

## Alternative Einstreumaterialien in Liegeboxen

Michael Zähler<sup>1\*</sup>, Janet Schmidtko<sup>2</sup>, Sabine Schrade<sup>1</sup>, Walter Schaeren<sup>3</sup> und Sonja Otten<sup>4</sup>

### Zusammenfassung

Sand, Kompost Feststoffe aus der Separierung von Gülle und Kalk-Stroh-Matratzen werden auf wenigen Betrieben als Einstreu in Liegeboxen verwendet. Aber insbesondere in Grünlandgebieten stellen diese Materialien eine Alternative zur traditionellen Stroh-Mist-Matratze dar. Allerdings fehlten bisher praktische Erfahrungen und Empfehlungen zu Sand, Kompost, Feststoffen sowie Kalk-Stroh-Matratzen als Einstreu. Daher führte die Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART eine Praxiserhebung durch. Ziel dieser Untersuchung war es, diese Einstreumaterialien in Liegeboxen für Milchvieh hinsichtlich Tiergerechtigkeit, Hygiene, Verfahrenstechnik, Arbeitswirtschaft und Betriebswirtschaft zu bewerten.

Aus Sicht der Tiergerechtigkeit und Hygiene sind diese Einstreumaterialien unbedenklich. Die niedrigen Keimgehalte von Kompost und Feststoffen aus der Separierung von Gülle in den Liegeboxen und der Tankmilch sind vor allem auf die trockenen und sauberen Liegeflächen auf den untersuchten Betrieben zurückzuführen. Die Eignung der Einstreu in Betrieben mit Käseerzeugnisproduktion muss noch im Detail angeschaut werden. Der Arbeitszeitbedarf für die Liegeboxenpflege ist bei Sand mit dem für Komfortmatten, bei Kompost und Feststoffen mit dem für Stroh-Mist-Matratzen vergleichbar. Ein Vorteil von Kompost sind die niedrigen Materialkosten. Dagegen sind diese für Sand und Kalk hoch. Die Investition eines Gülleseparators ist hoch und lohnt sich nur für grössere Betriebe oder bei überbetrieblicher Nutzung.

#### Schlagwörter

Milchvieh, Stallsystem, Sand, Kompost, Feststoffe aus der Separierung von Gülle, Kalk-Stroh-Matratze

### Abstract

Sand, compost, recycled manure solids and lime-straw mattresses are used on a small number of commercial farms as bedding material in cubicles. Particularly, in grassland areas, these materials serve as an alternative to conventional straw-manure mattresses. Up to date, the literature contains no practical experience of, or recommendations for, the use of sand, compost, manure solids and lime-straw mattresses as bedding materials. To remedy this omission, Agroscope Reckenholz-Tänikon Research Station ART carried out a farm survey the aim of which was to evaluate the use of the aforementioned bedding materials in dairy-cow cubicles in terms of their impact on animal welfare, hygiene, process engineering, work economics and farm management.

All these bedding materials are deemed safe from the perspective of animal welfare and hygiene. The low bacterial counts of compost and recycled manure solids in cubicles and tank milk are chiefly due to the dry, clean lying area on the farms investigated. The suitability of the bedding material for use on farms producing milk for cheese-making has yet to be examined in detail. Where sand is used as bedding, the working-time requirement for cubicle maintenance is comparable to that for soft rubber mats; where compost and recycled manure solids are used, to that for straw-manure mattresses.

The material costs for sand and lime are high, whilst those for compost are low. Investment in a liquid manure separator is only worthwhile for relatively large farms, or for collective use by several farms.

#### Keywords

Dairy cattle, Housing system, Sand, Compost, Recycled manure solids, Lime-straw mattresses

### 1. Einleitung

Um in der Schweiz Beiträge des Förderprogramms „Besonders tierfreundliche Stallhaltungssysteme (BTS)“ zu erhalten, muss bei Milchvieh der Liegebereich aus einer Stroh-Mist-Matratze oder einer für das Tier gleichwertigen Unterlage bestehen. Gemäss der Verordnung über die Hygiene bei der Milchproduktion (VHyMP) sind als Einstreu Stroh und andere geeignete Materialien in einwandfreiem Zustand erlaubt, die die Tiergesundheit nicht gefährden und die Milchqualität nicht beeinträchtigen.

Stroh als Einstreu ist zu einem wesentlichen Kostenfaktor in der Milchviehhaltung geworden. Günstige Einstreusysteme sind gesucht.

Als Alternative zu Stroh-Mist-Matratzen können Sand, Kompost, Feststoffe aus der Separierung von Gülle sowie Kalk-Stroh-Matratzen als Einstreu für Liegeboxen in Milchviehlaufställen verwendet werden. Ziel der vorliegenden Untersuchungen war die Bewertung dieser Einstreumaterialien mit Blick auf Verfahrenstechnik, Tiergerechtigkeit und -gesundheit, Arbeitswirtschaft und Betriebswirtschaft.

<sup>1</sup> Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH-8356 ETTENHAUSEN, [www.art.admin.ch](http://www.art.admin.ch)

<sup>2</sup> Deutsche Gesellschaft für Züchtungskunde e.V. (DGfZ), Adenauerallee 174, D-53113 BONN

<sup>3</sup> Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, Schwarzenburgstr. 161, CH-3003 BERN

<sup>4</sup> Landberatung Gifhorn-Wolfsburg e. V., Hauptstr. 41c, D-38557 OSLOSS

\* Ansprechpartner: Dr. Michael Zähler, e-mail: [michael.zaehler@art.admin.ch](mailto:michael.zaehler@art.admin.ch)

Weiter war abzuklären, ob Bedenken hinsichtlich der Milchhygiene berechtigt sind. Ferner wurden Empfehlungen zur Gestaltung und zum Betrieb von Liegeboxen mit Sand, Kompost, Feststoffen aus der Separierung von Gülle sowie Kalk-Stroh-Matratzen abgeleitet.

## 2. Material und Methoden

Ein strukturiertes Interview auf Praxisbetrieben diente der Erfassung von Betriebsdaten, verfahrenstechnischen Kenngrößen und Erfahrungen der Landwirte. Bei einer Stallbegehung wurden Details zum Stallsystem wie Abmessungen und Gestaltung der Liegeboxen erhoben. Ausserdem erfolgte die Beurteilung der Gelenke der Tiere und der Sauberkeit der Tiere sowie der Liegeboxen. Bei Sand und Kalk-Stroh-Matratzen wurde zusätzlich die Wärmeableitung mit einer konstruierten Heizsonde erhoben. Bei Kompost und Feststoffen aus der Separierung von Gülle wurden von der Einstreu aus den Liegeboxen der Trockensubstanzgehalt und die Wasseraufnahmekapazität ermittelt. Zur Beurteilung der bakteriologischen Qualität von Proben aus der Einstreu und Tankmilch der Betriebe mit Kompost oder Feststoffe von separierter Gülle führte die Forschungsanstalt ALP Laboranalysen durch. Weiter wurde die Arbeitszeit für die Liegeboxenpflege gemessen und mit einem Modellkalkulationssystem der Arbeitszeitbedarf berechnet. Ein betriebswirtschaftlicher Vergleich zeigt die Jahreskosten von Tiefboxen mit Sand, Kompost, Feststoffen aus der Separierung von Gülle, Kalk-Stroh-Matratzen und Stroh-Mist-Matratzen sowie Hochboxen mit Komformmatten auf.

## 3. Ergebnisse

### 3.1. Sand

Sand wird lose mechanisch in die Liegeboxen eingefüllt und nach einem Zeitraum von bis zu 13 Wochen nachgestreut. Die Einstreudicke schwankt auf den Betrieben zwischen 10 bis 70 cm Sand. Der entsprechende Verbrauch von Sand liegt demzufolge bei 2 bis 14 kg pro Tier und Tag. Entmistet werden die planbefestigten Flächen stationär mit handelsüblichen Schiebern oder mobil mit Hoflader. In der Schweiz erfolgt die Flüssigmistlagerung in gedeckten Güllebehältern, in Deutschland auf einigen Betrieben in offenen Lagunen. Die mit Sand vermischte Gülle wird mit handelsüblichem Güllefass und bei getrenntem Gülle-/Mistsystem zusätzlich mit einem Miststreuer auf das Feld ausgebracht. Sand bildet eine verformbare Liegefläche.

### 3.2. Kompost

Einer der untersuchten Betriebe produziert eigenen Kompost aus der Grüngutabfuhr (*Abbildung 1*, links). Dabei wird das Rohmaterial zerkleinert, vermischt, in einer Miete am Feldrand angesetzt und während der Kompostierung mehrmals umgesetzt. Durch den Temperaturanstieg findet in der Miete eine Teilhygienisierung statt. Nach 20 bis 24 Wochen liegt ein feinkrümeliger Reifkompost vor (*Abbildung 1*, rechts). Ein weiterer Betrieb bezieht seinen Kompost aus der Biogasproduktion mit Grüngut.

Eingestreut wird auf den untersuchten Betrieben alle zwei bis vier Wochen mit einem Hoflader mit Frontschaufel oder einem Handwagen. Die Einstreuhöhe in den Liegeboxen beträgt 8 beziehungsweise 20 cm. Die Betriebe schätzen die durchschnittliche Einstreumenge auf 1 bis 2,7 kg pro Kuh und Tag. Kompost bildet eine kompakte aber verformbare Liegefläche.

### 3.3. Feststoffe aus der Separierung von Gülle

Zur Trennung der Rohgülle in feste Bestandteile (Feststoffe) und eine Flüssigphase (Dünngülle) benutzen die untersuchten Betriebe einen Separator mit Siebschnecke, auch Pressschnecke genannt (*Abbildung 2*, links). Der Separator wird aus dem Güllelager oder einer Vorgrube mit Rohgülle beschickt und die Dünngülle gelangt in ein weiteres Güllelager. Es empfiehlt sich, den Separator so zu platzieren, dass sich der Streuwagen während des Separierens direkt beladen lässt (*Abbildung 2*, rechts).



*Abbildung 1:* Aus dem angelieferten Grüngut-Rohmaterial (links) entsteht nach der Kompostierung ein gereifter Kompost (rechts).



*Abbildung 2:* Die Rohgülle wird mit einer Siebschnecke (Pressschnecke) separiert (links) und mit einem Kompoststreuer eingestreut (rechts).

Die Einstreu wird alle ein bis drei Wochen mit einem Hoflader mit Frontschaufel beziehungsweise mit einem Traktor mit Kompoststreuer in die Liegeboxen eingebracht. Die Einstreuhöhe schwankt auf den Betrieben zwischen 8 und 25 cm. Die Liegefläche riecht torfartig, ist kompakt und verformbar und lässt sich bei der täglichen Liegeboxenpflege mit einem Handschieber, einer Gabel oder einem Rechen leicht einebnen.

### 3.4. Kalk-Stroh-Matratze

Für die Erstellung einer Kalk-Stroh-Matratze wird mit dem Futtermischwagen oder auch manuell Kalk, Stroh und Wasser gemischt (Abbildung 3, links). Das Mischungsverhältnis der mit dem Futtermischwagen hergestellten Mischungen entspricht bei den einzelnen Betrieben zwischen Stroh, Kalk und Wasser 1:3-6:1,5-2.

Die Einstreuintervalle sind abhängig von der Art der Einbringung. Die Betriebe, die mit dem Futtermischwagen

einstreuen, haben ein höheres Intervall von 21 bis 56 Tagen. Bei den manuell gefertigten Mischungen betragen die Einstreuintervalle 1 bis 32 Tage. Die Einstreuhöhe der Kalk-Stroh-Matratze schwankt zwischen den Betrieben von 15 bis 40 cm. Der Verbrauch von Kalk liegt bei 0,1 bis 1,2 kg pro Tier und Tag, derjenige von Stroh bei zirka 0,3 kg. Die Kalk-Stroh-Matratze bildet eine stabile, bei einem guten Mischungsverhältnis verformbare Liegefläche (Abbildung 3, rechts).

### 3.5. Tiergerechtheit

Bei den Untersuchungen zu Veränderungen an den Sprunggelenken (Tarsi) wurde nur eine geringe Anzahl an Schäden (haarlose Stellen, Krusten oder offene Wunden) festgestellt. 52 % der Tiere bei Liegeboxen mit Sand, je 59 % der Tiere bei Liegeboxen mit Kompost beziehungsweise mit Feststoffen aus der Separierung von Gülle und 78 % der Tiere bei Liegeboxen mit Kalk-Stroh-Matratzen zeigten

keinerlei sichtbare Schäden an den Sprunggelenken. Die Werte waren etwas schlechter als diejenigen von Stroh-Mist-Matratzen (86 %), jedoch deutlich besser als Komfortmatten (15 %), loses Stroh (32 %) und Gummimatten (10 %).

Bei Kühen in Ställen mit Kompost beziehungsweise Feststoffen als Einstreu kann der Schweregrad der sichtbaren Schäden an den Sprunggelenken als gering eingestuft werden. Die am häufigsten vorgefundenen Schäden am Tarsus bei Kühen waren haarlose Stellen sowie Krusten und offene Wunden mit einem Durchmesser kleiner als 2 cm (Abbildung 4). Größere Verletzungen kamen nur bei sehr wenigen Einzeltieren vor. Die Unterschiede zwischen Kompost oder festem Anteil von separierter Gülle und Stroh-Mist-Matratze sind bei allen drei Kategorien klein. Die Anzahl Schäden ist bei Betrieben mit Komfortmatten, losem Stroh oder Gummimatten deutlich höher.

Der Vergleich zeigt auch Unterschiede zwischen den Betrieben auf. Dies deutet darauf hin, dass im Hinblick auf die Tiergerechtheit neben dem Einstreumaterial auch Faktoren wie beispielsweise Einstreuhöhe und Liegeboxenpflege sowie Liegeboxenabmessungen und Steuerungseinrichtungen ausschlaggebend sind.

Die niedrige Kuhverschmutzung von maximal 0,5 (Skala von 0 = keine Verschmutzung bis 2 =



Abbildung 3: Nach dem maschinellen Einstreuen des Kalk-, Stroh- und Wassergemisch mit dem Futtermischwagen (links) und dem manuellen Verteilen und Feststampfen entsteht eine stabile Liegefläche (rechts).

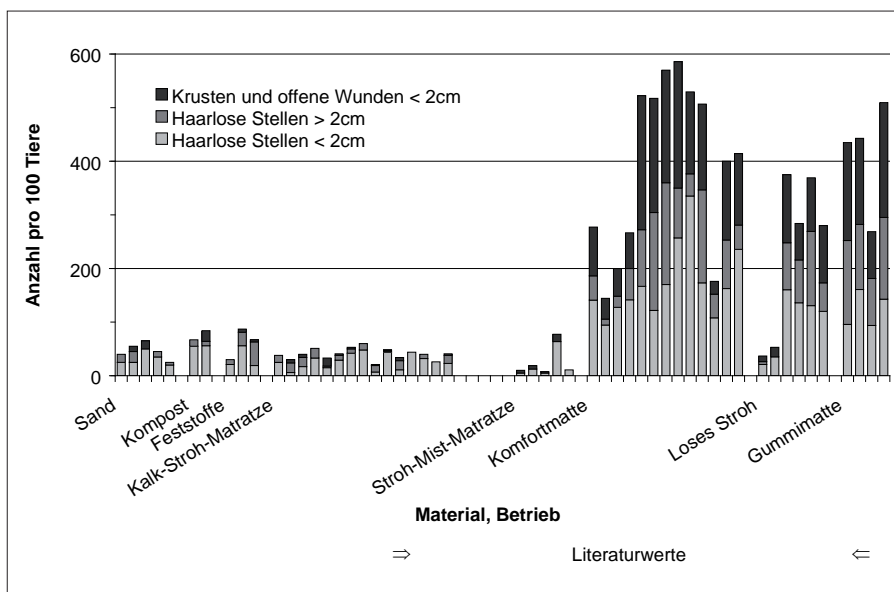


Abbildung 4: Anzahl Schäden pro 100 Tiere der verschiedenen Liegeflächen, unterteilt in die einzelnen Schadenskategorien (Daten Stroh-Mist-Matratze, Komfortmatte, loses Stroh und Gummimatte: SCHAUB et al. 1999, BUCHWALDER 1999).

total verschmutzt) bei Sand, Kompost und Feststoffen von separierter Gülle und die geringe Lägerverschmutzung sind Kennzeichen für positive Materialeigenschaften dieser Einstreu.

Die Feststoffe trocknen aufgrund der großen Oberfläche des Materials sehr schnell ab. Das Wasseraufnahmevermögen liegt mit rund 220 % des Trocken-

substanzgehaltes über dem von Kompost mit 140 % und nur geringfügig unter demjenigen von gemahlenem Stroh mit 280 % und Sägemehl mit 250 % (ZEHNER et al. 1986).

Die Wärmeableitung von Sand ist im Vergleich zu Stroh-Mist-Matratzen deutlich höher. Dies ist im Sommer ein Vorteil, die Tiere können ihre überschüssige Wärme gut abgeben. In den Wintermonaten kann sich diese Eigenschaft als Nachteil erweisen, da die wärmedämmende Wirkung von Sand gering ist.

### 3.6. Hygiene

Ein Vergleich der bakteriologischen Qualität der Liegefläche und der Milch bei Kompost und Feststoffen aus der Separierung von Gülle als Einstreu mit früheren Untersuchungen und anderen Liegeflächen wie Stroh-Mist-Matratze und Komfortmatten zeigt, dass diese Liegeflächen aus hygienischer Sicht nicht kritischer zu beurteilen sind. Die Keimgehalte waren insgesamt niedrig (Tabelle 1). Koagulasepositive Staphylokokken und Propionsäurebakterien wurden in den Einstreuproben nicht gefunden. Enterokokken kamen in der Einstreu vor, waren in der Milch aber nicht oder nur in sehr kleinen Mengen nachweisbar. Damit hat sich bestätigt, dass der Zusammenhang zwischen der Anzahl Enterokokken auf der Liegefläche und derjenigen in der Milch nicht sehr eng ist (REITHMEIER et al. 2004).

Bei REITHMEIER et al. (2004) gab es grosse Unterschiede bei der bakteriologischen Qualität der Einstreu, der Zitzenoberfläche und der Milch zwischen Betrieben innerhalb der Systeme Stroh-Mist-Matratze und verformbare Liegematten. Sie folgerten daraus, dass die Liegeboxen- und Laufflächenpflege eine wichtige Rolle spielt. Die niedrigen Keimgehalte der hier untersuchten Systeme dürften vor allem auf die trockene, saubere Oberfläche der Liege- und Laufflächen auf den einzelnen Betrieben zurückzuführen sein. Dies ist einer der wichtigsten Faktoren hinsichtlich der bakteriellen Qualität der Liegefläche und letztlich auch der Milch.

### 3.7. Arbeitszeitbedarf

Bei der Berechnung des Arbeitszeitbedarfs sind die Liegeboxenpflege (zwei Mal täglich) und das Einbringen

**Tabelle 1: Bakteriologische Qualität der Einstreu- und Tankmilchproben auf den untersuchten Betrieben bei Winter- und Sommerfütterung.**

Betrieb Einstreu Vegetationsphase	1		2		3		4		5	
	Wi	So	Wi	So	Wi	So	Wi	So	Wi	So
	Kompost									
	Einstreu									
Enterokokken (10 <sup>3</sup> KbE/g)	229	16	129	335	286	29	321	245	229	63
Koag.pos. Staphylokokken (KbE/g)	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Propionsäurebakterien (KbE/g)	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
	Milch									
Aerobe mesophile Keime (KbE/ml)	4900	2500	2300	4500	6700	7200	5800	4000	7200	7100
Enterobacteriaceae (KbE/ml)	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Enterokokken (KbE/ml)	500	<	158	158	500	500	<	<	<	158
Propionsäurebakterien (KbE/ml)	<	<	112	112	<	<	<	<	112	<

Wi = Winter, So = Sommer, KbE = Koloniebildende Einheit, < = nicht nachweisbar

der Einstreu in die Boxen (alle zwei Wochen) sowie bei Feststoffen aus der Separierung von Gülle das Separieren berücksichtigt. Bei der Liegeboxenpflege wurden die groben Verschmutzungen mit einem Handschieber, einer Gabel oder einem Rechen entfernt und gleichzeitig die Liegefläche eingeebnet. Der tägliche Arbeitszeitbedarf für die Liegeboxenpflege von Sandboxen mit 0,6 AKmin pro Tier und Tag bei 40 Kühen liegt unter dem Arbeitszeitbedarf von Stroh-Mist-Matratzen mit 1,0 AKmin und Komfortmatten mit 0,8 AKmin (Abbildung 5). Der Arbeitszeitbedarf von Kompost und Feststoffen aus der Separierung von Gülle mit 1,0 bzw. 1,1 AKmin pro Tier und Tag entspricht dem von Stroh-Mist-Matratzen. Über alle Verfahren hinweg sinkt der Arbeitszeitbedarf pro Kuh und Tag mit zunehmender Bestandesgrösse aufgrund der relativen Abnahme der Rüstzeiten am Gesamtarbeitszeitbedarf.

### 3.8. Jahreskosten

Ein betriebswirtschaftlicher Vergleich bei 40 und 80 Kühen zwischen verschiedenen Liegeflächen zeigt, dass sich diese vor allem bei den Kosten für den Separator bzw. die Matten und den Kosten für die Einstreu (Sand, Kompost, Stroh, Kalk) unterscheiden (Abbildung 6). Bei 40 Kühen fallen die höchsten Jahreskosten für Tiefboxen mit Feststoffen aus der Separierung von Gülle mit 149 Franken pro Grossviehplatz (GVP) an, gerechnet ohne Arbeitskosten. Die Kosten für Tiefboxen mit Kompost liegen mit 65 Franken pro GVP unter der Hälfte im Vergleich zu den Feststoffen und sind deutlich tiefer als bei Tiefboxen mit Stroh-Mist-Matratze mit 97 Franken, mit Kalk-Stroh-Matratze mit 104 Franken pro GVP und mit Sand mit 123 Franken.

Sand weist bei einem Verbrauch von 10 kg/Tier\*Tag und einem Preis von 56 Fr./m<sup>3</sup> sehr hohe Materialkosten auf. Der Vorteil von Kompost ist der tiefe Materialpreis von weniger als 25 Franken pro Kubikmeter ab Kompostwerk. Der Unterschied bei den Jahreskosten zwischen Kompost und Stroh-Mist-Matratze wird noch grösser, wenn beim Kompost der aktuelle Preis von 18 Franken pro Kubikmeter, der zwischen Landwirten verrechnet wird, und beim Stroh nicht der mittlere Preis der letzten drei Jahre, sondern der mittlere Preis bis Juni 2008 von 25.50 Franken pro 100 kg beziehungsweise 33 Franken pro Kubikmeter

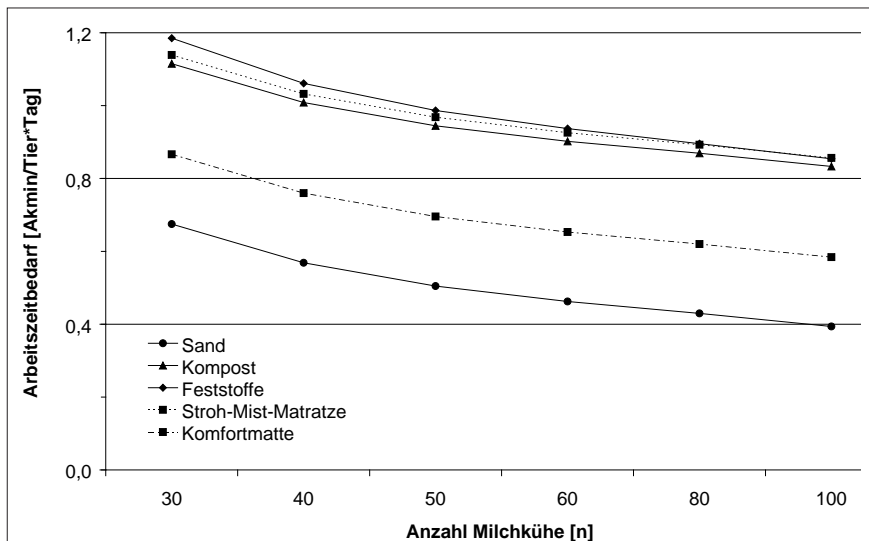


Abbildung 5: Arbeitszeitbedarf für die Liegeboxenpflege inklusive Nachstreuen und Gülleseparierung der untersuchten Einstreumaterialien Kompost und Feststoffe aus der Separierung von Gülle im Vergleich zur Stroh-Mist-Matratze und zu Komfortmatten bei verschiedenen Herdengrößen

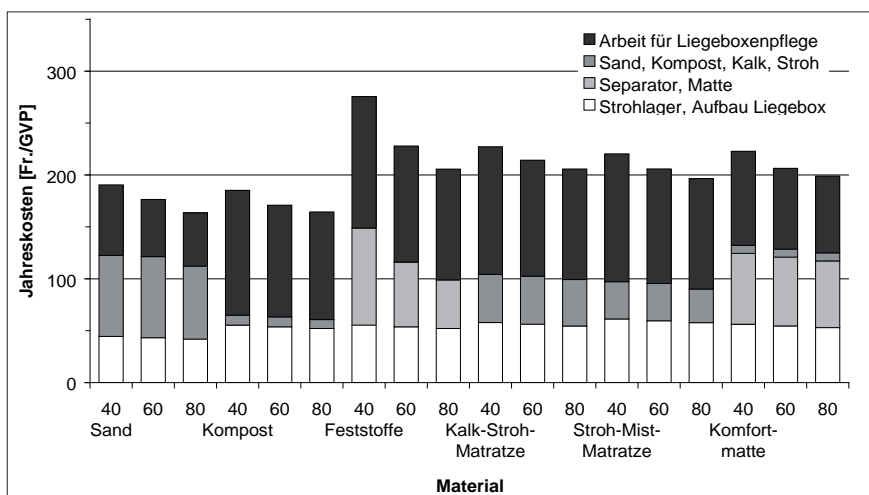


Abbildung 6: Vergleich der Jahreskosten für Liegeboxen der untersuchten Einstreumaterialien im Vergleich zur Stroh-Mist-Matratze und zur Komfortmatte bei 40 bis 80 Plätzen (GVP).

angenommen wird. Die Nachteile von Feststoffen sind die hohen Investitionen für den Separator (Pressschnecke) von 42 000 Franken. Eine solche Investition lohnt sich im Vergleich zur Stroh-Mist-Matratze nur für grössere Betriebe ab 80 Plätzen oder bei überbetrieblicher Nutzung. Eine weitere Möglichkeit zur Kostenreduktion sind alternative, sehr preiswerte Separatorvarianten wie beispielsweise ein Bogensieb für 15.000 Franken (inklusive Beschickung und Entwässerung). Je nach Kalk-Stroh-Wasser-Gemisch wird im Vergleich zur Stroh-Mist-Matratze mehr oder weniger Stroh eingespart und mehr oder weniger Kalk benötigt. In der Schlussabrechnung liegen die Kosten für die Kalk-Stroh-Matratze im Bereich der Stroh-Mist-Matratze.

## 4. Schlussfolgerungen

Sand ist mit Blick auf Tiergerechtigkeit mit einer Stroh-Mist-Matratze vergleichbar, weist niedrige Arbeitszeiten für die Liegeboxenpflege, jedoch hohe Materialkosten auf. Zu beachten ist, dass Laufgänge, Querkänaile und die Güllegrube befahrbar sind, die Dicke des Sandbettes mindestens 30 cm misst und eine Körnung des Sandes von höchstens 1 mm gewählt wird. Kompost und Feststoffe aus der Separierung von Gülle als Einstreu sind mit Blick auf Tiergerechtigkeit, Hygiene und Arbeitszeit für die Liegeboxenpflege mit einer Stroh-Mist-Matratze vergleichbar. Die Anschaffung eines Separators lohnt sich jedoch nur für grössere Betriebe oder bei überbetrieblicher Nutzung. Kalk-Stroh-Matratzen sind mit Blick auf Tiergerechtigkeit und die Jahreskosten mit einer Stroh-Mist-Matratze vergleichbar.

Faktoren, die die Tiergerechtigkeit sowie die Keimgehalte von Liegeboxen und Einstreumaterialien positiv beeinflussen, sind eine ausreichende Einstreumenge, trockene, saubere und gepflegte Liegeflächen sowie geeignete Abmessungen der Liegeboxen. Wichtig bei allen drei Einstreumaterialien ist, dass sich die Landwirte bereits in der Planungsphase mit der Einstreu auseinandersetzen und einen Neubau gezielt darauf ausrichten.

## 5. Literatur

- BUCHWALDER T., 1999: Einfluss der Liegeplatzqualität auf das Verhalten und die Schäden bei Milchkühen im Boxenlaufstall. Schlussbericht, Tänikon.
- REITHMEIER P.; SCHAEREN W.; SCHÄLLIBAUM M.; FRIEDLI K., 2004: Bacterial load of several lying area surfaces in cubicle housing systems on dairy farms and its influence on milk quality. *Milchwissenschaften* 59, S. 20-24.
- SCHAUB J.; FRIEDLI K.; WECHSLER B., 1999: Weiche Liegematten für Milchvieh-Boxenlaufställe - Strohmattentzen und sechs Fabrikate von weichen Liegematten im Vergleich. *FAT-Berichte* Nr. 529, Tänikon.
- ZEHNER M.M., FARNSWORTH R.J., APPLEMAN R.D., LARNTZ K., SPRINGER J.A., 1986. Growth of Environmental Mastitis Pathogens in Various Bedding Materials. *Journal of Dairy Science* 69, S. 1932-1941.