vorkommen von umweltassoziierten Mastitiserregern in der Umgebung des Strichkanals und einem erhöhten Mastitisrisiko (ZDANOWICZ et al. 2003). Schließlich lässt sich ebenfalls ein Zusammenhang zwischen der Sauberkeit der Tiere und der Auftretenshäufigkeit von Mastitiden feststellen, schmutzige Kühe sind einem höheren Mastitisrisiko ausgesetzt (SCHREINER u. RUEGG 2003; BEY et al. 2002).

Die verschiedenen in der Rinderhaltung eingesetzten Einstreumaterialien haben einerseits einen unterschiedlichen nativen Keimgehalt. Dabei liegen die Bakteriengehalte organischer Materialien deutlich über denen anorganischer Einstreumaterialien (HOGAN et al. 1988). Andererseits besitzen die unterschiedlichen Materialien auch ein differierendes Vermögen, bei deren Verwendung in Liegeboxen das Wachstum der Mikroorganismen zu fördern. Dabei sind Sand und Holzspäne als hygienisch günstiger zu betrachten als Reststoffe aus der Gülleseparierung (GODDEN et al. 2007). Auch bei der Verwendung zur Matratzenbildung bieten Sägespäne oder Papier schlechtere Wachstumsbedingungen für umweltassoziierte Mastitiserreger. In Stroh oder Stroh-Mist-Gemisch wurde im Vergleich eine schnellere Zunahme der Bakterienzahlen erreicht (ZEHNER et al. 1985).

Beim Einsatz von Holzspänen als Liegeboxeneinstreu wurde zugleich ein Rückgang der Zahlen von *Enterococcus faecium* nachgewiesen (GODDEN et al. 2007). In einer anderen Untersuchung wurde außerdem ein höherer Gehalt von *Klebsiella* spp. in Holzspänen im Vergleich zu anderen Einstreumaterialien beobachtet (HOGAN et al. 1988). Eine ebenfalls detektierte höhere Anzahl *Klebsiella*-Mastitiden bei Holzspänen als Einstreu belegt ein höheres Risiko für Mastitiden verursacht durch dieses Bakterium beim Einsatz von Holzspänen (ERICSSON UNNERSTAD et al. 2008; PEINHOPF u. DEUTZ 2005).

In Stroheinstreu wurden andere Bakterien in höherer Zahl nachgewiesen als beim Einsatz von Holzspänen. Häckselstroh als Einstreumaterial in Liegeboxen bietet gute Wachstumsbedingungen für Streptokokken (HOGAN et al. 1988), jedoch nicht für *Klebsiellen* (PEINHOPF u. DEUTZ 2005).

In letzter Zeit wird auch *Miscanthus* als Einstreumaterial diskutiert. *Miscanthus* ist eine perennierende C4-Pflanze aus dem ostasiatischen Raum und wird der Familie der Süßgräser (Gramineae) zugeordnet. Der feste, unverzweigte Stängel der wärmeliebenden Pflanze wird bis zu 4 m hoch und kann einen Durchmesser von 5 – 10 mm erreichen (HODKINSON et al. 2001). Die Pflanzen benötigen etwa 3 – 4 Jahre, um die Höchstmenge an Biomasse zu produzieren, wonach die Anlage für weitere 15 Jahre genutzt werden kann, ohne das ein Ertragsrückgang zu verzeichnen ist. (HIMKEN et al. 1997; LEWANDOWSKI et al. 2000). Genutzt wird *Miscanthus* durch die Ernte der oberirdischen abgestorbenen Anteile nach Abschluss der Vegetationsperiode mit 80 % Trockensubstanzgehalt. Optimaler Erntezeitpunkt für die energetische Nutzung sind die Monate Januar bis März. Um einen möglichst hohen TS-Gehalt im Erntegut zu erhalten, empfiehlt es sich, eine trockene Frostperiode abzuwarten (HIMKEN et al. 1997). Zur Ernte im Februar bis März können ab dem dritten Jahr je nach Standort zwischen 15 bis 25 t TM je ha erreicht werden. *Miscanthus* wird derzeit in Form von Häckselgut vorwiegend als Brennstoff genutzt. Aber auch als Dämmstoff oder für die Herstellung von Leichtbeton, ist *Miscanthus* in Gebrauch (PUDE 2005).



Als Pferdeeinstreu ist *Miscanthus* schon seit einigen Jahren auf dem Markt. Dort erweist sich das Süßgras mit einer sehr guten Saugfähigkeit, einer dadurch geringen Schimmelbildung, einer Bildung trockener Hufsohlen, sowie einer verminderter Fliegenentwicklung (PUDE 2005).

Es besteht ein neben den vorgenannten unterschiedlichen Bakteriengehalten in verschiedenen Einstreuvarianten ein Zusammenhang zwischen generell erhöhten Keimgehalten in der Einstreu und warmer Witterung sowie höherem Feuchtigkeitsgehalt der Einstreu. (Ward et al. 2002; HOGAN et al. 1988).

Um die Bakterienzahl in der Einstreu von vornherein zu verringern, bieten sich zur Behandlung unterschiedliche Stoffe an. Die Verwendung von Kalk zu diesem Zweck reduziert die Bakterienzahl in der Einstreu für etwa einen Tag deutlich. So kann der nativ höhere Gehalt an Klebsiellen in Sägespänen gut ausgeglichen werden (HOGAN u. SMITH 1996). Generell zeigt sich beim Einsatz von Kalk als Zugabe zu organischen Einstreumaterialien eine Reduktion des Wachstums von coliformen Bakterien, speziell auch *Escherichia coli*, Klebsiellen und *Streptococcus* spp. (KRISTULA et al. 2007). Mit der Anwendung eines sauren Behandlungsmittels für organische Einstreumaterialien kann sogar eine deutliche Reduzierung der absoluten Bakterienzahlen erreicht werden (HOGAN et al. 2006). Die hemmende Wirkung der Zusatzmittel auf das Bakterienwachstum ist auf eine Veränderung des pH-Wertes zurück zu führen. Sie hält etwa für 24 h an, danach ist eine erneute Behandlung notwendig (HOGAN et al. 2006; HOGAN u. SMITH 1996).

In der Literatur sind differierende Richtwerte für den Bakteriengehalt organischer Einstreumaterialien im Zusammenhang mit einem erhöhten Mastitisrisiko zu finden (KRISTULA et al. 2005; BEY et al. 2002; KRÖMKER u. GRABOWSKI 2002 in BARTH et al. 2011). Für die nachfolgende Auswertung der Einstreuproben im Projekt erfolgte eine Orientierung an den Werten von KRÖMKER et al. 2010. Geeignete, unbenutzte Einstreu, also solche, die kein erhöhtes Mastitisrisiko verursacht, sollte eine maximale Gesamtbakterienzahl

von unter  $7 \times 10^8 = 700.000.000$  KbE/g (Stroh) bzw. unter  $10^6 = 1.000.000$  KbE/g (Holzspäne oder -mehl) und die maximale Anzahl coliformer Keime von  $10^4 = 10.000$  KbE/g aufweisen (KRÖMKER et al. 2010).

## **6 Material und Methoden**

### **6.1 Rahmenbedingungen der Untersuchungen**

Die Projektlaufzeit betrug 17 Monate und umfasste den Zeitraum vom 01.08.2013 bis zum 31.12.2014. In der ersten Projekthälfte erfolgte auf sechs landwirtschaftlichen Betrieben mehrfach ein Besuch zur Befragung und zur Probennahme. In der zweiten Projekthälfte wurden fünf weitere Betriebe mehrfach besucht, außerdem wurde auf den Betrieben der ersten Projekthälfte eine erneute Probennahme zur Erfassung einer möglichen Veränderung durchgeführt. Alle Betriebe wurden im Zeitraum von Oktober 2013 bis Dezember 2014 jeweils zur morgendlichen Melkzeit zwischen 05:30 und 09:30 Uhr besucht, zur ausschließlichen Einstreu-Probennahme erfolgten vereinzelte Besuche außerhalb der Melkzeiten am Vor- oder Nachmittag. Die Entnahme der Milch- und Einstreuproben erfolgte nach einem festen Protokoll durch vorab geschulte Personen zur Vermeidung einer Kontamination der Probe durch falsche Probennahme oder –aufbewahrung.

### **6.2 Teilnehmende Betriebe**

Die Rekrutierung der Betriebe für die Teilnahme im Projekt erfolgte schriftlich und telefonisch. Dazu wurden gemäß dem Projekttitel landwirtschaftliche Betriebe mit Milchviehhaltung in Verteilung über das gesamte Landesgebiet NRW ausgewählt. Für die Projektlaufzeit wurden in der ersten Phase sechs Betriebe in NRW ausgesucht (zwei aus dem Rheinland, vier aus Westfalen).

Die Betriebe wurden zum Zweck der Probennahme in einem Zeitraum von zwei Monaten bis zu einem Jahr drei bis sechs Mal besucht. Neben der Entnahme von Milch- und Einstreuproben wurden die Betriebe jeweils zu Beginn der Untersuchung vor Ort mithilfe eines Fragebogens Aspekte innerhalb der Themenkreise Melktechnik, Eutergesundheit und Einstreumanagement (s. Anhang) befragt und es wurden ausgewählte Informationen zur Kostenstruktur des Betriebszweiges Milchviehhaltung erfragt.

In der zweiten Phase des Projektes, nach ca. zehn Monaten wurden weitere fünf Betriebe in die Untersuchung mit einbezogen. Die Mehrheit der neuen Betriebe

konzentriert sich räumlich um den Standort Soest der Fachhochschule Südwestfalen, um die Aufwendungen für die mehrmaligen Betriebsanfahrten so gering wie möglich zu halten.

Insgesamt nahmen elf milchviehhaltende Betriebe auf freiwilliger Basis am Projekt teil. Davon waren vier ökologisch wirtschaftende landwirtschaftliche Betriebe und sieben konventionell wirtschaftend.

### **6.3 Untersuchung neuer Einstreumaterialien**

Die Untersuchung eines neuen Einstreumaterials fand in Zusammenarbeit mit der Landwirtschaftskammer NRW (Haus Düsse) in dem sog. Roboterstall statt. Hier wurde im Zeitraum Juni bis September 2013 die Einstreualternative Miscanthus („Elefantengras“) sowohl in Hoch- wie auch in Tiefboxen untersucht. Eine geplante Untersuchung einer weiteren Einstreualternative (separierte Feststoffe aus der Gülle) wurde trotz intensiver Vorplanungen nicht durchgeführt, da der Gerätehersteller kurzfristig abgesprungen ist.

Das untersuchte Miscanthus wurde aus einem langjährigen Kulturanbau gewonnen und für die Tiefboxen in ca. 3 – 4 cm lange Stücke gehäckselt und für die Hochboxen stark vermahlen. Die Lagerung erfolgte in einem separaten Lagerraum auf Haus Düsse.

Vor der Komplettäumung der bisherigen Einstreumaterialien wurden Milchproben von 25 Tieren und der bisherigen Einstreu (10 Proben) genommen und u. a. mikrobiologisch untersucht. Die Boxen wurden Mitte Juni komplett geräumt und die Liegeflächen hinsichtlich Schäden und Einstellungen der begrenzenden Elemente kontrolliert bzw. repariert. Die Miscanthuseinstreu erfolgte als lose Schüttung, da Miscanthus keine Matratzenbildung zuließ. Durch zwei Studentinnen wurden über die gesamte Projektlaufzeit drei Mal pro Woche die Boxen nachgestreut und dabei die Aufwandmengen genauestens erfasst. Zudem wurden die Boxen täglich zwei Mal eingeebnet.

Die mikrobiologische Untersuchung der Einstreu erfolgte vier Mal im Untersuchungszeitraum. Es wurden zudem Milchproben genommen und die Euter

auf mögliche Verletzung durch die etwas scharfkantigeren Miscanthuselemente untersucht (im Vergleich zu Stroh).

In 17 Tiefboxen wurde Miscanthus in gehäckselter Form (3 – 4 cm) als Einstreumaterial genutzt (lose Schüttung). Auf 22 Hochboxen mit Komfortmatte wurde gemahlener Miscanthus (3 – 4 mm) eingesetzt (Vgl. Abbildung 2, Abbildung 3, Abbildung 4). Über einen Versuchszeitraum von zwölf Wochen wurde dreimal wöchentlich (montags, mittwochs und freitags) der Einstreubedarf ermittelt, der notwendig war um bei den Tiefboxen eine Einstreuhöhe von mindestens 15 cm zu erreichen. Die Liegeflächen der Tiefboxen wurden täglich eingebnet, um Muldenbildung und damit negative Auswirkungen auf das Liegeverhalten zu vermeiden. Kot wurde zweimal täglich entfernt, nasse Stellen mit Einstreu bedeckt und durch die Tiere ausgeworfenes Einstreumaterial nicht wieder in die Liegeboxen zurück gebracht.



Quelle: HOHENBRINK, LWK NRW

**Abbildung 2:** Gehäckseltes Miscanthus in Tiefboxen



Quelle: HOHENBRINK, LWK NRW

**Abbildung 3:** Gleichmäßige Verteilung einer dünnen Einstreuschicht auf der Liegefläche der Hochbox



Quelle: HOHENBRINK, LWK NRW

**Abbildung 4:** Gemahlenes Miscanthus (3 – 4 mm) auf Hochboxen



Zudem wurde der Einstreubedarf der Hochboxen ermittelt. Ein zuvor verwogener Materialvorrat wurde im Kopfraum angelegt, das benötigte Einstreumaterial dann zweimal täglich, nachdem Kot entfernt wurde, auf der Liegefläche verteilt. Eine gleichmäßige Verteilung der Einstreu auf der Liegematte war somit zu jeder Zeit gegeben.

Begleitend zu den Erfassungen der Einstreumengen und der Akzeptanz der Einstreu durch die Tiere wurden die sich ändernden Keimgehalte in der Miscanthuseinstreu im Vergleich zur klassischen Stroh-Mist-Matratze untersucht. Die Einstreu in den Boxen wurden im hinteren Liegebereich (Euterliegebereich) zu mehreren Zeitpunkten beprobt und die resultierenden Werte zu den zuvor eingesetzten Stroh-Mist-Matratzen in Beziehung gesetzt. Es wurden pro Untersuchungstermin immer acht Boxen beprobt und so ein Vergleich der Keimentwicklung über die Projektlaufzeit ermöglicht. Dazu wurden auch die Keimgehalte in den Miscanthus-Einstreumaterialien aus dem Lager mit erfasst. Die Lagerung der Einstreu erfolgte in einem Lager, das nicht in der direkten Nähe zum Kuhstall lag. Um das Infektionsrisiko näher eingrenzen zu können, wurde auch die äußere Zitzenhaut auf die Anzahl vorkommender Erreger mikrobiologisch untersucht. Diese Untersuchung wurde an zehn Tieren vorgenommen und insgesamt sieben Beprobungstermine angesetzt. Die Zitzen wurden mittels angefeuchteten Tupfer von der gleichen Person beprobt (Vgl. Abbildung 5). Es wurde insgesamt 6 cm<sup>2</sup> Zitzenhaut pro Tier beprobt (Zitze hinten rechts). Untersucht wurden bei der Einstreu und der äußeren Zitzenhaut, auf Gesamtkeimzahl und Anzahl coliformer Keime (u. a. Darmkeime) pro Gramm bzw. cm<sup>2</sup>.

In den eigenen Untersuchungen der letzten Jahre zu unterschiedlichen Einstreuvarianten zeigte sich, dass der Aspekt der Keimvermehrung in der Einstreu, der mögliche Infektionserregerübertritt in das Euter und auch die äußere Euterhautbeschaffenheit wesentliche Qualitätsparameter einer Einstreu darstellen.

Daher stellte auch die Erfassung der Eutergesundheit ein Untersuchungsschwerpunkt dar. Um die möglichen Auswirkungen der Einstreu auf das Vorkommen von Infektionserregern in den Eutern zu untersuchen, wurde von 25 Tieren im Abstand von vier Wochen Milchproben gewonnen, die mikrobiologisch untersucht wurden. Die Untersuchungen auf das Vorkommen von Mastitiserregern,

insbesondere umweltbedingten Keimerreger, erfolgten in einem vierwöchigen Rhythmus bis Projektende. Die Eutergesundheit wurde bereits bei der zuvor verwendeten klassischen Stroh-Mist-Matratze erhoben.

Erwähnenswert ist bei dem Melkroboter, dass keine Zwischendesinfektion des Melkzeuges erfolgt, so dass eine schlechte Liegeboxenhygiene sich zügig bei den Tieren bzw. den Milchleistungsparameter bemerkbar macht. Frühere Untersuchungen zeigten hier z. B., dass sich Sägespäne sehr schlecht für diese Haltungsform geeignet haben, da es innerhalb von vier Wochen zum Auftreten klinischer Mastitiden kam.



**Abbildung 5:** Demonstration der Beprobung der äußeren Zitzenhaut





Quelle: HOHENBRINK, LWK NRW

**Abbildung 6:** Trotz des harten Miscanthus wurden die Tiefboxen gut angenommen

Zudem wurde ein Eutergesundheits-Scoring durchgeführt, bei dem alle Euter visuell auf den Grad der Sauberkeit und evtl. aufgetretenen Verletzungen (Vgl. Abbildung 6) untersucht wurden. Es wurden vier mögliche Einteilungen dieser Scorings vorgenommen. Stufe 1 (beste Einstufung) sollte dabei keine Verletzungen zeigen, die Haut ist intakt, das Euter ist frei von Schmutz. Bis hin zur vierten (schlechtesten) Einstufung, mit Stich-/Schnittverletzungen und über 30 % verschmutzten Hautanteil.

#### **6.4 Untersuchung der Milch- und Einstreuproben**

Die Untersuchung der Milch- und Einstreuproben erfolgte quantitativ und qualitativ. Bei der Erregerdiagnostik der Milch wurden die Mengen und Arten der nachweisbaren Erreger erfasst. Im Umfang des Projektes wurde die Untersuchung

auf Bakterien als Mastitisverursacher beschränkt, Hefen oder Algen wurden nicht untersucht. Die Einstreuproben wurden mikrobiologisch hinsichtlich Gesamtkeimzahl und Anzahl Enterobakterien untersucht. Außerdem erfolgte bei einigen Liegeboxenproben und allen Lagerproben eine Untersuchung des Trockensubstanzgehaltes und des pH-Wertes.

#### **6.4.1 Entnahme der Einstreuproben**

Je Betriebsbesuch wurden regulär zehn Einstreu-Proben aus Liegeboxen genommen. Um keine verfälschten Ergebnisse zu erhalten, wurde darauf geachtet, dass der zeitliche Abstand zwischen der Probennahme und dem letzten regulären Einstreuen der Liegeboxen möglichst viele Stunden betrug und die Liegebox also zwischenzeitlich durch die Tiere genutzt worden war. Außerdem wurden möglichst bei jedem Besuch die gleichen Liegeboxen beprobt, um eine Beeinflussung der Ergebnisse durch eine unterschiedlich starke Favorisierung einzelner Liegeboxen durch die Kühe zu vermeiden. Die Einstreuproben wurden dem hinteren Boxendrittel entnommen. Dies ist der Bereich, in dem das Euter aufliegt und in dem es somit zu einer Kontamination des Euters mit Schmutz und Mikroorganismen kommen kann. Zusätzlich zu den zehn Einstreuproben aus den Liegeboxen wurde eine Probe aus dem Einstreulager und, sofern vorhanden, auch aus einem Zwischenlager im Stall gezogen. So konnte eine Veränderung der mikrobiologischen Beschaffenheit des Ausgangsmaterials durch eine Zwischenlagerung und die Benutzung in den Liegeboxen erfasst werden. Soweit möglich wurde darauf geachtet, dass die Landwirte vor dem Besuch keine besonderen Maßnahmen ergriffen hatten, welche die Beschaffenheit der Liegeboxen bewusst in eine bestimmte Richtung verändert hätte, z. B. durch mehr frische Einstreu.

#### **6.4.2 Untersuchung der Einstreuproben**

Die Einstreuproben aus den Liegeboxen und aus dem Lager wurden unter Verwendung einer Verdünnungsreihe mit acht Verdünnungsstufen soweit verdünnt, dass die zu erwartenden Bakterienzahlen eine sachgerechte Auszählung der Kolonien bei Ausstrich auf Agarplatten ermöglichten. Dieses Vorgehen ist angelehnt an die Empfehlung von KRÖMKER et al. zur Beurteilung der Keimbelastung von Einstreumaterialien (KRÖMKER et al. 2010 S. 73 – 78). Daher wurde REBECCA-Agar

zur Bestimmung der Koloniezahlen der Enterobakterien verwendet (Vgl. Abbildung 7). Zur Erhebung der Gesamtkeimzahl der Einstreu wurden Plate Count-Agarplatten eingesetzt (Vgl. Abbildung 7). Eine Feststellung der Koloniezahlen erfolgte beim REBECCA-Agar nach 24 h aerober Bebrütung bei 37 °C, beim Plate Count-Agar nach 48 h. Durch die Auszählung der gewachsenen Kolonien lässt sich unter Berücksichtigung der empfohlenen Grenzwerte eine Aussage zur Eignung der Einstreu treffen. Dabei findet das Risiko einer Infektion des Euters durch umweltassoziierte Bakterien besondere Berücksichtigung (KRÖMKER et al. 2010 S. 73 – 78).



**Abbildung 7:** Bakterienwachstum bei unterschiedlichen Einstreu-Verdünnungsstufen auf REBECCA-Agar (links) und Plate Count-Agar (rechts)

Neben der mikrobiologischen Untersuchung der Liegeboxenproben erfolgten eine pH-Wert-Messung und eine Untersuchung des Trockensubstanzgehaltes bei etwa der Hälfte der genommenen Liegeboxenprobe und bei den Lager- und eventuellen Zwischenlagerproben.

### 6.4.3 Entnahme der Milchproben

Die Entnahme der Milchproben erfolgte bei den Kühen der jeweiligen Bestände mit den höchsten somatischen Zellzahlen in der Milch. Außerdem wurden lediglich Erreger oberhalb gewisser Zahlen nachgewiesener Kolonie-bildender Einheiten (KbE) berücksichtigt. Bakterien mit erhöhter Pathogenität wurden auch in kleineren Anteilen berücksichtigt (Vgl. Tabelle 7). Daher kann grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass die erfassten Erreger in irgendeiner Form am

Krankheitsgeschehen beteiligt waren. Die mikrobielle Untersuchung von Milchproben dieser augenscheinlich erkrankten Tiere diente der Feststellung des Erregerspektrums, das auf dem Betrieb Mastitiden verursacht. Die Entnahme der Milchproben erfolgte auf jedem Betrieb nach einem festgelegten Schema, um eine Beeinflussung der Ergebnisse durch Fehler bei den Probenahmen, insbesondere Verunreinigungen durch falsche Handhabung der Probengefäße, zu vermeiden. Dazu erfolgte vorausgehend das Anmelken der Tiere und eine Reinigung sowie Desinfektion der Zitzen sowie der Handschuhe des Probennehmers. Insgesamt wurden je ausgewähltem Tier eine 15 ml Probe für die mikrobiologische Untersuchung und eine 45 ml Probe für die Zellzahluntersuchung als Gesamtgemelksproben in sterilen Einmalröhrchen entnommen. Besonderheiten wie vorausgehende medikamentöse Behandlungen, akute Auffälligkeiten am Tier sowie vorausgehende Verletzungen wurden schriftlich festgehalten, um sie bei der Auswertung berücksichtigen zu können. Neben den vorab festgelegten Tieren bestand die Möglichkeit, zusätzlich akut auffällige Tiere zu beproben.

#### **6.4.4 Untersuchung der Milchproben**

Die mikrobiologische Untersuchung der Milchproben geschah in abgewandelter Form nach den auf der internationalen Tierärztetagung 2009 präsentierten Vorgaben von Dr. Walter Obritzhauser (OBRITZHAUSER 2009) und nach den Vorgaben von Dr. Petra Winter im Buch „Praktischer Leitfaden Mastitis“ (WINTER 2009). Hierzu wurde für die Bestimmung der Art des nachgewiesenen Erregers ein Schema über die Reihenfolgen der durchzuführenden Tests erstellt (s. Anhang). Neben der Art des Bakteriums wurde auch die absolute Anzahl der Kolonien erfasst, um die Befallsstärke zu ermitteln. Bei Für die Darstellung der Untersuchungsergebnisse erfolgte eine Einteilung der Bakterienhäufigkeit in Befallsklassen (Vgl. Tabelle 7). Die Zellzahlbestimmung aus den Milchproben erfolgte mit Hilfe des Schnelltest-Gerätes „CELLCOUNTER DCC“ von DeLaval.

**Tabelle 7:** Einteilung der Koloniezahlen in Größenklassen zur Bewertung der Bakterienhäufigkeit in Milchausstrichen

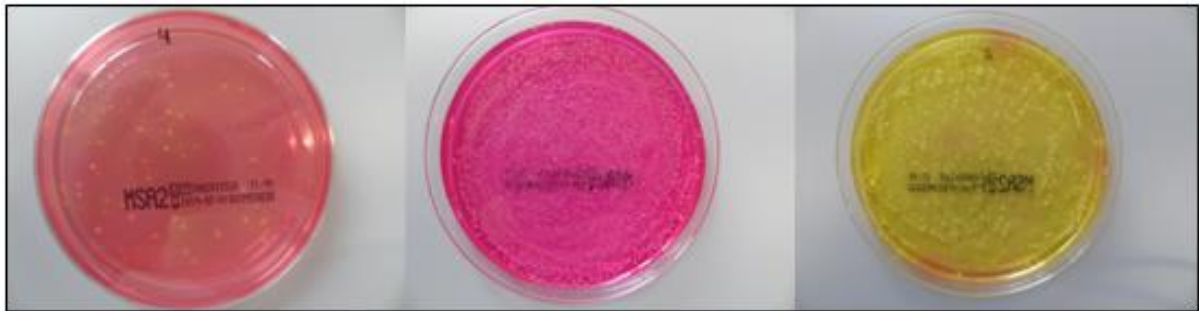
Koloniezahlen je Bakterienart auf dem Nährboden	Klassifizierung der Vorkommenshäufigkeit
bis 50	gelegentlich
51 – 100	gehäuft
101 – 200	häufig
201 – 300	sehr häufig
über 300	massiv (Rasenwachstum)

Zu Beginn wurden die Probenröhrchen bei 3.000 U/min für fünf Minuten zentrifugiert. Danach wurde das Milchfett, das sich ringförmig am oberen Rand abgesetzt hatte, entfernt sowie der Überstand bis auf ca. 2 ml abgegossen. Übrig blieb das Sediment mit einer Restmenge Milch. Dieses Sediment wurde für den Ausstrich auf Nährböden wieder in der verbliebenen Milchmenge gelöst. Der Ausstrich erfolgte je Probe auf drei unterschiedliche Nährböden, jeweils mit 100 µl Milch-Sediment-Mischung pro Platte. Die verwendeten Agarplatten waren eine Blutagarplatte mit 5 % Schafblut, auch als Columbia Blood Agar bezeichnet (THERMO FISHER SCIENTIFIC INC. 2014), ein Selektivnährmedium für Enterobakterien, der sogenannte REBECCA-Agar (DICSA 2008), sowie ein Selektivnährmedium für Staphylokokken, der MSA2-Agar. Die beimpften Nährböden werden über Nacht bei 37 °C aerob im Brutschrank bebrütet und nach 24 Stunden ausgewertet.

Der REBECCA-Selektivnährboden lässt durch die Farbe der Kolonien eine Unterscheidung zwischen *E. coli* und anderen Enterobakterien zu (DICSA 2008). Die gewachsenen Kolonien von *E. coli* und anderen Enterobakterien wurden ausgezählt und deren Zahl erfasst.

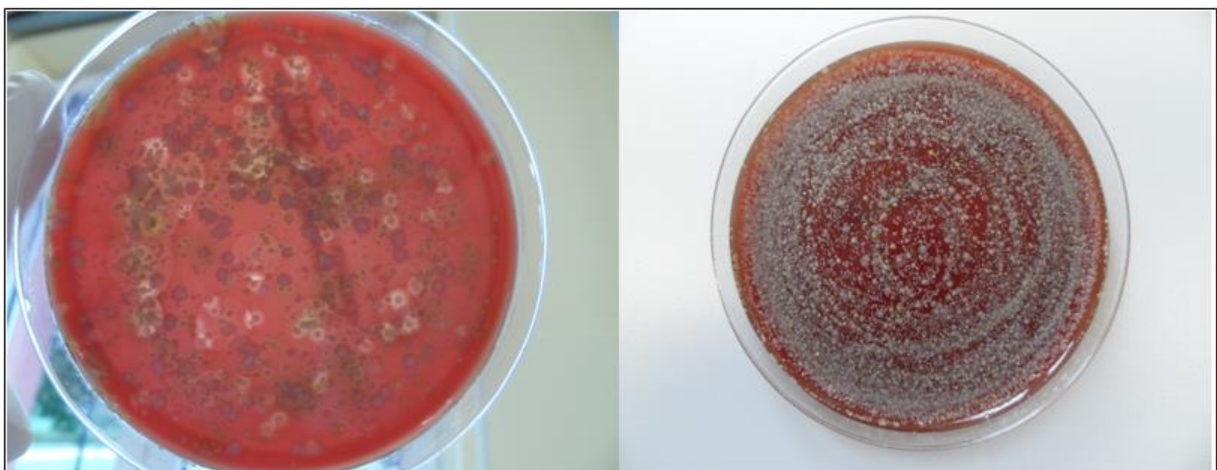
Auf dem MSA2-Agar, einem Selektivnährboden mit Mannit-Kochsalz-Zusatz, wachsen Staphylokokken. Je nach Stoffwechselaktivität der Bakterien zeigt sich nach der Bebrütung eine nicht bis stark veränderte Farbe des Agars (Vgl. Abbildung 8). Daraus lässt sich auf die Anteile der unterschiedlich pathogenen Staphylokokken-

Arten schließen (CARL ROTH GMBH & Co. KG 2011). Auch hier wurden die gewachsenen Kolonien gezählt, um den Schweregrad der Infektion abzuschätzen.



**Abbildung 8:** Beispielhafte Darstellung unterschiedlicher Verfärbungen des MSA2-Agars

Der Blutagar bietet den Vorteil, dass auch Bakterienspezies mit einem höheren Anspruch an das Nährmedium gut auf ihm wachsen (VALENTIN-WEIGAND in SELBITZ et al. 2011). Er ist nicht selektiv und bietet eine wichtige Möglichkeit zur Differenzierung der mastitisverursachenden Bakterien: die Unterteilung nach der Hämolysefähigkeit, also der vollständigen, teilweisen oder ausbleibenden Auflösung der Erythrozyten. Dabei zeigt sich respektive eine Aufhellung, Vergrünung bzw. keine Farbveränderung des roten Nährbodens (WINTER 2009) (Vgl. Abbildung 9).



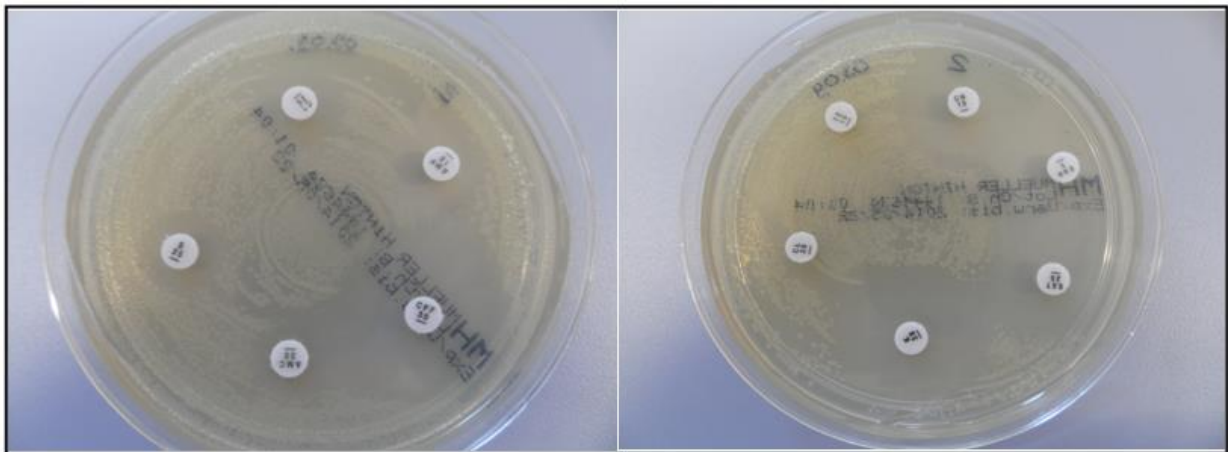
**Abbildung 9:** Starker Bewuchs eines Columbia Blood Agars, Bakterien mit allen Varianten der Hämolyse

Diese Eigenschaft kann, wie bereits erwähnt, zur ersten Differenzierung der Erreger herangezogen werden und ist direkt auf der Agarplatte sichtbar. Die Blutagarplatten



eignen sich neben einer ersten Anzucht ebenfalls zur Erstellung einer Reinkultur des zu bestimmenden Bakteriums für weitere diagnostische Testverfahren (WINTER 2009).

Nach einer ersten morphologischen Unterscheidung der gewachsenen Kolonien werden zur genauen Identifizierung der Bakterienarten im Anschluss unterschiedliche Tests durchgeführt. Diese basieren hauptsächlich auf der unterschiedlichen Beschaffenheit der Membranen und auf verschiedenen Stoffwechseleigenschaften. Da bei einigen Bakterienarten bereits deutliche Resistenzprobleme bestehen, wird im Anschluss an die Artbestimmung gegebenenfalls ein Antibiotogramm mithilfe des Agardiffusionstests erstellt (Vgl. Abbildung 10) (OBRITZHAUSER 2009).



**Abbildung 10:** Agardiffusionstest mit verschiedenen Antibiotika und deren unterschiedlicher Wirkung auf ein Bakterium

## 7 Ergebnisse

### 7.1 Befragung der Betriebsleiter

Die Viehzahl reichte von einem Milchrinderbestand von ca. 35 bis ca. 130 Tieren. Die Betriebe ähneln sich bezüglich der Haltungsverfahren, in allen Betrieben wurden die Milchrinder in Boxenlaufställen mit Liegeboxen gehalten (Vgl. Tabelle 8). Unterschiede gibt es in der Gestaltung der Liegeboxen sowie der Laufflächen und der verwendete Melktechnik. Zehn der elf Höfe betrieben saisonalen Weidegang im Sommerhalbjahr, die meisten Betriebe ermöglichen ihren Tieren halbtägigen Weidegang. Allein Betrieb G hält seine laktierenden Kühe aus Platzgründen ausschließlich in Stallhaltung.

**Tabelle 8:** Übersicht über die Projektbetriebe hinsichtlich Produktionsform, Bestandsgröße und Stalleinrichtung (Stand: jeweils zum Zeitpunkt der ersten Probennahme auf den Betrieben)

Betrieb	Produktionsform	Anzahl	Anzahl	Anzahl
		laktierender Kühe	Liegeboxen	Fressplätze
A	ökologisch (Bioland)	31	32	32
B	konventionell	82	81	79
C	konventionell (QS Landliebe)	85	66	92
D	ökologisch (Bioland)	80	86	80
E	konventionell (QS)	109	124	100
F	ökologisch (Naturland)	68	63	70
G	konventionell	65	63	52
H	ökologisch (Bioland QS)	70	74	72
I	konventionell	42	45	48
J	konventionell	65	58	60
K	konventionell	68	58	75

#### 7.1.1 Beschaffenheit und Reinigung der Liegeboxen

Die Liegeboxen für die laktierenden Kühe sind auf den teilnehmenden Betrieben vorwiegend als Hochboxen mit Gummibelägen ausgeführt und werden mit einer



dünnenen Lage zusätzlicher Einstreu zur Bindung der Feuchtigkeit und zum Teil mit Kalk überstreut. Ein Betrieb verwendete zu Beginn der Untersuchung Hochboxen ohne zusätzlich Auflage und streute diese mit größeren Mengen Langstroh ein, installierte aber im Laufe des Projektes ebenfalls Gummimatten auf den Liegeflächen. Zwei der Projektbetriebe setzen Tiefboxen mit Stroh-Mist-Matratze ein (Vgl. Tabelle 9).

**Tabelle 9:** Übersicht über die Liegeboxenformen und die Reinigung der Liegeboxen auf den Projektbetrieben

Betrieb	Liegeboxenform	Einstreu	Reinigung	Grundreinigung
<b>A</b>	Hochboxen	Langstroh	2 x täglich (inkl. Nachstreuen)	nie
<b>B</b>	Hochboxen mit Gummimatten	Strohmehl + Kalk	2 x täglich (inkl. Nachstreuen)	nie
<b>C</b>	Hochboxen mit Gummimatten	Sägemehl + Kalk oder Häckselstroh + Kalk	2 x täglich (inkl. Nachstreuen)	jährlich
<b>D</b>	Hochboxen mit Gummimatten	Sägemehl	2 x täglich (inkl. Nachstreuen)	nie
<b>E</b>	Hochboxen mit Gummimatten	Häckselstroh + Kalk	2 x täglich (inkl. Nachstreuen)	nie
<b>F</b>	Tiefboxen	Langstroh + Kalk	2 x täglich (inkl. Nachstreuen)	nie
<b>G</b>	Hochboxen mit Gummimatten	Häckselstroh + Kalk	2 x täglich (inkl. Nachstreuen)	nie
<b>H</b>	Hochboxen mit Komfortmatratze	Strohmehl	2 x täglich (inkl. Nachstreuen)	nie
<b>I</b>	Hochboxen mit Gummimatten	Strohmehl	2 x täglich (inkl. Nachstreuen)	nie
<b>J</b>	Tiefboxen	Strohhäcksel + Kalk	2 x täglich (inkl. Nachstreuen)	nie
<b>K</b>	Hochboxen mit Gummimatten	Häckselstroh + Kalk	2 x täglich (inkl. Nachstreuen)	nie

### 7.1.2 Beschaffenheit und Reinigung der Laufflächen

Die Laufflächen sind auf sieben der elf Betriebe als Spalten ausgeführt, vier Betriebe hatten planbefestigte Laufflächen. Die Reinigung der Laufflächen erfolgte auf den meisten Betrieben automatisch zu fest eingestellten Zeiten. Die tägliche Reinigungshäufigkeit unterscheidet sich von Betrieb zu Betrieb stark von zweimal täglich bis alle zwei Stunden (Vgl. Tabelle 10). Drei der elf untersuchten Betriebe reinigten die Laufflächen manuell, aus Gründen der Arbeitswirtschaft wurde die Reinigung auf diesen Betrieben meist zweimal täglich und zu den Melkzeiten durchgeführt. Im Laufe des Projektzeitraums wurde auf einigen Betrieben die Reinigungsfrequenz der Laufgänge als Verbesserungsmaßnahme erhöht.

**Tabelle 10:** Übersicht über die Gestaltung und Reinigung der Laufflächen auf den Projektbetrieben zu Untersuchungsbeginn

Betrieb	Befestigung der Laufflächen	Reinigungsfrequenz	Subjektive Einschätzung der Laufflächen-Sauberkeit
A	planbefestigt	2 x tägl.	verschmutzt
B	Spaltenboden	12 x tägl.	ziemlich sauber
C	Spaltenboden	2 x tägl.	leicht verschmutzt
D	planbefestigt	8 x tägl.	leicht verschmutzt
E	Spaltenboden	2 x tägl.	verschmutzt
F	Spaltenboden	3 x tägl.	verschmutzt
G	Spaltenboden	2 x tägl.	leicht verschmutzt
H	planbefestigt	8 x tägl.	leicht verschmutzt
I	Spaltenboden	2 x tägl.	leicht verschmutzt
J	planbefestigt	12 x tägl.	stark verschmutzt
K	Spaltenboden	2 x tägl.	stark verschmutzt

### 7.1.3 Melktechnik und deren Reinigung

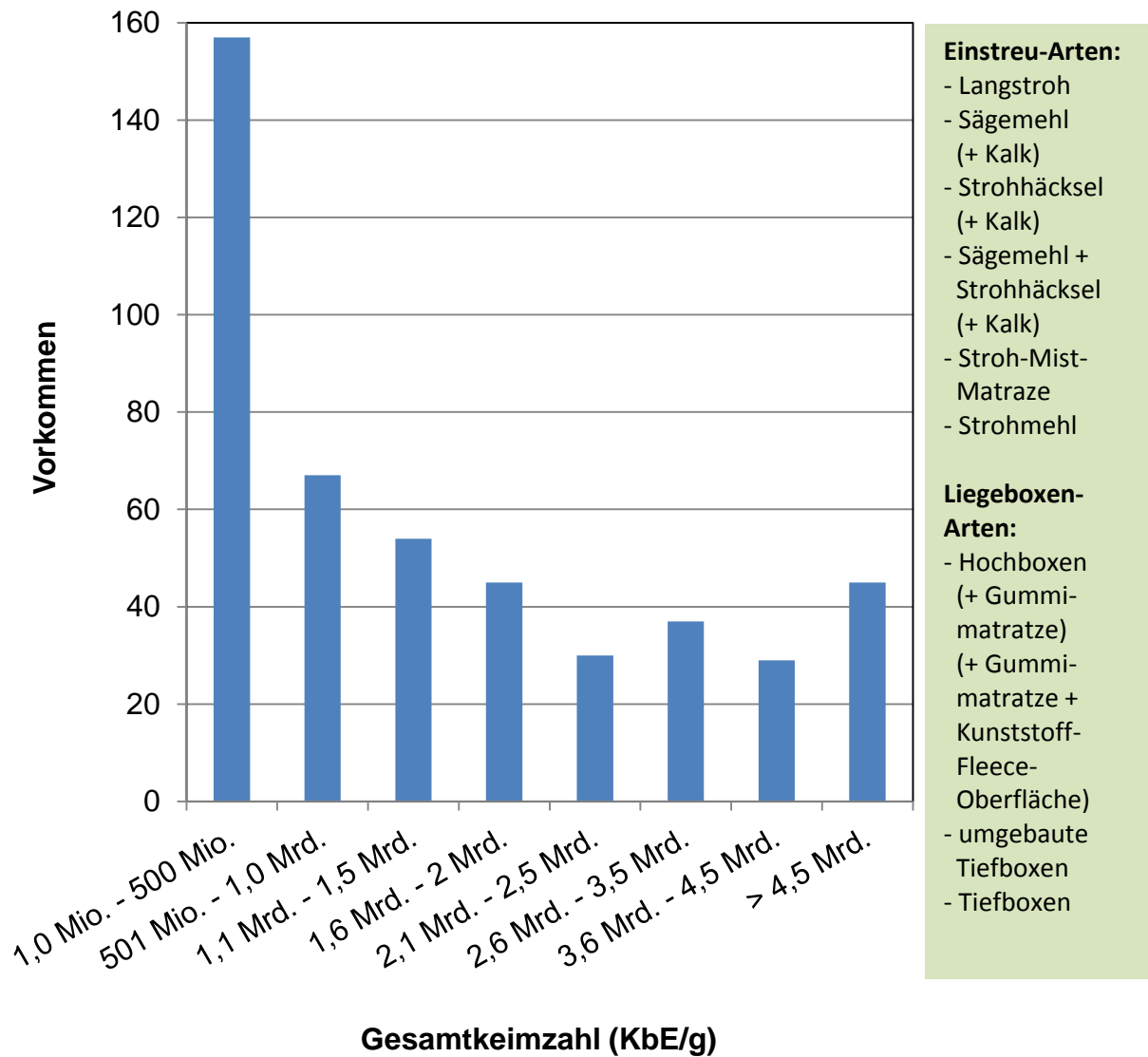
Die Mehrzahl von zehn Betrieben verwendete als Melktechnik einen Gruppenmelkstand, neun Betriebe nutzten einen Fischgrätmelkstand, ein Betrieb einen Side-by-Side-Melkstand. Ein anderer Betrieb setzte ein automatisches Melksystem (AMS) in Form eines Melkroboters ein (Vgl. Tabelle 11).

**Tabelle 11:** Übersicht über die eingesetzte Melktechnik und deren Reinigung auf den Projektbetrieben

<b>Betrieb</b>	<b>Melktechnik</b>	<b>Reinigungsintervall</b>
<b>A</b>	Fischgrät-Gruppenmelkstand	nach jeder Melkzeit
<b>B</b>	Side-by-Side-Gruppenmelkstand	nach jeder Melkzeit
<b>C</b>	Fischgrät-Gruppenmelkstand	nach jeder Melkzeit
<b>D</b>	Fischgrät-Gruppenmelkstand	nach jeder Melkzeit
<b>E</b>	Fischgrät-Gruppenmelkstand	nach jeder Melkzeit
<b>F</b>	Fischgrät-Gruppenmelkstand	nach jedem Durchgang
<b>G</b>	Fischgrät-Gruppenmelkstand	nach jeder Melkzeit
<b>H</b>	Melkroboter	nach jedem Tier
<b>I</b>	Fischgrät-Gruppenmelkstand	nach jeder Melkzeit
<b>J</b>	Fischgrät-Gruppenmelkstand	nach jeder Melkzeit
<b>K</b>	Fischgrät-Gruppenmelkstand	nach jeder Melkzeit

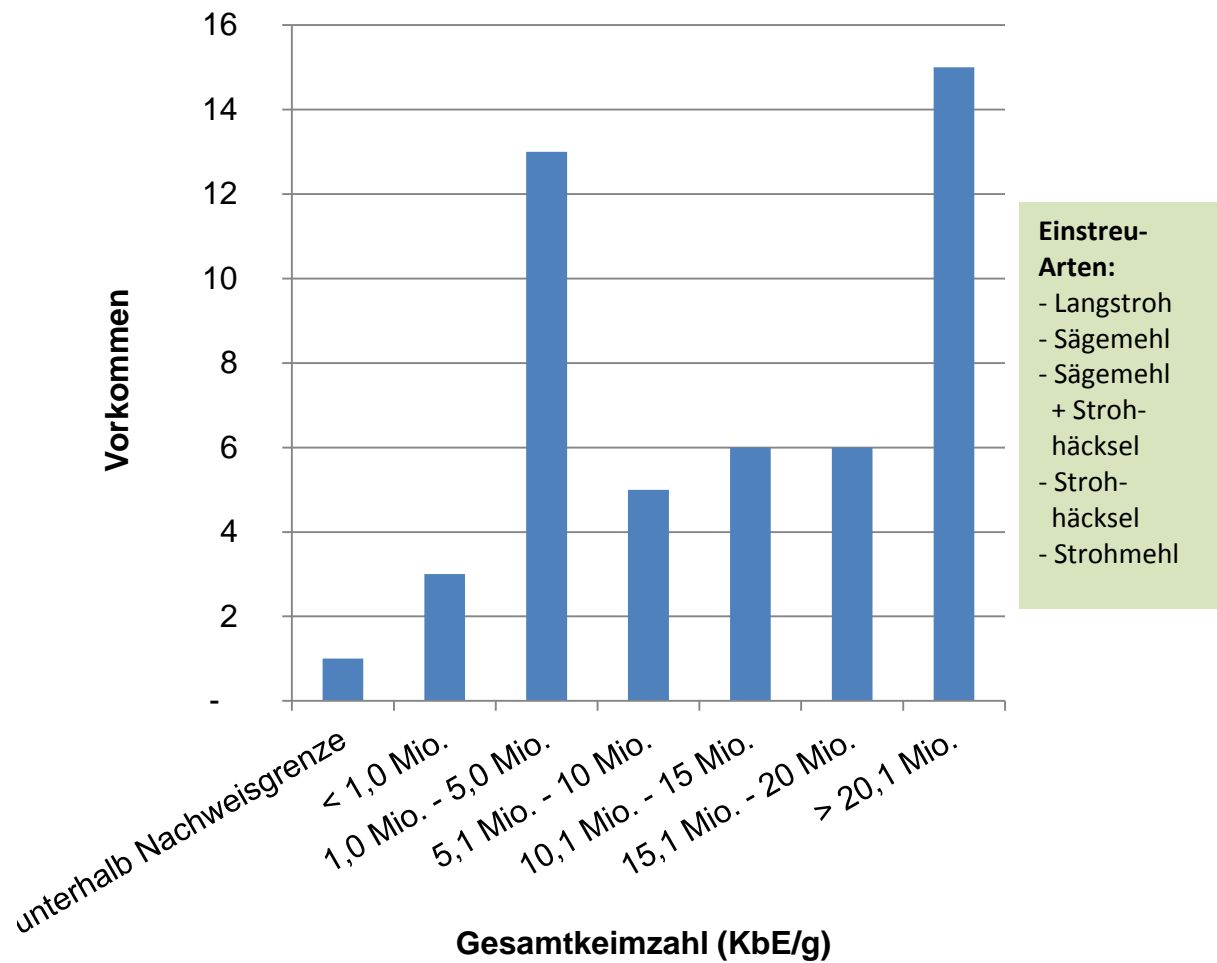
## 7.2 Gesamtkeimgehalte in der Einstreu

### 7.2.1 Gesamtkeimgehalte in der Einstreu der Liegeboxen



**Abbildung 11:** Höhe und Vorkommen von Bakterien-Gesamtkeimzahlen (KbE/g) in der Einstreu (alle eingesetzten Einstreu-Arten) der gezogenen Proben aus Liegeboxen von Milchrindern auf elf teilnehmenden Betrieben im Projekt im Zeitraum von Oktober 2013 bis Dezember 2014 (n = 464)

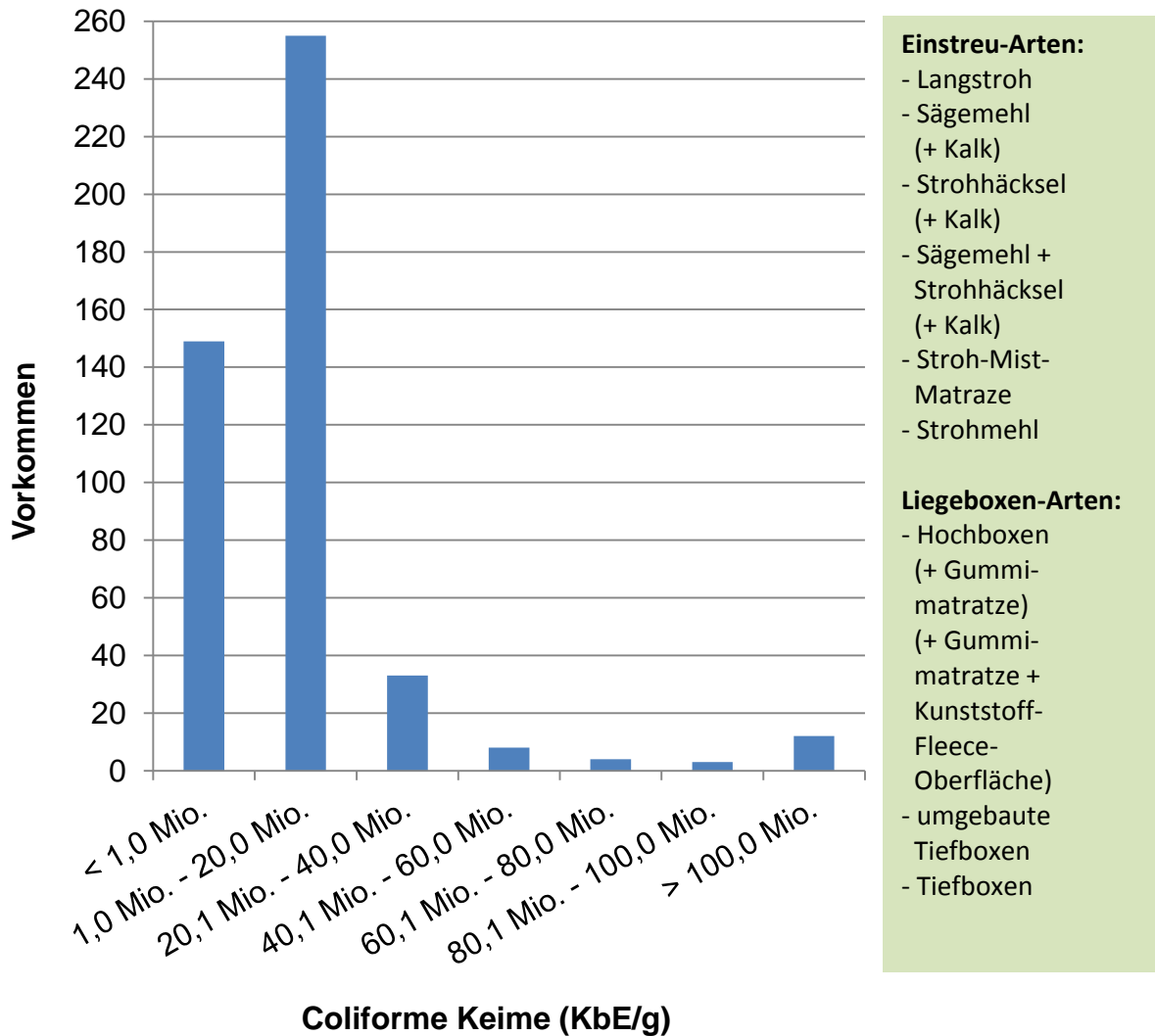
## 7.2.2 Gesamtkeimgehalte in den Lagerproben



**Abbildung 12:** Höhe und Vorkommen von Bakterien-Gesamtkeimzahlen (KbE/g) in der Einstreu (unbenutzte Lagerprobe, alle eingesetzten Einstreu-Arten) der gezogenen Proben für Liegeboxen auf elf teilnehmenden Betrieben im Zeitraum von Oktober 2013 bis Dezember 2014 (n = 49)

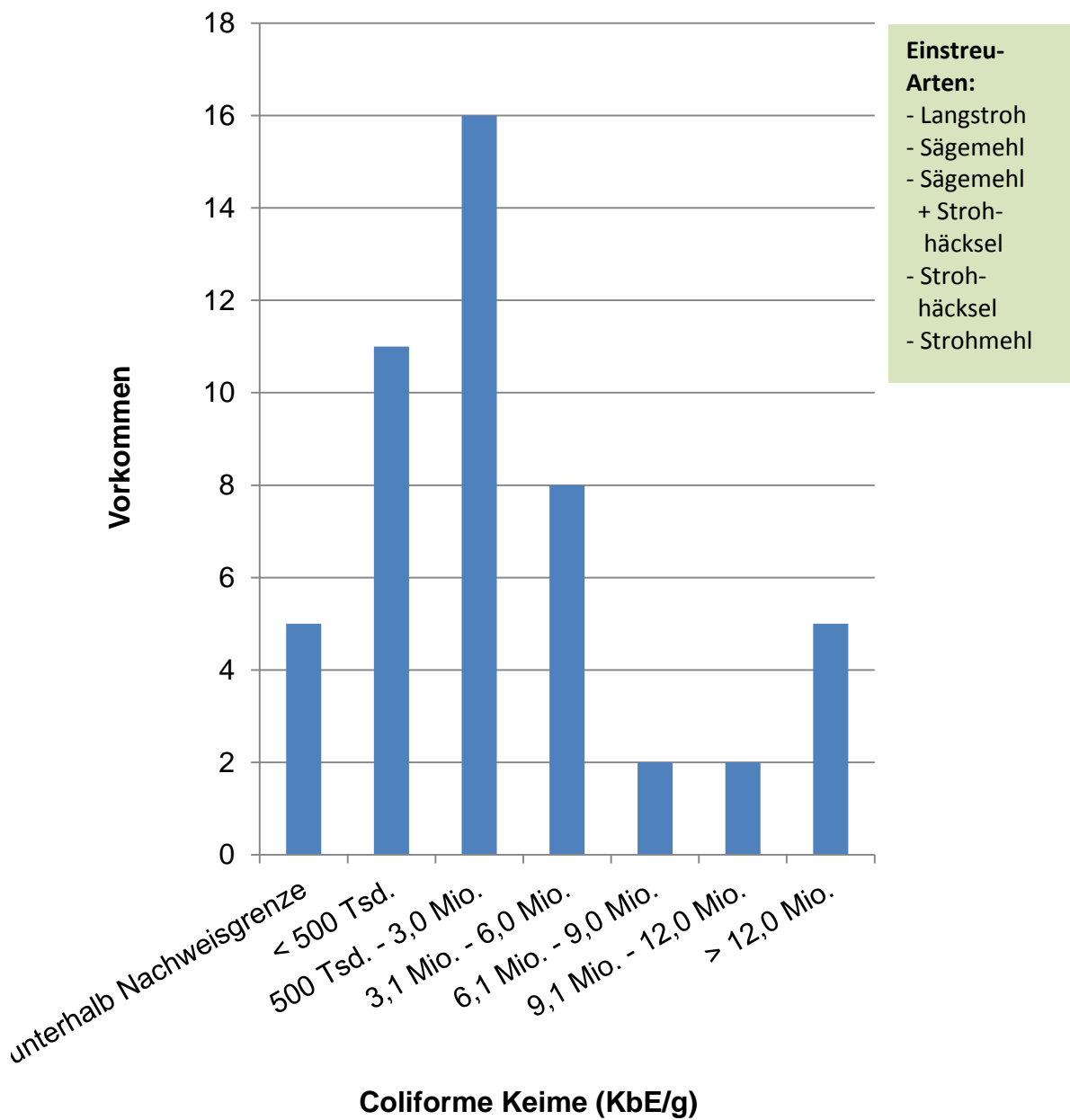
## 7.3 Gehalte coliformer Keime in der Einstreu

### 7.3.1 Gehalte coliformer Keime in der Einstreu der Liegeboxen



**Abbildung 13:** Höhe und Vorkommen von Coliformen Keimen (KbE/g) in der Einstreu (alle eingesetzten Einstreu-Arten) der gezogenen Proben aus Liegeboxen von Milchrindern auf elf teilnehmenden Betrieben im Projekt im Zeitraum von Oktober 2013 bis Dezember 2014 (n = 464)

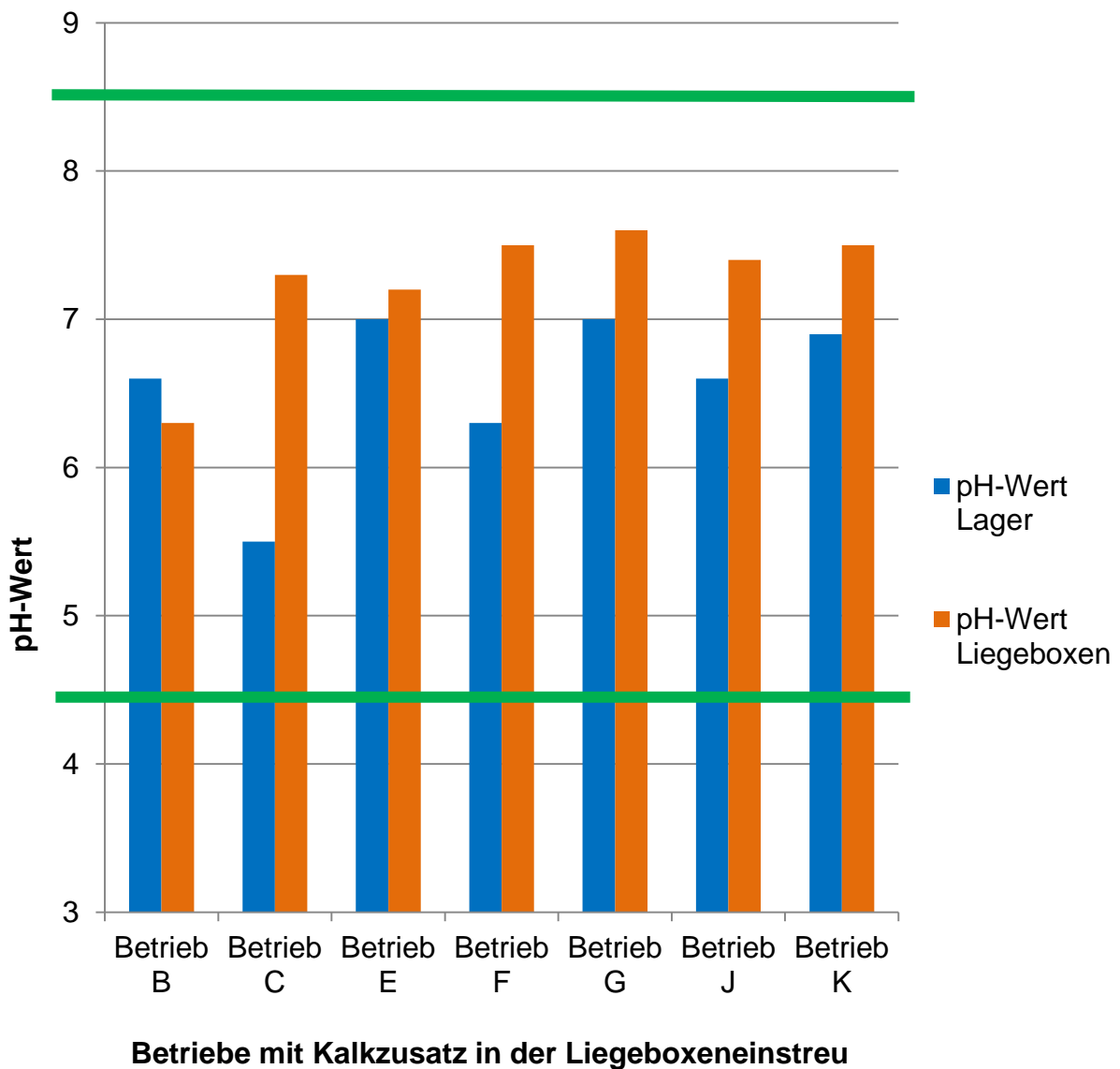
### 7.3.2 Gehalte coliformer Keime in den Lagerproben



**Abbildung 14:** Höhe und Vorkommen von Coliformen Keimen (KbE/g) in der Einstreu (unbenutzte Lagerproben, alle eingesetzten Einstreu-Arten) der gezogenen Proben auf elf teilnehmenden Betrieben im Projekt im Zeitraum von Oktober 2013 bis Dezember 2014 (n = 49)

Die Untersuchung der Liegeboxeneinstreu ergab für die Gesamtkeimzahl und für die Anzahl Coliformer Keime im Durchschnitt eine deutliche Überschreitung des in der Literatur geforderten Grenzwertes pro g Einstreu.

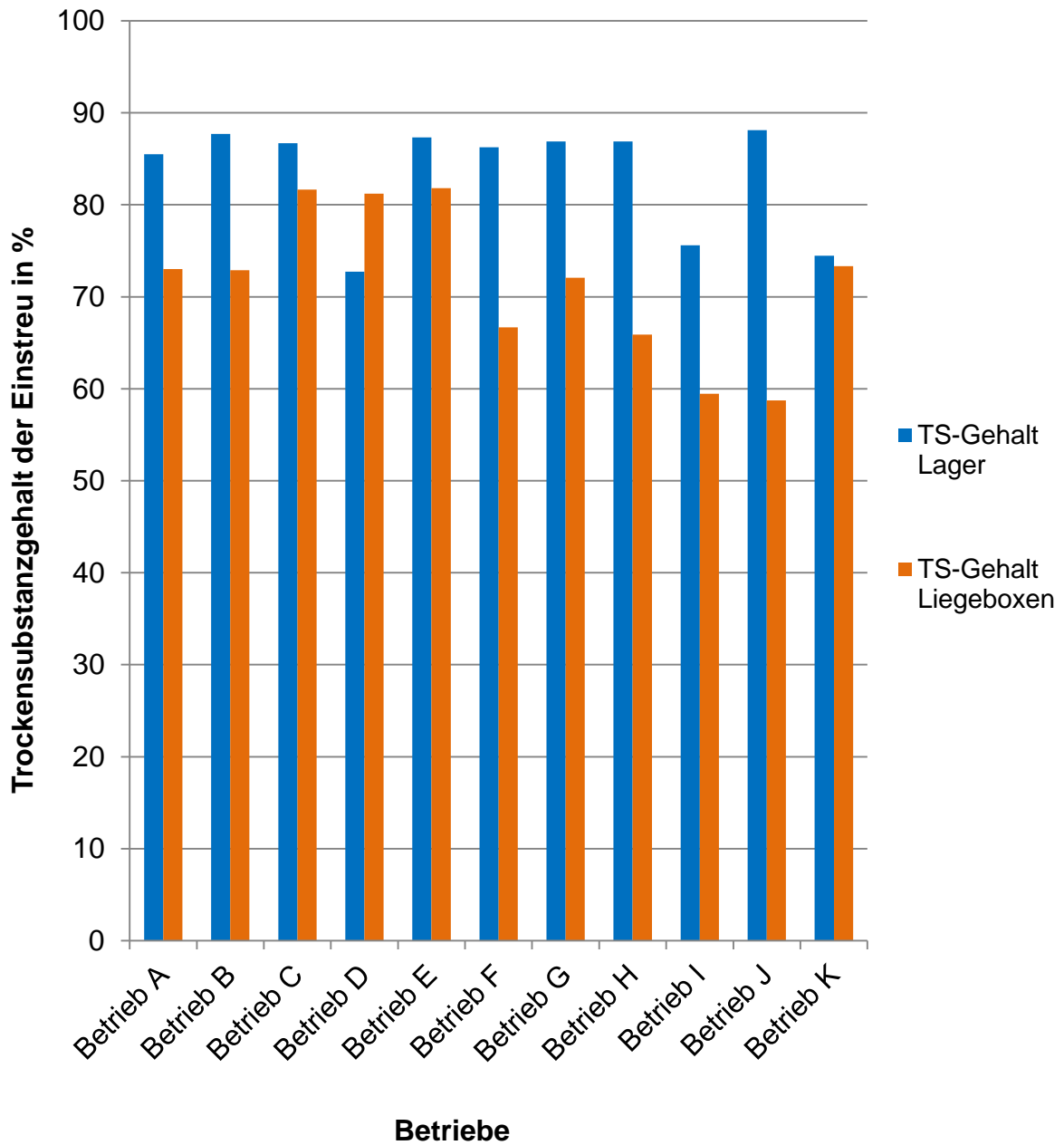
### 7.3.3 pH-Wert



**Abbildung 15:** Auswirkung des Kalkens der Liegeboxen auf den pH-Wert der Einstreu – Mittelwerte der pH-Werte in Einstreuproben aus dem Lager und aus den Liegeboxen auf sieben landwirtschaftlichen Betrieben im gesamten Projektzeitraum (n = 145)



### 7.3.4 Trockensubstanzgehalt

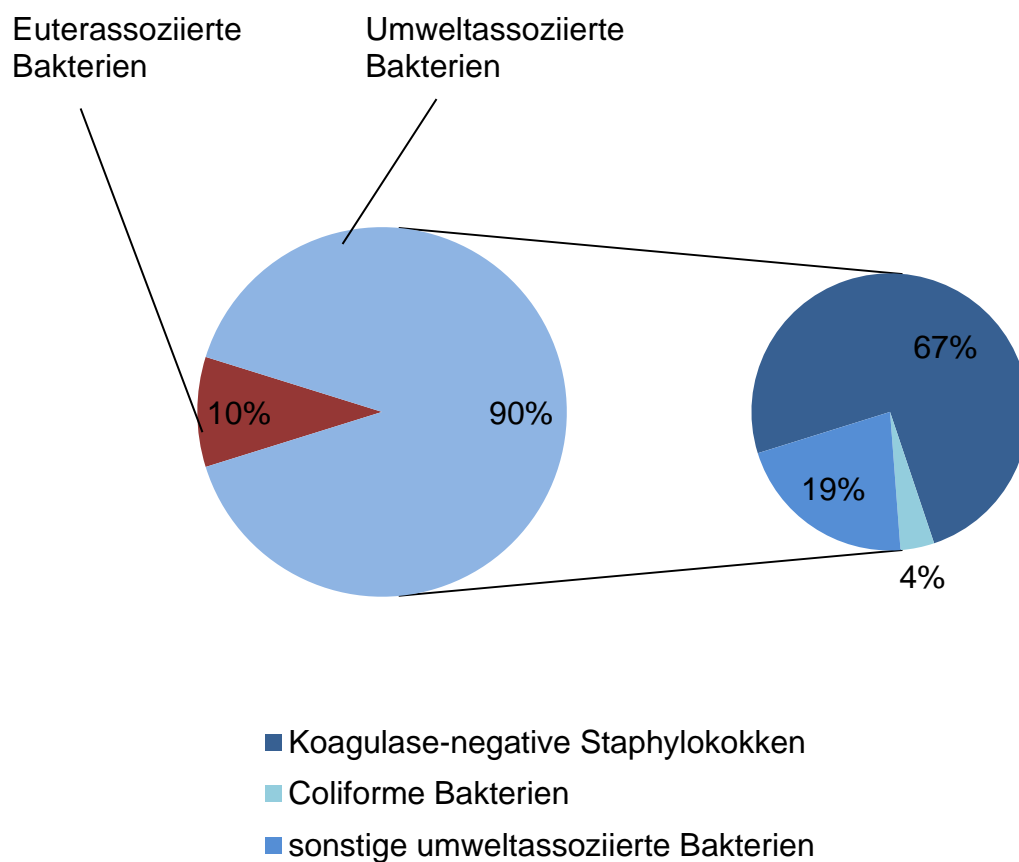


**Abbildung 16:** Mittelwerte der Trockensubstanzgehalte (TS-Gehalte) der Einstreu im Einstreulager und in den Liegeboxen auf elf landwirtschaftlichen Betrieben im gesamten Projektzeitraum (n = 277)

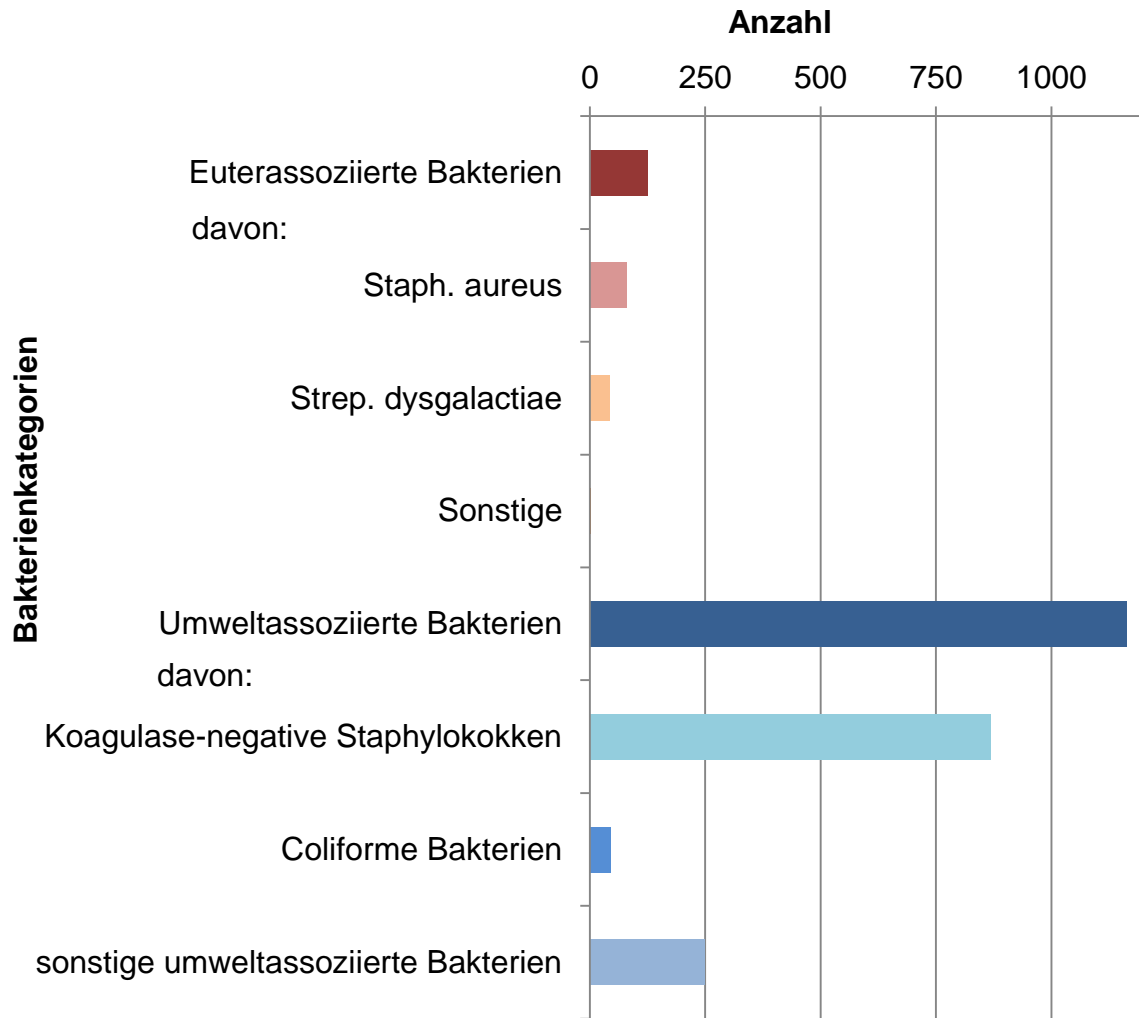
### 7.3.5 Untersuchung der Milchproben

### 7.3.6 Mikrobiologische Analyse

Bei der mikrobiologischen Untersuchung der Milchproben konnten ein oder mehrere Erreger je Tier detektiert werden, einige wenige Nachweisversuche blieben negativ. Es traten Erregerkombinationen von euter- und umweltassoziierten Erregern oder mehreren umweltassoziierten sowie einzelne Nachweise von euter- und umweltassoziierten Erregern auf.

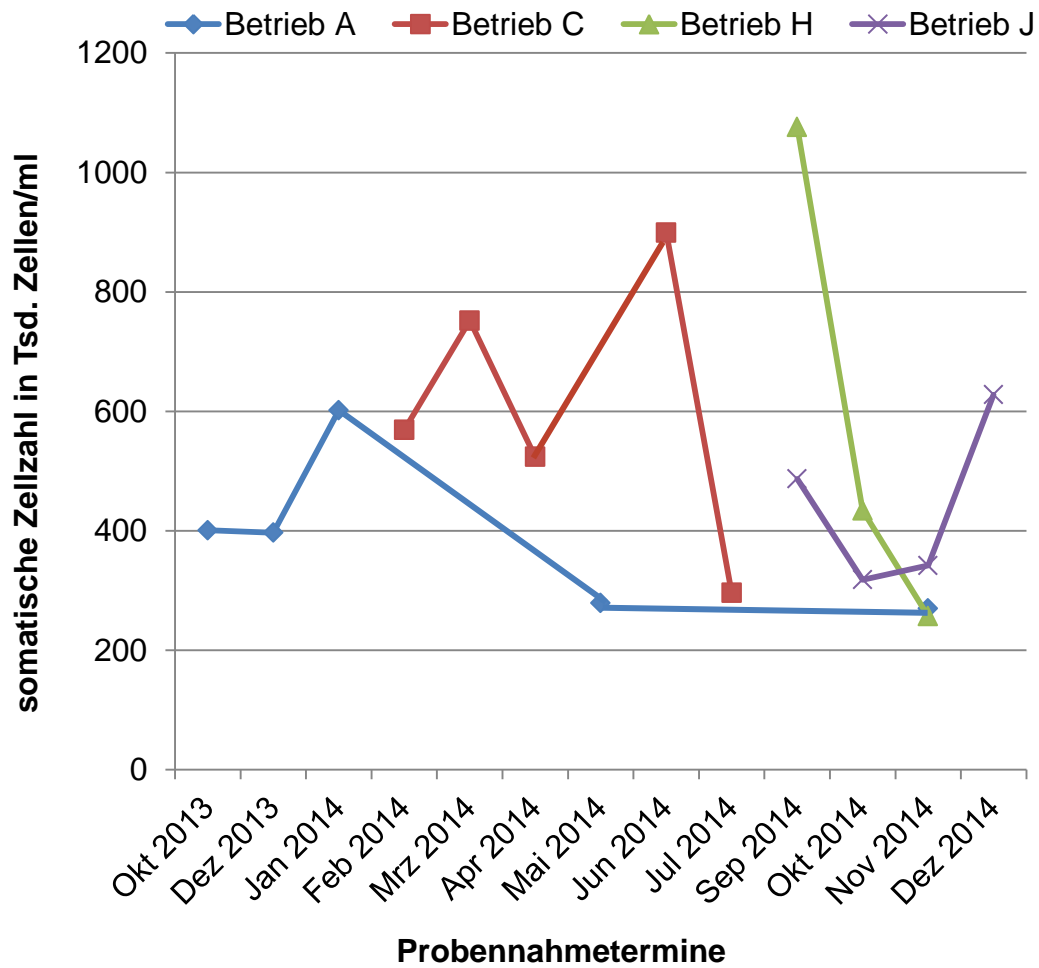


**Abbildung 17:** Prozentuale Verteilung der Bakterien je Kategorie in Milchproben von Kühen mit erhöhten Zellzahlen auf elf landwirtschaftlichen Betrieben im gesamten Projektzeitraum (n = 1.288)



**Abbildung 18:** Anzahl der Bakteriennachweise je Kategorie in Milchproben von Kühen mit erhöhten Zellzahlen in allen Projektbetrieben im Zeitraum von Oktober 2013 bis Dezember 2014 (n = 1.288)

### 7.3.7 Zellzahlgehalte

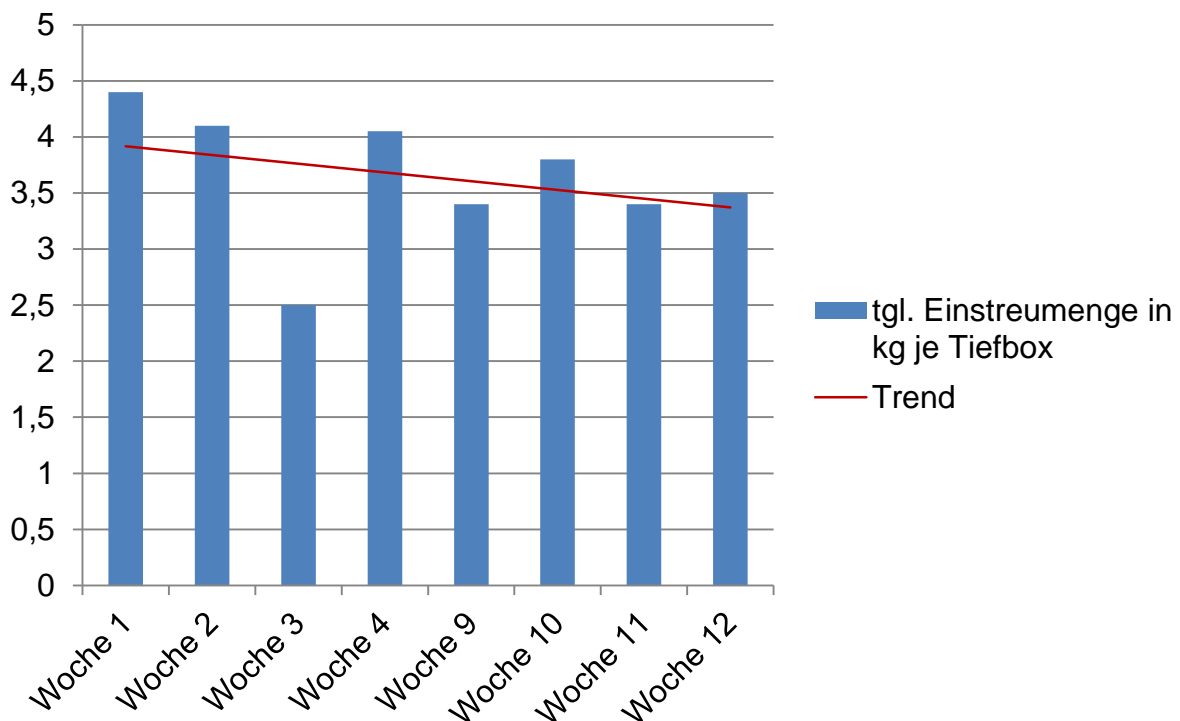


**Abbildung 19:** Entwicklung der somatischen Zellzahlen in der Milch der beprobten Kühe auf den "kooperativen" und "weniger kooperativen" landwirtschaftlichen Betrieben im gesamten Projektzeitraum

## 7.4 Miscanthus

### 7.4.1 Praktischer Einsatz als Einstreumaterial

Um eine 15 cm starke Einstreumatte in den Boxen zu realisieren, wurden täglich rund 4,2 kg Miscanthus benötigt. Zu Beginn des Versuchs zeigten die Tiere ein sehr ausgeprägtes Spiel- und Erkundungsverhalten. Ein Großteil der Einstreu wurde aus den Boxen herausgescharrt – die benötigten Mengen waren deshalb zu Versuchsbeginn wesentlich höher. Nach einigen Wochen reduzierten sich jedoch die Einstreuverluste (Vgl. Abbildung 20).



**Abbildung 20:** Täglicher Einstreubedarf in kg je Tiefbox. Die Werte in den Wochen fünf bis acht unterscheiden sich nicht zu den restlichen vier Wochen.

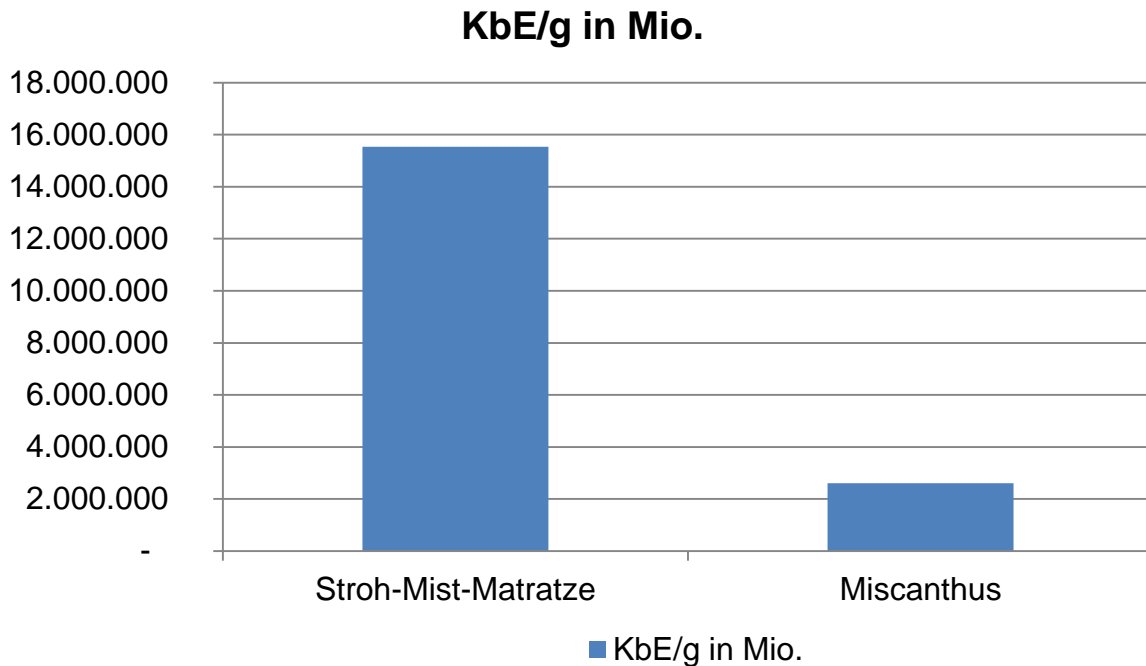
Um eine gleichmäßige Einstreuschicht auf den Komfortmatten der Hochbox zu ermöglichen, waren im Durchschnitt täglich 0,3 kg gemahlener Miscanthus notwendig. Die Aufwandsmengen schwankten nur gering, da ein Austragen der Einstreu aus den Boxen kaum stattfand.

#### **7.4.2 Messungen des Wasseraufnahmevermögens von Miscanthuseinstreu**

In Zusammenarbeit mit dem DLG Testzentrum Technik und Betriebsmittel wurde das Wasseraufnahmevermögen von Miscanthus ermittelt. Das fein vermahlene Miscanthus (3 – 4 mm) wies eine Wasseraufnahme von 4,3 g/g Trockenmasse auf. Das gehäckselte Material nahm 4,4 g Wasser je g Trockenmasse auf. Stroh hat eine etwa vergleichbare Wasseraufnahme von ca. 3,9 g je g Trockenmasse. Das hohe Wasseraufnahmevermögen zeigte sich auch im praktischen Einsatz. Sowohl die Tiefboxen als auch die Hochboxen wirkten über die gesamte Versuchsdauer optisch sehr sauber und trocken.

#### **7.4.3 Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen**

Die Keimgehalte in den Lagerproben des Miscanthus zeigten recht geringe Ausgangskeimgehalte, sodass sich Miscanthus aus mikrobiologischer Sicht sehr gut zur Einstreu in Liegeboxen bei Milchkühen eignet. Wie bei allen Einstreumaterialien mit hohem Wasseraufnahmevermögen, sollte darauf geachtet werden, dass das Lager trocken ist und bleibt, da es bei Befeuchtung zu einem raschen Anstieg der Keime kommen kann. In den untersuchten Tiefboxen zeigte sich, dass Miscanthus zu deutlich geringeren Keimgehalten in der Einstreu führt als Tiefboxen mit Stroh-Mist-Matratze (Abbildung 21). Die im Vergleich geringen Keimgehalte blieben über den Untersuchungszeitraum konstant niedrig.



**Abbildung 21:** Durchschnittliche Keimgehalte mesophil wachsender Keime (Gesamtkeimzahl) pro Gramm Einstreu

In dem untersuchten Zeitraum trat kein Fall einer klinischen Mastitis auf. Die durchschnittlichen Zellzahlen pro ml sanken von der Einstreu mit Stroh-Mist zu Miscanthus um über 40 % (von durchschnittlich 352.000 zu 210.000 Zellen pro ml).

Die Anzahl von sog. umweltassoziierten Keimen (wie z. B. Strep. uberis) hat im Vergleich zur Einstreu mit Stroh-Mist abgenommen. Erwähnenswert ist dabei, dass das Projekt im Hochsommer lief und im Vorfeld mit einem Anstieg der Euterproblematik gerechnet wurde (die auf Vorerfahrungen der vorangegangenen Jahre basierte).

Es zeigten sich keine Unterschiede in dem Vorkommen von Erregern auf der Zitzenhaut zwischen den beiden Einstreuvarianten. Insgesamt waren die Euter mit Miscanthus unauffällig und mit dem Erscheinungsbild einer gut gepflegten Stroh-Mist-Einstreu vergleichbar. Es wurde keine Stichverletzungen durch die gefühlt scharfe bzw. spitze Einstreu festgestellt.

#### 7.4.4 Akzeptanz und Qualität der Liegeboxen

Die Kühe konnten frei zwischen Hochboxen und Tiefboxen wählen. Um das Akzeptanzverhalten zu untersuchen, wurden die Abliegezeit und die Liegedauer je Liegeperiode in 10 Tiefboxen sowie in 5 Hochboxen per Video aufgezeichnet. Die Auswertung von 54 Stunden Videomaterial zeigt folgende Ergebnisse:

- Die Tiefboxen wurden quantitativ besser angenommen als die Hochboxen,
- Kühe legten sich in den Tiefboxen schneller ab (Vgl. Tabelle 12),
- Kühe lagen je Liegeperiode rund 10 Minuten länger in den Tiefboxen als in den Hochboxen (Vgl. Tabelle 13),
- Kühe standen vermehrt mit zwei oder vier Beinen in den Hochboxen.

**Tabelle 12:** Abliegezeit (in Sekunden) in beiden Boxentypen

Abliegezeit (in Sekunden)	Anzahl der Beobachtungen	Tiefbox (gehäckselt Miscanthus)	Hochbox (gemahlene Miscanthus)
		175	40
Median		25	39
Minimum		8	15
Maximum		165	240

Quelle: HOHENBRINK, LWK NRW

**Tabelle 13:** Liegedauer (in Minuten) in beiden Boxentypen

Liegedauer je Liegeperiode (in Minuten)	Anzahl der Beobachtungen	Tiefbox (gehäckselt Miscanthus)	Hochbox (gemahlene Miscanthus)
		175	40
Median		90	80
Minimum		10	20
Maximum		280	170

Quelle: HOHENBRINK, LWK NRW



Die Abliegezeit ist ein wichtiges Kriterium für die Qualität einer Liegebox. Nur wenn Steuerungseinrichtungen wie z. B. das Nackenrohr richtig eingestellt sind und die Kuh eine weiche, trittfeste Matratze vorfindet, wird sie sich innerhalb des Richtwerts von 30 Sekunden (nach Betreten der Box) ablegen. Mängel am Boxensystem lassen sich schnell erkennen, denn die Kühe brauchen länger um sich abzulegen bzw. stehen mit 2 oder 4 Beinen in der Box. Die vorliegende Untersuchung bestätigt, dass Kühe gut gepflegte und gut eingestellte Tiefboxen den Hochboxen vorziehen (Abbildung 22).



**Abbildung 22:** Hohe Akzeptanz der Tiefboxen (rechts im Bild)

Wie bei allen losen Schüttungen (Sägemehl, Stroh etc.) kam es in den Tiefboxen zu seitlichen Verdrängungen der Einstreu. Die Ausbildung einer tragfähigen Matratze war kaum möglich. Nur durch konsequentes Einebnen und regelmäßiges Nachstreuen konnte verhindert werden, dass der Betonboden zum Vorschein kam (Abbildung 23). Um eine verbesserte Matratzenbildung zu erreichen, kann über eine Kombination verschiedener Einstreumaterialien nachgedacht werden. Eine Stroh-Mist-Matratze als Unterbau bietet eine tragfähige Matratze, Miscanthus als

Deckschicht bringt mikrobiologische Vorteile mit sich und reduziert zudem den Verbrauch an Stroh.



Quelle: HOHENBRINK, LWK NRW

**Abbildung 23:** Unzureichende Matratzenbildung. Untergrund ist wieder sichtbar.

Bei einigen Kühen waren Rötungen der Oberhaut am Zwischenklauenspalt und am Kronsaum sichtbar. Weiteren Entzündungsmerkmale bzw. Lahmheiten, die auf die Miscanthuseinstreu zurückzuführen war, traten jedoch nicht auf. Im letzten Drittel des Untersuchungszeitraumes traten bei einigen Tieren vermehrt haarlose Stellen an den Tarsalgelenken und teilweise an den Karpalgelenken auf. Dies wird vor allem auf die schmirgelnde Wirkung des gemahlten Miscanthus auf den Hochboxen zurückgeführt.

#### **7.4.5 Weitere Aspekte zur Eignung von Miscanthus auf Hochboxen**

Während des Einstreuens kam es zu einer starken Staubentwicklung des gemahlten Materials (Abbildung 24). Dies beeinflusste die Arbeitsbedingungen während des Einstreuens erheblich. Abzuklären wären ideale Erntebedingungen,

sowie eine nachträgliche Entstaubung bei der Vermahlung (ähnlich entstaubtem Stroh, welches gemahlen wird)



Quelle: HOHENBRINK, LWK NRW

**Abbildung 24:** Massive Staubentwicklung bei der Verteilung des gemahlene  
Miscanthus



## **7.5 Ökonomische Analyse verschiedener Liegeboxeneinstreuverfahren**

Zur Ableitung von Empfehlungen für ein verbessertes Einstreumanagement mit dem Ziel der Erhöhung der Herdengesundheit und der Reduzierung des Einsatzes von Antibiotika in Milchvieh haltenden Betrieben sind verschiedene Einstreuverfahren im Forschungsprojekt „Hygienische Aspekte der Liegeboxeneinstreu bei Milchrindern in NRW“ auf hygienische und ökonomische Gesichtspunkte verglichen worden. Die teilnehmenden landwirtschaftlichen Betriebe unterschieden sich neben der Produktionsausrichtung auch hinsichtlich ihrer Haltungsform, der Anzahl laktierender Kühe und dem Tier-/Liegeboxenverhältnis.

Das eingesetzte Einstreumaterial erstreckte sich von Langstroh, über Strohhacksel mit Kalkzusatz bis hin zu Sägespänen und Raps- bzw. Strohmehl.

### **7.5.1 Ziel und Vorgehensweise**

Das Ziel der ökonomischen Analyse verschiedener Liegeboxeneinstreuverfahren ist eine vergleichende Darstellung der Gesamtkosten und des erforderlichen Arbeitsbedarfs der einzelnen Verfahren je Liegebox. Die Daten zum eingesetzten Einstreumaterial, zur Einstreuhäufigkeit, zum Arbeits- und Materialaufwand und zu den Materialkosten sind vorab mithilfe eines Fragebogens erhoben worden (Vgl. Anhang). An dieser Stelle sei darauf verwiesen, dass das gewählte Einstreuverfahren bei einigen Betrieben innerhalb des Beobachtungszeitraumes verändert worden ist und somit auch auf betrieblicher Ebene ein Vergleich verschiedener Einstreuverfahren stattfinden konnte.

Während Preisansätze für die entsprechenden Einstreumaterialien bei Zukauf auf Auskünften der Betriebsleiter beruhen, erfolgte eine Bewertung des innerbetrieblich erzeugten Einstreumaterials zu Vollkosten unter Berücksichtigung von Maschinen-, Transport- und Lagerungskosten auf Grundlage der Richtwerte nach KTBL 2012.

Die Darstellung der Materialkosten erfolgt zweistufig. Nährstoffentzüge bzw. –zuflüsse werden dabei in einer zweiten Variante, in Anlehnung an aktuelle Nährstoffkosten, mitberücksichtigt.

Für die Bewertung des Arbeitseinsatzes wurde auf einen nach KTBL üblichen Wertansatz in Höhe von 15 € je AKh als Lohn bzw. Lohnansatz zurückgegriffen.

Die Kalkulation der entsprechenden Verfahren erfolgte ohne Berücksichtigung der gesetzlich geltenden Mehrwertsteuer.

## 7.5.2 Ergebnisse

In Abhängigkeit der verschiedenen Einstreuverfahren ergeben sich unterschiedliche Gesamtkosten für die verschiedenen Liegeboxeneinstreumaterialien. Diese teilen sich in die einzelnen Positionen Materialkosten, sowie Lohn- und Maschinenkosten für das Einstreuen auf. In Tabelle 14 erfolgt die Darstellung der zu berücksichtigten Kostenkomponenten:

**Tabelle 14:** Struktur der Einstreu-Gesamtkosten

Materialkosten	Arbeitskosten	Maschinenkosten
Bei Zukauf: Zukaufspreis <sup>1</sup> des Einstreumaterials zzgl. Lagerungskosten (Gebäudekosten, Maschinenkosten Ein- u. Auslagern) v. a. bei Stroh	In Abhängigkeit des täglichen Arbeitszeitaufwandes <sup>1</sup> , bewertet mit 15 € je AKh	Bei mechanisiertem Einstreuverfahren: Feste und variable Kosten eines Einstreuhäckslers und 54 kW Standardtraktors <sup>2</sup>
Bei Eigenerzeugung: Feste und variable Kosten für Strohbergung, Transport und Lagerung inkl. Kosteneinsparung beim Mähdrusch gegenüber dem Strohhäckseln	In Abhängigkeit des täglichen Arbeitszeitaufwandes <sup>1</sup> , bewertet mit 15 € je AKh	Bei mechanisiertem Einstreuverfahren: Feste und variable Kosten eines Einstreuhäckslers und 54 kW Standardtraktors <sup>3</sup>

Die folgende Abbildung 25 stellt die Gesamtkosten der Einstreu der Projektbetriebe dar. Während die Langstrohvariante<sup>4</sup> des Betriebes A, in Abhängigkeit der Eigenerzeugung oder des Zukaufs, Gesamtkosten in Höhe 233 Euro bzw. 212 Euro

<sup>1</sup> Angabe der Projektteilnehmer

<sup>2</sup> KTBL 2012, Langstroh Kleinballen, Strohhäcksel Quaderballen

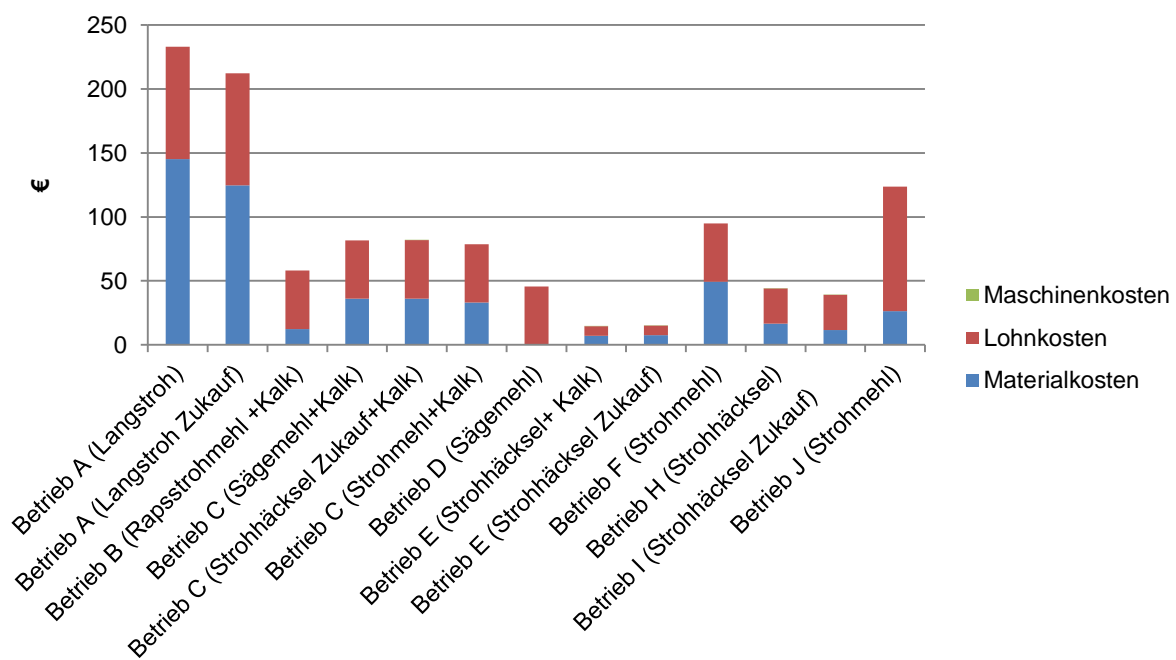
<sup>3</sup> KTBL 2012, Langstroh Kleinballen, Strohhäcksel Quaderballen

<sup>4</sup> Der Nährstoffwert des Strohs aus Sommermengengetreide auf Betrieb A in Höhe von 2,03 Euro je Dezitonne, übertrifft aufgrund der Nährstoffentzüge den Strohwert von Wintergetreide um das Doppelte.

je Liegebox verursacht, gelingt es dem Betrieb E mit der vollmechanisierten Strohhäckselvariante bei Strohkauf die Gesamtkosten je Liegebox auf einem niedrigen Niveau in Höhe von etwa 15 Euro zu halten.

Die Darstellung verdeutlicht, dass die Gesamtkosten innerhalb der einzelnen Einstreuverfahren deutlich schwanken können. So streuen die Betriebe H und I ihre Liegeboxen im Vergleich zum Betrieb E etwa dreimal so teuer ein. Eine Kostenposition mit besonderer Bedeutung sind die Arbeitskosten für das Einstreuen. In nahezu allen Einstreuverfahren überwiegen diese mit deutlich mehr als 50 Prozent.

Betrieb D weist für seine Liegeboxeneinstreu keine Materialkosten auf, da es sich dabei um kostenlos erhaltene Sägespäne aus der Holzverarbeitung handelt.



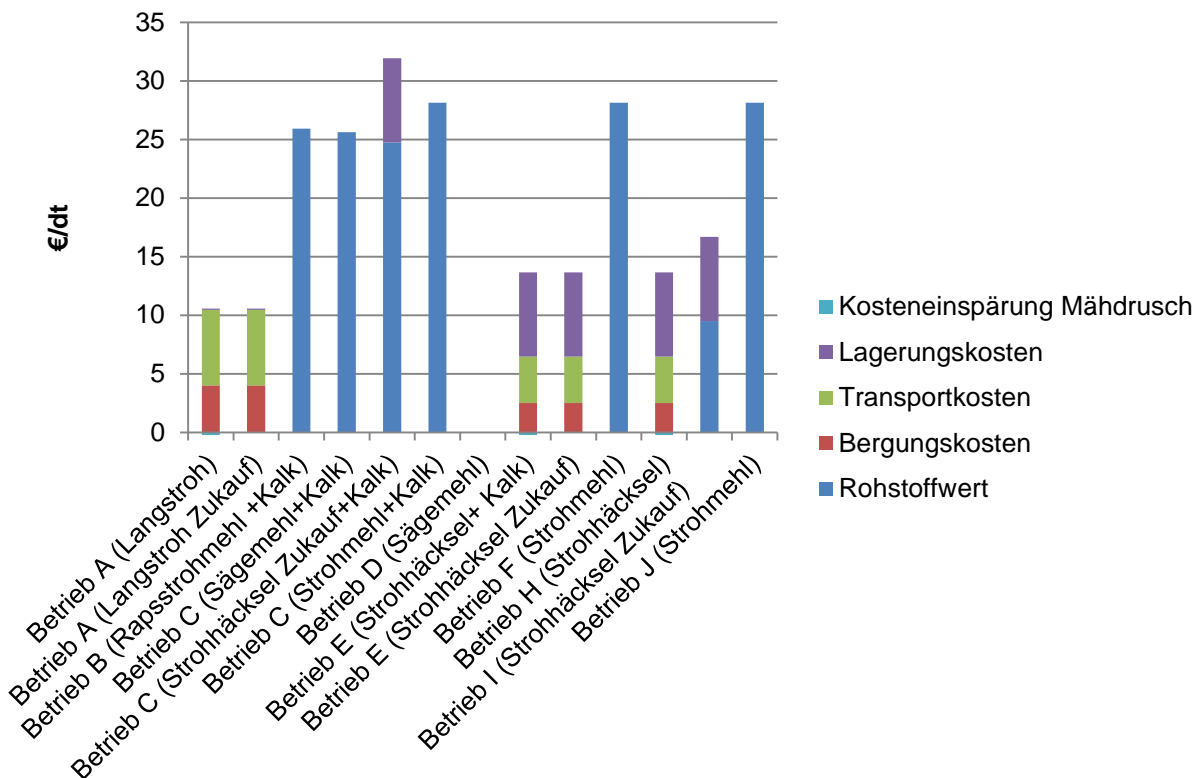
**Abbildung 25:** Gesamtkosten der Liegeboxeneinstreu je Liegebox/Jahr<sup>5</sup>

Abbildung 26 gibt einen detaillierten Überblick über die einzelnen Kostenpositionen der jeweiligen Materialkosten. Tendenziell sind die zur Auswahl stehenden Zukauf-Varianten teurer als die Selbstherstellung der Liegeboxeneinstreu.

<sup>5</sup> Maschinenkosten: Einstreuhäcksler für Quaderballen und Standardtraktor 54 kW, KTBL 2012 S. 65 und 136

Es fällt auf, dass in Betrieb A in der Langstroh-Variante die niedrigsten Materialkosten je Dezitonne anfallen (Betrieb D soll aufgrund der besonderen Situation in diesem Fall nicht berücksichtigt werden).

Bei den Strohvarianten nehmen die Lagerungskosten eine bedeutende Stellung ein und verursachen bei den Betrieben E und H mehr als 50 Prozent der Materialkosten. Bei den Lagerungskosten des Betriebes A sind lediglich die Maschinenkosten der Einlagerung berücksichtigt worden, da davon ausgegangen werden kann, dass Hochdruckballen in der Praxis stallnah bzw. in bestehenden Altgebäuden kostengünstig gelagert werden können



**Abbildung 26:** Struktur der Materialkosten ohne Kalk<sup>6</sup>

Unter Berücksichtigung der Nährstoffbewertung der einzelnen Einstreumaterialien, ergeben sich gemäß Abbildung 27 für die Zukaufvarianten leicht reduzierte

<sup>6</sup> Kosteneinsparung Mähdrusch: Einsparung fester und variabler Kosten des Anbauhäckslers, abgeleitet nach den Maschinenringsätzen 2013 der LK NRW

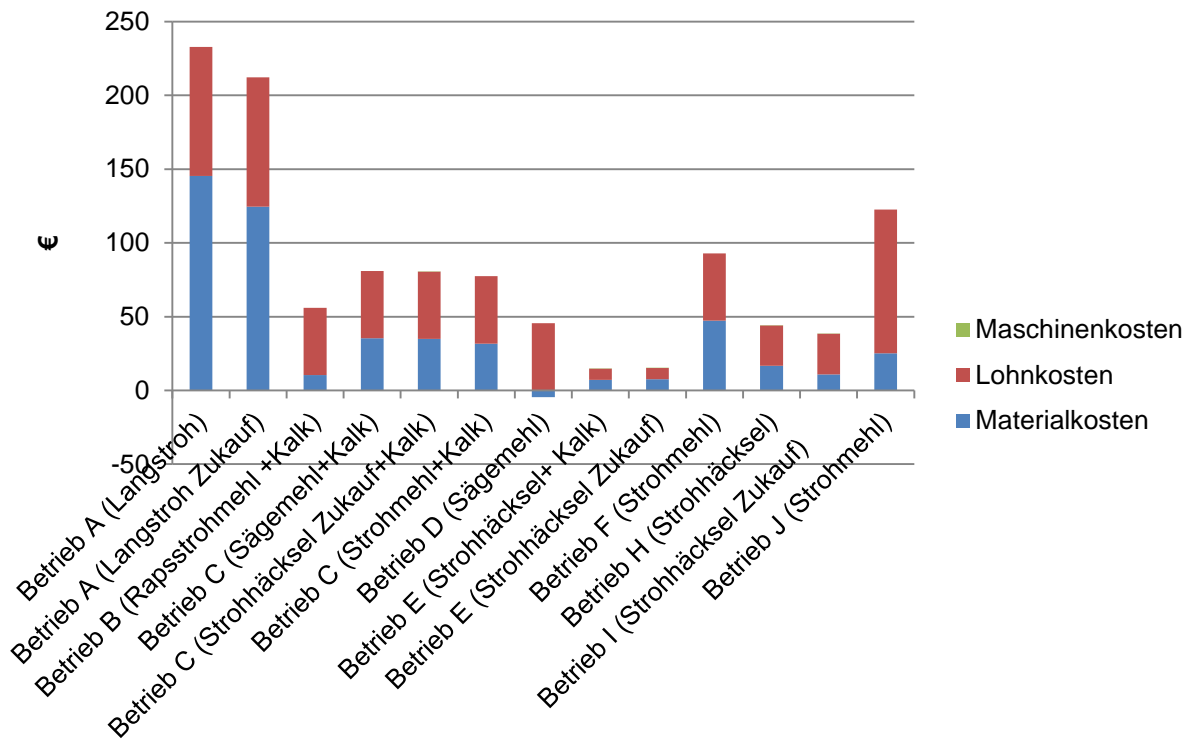
Lagerungskosten: Grundlage: Getreidelagerhalle 42m x 22,5m, 3,5m Schüttwandhöhe, KTBL 2012 S. 149

Bergungs- und Transportkosten: Betrieb A: HD-Ballen, 2 ha Schlaggröße, 4 t/ha Erntemenge, Einlagerung mit Ballenförderbahn, Rest: Quaderballen, 2 ha Schlaggröße, 8 t/ha Erntemenge, 255 kg/Ballen, KTBL 2012 S. 200-204

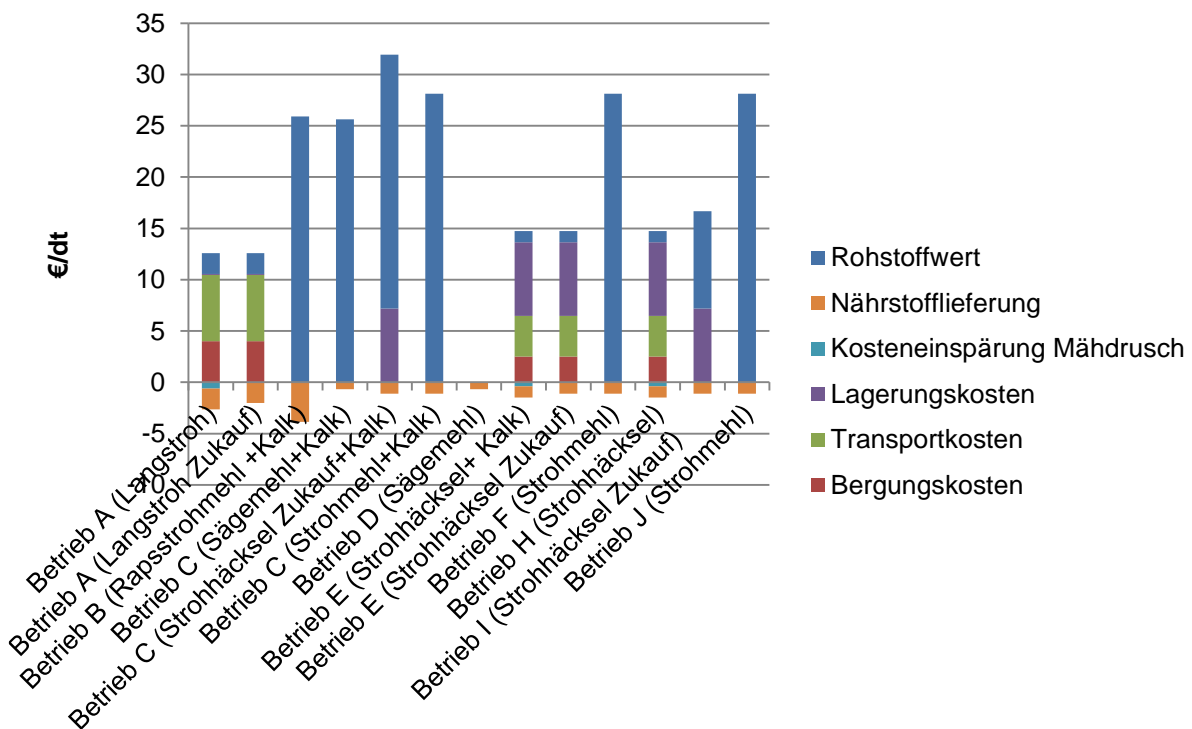
Materialkosten, da die entsprechenden Materialien infolge der Nährstoffzusammensetzung eine düngewirksame Nährstofflieferung für die Betriebe darstellen, detailliert aufgeführt in Abbildung 28. Bei den Einstreumaterialien aus eigener Erzeugung, sowie den Betrieben deren Materialkosten aus Zukauf unter Berücksichtigung der Maschinen- und Nährstoffkosten kalkuliert worden sind (Betrieb A und E, erfolgt eine Kompensation der im Rohstoffwert berücksichtigten Nährstoffkosten durch die Nährstofflieferung.

Die im Betrieb D auftretenden negativen Materialkosten erklären sich durch die kostenlose Bereitstellung der Einstreu durch die Holzverarbeitende Industrie.



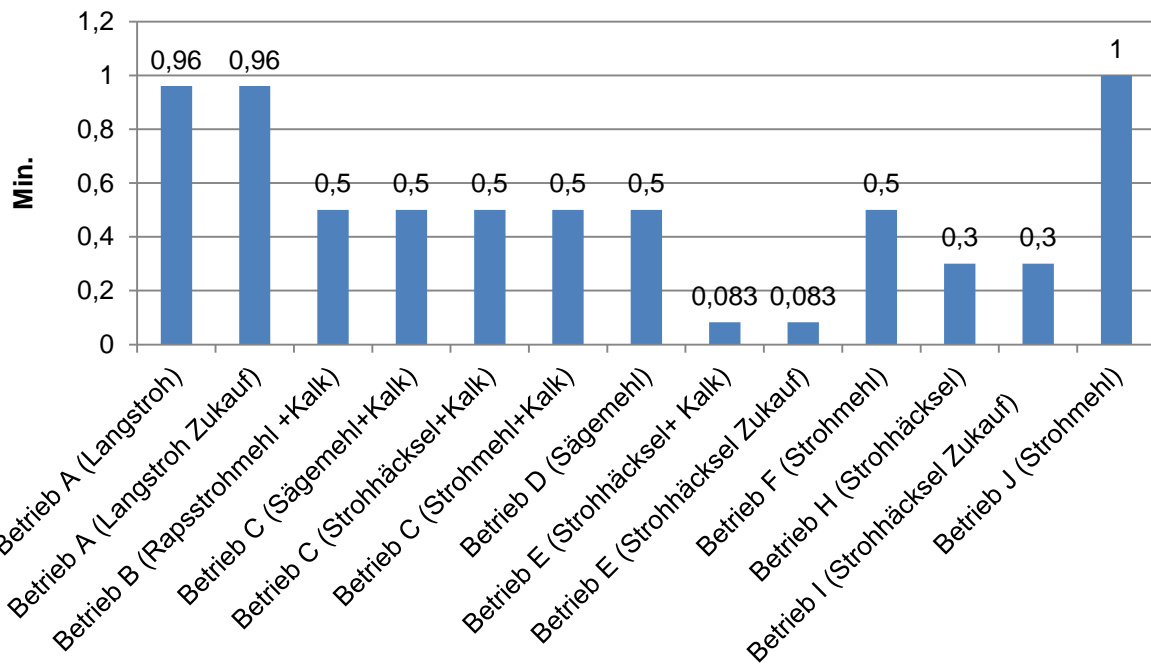


**Abbildung 27:** Gesamtkosten der Liegeboxeneinstreu je Liegebox und Jahr (mit Nährstoffbewertung)



**Abbildung 28:** Struktur der Materialkosten ohne Kalk (mit Nährstoffbewertung)

Die Abbildung 29 verdeutlicht, dass eine Vollmechanisierung des Liegeboxeneinstreuens gegenüber der manuellen Variante eine deutliche Arbeitszeiterparnis bedingt. Vor allem der Betrieb E, aber auch die Betriebe H und I weisen sehr niedrige Arbeitszeitaufwendungen für die tägliche Boxenpflege auf.

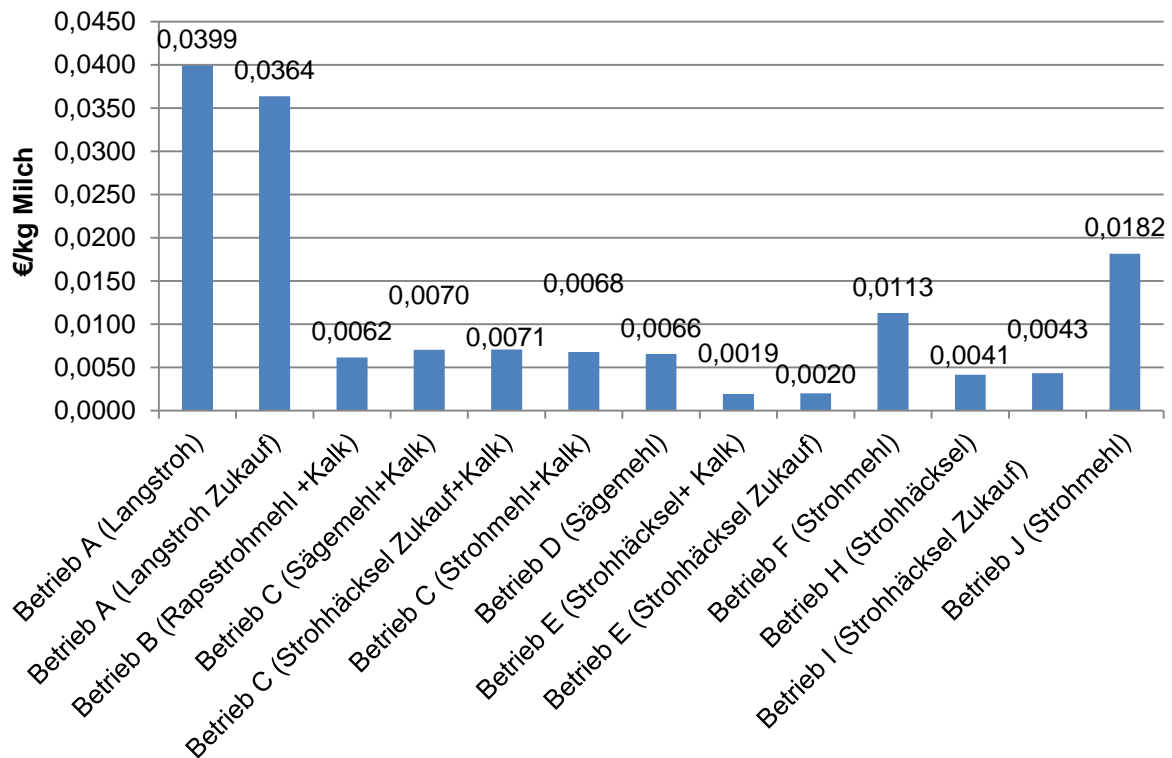


**Abbildung 29:** Arbeitsaufwand je Box und Tag

Da die teilnehmenden Betriebe vorwiegend über Hochboxen in ihren Milchviehställen verfügen, stellt die zusätzliche Liegeboxeneinstreu einen zusätzlichen betrieblichen Aufwand dar, der lediglich über eine Milchleistungssteigerung bzw. einen entsprechend höheren Milchpreis ausgeglichen werden kann.

Geht man von unveränderten Kosten der hier nicht berücksichtigten übrigen Kosten der Milcherzeugung (z. B. Kosten für Futter, Bestandsergänzung, Stallplatz usw.) aus, fällt gemäß Abbildung 30 auf, dass auf Grundlage eines Spotmilchpreises in Höhe von 0,30 Euro je kg Milch ein notwendiger Mehrerlös in der Spanne von 0,0019 Euro bis 0,182 Euro je Kilogramm Milch für die Betriebe B bis J erforderlich ist, um die Mehrkosten der Liegeboxeneinstreu vollständig zu kompensieren.

Weniger marginal fällt das Ergebnis für den in Abbildung 30 dargestellten Betrieb A, ein ökologisch wirtschaftender Betrieb, dessen zu erzielender Mehrerlös je kg Milch, bei einem Biomilchpreis in Höhe von 0,46 Euro je Kilogramm Milch zwischen 0,0364 Euro bei Eigenerzeugung und 0,0399 Euro bei Zukauf variiert.



**Abbildung 30:** Notwendiger Mehrerlös zur Kompensation der Einstreukosten (ohne Nährstoffe)

### 7.5.3 Planungsrechnung

Zur Ableitung von Handlungsempfehlungen für den wirtschaftlich sinnvollen Einsatz von Liegeboxeneinstreu in der Praxis, soll die optimale bzw. wirtschaftlichste Zusammensetzung der Einstreu bzw. das Liegeboxenmanagement eines Beispielbetriebes, in Abhängigkeit seiner betrieblichen Faktorausstattung, mit Hilfe der linearen Programmierung ermittelt werden.

Folgende Annahmen sollen dabei – in Anlehnung an die Ausstattung der untersuchten Projektbetriebe – für den Betrieb getroffen werden:

- 60 Stallplätze (Tierzahl-/Liegeboxenverhältnis 1:1)
- Gewinn Milchviehhaltung: 781,23 Euro/Kuh
- 40 ha Getreideanbaufläche
- 1 Familien AK (2.400 Akh/Jahr)
- 10 verfügbare AKh in der Getreideernte<sup>7</sup>
- 84 verfügbare AKh für die Liegeboxenpflege im Jahr<sup>8</sup>

Verwendbare Einstreumaterialien stellen Langstroh, Strohhäcksel, Sägemehl und Raps- bzw. Strohmehl dar. Während die Erzeugungskosten für Langstroh und Strohhäcksel nach KTBL 2012 abgeleitet worden sind, fanden die Netto-Zukaufspreise, basierend auf den Angaben der am Projekt teilnehmenden Betriebe, für Sägemehl, sowie Raps- und Strohmehl Verwendung. Ein möglicher Zusatz von Kalk wurde in diesem Beispiel nicht berücksichtigt, da die Verwendung auf den betrachteten Milchviehbetrieben sehr unterschiedlich ausgefallen ist.

Unter der Voraussetzung, dass zugekaufte Einstreumaterialien stets in Abhängigkeit des Verbrauchs bezogen und Lagerungskosten daher vernachlässigt werden können, ist es hinsichtlich des Betriebszweiggewinns für den Beispielbetrieb wirtschaftlich vorteilhaft etwa 8,64 Tonnen Langstroh als Einstreumaterial zuzukaufen und selbst zu Strohhäcksel zu verarbeiten (Vgl. Abbildung 31). Der Gewinn des Betriebszweiges beträgt in dieser Variante 46.059 Euro. Aufgrund des verhältnismäßig geringen Zeitanspruchs dieses Verfahrens, verbleiben dem Betrieb etwa 56 Rest-AKh pro Jahr, die der Milchproduktion oder anderen Betriebszweigen zur Verfügung gestellt werden können.

Darüber hinaus zeigt die Sensitivitätsanalyse, dass die zugekauften vermahlene Einstreumaterialien etwa 70 bis 88 Prozent günstiger sein müssten, um für den unterstellten Betrieb wirtschaftlich interessant bzw. attraktiv zu sein. Wesentlich

---

<sup>7</sup> Verfügbare Mähdruschstunden August, Klimagebiet 3, KTBL 2012 S. 246

<sup>8</sup> Arbeitszeitbedarf je Tierplatz und Jahr im Boxenlaufstall ohne Einstreuen: 38,6 AKh, KTBL 2012 S. 578

attraktiver scheint in diesem Zusammenhang eher die Bergung, Lagerung von eigenem Stroh zur Verarbeitung zu Strohhäcksel. Die Gestehungskosten bei Eigenmechanisierung in Höhe von 13,35 Euro je Dezitonne sind für eine Berücksichtigung lediglich 30 Prozent zu hoch.

Unterstellt man dem Beispielbetrieb indes die komplette Lagerung des für die Einstreu benötigten Strohs, ist es unter Berücksichtigung des maximal zu erzielenden Gewinns wirtschaftlich interessanter, das benötigte Einstreumaterial in Form von Stroh selbst zu bergen, zu lagern und zu Strohhäcksel zu verarbeiten (Vgl. Abbildung 32).

Die Gewinndifferenz zwischen der Variante mit Lagerung und der Variante mit Zukauf des Strohs zum Zeitpunkt der Verwendung beträgt unter den beschriebenen Umständen lediglich 340 Euro. Hinsichtlich der Sensitivität der gefundenen Lösung müssten Raps- bzw. Strohmehl etwa 50 Prozent günstiger werden, damit eine Berücksichtigung aus wirtschaftlicher Sicht zu rechtfertigen wäre.

	Kapazitäten	Ungleichung	1 Milchkuh	1 dt Langstroh	1 dt Strohhacksel	Zukauf 1 dt Langstroh inkl. Lagerung	Zukauf 1 dt Langstroh+selbst hackseln inkl. Lagerung	Zukauf 1 dt Langstroh ohne Lagerung	Zukauf 1 dt Langstroh+selbst hackseln ohne Lagerung	Zukauf 1 dt Rapsstrohmehl	Zukauf 1 dt Sägemehl	Zukauf 1 dt Strohmehl		Ansprüche	Restkapazitäten
Verfahrensumfang (dt)		≥	60	0	0	0	0	0	86,43457	0	0	0			
Gewinn bzw. Vollkosten (€)	46059,93	≥	781,23	-13,26	-13,35	-16,68	-16,60	-9,50	-9,42	-25,92	-25,62	-28,12			
Getreidefläche (ha)	40	≥		0,0125	0,0125								Getreidefläche (ha)	0	40
Akh in Getreideernte (Akh)	10	≥		0,0975	0,0975								Akh in Getreideernte (Akh)	0	10
Akh Einstreuen je Jahr	84	≥		0,4	0,33	0,4	0,33	0,4	0,33	0,45	0,45	0,45	Akh je Tag	28,52340938	55,4765906
Einstreubedarf	0	≥	1,2	-0,208	-0,833	-0,208	-0,833	-0,208	-0,833	-0,833	-0,289	-0,833	Einstreubedarf	-2,954E-08	2,954E-08
Stallplätze	60	≥	1										Stallplätze	60	0

Abbildung 31: Lineare Optimierung ohne Strohlagerung

	Kapazitäten	Ungleichung	1 Milchkuh	1 dt Langstroh	1 dt Strohhacksel	Zukauf 1 dt Langstroh inkl. Lagerung	Zukauf 1 dt Langstroh+selbst hackseln inkl. Lagerung	Zukauf 1 dt Rapsstrohmehl	Zukauf 1 dt Sägemehl	Zukauf 1 dt Strohmehl		Ansprüche	Restkapazitäten	
Verfahrensumfang (dt)		≥	60	0	86,43457	0	0	0	0	0				
Gewinn bzw. Vollkosten (€)	45719,98	≥	781,23	-13,26	-13,35	-16,68	-16,60	-25,92	-25,62	-28,12				
Getreidefläche (ha)	40	≥		0,0125	0,0125							Getreidefläche (ha)	1,080432173	38,9195678
Akh in Getreideernte (Akh)	10	≥		0,0975	0,0975							Akh in Getreideernte (Akh)	8,427370952	1,57262905
Akh Einstreuen je Jahr	84	≥		0,4	0,33	0,4	0,33	0,45	0,45	0,45		Akh je Tag	28,52340938	55,4765906
Einstreubedarf	0	≥	1,2	-0,208	-0,833	-0,208	-0,833	-0,833	-0,289	-0,833		Einstreubedarf	-2,954E-08	2,954E-08
Stallplätze	60	≥	1									Stallplätze	60	0

Abbildung 32: Lineare Optimierung mit Strohlagerung

## 8 Diskussion

### 8.1 Diskussion Einstreuhygiene in Praxisbetrieben

Eine generelle, zufriedenstellende Eignung der verwendeten strohbasierten Einstreumaterialien hinsichtlich Gesamtkeimgehalt, im Projekt ermittelt anhand der Lagerproben, spiegelt die bekannte Situation auf anderen rinderhaltenden Betrieben wider (BARTH et al. 2011 S. 15). Holzbasierte Einstreu im Vergleich zu Stroh wird in der Literatur als mikrobiologisch geeigneter hinsichtlich der Gesamtkeimgehalte beschrieben (ZEHNER et al. 1985 S. 1932 – 1941). Diese Aussage konnte in der vorliegenden Untersuchung so nicht bestätigt werden. Ein erhöhtes Infektionsrisiko der Rinder mit Klebsiellen (ERICSSON UNNERSTAD et al. 2008 S. 90 – 97; PEINHOPF u. DEUTZ 2005 S. 420 – 425) wurde in der Auswertung ebenfalls nicht nachgewiesen.

Bezüglich des empfohlenen Gehalts an coliformen Keimen konnte kaum ein organisches Einstreumaterial diese Werte einhalten. Dieses Ergebnis deckt sich mit den Ergebnissen einer anderen, aktuellen Untersuchung (BARTH et al. 2011 S. 19). Der über den Empfehlungen von  $7 \times 10^8$  KbE/g Einstreu liegende Gesamtkeimgehalt der beprobten Liegeboxen ist vergleichbar mit den Werten anderer Untersuchungen (KANSWOHL u. SANFTLEBEN 2006 S. 25 – 27).

Auf den untersuchten Betrieben konnten hinsichtlich der Boxenpflege nur geringe Unterschiede festgestellt werden, daher ist im Rahmen der vorliegenden Daten keine Interpretation dieses möglichen Faktors im Bezug zur Eutergesundheit möglich. Wie eine breit angelegte Untersuchung auf ökologisch wirtschaftenden, rinderhaltenden Betrieben zeigte, ist dieser Einfluss, insbesondere Unterschiede im Einstreumanagement, jedoch marginal (BARTH et al. 2011 S. 17, 19).

Entgegen der Meinung vieler Praktiker (NEUMANN 2002 S. R26 – R29) sind Hochboxen aufgrund ihrer durchschnittlich niedrigeren Keimgehalte zumindest hinsichtlich der hygienischen Anforderungen besser geeignet als Tiefboxen (KANSWOHL u. SANFTLEBEN 2006 S. 24 – 25). Dies ist eine der Hauptaussagen der vorliegenden Analyse im Projekt „Liegeboxenhygiene“.

Der Einsatz von Kalk in der Einstreu erwies sich nicht als in dem Maße hilfreich zur Reduktion der Bakterienghalte, wie in der Literatur beschrieben (KRISTULA et al. 2007 S. 1885 – 1892; HOGAN u. SMITH 1996 S. 1600 – 1605), zeigte jedoch einen leichten Einfluss.

In der Auswertung der Analyseergebnisse aller Betriebe zeigte sich eine schlechtere Eutergesundheit der Herde bei höheren Gesamtkeimzahlen in der Einstreu. Der in der Literatur beschriebene generelle Einfluss der Liegeboxenhygiene auf die Eutergesundheit wurde also auch in dieser Untersuchung bestätigt (HAMANN u. KRÖMKER 1999).

Das festgestellte Erregerspektrum auf den Betrieben im Projekt „Liegeboxenhygiene“ unterscheidet sich deutlich von der Erregerverteilung bei klinisch apparenten Mastitiden. So wurde durch ERICSSON UNNERSTAD et al. der Anteil der nachgewiesenen Mastitiserreger bei klinischen Mastitiden untersucht. Der Anteil der euterassoziierten Mastitiserreger am gesamten Erregerspektrum beträgt in deren Untersuchung 36,0 %. In der vorliegenden Analyse liegt der Anteil der euterassoziierten Mastitiserreger jedoch bei lediglich 14,2 %. Der Unterschied zwischen den beiden Ergebnissen besteht darin, dass im Projekt „Liegeboxenhygiene“ nicht ausschließlich klinisch euterkrankte Rinder beprobt wurden, sondern die Orientierung für die Tierauswahl an der Zellzahl lag. Damit wurden alle Formen einer Mastitis erfasst, zusätzlich zu akut auffälligen Tieren also auch ein höherer Anteil chronisch und latent infizierter Tiere, bei denen literaturgemäß mehr Koagulase-negative Staphylokokken und Umwelt-Streptokokken, also umweltassoziierte Bakterien, als Mastitiserreger zu erwarten waren (WOLTER et al. 2003 S. 19 – 20; KRÖMKER 2007 S. 58 – 60).

Die ermittelten Ergebnisse hinsichtlich des Erregerspektrums können aber auch mit der prognostizierten Verschiebung des Keimspektrums von euterassoziierten Erregern als Hauptanteil der Mastitisverursacher hin zu eher als umweltassoziierte Erreger, wie beispielsweise KNS, zu erklären sein (KRÖMKER 2007 S. 56). Die festgestellte Erregerverteilung auf umwelt- und euterassoziierte Bakterien deckt sich in etwa mit den Ergebnissen aus einer Untersuchung ökologischer Milchviehbetriebe (BARTH et al. 2011 S. 22) sowie mit den detektierten Erregerverteilungen von



Gesamtbetriebsuntersuchungen in Niedersachsen mit einer deutlich höheren Stichprobenanzahl (KRÖMKER 2007 S. 56).

Eine der wichtigsten, ermittelten Aussage dieser Untersuchung war der hohe negative Einfluss eines unsauberen Umfelds der Kuh auf den Zellgehalt und damit die Eutergesundheit. Dieser Zusammenhang findet sich auch in anderen Untersuchungen (DE VRIES et al. 2012 S. 5730 – 5739; BEY et al. 2002).

Die Feststellung, dass Infektionen mit umweltassoziierten Erregern häufig bei abwehrschwachen Kühen auftreten (KRÖMKER 2007 S. 58 – 59), lässt die Vermutung aufkommen, dass diese Infektionen relativ einfach vermeidbar sind durch die Erstellung eines tierangepassten Haltungsumfelds und einer angepassten Versorgung mit Nährstoffen (ARNOLD 2013 S. 76 – 77; HEIL et al. 2005 S. 7; WENDT et al. 1998 S. 53 – 57, 60 – 63).

Auch die richtige Einstellung der Melktechnik und ein angemessenes Melkmanagement, also ein durchdachtes Vorgehen beim Melken hinsichtlich der Vermeidung der Erregerübertragung und Gewebeschonung sind Voraussetzungen für eine gute Eutergesundheit (DEUTZ u. OBRITZHAUSER 2003 S. 102 – 114, HAMANN 1989 S. 190 - 194). Zur Durchführung geeigneter Maßnahmen zur Verbesserung des Melkmanagements liegen bereits genügend Forschungsarbeiten und Berichte vor (DE KRUIF et al. 2014 S. 96; HÖMBERG 2013; NEIJENHUIS et al. in WINTER 2009, S. 124 – 155; HAMANN 1989; DEUTZ u. OBRITZHAUSER 2003 S. 99 – 114; SPOHR u. LOTTHAMMER in WENDT et al. 1998 S. 183 – 226; WENDT 1998 S. 256; u. v. a.).

Zu den Bestandteilen des Melkmanagements ist auch das Nachmelkmanagement zu rechnen. Während des Melkens werden die physikalischen Barrieren des Strichkanals als Abwehrmechanismen gegenüber Mastitiserregern größtenteils wirkungslos gemacht (BURVENICH et al. in WINTER 2009 S. 11 – 14), der Zitzenkanal benötigt einige Zeit, um diese wieder aufzubauen (DEUTZ u. OBRITZHAUSER 2003 S. 113). Um ein Eindringen von unerwünschten Bakterien in dieser Zeit zu vermeiden, haben sich sogenannte Zitzendippmittel bewährt (GALTON 2003 S. 225 – 231; HOGAN et al. 1986 S. 873 – 879).

## 8.2 Diskussion Miscanthus-Tauglichkeit als Einstreusubstrat

Die Untersuchungen der gehäckselten und trocken gelagerten Miscanthus-Proben, wiesen einen vergleichsweise niedrigen Gehalt der Gesamtkeimzahl und coliformer Keime auf. Dies bestätigt auch BEY et al. 2002 für den Gehalt an coliformen Keimen, welche in frischer organischer Einstreu zumeist nicht oder nur einen geringen Besatz vorkommen. Auch die Erkenntnis von BEY et al. 2002 sowie HOGAN et al. 1989, dass fein gemahlene organische Einstreu ein erhöhtes Bakterienwachstum aufweist, hingegen einer Einstreu mit großer Partikelgröße, kann bei Anblick der Werte der gemahlene Lagerprobe gegenüber der gehäckselten, bestätigt werden. Den Risikogrenzwert für eine Infektion mit coliformen Keimen nach KRÖMKER et al. 2002 von 104 KbE/g Einstreu, wird lediglich von der zweiten trockenen und gehäckselten Miscanthus-Probe eingehalten. Dem Risikogrenzwert von 106 KbE/g Einstreu nach BEY et al. 2002 können die erste gehäckselte und trocken gelagerte, als auch die gemahlene Probe nachkommen. Dennoch besteht im Hinblick auf das offen gehaltene Lager die Möglichkeit eines vermehrten Eintrages an Feuchtigkeit sowie einer erhöhten Kontamination mit umweltassoziierten Mastitiserregern, wonach die beprobte Einstreu nicht unbedingt sichtbar aber dennoch kontaminiert worden sein könnte.

Die Gesamtkeimzahl in der Einstreu zeigt einen leicht abfallenden Trend, dies korreliert zudem mit verhältnismäßig niedrigen Keimgehalten. Im Gegensatz zu den Probenergebnissen der Stroh-Mist-Einstreu, sind die ermittelten Werte der Miscanthus-Einstreu deutlich geringer. Dies könnte nach BEY et al. 2007 auf ein geringes Nahrungs- und somit auch ein vermindertes Wachstum für die Mastitiserreger in der Miscanthus-Einstreu hinweisen. Da die Entnahme der Stroh-Mist-Einstreu lediglich einmalig durchgeführt wurde, ist der Wert jedoch eher als ein Anhaltspunkt einzuordnen.

Ebenso sinkt der Gehalt der coliformen Keime in der Miscanthuseinstreu.. Vor allem aber geben die untersuchten Werte des TM-Gehalt des gehäckselten Miscanthus von 86,72% den Erregern nach BEY et al. 2002 ein kontinuierlich geringes Vermehrungspotential, was einen sinkenden Trend erklären könnte. Allgemein ist aber auch zu beachten, dass die Boxen vor der Beprobung etwa drei bis fünf Stunden vorher mit frischer Einstreu nachgestreut wurden, wodurch zu vermuten ist,

dass der maximale Keimgehalt nach KÖGLER 2005 in der frischen und trocken erscheinenden Einstreu vermutlich noch nicht erreicht wurde. Gegenüber den Untersuchungsergebnissen von Stroh-Mist als Einstreu, sind keine eindeutigen Tendenzen zu erkennen. Im Vergleich zu Sand als Einstreumaterial mit einem Höchstgehalt an Coliformen Keimen nach ZDANOWICZ et al. 2004 von 106-107 KbE/g Einstreu, sind die ermittelten Werte des Miscanthus deutlich höher.

Die Trockenmasse von Miscanthus spiegelt hygienisch sehr gute Werte wieder. Mit einem TM-Gehalt von > 90 % der gemahlene Einstreu, können die Angaben von PUDE 2005 und LFL 2006 bestätigt werden, in denen diese Einstreu in Pferdeboxen eine sehr gute Saugfähigkeit und dadurch stets trocken Hufsohlen der Tiere verzeichnet werden konnten. Nach BEY et al. 2002 wird durch die geringe Feuchtigkeit in der Einstreu, den Mikroorganismen somit auch Nahrungsgrundlage entzogen. Dies würde zunächst auch die niedrigeren Zellgehalte infolge einer geringeren Inzidenz bestätigen.

## 9 Fazit / Empfehlungen aus dem Forschungsprojekt

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass die umweltassoziierten Erreger eine deutlich größere Bedeutung als Mastitiserreger erlangt haben als die klassischen Mastitiserreger. Daher sollten rinderhaltende, landwirtschaftliche Betriebe im Sinne der Verbesserung und Optimierung der Eutergesundheit ihrer Herde großen Wert auf eine Vermeidung von Infektionen mit diesen Bakterien legen. Die Kenntnisse über die möglichen Infektionswege bzw. das Verständnis diese Erregerkette durch Wahl der Einstreu, deren Qualität und der keimreduzierende Umgang sind prinzipiell in den Betrieben vorhanden, wenn auch auf einem ausbaufähigen Stand, und zeigen somit den Forschungs- und nachfolgenden Beratungsbedarf für Betriebe außerhalb der beteiligten Projektbetriebe.

Zielführenderweise sollte der Gesamtkeimgehalt der Liegeboxenoberfläche so niedrig wie möglich gehalten werden. Dazu bieten sich die folgenden Maßnahmen als wirkungsvoll an:

1. Eintrag von Keimen vermeiden: Die Sauberkeit des Umfelds ist der wichtigste und wirksamste Punkt zur Prävention von Mastitiden. Alle von Tieren belauenen Flächen sollten so sauber und trocken wie möglich gehalten werden. Ein zusätzlicher Fäkalieneintrag in die Liegebox durch falsch eingestellte Boxenmaße kann durch die richtige Einstellung des Nackenriegels schnell und kostengünstig unterbunden werden, ohne dass sofort bauliche Maßnahmen notwendig werden.
2. Einstreu mit guter hygienischer Qualität verwenden: Ein keimarmes Ausgangsmaterial ist von Beginn an weniger mit Mikroorganismen belastet.
3. Hochboxen als Liegeboxen einsetzen: Die Gesamtkeimgehalte in Tiefboxen sind nach der vorliegenden Auswertung höher als in gut gepflegten Hochboxen. Da bei bestehender Stalleinrichtung mit Tiefboxen ein Umbau nicht zweckmäßig ist, könnte sich schon die regelmäßige, vollständige Entleerung der Tiefbox, zusammen mit einer entsprechenden Reinigung, positiv auswirken.
4. Verwendung von Zusatzmitteln: Mittel zur Veränderung des pH-Wertes der Einstreu können nur eine leichte und kurzfristige Verbesserung des

Keimgehaltes der Liegeboxen bringen und dienen somit nicht als möglicher Ausweg zur Reduktion von z.B. erhöhten Zellzahlen in Milchviehherden.

Die festgestellten Zusammenhänge zwischen Einstreukeimgehalt, Einstreumanagement und Eutergesundheit der Herde sowie dem ermittelten Erregerpektrum und damit der Wichtigkeit der Erregergruppen konnten anhand der Ergebnisse anderer Untersuchungen bestätigt werden. Daher kann davon gegangen werden, dass sich die dargestellten Einflüsse auf die Eutergesundheit eignen, um generelle Empfehlungen in Form eines Hygieneleitfadens zu formulieren und eine Übertragbarkeit dieser Empfehlungen auf Betriebe außerhalb des Projektes besteht.

Unter der Berücksichtigung arbeitswirtschaftlicher und monetärer Gesichtspunkte stellen Einstreuverfahren auf Basis von gehäckseltem Stroh die günstigste Variante dar. Zwar erfordert dieses Verfahren zusätzlich Arbeits- und Maschinenkapazitäten für das Häckseln des Ausgangsmaterials, jedoch ist der mengenmäßige Materialverbrauch je Liegebox gegenüber Langstroh- und Mehilverfahren deutlich geringer. Der Verzicht auf die eigene Lagerung des Strohs bei einem bedarfsorientierten Zukauf ist in diesem Zusammenhang eine günstige Alternative.

Miscanthus als eine Alternative zu bisherigen Einstreumaterialien zeigte eine sehr gute Eignung als Einstreu in Tiefboxen. Die Tiere haben diese Einstreu von Anfang an sehr gut angenommen. Die mikrobiologischen Untersuchungen zeigten, dass die Keimgehalte in der Miscanthuseinstreu über den gesamten Betrachtungszeitraum z.T. weit unter dem Niveau einer vergleichbaren Stroh-Mistmatratze lagen. Zudem zeigte während der dreimonatigen Versuchsphase im Hochsommer kein Tier einen Fall von klinischer Mastitis. Selbst die subklinischen Fälle gingen leicht zurück. Dies ist ungewöhnlich im Hochsommer und weist Miscanthus als eine überlegenswerte Alternative zur klassischen Stroh-Mist-Matratze aus. Die Kosten für diese Einstreualternative liegen momentan deutlich über denen der klassischen Stroh-Mist-Matratze. Allerdings bedürfen Tiefboxen, die mit Miscanthus eingestreut sind, einer regelmäßigen und intensiven Pflege der Liegefläche, da sich die Tiere durch die fehlende Matratzenbildung am Untergrund verletzen können.

In den Hochboxen ist Miscanthus nicht zu empfehlen. Die Tiere, meist rangniedrige, legten sich ungerne in die Hochboxen und lagen auffällig kürzer in diesen Boxen. Zudem zeigten sich gegen Ende der Versuchsphase erste Anzeichen einer reversiblen Gelenksaufschürfung, die durch die Einstreu bedingt schien. Die bisherigen Ergebnisse zur Untersuchung der Miscanthustauglichkeit müssen noch durch Praxisversuche bestätigt werden.

Die Ergebnisse dieses Forschungsprojektes werden in Form von Publikation, Lehrinhalten und Fortbildungen in die landwirtschaftliche Praxis überführt.

Die Analyse des Status-Quo in der Anwendung von Hygienemaßnahmen, eine detaillierte Übersicht zu bereits umgesetzten Maßnahmen, deren Akzeptanz und der Abbau von Umsetzungshemmnissen bei Praxisimplementierung neuer Hygienestandards sind Inhalt eines weiteren Forschungsprojektes („Tierhygiene in der NRW-Rinderhaltung – Status-Quo der Hygienesituation und des Hygienebewußtseins – Anreizsysteme zur Hygieneverbesserung schaffen“ finanziert durch die Tierseuchenkasse NRW unter Beteiligung des MKULNV, Laufzeit vom 01.01.2015 bis 31.12.2017).

## 10 Zusammenfassung

Eine Euterentzündung oder Mastitis ist nicht nur ein schmerzhafter Prozess für die Kuh, sondern hat auch für den Milchviehhalter weitreichende wirtschaftliche Konsequenzen. Aus der Erkrankung ergeben sich zudem eine länger andauernde Leistungsbeeinträchtigung des Tieres und eine zeitgleich durchzuführende Behandlung u.U. mittels Antibiotika. Dieser Punkt wird in der öffentlichen Diskussion zunehmend kritischer gesehen, da einerseits eine angemessene Therapie aus tierschutzrechtlichen Gründen unumgänglich ist, andererseits sind die Belange des Verbraucherschutzes hinsichtlich der Minimierung des Auftretens von Resistenzen gegenüber antibiotischen Wirkstoffen zu berücksichtigen.

Vor dem Hintergrund der genannten und weiteren Nachteile ist die Minimierung der mastitisfördernden Faktoren von hoher Priorität für die Landwirtschaft.

Den möglichen Schäden durch eine Mastitis steht gegenüber, dass deren Therapie schwieriger geworden, da sich das Erregerspektrum als ein zentraler Faktor verändert hat und die Therapie mittels Antibiotika oft nicht in der vollständigen Heilung der behandelten Tiere resultiert. Früher waren es die sogenannten kuhassoziierten Mastitiserreger, die hauptsächlich als Erreger einer Euterentzündung nachgewiesen wurden. Mittlerweile stammen diese Erreger aus der Umwelt der Tiere, wie z.B. der Einstreu und bedürfen somit einer anderen Wahl der Therapie und vor allem Prophylaxe in der landwirtschaftlichen Praxis.

In diesem Forschungsprojekt sollte daher der praxisübliche Umgang mit der jeweiligen Einstreu und die keimreduzierenden Maßnahmen näher erfasst und deren Auswirkungen auf die Eutergesundheit und die Wirtschaftlichkeit in Beziehung gesetzt werden.

Die Ergebnisse der intensiven Untersuchungen in den Praxisbetrieben zeigten die zuvor aus der Literatur beschriebene Verschiebung von kuh- zu umweltassoziierten Erregern. Die empfohlenen Keimhöchstmengen in der Einstreu wurden dabei in fast allen beteiligten Praxisbetrieben überschritten – dies Ergebnis zeigte sich auch bei Anwendung der empfohlenen Pflegeintervalle der Liegeboxen. Eine Ursache liegt in der recht hohen Keimverschleppung aus den Laufwegen in den Liegebereich, v.a. in

den hinteren Bereich, in dem die Euter zum Liegen kommen. Die Erhöhung der Reinigungsintensität und –qualität verbunden mit einer qualitativ guten Einstreu zeigte eine massive Reduktion des Keimdruckes in den Liegeboxen und nachfolgend eine Reduktion der Zellzahlhöhen in der gesamten Herde. Eine Reduktion der Keimgehalte in den Boxen bzw. der Zellzahlen in der Tiergruppe durch die Anwendung von kohlen-sauren Kalk erfolgte nicht. Eine Erhebung außerhalb der Projektgruppe zeigte auch keine Korrelation zwischen Betrieben mit und ohne Kalkeinsatz und der Zellzahlhöhe (n=126 Betriebe).

Die Untersuchungen in den Projektbetrieben zeigten hingegen auch, dass im Bereich der Melkhygiene in einigen Betrieben Defizite bestehen, die sich auch bei Befragungen außerhalb der teilnehmenden Betriebe darstellen ließen.

Die Betrachtung der arbeitswirtschaftlichen und monetären Gesichtspunkte zeigte, dass Einstreuverfahren auf Basis von gehäckseltem Stroh die günstigste Variante darstellen. Dieses Verfahren erfordert zusätzlich Arbeits- und Maschinenkapazitäten für das Häckseln des Ausgangsmaterials, jedoch ist der mengenmäßige Materialverbrauch je Liegebox gegenüber Langstroh- und Mehilverfahren deutlich geringer. Der Verzicht auf die eigene Lagerung des Strohs bei einem bedarfsorientierten Zukauf erweist sich in diesem Zusammenhang als eine günstige Alternative.

Zielführend für die Verbesserung der auf milchgebende Tiere einwirkende Keimdruck erscheint eine intensivere Beratung und Anpassung der Ausbildung hinsichtlich Verständnisses für Infektionsketten in Praxisbetrieben. Die gezeigten Effekten der praxistauglichen Maßnahmen zur Keim- und Zellzahlreduktionen sollten so gezielter Eingang in die landwirtschaftliche Praxis erhalten. Zudem sollten zukünftige Forschungen die Reduktion von Umsetzungshemmnissen in landwirtschaftlichen Betrieben in den Fokus rücken, um so den Beratungserfolg zu erhöhen.



## 11 Literatur

- ARNOLD, O. (2013): Euterstress aus dem Silo, UFA Revue, 12/2013, S. 76 - 77
- BARTH, K., KRÖMKER, V., AULRICH, K. (2011): Schlussbericht zum Projekt: Einstreumaterialien und –management – ihre Bedeutung für die Entwicklung von Mastitiserregern und das Infektionsgeschehen in der Ökologischen Milchviehhaltung, BÖLN (Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft)
- BEY, R. F., RENEAU, J. K., FARNSWORTH, R. J. (2002): The Role of Bedding Management in Udder Health, National Mastitis Council, Orlando, 03. – 06.02.2002
- BLOBEL, H., SCHLIEßER, T. (1979): Handbuch der bakteriellen Infektionen bei Tieren Band 1, Blobel, H., Schliesser, T. (Herausgeber), Gustav Fischer Verlag, Jena
- SCHLIEßER, T., BÖGEL, K. : Infektion und Infektionskrankheit, S. 19 - 20
- CARL ROTH GMBH & CO. KG (2011): Produkt-Datenblatt Mannit-Kochsalz-Agar, [http://www.carlroth.de/media/\\_de-de/usage/CL81.pdf](http://www.carlroth.de/media/_de-de/usage/CL81.pdf), PDF-Datei (Abrufdatum: 24.08.2014)
- DE KRUIF, A., MANSFELD, R., HOEDEMAKER, M. (2014): Eutergesundheit und Milchqualität, Tierärztliche Bestandsbetreuung beim Milchrind, de Kruif, A., Mansfeld, R., Hoedemaker, M. (Herausgeber), Enke Verlag in MVS Medizinverlage Stuttgart GmbH & Co. KG, Stuttgart
- DE VRIES, T. J., AARNOUDSE, M. G., BARKEMA, H. W., LESLIE, K. E., VON KEYSERLINGK, M. A. G. (2012): Associations of dairy cow behavior, barn hygiene, cow hygiene and risk of elevated somatic cell count, Journal of Dairy Science Vol. 95 (10/2012), S. 5730 - 5739
- DEUTZ, A., OBRITZHAUSER, W. (2003): Eutergesundheit und Milchqualität, Leopold Stocker Verlag, Graz

- DICSA (DISTRIBUCIONES INDUSTRIALES Y CIENTIFICAS S. L.) (2008): Rapid Enterobacteriaceae Escherichia Coli Coliform Agar [http://www.dicsa.es/upload/archivos/Folleto\\_Rebecca.pdf](http://www.dicsa.es/upload/archivos/Folleto_Rebecca.pdf), PDF-Datei (Abrufdatum: 24.08.2014)
- ERICSSON UNNERSTAD, H. , LINDBERG, A., PERSSON WALLER, K., EKMAN, T., ARTURSSON, K., NILSSON-ÖST, M., BENGTTSSON, B. (2008): Microbial aetiology of acute clinical mastitis and agent-specific risk factors, *Veterinary Microbiology* 137 (1/2009), S. 90 – 97
- FREGONESI, J. A., LEAVER, J. D. (2001): Behaviour, performance and health indicators of welfare for dairy cows housed in strawyard or cubicle systems, *Livestock Production Science*, March 2001, S. 205 – 216
- FÜBBEKER, A., KOWALEWSKY, H.-H. (2005): Auswirkungen auf die Tiergesundheit, Praxiserfahrung mit automatischen Melksystemen, KTBL e. V., Darmstadt
- GALTON, D. M. (2003): Effects of an Automatic Postmilking Teat Dipping System on New Intramammary Infections and Iodine in Milk, *Journal of Dairy Science* Vol. 87 (01/2004), S. 225 – 231
- GODDEN, S., BEY, R., LORCH, K., FARNSWORTH, R., RAPNICKI, P. (2007): Ability of Organic and Inorganic Bedding Materials to Promote Growth of Environmental Bacteria, *Journal of Dairy Science* Vol. 91 (01/2008), S. 151 – 159
- HAMANN, J., FEHLINGS, K. (2002): Leitlinien zur Bekämpfung der Mastitis des Rindes als Bestandsproblem, Sachverständigenausschuss „Subklinische Mastitis“ der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e. V. (DVG), Verlag der Deutschen Veterinär-medizinischen Gesellschaft e. V., Gießen
- HAMANN, J., KRÖMKER, V. (1999): Haltungsbedingungen und Milchmengenleistung als mastitisprädisponierende Faktoren, Arbeitskreis „Eutergesundheit“ der DVG, Hannover, 27. – 28.05.1999
- HAMANN, J. (1989): Maschineller Milchentzug und Mastitis, Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart

- HEIL, F., KLOCKE, P., NOTZ, C., SPRANGER, J., STÖGER, E., WALKENHORST, M., STRIEZEL, A. (2005): Eutergesundheit im Milchviehbetrieb – ein Managementleitfaden, Bioland Beratung GmbH, KÖN, FiBL, FiBL Deutschland e. V. (Herausgeber), Verlag Die Werkstatt GmbH, Göttingen
- HIMKEN, M., LAMMEL, J., NEUKIRCHEN, U., CZYPIONKA-KRAUSE, U., OLFS, H.W. (1997): Cultivation of *Micanthus* under West European conditions: Sea-sonal changes in dry matter production, nutrient uptake and remobiliza-tion. *Plant and soil*; 189; 1; S. 117-126
- HODKINSON, T. R., RENVOLZE, S. (2001): Nomenclature of *Miscanthus x gi-ganteus* (Poaceae). *Kew bulletin: an international journal for taxonomy and systematics of plants and fungi*, S. 759-760.
- HOGAN, J. S., WOLF, S. L., PETERSSON-WOLFE, C. S. (2006): Bacterial Counts in Organic Materials Used as Free-Stall Bedding Following Treatment with a Commercial Conditioner, *Journal of Dairy Science* Vol. 90 (02/2007), S. 1058 – 1062
- HOGAN, J. S., SMITH, K. L., HOBLET, K. H., TODHUNTER, D. A., SCHOENBERGER, P. S., HUESTON, W. D., PRITCHARD, D. E., BOWMAN, G. L., HEIDER, L. E., BROCKETT, B. L., CONRAD, H. R. (1988): Bacterial Counts in Bedding Materials Used on Nine Commercial Dairies, *Journal of Dairy Science* Vol. 72 (01/1989), S. 250 – 258
- HOGAN, J. S., SMITH, K. L. (1996): Bacteria Counts in Sawdust Bedding, *Journal of Dairy Science* Vol. 80 (08/1997), S. 1600 – 1605
- HOGAN, J. S., WHITE, D. G., PANKEY, J. W. (1986): Effects of Teat Dipping on Intramammary Infections by Staphylococci other than *Staphylococcus aureus*, *Journal of Dairy Science* Vol. 70 (04/1987), S. 873 – 879
- HÖMBERG, D. (2013): Melken – Wie viel Restmilch darf im Euter bleiben?, *Milchpraxis* 51. Jg. (04/2013), S. 12 – 16
- HÖMBERG, D. (2012): Mastitis: den Ursachen auf der Spur, *milchrind* 4/2012, S. 12 - 17

- HUTH, F.-W. (1995):, Die Laktation des Rindes: Analyse, Einfluss, Korrektur, Eugen Ulmer GmbH & Co. KG, Stuttgart
- JUNGBLUTH, T., BÜSCHER, W., KRAUSE, M., WANDEL, H. (2005): Haltungsverfahren für Milchvieh – Liegeboxenlaufstall, Technik Tierhaltung, Jungbluth, T., Büscher, W., Krause, M. (Herausgeber), Eugen Ulmer GmbH & Co. KG, Stuttgart
- JUNGBLUTH, T., WANDEL, H. (2004): Was zeichnet eine Tiergerechte Liegebox aus?, Nutztierpraxis aktuell, 10/2004, S. 45 – 47
- KANSWOHL, N., SANFTLEBEN, P. (2006): Forschungsbericht "Analyse und Bewertung von Hoch- und Tiefboxen für Milchrinder aus arbeitswirtschaftlicher, ethologischer, hygienischer und ökonomischer Sicht", Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Institut für Tierproduktion
- KRISTULA, M. A., DOU, Z., TOTH, J. D., SMITH, B. I., HARVEY, N., SABO, M. (2007): Evaluation of Free-Stall Mattress Bedding Treatments to Reduce Mastitis Bacterial Growth, Journal of Dairy Science Vol. 91 (05/2008), S. 1885 – 1892
- KRISTULA, M. A., ROGERS, W., HOGAN, J. S., SABO, M. (2005): Comparison of Bacteria Populations in Clean and Recycled Sand used for Bedding in Dairy Facilities, Journal of Dairy Science Vol. 88 (12/2005), S. 4317 – 4325
- KRÖMKER, V., PADUCH, J.-H., BORMANN, A., FRIEDRICH, J., ZINKE, C. (2010): Nachweisverfahren zur Beurteilung der Keimbelastung in Einstreumaterialien und des daraus resultierenden Mastitisrisikos, Tierärztliche Praxis Großtiere 38 (02/2010), S. 73 – 78
- KRÖMKER, V. (2010): Gesunde Euter – Gesunde Milch, S. 5 [http://www.msdtiergesundheit.de/binaries/2010\\_05\\_Gesunde\\_Euter\\_gesunde\\_Milch40SeiterA4\\_tcm82-58388.pdf](http://www.msdtiergesundheit.de/binaries/2010_05_Gesunde_Euter_gesunde_Milch40SeiterA4_tcm82-58388.pdf), PDF-Datei (Abrufdatum: 11.09.2014)
- KRÖMKER, V. (2007): Kurzes Lehrbuch Milchkunde und Milchhygiene, Krömker, V. (Herausgeber), Parey in MVS Medizinverlage Stuttgart GmbH & Co. KG, Stuttgart

- KRÖMKER, V.: Euterkrankheiten, S. 47 – 48, 56 – 59, 60, Qualitätssicherung in Milcherzeugerbetrieben, S. 75
- BRUCKMAIER, R. M.: Laktationsphysiologie, S. 8 – 12, 15 – 17
- KRÖMKER, V., GRABOWSKI, N. T. (2002): Risk factor analysis for mastitis caused by environmental pathogens in the environment of dairy herds, Henner Scholz (Veranstalter), Hannover, 18. – 23.08.2002
- KRABISCH, P., GANGL, A., WITTKOWSKI, G., FEHLINGS, K. (1999): Prävalenz der Antibiotika-Resistenz in Milchviehherden bei Infektionserregern mit humanmedizinischer Bedeutung, Chemotherapie Journal, Band 8, Heft 6, S. 210 - 218
- KURZHALS, P., KLIMA, H., MANZ, D. (1985): Beziehungen zwischen Zellzahl, Zellbild und bakteriologischen Befunden bei der subklinischen Mastitis des Rindes, Milchwissenschaft 40 (01/1985), S. 6 – 9
- LEWANDOWSKI, I., CLIFTON-BROWN, J. C., SCURLOCK, J. M. O., HUISMAN, W. (2000): Miscanthus: European Experience with a novel energy crop. Bio-Mass and Bioenergy. JBB, S. 209-227.
- LOEFFLER, K., GÄBEL, G. (2008): Milchdrüse, Anatomie und Physiologie der Haustiere, Eugen Ulmer KG, Stuttgart
- MAGNUSSON, M., HERLIN, A. H., VENTORP, M. (2007): Short Communication: Effect of Alley Floor Cleanliness on Free-Stall and Udder Hygiene, Journal of Dairy Science Vol. 91 (10/2008), S. 3927 – 3930
- MANAFI, M. (2002): Enterobakterien, Coliforme und Escherichia coli - Indikator- und Index-Keime: (K)ein zeitgemäßes Konzept? <http://www.univie.ac.at/hygiene-aktuell/coliformenvortrag.pdf>, PDF-Datei (Abrufdatum: 14.09.2014)
- MUNRO, G. L., GRIEVE, P. A., KITCHEN, B. J. (1984): Effects of mastitis on milk yield, milk composition, processing properties and yield and quality of milk products, Austr. Journal Dairy Technol. March, S. 7 - 16

- NEUMANN, H. (2002): Erst Tiefboxen haben die Probleme gelöst, top agrar 10/2002, S. R26 – R 29
- OBRITZHAUSER, W. (2009): Mastitiserreger – Differenzierung leicht gemacht, Anregungen zur Durchführung der bakteriologischen Milchuntersuchung und zur Erstellung von Antibiotogrammen, Agrar- und Veterinärakademie e. G., Göttingen, 19. – 22.03.2009
- PADUCH, J.-H., KRÖMKER, V. (2010): Besiedlung von Zitzenhaut und Zitzenkanal laktierender Milchrinder durch euterpathogene Mikroorganismen, Tierärztliche Praxis Großtiere 39 (02/2011), S. 71 – 76
- PARKER, K. I., COMPTON, C. W. R., ANNISS, F. M., HEUER, C., MCDUGALL, S. (2007): Quarter-Level Analysis of Subclinical and Clinical Mastitis in Primiparous Heifers Following the Use of a Teat Sealant or an Injectable Antibiotic, or Both, Precalving, Journal of Dairy Science Vol. 91 (01/2008), S. 169 – 181
- PEINHOPF, W., DEUTZ, A. (2005): Gehäuftes Auftreten von Akutmastitiden durch Klebsiella ssp. in einer Milchviehherde mit Sägemehl-Einstreu, Praktischer Tierarzt 86 (06/2005), S. 420 – 425
- PUDE, R. (2005): Die low-Input Pflanze Miscanthus mit speziellen Eigenschaften für die stoffliche und energetische Nutzung. [http://bioenergie.fnr.de/fileadmin/bioenergie-beratung/sachsen/dateien/Vortraege/Leipzig\\_Pude\\_\\_4.10.pdf](http://bioenergie.fnr.de/fileadmin/bioenergie-beratung/sachsen/dateien/Vortraege/Leipzig_Pude__4.10.pdf) Abrufdatum: 01.11.2013
- RIMBACH, G., MÖHRING, J., ERBERSDOBLER, H. F. (2010): Milch, Lebensmittel-Warenkunde für Einsteiger, Springer Verlag Berlin Heidelberg, Heidelberg
- SAGKOB, S., BERNHARDT, H., PACHE, S., WOLTER, W., RUDOVSKY, H.-J. (2009): Schonender Melken durch Vakuum-Entlastung? top agrar 3/2009, S. R26 – R28
- SCHÖN, H. (2000): Automatische Melksysteme, Schön, H. (Herausgeber), KTBL e. V., Darmstadt,

- PETERMANN, M., WOLTER, W., KLOPPERT, B., SEUFERT, H.S.: Aspekte der Eutergesundheit beim automatischen Melken
- SCHREINER, D. A., RUEGG, P. L. (2003): Relationship Between Udder and Leg Hygiene Scores and Subclinical Mastitis, *Journal of Dairy Science* Vol. 86 (11/2003), S. 3460 – 3465
- SCHUKKEN, Y. H., WILSON, D. J., WELCOME, F., GARRISON-TIKOFSKY, L., GONZALEZ, R. N. (2003): Monitoring udder health and milk quality using somatic cell counts, *Veterinary Research* 34 (2003), S. 579 – 596
- SELBITZ, H.-J., TRUYEN, U., VALENTIN-WEIGAND, P. (2011): Tiermedizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre, Selbitz, H.-J., Truyen, U., Valentin-Weigand, P. (Herausgeber), Enke Verlag in Medizinverlage Stuttgart GmbH & Co. KG, Stuttgart
- ALBER, G.: Grundlagen der Infektionsimmunologie, S. 23 – 25
- BAUERFEIND, R.: Gramnegative aerobe/mikroaerophile Stäbchen und Kokken, S. 156 – 158
- WIELER, L. H., EWERS, C., SELBITZ, H.-J.: Gramnegative fakultativ anaerobe Stäbchenbakterien, S. 186 – 187, 195 – 198, 214, 234 – 236
- AMTSBERG, G., VERSPOHL, J.: Gramnegative anaerobe Stäbchenbakterien, S. 250 – 252
- VALENTIN-WEIGAND, P.: Grampositive Kokken, S. 256 – 258, 261 – 263, 265, 269, 270, 299 – 301, 303 – 304
- SELBITZ, H.-J.: Grampositive, regelmäßige sporenlöse Stäbchenbakterien, S. 296, 271, 274 – 275, 280, 291
- THERMO FISHER SCIENTIFIC INC. (2014): Columbia Blood Agar with Sheep Blood Medium <https://www.thermoscientific.com/content/tfs/en/product/columbia-blood-agar-sheep-blood-medium.html> (24.08.2014)

- TUCKER, C. B., WEARY, D. M. (2003): Bedding on Geotextile Mattresses: How Much is Needed to Improve Cow Comfort?, *Journal of Dairy Science*, Vol. 87 (09/2004), S. 2889 – 2895
- WARD, W. R., HUGHES, J. W., FAULL, W. B., CRIPPS, P. J., SUTHERLAND, J. P., SUTHERST, J. E. (2002): Observational study of temperature, moisture, pH and bacteria in straw bedding, and faecal consistency, cleanliness and mastitis in cows in four dairy herds, *The Veterinary Record*, August 17, 2002, S. 199 – 206
- WEGNER, T. N., SCHUH, J. D., NELSON, F. E., STOTT, G. H. (1974): Effect of Stress on Blood Leucocyte and Milk Somatic Cell Counts in Dairy Cows, *Journal of Dairy Science* Vol. 59 (05/1974), S. 949 – 956
- WENDT, K., LOTTHAMMER, K.-H., FEHLINGS, K., SPOHR, M. (1998): *Handbuch Mastitis*, Kamlage Verlag GmbH & Co., Osnabrück
- LOTTHAMMER, K.-H.: Bedeutung der Eutergesundheit, S. 21 – 26, Einfluss der Fütterung (Ernährungsfaktoren) auf Zellgehalt und Mastitis, S. 168 – 182
- WENDT, K.: Anatomie und Physiologie der Milchdrüse, S. 27 – 30, 33 – 35, 41 – 43, Ätiologische und pathogenetische Faktoren für Eutererkrankungen, S. 53 – 57, 60 – 63, Diagnostische Methoden, S. 75 – 77, Prophylaxemaßnahmen, S. 256
- SPOHR, M., LOTTHAMMER, K.-H.: Einflussfaktoren auf die Eutergesundheit, S. 183 – 226
- WINTER, P. (2009): *Praktischer Leitfaden Mastitis*, Winter P. (Herausgeberin), Parey in MVS Medizinverlage Stuttgart GmbH & Co. KG, Stuttgart
- SCHWEIGERT, F. J., BURVENICH, C., DE SPIEGELEER, B.: Physiologie der Laktation, S. 2 – 7, 9 – 10
- BURVENICH, C., DE SPIEGELEER, B., SCHWEIGERT, F. J., WINTER, P.: Abwehrmechanismen der Zitze und des Euters, S. 11 – 16



- BURVENICH, C., DE SPIEGELEER, B, WINTER, P., ZEHLE, H.-H.: Somatische Zellen und Zellzahlen, S. 17 – 24
- WINTER, P. U. ZEHLE, H.-H.: Einzeltierkrankung oder Bestandsproblem? S. 33, Klinik der Mastitisformen, S. 95 – 96, Prävention von Neuinfektionen – Aufgaben des Landwirts, S. 164, 166
- WINTER, P.: Untersuchung im Labor, S. 70 – 89
- NEIJENHUIS, F., WINTER, P., ZEHLE, H.-H., RASMUSSEN, D.: Melken, S. 124 – 155
- HOGVEEN, H., WINTER, P.: Ökonomie der Mastitis, S. 232
- WIESNER, E., RIBBECK, R. (2000): Lexikon der Veterinärmedizin, Wiesner, E., Ribbeck, R. (Herausgeber), Enke im Hippokrates Verlag GmbH, Stuttgart
- SCHÜPPEL, K.-F.: Ätiologie, S. 29
- WITTKOWSKI, G. (2003): Trends in der Mastitisbekämpfung unter Berücksichtigung gesetzlicher Regelungen, praxisorientierter Aspekte und ökonomischer Bedeutung, Tagung der Fachgruppe Milchhygiene des Arbeitskreises „Eutergesundheit“ der DVG, Kiel, 03. – 04.04.2003, Tagungsbericht S. 164 - 175
- WOLTER, W., KLOPPERT, B., CASTAÑEDA VÁSQUEZ, H., ZSCHÖK, M. (2003): Die Mastitis des Rindes – Ein Kursbuch, <http://bibd.uni-giessen.de/gdoc/2002/uni/p020001.pdf>, PDF-Datei (Abrufdatum: 21.08.2014)
- Einteilung der Mastitiserreger, S. 17 – 20
- Methoden zur Isolierung und Differenzierung von Mastitiserregern, S. 22, 24 - 25
- ZDANOWICZ, M., SHELFORD, J. A., TUCKER, C. B., WEARY, D. M., VAN KEYSERLINGK, M. A. G. (2003): Bacterial Populations in Teat Ends of Dairy Cows Housed in Free Stalls and Bedded with Either Sand or Sawdust, Journal of Dairy Science Vol. 87 (06/2004), S. 1694 – 1701

ZEHNER, M. M., FARNSWORTH, R. J., APPLEMAN, R. D., LARNTZ, K. SPRINGER, J. A.  
(1985): Growth of Environmental Mastitis Pathogens in Various Bedding  
Materials, Journal of Dairy Science Vol. 69 (07/1986), S. 1932 – 1941

ZIEGER, P. (2008): Komfort bringt Leistung, DLG-Mitteilungen 10/2008

# 12 Anhang

## Fragebogen zur Eutergesundheit (Stand 21.10.2013)

### 1. In welcher Haltungsform sind Ihre laktierenden Kühe vorwiegend aufgestallt und womit werden sie eingestreut?

- Anbindehaltung  Boxenlaufstall (Tiefboxen)  Sonstiges \_\_\_\_\_  
 Boxenlaufstall (Hochboxen)  Tretmist- / Tiefstreustall

Freitextantwort: Meist verwendete Einstreu: \_\_\_\_\_

### 2. Welches Tier-/ Fressplatzverhältnis liegt in der Milchviehherde vor?

Anzahl der momentan laktierenden Kühe: \_\_\_\_\_

Anzahl der Liegeplätze: \_\_\_\_\_ Anzahl der Fressplätze: \_\_\_\_\_

### 3. Wie werden Ihre Trockensteher gehalten?

- Mit in der laktierenden Herde  Eigene Gruppe (Weide)  Eigene Gruppe (Vollspalten)  
 Eigene Gruppe (Tiefstreu)  Eigene Gruppe (Boxenlaufstall)  
 Sonstige Haltungsform \_\_\_\_\_

### 4. Sortieren Sie die Abgangsgründe nach ihrer Bedeutung für Ihren Betrieb (1 = größte, 5 = geringste Bedeutung)

- \_ Fruchtbarkeitsstörungen  Alter / Laktationszahl  
\_ Eutergesundheit  Sonstige: \_\_\_\_\_  
\_ Fundamentprobleme

### 5. Wann und wie stellen Sie in der Regel Ihre Kühe trocken? (Zeit bis zum Abkalben)

- 2-3 Wochen vorher  Abrupt  Ausschleichen (einzelne Melkzeiten auslassen)  
 4 Wochen vorher  Abrupt  Ausschleichen (einzelne Melkzeiten auslassen)  
 6 Wochen vorher  Abrupt  Ausschleichen (einzelne Melkzeiten auslassen)  
 8 Wochen vorher  Abrupt  Ausschleichen (einzelne Melkzeiten auslassen)  
 Gar nicht  
 Sonstiges \_\_\_\_\_

### 6. Werden vor dem Trockenstellen Untersuchungen zum Eutergesundheitsstatus durchgeführt? (Mehrfachantworten möglich)

- Es werden keine Untersuchungen durchgeführt  
 Schalmtest  bei jedem Tier  bei Einzeltieren  nur sporadisch  
 bakteriologische Untersuchung  bei jedem Tier  bei Einzeltieren  nur sporadisch  
 Zellzahlauswertung  bei jedem Tier  bei Einzeltieren  nur sporadisch  
 Sonstige: \_\_\_\_\_  bei jedem Tier  bei Einzeltieren  nur sporadisch

### 7. Welche Präparate nutzen Sie zum Trockenstellen? (Mehrfachantworten möglich)

- Gar keine  Homöopathische Mittel  
 Antibiotische Trockensteller  Kombinationen, und zwar aus: \_\_\_\_\_  
 Innere Zitzenversiegler  Sonstige: \_\_\_\_\_  
 Äußere Zitzenversiegler

### 8. Berücksichtigen Sie bei der Entscheidung zum Trockenstellen den Zustand einzelner Tiere?

- Nein  Verdacht auf Euterentzündung  
 Aktuelles Tagesgemelk  Bei besonderen Untersuchungsergebnissen  
 Laktationsstadium  Sonstiges: \_\_\_\_\_  
 Allgemeiner Gesundheitsstatus

### 9. Wie gestalten Sie Ihre Tierbeobachtung der Trockensteher? (Mehrfachantworten möglich)

- Sichtkontrolle bei der Fütterung  Spezielle Kontrolle des Euters in unregelmäßigen Abständen  
 Keine gesonderte Beobachtung  Intensive Sichtkontrolle außerhalb der Fütterungszeit  
 Spezielle Kontrolle des Euters in regelmäßigen Abständen  Sonstiges \_\_\_\_\_

### 10. Haben Sie in den letzten zwei Jahren Euterprobleme während der Trockenstehphase bemerkt? (Mehrfachantworten möglich)

- Zitzenverletzungen  Plötzliche Milchbildung  Sonstige Erscheinungen: \_\_\_\_\_  
 Gegenseitiges Besaugen  Euterschenkeleczem  
 Euterentzündungen  Euterödem

### 11. Wo kalben die Tiere in der Regel?

- In der Gruppenbucht der Trockensteher  Abkalbebox  
 Mit mehreren Tieren zusammen in einer  Allein in einer Abkalbebox

Sonstiges \_\_\_\_\_

**12. In welchen Zeitabstand (Stunden nach der Kalbung) werden die Kühe meist zum ersten Mal komplett ausgemolken?**

0 – 2       3 – 11       12 – 23       >24

**13. Womit tranken Sie Ihre Kälber nach der Kolostralmilchgabe?**

Milchaustauscher       Milch, welche nicht lieferfähig ist  
 Tankmilch       Sonstiges \_\_\_\_\_  
 Milch mit erhöhtem Zellgehalt

**14. Wie planen Sie Behandlungen von Euterentzündungen**

Nach betriebseigenem Konzept/ Erfahrung       Nach Absprache mit Ihrem Tierarzt  
 Nach aktueller Literatur (Fachzeitschriften, Bücher, etc.)       Sonstiges \_\_\_\_\_

**15. Welche Melktechnik verwenden Sie?**

Fischgräte       Melkroboter/Automatisches Melksystem (AMS)  
*(bei alleiniger Ankreuzung weiter ab Frage 26)*  
 Anbindehaltung mit Rohrmelkanlange       Gruppenmelkstand  
 Tandem-Melkstand       Sonstiges \_\_\_\_\_  
 Side-by-Side Melkstand  
 Rotationsmelkstand (Melkkarussell)  
 Eimermelkanlage

**16. Welche Arbeitskleidung benutzen Sie im Melkstand und wie häufig wechseln bzw. reinigen Sie diese? (Mehrfachantworten möglich)**

<input type="checkbox"/> Ärmelschoner	<input type="checkbox"/> nach dem Melken	<input type="checkbox"/> täglich	<input type="checkbox"/> wöchentlich	<input type="checkbox"/> Sonstiges _____
<input type="checkbox"/> Melkhandschuhe	<input type="checkbox"/> nach dem Melken	<input type="checkbox"/> täglich	<input type="checkbox"/> wöchentlich	<input type="checkbox"/> Sonstiges _____
<input type="checkbox"/> Melkschürze	<input type="checkbox"/> nach dem Melken	<input type="checkbox"/> täglich	<input type="checkbox"/> wöchentlich	<input type="checkbox"/> Sonstiges _____
<input type="checkbox"/> Kittel	<input type="checkbox"/> nach dem Melken	<input type="checkbox"/> täglich	<input type="checkbox"/> wöchentlich	<input type="checkbox"/> Sonstiges _____
<input type="checkbox"/> Wasserfester Overall	<input type="checkbox"/> nach dem Melken	<input type="checkbox"/> täglich	<input type="checkbox"/> wöchentlich	<input type="checkbox"/> Sonstiges _____
<input type="checkbox"/> Gummistiefel	<input type="checkbox"/> nach dem Melken	<input type="checkbox"/> täglich	<input type="checkbox"/> wöchentlich	<input type="checkbox"/> Sonstiges _____
<input type="checkbox"/> Feste Schuhe	<input type="checkbox"/> nach dem Melken	<input type="checkbox"/> täglich	<input type="checkbox"/> wöchentlich	<input type="checkbox"/> Sonstiges _____
<input type="checkbox"/> Sonstiges _____	<input type="checkbox"/> nach dem Melken	<input type="checkbox"/> täglich	<input type="checkbox"/> wöchentlich	<input type="checkbox"/> Sonstiges _____

**17. Wie und wann reinigen Sie überwiegend Ihren Melkstand?**

<input type="checkbox"/> Mit warmem Wasser	<input type="checkbox"/> nach dem Melken	<input type="checkbox"/> nach jedem Durchgang
	<input type="checkbox"/> während des Melkens	<input type="checkbox"/> Sonstiger Abstand _____
<input type="checkbox"/> Mit kaltem Wasser	<input type="checkbox"/> nach dem Melken	<input type="checkbox"/> nach jedem Durchgang
	<input type="checkbox"/> während des Melkens	<input type="checkbox"/> Sonstiger Abstand _____
<input type="checkbox"/> Hochdruckreiniger	<input type="checkbox"/> Nie	<input type="checkbox"/> Vierteljährlich
	<input type="checkbox"/> nach dem Melken	<input type="checkbox"/> Sonstiger Abstand _____

**18. Nennen Sie bitte die Reihenfolge (Gruppen) , in der Sie Ihre Kühe melken.**

es gibt keine feste Reihenfolge  
 es gibt eine feste Reihenfolge (geben Sie für die folgenden Tiergruppen Ihre Reihenfolge mit Zahlen von 1 (wird zuerst gemolken) bis 5 (wird zuletzt gemolken) an:  
\_\_ .Altlaktierende      \_\_. Färsen      \_\_. Kranke Kühe      \_\_. Frisch Abgekalbte      \_\_. Alte Kühe

**19. Was verwenden Sie, um das Euter für den Melkprozess vorzubereiten? (Mehrfachantworten möglich)**

Wasserschlauch       Papiertücher       Sonstige betriebseigene  
 Euterpapier feucht       Melklappen/Textiltücher      Lösung \_\_\_\_\_  
 Desinfektionsmittel       Vormelkbecher

**20. Wohin melken Sie die Vormilch (das „Vorgemelk“)? (Mehrfachantworten möglich)**

Vormelkbecher       Handfläche       auf den Boden       in ein Tuch       Sonstiges \_\_\_\_\_

**21. Was tun Sie, wenn Sie Veränderungen der Milch bei einer Ihrer Kühe vorfinden? (Mehrfachantworten möglich)**

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Kuh separieren                     | <input type="checkbox"/> Weiter melken  |
| <input type="checkbox"/> Gar nichts                         | <input type="checkbox"/> Warten bis das Ergebnis der letzten Milchleistungskontrolle vorliegt |
| <input type="checkbox"/> Abwarten bis zur nächsten Melkzeit | <input type="checkbox"/> Kuh markieren  |
| <input type="checkbox"/> Auf Verdacht behandeln             | <input type="checkbox"/> Sonstiges _____  |
| <input type="checkbox"/> Tierarzt anrufen                   |   |
| <input type="checkbox"/> Schalm-Test durchführen            |   |

**22. Wie reinigen Sie Ihr Melkzeug? (Mehrfachantworten möglich)**

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Durchspülen mit heißem Wasser                                   | <input type="checkbox"/> Desinfektionslösung |
| <input type="checkbox"/> Gar nicht   | <input type="checkbox"/> Airwash-Anlage      |
| <input type="checkbox"/> Einsprühen mit Hilfe eines Sprühgeräts mit Desinfektionsmitteln | <input type="checkbox"/> Back-Flush-Anlage   |
| <input type="checkbox"/> Tauchen in einen Eimer/Wanne mit                                | <input type="checkbox"/> Sonstiges _____     |

**23. Welche Maßnahmen führen Sie zur Euterpflege durch? (Mehrfachantworten möglich)**

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Dippen mit Becher             | <input type="checkbox"/> Euter scheren                 |
| <input type="checkbox"/> Dippen mit Spray              | <input type="checkbox"/> Wunden/Ekzeme behandeln       |
| <input type="checkbox"/> Keine besonderen Maßnahmen    | <input type="checkbox"/> Vorreinigung mit Eutertüchern |
| <input type="checkbox"/> Melkfett/Eutercreme auftragen | <input type="checkbox"/> Sonstiges _____               |

**24. Wie oft tauschen Sie die Sitzgummis der Melkzeuge aus? (Mehrfachantworten möglich)**

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Einmal im Jahr   | <input type="checkbox"/> Nach Bedarf     |
| <input type="checkbox"/> Jedes halbe Jahr | <input type="checkbox"/> Sonstiges _____ |
| <input type="checkbox"/> Alle drei Monate |  |

**25. Was denken Sie: Was hat den größten Einfluss auf die Eutergesundheit? (Nennen Sie ihre Reihenfolge)**

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| ___ . Umgang mit Tieren | ___ . Zucht            |
| ___ . Melktechnik       | ___ . Melkstandhygiene |
| ___ . Sonstiges _____   | ___ . Vormelkmaßnahmen |

---

*(ab hier weiter für Betriebe mit automatischem Melksystem)*

**26. Wie lange melken Sie schon mit AMS und wie viele Melkroboter benutzen Sie für Ihre Herde?**

Zeitraum = \_\_\_\_\_ Anzahl = \_\_\_\_\_

**27. Wie oft kontrollieren Sie die Daten Ihrer Kühe am PC?**

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Einmal täglich | <input type="checkbox"/> Zweimal am Tag  |
| <input type="checkbox"/> Alle 2 Tage    | <input type="checkbox"/> Sonstiges _____ |

**28. Worauf legen Sie nun Ihr Hauptaugenmerk aufgrund der Zeitersparnis durch den Melkroboter? (Mehrfachantworten möglich)**

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Tiergesundheitskontrolle | <input type="checkbox"/> Fütterungsoptimierung |
| <input type="checkbox"/> Boxenhygiene             | <input type="checkbox"/> Sonstiges _____       |
| <input type="checkbox"/> Brunstbeobachtung        |  |

**29. Worauf achten Sie bei der Verteilung der Melkanrechte? (Mehrfachantworten möglich)**

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Laktationszeitpunkt      | <input type="checkbox"/> Alter              |
| <input type="checkbox"/> Gesundheitsstatus        | <input type="checkbox"/> Anzahl Abkalbungen |
| <input type="checkbox"/> Rang innerhalb der Herde | <input type="checkbox"/> Sonstiges _____    |

**30. Welcher Parameter im Datensatz Ihrer Kühe gibt Ihnen Auskunft über die Milchqualität? (Mehrfachantworten möglich)**

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> wird vom Programm vorgegeben         |   |
| <input type="checkbox"/> schaue ich selber nach und zwar nach |   |
| <input type="checkbox"/> Elektrischer Leitfähigkeit           | <input type="checkbox"/> Proteingehalt  |
| <input type="checkbox"/> Milchfarbe                           | <input type="checkbox"/> Melkzeit       |
| <input type="checkbox"/> Milchvolumen je Viertel              | <input type="checkbox"/> Roboterbesuche |

**31. Wie wird das Melkzeug zwischendesinfiziert?**

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> mit Heißdampf     | <input type="checkbox"/> gar nicht       |
| <input type="checkbox"/> mit Peressigsäure | <input type="checkbox"/> Sonstiges _____ |

**32. Wie verhalten Sie sich im Umgang mit euterkranken Kühen? (Mehrfachantworten möglich)**

- Separat melken in eigener Gruppe
- Alle erkrankten Tiere zu bestimmten Zeiten manuell zum Roboter treiben
- Kuh im Computersystem als „krank“ melden, damit die Milch separiert wird
- Erkrankte Tiere im „alten“ Melkstand melken
- Sonstiges \_\_\_\_\_

**33. Welches Spülsystem benutzen Sie bei Ihrer Anlage?**

Spülsystem \_\_\_\_\_ mit einer Temperatur von \_\_\_\_\_ °C

**34. Wie oft überprüfen Sie den Gehalt an somatischen Zellen im Gesamtmelk ihrer Kühe und in der Tankmilch?**

Gesamtmelk     1mal im Monat     2mal im Monat     alle 2 Monate     Sonstiges \_\_\_\_\_

Tankmilch     1mal im Monat     2mal im Monat     alle 2 Monate     Sonstiges \_\_\_\_\_

**35. Wie hoch ist die Melzfrequenz Ihrer Herde im Durchschnitt?**

- 1,5 – 1,9
- 2,0 - 2,4
- 2,5 – 2,9
- 3,0 - 4,0

## Fragebogen zum Einstreumanagement

### 1. Welche Produktionsrichtung trifft auf Sie zu und wie viele Tiere der jeweiligen Richtung halten Sie?

(Mehrfachantworten möglich)

- Milchvieh  < 24  25-49  50-99  100-199  > 200  
 Rindermast  < 24  25-49  50-99  100-199  > 200  
 Mutterkuhhaltung  < 24  25-49  50-99  100-199  > 200  
 Sonstige \_\_\_\_\_ Tiere davon \_\_\_\_\_ Kälber

### 2. In welcher Produktionsausrichtung produzieren Sie bzw. würden Sie sich eher wiederfinden?

(Mehrfachantworten möglich)

- Konventionell  
 Bioland  
 EG-Öko-Verordnung  
 Naturland  
 Biokreis  Demeter  
 QS  
 Sonstige \_\_\_\_\_

### 3. Wie hoch ist die durchschnittliche Zellzahl Ihrer Kühe in den letzten drei Monaten?

\_\_\_\_\_

### 4. Wie hoch ist der Anteil der Tiere Ihrer Herde mit einer Zellzahl von > 400.000/ml Milch?

\_\_\_\_\_

### 5. In welcher Haltungsform sind Ihre laktierenden Kühe vorwiegend aufgestallt und mit welchem Material wird die jeweilige Haltungsform ausgelegt?

- Boxenlaufstall mit Tiefboxen  Langstroh  Sand  
 Langstroh + Kalk  Kompost  
 Strohhäcksel  Sägemehl  
 Strohhäcksel + Kalk  Hobelspäne  
 Strohmehl  Pferdemist  
 Strohmehl + Kalk  Feststoffe aus Gülleseparation  
 Sonstiges \_\_\_\_\_
- Boxenlaufstall mit Hochboxen  Gummimatten  Gummimatten + Strohhäckel  
 Gummimatten + Kalk  Gummimatten + Strohmehl  
 Gummimatten + Langstroh  Sonstiges \_\_\_\_\_
- Tretmist- / Tiefstreustall  Langstroh  Sand  
 Langstroh + Kalk  Kompost  
 Strohhäcksel  Sägemehl  
 Strohhäcksel + Kalk  Hobelspäne  
 Strohmehl  Pferdemist  
 Strohmehl + Kalk  Feststoffe aus Gülleseparation  Sonstiges \_\_\_\_\_
- Sonstige Haltungsform \_\_\_\_\_

### 6. Wie und wie häufig wird im Normalfall die jeweilige Aufstallung der laktierenden Kühe gepflegt?

(Mehrfachantworten möglich)

- Nie  
 Um die Melkzeit  Kot abtragen  nachstreuen  Sonstiges \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ x täglich außerhalb der Melkzeiten  Kot abtragen  nachstreuen  Sonstiges \_\_\_\_\_  
 Feuchtes bzw. nasses Einstreu entfernen  
 Alle \_\_\_\_\_ Tage  Kot abtragen  nachstreuen  Sonstiges \_\_\_\_\_  
 Feuchtes bzw. nasses Einstreu entfernen  
 Alle \_\_\_\_\_ Wochen  Kot abtragen  nachstreuen  Sonstiges \_\_\_\_\_  
 Feuchtes bzw. nasses Einstreu entfernen  
 Anderer Zeitabstand \_\_\_\_\_  Kot abtragen  nachstreuen  Sonstiges \_\_\_\_\_  
 Feuchtes bzw. nasses Einstreu entfernen

### 7. Wie und wie häufig wird die jeweilige Aufstallung der laktierenden Kühe grundgereinigt?

(Mehrfachantworten möglich)

- Nie  
 Vierteljährlich  Entmistung  Entmistung+Reinigung  Entmistung+Reinigung+Desinfektion  
 Halbjährlich  Entmistung  Entmistung+Reinigung  Entmistung+Reinigung+Desinfektion  Jährlich  Entmistung  
 Entmistung+Reinigung  Entmistung+Reinigung+Desinfektion  Alle 2-3 Jahre  Entmistung  Entmistung+Reinigung  
 Entmistung+Reinigung+Desinfektion  Alle 4-5 Jahre  Entmistung  Entmistung+Reinigung  
 Entmistung+Reinigung+Desinfektion  
 Anderer Zeitabstand \_\_\_\_\_  Entmistung  Entmistung+Reinigung  Entmistung+Reinigung+Desinfektion

**8. Nur bei Haltung in Liegeboxen (sonst weiter zu Frage 9): Welche Liegeboxen werden bei der Haltung der laktierenden Kühe im Boxenlaufstall täglich gepflegt und/oder grundgereinigt? (Mehrfachantworten möglich)**

- Tägliche Pflege bei  allen Liegeboxen  einzelnen Liegeboxen nach Bedarf  
 Grundreinigung bei  allen Liegeboxen  einzelnen Liegeboxen nach Bedarf

**9. Wie ist gegebenenfalls das Verhältnis der Tierzahl zu Liegeboxen bei den laktierenden Kühen?**

\_\_\_\_\_

**10. In welcher Haltungsform sind Ihre trockenstehenden Kühe aufgestallt?**

- Boxenlaufstall mit Tiefboxen  Langstroh  Sand  
 Langstroh + Kalk  Kompost  
 Strohhäcksel  Sägemehl  
 Strohhäcksel + Kalk  Hobelspäne  
 Strohmehl  Pferdemist  
 Strohmehl + Kalk  Feststoffe aus Gülleseparation  
 Sonstiges \_\_\_\_\_
- Boxenlaufstall mit Hochboxen  Gummimatten  Gummimatten + Strohhäckel  
 Gummimatten + Kalk  Gummimatten + Strohmehl  
 Gummimatten + Langstroh  Sonstiges \_\_\_\_\_
- Tretmist- / Tiefstreustall  Langstroh  Sand  
 Langstroh + Kalk  Kompost  
 Strohhäcksel  Sägemehl  
 Strohhäcksel + Kalk  Hobelspäne  
 Strohmehl  Pferdemist  
 Strohmehl + Kalk  Feststoffe aus Gülleseparation  
 Sonstiges \_\_\_\_\_
- Sonstige \_\_\_\_\_

**11. Wie und wie häufig wird im Normalfall die jeweilige Aufstallung der trockenstehenden Kühe gepflegt? (Mehrfachantworten möglich)**

- Nie  Kot abtragen  nachstreuen  Sonstiges \_\_\_\_\_  
 Feuchtes bzw. nasses Einstreu entfernen
- Um die Melkzeit  Kot abtragen  nachstreuen  Sonstiges \_\_\_\_\_  
 Feuchtes bzw. nasses Einstreu entfernen
- \_\_\_ x täglich außerhalb der Melkzeiten  Kot abtragen  nachstreuen  Sonstiges \_\_\_\_\_  
 Feuchtes bzw. nasses Einstreu entfernen
- Alle \_\_\_ Tage  Kot abtragen  nachstreuen  Sonstiges \_\_\_\_\_  
 Feuchtes bzw. nasses Einstreu entfernen
- Alle \_\_\_ Wochen  Kot abtragen  nachstreuen  Sonstiges \_\_\_\_\_  
 Feuchtes bzw. nasses Einstreu entfernen
- Anderer Zeitabstand \_\_\_\_\_  Kot abtragen  nachstreuen  Sonstiges \_\_\_\_\_  
 Feuchtes bzw. nasses Einstreu entfernen

**12. Wie und wie häufig wird die jeweilige Aufstallung der trockenstehenden Kühe grundgereinigt? (Mehrfachantworten möglich)**

- Nie  
 Vierteljährlich  Entmistung  Entmistung+Reinigung  Entmistung+Reinigung+Desinfektion  
 Halbjährlich  Entmistung  Entmistung+Reinigung  Entmistung+Reinigung+Desinfektion  Jährlich  Entmistung  
 Entmistung+Reinigung  Entmistung+Reinigung+Desinfektion  Alle 2-3 Jahre  Entmistung  Entmistung+Reinigung  
 Entmistung+Reinigung+Desinfektion  Alle 4-5 Jahre  Entmistung  Entmistung+Reinigung  
 Entmistung+Reinigung+Desinfektion  
 Anderer Zeitabstand \_\_\_\_\_  Entmistung  Entmistung+Reinigung  Entmistung+Reinigung+Desinfektion

**13. Nur bei Haltung in Liegeboxen (sonst weiter zu Frage 14): Welche Liegeboxen werden bei der Haltung der trockenstehenden Kühe im Boxenlaufstall täglich gepflegt und/oder grundgereinigt? (Mehrfachantworten möglich)**

- Tägliche Pflege bei  allen Liegeboxen  einzelnen Liegeboxen nach Bedarf  
 Grundreinigung bei  allen Liegeboxen  einzelnen Liegeboxen nach Bedarf

**14. Wie ist gegebenenfalls das Verhältnis der Tierzahl zu Liegeboxen bei den trockenstehenden Kühen?**

\_\_\_\_\_

**15. Mit welchem Material ist die Abkalbebuchst eingestreut?**

- Keine separate Abkalbebuchst vorhanden  
 Langstroh  Langstroh + Kalk  Sägemehl  
 Strohhäcksel  Strohhäcksel + Kalk  Hobelspäne  
 Strohmehl  Strohmehl + Kalk  Sonstiges \_\_\_\_\_



**16. Wie und wie häufig wird die Abkalbebucht überwiegend gereinigt? (Mehrfachantworten möglich)**

- Nie  
 \_\_\_\_ x täglich außerhalb der Melkzeiten  Kot abtragen  
 Nach jeder Abkalbung  Feuchtes bzw. nasses Einstreu entfernen  
 Nach ca. 2-3 Abkalbungen  Entmistung  
 Nach ca. 4-5 Abkalbungen  Entmistung + Reinigung  
 Wöchentlich  Entmistung + Reinigung + Desinfektion  
 Alle \_\_\_\_ Wochen  Sonstiges \_\_\_\_\_  
 Individueller Zeitabstand \_\_\_\_\_

**17. Wie viele Tiere sind max. in einer Abkalbebucht aufgestallt?**

\_\_\_\_\_

**18. Mit welchem Material ist die Krankenbucht eingestreut?**

- Keine separate Krankenbucht vorhanden  Sägemehl  
 Langstroh  Langstroh + Kalk  Strohhäcksel + Kalk  Hobelspäne  
 Strohmehl  Strohmehl + Kalk  Sonstiges \_\_\_\_\_  
 Gleiches Material wie Abkalbebucht da gemeinsame Belegung

**19. Wie und wie häufig wird die Krankenbucht überwiegend gereinigt? (Mehrfachantworten möglich)**

- Nie  
 \_\_\_\_ x täglich außerhalb der Melkzeiten  Kot abtragen  
 Alle zwei Tage  Feuchtes bzw. nasses Einstreu entfernen  
 Alle drei Tage  Entmistung  
 Wöchentlich  Entmistung + Reinigung  
 Alle \_\_\_\_ Wochen  Entmistung + Reinigung + Desinfektion  
 Individueller Zeitabstand \_\_\_\_\_  Sonstiges \_\_\_\_\_

**20. Wie viele Tiere sind max. in einer Krankenbucht aufgestallt?**

\_\_\_\_\_

**21. Haben Ihre Tiere Zugang zu einer Weide und wenn ja, wie intensiv?**

- Tierindividuell durch AMS  
 Ganzjährig  ganztägig  halbtägig  von \_\_\_\_\_ bis \_\_\_\_\_ Uhr  
 Saisonal  ganztägig  halbtägig  von \_\_\_\_\_ bis \_\_\_\_\_ Uhr  
 Ausschließlich Stallhaltung  
 Sonstiges \_\_\_\_\_

**22. Welche Melktechnik ist auf Ihrem Betrieb vorhanden?**

- Automatisches Melksystem (AMS)  Gruppenmelkstand  Sonstige \_\_\_\_\_  
 Eimermelkanlage  Rohrmelkanlage

**23. Wie ist die Regelmäßigkeit des Melkrhythmus?**

- Regelmäßiger Melkrhythmus  Abweichungen bis zu einer ¼ Stunde  Sonstige \_\_\_\_\_  
 Tierindividuell durch AMS  Abweichungen bis zu einer Stunde

**24. Wird bei der Zucht das Merkmal „Leichtmelkbarkeit“ berücksichtigt?**

- Nein  Ja

**25. Wenden Sie Maßnahmen zur Förderung der Euterhygiene an? (Mehrfachantworten möglich)**

- Nein  Scheren der Euterhaare  Sonstige \_\_\_\_\_  
 Nicht erforderlich, da Euter sauber sind  Abflammen der Euterhaare

**26. Wie und wie oft werden Ihre Spalten gereinigt?**

- Regelmäßig durch Mistschieber bzw. Spaltenroboter  Mechanisch 1 x täglich  Mechanisch nach Bedarf  
 Mechanisch vor dem Melken  Mechanisch 2 x täglich  Sonstiges \_\_\_\_\_  
 Mechanisch nach dem Melken  Mechanisch 3 x täglich

**27. In welchen Häufigkeiten können Mastitisfälle in Ihrer Herde verzeichnet werden? (Mehrfachantworten möglich)**

- Selten bei  Kühen  Kalbinnen  Trockenstehern  
 Oftmals bei  Kühen  Kalbinnen  Trockenstehern  
 Nie bei  Kühen  Kalbinnen  Trockenstehern

**28. Was tun Sie, wenn Sie Veränderungen der Milch bei einer Ihrer Kühe vorfinden? (Mehrfachantworten möglich)**

- Gar nichts  Abwarten bis zur nächsten Melkzeit  Schalm-Test durchführen  
 Kuh beobachten  Auf Verdacht behandeln  Weiter melken  
 Kuh separieren  Tierarzt anrufen  Sonstiges \_\_\_\_\_

**29. Wann treten vorwiegend Mastitisfälle auf?**

- Im 1/3 der Laktation  Im 3/3 der Laktation  Kein besonderer Zeitpunkt  
 Im 2/3 der Laktation  In der Trockenstehphase