

Projektbericht

**Zur Wirksamkeit einer FINK - PediSept Bed-Einstreu
zur Senkung der Anzahl
Mastitis verursachender Mikroorganismen
im Liegebereich von Kühen**

und

Versuchsbericht

**Zum Einfluss von FINK - PediSept Dry
als Trockenklauenbad für Milchkühe auf die
Lahmheitsentwicklung
– ein Feldversuch**

Bei den Produkten handelt es sich um Hygienepulver aus der Originalfassung 2009

Forschungsinstitution: Fachhochschule Hannover, Fakultät II
Abteilung Bioverfahrenstechnik - Mikrobiologie
Prof. Dr. Volker Krömker, Dipl.-Ing. Jan-Hendrik Paduch,
Agnieszka Polkowska B. Ing.
Heisterbergallee 12, 30453 Hannover

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Zielsetzung	3
2	Stand des Wissens	3
2.1	Entstehung von Mastitiden und Bedeutung des Zitzenkanals.....	3
2.2	Bedeutung des Zitzenkanals und der Zitzenkanalflora	4
2.3	Erregerentwicklung in organischen Einstreumaterialien	4
2.4	Einfluss der Einstreu auf die Zitzenhautbesiedlung	5
2.5	Mikrobiologische Grenzwerte für Einstreumaterialien	6
3	Material und Methoden	6
3.1	in vitro Versuche	6
3.1.1	Einstreumaterialien	6
3.1.2	Kontamination der Einstreumischungen	7
3.1.3	Mikrobiologische Untersuchungen und pH-Wert-Bestimmung.....	7
3.1.3.1	Probenvorbereitung und pH-Wert-Bestimmung	7
3.1.3.2	Mesophile, aerobe Gesamtkeimzahl	7
3.1.3.3	Äsculin-positive Streptokokken.....	8
3.1.3.4	Coliforme Keime und <i>Escherichia coli</i>	8
3.1.3.5	Auswertung und Berechnung der Keimdichte.....	8
3.2	Feldstudie (in vivo Versuche).....	8
3.2.1	Versuchsbetrieb und Versuchsdesign	8
3.2.2	Mikrobiologische Untersuchungen der Zitzenhaut und des Zitzenkanals	
	9	
3.2.2.1	Probenahme und Probenvorbereitung.....	9
3.2.2.2	Mikrobiologische Untersuchungen, Auswertung und Berechnung der Keimdichte	10
3.3	Statistische Auswertung.....	10
4	Ergebnisse	10
4.1	in vitro Versuche	10
4.1.1	Äsculin-positive Streptokokken.....	11
4.1.2	Coliforme Keime	12
4.1.3	<i>Escherichia coli</i>	14
4.1.4	Gesamtkeimzahl	15
4.1.5	pH-Werte	17

4.2	Statistische Auswertung der <i>in vitro</i> Versuche.....	19
4.2.1	Effekt von FINK - PediSept Bed auf die Keimdichte	19
4.2.2	Effekte von FINK - PediSept Bed auf den pH-Wert	19
4.3	Feldstudie (<i>in vivo</i> Versuche).....	20
4.3.1	Statistische Auswertung der <i>in vivo</i> Versuche	22
5	Diskussion und Schlussfolgerungen für die Praxis	23
6	Zum Einfluss von FINK - PediSept Dry als Trockenklauenbad für Milchkühe auf die Lahmheitsentwicklung – ein Feldversuch	26
6.1	Hintergrund und Zielsetzung.....	26
6.2	Material und Methode	26
6.3	Ergebnisse und Schlussfolgerungen.....	27
7	Literatur.....	28
8	Anhang.....	31

1 Einleitung und Zielsetzung

Mastitiden führen auf Milchviehbetrieben zu hohen wirtschaftlichen Verlusten. Nach dem Rückgang von Mastitiden, die durch kuhassoziierte Erreger verursacht werden, kommt umweltassoziierten Erregern eine zunehmende Bedeutung zu.

Im Rahmen dieser Studie sollen die Effekte des Zusatzes des Stallhygienepulvers FINK - PediSept Bed auf die Entwicklung der Gesamtkeimzahl sowie umweltassoziiierter Mastitiserreger (äsculin-positive Streptokokken, coliforme Keime, *Escherichia coli*) in organischen Einstreumaterialien *in vitro* untersucht werden.

Im zweiten Teil der Arbeit soll in einer Feldstudie der Effekt eines FINK - PediSept Bed-Zusatzes zur Einstreu auf die Besiedlung der Zitzenhaut und des Zitzenkanals mit umweltassoziierten Keimen (äsculin-positive Streptokokken, coliforme Keime, *Escherichia coli*) sowie mit dem kuhassoziierten Erreger *Staphylococcus aureus* untersucht werden.

Der Bericht des Versuches „Zum Einfluss von FINK - PediSept Dry als Trockenklauenbad für Milchkühe auf die Lahmheitsentwicklung – ein Feldversuch“ ist unter dem Gliederungspunkt 6 aufgeführt.

2 Stand des Wissens

Die Mastitis des Rindes ist eine entzündliche Reaktion der Milchdrüse mit infektiöser, traumatischer oder toxischer Ursache (IDF, 1987).

Wichtige Mastitis verursachende Mikroorganismen sind koagulase-negative Staphylokokken, die umweltassoziierten Erreger *Streptococcus uberis*, *Escherichia coli* und *Klebsiella* spp. sowie der kuhassoziierte Erreger *Staphylococcus aureus* (Krömker, 2006). In Deutschland wird der ökonomische Verlust durch Mastitiden auf jährlich ca. 1,4 Milliarden Euro geschätzt (DVG, 2002; Krömker, 2006).

2.1 Entstehung von Mastitiden und Bedeutung des Zitzenkanals

Die meisten Mastitiserreger gelangen exogen, also von außen durch den Zitzenkanal, in die Milchdrüse. Eine Verbreitung kuhassoziiierter Erreger ist überwiegend an den Milchentzug mit seinen Vektoren (Zitzengummi, Melkerhände, Melktücher, etc.) gebunden. Demgegenüber findet die Übertragung umweltassoziiierter Erreger, die im Umfeld des

Milchviehs zu finden sind (z.B. in Einstreumaterialien), vor allem in der Zwischenmelkzeit statt (DVG, 2002).

2.2 Bedeutung des Zitzenkanals und der Zitzenkanalflora

Nach den Ausführungen der DVG (2002) dringen die Erreger während oder außerhalb des Milchentzugs in den Zitzenkanal und von dort proximal in die Zitzenzisterne ein, so dass vor allem bei Kontaminationen der distalen Zitzenkanalöffnung ein hohes Invasionsrisiko besteht. Der Infektionsweg ist bislang jedoch weitgehend ungeklärt. Im Zitzenkanal sind bis zu 10^6 Bakterienzellen nachzuweisen (Williams und Mein, 1985). Einige Autoren konnten eine Besiedlung des Zitzenkanals laktierender Tiere mit Mastitiserregern feststellen (u. a. Williams und Mein, 1985; Du Preez, 1985; Gill et al., 2006). Vor allem kuhassoziierte Erreger wie beispielsweise *Staphylococcus aureus* bilden Populationen im Zitzenkanal, die bis zu mehr als drei Monate persistieren können (Du Preez, 1985). Der umweltassoziierte Erreger *Streptococcus uberis* dagegen scheint Zitzenöffnungen und Zitzenkanäle laktierender Tiere nicht zu besiedeln (Bramley, 1984). *Escherichia coli* bildet nur kurzfristig Populationen im Bereich der Zitzenspitze (Jasper und Dellinger, 1975).

Durch besiedelte Zitzenkanäle können Schädigungen des Drüsengewebes durch Toxine sowie Mastitiden verursacht werden (Du Preez, 1985).

2.3 Erregerentwicklung in organischen Einstreumaterialien

Bey et al. (2002) konnten aufzeigen, dass Stroh aufgrund des hohen Nährstoffgehaltes und des Fehlens hemmender Substanzen das bakterielle Wachstum unterstützt. Zwar hatten Stroh und Sägemehl einen Ausgangskeimgehalt von $9,3 \times 10^2$ KbE/g, nach der Inkubation für 24 Stunden ohne Kontamination stieg jedoch die Keimdichte im Stroh um den Faktor 50.000 und im Sägemehl um den Faktor 1,3 an. Auch Zehner et al. (1986) stellten bei der gezielten Beimpfung organischer Einstreumaterialien mit *Escherichia coli*, *Streptococcus uberis* und *Klebsiella pneumoniae* ein starkes Keimwachstum in Stroh fest.

Sägemehl und Sägespäne fördern nach Kloppert et al. (2005) besonders im Sommer die Vermehrung von Klebsiellen. Nach Zdanowicz et al. (2004) erreicht die Keimdichte coliformer Keime in Sägemehl am zweiten Benutzungstag ihr Maximum.

Nach Hughes (1999) können weder *Escherichia coli* noch *Streptococcus uberis* bei pH-Werten von über 9,5 wachsen.

2.4 Einfluss der Einstreu auf die Zitzenhautbesiedlung

Die Hygiene im Umfeld der Milchkühe sowie die Sauberkeit der Tiere haben einen wesentlichen Einfluss auf die Milchqualität und das Mastitisrisiko (Magnusson et al., 2008). Eine niedrige Keimdichte auf der Zitze steht in enger Beziehung zu einer verminderten Inzidenz von Umweltmastitiden (Bey et al., 2002).

In den Sommermonaten ist die Keimdichte coliformer Keime in der Einstreu signifikant erhöht, so dass auch von einem höheren Keimdruck auf die Zitzenspitze auszugehen ist (Smith et al., 1985). Zadoks et al. (2001) schlussfolgern aus ihren Ergebnissen, dass Einstreu und Einstreumanagement bei der Entstehung von *Streptococcus uberis*-Mastitiden eine wichtige Rolle einnehmen können.

Hogan et al. (1990) ermittelten für den Zusammenhang zwischen der Keimdichte auf der Zitzenspitze und in Altpapier, Holzspänen und pelletierten Maiskolben als Einstreu Pearson's Korrelationskoeffizienten für gram-negative Keime von 0,23 ($P < 0,24$), für coliforme Keime von 0,45 ($P < 0,02$), für *Klebsiella* spp. von 0,45 ($P < 0,02$), für Streptokokken von 0,61 ($P < 0,001$) und für Staphylokokken von 0,85 ($P < 0,0001$). Zdanowicz et al. (2004) errechneten für den Zusammenhang zwischen den Keimichten der Einstreu und auf der Zitzenspitze für coliforme Keime, *Klebsiella* spp. und Streptokokken Korrelationskoeffizienten von 0,47, 0,69 bzw. 0,60 ($P < 0,001$) bei Verwendung von Sägespänen als Einstreumaterial. Für Sand wurden Korrelationskoeffizienten von 0,35 ($P < 0,05$) für coliforme Keime und 0,40 ($P < 0,05$) für *Klebsiella* spp. ermittelt. Der Korrelationskoeffizient für Streptokokken lag bei 0,28 ($P = 0,06$). Aus zusammengeführten Daten berechneten Hogan et al. (1999) Korrelationskoeffizienten zwischen der Keimdichte in der Einstreu und der Keimdichte an den Zitzenspitzen von 0,44 für gram-negative Bakterien, von 0,38 für coliforme Keime, von 0,55 für *Klebsiella* spp. und von 0,35 für Streptokokken. Eine antibakterielle Wirkung war auf den pH-Wert der Einstreumaterialien zurückzuführen. Nach Hogan und Smith (1997) reduziert die Zugabe von Kalk die Keimichten der Umwelterreger in Sägespänen, verglichen mit unbehandelten Sägespänen, für einen Tag signifikant. Die Hemmwirkung scheint auf den Anstieg des pH-Wertes zurückzuführen zu sein.

Nach Matthews et al. (1988) ist zur Kontrolle von Umweltmastitiden eine Reduzierung der Kontaminationsmöglichkeiten der Zitzen mit umweltassoziierten Erregern anzustreben. Williams und Mein (1985) empfehlen, die Keimdichte im Bereich der Zitze möglichst gering zu halten.

2.5 Mikrobiologische Grenzwerte für Einstreumaterialien

Verschiedene Autoren geben Grenzwerte der Keimzahlen für Einstreumaterialien an (Tabelle 1). Die Überschreitung dieser Grenzwerte im Kontaktbereich zwischen Einstreu und Zitze kann mit einem erhöhten Mastitisrisiko einhergehen.

Tabelle 1: Mikrobiologische Grenzwerte für verschiedene Einstreumaterialien und Erregergruppen

Einstreumaterial	Parameter / Erregergruppe	Grenzwert	Referenz
Stroh	Gesamtkeimzahl	$>10^6$ KbE/g	Bey et al. (2002)
	Coliforme	$>10^6$ KbE/g	Bramley (1974)
	<i>Streptococcus uberis</i>	$>10^6$ KbE/g	Bramley (1982), Bramley et al. (1978)
Stroh	Gesamtkeimzahl	$>700 \cdot 10^6$ KbE/g	Krömker (2005)
Stroh	Hefen	$>3,5 \cdot 10^5$ KbE/g	Krömker (2005)
Stroh	Coliforme	$>10^5$ KbE/g	Krömker und Grabowski (2002)
Sägespäne	Gesamtkeimzahl	$>10^6$ KbE/g	Krömker (2005)
	Coliforme	$>10^5$ KbE/g	
	Coliforme	10^6 KbE/g	Kristula et al. (2006)
Sand	<i>Klebsiella</i> spp.	$< 10^6$ KbE/g	Munoz et al. (2006)

3 Material und Methoden

3.1 *in vitro* Versuche

3.1.1 Einstreumaterialien

Als Basis für die Herstellung von Einstreumischungen im Rahmen der *in vitro* Versuche dienen die organischen Einstreumaterialien Weizenstroh und Sägespäne. Einem Gewichtsanteil des organischen Einstreumaterials wird ein Gewichtsanteil FINK - PediSept Bed zugesetzt (1:1 w/w). Zusätzlich wird die Erregerentwicklung in den ausgewählten

Einstreumaterialien ohne FINK - PediSept Bed-Zusatz sowie in reinem FINK - PediSept Bed untersucht.

3.1.2 Kontamination der Einstreumischungen

Um Feldbedingungen zu simulieren, werden jeweils 20 g des Späne/FINK - PediSept Bedgemisches und des Weizenstroh/FINK - PediSept Bedgemisches sowie jeweils 10 g Späne, Weizenstroh oder FINK - PediSept Bed täglich mit 1,5 ml Gülle und 1 ml Magermilch (H-Milch) kontaminiert. Jeder Versuch wird in fünf Ansätzen durchgeführt.

Zur Vorbereitung der Gülle werden grobe Partikel wie Einstreu- und Futterreste entfernt. Die verwendete Gülle weist mesophile, aerobe Gesamtkeimzahlen von $1,98-2,87 \times 10^5$ KbE/g und Keimdichten coliformer Keime von $1,17-1,29 \times 10^3$ KbE/g sowie äsculin-positiver Streptokokken von $2,09-2,34 \times 10^2$ KbE/g auf.

3.1.3 Mikrobiologische Untersuchungen und pH-Wert-Bestimmung

3.1.3.1 Probenvorbereitung und pH-Wert-Bestimmung

Für die Bestimmung des pH-Wertes sowie die mikrobiologische Untersuchung werden vor der ersten Kontamination (Tag 0) sowie am ersten, zweiten, vierten und siebten Tag nach Versuchsbeginn 1 g des Einstreumaterials bzw. des entsprechenden Gemisches den Versuchsansätzen entnommen und in 99 ml destilliertem Wasser eingewogen. Das Gemisch wird mit einem Beutelwalkmischer (Easy Mix, AES Laboratoire) für 1 Minute homogenisiert, um anschließend mikrobiologisch untersucht zu werden. Der pH-Wert der Suspension wird abschließend bestimmt.

3.1.3.2 Mesophile, aerobe Gesamtkeimzahl

Plate-Count-Agar (Merck) dient der Bestimmung der Gesamtkeimzahl im Gussverfahren. Inkubiert werden die Platten bei 30 °C für drei Tage.

3.1.3.3 Äsculin-positive Streptokokken

Die Gruppe der äsculin-positiven Streptokokken umfasst *Streptococcus uberis* und Enterokokken.

Äsculin-positive Streptokokken werden mit Kanamycin-Äsculin-Azid(KÄA)-Agar (Profos) nachgewiesen. Beimpft wird im Oberflächenverfahren. Die Inkubation findet bei 37 °C für 24 Stunden statt.

3.1.3.4 Coliforme Keime und *Escherichia coli*

Zum Nachweis coliformer Keime und *Escherichia coli* wird ChromoCult Coliformen Agar (Merck) im Gussverfahren verwendet. Nach der Inkubation bei 37 °C für 24 Stunden werden rosa-rote Kolonien als coliforme Keime und blau-violette Kolonien als *Escherichia coli* angesprochen.

3.1.3.5 Auswertung und Berechnung der Keimdichte

Für die Berechnung der Keimdichte werden nur Platten herangezogen, auf denen nach der Inkubation zwischen zehn und 300 verdächtige Kolonien nachzuweisen sind. Das gewichtete arithmetische Mittel wird berechnet und das Ergebnis als KbE/g (KbE: koloniebildende Einheiten) angegeben.

3.2 Feldstudie (*in vivo* Versuche)

3.2.1 Versuchsbetrieb und Versuchsdesign

In einem Milchviehbetrieb mit 145 Kühen (10.028 kg FECM, 220.000 Zellen/ml HSM im Jahresanfang 2009) wurden 10 eutergesunde Kühe (Zellgehalt < 100.000 Zellen/ml, bakteriologisch auf allen Eutervierteln negativ) im Zeitraum von April bis Mai 2009 beprobt. Die Versuchstiere wurden in zwei Gruppen mit gleichem Einstreu- und Stallhygienemanagement und gleicher Futterration gehalten. Zum Versuchsbeginn wurden alle Boxen (baugleich, halbhohe Tiefboxen – Einstreuhöhe ca. 10 cm) frisch mit

Einstreumaterial (industrielle Sägespäne aus Nadelhölzern, Keimbelastung als Frischprodukt $2,8 \times 10^3$ KbE/g (mesophile aerobe Gesamtkeimzahl), weniger als 10 KbE/g coliforme Keime oder äsculinspaltende Streptokokken) beschickt. Der Boxenaufbau in Gruppe 1 erfolgte so, dass die mit Spänen befüllten Boxen zu Beginn mit 2 x 100 g/qm FINK - PediSept Bed überstreut wurden. Danach wurden täglich einmal 30 g/qm FINK - PediSept Bed ergänzt (bis zum Ende der dritten Woche) und die Boxen der Gruppe 2 wurden nur mit Spänen befüllt. Nach drei Wochen werden die Boxen komplett entleert und es erfolgt ein Neuaufbau mit Wechsel der beiden Gruppen. Die Kühe, die zuvor auf einer mit FINK - PediSept Bed behandelten Einstreu gehalten wurden, wechseln nach drei Wochen auf eine unbehandelte Einstreu und die zuvor auf eine unbehandelte Einstreu gebetteten Kühe auf eine mit FINK - PediSept Bed behandelte Einstreu.

3.2.2 Mikrobiologische Untersuchungen der Zitzenhaut und des Zitzenkanals

3.2.2.1 Probenahme und Probenvorbereitung

Tupferproben der Zitzenhaut und des Zitzenkanals werden am Ende der 1., 2., 3. und am Ende der 5., 6. und 7. Woche mit Hilfe der modifizierten Nass-Trocken-Tupfertechnik nach DIN 10113-1 1997-07 in der Anwendung nach Schött (1993) jeweils an den vorderen rechten und hinteren linken Eutervierteln der Versuchskühe gewonnen. Die Proben zur Untersuchung der Zitzenhautbesiedlung werden vor dem Melken und die Proben zur Untersuchung der Zitzenkanalbesiedlung nach dem Melken entnommen.

Für die Untersuchung der mikrobiellen Besiedlung der Zitzenhaut werden zeitlich zwischen der Zitzenreinigung und dem Melken ein mit $\frac{1}{4}$ starker Ringerlösung befeuchteter Tupfer und anschließend ein trockener Tupfer um 360° jeweils einmal um die Zitzenöffnung herumgeführt. Beide Tupfer werden zusammen in 2 ml $\frac{1}{4}$ starke Ringerlösung überführt und bis zur Untersuchung kühl (ca. 5°C) gelagert.

Nach dem Milchentzug wird ein befeuchteter Tupfer 5 mm tief in den Zitzenkanal eingeführt und einmal um 360° gedreht. Analog wird mit dem trockenen Tupfer verfahren. Beide Tupfer werden, wie auch bei der Untersuchung der Besiedlung der Zitzenhaut, in Ringerlösung überführt und kühl gelagert.

Vor der mikrobiologischen Untersuchung wird die Ringerlösung mit den Tupferproben für 20 Sekunden intensiv mit einem Vortex aufgeschüttelt. Die Lösung wird für die weiteren mikrobiologischen Untersuchungen herangezogen.

3.2.2.2 Mikrobiologische Untersuchungen, Auswertung und Berechnung der Keimdichte

Der Nachweis des kuhassoziierten Erregers *Staphylococcus aureus* erfolgt auf Baird-Parker-Agar (Merck) mit Eigelb-Tellurit-Zusatz (Oxoid) nach einer Inkubation bei 37 °C für 24 bis 48 Stunden. Präsumtive *Staphylococcus aureus* werden mit EDTA-Kaninchenplasma (Merck) auf ihre Koagulaseaktivität untersucht.

Die mikrobiologischen Untersuchungen der mesophilen, aeroben Gesamtkeimzahl, der Keimdichte äsculin-positiver Streptokokken sowie coliformer Keime und *Escherichia coli* und die anschließende Auswertung werden analog der Gliederungspunkte 3.1.3.2, 3.1.3.3, 3.1.3.4 und 3.1.3.5 ausgeführt. Der ChromoCult Coliformen Agar wird für die Untersuchung der Zitzenhaut- und Zitzenkanalbesiedlung jedoch davon abweichend im Oberflächenverfahren beimpft. Aufgrund der Untersuchung der Lösung, in der die Tupfer gelagert werden, werden die Ergebnisse mit der Einheit KbE/ml aufgeführt.

3.3 Statistische Auswertung

Für Keimdichten und pH-Werte wurden Maxima, Minima und Mediane ermittelt. Die statistischen Auswertungen zur Überprüfung der Wirksamkeit des FINK - PediSept Bed-Zusatzes zu organischen Einstreumaterialien wurden mit der Software SPSS 13.0 durchgeführt.

Dazu wird zu den ermittelten Keimzahlen der untersuchten Keimgruppen aus den *in vitro* und *in vivo* Versuchen jeweils der Wert „2“ addiert. Anschließend werden die Werte dekadisch logarithmiert, um eine Normalverteilung zu erhalten. Der Effekt von FINK - PediSept Bed wird mit Hilfe multivariater Varianzanalysen mit Messwertwiederholung (Faktoren: Einstreu, Tier, Tier x Einstreu) sowie des Chi-Quadrat-Testes berechnet.

4 Ergebnisse

Die *in vivo* und *in vitro* ermittelten Keimzahlen und pH-Werte werden unter 8 Anhang aufgeführt.

4.1 *in vitro* Versuche

4.1.1 Äsculin-positive Streptokokken

Am ersten Untersuchungstag konnten keine äsculin-positiven Streptokokken in Weizenstroh ohne und mit Zusatz von FINK - PediSept Bed nachgewiesen werden. In beiden Versuchsreihen wurde ein Peak am vierten Versuchstag mit einem Median von $2,35 \times 10^3$ KbE/g für die Ansätze ohne FINK - PediSept Bed und von $1,65 \times 10^3$ KbE/g für die Ansätze mit FINK - PediSept Bed beobachtet. Für den siebten Untersuchungstag konnten ohne FINK - PediSept Bed-Zusatz ein Median von $1,00 \times 10^2$ KbE/g und mit FINK - PediSept Bed-Zusatz ein Median von $2,00 \times 10^2$ KbE/g ermittelt werden (Abbildung 1).

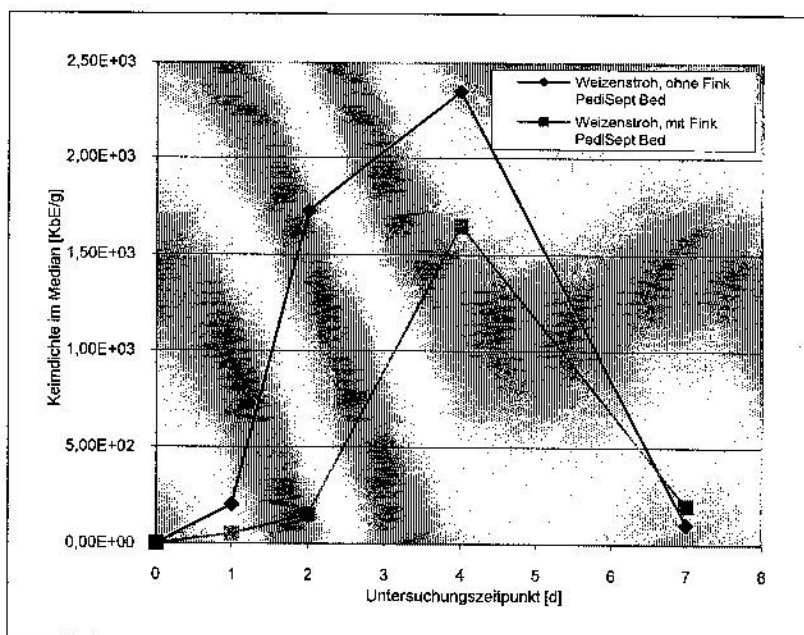


Abbildung 1: Keimdichten (Mediane) für äsculin-positive Streptokokken in den untersuchten Einstreumaterial-Gemischen mit Weizenstroh als Basis

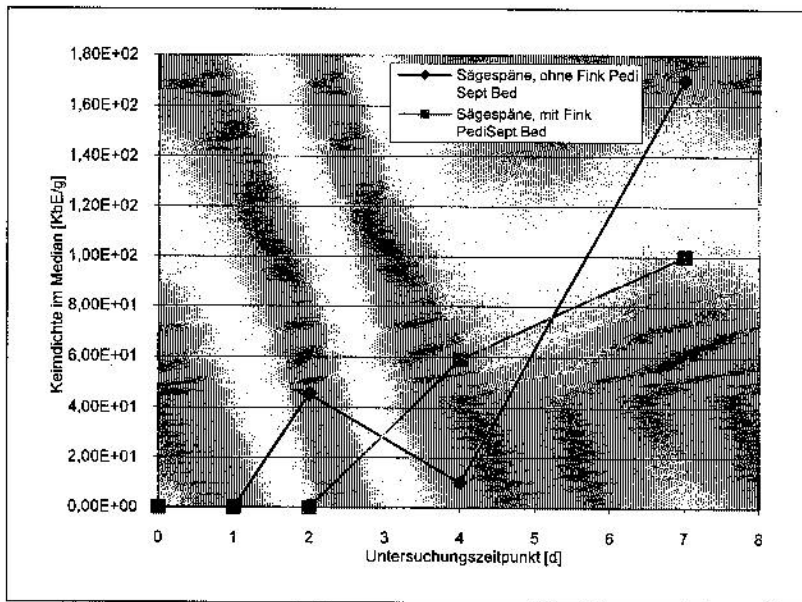


Abbildung 2: Keimdichten (Mediane) für äsculin-positive Streptokokken in den untersuchten Einstreumaterial-Gemischen mit Sägespänen als Basis

Auch in Sägespänen waren zu Versuchsbeginn keine äsculin-positiven Streptokokken nachweisbar. Ohne Zusatz von FINK - PediSept Bed konnte in der Einstreu am zweiten Untersuchungstag eine Keimdichte von im Median $4,55 \cdot 10^1$ KbE/g ermittelt werden. Mit FINK - PediSept Bed-Zusatz waren für diesen Untersuchungszeitpunkt im Median keine äsculin-positiven Streptokokken nachzuweisen. Die Keimdichte beider Versuchsreihen lag zu Versuchsende bei im Median $1,70 \cdot 10^2$ KbE/g ohne bzw. bei $1,00 \cdot 10^2$ KbE/g mit FINK - PediSept Bed-Zusatz (Abbildung 2).

In reinem FINK - PediSept Bed als Einstreumaterial lag die Keimdichte äsculin-positiver Streptokokken im Median bei $0,00 \cdot 10^0$ KbE/g für alle Untersuchungszeitpunkte.

4.1.2 Coliforme Keime

Vor der ersten Kontamination mit Gülle und Milch lagen die Keimdichten coliformer Keime im Median bei $1,45 \cdot 10^5$ KbE/g für die Weizenstroh-Ansätze ohne FINK - PediSept Bed-Zusatz und bei $5,93 \cdot 10^4$ KbE/g für die Ansätze mit FINK - PediSept Bed-Zusatz. Während des Versuchszeitraumes war in beiden Versuchsreihen ein Anstieg der Keimdichten im Median auf $3,04 \cdot 10^6$ KbE/g (ohne FINK - PediSept Bed-Zusatz) bzw. $1,42 \cdot 10^6$ KbE/g (mit FINK - PediSept Bed-Zusatz) zu verzeichnen (Abbildung 3).

Für die Ansätze mit Sägespänen konnten ohne FINK - PediSept Bed-Zusatz Keimdichten von im Median $1,36 \cdot 10^4$ KbE/g zu Versuchsbeginn und von $9,90 \cdot 10^3$ KbE/g am

Versuchsende ermittelt werden. Bei Anwendung von FINK - PediSept Bed konnten zu den ersten drei Untersuchungszeitpunkten keine coliformen Keime nachgewiesen werden. Am vierten und siebten Untersuchungstag lagen die Keimdichten im Median bei $1,25 \times 10^2$ KbE/g bzw. $3,25 \times 10^2$ KbE/g (Abbildung 4).

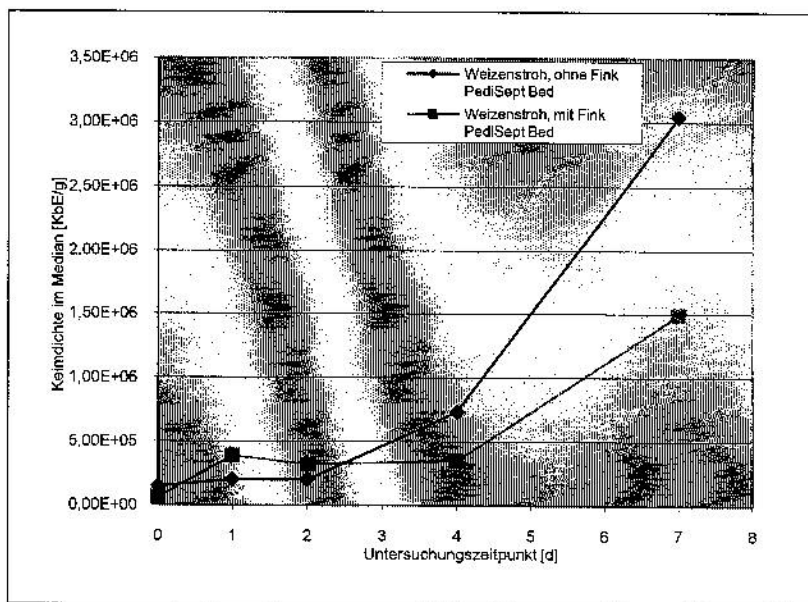


Abbildung 3: Keimdichten (Mediane) für coliforme Keime in den untersuchten Einstreumaterial-Gemischen mit Weizenstroh als Basis

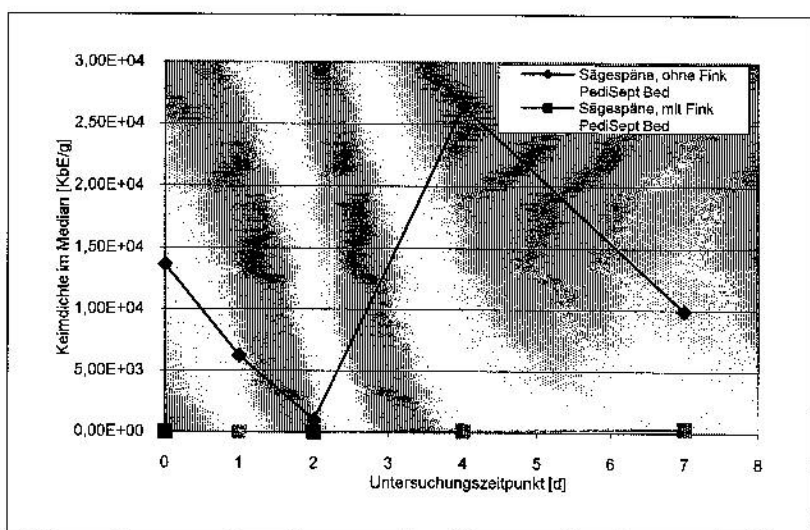


Abbildung 4: Keimdichten (Mediane) für coliforme Keime in den untersuchten Einstreumaterial-Gemischen mit Sägespänen als Basis

In reinem FINK - PediSept Bed war eine Zunahme der Keimdichte coliformer Keime von im Median $0,00 \text{ KbE/g}$ zu Versuchsbeginn auf $5,00 \times 10^0 \text{ KbE/g}$ am letzten Untersuchungstag zu verzeichnen (Abbildung 5).

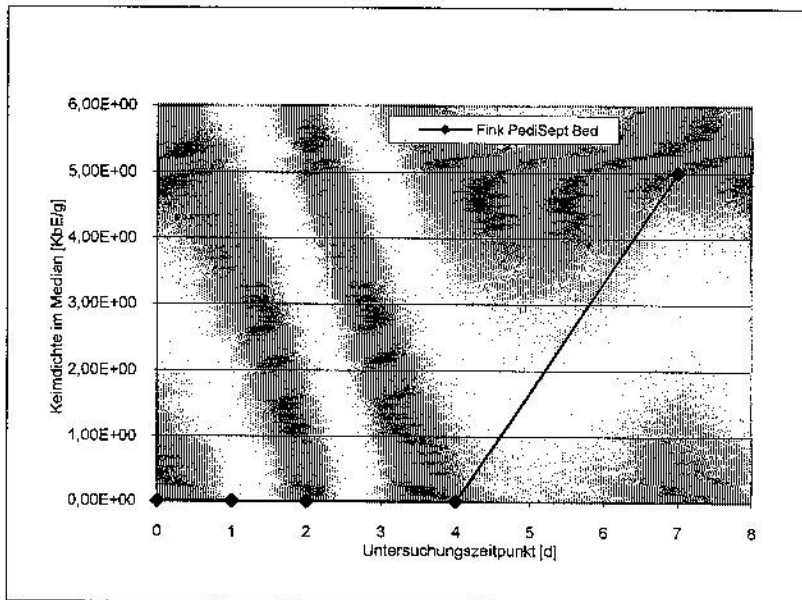


Abbildung 5: Keimdichten (Mediane) für coliforme Keime in reinem FINK - PediSept Bed

4.1.3 *Escherichia coli*

Escherichia coli war in den Versuchsansätzen mit Sägespänen als Einstreumaterial sowohl ohne als auch mit FINK - PediSept Bed-Zusatz bis zum zweiten Untersuchungstag nicht nachzuweisen. Am vierten und siebten Untersuchungstag lagen die Keimdichten ohne FINK - PediSept Bed-Zusatz im Median bei $2,90 \times 10^3 \text{ KbE/g}$ bzw. $1,55 \times 10^3 \text{ KbE/g}$. Bei Einsatz von FINK - PediSept Bed wurden dagegen Keimdichten von $9,50 \times 10^1 \text{ KbE/g}$ bzw. $1,60 \times 10^2 \text{ KbE/g}$ ermittelt (Abbildung 6).

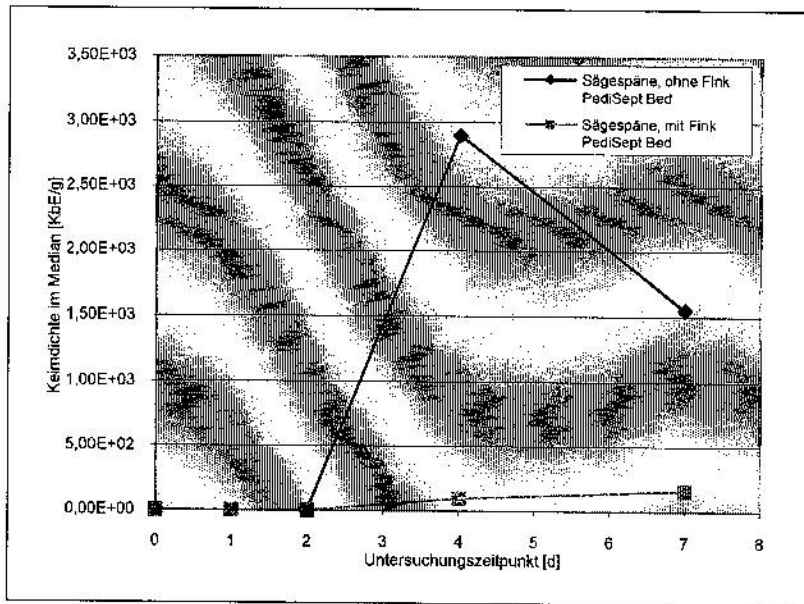


Abbildung 6: Keimdichten (Mediane) für *Escherichia coli* in Sägespänen ohne und mit Zusatz von FINK - PediSept Bed

4.1.4 Gesamtkeimzahl

Die aerobe, mesophile Gesamtkeimzahl lag im Median für die beiden Versuchsreihen mit Weizenstroh als Einstreumaterial zu Versuchsbeginn bei $1,39 \times 10^9$ KbE/g ohne und bei $1,18 \times 10^9$ KbE/g mit FINK - PediSept Bed-Zusatz. Für den letzten Untersuchungstag wurden Keimdichten von im Median $9,64 \times 10^8$ KbE/g (ohne FINK - PediSept Bed) bzw. $7,55 \times 10^8$ KbE/g (mit FINK - PediSept Bed) bestimmt (Abbildung 7).

Sägespäne wiesen ohne FINK - PediSept Bed-Zusatz eine Gesamtkeimzahl von im Median $3,01 \times 10^7$ KbE/g zu Versuchsbeginn und von $2,76 \times 10^7$ KbE/g am Versuchsende auf. Mit FINK - PediSept Bed-Zusatz lagen die Werte im Median bei $4,35 \times 10^5$ KbE/g vor der ersten Kontamination und bei $6,60 \times 10^4$ KbE/g am Versuchsende (Abbildung 8).

In reinem FINK - PediSept Bed stieg der Gesamtkeimzahl von anfänglich $0,00 \times 10^0$ KbE/g auf $1,26 \times 10^4$ KbE/g am Versuchsende (Abbildung 9).

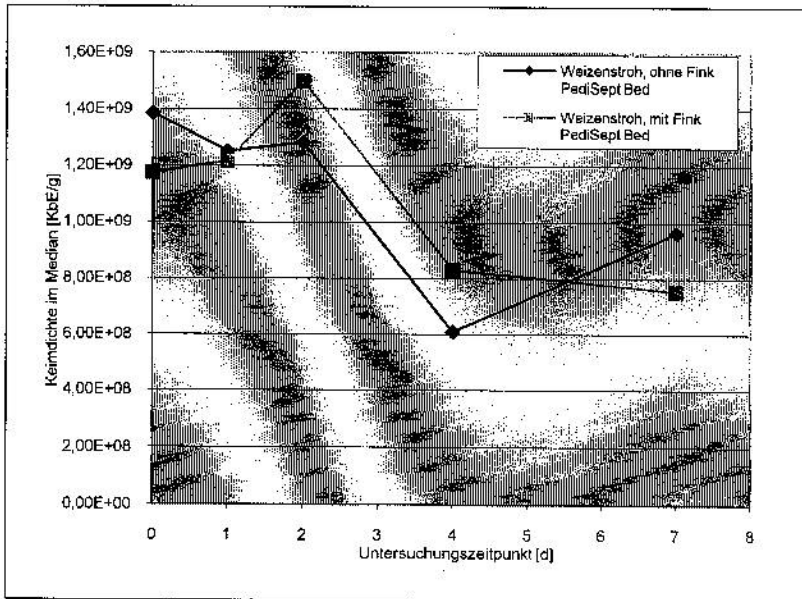


Abbildung 7: Gesamtkeimzahlen (Mediane) der untersuchten Einstreumaterial-Gemische mit Weizenstroh als Basis

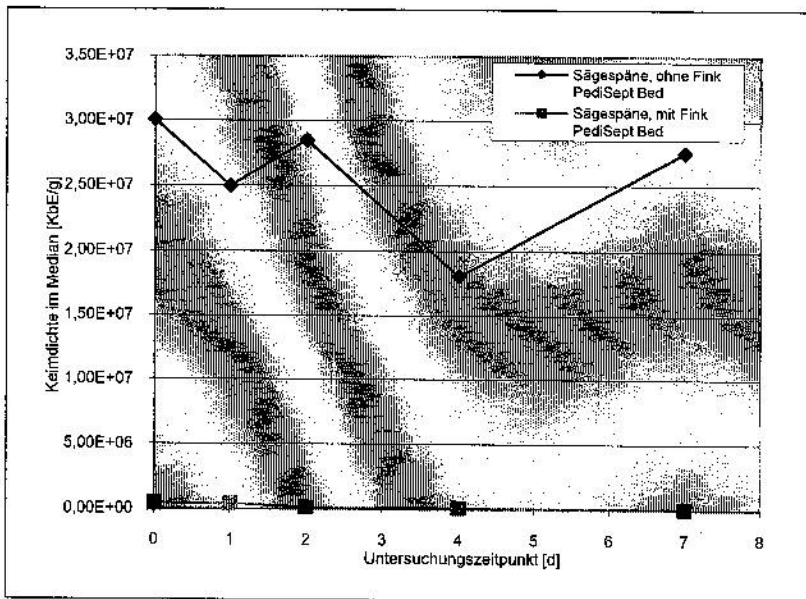


Abbildung 8: Gesamtkeimzahlen (Mediane) der untersuchten Einstreumaterial-Gemische mit Sägespänen als Basis

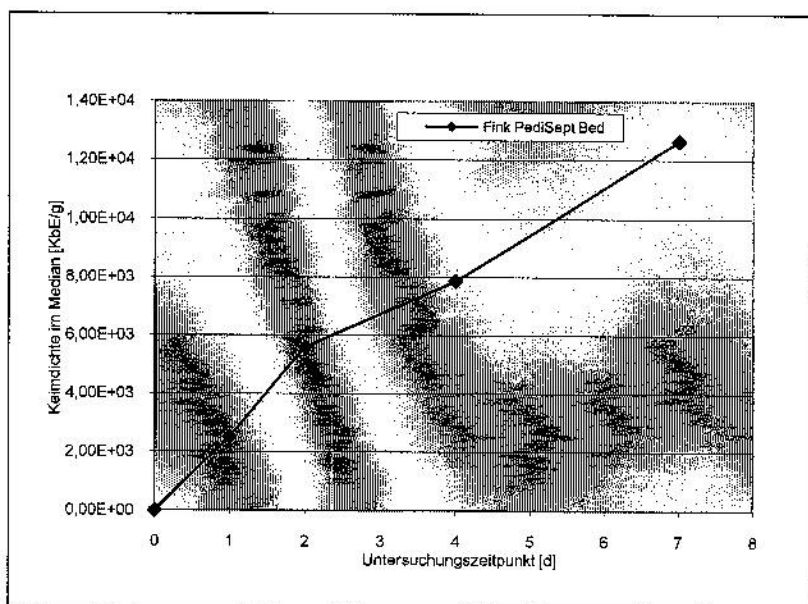


Abbildung 9: Gesamtkeimzahlen (Mediane) in reinem FINK - PediSept Bed

4.1.5 pH-Werte

Ohne FINK - PediSept Bed-Zusatz lagen die pH-Werte des Weizenstrohs während des Versuchszeitraum im Median zwischen 7,46 und 8,46. Die höchsten Werte im Median waren vor allem an den letzten beiden Untersuchungstagen mit 8,46 bzw. 8,44 festzustellen. Dagegen waren die pH-Werte bei Einsatz von FINK - PediSept Bed im Median mit 8,96 bis 9,45 leicht erhöht (Abbildung 10).

Für die Versuchssysteme mit Sägespänen waren ohne FINK - PediSept Bed-Zusatz pH-Werte von im Median 5,90 vor der ersten Kontamination und 7,12 am letzten Untersuchungstag festzustellen. Am zweiten Untersuchungstag lag der pH-Wert im Median bei 8,01. Demgegenüber wies das System mit FINK - PediSept Bed-Zusatz im Median pH-Werte von 12,42 zu Versuchsbeginn und 11,02 am letzten Untersuchungszeitpunkt auf (Abbildung 11).

Der pH-Wert des reinen FINK - PediSept Beds sank während des Versuchszeitraumes von im Median 12,60 auf 11,20 (Abbildung 12).

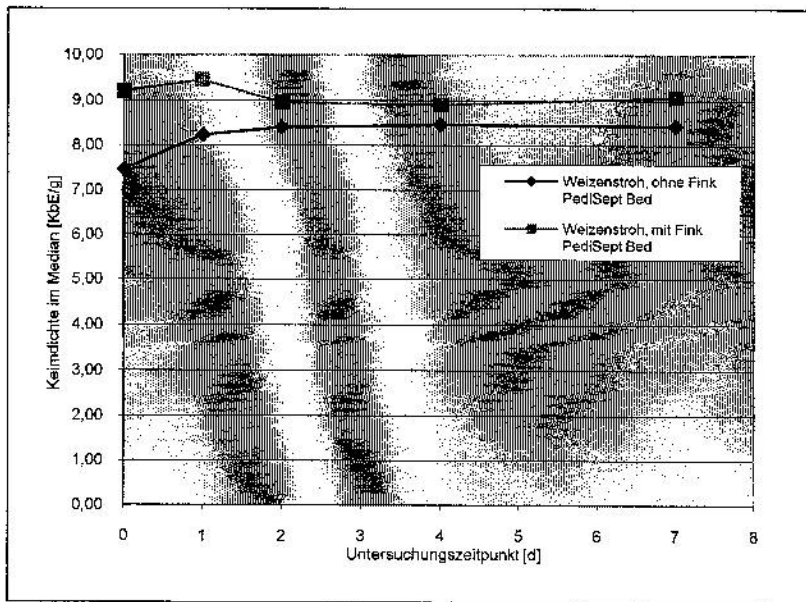


Abbildung 10: pH-Werte (Mediane) der untersuchten Einstreumaterial-Gemische mit Weizenstroh als Basis

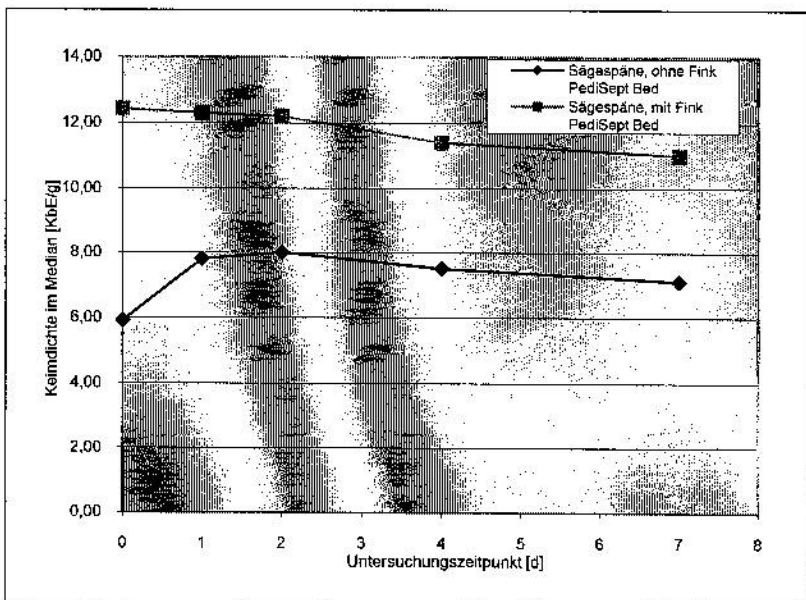


Abbildung 11: pH-Werte (Mediane) der untersuchten Einstreumaterial-Gemische mit Sägespänen als Basis

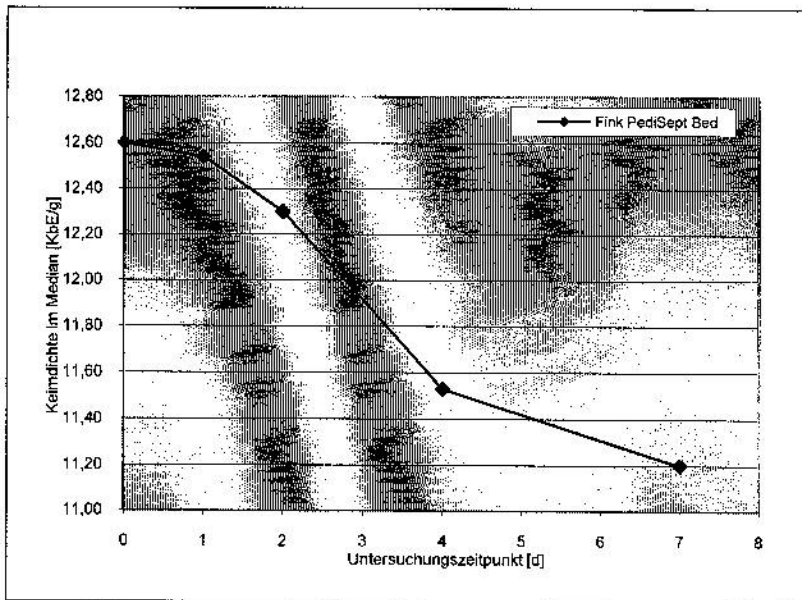


Abbildung 12: pH-Werte (Mediane) von FINK - PediSept Bed

4.2 Statistische Auswertung der *in vitro* Versuche

4.2.1 Effekt von FINK - PediSept Bed auf die Keimdicke

Der Zusatz von FINK - PediSept Bed zu Sägespänen als Einstreumaterial senkt die **Gesamtkeimzahl** sowie die Anzahl von ***Escherichia coli*** und **coliformen Keimen** signifikant ($P < 0,001$).

4.2.2 Effekte von FINK - PediSept Bed auf den pH-Wert

Durch den Zusatz von FINK - PediSept Bed kommt es zu signifikanten Unterschieden zwischen Einstreumaterialien (Material, pH-Mittelwert) und den mit FINK - PediSept Bed versetzten Einstreumaterialien (Tabelle 2).

Tabelle 2: Mittlere pH-Werte der untersuchten Einstreumaterialien

Einstreumaterial	pH-Wert
Weizenstroh	8,2 ^a
Weizenstroh/FINK - PediSept Bed-Gemisch (1:1 w/w)	9,2 ^a
Sägespäne	7,3 ^a
Sägespäne/FINK - PediSept Bed-Gemisch (1:1 w/w)	11,9 ^b
FINK - PediSept Bed	12,0 ^b

^{a/b}; unterschiedliche Buchstaben weisen auf signifikante Unterschiede innerhalb einer Tabellenspalte hin

4.3 Feldstudie (*in vivo* Versuche)

Die im Rahmen der Feldstudie ermittelten Keimgehalte auf der Zitzenhaut und in den Zitzenkanälen sind in den Tabelle 8 und Tabelle 9 im Anhang dargestellt. Die Mediane werden in Tabelle 3 und Tabelle 4 aufgeführt. Die Ergebnisse der 1. Versuchswoche sind für die Auswertung nicht herangezogen worden, um eine Verfälschung der Ergebnisse durch methodische Ungenauigkeiten der Untersucher auszuschließen. Tabelle 5 gibt die Häufigkeit positiver bakteriologischer Befunde in Abhängigkeit von der Einstreu und der untersuchten Keimgruppe wieder. Ein die mikrobiologische Belastung senkendes Einstreupräparat kann neben der generellen Verminderung der Keimzahl am Untersuchungsort auch noch Einfluss auf die Anzahl positiver Nachweise nehmen.

Tabelle 3: Mediane der Keimdichten auf der Zitzenhaut nach Versuchswoche, Keimgruppen und Einstreumaterial

Woche	Äscullin-positive Streptokokken (KbE/ml Verdünnungslösung)		Coliforme Keime (KbE/ml Verdünnungslösung)		E. coli (KbE/ml Verdünnungslösung)		Präsumtive S. aureus (KbE/ml Verdünnungslösung)		Gesamtkeimzahl (KbE/ml Verdünnungslösung)	
	Zitzenhautbesiedlung, Versuche mit Fink Bed-Zusatz	Zitzenhautbesiedlung, Versuche ohne Fink Bed-Zusatz	Zitzenhautbesiedlung, Versuche mit Fink Bed-Zusatz	Zitzenhautbesiedlung, Versuche ohne Fink Bed-Zusatz	Zitzenhautbesiedlung, Versuche mit Fink Bed-Zusatz	Zitzenhautbesiedlung, Versuche ohne Fink Bed-Zusatz	Zitzenhautbesiedlung, Versuche mit Fink Bed-Zusatz	Zitzenhautbesiedlung, Versuche ohne Fink Bed-Zusatz	Zitzenhautbesiedlung, Versuche mit Fink Bed-Zusatz	Zitzenhautbesiedlung, Versuche ohne Fink Bed-Zusatz
2	2,50E+00	0,00E+00	9,75E+01	1,03E+02	0,00E+00	0,00E+00	3,50E+01	1,20E+02	3,48E+03	1,15E+04
3	2,50E+00	0,00E+00	4,00E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	7,50E+00	1,75E+01	5,60E+02	4,85E+02
5	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,50E+01	0,00E+00	2,50E+00	1,00E+01	0,00E+00	1,18E+03	1,03E+03
6	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,40E+02	3,25E+02
7	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,26E+03	6,85E+04

Tabelle 4: Mediane der Keimdichten im Zitzenkanal nach Versuchswoche, Keimgruppen und Einstreumaterial

Woche	Äscullin-positive Streptokokken (KbE/ml Verdünnungslösung)		Coliforme Keime (KbE/ml Verdünnungslösung)		E. coli (KbE/ml Verdünnungslösung)		Präsumtive S. aureus (KbE/ml Verdünnungslösung)	
	Zitzenkanalbesiedlung, Versuche mit Fink Bed-Zusatz	Zitzenkanalbesiedlung, Versuche ohne Fink Bed-Zusatz	Zitzenkanalbesiedlung, Versuche mit Fink Bed-Zusatz	Zitzenkanalbesiedlung, Versuche ohne Fink Bed-Zusatz	Zitzenkanalbesiedlung, Versuche mit Fink Bed-Zusatz	Zitzenkanalbesiedlung, Versuche ohne Fink Bed-Zusatz	Zitzenkanalbesiedlung, Versuche mit Fink Bed-Zusatz	Zitzenkanalbesiedlung, Versuche ohne Fink Bed-Zusatz
2	0,00E+00	0,00E+00	1,50E+01	1,50E+01	0,00E+00	0,00E+00	1,52E+02	1,10E+02
3	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,00E+01	5,00E+00
5	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,00E+01	0,00E+00	0,00E+00	2,50E+00	2,39E+01
6	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,00E+01	0,00E+00	5,00E+00	1,25E+01	1,75E+01
7	0,00E+00	8,66E+02	3,50E+01	1,91E+04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Tabelle 5: Anzahl und prozentualer Anteil positiver Befunde der Zitzenhaut und des Zitzenkanals nach Keimgruppen und Behandlungsgruppe (mit und ohne FINK - PediSept Bed-Zusatz)

	Zitzenhaut- besiedlung, mit FINK - PediSept Bed		Zitzenkanal- besiedlung, mit FINK - PediSept Bed		Zitzenhaut- besiedlung, ohne FINK - PediSept Bed		Zitzenkanal- besiedlung, ohne FINK - PediSept Bed	
	Anzahl positiver Befunde	%	Anzahl positiver Befunde	%	Anzahl positiver Befunde	%	Anzahl positiver Befunde	%
Äsculin-positive Streptokokken	12	24,0%	10	20,0%	13	26,0%	17	34,0%
<i>Escherichia coli</i>	4	8,0%	5 ^a	10,0%	9	18,0%	16 ^b	32,0%
Coliforme Keime	27	54,0%	19 ^a	38,0%	26	52,0%	29 ^b	58,0%
Präsumtive <i>Staphylococcus aureus</i>	20	40,0%	32	64,0%	25	50,0%	32	64,0%
Gesamtkeimzahl	50	100,0%		0,0%	50	100,0 %		0,0%
Bakteriologisch positiv	50	100,0%	41	82,0%	50	100,0 %	43	86,0%

^{a,b} unterschiedliche hochgestellte Buchstaben weisen zwischen den Vergleichsgruppen auf signifikante Unterschiede hin (Chi-Quadrat-Test, $P < 0,05$)

4.3.1 Statistische Auswertung der *in vivo* Versuche

Der Vergleich der Keimzahlen von äsculin-positiven Streptokokken, präsumtiven *Staphylococcus aureus*, coliformen Keimen, *Escherichia coli* und der mesophilen Gesamtkeimzahl auf der Zitzenhaut und im Zitzenkanal von Kühen, die in einem randomisierten Blockdesign entweder ohne oder mit FINK - PediSept Bed in der Einstreu gehalten wurden, ergab, dass FINK - PediSept Bed in der eingesetzten Konzentration keinen signifikanten Einfluss auf die Haut- und Zitzenkanalbesiedelung aufwies. Im Rahmen dieser Analyse konnte lediglich ein tierindividueller Einfluss auf die Besiedlungsdichte der Zitzenhaut und des Zitzenkanals nachgewiesen werden.

Unter FINK - PediSept Bed-Einsatz konnten signifikant seltener positive Nachweise von *Escherichia coli* (Chi Quadrat Test $P < 0,05$) und coliformen Keimen (Chi Quadrat Test $P < 0,01$) in Zitzenkanälen festgestellt werden.

5 Diskussion und Schlussfolgerungen für die Praxis

Die *in vitro* Versuche haben deutlich gemacht, dass durch den Zusatz von FINK - PediSept Bed zur Einstreu unter den Versuchsbedingungen eine pH-Verschiebung des Einstreumaterials stattgefunden hat, die das Wachstum von mastitisrelevanten Mikroorganismen maßgeblich einschränkt. Weiterhin hat der Zusatz von FINK - PediSept Bed bewirkt, dass die in der Literatur als Risiko bewerteten Schwellenwerte der Anzahl von Mastitiserregern überwiegend nicht erreicht wurden (Bramley et al., 1978; Bramley, 1982; Krömker und Grabowski 2002; Krömker 2005).

Die Gesamtkeimzahlen lagen in Weizenstroh ohne und mit FINK - PediSept Bed-Zusatz bei über 10^8 KbE/g. Für Sägespäne ohne FINK - PediSept Bed-Zusatz wurden Werte von 10^7 KbE/g bestimmt. Damit werden die Grenzwerte von 10^6 KbE/g (Bey et al., 2002; Krömker, 2005) bzw. 700×10^6 KbE/g für Stroh (Krömker, 2005) überschritten. Der Zusatz von FINK - PediSept Bed zu Sägespänen bewirkt eine Reduzierung der Keimdichten auf im Median 10^4 bis 10^5 KbE/g.

In vitro konnte im Rahmen dieser Arbeit gezeigt werden, dass die pH-Pufferkapazität des Weizenstrohs die von Sägespänen übersteigt. Dies bedeutet, dass der Einsatz von Weizenstroh als Einstreumaterial in Verbindung mit dem alkalischen Einstreuzusatz FINK - PediSept Bed bei dem untersuchten Mengenverhältnis von 1:1 (w/w) zu niedrigeren pH-Werten führt als die gleiche Dosage bei Sägespänen als Einstreubasis. So hatte das Sägespäne/Weizenstroh-Gemisch einen signifikant höheren mittleren pH-Wert über den Versuchszeitraum als Weizenstroh ohne und mit FINK - PediSept Bed-Zusatz sowie reine Sägespäne. Die Versuche haben darüber hinaus aber auch deutlich gemacht, dass die Kombination aus Sägespänen mit FINK - PediSept Bed zu einer signifikanten Reduzierung der Gesamtkeimzahl sowie der Keimdichten coliformer Keime und von *Escherichia coli* in dem Einstreugemisch führte.

Die keimhemmende Wirkung von FINK - PediSept Bed beruht vor allem auf der pH-Anhebung. Damit lässt sich erklären, dass signifikant keimhemmende Effekte lediglich bei der Kombination aus Sägespänen mit FINK - PediSept Bed nachzuweisen sind. Diese Kombination wies im Vergleich zu den reinen Sägespänen, dem reinen Weizenstroh sowie dem Weizenstroh/FINK - PediSept Bed-Gemisch einen signifikant erhöhten pH-Wert auf.

Nach Hughes (1999) sind zur Unterdrückung des Wachstums relevanter Bakterien pH-Verschiebungen auf über 9,5 notwendig. Weizenstroh verfügt jedoch im Gegensatz zu Sägespänen über ausgeprägte Pufferkapazitäten, so dass dieser pH-Wert bei einer FINK - PediSept Beddosage von 1:1 (w/w) nicht überschritten werden konnte. Daher sollte die Konzentration von FINK - PediSept Bed im Einstreumaterial so gewählt werden, dass ein pH-Wert von mindestens 9,5 erzielt werden kann, um die mikrobiologische Stabilität der Einstreu zu gewährleisten.

Die durchgeführte Feldstudie hat gezeigt, dass durch Zugabe von FINK - PediSept Bed zu Einstreumaterialien in der geprüften Konzentration ein signifikanter Effekt auf die Zitzenhaut- und Zitzenkanalbesiedlung nicht erreicht werden konnte. Da der *in vitro* Vorversuch aber die grundlegende abtötende Wirkung von FINK - PediSept Bed zeigen konnte, muss hieraus geschlossen werden, dass die eingesetzte Konzentration, die bislang auch nur empirisch bestimmt, aber noch nie hinsichtlich der Wirksamkeit hinterfragt wurde, zu niedrig gewählt war.

Aufgrund der bisherigen Erkenntnisse verschiedener Autoren besteht zwischen der Keimdichte in der Einstreu und auf der Zitzenhaut eine positive Korrelation (Hogan et al., 1990; Hogan et al., 1999; Zdanowicz et al., 2004). Nach Kristula et al. (2008) existiert auf Milchviehbetrieben jedoch auch eine Vielzahl von Kontaktmöglichkeiten der Zitzen mit anderen Oberflächen.

Es ist aber hervorzuheben, dass FINK - PediSept Bed die Anzahl der positiven Nachweise von *Escherichia coli* und coliformen Keimen im Zitzenkanal reduziert. Inwieweit dies zu einer Verbesserung der Eutergesundheit beiträgt, konnte jedoch nicht im Rahmen dieser Arbeit geklärt werden.

Folgende Schlussfolgerungen für die Praxis können aus den Ergebnissen dieser Studie abgeleitet werden:

- Die FINK - PediSept Beddosage muss den organischen Einstreumaterialien und dessen pH-Pufferkapazitäten angepasst werden. So besitzt Weizenstroh deutlich höhere Pufferkapazitäten als Sägespäne.
- Der Einsatz von FINK - PediSept Bed hat positive Effekte auf die Gesamtkeimzahl und die Keimdichten coliformer Keime und von *Escherichia coli* in Sägespänen. FINK - PediSept Bed trägt in Sägespänen aufgrund der pH-Wert-Verschiebung in Bereiche > 9,5 zu einer Erhöhung der mikrobiologischen Stabilität bei.

- Durch den Zusatz von FINK - PediSept Bed zu organischen Einstreumitteln kann die Anzahl von Nachweisen von *Escherichia coli* und coliformen Keimen im Zitzenkanal gesenkt werden.

6 Zum Einfluss von FINK - PediSept Dry als Trockenklauenbad für Milchkühe auf die Lahmheitsentwicklung – ein Feldversuch

6.1 Hintergrund und Zielsetzung

Klauenerkrankungen und Lahmheiten haben sich in den letzten Jahren nach Euterentzündungen und Fruchtbarkeitsstörungen zum drittwichtigsten Erkrankungskomplex der Milchkühe entwickelt. Da jedoch Klauenerkrankungen über die Beeinflussung des Fress- und Ruheverhaltens der Kühe umfangreich Einfluss auf andere bedeutende Erkrankungskomplexe nehmen, sind Managementmaßnahmen im Milchviehbetrieb, die die Klauengesundheit erhalten, besonders wichtig.

Klauenerkrankungen und Lahmheiten sind Multifaktorenkrankheiten. Ihre Ausprägung und Häufigkeit werden insbesondere durch die Haltungsbedingungen der Tiere (keine Überbelegung, hygienische, saubere, trockene, trittsichere und schonende Laufflächen und Liegebereiche, wenig Hitzestress), die Fütterung (wenig abrupte Fütterungswechsel, wenig Pansenacidosen, wenig Leberstoffwechselstörungen) und durch eine gute Klauenpflege (vorbeugende Klauenpflege mindestens 2 x pro Jahr, therapeutische Klauenpflege unmittelbar nach Auftreten von Lahmheiten, Fußbäder zur Vorbeuge und Reduktion klinischer Klauenerkrankungen) beeinflusst. Für die Durchführung von desinfizierenden Klauenbädern stehen nur wenige Substanzen mit einer sicheren Wirksamkeit zur Verfügung.

Daher wurde in Zusammenarbeit mit Landfor und der Fachhochschule Hannover (Abteilung Bioverfahrenstechnik) die Wirksamkeit von FINK - PediSept Dry als Trockenklauenbad beispielhaft in einem Milchviehbetrieb mit einer hohen Prävalenz infektiöser Klauenerkrankungen (insbesondere *Dermatitis (D.) digitalis* und *D. interdigitalis*) trotz überwiegend gutem Management im Zeitraum zwischen dem 01.05.2009 und dem 27.07.2009 geprüft.

6.2 Material und Methode

Hierzu wurde eine herkömmliche Durchlaufwanne im Austreibegang des Melkstandes mit FINK - PediSept Dry trocken befüllt. So wurde im hinteren Bereich der Wanne eine Präparatöhe von mehr als 16 cm erreicht. Diese Form des Trockenklauenbades wurde über mindestens drei Melkzeiten angewandt, wobei die Tiere zuvor im Melkstand mit Hilfe von Wasserspülung an den Klauen gesäubert wurden.

Dieses Fußbad war über mehrere Tage stabil. Das Fußbad wurde von den Kühen ohne Schwierigkeiten angenommen. Am 01.05.2009/10.07.2009 (unmittelbar vor dem Einbringen von FINK - PediSept Dry in das Fußbad) und am 15.05.2009/27.07.2009 wurden alle Milchkühe des Betriebes einem Lahmheitsscoring nach Sprecher et al. (1997) unterzogen, wobei allerdings nicht nur die Lahmheitsgrade, sondern ebenfalls die betroffenen Klauen und Verdachtsdiagnosen dokumentiert wurden. Im entsprechenden Zeitraum wurden keine weiteren Klauenbehandlungen oder Pflegemaßnahmen, sowie keine Änderungen des Haltungsumfeldes und der Fütterung durchgeführt.

6.3 Ergebnisse und Schlussfolgerungen

152/150 Milchkühe unterschiedlicher Laktationen wurden zweimal untersucht. In der nachfolgenden Tabelle sind die Tiere des Betriebes in die entsprechenden Lahmheitskategorien eingeordnet.

Tabelle 1: Ergebnisse des Lahmheitsscorings Mai 2009

Anzahl Score	Vorher Score						
Nachher Score							
	1	2	3	4	5	Gesamt	
1	31	7	5	3	1	47	
2	27	21	18	6	6	78	
3	0	1	12	11	2	26	
4	0	1	0	0	0	1	
Gesamt	58	30	35	20	9	152	

Tabelle 2: Ergebnisse des Lahmheitsscorings Juli 2009

Anzahl Score	Vorher Score						
Nachher Score							
	1	2	3	4	5	Gesamt	
1	55	6	12	5	6	84	
2	12	13	8	8	2	43	
3	2	0	7	4	3	16	
4	1	0	1	1	2	5	
5	0	0	1	1	0	2	
Gesamt	70	19	29	19	13	150	

1 = normal; 2 = milde Lahmheit; 3 = mittlere Lahmheit; 4 = Lahmheit, 5 = schwere Lahmheit
(nach Sprecher et al., 1997)

Die Nutzung eines Staubklauenbades mit FINK - PediSept Dry hat vorteilhafte Ergebnisse für die Klauengesundheit im Versuchsbetrieb erbracht. Die Verbesserung der klinischen Klauengesundheit war signifikant (Versuch 1: Chi-Quadrat-Test 60,76; $p < 0,0001$; Versuch 2: Chi-Quadrat-Test 213,13; $p < 0,0001$). Die besonders ausgewiesenen Fälle von eindeutiger *Dermatitis digitalis* und *Dermatitis interdigitalis* verbesserten sich signifikant im Mittel durch Anwendung von FINK - PediSept Dry um 2,3 Score-Stufen (U-Test nach Mann-Whitney, $p < 0,001$). Somit kann eine gute Wirksamkeit des FINK - PediSept Dry Trockenklauenbades zur Anwendung bei *Dermatitis digitalis* und *Dermatitis interdigitalis* angenommen werden. Aufgrund des geringen Tierumfanges und der Versuchsanlage haben die Ergebnisse dieses Versuches nur einen Pilotcharakter und müssen durch weitergehende Untersuchungen bestätigt werden.

7 Literatur

Bey RF, Reneau JK, Farnsworth RJ (2002): The Role of Bedding Management in Udder Health. Proceedings of National Mastitis Council Annual Meeting, Orlando, Florida, USA 2002, 45-55.

Bramley AJ (1974): The aetiology and control of coliform Mastitis in dairy cattle. Ph.D. Thesis. U. of Reading.

Bramley AJ, Shearn MFH, Kingwill RG (1978): The isolation of *Streptococcus uberis* from cattle bedding and faeces. Brief Commun., 20th Int. Dairy Congr., Paris, 142.

Bramley AJ (1982): Sources of *Streptococcus uberis* in the dairy herd. I. Isolation from bovine faeces and from straw bedding of cattle. J Dairy Res 49: 369.

Bramley AJ (1984): *Streptococcus uberis* udder infection – a major barrier to reducing mastitis incidence. Br Vet J 140: 328-335.

Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft (DVG) (2002): Leitlinien zur Bekämpfung der Mastitis des Rindes als Bestandsproblem. DVG, Gießen.

Du Preez JH (1985): Teat canal infections. Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte 37: 267-273.

Gill JJ, Sabour PM, Gong J, Yu H, Leslie KE, Griffiths MW (2006): Characterization of bacterial populations recovered from the teat canals of lactating dairy and beef cattle by 16S rRNA gene sequence analysis. FEMS Microbiol Ecol 56: 471-481.

- Hogan JS, Smith KL, Todhunter DA, Schoenberger PS (1990): Bacterial counts associated with recycled newspaper bedding. *J Dairy Sci* 73: 1756-1761.
- Hogan JS, Smith KL (1997): Bacteria counts in sawdust bedding. *J Dairy Sci* 80: 1600-1605.
- Hogan JS, Bogacz VL, Thompson LM, Romig S, Schoenberger PS, Weiss WP, Smith KL (1999): Bacterial counts associated with sawdust and recycled manure bedding treated with commercial conditioners. *J Dairy Sci* 82: 1690-1695.
- Hughes J (1999): Bedding systems and mastitis. Proceedings of the British Mastitis Conference, 73-78.
- International Dairy Federation (IDF) (1987): Bovine mastitis – Definition and guidelines for diagnosis. International Dairy Federation.
- Jasper DE, Dellinger JD (1975): Teat apex coliform populations and coliform mastitis – a herd study. *Cornell Vet* 65: 380-392.
- Kloppert B, Wolter W, Zschöck M (2005): Coli-Mastitis: Keine Zeit verlieren! *Top Agrar* 8: 20-23.
- Kristula MA, Rogers W, Hogan JS, Sabo M (2006): Comparison of bacteria populations with clean and recycled sand used for bedding in dairy facilities. Proceedings of National Mastitis Council Annual Meeting, 147-150.
- Kristula MA, Dou Z, Toth JD, Smith BI, Harvey N, Sabot M (2008): Evaluation of free-stall mattress bedding treatments to reduce mastitis bacterial growth. *J Dairy Sci* 91: 1885-1892.
- Krömker V, Grabowski NT (2002): Risk factor analysis for mastitis caused by environmental pathogens in the environment of dairy herds; XXII WBC 2002, Hannover; 18.-23.08.02.
- Krömker V (2005): Mastitis - Ursachen auf der Spur - Tiergesundheit und mehr. Boehringer Ingelheim. www.tiergesundheitundmehr.de/archiv/tum_0203/mastitis.pdf.
- Krömker V: Kurzes Lehrbuch der Milchkunde und Milchhygiene. MVS Medizinverlage, Parey, Stuttgart 2006, ISBN 3-8304-4155-X.
- Magnusson M, Herlin AH, Ventorp M (2008): Short communication: Effect of alley floor cleanliness on free-stall and udder hygiene. *J Dairy Sci* 91: 3927-3930.
- Matthews KR, Harmon RJ, Langlois BE, Christ WL, Hemken RW (1988): Use of latex teat dip with germicide during the prepartum period. *J Dairy Sci* 71: 1940-1946.
- Munoz MA, Ahlström C, Rauch BJ, Zadoks RN (2006): Fecal shedding of *Klebsiella pneumoniae* by dairy cows. *J Dairy Sci* 89 (9): 3425-3430.
- Schött S (1993): Die bakterielle Besiedlung des Zitzenkanals beim Rinde während der Laktation und im Verlaufe des Trockenstehens. Dissertation, Universität Leipzig.

Sprecher, DJ, Hostetler DE, Kaneene JB (1997): A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. *Theriogenology* 47: 1178-1187.

Smith KL, Todhunter DA, Schoenberger PS (1985): Environmental mastitis: Cause, prevalence, prevention. *J Dairy Sci* 68: 1531-1553.

Williams DM, Mein GA (1985): The role of machine milking in the invasion of mastitis organisms and implications for maintaining low infection rates. *Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte* 37: 415-425.

Zadoks RN, Allore HG, Barkema HW, Sampimon OC, Gröhn YT, Schukken YH (2001): Analysis of an outbreak of *Streptococcus uberis* mastitis. *J Dairy Sci* 84: 590-599.

Zehner MM, Farnsworth RJ, Appleman RD, Larntz K, Springer JA (1986): Growth of environmental mastitis pathogens in various bedding materials. *J Dairy Sci* 69: 1932-1941.

Zdanowicz M, Shelford JA, Tucker CB, Weary DM, von Keyserlingk MAG (2004): Bacterial populations on teat ends of dairy cows housed in free stalls and bedded with either sand or sawdust. *J Dairy Sci* 87: 1694-1701.

Fachhochschule Hannover
- Fakultät II -
Maschinenbau und Bioverfahrenstechnik
Mikrobiologie
Prof. Dr. Volker Krömker
Heisterbergallee 12
30453 Hannover



Tabelle 6: Keimdichten in den untersuchten Einstreumaterialien (äsculin-positive Streptokokken, coliforme Keime, *Escherichia coli*)

Coliforme Keime (KbE/g)				<i>E. coli</i> (KbE/g)				Gesamtkonzentration (KbE/g)				
Weizenstroh mit Fink Bed-Zusatz	Sägespäne mit Fink Ped/Sept Bed-Zusatz	Sägespäne ohne Fink Ped/Sept Bed-Zusatz	Weizenstroh ohne Fink Ped/Sept Bed-Zusatz	Weizenstroh mit Fink Ped/Sept Bed-Zusatz	Sägespäne ohne Fink Ped/Sept Bed-Zusatz	Sägespäne mit Fink Ped/Sept Bed-Zusatz	Weizenstroh ohne Fink Ped/Sept Bed-Zusatz	Weizenstroh mit Fink Ped/Sept Bed-Zusatz	Sägespäne ohne Fink Ped/Sept Bed-Zusatz	Sägespäne mit Fink Ped/Sept Bed-Zusatz	Weizenstroh ohne Fink Ped/Sept Bed-Zusatz	Weizenstroh mit Fink Ped/Sept Bed-Zusatz
6,50E+03	1,13E+04	0,00E+00	0,00E+00	8,30E+08	0,00E+00	1,81E+07	8,75E+08	1,35E+05	0,00E+00	7,19	8,13	5,71
5,93E+04	1,38E+04	0,00E+00	0,00E+00	1,39E+09	0,00E+00	3,01E+07	1,18E+09	4,35E+05	0,00E+00	7,46	9,20	5,90
2,45E+05	9,41E+04	0,00E+00	0,00E+00	1,88E+09	0,00E+00	8,40E+07	2,43E+09	1,56E+06	0,00E+00	7,66	10,30	6,60
4,00E+03	1,50E+03	0,00E+00	0,00E+00	9,03E+08	0,00E+00	1,91E+07	2,46E+08	3,65E+01	2,00E+03	8,03	8,90	7,60
3,87E+05	6,25E+03	0,00E+00	0,00E+00	1,25E+09	0,00E+00	2,50E+07	1,22E+09	4,00E+05	2,50E+03	8,23	9,45	7,80
2,47E+07	9,75E+03	0,00E+00	0,00E+00	2,26E+09	0,00E+00	2,98E+07	1,27E+09	1,47E+06	3,00E+03	8,37	10,41	7,96
8,00E+04	1,00E+03	0,00E+00	0,00E+00	1,05E+09	0,00E+00	1,00E+07	5,40E+08	1,07E+05	4,15E+03	8,30	8,70	7,94
3,18E+05	1,00E+03	0,00E+00	0,00E+00	1,28E+09	0,00E+00	2,85E+07	1,50E+09	1,29E+05	5,60E+03	8,40	8,96	8,01
6,75E+05	1,25E+04	0,00E+00	0,00E+00	1,71E+09	0,00E+00	2,94E+07	2,64E+09	1,90E+05	1,09E+04	8,46	9,85	8,14
1,25E+05	2,25E+03	8,50E+02	0,00E+00	5,65E+08	0,00E+00	8,82E+06	5,60E+08	8,00E+04	7,27E+03	8,36	8,75	7,48
3,50E+05	2,64E+04	2,90E+03	9,50E+01	6,10E+08	0,00E+00	1,81E+07	8,30E+08	1,15E+05	7,86E+03	8,46	8,90	7,50
7,80E+05	2,82E+04	1,18E+04	2,10E+02	8,70E+08	0,00E+00	6,25E+07	3,00E+09	3,85E+05	9,55E+03	8,48	9,25	7,58
1,25E+06	8,60E+03	2,25E+02	1,35E+02	4,50E+08	0,00E+00	1,81E+07	1,00E+08	2,95E+04	1,14E+04	8,37	9,00	7,03
1,49E+06	9,90E+03	3,25E+02	1,60E+02	9,64E+08	0,00E+00	2,76E+07	7,55E+08	6,60E+04	1,26E+04	8,44	9,07	7,12
2,79E+06	1,40E+04	4,90E+02	2,00E+02	2,14E+09	0,00E+00	8,55E+07	1,63E+09	5,25E+05	1,78E+04	8,71	9,34	7,18

Tabelle 7: Gesamtkeimzahl und pH-Werte der untersuchten Einstreumaterialien

Tag	Gesamtkeimzahl				pH-Wert					
	Wiesenschnitt ohne Fink PediSept Bed-Zusatz	Wiesenschnitt mit Fink PediSept Bed-Zusatz	Sägespäne ohne Fink PediSept Bed-Zusatz	Sägespäne mit Fink PediSept Bed-Zusatz	Wiesenschnitt ohne Fink PediSept Bed-Zusatz	Wiesenschnitt mit Fink PediSept Bed-Zusatz	Sägespäne ohne Fink PediSept Bed-Zusatz	Sägespäne mit Fink PediSept Bed-Zusatz		
0	Minimum	8,30E+08	8,75E+08	1,81E+07	1,35E+05	7,19	8,16	5,71	12,35	12,52
	Median	1,39E+09	1,18E+09	3,01E+07	4,35E+05	7,46	9,20	5,90	12,42	12,60
	Maximum	1,88E+09	2,43E+09	8,40E+07	1,56E+06	7,66	10,30	6,60	12,62	12,62
1	Minimum	9,00E+08	2,46E+08	1,91E+07	3,65E+01	8,03	8,90	7,60	12,15	12,50
	Median	1,25E+09	1,22E+09	2,50E+07	4,00E+05	8,23	9,45	7,80	12,30	12,54
	Maximum	2,26E+09	1,27E+09	2,99E+07	1,47E+06	8,37	10,41	7,96	12,38	12,60
2	Minimum	1,05E+09	5,40E+08	1,00E+07	1,07E+05	8,30	8,70	7,94	12,07	12,26
	Median	1,28E+09	1,50E+09	2,85E+07	1,29E+05	8,40	8,96	8,01	12,20	12,30
	Maximum	1,71E+09	2,64E+09	2,94E+07	1,90E+05	8,46	9,85	8,14	12,30	12,32
4	Minimum	5,65E+08	5,60E+08	8,82E+06	8,00E+04	8,36	8,75	7,48	11,38	11,48
	Median	6,10E+08	8,30E+08	1,81E+07	1,15E+05	8,46	8,90	7,50	11,40	11,53
	Maximum	8,70E+08	3,00E+09	6,25E+07	3,85E+05	8,48	9,25	7,58	11,54	11,64
7	Minimum	4,50E+08	1,00E+08	1,81E+07	2,95E+04	8,37	9,00	7,03	10,91	11,12
	Median	9,64E+08	7,55E+08	2,76E+07	6,60E+04	8,44	9,07	7,12	11,02	11,20
	Maximum	2,14E+09	1,63E+09	8,55E+07	5,25E+05	8,71	9,34	7,18	11,47	11,24

Tabelle 8: Zitzenhautbesiedlung nach Keimgruppen und Einstreumaterialien

Woche	Maß	Asculin-positive Streptokokken (KbE/ml Verdünnungslösung)		Säuliforme Keime (KbE/ml Verdünnungslösung)		Präsumtive Staphylokokken (KbE/ml Verdünnungslösung)		Gesamtkeimzahl (KbE/ml Verdünnungslösung)		
		Zitzenhautbesiedlung, Versuche mit Fink ohne Fink	Zitzenhautbesiedlung, Versuche mit Fink ohne Fink	Zitzenhautbesiedlung, Versuche mit Fink ohne Fink	Zitzenhautbesiedlung, Versuche mit Fink ohne Fink	Zitzenhautbesiedlung, Versuche mit Fink ohne Fink	Zitzenhautbesiedlung, Versuche mit Fink ohne Fink	Zitzenhautbesiedlung, Versuche mit Fink ohne Fink	Zitzenhautbesiedlung, Versuche mit Fink ohne Fink	Zitzenhautbesiedlung, Versuche mit Fink ohne Fink
2	Minimum	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,70E+02	3,40E+02
	Median	2,50E+00	0,00E+00	9,75E+01	1,03E+02	0,00E+00	0,00E+00	3,50E+01	3,48E+03	1,15E+04
	Maximum	1,50E+01	2,00E+01	3,40E+03	1,31E+03	5,50E+01	5,50E+01	6,23E+02	1,69E+04	1,41E+05
3	Minimum	0,00E+00	0,00E+00	1,00E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,50E+02	0,00E+00
	Median	2,50E+00	0,00E+00	4,00E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	7,50E+00	5,60E+02	4,85E+02
	Maximum	3,50E+01	5,00E+00	3,05E+02	5,00E+00	8,50E+01	0,00E+00	4,50E+01	7,05E+03	6,20E+03
5	Minimum	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,25E+02	4,10E+02
	Median	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,50E+01	0,00E+00	2,50E+00	1,00E+01	1,18E+03	1,03E+03
	Maximum	2,00E+01	2,00E+01	1,50E+01	9,00E+01	0,00E+00	3,90E+03	8,18E+01	9,00E+04	5,60E+04
6	Minimum	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,40E+02	2,40E+02
	Median	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,40E+02	3,25E+02
	Maximum	0,00E+00	5,00E+00	2,50E+01	1,65E+02	0,00E+00	5,00E+00	6,50E+01	1,06E+03	7,65E+04
7	Minimum	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,65E+02	8,30E+02
	Median	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,26E+03	6,85E+04
	Maximum	8,60E+03	1,45E+02	3,70E+03	2,93E+04	0,00E+00	0,00E+00	1,20E+03	3,00E+06	7,90E+05
Mittelwert der Mediane der Wochen 2 und 6		1,25E+00	0,00E+00	4,88E+01	5,38E+01	0,00E+00	0,00E+00	1,75E+01	6,00E+01	1,91E+03
Mittelwert der Mediane der Wochen 3 und 7		1,25E+00	0,00E+00	2,00E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,75E+00	8,75E+00	1,41E+03

Tabelle 9: Zitzenkanalbesiedlung nach Keimgruppen und Einstreumaterialien

Wochen- Maß	Zitrenkanal- besiedlung positive Streptokokken (KbE/ml Verdünnungslösung)	Coimocill-keime (KbE/ml Verdünnungslösung)	<i>E. coli</i> (KbE/ml Verdünnungs- lösung)	<i>Pseudomonas aureus</i> (KbE/ml Verdünnungs- lösung)
	Zitrenkanal- besiedlung Versuche mit Fink PedSept Bed-Zusatz	Zitrenkanal- besiedlung Versuche mit Fink PedSept Bed-Zusatz	Zitrenkanal- besiedlung Versuche mit Fink PedSept Bed-Zusatz	Zitrenkanal- besiedlung Versuche mit Fink PedSept Bed-Zusatz
2	Minimum 0,00E+00 Median 0,00E+00 Maximum 5,00E+01	0,00E+00 1,50E+01 5,85E+03	0,00E+00 0,00E+00 4,09E+02	0,00E+00 1,52E+02 6,50E+02
3	Minimum 0,00E+00 Median 0,00E+00 Maximum 5,50E+01	0,00E+00 0,00E+00 9,00E+01	0,00E+00 0,00E+00 0,00E+00	0,00E+00 0,00E+00 4,90E+02
5	Minimum 0,00E+00 Median 2,50E+01 Maximum 0,00E+00	0,00E+00 0,00E+00 1,20E+02	0,00E+00 2,50E+01 0,00E+00	0,00E+00 2,50E+01 0,00E+00
6	Minimum 0,00E+00 Median 0,00E+00 Maximum 0,00E+00	0,00E+00 0,00E+00 0,00E+00	0,00E+00 1,00E+01 0,00E+00	0,00E+00 1,25E+01 0,00E+00
7	Minimum 0,00E+00 Median 8,66E+02 Maximum 1,60E+02	0,00E+00 3,50E+01 2,24E+04	0,00E+00 0,00E+00 4,55E+04	0,00E+00 0,00E+00 2,05E+02
Mittelwert der Mediane der Wochen 2 und 6	0,00E+00	7,50E+00	0,00E+00	8,22E+01
Mittelwert der Mediane der Wochen 3 und 7	0,00E+00	1,75E+01	0,00E+00	1,50E+01