

Landesforschungsanstalt für
Landwirtschaft und Fischerei
Mecklenburg-Vorpommern
Institut für Tierproduktion

Forschungsbericht

Forschungsthema:

"Analyse und Bewertung von Hoch- und Tiefboxen für Milchrinder aus arbeitswirtschaftlicher, ethologischer, hygienischer und ökonomischer Sicht"

Fo.-Nr.: 1/13

Bearbeiter: Dr. Norbert Kanswohl
Dr. Peter Sanftleben

Mitarbeiter: Doreen Tobi
Dr. Regina Dibbert
Helge Hauffe
Jana Flor
Elke Blum

Forschungspartner: Gut Dummerstorf GmbH
Universität Rostock, AUF
Stallausrüstungsbetriebe

Januar 2006

verantw. Themenbearbeiter

Dr. Peter Sanftleben
Institutsleiter

Inhalt

1	Problem- und Aufgabenstellung	3
2	Literatur.....	3
3	Untersuchungen in einem Außenklima-Laufstall für Milchkühe	11
3.1	Tierverhalten	11
3.2	Technopathien und Sauberkeit.....	13
4	Vergleich von Hoch- und Tiefstreuboxen für Milchkühe	15
4.1	Tierverhalten	16
4.2	Arbeitswirtschaft	19
4.3	Mikrobiologie.....	23
5	Schlussfolgerungen und Hinweise für die Praxis	30
	Literaturverzeichnis.....	33

1 Problem- und Aufgabenstellung

Im Rahmen der Viehbestandserhebung 2004 wurde ermittelt, dass zwei Drittel aller in Deutschland gehaltenen Milchkühe in Laufställen gehalten werden. Der Liegeboxenlaufstall ist das potentiell tiergerechteste Stallsystem (JUNGBLUTH und WANDEL, 2004). In Mecklenburg-Vorpommern erhöhte sich der Anteil Betriebe, der seine Milchkühe unter Laufstallbedingungen hält, von 34,1 % im September 1993 auf 88,4 % im April 2005 (LKV, 2005). Noch deutlicher wird die Zunahme in Bezug auf die Kühe. Im November 1996 standen 74,8 % aller dem LKV Mecklenburg-Vorpommern angeschlossenen Milchkühe im Laufstall, im April 2005 waren es schon 95,8 %. Innerhalb des Laufstalles kommt der Liegebox eine zentrale Bedeutung zu. Sie ermöglicht jeder Kuh einen Liegeplatz, begrenzt ihn und den Einstreubedarf auf ein Mindestmaß, schützt die Kuh beim Liegen vor den Artgenossen und kann durch die funktionelle Ausrichtung auf das Liegen besonders tiergerecht ausgestattet werden.

Eine Liegebox gilt als tiergerecht, wenn sie der Kuh das angeborene Verhalten beim Hinlegen, Liegen und Aufstehen ermöglicht. Dimensionierung und Ausstattung der Box sind für das Ausleben dieser Verhaltensweisen vordergründig. Oftmals wird die Bedeutung komfortablen Liegens unterschätzt. Der Preis für entsprechenden Komfort wird nicht dem möglichen Verlust durch geringere Leistung, Behandlungen und höhere Remontierung gegenübergestellt. Die Gestaltung einer Liegebox als Hoch- oder Tiefstreubox wird sowohl von Praktikern und Beratern als auch der Wissenschaft kontrovers diskutiert. Mit der vorliegenden Arbeit sollen einige Fragen zur möglichen Optimierung der Laufstallhaltung als dominierendem Verfahren der Milchviehhaltung in Mecklenburg-Vorpommern beantwortet werden. Insbesondere Aspekte der Tiergerechtheit, Arbeitswirtschaft und des Hygienezustandes von Tiefstreu- gegenüber Hochboxen werden über Messungen des Arbeitszeitaufwandes, Verhaltens- und Tierbeobachtungen sowie mikrobiologische Probenahmen hinterfragt.

2 Literatur

Nach JUNGBLUTH und WANDEL (2004) soll eine Liegebox auch der größten Kuh einer Herde beim Liegen genügend Raum bieten und am Boden gleichzeitig den Auflagedruck großflächig verteilen. Dabei geht es um die Befriedigung des Liegebedarfs sowohl aus qualitativer als auch aus quantitativer Sicht. Um Gesundheit, Wohlbefinden und hohe Produktivität aufrecht zu erhalten, benötigen Kühe genügend Zeit zum Liegen und Ruhen. Wie lange Kühe am Tag liegen, war Gegenstand verschiedener Studien. Die Angaben schwanken dabei für verschiedene Ausstattungen von Liegeboxen zwischen 6,8 und 13,8 Stunden in 24 h-Experimenten (Tabelle 1).

Tabelle 1: Literaturangaben zur durchschnittlichen Liegedauer (h/24 h) von Kühen in Liegeboxen verschiedener Ausführung

Autor	Oberfläche	Liegezeit
SINGH et al. 1993	Liegeboxen ohne Einstreu	6,8
BUCHWALDER et al. 2000	harte Gummimatte	10,0
WECHSLER et al. 2000	Liegeboxen mit Komfortmatratzen	10,8 – 11,4
WECHSLER et al. 2000	Liegeboxen mit Strohunterlage	11,6
WIERENGA und HOPSTER 1990	Liegeboxen mit Sägemehleinstreu	13,0
FREGONESI und LEAVER 2001	Strohliegeboxen	11,9
MANNINEN et al. 2002	Liegebox mit Stroh (Winter)	12,9
MANNINEN et al. 2002	Liegebox mit Gummimatte (Winter)	12,5
MANNINEN et al. 2002	Liegebox mit Sand (Winter)	7,5
WILLEN 2004	Liegebox mit Gummimatte	9,7
WILLEN 2004	Liegebox mit Komfortmatratze	11,5
WILLEN 2004	Liegebox mit Einstreu auf Betonuntergrund	10,8
WINCKLER et al. 2003	Tiefboxen mit Stroh-/Sägespäneestreu	11,7
WINCKLER et al. 2003	Hochboxen mit harter Gummimatte oder ohne Belag	10,9
TUCKER und WEARY 2004	Hochbox mit Matratze	12,3
TUCKER und WEARY 2004	Hochbox mit Matratze und Sägespänen	13,8

Das Komfortniveau einer Liegebox wird in großem Maße vom Typ und der Qualität der Oberfläche der Box bestimmt. Die optimale Liegeboxenoberfläche sollte eine ausreichende Isolierung, eine entsprechende Verformbarkeit, eine ausreichende Reibung, ein geringes Risiko an Hautabschürfung und eine einfache Handhabung und Reinigung aufweisen (TUCKER et al. 2004a). Sowohl die physikalischen Eigenschaften als auch die Aufrechterhaltung einer ansprechenden Boxenoberfläche sind stets kritisch zu hinterfragen, um Verletzungen zu vermeiden und ausreichende Ruhephasen zu gewährleisten. Liegezeiten werden kürzer und Stehzeiten länger, wenn Milchkühe gezwungen werden, auf hartem Untergrund wie z. B. Beton abzuliegen (HALEY et al. 2001). MANNINEN et al. (2002) beobachteten, dass ähnliche Liegezeiten wie auf weichen Matten erreicht werden, wenn der Beton zusätzlich eingestreut wird. Liegezeiten in Tiefstreuboxen sind tendenziell länger als in Boxen mit Matratzen (TUCKER et al. 2003). WINCKLER et al. (2003) folgern aus ihrer Untersuchung in 134 Milchviehbetrieben, dass für sogenannte Komfortmatratzen kein positiver Beitrag hinsichtlich des Liegeverhaltens abgeleitet werden kann. Nach HÖRNING (2003) wählen Rinder verformbare Liegeplätze, die eine gleichmäßige Druckverteilung für die bevorzugte Brust-Seitenlage mit unterschlagenen Vorderbeinen gewährt. Laut VERMUNT (2004) verbessert eine weiche Einstreu selbst die Akzeptanz zu kleiner Liegeboxen.

Untersuchungen von MANNINEN et al. (2002) und TUCKER et al. (2003) zeigen, dass Rinder eindeutig tief eingestreute, verformbare Liegeflächen präferieren und auch tief mit Sägemehl eingestreute Boxen gegenüber geringgradig eingestreuten Boxen mit Komfortmatten bevorzugen.

Beim Abliegen und Aufstehen belastet das Rind die Karpalgelenke mit etwa 80 % des Körpergewichts (JUNGBLUTH und WANDEL 2004). Das Abliegen und Aufstehen geht dabei zügiger, wenn eine großflächige Auflage für die Gelenke vorhanden ist. Das tägliche Ruhebedürfnis einer hochleistenden Milchkuh von 12 bis 14 Stunden wird in 9 bis 11 Liegeperioden von je 80 bis 90 Minuten gedeckt. Zur Druckentlastung sind dicke Liegepolster (15 cm dicke Strohmatratze, 10 bis 15 cm dicke Einstreu auf Hochboxen oder 12 bis 15 cm dicke Matratzen) in der Regel effektiver als dünne Matten. Matratzen sind verformbarer, weil sie oft ein relativ großes Porenvolumen wegen der größeren Füllpartikel (≥ 20 mm) aufweisen.

Praktiker berichten davon (NEUMANN 2002), dass der Umbau von Hoch- zu Tiefboxen die Tiergesundheit verbessert, Liegezeiten verlängert, die Eutergesundheit nicht verschlechtert und die Milchleistung erhöht hat.

Im Liegeboxenlaufstall wird das optimale Liegeflächenangebot durch an die Körpermasse der Tiere angepasste Längen- und Breitenmaße bestimmt. Unzureichende Abmessungen führen häufig zu verzögerten Bewegungsabläufen und abnormem Verhalten wie rossartigem Aufstehen oder pathologischen Veränderungen wie z. B. Prellungen oder Verletzungen am Hüfthöcker. Die erfolgreiche Nutzung hängt gleichzeitig von der Ausführung und Einstellung der Steuerungseinrichtungen wie Seitenbegrenzungen, Nackenriegel, Bugschwelle u. a. ab (von BORELL et al. 2002). Die Gestaltung einer Liegebox in Abhängigkeit von den Bedürfnissen einer Milchkuh bezüglich Oberflächenpolsterung und -haftung, einer definierten Flächengröße, Raum zum Schwungholen beim Aufstehen und Raum unter und hinter dem Nackenriegel zum ungehinderten Erheben sowie der Platzierung des Bugbrettes ist in den letzten Jahren wiederholt diskutiert und angepasst worden (KALAYCI 2000; COOK und NORDLUND 2004). Tabelle 2 gibt wichtige Maße von Boxen aus dem deutschen und amerikanischen Schrifttum an, wobei insbesondere die Variation von Boxenmaßen bei verschiedenen Lebendmassen bzw. Laktationsstadien interessant ist.

HÖRNING (2003) und TUCKER et al. (2004b) stellten fest, dass mit steigenden Boxenmaßen Abweichungen vom normalen Liegeverhalten zurückgingen (z. B. ansteigende Liegesynchronität, abnehmende Verzögerungen beim Aufstehen und Abliegen, längere Liegezeit, geringere Anzahl Liegeperioden).

Tabelle 2: Empfohlene Liegeboxenabmessungen aus Deutschland (BRADE 2001; KALAYCI 2000; HULSEN 2004) und den USA (COOK und NORDLUND 2004) für Holstein-Kühe

Boxenmaß (m)	Deutschland	USA		
		1. Laktation (636 kg LM)	Erwachsen (727 kg LM)	Hochtragend (818 kg LM)
Gesamtboxenlänge				
- wandständig	2,70	2,74	3,05	3,05
- gegenständig	4,80	5,18	5,49	5,49
Liegelänge (Nackenriegel-Boxenkante)	1,70 – 1,75	1,73 – 1,78	1,78 – 1,83	1,83
Boxenbreite	1,22	1,22	1,27	1,37
Höhe des Bugbretts	0,10 – 0,20	0,10	0,10	0,10
Max. Höhe der unteren Seitenbegrenzung	0,25 – 0,30	0,30	0,30	0,30
Höhe des Nackenriegels	1,20 – 1,25	1,22	1,27	1,27
Diagonale Boxenkante - Nackenriegel	2,15	-	-	-
Höhe Boxenkante	0,20 – 0,30	0,20	0,20	0,20

Ausreichende Liegezeiten wirken sich positiv auf die Wiederkautätigkeit und damit den Pansenstoffwechsel aus, während reduzierte Liegezeiten u. a. als Risikofaktor für das Auftreten von Lahmheiten angesehen werden (PHILLIPPS und SCHOFIELD 1994). TUCKER et al. (2004a) sehen die Bedeutung ausreichender Liegezeiten im Zusammenhang mit genügend hohen Futteraufnahmen auf der einen Seite und gravierenden physiologischen Veränderungen auf der anderen Seite. Dazu gehören die Abnahme der zirkulierenden Menge an Wachstumshormonen und die kurzzeitige Zunahme des Niveaus an Cortisol im Blut als allgemeine Stressreaktion. Die Zunahme an Lahmheiten ist aber die schwerwiegendste Konsequenz unzureichender Ruhephasen von Kühen (LEONARD et al. 1994). Mit wachsendem Anteil mittel- und hochgradig lahmer Tiere in den Betrieben nahmen die Dauer der Liegezeit und die Anzahl Liegeperioden ab. Das Auftreten von Klauenläsionen und Lahmheiten wird demnach durch verkürzte Liegezeiten prädisponiert, insbesondere bei langem Stehen auf Betonboden (VERMUNT 2004). Nach HÖRNING (2003) könnte die reduzierte Anzahl Liegeperioden ein Hinweis für Schwierigkeiten lahmer Tiere beim Abliegen und Aufstehen sein. Wichtig ist die Feststellung von WILLEN (2004), dass Liegeboxen mit weichem Untergrund in gutem Zustand zwar den scheinbar größten Komfort bieten, bei Vernachlässigung der Boxenpflege aber auch ein hohes Risiko für das Auftreten von Lahmheiten darstellen.

Kühe verbringen auch eine gewisse Zeit am Tag in den Boxen stehend, obwohl diese eigentlich zum Liegen dienen sollen (TUCKER et al. 2004a). Das Stehverhalten ist dabei längst nicht so vordergründig hinterfragt worden wie das Liegeverhalten. Stehverhalten lässt sich in zwei Kategorien einteilen, abhängig von der Anzahl Beine, die gleichzeitig in der Liegebox stehen. STEFANOWSKA et al. (2001) berichten, dass Kühe 35 bis 60 Minu-

ten am Tag mit allen vier Beinen und 91 bis 174 Minuten am Tag nur mit den Vorderbeinen in der Box stehen. Ähnliche Werte ermittelten GALINDO et al. (2000), die mittlere Zeiten von 81 Minuten (4 Beine) und 89 Minuten (nur Vorderbeine) je Tag ausweisen. Da die Lauffläche außerhalb der Liegeboxen oft aus Beton ist, sind sowohl Stehen und Liegen in den Boxen beachtenswerte Parameter. RUSHEN et al. (2004) zeigen deutlich, dass Betonlaufflächen in Milchviehställen die Tendenz verminderter Klauenqualität verstärken. Durch das Stehen in der Box mit allen vier Beinen wird der Kontakt mit Beton und Gülle auf den Laufflächen reduziert und damit der Feuchtigkeitsdruck auf die Klaue verringert, was mit einer geringeren Häufigkeit an Klauenverletzungen verbunden ist (FITZGERALD et al. 2000). TUCKER et al. (2004a) sind sich nicht sicher, inwiefern das alleinige Stehen mit den Vorderbeinen in der Liegebox ähnliche Vorteile für Kühe bietet. Durch das schräge Stehen wird mehr Gewicht auf die Hinterbeine verlagert, wodurch das Risiko von Lahmheiten erhöht wird. FLOWER und WEARY (2002) beobachteten eine höhere Wahrscheinlichkeit von Klauenerkrankungen bei Kühen, die nur mit den Vorderbeinen in der Liegebox standen. Unklar blieb dabei, ob die Erkrankung durch das Verhalten verursacht wurde oder umgekehrt. FLOR et al. (2005) werten das Stehen mit den Vorderbeinen in der Box insbesondere bei Hochleistungskühen als Versuch, den Pansen- und Bauchraum zu entlasten und somit als Komforthaltung.

TUCKER et al. (2004b) untersuchten den Einfluss der Boxenbreite auf das Verhalten von Milchkühen. Kühe lagen in 126 cm breiten Boxen über 24 Stunden 42 Minuten länger als in 106 cm breiten Liegeboxen. Das Stehen mit den Vorderbeinen in der Box reduzierte sich von 85 Minuten je 24 Stunden (106 cm) auf 58 Minuten je 24 Stunden (126 cm). Zusätzlich wurde festgestellt, dass die Kühe in den breiten Boxen länger mit allen vier Beinen standen als in den schmalen Boxen. Als negativer Effekt zu breiter Liegeboxen muss die mehr als doppelt so große Wahrscheinlichkeit der Verunreinigung mit Kot gewertet werden. Übermäßige fäkale Kontamination gilt als Übertragungsfaktor für Umweltmastitiden. SCHREINER und RUEGG (2003) fanden, dass die Milch von Kühen mit verschmutztem Euter höhere Zellzahlen aufwies und mehr pathogene Euterkeime als Milch von Kühen mit sauberem Euter. Die Feuchtigkeit aus dem Kot trägt zusätzlich zu einer Erhöhung der Gefahr von Klauenschäden bei (FITZGERALD et al. 2000). TUCKER et al. (2004a) betonen, dass natürlich nur die Liegeboxen verunreinigt werden, die von den Kühen akzeptiert und genutzt werden. Gut frequentierte Boxen müssen also entsprechend häufiger gepflegt werden.

Schäden im Integument sind als wichtiger Indikator für den Gesundheitsstatus der Tiere und die Qualität ihrer Umgebung anzusehen (WILLEN 2004). Neben der Beeinträchtigung des Wohlbefindens und einer damit in Verbindung stehenden möglichen Leistungsminde- rung können Integumentschäden wie Hautverletzungen oder parasitär bedingte Verände- rungen auch die Lederqualität vermindern. Veränderungen im Integument reichen von kaum sichtbarem Haarverlust und Verdickung der Haut (Hyperkeratose) über offene Wun- den mit Exsudat bis hin zu Nekrosen und Entzündungen. Gefährdete Punkte beim Rind sind hervortretende Stellen wie Hüft-, Sitz- und Fersenhöcker. An Karpal- und Tarsalge- lenken beobachtet man häufig Liegestellen und Umfangsvermehrungen.

WILLEN (2004) fasst zusammen, dass haltungsbedingte pathologische Veränderungen durch unzureichende Liegeboxenabmessungen und das damit verbundene Anschlagen an Abtrennungen, harten Liegeuntergrund, zu glatte Laufgänge, beschädigte Stalleinrichtungen oder Mistschieber hervorgerufen werden können. WECHSLER et al. (2000) stellten fest, dass 90 % der Kühe, die in Liegeboxen mit Weichgummimatten lagen, Schäden an den Gliedmaßen aufwiesen, gegenüber 40 % der Kühe in Liegeboxen mit einer Strohmatratze. Die Matten beeinflussten also weniger das Verhalten als viel mehr Beinverletzungen insbesondere am Sprunggelenk (Tabelle 3).

Tabelle 3: Mittlere Anzahl von Beinverletzungen (je 100 Kühe) im Boxenlaufstall mit unterschiedlicher Liegefläche (nach WECHSLER et al. 2000)

Location (Bein)	Liegefläche	Gesamtliegezeit (min./Tag)	haarlose Flecken (> 2 cm Ø)	Schorf und Wunden (> 2 cm Ø)
Sprunggelenk	Stroh	696	0	5
	konv. Gummimatte	684	124	190
Vorderfußwurzelgelenk	Stroh	696	8	1
	konv. Gummimatte	684	23	7

WEARY und TASZKUN (2000) ermittelten mit durchschnittlich 92 % die annähernd gleiche Prävalenz für Läsionen an den Sprunggelenken bei Kühen, die auf Komfortmatratzen lagen. Kühe in Liegeboxen mit Einstreu hatten eine mittlere Prävalenz von 70 % (Sägemehl) bzw. 24 % (Sand). LIVESEY et al. (2002) sehen Entzündungszeichen wie Rötungen an Abschürfungen als relevant für das Wohlbefinden an, denn es besteht Infektionsgefahr und das Risiko einer Gelenkentzündung wächst. WILLEN (2004) fand keine positiven Effekte von Komfortmatratzen auf die Prävalenz von Hautverletzungen. Sie führt dies auf die abrasive Wirkung der Kunststoffoberflächen der Matten und Matratzen an den Gelenken zurück. Außerdem ergaben sich in diesen Untersuchungen positive Korrelationen zwischen der Häufigkeit von Verletzungen und Abmessungen von Liegeboxen (Länge, horizontaler und diagonaler Nackenriegelabstand). Zu große Boxen erhöhen demnach die Verletzungsgefahr insbesondere an den Tarsalgelenken und Fersenhöckern durch Berührung mit der hinteren Boxenkante.

TUCKER et al. (2004a) fassen zusammen, dass Matratzen mit wenig Einstreu zu mehr und schwereren Beinverletzungen beitragen als tiefeingestreuete Oberflächen. 7,5 kg Sägemehl auf Matratzen führen zu weicheren Liegebetten und reduzieren wahrscheinlich die Verletzungsanfälligkeit (TUCKER und WEARY 2004).

Negative Effekte auf das Wohlbefinden der Kühe sind nach WINCKLER et al. (2003) erst bei einer stärkeren Verschmutzung zu erwarten. Besondere Bedeutung kommt wegen dem Einfluss auf Eutergesundheit und Milchhygiene der Euterverschmutzung zu. Mit zunehmender Boxengröße stieg der Anteil Kühe mit Verschmutzungen an (WILLEN 2004; TUCKER et al. 2004b). WILLEN ermittelte weiterhin, dass in Betrieben mit Komfortmatratzen und harten Gummimatten die Verschmutzungen an Euter und Unterbauch höher waren als in Betrieben mit eingestreuten Betonflächen (Tabelle 4).

Tabelle 4: Anteil an Kühen (%) mit mindestens mittelgradigen Verschmutzungen an Euter und Unterbauch in Abhängigkeit von der Liegeboxgestaltung (nach WILLEN 2004)

	Anteil mittelgradig verschmutzter Kühe	
	Euter	Unterbauch
Gummimatte	12,2	12,7
Komfortmatratze	14,0	12,6
Einstreu/Beton	5,6	5,2

BAUMANN (2004) stellt fest, dass Mastitiden durch Bakterien verursacht werden, die durch den Strichkanal in das Euter gelangen. Die Mastitisrate ist dabei beeinflusst von der auf den Strich einwirkenden Bakterienzahl. Pathogene Bakterien auf der Zitzenhaut sind dieselben, die auch im Einstreumaterial gefunden wurden. Pathogene Mastitiserreger sind dabei insbesondere jene Bakterien, die auch die Zitzenhaut besiedeln. Die Untersuchungen von BARKEMA et al. (1999) haben den Zusammenhang von sauberer Haltungsumwelt, sauberen Liegeboxen, sauberen Kühen und niedrigeren somatischen Zellgehalten (und Mastitisraten) dargestellt. WARD et al. (2002) dokumentierten, dass das niedrigste Niveau klinischer Mastitiden in den Herden mit den saubersten Kühen und Liegeboxen auftrat. BAUMANN (2004) zieht den Schluss, dass Einstreu einen direkten Einfluss auf Mastitiserkrankungen in Milchviehherden ausübt. Hohe Bakterienzahlen im Einstreumaterial führen zu hohen Bakterienzahlen auf der Zitzenhaut und erhöhtem Risiko an Mastitiden. Dabei sind Anzahl und Art von Bakterien in der Einstreu in eindeutiger Beziehung zu den Bakterien an den Strichenden und der Rate klinischer Mastitiserkrankungen zu sehen. Man kann organisches (Stroh, Sägemehl, Sägespäne, Papier, Sonnenblumenschalen, Haferpelzen, Maisspindeln) und anorganisches (Sand, Kalk) Einstreumaterial unterscheiden. Es gibt große Unterschiede zwischen Bakterienpopulationen, die sich in organischer bzw. anorganischer Einstreu befinden (HOGAN et al. 1989). Die Autoren ermittelten eine direkte Beziehung zwischen pathogenen Keimen in der Einstreu und dem Mastitisrisiko (Tabelle 5).

Tabelle 5: Rate klinischer Mastitiden während der Laktation in Abhängigkeit vom Einstreumaterial (klinische Fälle je 305 Laktationstage) (nach HOGAN et al. 1989)

Keimtyp	Einstreutyp		
	Sägespäne	Stroh	Anorganisch
Coliforme	0,113	0,149	0,147
Streptococcus	0,188	0,082	0,080
Gesamt	0,488	0,366	0,342

BEY et al. (2002) sowie BRAMLEY und NEAVE (1975) fanden, dass coliforme Keime $> 10^6$ KBE je cm^3 oder g in der Einstreu die Rate coliformer Mastitiden erhöhten. Die meisten Möglichkeiten organischer Einstreu haben gar keine oder nur niedrige Gehalte an coliformen Keimen, wenn sie frisch eingestreut werden, werden aber schnell mit Bakterien

kontaminiert bzw. unterstützen das Bakterienwachstum (FAIRCHILD et al. 1982). Bakterienwachstum und –kontamination scheinen innerhalb der ersten Woche nach dem Einstreuen einen Peak zu erreichen und dann wieder abzunehmen. BAUMANN (2004) sieht die verfügbaren Nährstoffe, den Feuchtegehalt, den pH-Wert und die Liegeboxensauerkeit als Haupteinflussfaktoren auf Bakterienwachstum und –anzahl.

Die Zugabe von Kalk in die Liegeboxen erhöht den pH-Wert und reduziert den Feuchtigkeitsgehalt in der Einstreu. Somit ist nach HOGAN und SMITH (1997) mindestens für einen Tag das Bakterienwachstum gehemmt.

Bei Sägespänen bzw. Holzschnitzeln gibt es Differenzen zwischen den Holzarten. Weichholz (Nadelholz) unterstützt das Bakterienwachstum aufgrund der enthaltenen Inhaltsstoffe weniger gut als Schnitzel aus Hartholz, z. B. Eiche (BEY et al. 2002). Stroh enthält mehr potentiell verwertbare Nährstoffe und kann deshalb ein Bakterienwachstum stärker initiieren als andere organische Einstreuvarianten. Dies geschieht sogar unabhängig von der Anwesenheit von Kot, Harn oder Milch. Tabelle 6 zeigt, dass das Bakterienwachstum neben der Einstreuart auch von der Partikelgröße beeinflusst wird (BEY et al. 2002). Im Allgemeinen unterstützen kleinere Partikelgrößen das Bakterienwachstum mehr als große Einstreupartikel. In grob zerkleinerter Einstreu können sich Bakterien schlechter vermehren als in feiner, gehäckselter oder gemahlener Einstreu. Die Wahl der Einstreu ist also nicht allein entscheidend, das Management der Liegebox und des Einstreuens ist wahrscheinlich noch entscheidender für den Erfolg (JAUQUET 2002).

Tabelle 6: Bakteriengehalte von einzelnen Proben ungenutzter Einstreumaterialien nach Partikelgrößenseparation zu Beginn und nach 24 Stunden Inkubation bei 19 bis 19,6 °C (nach BEY et al. 2002)

		Partikelgröße		
		grob	mittel	fein
Einstreumaterial	Inkubationszeit Stunden	KbE/ml		
Stroh	0	462	933	1.400
	24	43.000.000	45.000.000	99.000.000
Hartholz-Schnitzel	0	0	0	0
	24	33.200	40.000	90.000
Weichholz-Schnitzel	0	0	20	20
	24	0	100.800	300.000
Sägemehl	0	110	930	1.160
	24	200	1.200	23.000

VÖGEL (2001) sieht im Einsatz von kohlensaurem Kalk im Gemisch mit Stroh Vorteile für die Euter- und Klauengesundheit. Der Mehraufwand durch den Kalkeinsatz wird kompensiert durch die verbesserte Düngewirkung der Gülle, die stabileren Liegematratzen und die bessere Trittsicherheit der Laufgänge. JURR et al. (2005) untersuchten verschiedene Einstreumischungen in der Eignung für die Neueinrichtung von Tiefboxen. Die Stroh-Rindermist- bzw. Stroh-Pferdemist-Varianten waren die am besten geeigneten Einstreumischungen. Es bildeten sich gute Matratzen, die den Kühen eine weiche, verformbare, dabei aber stabile und trittfeste Liegefläche boten, solange die Feuchtigkeitsgehalte über 50 %

blieben. Mit zunehmender Austrocknung nahm die Muldenbildung v. a. im Bereich der Vorderextremitäten zu. Die Kalkstrohmattlatze war nicht geeignet, stabile Liegeflächen herzustellen. Es gab zwar einen geringen Masseverlust, aber die Kosten für den gesamten Massebedarf waren sehr hoch. Mit Sägemehl war überhaupt keine Mattlatze aufzubauen und der Masseverlust kontinuierlich hoch. JURR et al. (2005) folgern, dass ohne entsprechende Mechanisierung eine fachgerechte Unterhaltung von Tiefboxensystemen in großen Betrieben nicht zu leisten ist.

3 Untersuchungen in einem Außenklima-Laufstall für Milchkühe

3.1 Tierverhalten

Stallbeschreibung und Methodik

Die Untersuchungen zum Fress- und Liegeverhalten wurden in einem offenen Außenklimastall durchgeführt, dessen Bauhülle in Stahl-Stützenbauweise ausgeführt ist. Die Seitenwände sind offen und mit Windschutznetzen bespannt, bei Bedarf können die Seiten mit zweietagigen Wickeljalousien geschlossen werden. Der offene First ist 0,6 m breit. Der 3+3-reihige Liegeboxenlaufstall hat eine Kapazität von 290 Kuhplätzen, davon 3 Abteile mit insgesamt 217 mit Häckselstroh eingestreuten Tiefliegeboxen sowie einem Abteil mit 73 Hochliegeboxen. Diese Hochboxen waren aus Versuchsgründen mit verschiedenen Liegebodenbelägen ausgestattet. Die planbefestigten Flächen im Lauf- und Fressbereich aus Gussasphalt werden durch Faltschieber beräumt.

Alle Kühe werden dreimal täglich in einem 2x 12er Fischgrätenmelkstand gemolken und zweimal täglich über einen Futtermischwagen mit TMR versorgt.

Insgesamt fanden drei Verhaltensbeobachtungen über jeweils 24 Stunden im Juli, September und November 2001 statt. Im Abstand von 15 Minuten wurden die Boxenbelegung, die Anzahl fressender Kühe, die Anzahl Kühe an der Tränke und die Anzahl Kühe an der Kuhbürste gezählt.

Die auf den Laufgängen befindlichen Kühe ergeben sich somit aus der Differenz zwischen den gezählten Tieren in den einzelnen Bereichen und der Gesamtzahl an Kühen im jeweiligen Abteil. Bei der Boxenbelegung wurde unterschieden nach

- liegende Kuh
- mit allen Beinen in der Box stehende Kuh
- nur mit den Vorderbeinen in der Box stehende Kuh.

Die Untersuchungen wurden jeweils zeitgleich in einem Abteil mit Hoch- und einem Abteil mit Tiefboxen durchgeführt. An den Untersuchungstagen schwankte die Gruppengröße bewirtschaftungsbedingt zwischen 52 und 72 Tieren je Abteil. Die beobachtete Herde erbrachte im Kontrolljahr eine Leistung von 9041 kg Milch mit 4,37 % Fett und 3,48 % Eiweiß. Die durchschnittlichen Leistungen in den Versuchsgruppen an den Beobachtungstagen lagen bei etwa 20 kg je Kuh (Hochboxen) bzw. 30 kg je Kuh (Tiefboxen). Während der Versuchstage waren die Stalltemperaturen sehr unterschiedlich (Tabelle 7).

Tabelle 7: Tagesmittel- sowie Maximaltemperaturen (°C) inner- und außerhalb des Versuchsstalles in Abhängigkeit vom Untersuchungsmonat

		Juli	September	November
Tagesmitteltemperatur	außen	21,8	11,6	4,3
	im Stall	22,3	12,9	5,8
Maximaltemperatur	im Stall	27,0	14,9	7,5

Die Ergebnisse zum Wahlverhalten von Milchkühen bei unterschiedlichen Boxenbelägen sind von MARTEN und WOLF (2002) diskutiert worden. Liegematratzen waren den verwendeten Gummimatten hinsichtlich der Annahme als Boxenbelag überlegen.

Ergebnisse

Der Zeitaufwand von Milchkühen (Fressen, Liegen, Stehen) während drei 24-stündiger Verhaltensbeobachtungen ist in Tabelle 8 für jeweils zwei Kuhgruppen dargestellt. Dabei waren die Liegeboxen als Hoch- oder Tiefboxen ausgestattet.

Tabelle 8: Verhalten von Milchkühen im Boxenlaufstall mit Hoch- oder Tiefboxen in Abhängigkeit vom Untersuchungsmonat (Angaben in Minuten je 24 Stunden)

	Hochboxen			Tiefboxen		
	Juli	Sept.	Nov.	Juli	Sept.	Nov.
Gesamtliegedauer	543	678	671	602	752	784
Stehen in der Box	127	152	127	2	11	7
Stehen mit den Vorderbeinen in der Box	132	62	86	137	106	94
Fressen	269	284	315	266	293	273

Die Differenzen im Tierverhalten bestehen sowohl in Abhängigkeit vom Beobachtungstermin als auch von der Liegeboxenart. Im Juli wurde bei beiden Gruppen die kürzeste, im November die längste Liegedauer ermittelt. Die Temperaturverhältnisse im Stall zum Zeitpunkt der Verhaltensbeobachtung müssen als Ursache für diese Unterschiede angesehen werden. Bei hohen Tagesmitteltemperaturen im Juli lagen die Kühe im Mittel nur 543 (Hochbox) bzw. 602 (Tiefbox) Minuten. Bei niedrigeren Tages- und Stalltemperaturen im Herbst bzw. Winter erhöhte sich die Gesamtliegedauer. Dabei lagen Kühe im Abteil mit Tiefboxen generell länger als im Abteil mit Hochboxen.

Während im Juli und September die Differenz in der Liegedauer etwa 1 Stunde/Kuh betrug, erhöhte sie sich im November auf nahezu 2 Stunden zugunsten der Tiefboxen.

Obwohl die Boxenabmessungen mit 1,18 m Breite, die Länge der Wandliegebox mit 2,60 und die Länge der Doppelliegebox mit 4,70 m (2,35) als ausreichend angesehen werden, ist bemerkenswert, dass die Kühe die Tiefboxen nur zum Abliegen bzw. Aufstehen mit allen vier Beinen betreten. Im Gegensatz dazu standen die Kühe im Abteil mit Hochboxen im Mittel 2 bis 2,5 Stunden täglich in den Boxen. Dadurch, dass "ganz in der Box stehen" bei Tiefboxen den Kühen offenbar Schwierigkeiten bereitet, war die Verhaltensweise "nur mit

den Vorderbeinen in der Box stehen" im Abteil mit Tiefboxen deutlich länger als bei Hochboxen. Die Unterschiede in der Fressdauer der Kühe in den Abteilen mit Hoch- und Tiefboxen sind relativ klein und müssen als zufällig angesehen werden. Beide Gruppen erhielten eine TMR, die in der Grundzusammensetzung ähnlich war. An der Tränke hielt sich die Durchschnittskuh 13 bis 16 min/Tag auf und an den rotierenden Kuhbürsten betrieb die Durchschnittskuh 11 bis 12 min Körperpflege.

In dem 6-reihigen Liegeboxenlaufstall sind auf jeder Seite des mittigen Futtertisches jeweils drei Liegeboxenreihen eingeordnet, bestehend aus einer Doppelboxen- und einer Wandliegeboxenreihe. Die Wände werden dabei lediglich durch Windbrechnetze gebildet, die einen ungehinderten Luftzutritt ermöglichen. In Tabelle 9 sind die Liegezeiten je Kuh in den verschiedenen Liegeboxenreihen dargestellt.

Tabelle 9: Liegedauer je Kuh in Abhängigkeit von der Lage der Boxenreihe im Liegeboxenlaufstall und der Gestaltung der Liegeboxenoberfläche (Angaben in Minuten je 24 Stunden)

Reihe	Juli	September	November
	Hochboxen		
A	657 ^a	739 ^a	620
B	500 ^b	617 ^b	656
C	419 ^c	650	762
	Tiefboxen		
A	762 ^a	761	746
B	591 ^b	671	808
C	409 ^c	819	818

^{a,b,c} Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Spalte kennzeichnen signifikante Differenzen bei $\alpha \leq 0,05$

A = Wandboxenreihe

B = mittlere Boxenreihe

C = Futtertischboxenreihe

Am sehr heißen Untersuchungstag im Juli wurde die Außenreihe A signifikant häufiger zum Liegen aufgesucht als die Mittelreihe B und die Futtergangreihe C. Diese Beobachtung wurde sowohl in Tief- als auch in Hochboxen gemacht. Mit Ausnahme des Septembers im Hochboxenabteil wurde für Temperaturverhältnisse zwischen 6 °C und 15 °C eine weitgehend ausgeglichene Boxenbelegung zwischen den Reihen ermittelt. Bei niedrigeren Temperaturen besteht die Tendenz zur höheren Belegung der dem Futtergang gegenüberliegenden und somit nächsten Boxenreihe. In einem sechsreihigen Liegeboxenlaufstall kann man den Ansprüchen hochleistender Milchkühe hinsichtlich Liege- und Bewegungsbedarf in großem Maße entsprechen.

3.2 Technopathien und Sauberkeit

Liegebereiche sollten ein verletzungsfreies Ablegen, Ruhen und Aufstehen ermöglichen. Saubere Kühe mit einer gesunden Tierhaut lassen positive Auswirkungen auf Futteraufnahme, Leistung und Fruchtbarkeit erwarten.

Im Rahmen von Bonituren des Verschmutzungsgrades an Seite und Rücken der Kühe sowie der Beurteilung von Verletzungen des Tarsalgelenkes wurde die Eignung von Hoch- bzw. Tiefboxen für Milchkühe verglichen. Diese Bonituren wurden nach einem festgelegten Schlüssel an allen Tieren einer Gruppe auf Hoch- bzw. Tiefboxen zeitgleich durchgeführt. Der Verschmutzungsgrad der Kühe wird in Tabelle 10 dokumentiert.

Tabelle 10: Anteil seitlich bzw. auf dem Rücken verschmutzter Kühe (%) in Abhängigkeit von der Haltung auf Hoch- oder Tiefboxen

	Seite		Rücken	
	Hochbox	Tiefbox	Hochbox	Tiefbox
sauber	26,8	77,5	64,8	76,1
leicht verschmutzt	52,1	19,7	19,7	21,1
stark verschmutzt	21,1	2,8	15,5	2,8

Kühe, die auf Hochboxen gehalten wurden, verschmutzten insbesondere an den Körperseiten sehr viel stärker als Kühe in eingestreuten Tiefboxen. Zum Zeitpunkt der Untersuchung wurden die Hochboxen leicht mit gehäckseltem Stroh eingestreut. In den Abteilen befanden sich mechanische Bürsten zur Körperpflege.

Da Verletzungen an den Vorderfußwurzelgelenken im untersuchten Bestand keine Rolle spielten, sind nachfolgend nur die Befunde an den Sprunggelenken (Tarsus) in Abhängigkeit von der Haltung dargestellt (Tabelle 11).

Tabelle 11: Anzahl an Kühen mit Sprunggelenksverletzungen in einer Kuhgruppe auf Hoch- bzw. Tiefboxen sowie mittlere Benotung der Schwere der Verletzungen

		Hochboxen		Tiefboxen	
		Anzahl	Notenwert	Anzahl	Notenwert
ohne Auffälligkeiten	= 0	32	0	53	0
haarlos	= 1	11	11	10	10
haarlos und gerötet	= 2	13	26	5	10
haarlos und schorfig	= 3	9	27	3	9
wund; Beulen	= 4	6	24	0	0
Summe		71	88	71	29
mittlere Note		-	1,24	-	0,41

Die Gefahr von Verletzungen am Tarsalgelenk nimmt bei der Haltung auf Hochboxen mit Gummimatten bzw. -matratzen stark zu. Die höhere Zahl an Kühen, die bereits wunde Stellen oder sogar Beulen aufweisen, stimmt dabei besonders bedenklich. Eine völlige Reduzierung von Veränderungen am Sprunggelenk ist allerdings auch in Tiefboxen nicht möglich.

4 Vergleich von Hoch- und Tiefstreuboxen für Milchkühe

Zielsetzung

Ziel der Untersuchung war der Vergleich von Hoch- und Tiefboxen für Milchrinder, wobei die Hochboxen mit verschiedenen Kuhkomfortmatratzen ausgestattet waren. Verglichen wurden in diesem Zusammenhang das Tierverhalten, die Arbeitswirtschaft sowie die Populationsdynamik euterpathogener Keime (Streptokokken, Staphylokokken, Darmbakterien).

Material

Die Untersuchungen fanden in einem Liegeboxenlaufstall des Gutes Dummerstorf statt. Der Stall wurde im September 2000 als Außenklimastall in Betrieb genommen. Die Längsachse des Gebäudes liegt in Ost-Westausrichtung, die Längswände sind mit grobmatischen Windschutznetzen bespannt und können bei Wind und Regen mit 2-etagiger Wickelfolie geschlossen werden. Die Entmistung erfolgt über eine Schieberanlage. In diesem Stall sind vier annähernd identische Abteile eingerichtet, die jeweils zwischen 72 und 73 Tieren Platz bieten. Drei Abteile waren mit Tiefboxen, eines mit Hochboxen ausgerüstet (Abbildung 1). Die Untersuchungen fanden in den Abteilen II und III statt. Zum Zeitpunkt der Untersuchungen des Tierverhaltens und der Arbeitswirtschaft war das Abteil II mit 72 Kühen belegt und das Abteil III mit 64 Kühen, zum Zeitpunkt der Untersuchungen zur Mikrobiologie waren die genannten Abteile mit jeweils 72 Kühen belegt.

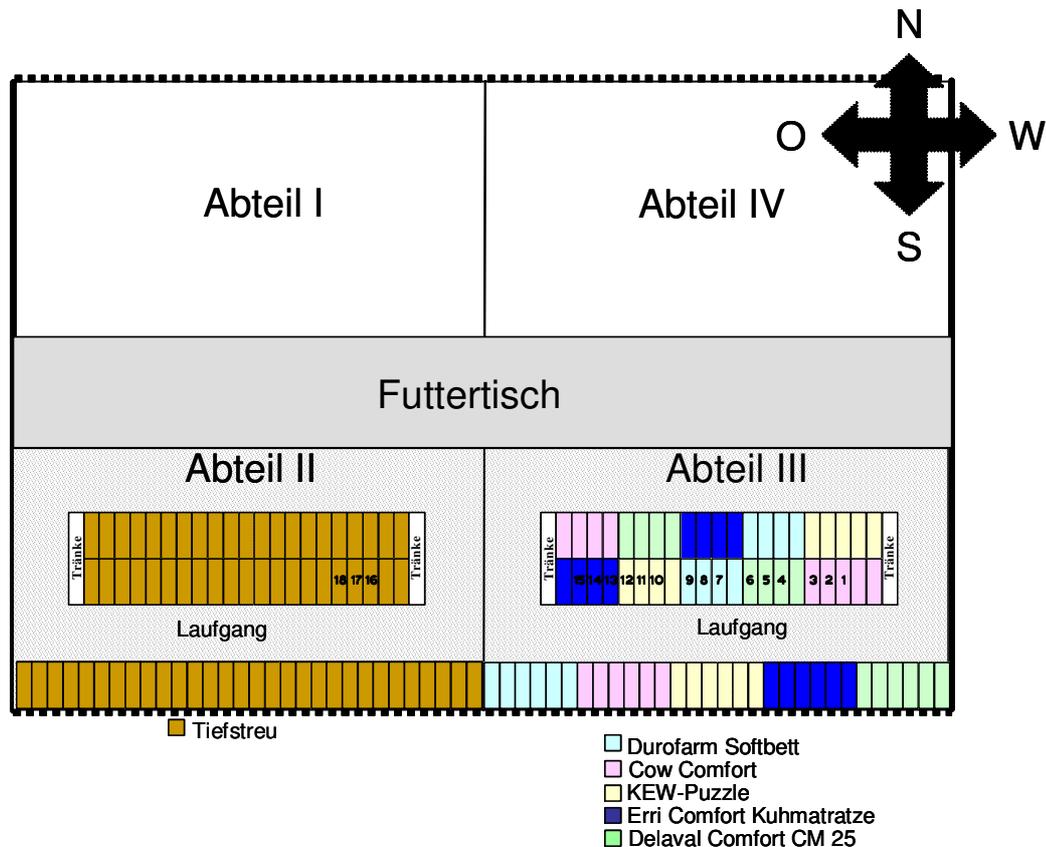


Abbildung 1: Lage der Versuchsboxen im Stall

Die Hochboxen waren mit fünf verschiedenen Kuhkomfortmatratzen ausgestattet (Tabelle 12).

Tabelle 12: Namen, Hersteller und nachfolgend verwendete Abkürzungen der verglichenen Kuhkomfortmatratzen

Name	Hersteller	Abkürzung
Cow Comfort Matte	Glöggler Stallzubehör GmbH Neu Ulm	COW
Komfort Kuhmatte CM 25 (grün)	De Laval	DEL
Durofarm Soft-Bett	Durotec GmbH	DURO
KEW- Puzzle	Gummiwerke Kraiburg Elastik GmbH	KEW
ERRI Comfort Kuhmatratze	Danish Genetics AIS	ERRI

Die Tiefboxen wurden mit Stroh und Kalk eingestreut. Das Weizenstroh stammte aus dem eigenen Betrieb und wurde zweimal wöchentlich mit Hilfe eines Ballenauflösegerätes der Firma Kvaerneland (Typ KD 807) eingebracht. Die Rundballen hatten einen Durchmesser von etwa 1,60 m und wogen ca. 200 kg. Die Kalkgabe erfolgte alle 6 Monate. Durch die Kalkzugabe sollten die Abtrocknung der Klauen unterstützt und eine stabilere Matratzenbildung gefördert werden. Die manuelle Reinigung der Boxen erfolgte durch das Stallpersonal in Zusammenhang mit dem Umtreiben der Kühe.

4.1 Tierverhalten

Methode

Die Verhaltensbeobachtungen erfolgten am 12. und 13.10.2002 in den Abteilen II und III. In diesen 24 Stunden wurden je Box folgende Daten im Abstand von 15 Minuten erfasst:

Anzahl der ...

- a) ...liegenden Kühe
- b) ...mit allen Beinen in der Box stehenden Kühe
- c) ...mit den Vorderbeinen in der Box stehenden Kühe

Ergebnisse

In den Abbildungen 2 und 3 wird der Aufenthalt der 64 Kühe im Hochboxenabteil bzw. der 72 Kühe im Tiefboxenabteil im Tagesverlauf veranschaulicht. Deutlich ist eine Tagesperiodik zu erkennen. Die Phasen der Liegeboxenbelegung werden durch das dreimalige Melken unterbrochen. Die unmittelbar nach dem Melken registrierte relativ niedrige Anzahl an belegten Boxen resultiert daraus, dass die Kühe nach dem Melken den Futterbereich zum Fressen aufsuchen.

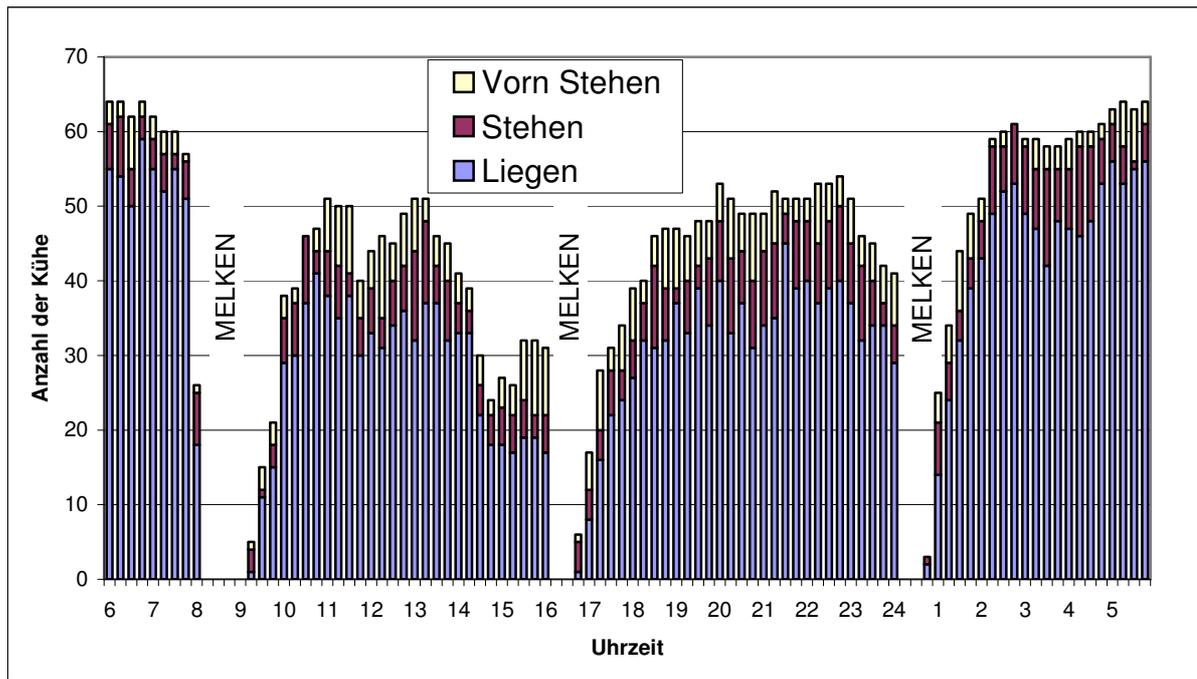


Abbildung 2: Belegung der Hochboxen im Tagesverlauf

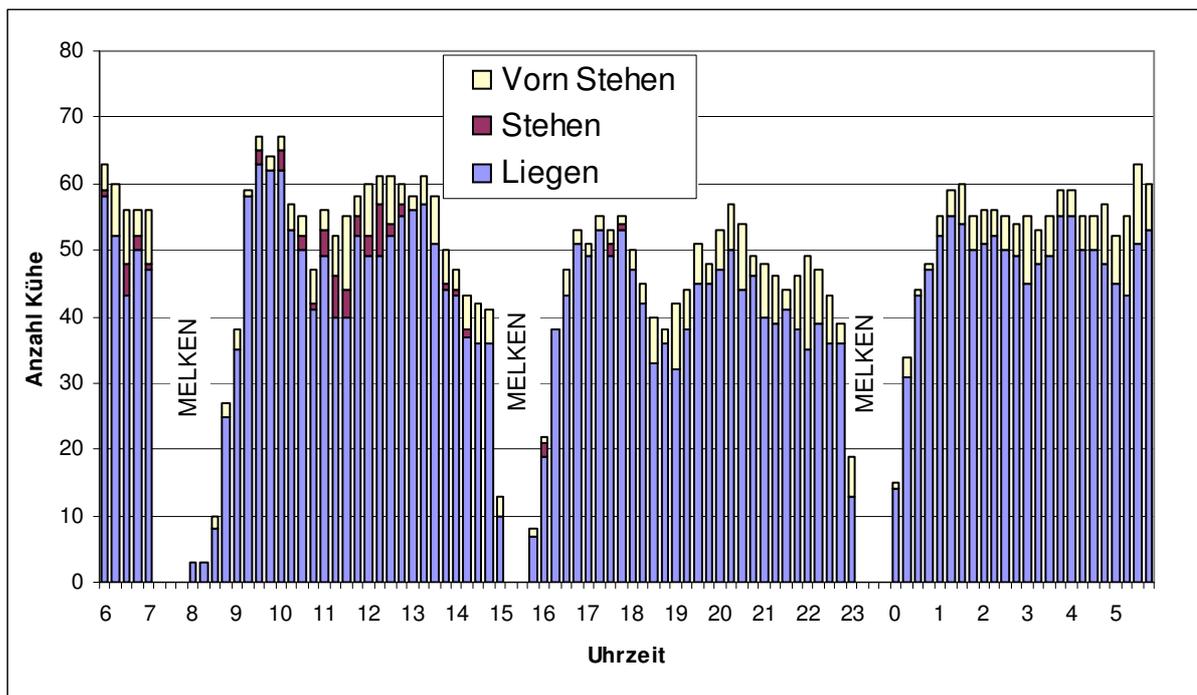


Abbildung 3: Belegung der Tiefboxen im Tagesverlauf

In der Tabelle 13 sind die prozentualen Anteile bezüglich des Liegens und Stehens der Kühe sowie des Stehens mit den Vorderfüßen sowohl für die Hoch- als auch für die Tiefboxen vergleichend dargestellt. Hervorzuheben ist der Anteil der stehenden Kühe in den Hochboxen (10 %) im Vergleich zu jenem der stehenden Kühe in den Tiefboxen (1,2 %). Diese Beobachtungen weisen darauf hin, dass es für die Kühe angenehmer ist, mit allen

vier Beinen auf dem Belag der Hochboxen zu stehen als auf den Strohmatratzen der Tiefboxen, welche in der Regel relativ stark gewölbt sind. Der Anteil der Kühe, der nur mit den Vorderbeinen in den Boxen stand, war mit 7,3 % bei den Hochboxen und 6,9 % bei den Tiefboxen im Vergleich relativ ausgeglichen.

Tabelle 13: Anteile der liegenden und stehenden bzw. mit den Vorderfüßen in der Box stehenden Kühe in den Hoch- und Tiefboxenabteilen (in %)

Merkmal	Hochbox	Tiefbox
Liegen in der Box	57,4	60,8
Stehen in der Box	10,0	1,2
Stehen mit Vorderfüßen in der Box	7,3	6,9

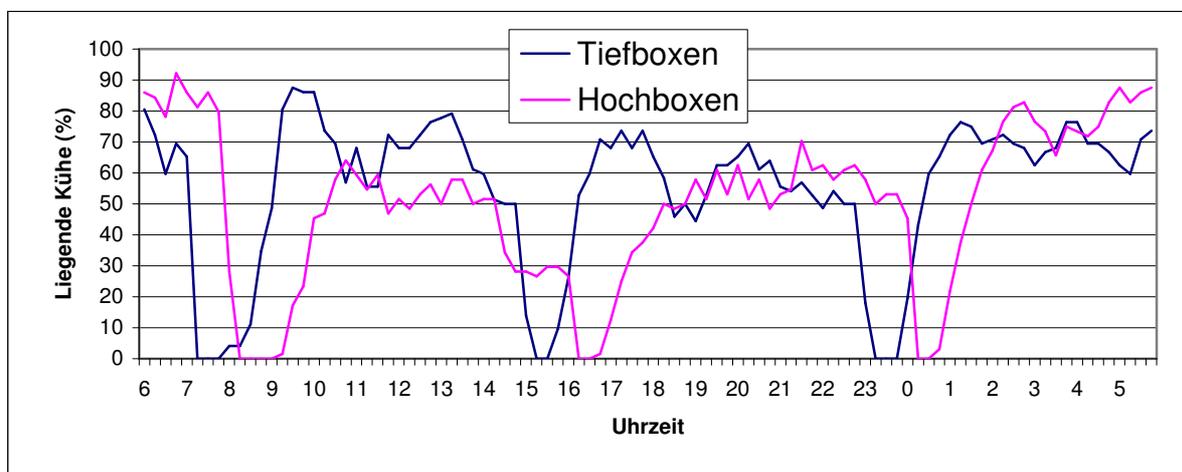


Abbildung 4: Anteile liegender Kühe im Tagesverlauf in Tief- und Hochboxen

Die Abbildung 4 zeigt den Anteil der liegenden Kühe im Tagesverlauf in den Hoch- bzw. Tiefboxen. Der Kurvenversatz widerspiegelt die zeitliche Reihenfolge des Melkens der Kühe aus den beiden Abteilen (siehe auch Abbildung 2 und Abbildung 3). Anhand der Kurven sind die Hauptliegezeiten von 2.00 bis 7.00 Uhr, von 9.00 bis 14.00 Uhr und von 18.00 bis 23.00 Uhr gut zu erkennen. Aus der Tabelle 14 ist in diesem Zusammenhang zu entnehmen, dass nachts, in der Zeit von 2.00 bis 7.00 Uhr, in den Hochboxen durchschnittlich 79,9 % der Kühe lagen. Während des gleichen Zeitraumes waren es im Tiefboxenabteil nur 69,0 %. In der Zeit von 9.00 bis 14.00 Uhr verhielt es sich entgegengesetzt, d.h. im Tiefboxenabteil lagen mit 67,7 % deutlich mehr Kühe als im Hochboxenabteil mit 53,4 %. In den Abendstunden gab es nur geringfügige Unterschiede.

Tabelle 14: Anteile der liegenden Kühe in den Hauptliegezeiten in den Hoch- und Tiefboxen (in %)

Uhrzeit	Hochboxen	Tiefboxen
2.00 bis 7.00 Uhr	79,9	69,0
9.00 bis 14.00 Uhr	53,4	67,7
18.00 bis 23.00 Uhr	55,5	54,4

Neben den eben aufgeführten Unterschieden zwischen Hoch- und Tiefboxen sind auch Unterschiede in der Akzeptanz zwischen den Tiefboxen hervorzuheben. So betrug in der Liegebox-Nr. 20 der Anteil liegender Kühe 12% und in der Liegebox-Nr. 27 90 %. Diese Unterschiede sind wahrscheinlich auf den unterschiedlichen Zustand der Strohmattatze zurückzuführen. So können die in der Strohmattatze vorhandenen Kalkklumpen oder eine sehr schräge Liegefläche als Ursache für die geringe Belegung angenommen werden. Durch eine bessere Pflege könnte vermutlich die Akzeptanz dieser Boxen durch die Kühe erhöht werden.

4.2 Arbeitswirtschaft

Methode

Für die arbeitswirtschaftlichen Untersuchungen wurden folgende Daten ermittelt:

- Arbeitszeit für das Beladen des Ballenauflösegerätes
- Arbeitszeit für den Transport
- Arbeitszeit für das Öffnen der Tore und das für das Einstreuen notwendige Treiben der Kühe
- Arbeitszeit für die Ausbringung des Stroh
- Einstreumengen und -kosten
- Arbeitszeit für die Reinigung der Box

Die Arbeitszeitmessungen wurden im September 2002 und im Oktober 2003 an je vier Tagen mit einem Trio-Stopp-Messgerät durchgeführt. Aufgrund dieser Daten wurde Vergleiche zwischen der Hoch- und Tiefboxenhaltung vorgenommen.

Ergebnisse

Das Beladen des Ballenauflösegerätes dauerte zwischen 3,5 und 6,6 Minuten. Dies erfolgte zum Teil nicht direkt am Strohlager, um eine Behinderung des Fütterers zu vermeiden. Hierdurch ergab sich ein zusätzlicher Arbeitszeitaufwand für das Transportieren der Ballen vom Lager- zum Ladeort. Die Entfernung vom Stall zur Scheune beträgt etwa 150 m. Die dafür benötigte Fahrzeit schwankte zwischen 2,0 und 4,7 Minuten. Das Einstreuen der Abteile II, III und IV (Abbildung 1) erfolgte während der Melkzeit. Beim Einstreuen von Abteil I wurden die Kühe zunächst in den Fress- und danach in den Laufgang getrieben, während vom jeweils anderen Gang aus die Boxen eingestreut wurden. Die Boxenart hatte keinen Einfluss auf den Arbeitszeitaufwand für das Beladen und die Fahrzeit. Die Häufigkeit

des Beladens und die Anzahl der Fahrten vom Stall zur Scheune wurden jedoch durch die höhere Einstreumenge für die Tiefboxen beeinflusst.

Für die Tiefboxen wurde eine Einstreumenge von 6 kg je Box und Woche und für die Hochboxen von 3,8 kg je Box und Woche ermittelt. Daraus ergibt sich eine jährliche Einstreumenge von 3,2 dt Stroh für die Tiefbox und 1,83 dt für die Hochbox. Bei veranschlagten 5,80 €/dt Bergungs- und Lagerkosten ergaben sich für die Tiefbox jährliche Strohkosten von 18,56 € und für die Hochbox von 10,61 €. Die Kosten für den Einsatz von Kalk können mit 2,20 € je Tiefbox angesetzt werden. Für eine Kostenkalkulation müssten noch die Investitionskosten berücksichtigt werden, die für die Tiefbox bei 85 € je Box und für die Hochbox bei 200 € je Box veranschlagt werden können.

Der Zeitaufwand für das Einstreuen liegt bei Tiefboxen mit 11,72 AKmin je Abteil höher als bei den Hochboxen mit 7,51 AKmin je Abteil, was durch die höhere Einstreumenge begründet werden kann. Je Kuhplatz wurde damit ein Arbeitszeitaufwand von 0,16 AKmin (Tiefboxen) bzw. 0,10 AKmin je Einstreuvorgang ermittelt. Berücksichtigt man alle Arbeitsgänge, liegt die benötigte Zeit für einen Einstreuvorgang bei 0,40 AKmin je Tiefbox bzw. 0,35 AKmin je Hochbox. Der gesamte Vorgang des Einstreuens einschließlich Beladen und Fahrzeiten verursachte einen Arbeitszeitaufwand von 29 AKmin je Box und Jahr für die Tiefboxen bzw. von 22 AKmin je Box und Jahr für die Hochboxen (Tabelle 15).

Für die Boxenreinigung wurden täglich durchschnittlich je Tiefbox 0,33 AKmin und für die Hochbox 0,27 AKmin aufgewendet. Daraus ergibt sich ein jährlicher Arbeitszeitaufwand von 121 AKmin für die Tiefbox und 97 AKmin für die Hochbox. Der höhere Arbeitszeitaufwand für die Tiefbox kann aber teilweise kompensiert werden durch geringere Aufwendungen für die Euterreinigung. Da in der Regel der Schwanz der Kühe in den Tiefboxen aufgrund des Vorhandenseins einer hinteren Begrenzung (Streuschwelle) in der Box liegt, sind diese Kühe sauberer. Das hat einen geringeren Arbeitszeitaufwand für die Euterreinigung zur Folge. Da die Auswirkungen eines unterschiedlichen Verschmutzungsgrades auf den Arbeitszeitaufwand für die Euterreinigung nicht Gegenstand der Untersuchungen auf dem Gut Dummerstorf waren, wurden ermittelte Werte von ENGELHARD und BLUM (1998) in die Berechnung des Gesamtzeitaufwandes einbezogen. Insgesamt ist festzustellen, dass der Arbeitszeitaufwand für die Bewirtschaftung der Tiefboxen geringfügig höher als bei Hochboxen ist.

Tabelle 15: Arbeitszeitaufwand für die Bewirtschaftung der Hoch- und Tiefboxen

Arbeitsgang	Arbeitszeitaufwand AKmin je Box und Jahr	
	Hochbox	Tiefbox
Einstreuen	22	29
Boxenreinigung	97	121
Euterreinigung (ENGELHARD u. BLUM 1998)	88	64
Summe Arbeitszeitaufwand	207	214

Werden die Kosten der Bewirtschaftung insgesamt betrachtet, so sind auch diese bei den Tiefboxen geringfügig höher als bei den Hochboxen (Tabelle 16).

Tabelle 16: Kostendifferenz zwischen Hoch- und Tiefboxen

	Kostendifferenz €/Box und Jahr	
	Hochbox	Tiefbox
Bau	+11,5	
Einstreumaterial		+11,15
Arbeit (Einstreuen, Reinigung)		+1,44
Gesamtkostendifferenz		+0,09

Ansatz: Abschreibung Boxenbelag 10 Jahre, Lohnkosten 12 €/AKh inklusive Lohnnebenkosten

Diskussion

Werden Hochboxen (Kuhkomfortbelag) mit Tiefboxen (Strohmatratze, Sand, Sägemehl) aus Sicht der Tiergerechtigkeit miteinander verglichen, so ergeben sich in der Regel Vorteile für die Tiefboxen. Das zeigen die Untersuchungen auf dem Gut Dummerstorf, die eine höhere Gesamtliegedauer der Kühe in den Tiefboxen ergaben. Die Ergebnisse werden durch TUCKER et al. (2003) bestätigt. Mit Stroh eingestreute Liegeboxen weisen nach KRAMER et al. (1999) deutlich bessere Isolationseigenschaften sowie eine sehr gute Polsterungs- und Flüssigkeitsaufnahmefähigkeit auf. Auch bei der Anzahl und der Schwere der Verletzungen ergeben sich Vorteile für die Tiefboxen (SCHAUB et al. 1999, WEARY und TASZKUN 2000, KÖGLER et al. 2003). In Ställen mit Tiefboxen wurden deutlich weniger Sprunggelenkverletzungen ermittelt. Hierbei muss aber betont werden, dass neben dem Einfluss des Liegeboxentyps die Bewirtschaftung der Boxen einen erheblichen Einfluss hat. Tiefboxen, die nur mit Stroh eingestreut werden, ohne dass sich eine entsprechende Matratze bildet, können aus Sicht der Tiergerechtigkeit schlechter abschneiden als gut bewirtschaftete Hochboxen mit Kuhkomfortbelägen. Das Stroh wird bei solchen Boxen durch die Kühe zur Seite geschoben, so dass die Kühe auf dem blanken Beton liegen. Dadurch kann es zu Abschürfungen und Schwellungen an den Gelenken kommen. Die Kühe nehmen die Box schlechter an und die Gesamtliegedauer wird verkürzt. Außerdem ist bei dieser Variante der Strohverbrauch unverhältnismäßig hoch, da die Kühe beim Bewegen viel lockeres Stroh aus der Box zerren. Insgesamt ist einzuschätzen, dass im Milchviehstall des Gutes Dummerstorf sowohl in den Tief- als auch in den Hochboxen der Anteil der liegenden Kühe relativ hoch war.

Der Vergleich des Arbeitszeitaufwandes für die Bewirtschaftung von Hochboxen gegenüber Tiefboxen zeigt Vorteile für die Hochboxen. Die Untersuchungen auf dem Gut Dummerstorf ergaben bei zweimal Einstreuen pro Woche mit einem Ballenauflösegerät einen Arbeitszeitaufwand für das Einstreuen der Tiefbox von 29 AKmin je Box und Jahr und für die Hochbox von 22 AKmin je Box und Jahr, das heißt einen nur um 7 Minuten höheren Arbeitszeitaufwand für die Tiefbox. ENGELHARD und BLUM (1998) ermittelten für das Einstreuen der Tiefbox bei Einsatz eines Ballenauflösegerätes etwa 41 AKmin je

Box und Jahr gegenüber 25 AKmin je Box und Jahr in der Hochbox deutlich höhere Werte für den Arbeitszeitaufwand, aber auch größere Differenzen zwischen Hoch- und Tiefboxen.

Der höhere Arbeitszeitaufwand für die Tiefbox insgesamt resultiert aus dem höheren Strohbedarf. Dadurch steigt die Zeit für das Befüllen des Ballenauflösegerätes etwas an, die Transporthäufigkeit der Ballen vom Strohlager zum Stall (Gesamtfahrzeit) erhöht sich geringfügig, aber insbesondere der Einstreuvorgang wird verlängert. Der Zeitaufwand für den Arbeitsgang „Einstreuen“ hängt maßgeblich von der gewählten Mechanisierungslösung für Beladen und Einstreuen, der Transportentfernung zwischen Strohlager und Stall, jedoch auch von der eingesetzten Arbeitskraft und der Qualität des Strohs ab. Die auf dem Gut Dummerstorf im Vergleich zur Literatur ermittelten relativ niedrigen Werte für den Arbeitszeitaufwand für den Einstreuvorgang resultieren aus den kurzen Wegen vom Strohlager zum Stall, der angewendeten technischen Lösung (Ballenauflösegerät) sowie der guten Qualität des Strohs. Wird das Stroh hingegen unsachgemäß ohne Abdeckung im Freien gelagert, können feuchte Schichten in den Strohballen entstehen, die zu Störungen im Ballenauflösegerät während des Einstreuvorgangs führen können und damit den Arbeitszeitaufwand erhöhen. Feuchtes Stroh erhöht außerdem die notwendige Einstreumenge und daraus resultiert ein insgesamt höherer Arbeitszeitaufwand.

Der auf dem Gut Dummerstorf für die Reinigung der Tiefboxen ermittelte Arbeitszeitaufwand von 121 AKmin je Box und Jahr liegt etwas niedriger als der von ENGELHARD und BLUM (1998) mit 146 AKmin je Box und Jahr festgestellte Wert. Für die Hochboxen wurden in Dummerstorf 97 AKmin je Box und Jahr ermittelt. ENGELHARD und BLUM (1998) ermittelten 115 AKmin. Damit wurden in Dummerstorf je Tiefbox 24 AKmin mehr im Jahr an Arbeitszeit gegenüber der Hochbox aufgewendet. Die Werte liegen aber deutlich über den von HÖRNING (1997) für die Tiefboxen (84 AKmin je Box und Jahr) und die Hochboxen (72 AKmin je Box und Jahr) ermittelten Werten. Anzumerken ist, dass der von HÖRNING angegebene Arbeitszeitaufwand sehr niedrig liegt. Dieser Arbeitszeitaufwand wird in der Praxis nicht ausreichen, um tiergerechte, von den Kühen gut angenommene Liegeboxen zu gestalten, da zur Reinigung der Tiefbox- neben dem täglichen Entfernen des Kots- auch das Ausgleichen der in der Box entstehenden Unebenheiten gehört. Dieses Ausgleichen ist zwar aus arbeitswirtschaftlicher Sicht aufwendig, aber notwendig, da ansonsten sehr harte Erhöhungen aus Stroh, Kalk, Kot- und Harnresten im Liegebereich der Box entstehen, die die Liegequalität stark einschränken können. Auch schräge Liegeflächen, die aus jener mangelhaften Pflege resultieren, werden von den Kühen schlechter angenommen.

Die in Tiefboxen gehaltenen Kühe sind im Bereich der Hinterhand und des Euters in der Regel sauberer als jene in Hochboxen. Dadurch kann sich der Arbeitszeitaufwand im Melkstand verringern. Hieraus kann nach HÖRNING (1997) sowie ENGELHARD und BLUM (1998) ein um 12 bis 30 AKmin/Kuh und Jahr niedrigerer Arbeitszeitaufwand für die Euterreinigung zugunsten der Tiefbox resultieren. Wird diese Verringerung des Arbeitszeitaufwandes in die gesamte Arbeitszeitkalkulation einbezogen, würde sich für das Gut Dummerstorf nur ein geringer Unterschied im Arbeitszeitaufwand zwischen Hoch- und Tiefboxen ergeben.

Die in Dummerstorf für die Tiefboxen (6 kg/Kuh und Woche) und für die Hochboxen (3,8 kg/Kuh und Woche) ermittelten Einstreumengen entsprechen in etwa den von ENGELHARD und BLUM (1998) für Tiefboxen (5 kg) und von KAUFMANN et al. (1997) für Hochboxen (3,5 kg) angegebenen Werten.

Bei den gegebenen Voraussetzungen in Dummerstorf (effektive Mechanisierungslösung für das Einstreuen, gute Strohqualität, kurze Transportwege) sind die jährlichen Kosten bei den Tiefboxen nur geringfügig höher als bei den Hochboxen. Landwirtschaftsbetriebe, die diese Voraussetzungen nicht erfüllen, müssen mit einer höheren Kostendifferenz zuungunsten der Tiefboxen rechnen.

4.3 Mikrobiologie

Tiere

In den untersuchten Abteilen wurden je 72 Tiere der Rasse DEUTSCHE HOLSTEINS gehalten. Im Untersuchungszeitraum (März-April 2003) befanden sich im Abteil II Tiere, die sich im zweiten Drittel und im Abteil III Tiere, die sich im letzten Drittel der Laktation befanden. Die Untersuchungen bezogen sich auf 3 Boxen jeder Ausstattung. Die Lage der Versuchsbboxen ist aus Abbildung 1 ersichtlich.

Methoden

Die Probenahmen (2 je Box und Entnahmetag) erfolgten im Zeitraum von 17.03.2003 bis 06.04.2003, jeweils am Tag des frischen Nachstreuens (montags), am vierten Tag (donnerstags) und am siebten Tag (sonntags). Die Proben der Einstreu sind im hinteren Teil der Box entnommen worden. Dabei betrug das durchschnittliche Probengewicht 3,8 g (1,19g bis 9,87g).

Die Bearbeitung der Proben erfolgte im mikrobiologischen Labor an der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät der Universität Rostock nach üblichen Methoden der Keimzahlbestimmung (Spatelverfahren) (BAUMGART, 2001):

- Versetzen der Einstreuproben mit Peptonwasser (1:10)
- Herstellung geometrischer Verdünnungsreihen (Faktor 10)
- Verwendung folgender Nährböden (nach Vorversuchen zur Eignung verschiedener Nährmedien):
 - Mannitol-Kochsalz Nachweis Staphylokokken
 - Edwards Nachweis euterpathogener Streptokokken
 - Gassner Nachweis Darmbakterien
- Ablesung der Anzahl der koloniebildenden Einheiten

Die Differenzierung bzw. der Ausschluss pathogener grampositiver Erreger wurde entsprechend den üblichen biochemischen Leistungen (Plasmakoagulase, Toxinbildung, Esculinspaltung) vorgenommen. Die gramnegativen Bakterien wurden in nichtlaktosespaltende und laktosespaltende Keime unterteilt, eine weitergehende Differenzierung erfolgte nicht.

Die Bestimmung von Trockenmasse und Rohasche in der zweiten Probe erfolgte nach Methoden der Futtermittelanalytik (KIRCHGESSNER, 1997). Die Trockensubstanz resultierte aus der Differenz der Einwaage der Frischsubstanz und dem Gewicht der Probe nach

einer 5-stündigen Inkubation bei 105° C. Die Rohasche ergab sich nach der 8-stündigen Behandlung bei 600° C.

Die Prüfung auf signifikante Unterschiede erfolgte mit Hilfe des t-Testes (Man-Whitney-Rank-Sum-Test bei ungeeigneter Datenlage für den t-Test).

Ergebnisse

Insgesamt blieb das Nachweisergebnis aus der Gruppe der grampositiven Mastitiserreger (*Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalaktiae*, andere relevante Streptokokken) in der Einstreu negativ. Die grampositiven Bakterien (Staphylokokken, Streptokokken und Enterokokken) stellten den Hauptanteil der Flora (durchschnittlich 98%) auf den Kuhkomfort-Matratzen und in der Tiefstreu. Staphylokokkenarten waren häufiger als Enterokokken und Streptokokken anzutreffen (Abbildung 5). Die gramnegativen Vertreter der Bakterien waren nur mit 2% an der Gesamtkeimzahl beteiligt. Hier wurden nichtlaktosespaltende (ca. 90 % der gramnegativen Flora) und laktosespaltende (10 %) Bakterien unterschieden. Aus beiden Gruppen sind Mastitiserreger bekannt.

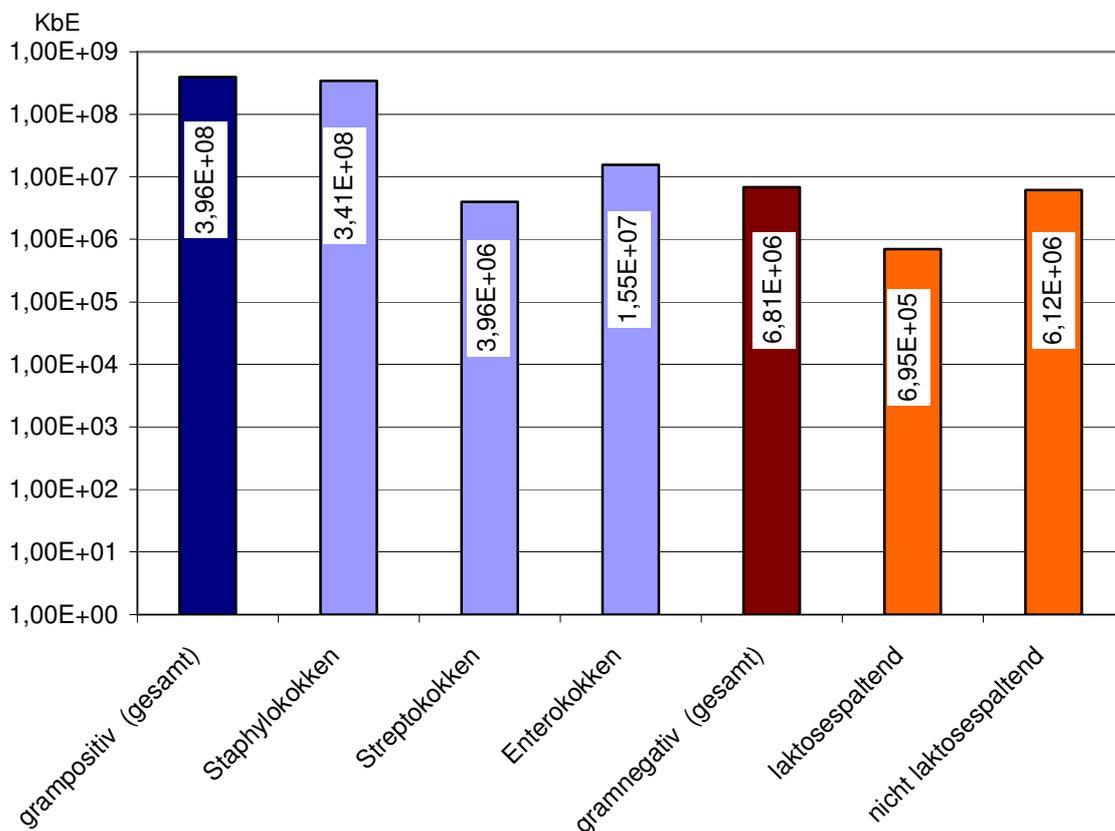


Abbildung 5: Gesamtübersicht der analysierten Keimzahlen verschiedener Bakteriengruppen (in KbE)

Vergleich von Hoch- und Tiefboxen bezüglich der Gesamtkeimzahlen

Der Vergleich des durchschnittlichen Keimbesatzes zwischen Hoch- und Tiefboxen ergab, dass nur Streptokokkenarten signifikant in höheren Keimzahlen auf Hochboxen vorkamen. Staphylokokken, Enterokokken und Stäbchen (nichtlaktosespaltend und laktosespaltend) dagegen waren signifikant in geringer Anzahl anzutreffen (Abbildung 6).

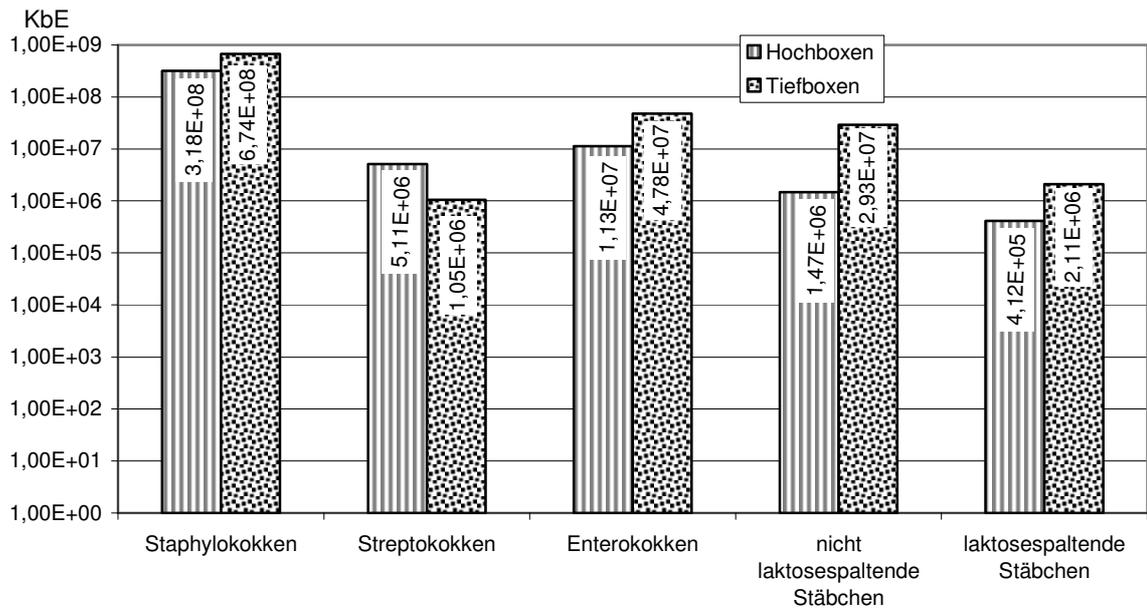


Abbildung 6: Vergleich der analysierten durchschnittlichen Keimzahlen verschiedener Bakteriengruppen in Hoch- bzw. Tiefboxen (in KbE)

Vergleich verschiedener Kuhkomfortmatratzen hinsichtlich des Gesamtkeimbesatzes

Die einzelnen Kuhkomfortmatratzen unterschieden sich hinsichtlich des Keimbesatzes nur unwesentlich. So kann nur ein Trend angegeben werden. Die DURO-Matratze wies bei den grampositiven Keimen den geringsten Besatz auf, während KEW bei den Staphylokokken und COW bei den Streptokokken sowie Enterokokken die höchsten Werte zeigten. Bei der gramnegativen Flora verändert sich das Bild etwas. Hier wurden die höchsten Belastungen an nichtlaktosespaltenden Bakterien bei der KEW (ERRI- die geringsten) registriert. Die laktosespaltenden Bakterien waren bei DURO am häufigsten und bei ERRI am geringsten vertreten (Abbildung 7).

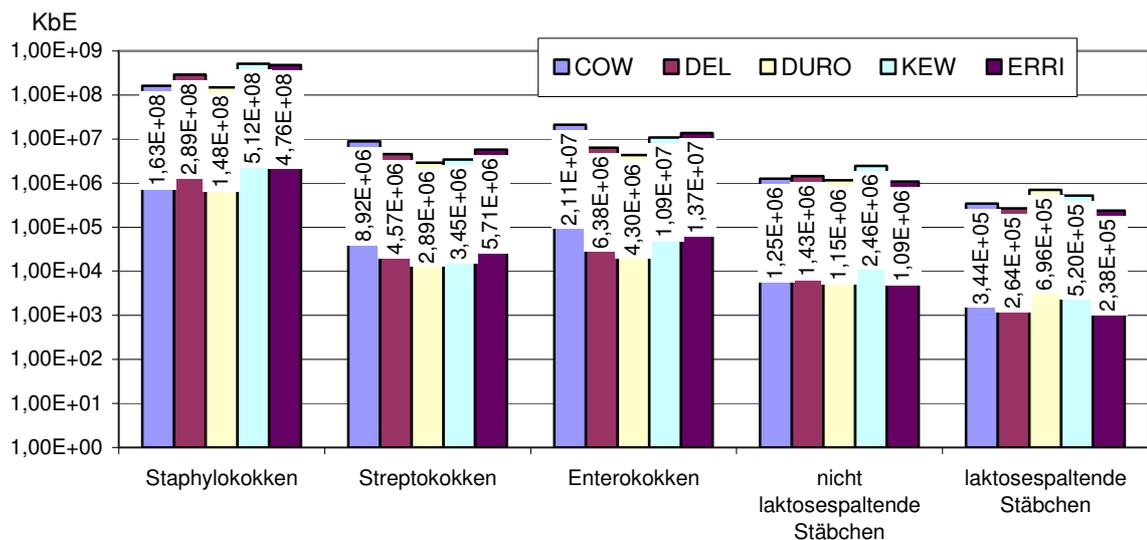


Abbildung 7: Vergleich der Kuhkomfortmatratzen hinsichtlich der durchschnittlichen Keimzahlen

Keimzahlentwicklung im Untersuchungsverlauf

Alle grampositiven Bakterien zeigten innerhalb einer Woche den gleichen Entwicklungsverlauf. Am Tag der Einstreu wurden die geringsten Keimzahlen ermittelt, die zum 4. Tag nach der Einstreu anstiegen und zum Tag 7 wieder leicht abfielen, jedoch über dem Wert des Einstreutages blieben. Diese Aussage trifft auf alle Boxenarten für alle Wochen für die Staphylokokken und Enterokokken, und für Woche 2 und 3 für die Streptokokken zu¹. Für die erste Woche – Streptokokken – kann die Feststellung nicht übertragen werden, da für den ersten Tag keine Werte vorlagen (Abbildung 8).

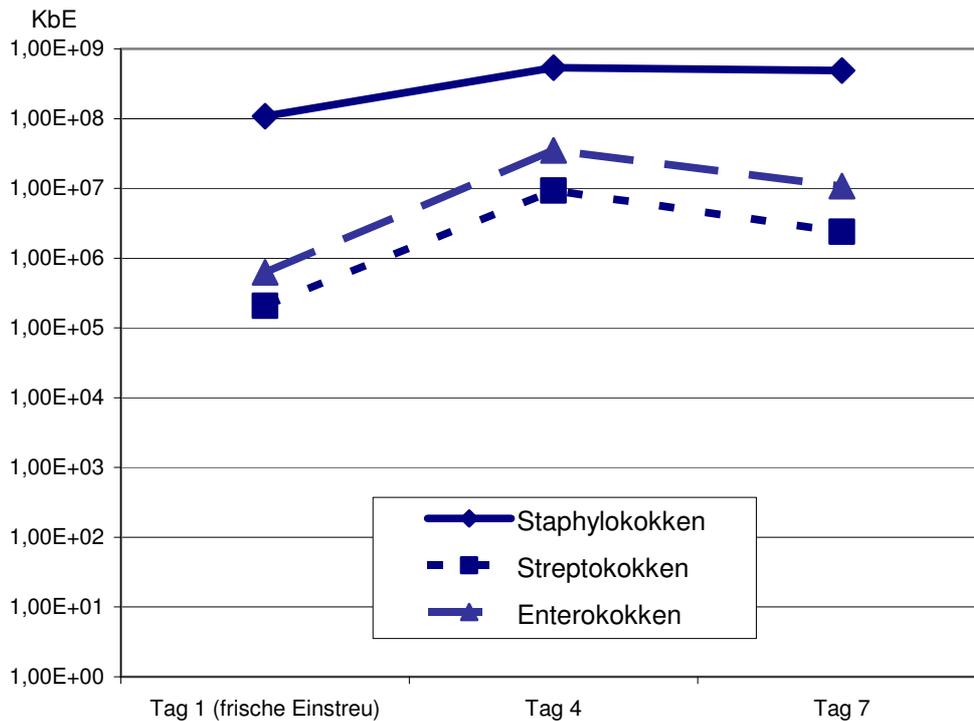


Abbildung 8: Keimzahlentwicklung der grampositiven Bakterien in allen Boxen (Woche 1-3) während der Untersuchungstage

Keimzahl KBE/ml	Tag 1 (frische Einstreu)	Tag 4	Tag 7
Staphylokokken	1,08E+08	5,35E+08	4,88E+08
Streptokokken	2,07E+05*	9,29E+06	2,38E+06
Enterokokken	6,30E+05	3,50E+07	1,08E+07

*Daten für die erste Woche, Tag 1 fehlen

Die gramnegativen Bakterien verhielten sich in den Wochen je nach Gruppe unterschiedlich. Prinzipiell waren hinsichtlich der Populationsdynamik zwischen Hoch- und Tiefliegeboxen keine Unterschiede zu erkennen. In der Regel begannen die nichtlaktosespaltenden Bakterien mit höheren Keimzahlen, die zum Ende der Untersuchungswoche abfielen, während der Trend der Laktosespaltenden gegenteilig verlief. Nur in der ersten Woche verhielten sich bei den Hochliegeboxen beide gramnegativen Bakteriengruppen ähnlich wie die grampositive Flora (Abbildung 9).

¹ Unterschiede statistisch nicht signifikant, daher im Diagramm zusammengefasst

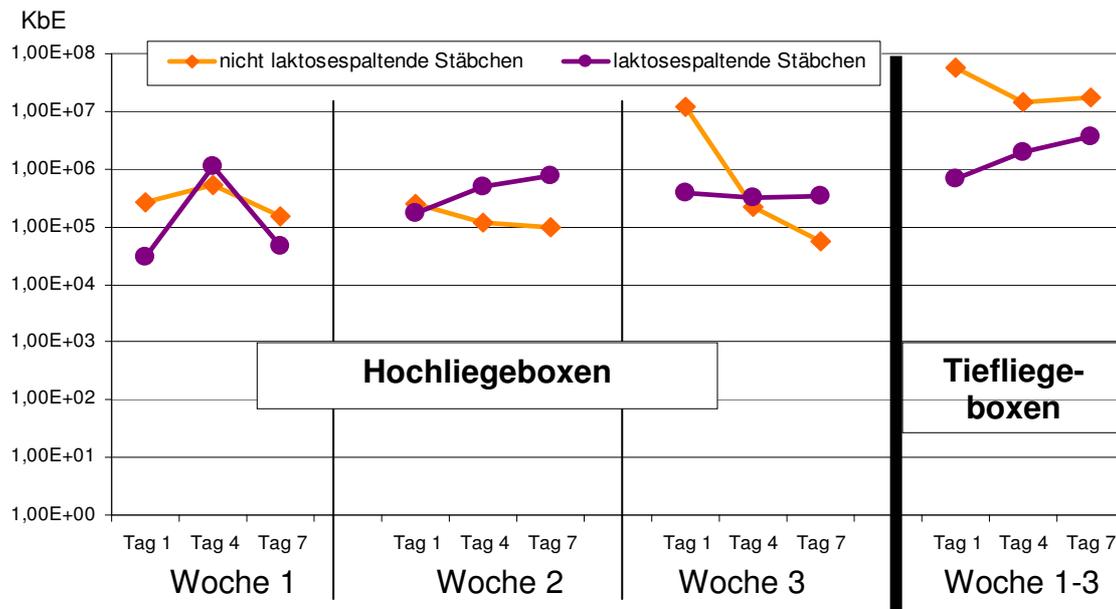


Abbildung 9: Keimzahlentwicklung der gramnegativen Bakterien in Hoch- und Tieflichegeboxen (Woche 1-3) während der Untersuchungstage

Gehalte an Trockenmasse und organischer Substanz in den Einstreuproben

Die Schwankungsbreite der Trockenmassegehalte der analysierten Proben war in den Hochlichegeboxen grundsätzlich größer als in den Tieflichegeboxen. So lassen sich nur Trendaussagen treffen. Die höchsten Gehalte waren unmittelbar nach dem Einstreuen zu registrieren, fielen zum Tag 4 ab und stiegen zum Tag 7 leicht wieder an. In den Tieflichegeboxen zeichnen sich die gleichen Verhältnisse ab. Hier ist der Trend deutlicher, da die Schwankungsbreite nicht ganz so extrem war (Abbildung 10).

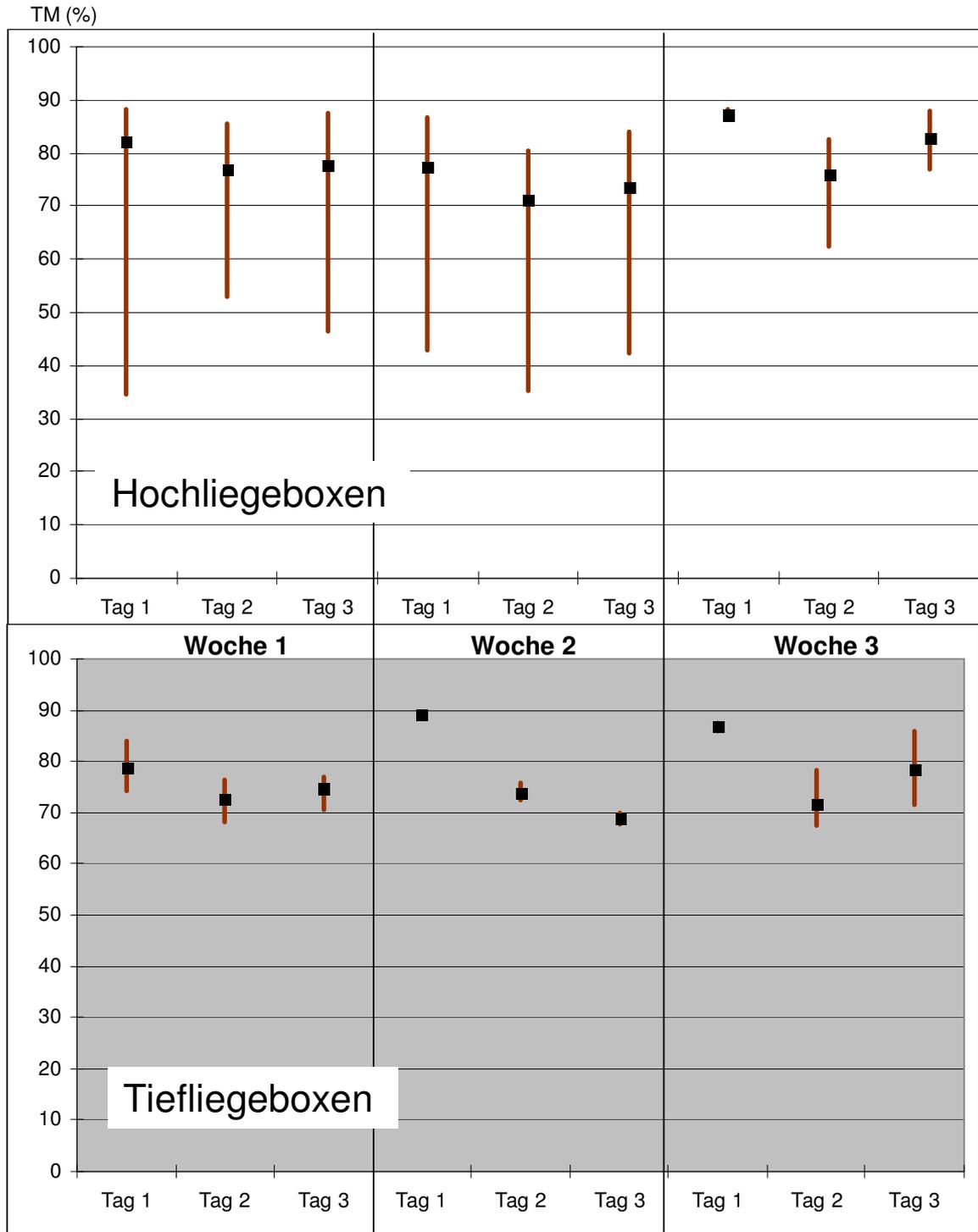


Abbildung 10: Entwicklung der Trockenmassegehalte (%) der Einstreuproben

Der Gehalt an organischer Substanz nahm sowohl bei den Hochliegendeboxen als auch bei den Tieflicheboxen (hier Woche 1-2) im Verlauf der einzelnen Untersuchungswochen ab. Nur bei den Tieflicheboxen stieg in der dritten Woche der Gehalt an organischer Substanz zum Tag 7 wieder an (Abbildung 11).

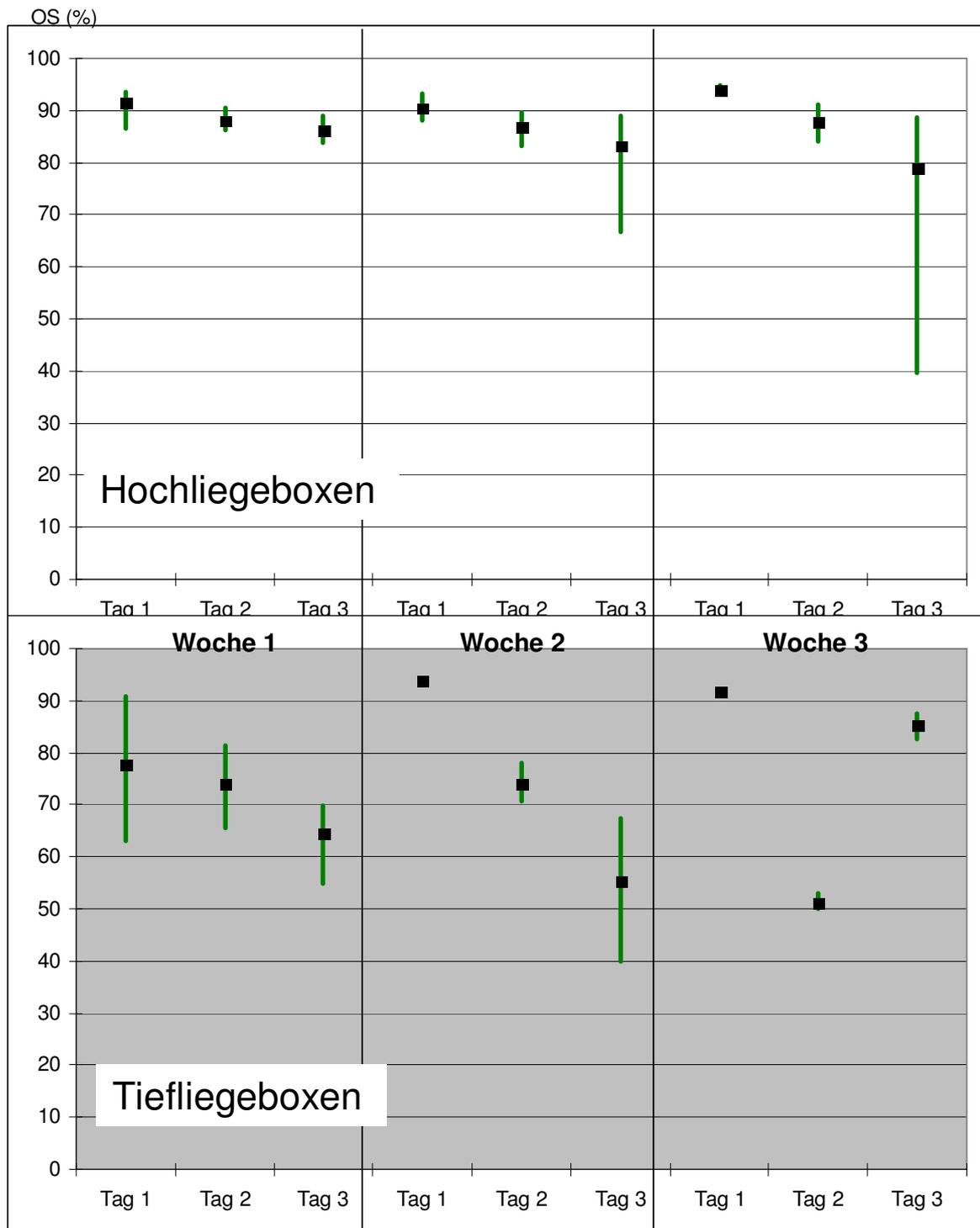


Abbildung 11: Entwicklung der Gehalte an organischer Substanz (%) der Einstreu-
proben

Diskussion

Hygienischer Status

Insgesamt wurden **keine pathogenen grampositiven Erreger** nachgewiesen. Innerhalb der gramnegativen Flora sind mehrere Arten bekannt, die Euterentzündungen hervorrufen können, aber als Faktorenkrankheiten gelten. Einige Erreger (z.B. *Pseudomonas sp.*) kommen in der Umwelt vor, andere (z.B. *Citrobacter sp.*, *Klebsiella sp.*, *Enterobacter sp.*,

Escherichia coli) befinden sich physiologisch im Darm und sind damit immer in der Umwelt der Tiere zu finden. Hinsichtlich der **Gesamtkeimzahl** wiesen die Tiefliegeboxen höhere Werte auf. Hier verbleibt die Einstreu über längere Zeit und die Population der Mikroorganismen kann sich aufbauen. Die regelmäßige Kalkung hat keimreduzierende Wirkung und vermindert eine übermäßige Vermehrung der Bakterien. Die Kuhkomfortmatratzen der Hochliegeboxen unterschieden sich untereinander statistisch gesehen nicht. Hier ist eher das regelmäßige Beseitigen von Exkrementen von den Matten von Bedeutung, damit die Tiere mit dem Euter nicht in verschmutzten Arealen liegen. Die **Zusammensetzung der Flora** entsprach den Erwartungen. Grampositive Bakterien (98 % der Flora) besiedeln Pflanzenoberflächen, einige stammen von der Haut der Tiere und lassen sich in der Einstreu nachweisen. Der relativ geringe Anteil der gramnegativen Flora (2 %) überrascht nicht, die Bakterien stammen ebenfalls von den Pflanzenoberflächen und aus der Erde (vorwiegend nichtlaktosespaltende) und aus den Exkrementen (beide Gruppen) der Tiere. Hier kommt die regelmäßige Entmistung und Reinigung zum Tragen, welche diese Keime aus dem Stall herausschafft. Die Entwicklungsbedingungen für die meisten gramnegativen Bakterien sind bei trockener Umgebung nicht vorteilhaft. Sie können zum Teil zwar überleben, kommen aber nicht zur Massenvermehrung. Der leichte **Anstieg der Population** der grampositiven Bakterien zur Wochenmitte lässt sich mit der kurzzeitig höheren Feuchtigkeit und den etwas höheren Temperaturen im Stall erklären. Zum Ende der Woche nahm die Feuchtigkeit wieder ab. Die teilweise gegenläufige Populationsdynamik - nichtlaktosespaltende und laktosespaltende (coliforme) Darmbewohner - hat ihre Ursache auch in den unterschiedlichen Umweltansprüchen der Erreger. Die leichte Anreicherung mit laktosespaltenden Keimen (Darmbewohner) ist mit dem fortwährenden Eintrag durch die Tiere zu begründen. Solange keine obligat pathogenen Erreger eingetragen werden und sich die Tiere in einem guten Gesundheitszustand befinden, wird dieser Besatz an Mikroorganismen durch die Tiere toleriert.

Trockensubstanz und organische Substanz

Aufgrund der sehr starken Schwankungen in den Hochliegeboxen (trocken bis nass - Harnverunreinigung) sind generelle Aussagen schwierig. Die beobachtete Abnahme der Trockensubstanzgehalte in der ersten Hälfte der Untersuchungswochen entspricht den Erwartungen. Allerdings nimmt die Trockensubstanz zum Tag 7 wieder zu. Ein Abtrocknen bzw. Kalkgaben zwischendurch könnten diesen Vorgang erklären. Die Gehalte der Organischen Substanz entsprechen bis auf eine Ausnahme (Tiefliegebox-Woche 3) hinsichtlich der zeitlichen Veränderungen der Annahme. Hier tragen die Tiere selbst während der Woche anorganische Bestandteile (Sand) von den Triftwegen ein. Weiterhin erhöht die Kalkung den Rohascheanteil.

5 Schlussfolgerungen und Hinweise für die Praxis

Im § 2 des Tierschutzgesetzes wird unter anderem eine den Bedürfnissen der Tiere entsprechende verhaltensgerechte Unterbringung gefordert. Ob die im landwirtschaftlichen Produktionsprozess genutzten Stalleinrichtungen bzw. Aufstallungssysteme diese Anforderungen erfüllen, ist in der Regel vom Landwirt nicht objektiv zu beurteilen. Ein Prüf- und Zulassungsverfahren könnte in diesem Punkt mehr Rechtssicherheit schaffen und eine sinnvolle Ergänzung zur Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung ergeben. Dabei sollte ein

fakultatives System zeitnah und mit geringem bürokratischen Aufwand Verbesserungen im Sinne des Tierschutzes ermöglichen. Eine Anlehnung an das DLG-Prüfverfahren (BERTRAM und HERRMANN 1998) ist dabei anzustreben. Nationale Alleingänge, unklare Kostenverteilung und Benachteiligungen kleiner, innovativer Unternehmen sind als eindeutige Nachteile solcher Vorgehensweisen anzuführen.

Die Möglichkeiten von Forschungseinrichtungen, anwendungsorientiert Managementtechniken zu beurteilen, müssen bei der Bewertung von Haltung, Fütterung und Züchtung zunehmend in Entscheidungshilfen für Landwirte, Berater und Politiker münden. Unter diesem Gesichtspunkt sind die vorgelegten Ergebnisse zur Liegeboxengestaltung von Milchkühen zu werten.

Der Komplex Liegen nimmt unter dem Schlagwort "Kuhkomfort" neben solchen Bereichen wie Luft, Laufen, Licht und Wasser eine besondere Stellung ein. Etwa 50 bis 60 % des täglichen Zeitbudgets verbringt eine Kuh im Liegen. Bei der Beurteilung von Liegeboxen müssen ethologische, hygienische, arbeitswirtschaftliche, technologische und ökonomische Parameter herangezogen werden.

Aus dem Studium der internationalen Literatur und eigenen Untersuchungsergebnissen sind folgende Erkenntnisse abzuleiten:

1. Die tägliche Pflege einer Liegebox entscheidet in höherem Maße über die Eignung der Box als die Auswahl des Liegeboxen- oder Einstreutyps. Dies ist in der Bewirtschaftung zu berücksichtigen und kann zu einer Erhöhung des Wohlbefindens der Kühe und damit ihrer Leistungsbereitschaft und Gesundheit beitragen.
2. Das entscheidende Kriterium für die Auswahl eines Einstreumaterials ist seine Beschaffenheit. Es muss sauber, trocken und komfortabel sein.
3. Da anorganische Einstreumaterialien, insbesondere Sand, besonderer technologischer Systeme bedürfen, spielt diese Art von Einstreu nur eine untergeordnete Rolle in Mecklenburg-Vorpommern. Bei der Wahl organischen Einstreumaterials sind keine gravierenden Differenzen in der Eignung erkennbar. Zu feine Einstreupartikel haben jedoch negative Auswirkungen auf Gelenks- und Eutergesundheit.
4. Bei der Bewirtschaftung von Hochboxen mit Matten oder Matratzen können arbeitswirtschaftliche Vorteile erreicht werden, obwohl der Investitionsaufwand sehr hoch ist. Die gefundenen Ergebnisse belegen sehr deutlich, dass sowohl Matten als auch Matratzen eingestreut werden müssen, um ausreichenden Liegekomfort zu gewährleisten. Dabei weisen verformbare Komfortmatratzen Vorteile in der Annahme durch Kühe gegenüber Matten auf. Die DLG-Prüfberichte sind eine empfehlenswerte Möglichkeit des Vergleichs verschiedener Produkte.
5. Tiefboxen weisen hinsichtlich Liegedauer, Tiersauberkeit, Gelenksbeanstandungen und Arbeitswirtschaftlichkeit (bei abgestimmter technologischer Verfahrensgestaltung im Betrieb) Vorteile gegenüber Hochboxen auf.
6. Liegeboxenmaße sind Literatur- und Praktikerempfehlungen zu entnehmen und sowohl der eigenen Herde als auch den vorhandenen Stalleinrichtungen anzupassen. Dazu dienen Verhaltensbeobachtungen, Beobachtungen der Beschaffenheit von Haut, Gelenken und Eutern, Beurteilungen des Verschmutzungsgrades und Änderungen der Stalltechnik bei Bedarf.

7. Die mikrobiologische Bewertung verschiedener Einstreuvarianten bzw. Einstreuregimes ergab nur eine geringe bzw. keine Gefährdung hinsichtlich von Erkrankungen des Euters. Voraussetzung sind die Sicherung hoher Einstreuqualitäten und der täglichen Pflege der Liegeboxen. Saubere, trockene Einstreu limitiert das Wachstum pathogener Keime. Angepasste Boxenmaße und Melkzeiten sowie saubere Laufgänge reduzieren den Eintrag von Kot, Harn und Milch in die Liegebox.
8. Stalleinrichtungen beeinflussen in entscheidendem Maße das Aktivitäts- und Ruheverhalten von Milchvieh. Um Wohlbefinden und Produktivität von Milchrindern zu sichern, ist das Ruheverhalten der Tiere zu optimieren. Dazu zählen angepasste Liegeboxenabmessungen einerseits und Liegeflächenkomfort andererseits. Oberflächen müssen Wärmekomfort und Weichheit bieten, dabei haltbar sein und der Kuh ungehindertes Aufstehen und Hinlegen erlauben. Sie sollten Kühe sauber halten und Verletzungen ausschließen sowie den täglichen Arbeitszeitaufwand minimieren.
Um das Wohlbefinden von Kühen zu beurteilen, sind Verhaltens-, Leistungs- und Gesundheitsindikatoren zu nutzen. Gesamtliegedauer und Liegesynchronität sind messbare Parameter. Gesundheitsindikatoren wie Milchzellgehalt und Locomotion Score sind ebenfalls nutzbare Messgrößen, um über das Auftreten von Mastitiden und Lahmheiten Rückschlüsse auf den Liegekomfort zu ziehen. Die Milchleistung ist ein weniger geeigneter Parameter.
9. Es gibt einen Bedarf für weitere Forschungstätigkeiten auf dem Gebiet des Kuhkomforts, um die geeignetsten Parameter für die Beurteilung von Wohlbefinden in verschiedenen Haltungsformen für Rinder zu finden. Dabei geht es um die Identifizierung von Faktoren der physikalischen und sozialen Umgebung in Stallsystemen, die diese Parameter in ihrer Wertigkeit erhöhen.
Beispiele dafür sind der Vergleich verschiedener Liegeboxenoberflächen, die in mehreren Eigenschaften differieren (Verformbarkeit, Partikelgröße, Wärmeleitfähigkeit, Reibungsgrad). Außerdem geht es um das Management von Liegeboxen (Boxenpflege, Tierbesatz) und die Langzeitauswirkungen von Maßnahmen des Kuhkomforts auf besonders gefährdete Kühe wie Frischmelker, lahme oder rangniedere Tiere.

Literaturverzeichnis

- BARKEMA, H. W.; VAN DER PLOEG, J. D.; SCHUKKEN, Y. H.; LAM, T. J. G. M.; BENEDICTUS, G. und A. BRAND (1999): Management style and its association with bulk milk somatic cell count and incidence rate of clinical mastitis. *J. Dairy Sci.* 82, 1655-1663
- BAUMANN, L. (2004): Bedding, sanitation and mastitis in dairy herds. Midwest Herd Health Conference, November 10-11, Eau Claire, Wis.
- BAUMGART, J. (2001): Mikrobiologische Untersuchungen von Lebensmitteln, Behr's Verlag, Hamburg
- BERTRAM, H. H. und H. J. HERRMANN (1998): Konzepte der freiwilligen DLG-Prüfung in Deutschland. In: Beurteilung der Tiergerechtigkeit von Haltungssystemen. *KTBL-Schrift* 377, 87-91
- BEY, R. F.; RENEAU, J. K. und R. J. FARNSWORTH (2002): The role of bedding management in udder health. *Proc. NMC Ann. Mtg.*, Madison, WI, 45-55
- BRADE, W. (2001): Tiergerechte Milchrinderhaltung. *Berichte über Landwirtschaft* 79(4), 578-596
- BRAMLEY, A. J. und F. K. NEAVE (1975): Studies on the control of coliform mastitis in dairy cows. *Br. Vet. J.* 131, 160-169
- BUCHWALDER, T.; WECHSLER, B.; HAUSER, R.; SCHAUB, J. und K. FRIEDLI (2000): Liegeplatzqualität für Kühe im Boxenlaufstall im Test. *Agrarforschung* 7, 292-296
- COOK, N. B. und K. V. NORDLUND (2004): Behavioural needs of the transition cow and considerations for special needs facility design. *Vet. Clin. Food Anim.* 20, 495-520
- ENGELHARD, T. und H. BLUM (1998): Hoch- oder Tiefbox – welche ist besser? *top agrar* 2, R20 – R24
- FAIRCHILD, P. T.; McARTHUR, B. J.; MOORE, J. H. und W. E. HYLTON (1982): Coliform counts in various bedding materials. *J. Dairy Sci.* 65, 1029-1035
- FITZGERALD, T.; NORTON, W.; ELLIOTT, R.; PODLICH, H. und O. L. SVENDSEN (2000): The influence of long-term supplementation with biotin on the prevention of lameness in pasture fed dairy cows. *J. Dairy Sci.* 83, 338-344
- FLOR, J.; WEIHER, O. und P. SANFTLEBEN (2005): Generationenkonflikt im Milchviehstall? – Optimale Gruppengestaltung für Färsen und Altkühe. *Neue Landwirtschaft* 9, 68-71
- FLOWER, F. und D. M. WEARY (2002): Testing measures of lameness: using behaviour to predict presence and severity of hoof lesions in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 85(Suppl. 1), 247
- FREGONESI, J. A. und J. D. LEAVER (2001): Behaviour, performance and health indicators of welfare for dairy cows housed in strawyard or cubicle systems. *Livest. Prod. Sci.* 68, 205-216
- GALINDO, F.; BROOM, D. M. und P. G. G. JACKSON (2000): A note on possible link between behaviour and the occurrence of lameness in dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 67, 335-341

- HALEY, D. B.; DE PASSILLÉ, A. M. und J. RUSHEN (2001): Assessing cow comfort: effects of two floor types and two tie stall designs on the behaviour of lactating dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 71, 105-117
- HOGAN, J. S. und K. L. SMITH (1997): Bacteria counts in sawdust bedding. *J. Dairy Sci.* 80, 1600-1605
- HOGAN, J. S.; SMITH, K. L.; HOBLET, K. H.; TODHUNTER, D. A.; SHOENBERGER, P. S.; HUESTON, W. D.; PRITCHARD, D. E.; BOWMAN, G. L.; HEIDER, L. E.; BROCKETT, B. L. und H. R. CONRAD (1989): Bacterial counts in bedding materials used on nine commercial dairies. *J. Dairy Sci.* 72, 250-258
- HÖRNING, B. (1997): Tiergerechtheit und Verfahrenstechnik eingestreuter Milchviehlaufställe in der Praxis. Diss. GhK Kassel
- HÖRNING, B. (2003): Nutztierethologische Untersuchungen zur Liegeplatzqualität in Milchviehlaufstallsystemen unter besonderer Berücksichtigung eines epidemiologischen Ansatzes. Habil. Univ. Kassel
- HULSEN, J. (2004): Kuhsignale. Verlag Roodbont, Zutphen, NL
- JAUQUET, H. (2002): Comfortable, clean bedding. *Breeders Journal* 16, Issue 1, 5
- JUNGBLUTH, T. und H. WANDEL (2004): Was zeichnet eine tiergerechte Liegebox aus? *Nutztierpraxis aktuell*, 10/2004, 45-47
- JURR, A.; BÜSCHER, W. und A. PELZER (2005): Tiefboxen: Welche Einstreu ist die beste? *top agrar* 9, R22-R24
- KALAYCI, U. (2000): Wie man sie bettet... *dlz* 5, 104-110
- KAUFMANN, R.; KECK, M. und R. HAUSER (1997): Gestaltungshinweise für den Boxenlaufstall. *FAT-Bericht* 508, *FAT Tänikon*
- KIRCHGESSNER, M. (1997): Tierernährung, DLG-Verlags GmbH, Frankfurt/M.
- KÖGLER, H.; HAIDN, B.; HERRMANN, H.-J. und H. REUBOLD (2003): Schäden am Integument – Einfluss von Einstreu auf die Gelenksgesundheit bei Milchkühen. Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung. *KTBL-Schrift* 431, 154-160
- KRAMER, A.; HAIDN, B. und H. SCHÖN (1999): Energieströme beim liegenden Rind – Einflüsse der Liegeflächen. 4. Internationale Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, 141-146
- LEONARD, F. C.; O'CONNELL, J. und K. O'FARRELL (1994): Effect of different housing conditions on behaviour and foot lesions in Friesian heifers. *Vet. Rec.* 134, 490-494
- LIVESEY, C. T.; MARSH, S. A.; METCALF, J. A. und R. A. LAVEN (2002): Hock injuries in cattle kept in straw yards or cubicles with rubber mats or mattresses. *Vet. Rec.* 150, 677-679
- LKV (2005): persönliche Mitteilung
- MANNINEN, E.; DE PASSILLÉ, A. M.; RUSHEN, J.; NORRING, M. und H. SALONIEMI (2002): Preferences of dairy cows kept in unheated buildings for different kind of cubicle flooring. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 75, 281-292

- MARTEN, F. und J. WOLF (2002): Untersuchungen zum Stallwetter in Außenklimaställen für Milchkühe unter besonderer Berücksichtigung des Tierverhaltens. Forschungsbericht, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei, Dummerstorf, 30 S.
- NEUMANN, H. (2002): Erst Tiefboxen haben die Probleme gelöst. top agrar 10, R26-R29
- PHILLIPPS, C. J. C. und S. A. SCHOFIELD (1994): The effect of cubicle and straw yard housing on the behaviour, production and hoof health of dairy cows. Anim. Welfare 3, 37-44
- RUSHEN, J.; DE PASSILLÉ, A. M.; BORDERAS, F.; TUCKER, C. und D. WEARY (2004): Designing better environments for cows to walk and stand. Adv. Dairy Tech. 16, 55-64
- SCHAUB, J.; FRIEDLI, K. und B. WECHSLER (1999): Weiche Liegematten für Milchvieh-Boxenlaufställe. FAT-Bericht 529, FAT Tänikon
- SCHREINER, D. A. UND P. L. RUEGG (2003): Relationship between udder and leg hygiene scores and subclinical mastitis. J. Dairy Sci. 86, 3460-3465
- SINGH, S. S.; WARD, W. R.; LAUTENBACH, K. und R. D. MURRAY (1993): Behaviour of lame and normal dairy cows in cubicles and in a straw yard. Vet. Rec. 133, 204-208
- STEFANOWSKA, J.; SWIERSTRA, D.; BRAAM, C. R. und M. M. W. B. HENDRIKS (2001): Cow behaviour on a new grooved floor in comparison with a slatted floor, taking claw health and floor properties into account. Appl. Anim. Behav. Sci. 71, 87-103
- TUCKER, C. B.; WEARY, D. M. und D. FRASER (2003): Effects of three types of free-stall surfaces on preferences and stall usage by dairy cows. J. Dairy Sci. 86, 521-529
- TUCKER, C. B. und D. M. WEARY (2004): Bedding on geotextile mattresses: How much is needed to improve cow comfort? J. Dairy Sci. 87, 2889-2895
- TUCKER, C. B.; WEARY, D. M.; RUSHEN, J. und A. M. DE PASSILLÉ (2004a): Designing better environments for dairy cattle to rest. Adv. Dairy Tech. 16, 39-53
- TUCKER, C. B.; WEARY, D. M. und D. FRASER (2004b): Free-stall dimensions: effects on preference and stall usage. J. Dairy Sci. 87, 1208-1216
- VERMUNT, J. J. (2004): Herd lameness- a review, major causal factors, and guidelines for prevention and control. In: 13th International Symposium and 5th Conference of Lameness in Ruminants. Maribor, Slowenien, Proc., 3-18
- VÖGEL, E. (2001): Tiefboxen mit Kalk einstreuen. top agrar 8, R14-R16
- von BORELL, E.; HESSE, D.; KNIERIM, U.; SUNDRUM, A.; WAIBLINGER, S.; Van den WEGHE, S. und C. WINCKLER (2002): Bewertung praktikabler Kriterien zur Beurteilung der Tiergerechtigkeit von Haltungssystemen. Schriftenreihe der Landwirtschaftlichen Rentenbank, Band 17, 9-12
- WARD, W. R.; HUGHES, J. W.; FAULL, W. B.; CRIPPS, P. J.; SUTHERLAND, J. P. und J. E. SUTHERST (2002): Observational study of temperature, moisture, pH and bacteria in straw bedding, and fecal consistency, cleanliness and mastitis in cows in four dairy herds. Vet. Rec. 151, 199-206

- WEARY, D. M. und I. TASZKUN (2000): Hock Lesions and Free-Stall Design. *J. Dairy Sci.* 83, 697-702
- WECHSLER, B.; SCHAUB, J.; FRIEDLI, K. und R. HAUSER (2000): Behaviour and leg injuries in dairy cows kept in cubicle systems with straw bedding or soft lying mats. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 69, 189-197
- WIERENGA, H. K. und H. HOPSTER (1990): The significance of cubicles for the behaviour of dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 26, 309-337
- WILLEN, S. (2004): Tierbezogene Indikatoren zur Beurteilung der Tiergesundheit in der Milchviehhaltung – methodische Untersuchungen und Beziehungen zum Haltungssystem. Diss. TH Hannover
- WINCKLER, C.; BRINKMANN, J.; KÜFMANN, K. und S. WILLEN (2003): Epidemiologische Untersuchungen zum Liegeverhalten von Milchkühen in nordwestdeutschen Praxisbetrieben – Einfluss des Haltungssystems. *Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung*, Vechta, 93-96