

Andreas Deininger, Rüdiger Krause und Marco Tamm, Witzenhausen, Hans Sonnenberg, Braunschweig

## Mistmatratzen in eingestreuten Haltungssystemen

**Obwohl eingestreute Haltungssysteme bereits Gegenstand zahlreicher Untersuchungen waren, ist über die Tragfähigkeit der Einstreumatratze in Tiefstreusystemen wenig bekannt. Mit Hilfe einer eigens entwickelten Messtechnik wurde der Einfluss der Aufbereitung des Einstreumaterials und der Mistlagerdauer im Stall auf die Stabilität der Einstreumatratze untersucht. Matratzen aus gehäckseltem oder beim Bergvorgang mechanisch stark beanspruchtem Stroh hatten dabei eine geringere Tragfähigkeit als solche aus langem oder lang geschnittenem Stroh. Ferner nahm beim Anwachsen des Miststapels die Tragfähigkeit infolge der mikrobiellen Zersetzung der unteren Einstreuschichten ab.**

Eingestreute Stallsysteme für Rinder eignen sich gut für kostengünstige Baulösungen, insbesondere beim Umbau von Altgebäuden. In solchen Systemen ist Stroh ein essentielles Betriebsmittel, dessen Einsatz optimiert werden muss. Zu geringe Einstreumengen können jedoch zu stark verschmutzten Tieren und nicht mehr tragfähigen Mistmatratzen führen. Einstreumatratzen erweisen sich nur dann als genügend tragfähig, wenn die Tiere auf der Matratze laufen können, ohne dass die Einstreu unter der belasteten Klaue von ihrem elastischen in einen auseinanderfließenden Zustand übergeht und es dadurch zu einem Einbrechen oder starkem Einsinken in die Stroh-Mistmatratze kommt.

### Messmethodik

Da zur Messung der Tragfähigkeit von Stroh-Mistmatratzen bislang keinerlei Messmethoden zur Verfügung standen, wurde eine geeignete Messtechnik entwickelt, deren Aufbau in *Bild 1* dargestellt ist. Hierbei wird zur Nachahmung des Klauentritts eine an einen Frontlader an-

gebauten Prüfsonde in die Einstreumatratze gedrückt. Die zum Durchstoßen der Einstreumatratze erforderliche maximale Druckkraft wird mit Hilfe einer in die Prüfsonde integrierten Kraftmessdose gemessen. Mit der am unteren Ende der Sonde angeschraubten, kreisrunden Druckplatte, welche einen Durchmesser von 86 mm hatte, so dass deren Fläche der durchschnittlichen Fläche einer Kuhklaue von 58 cm<sup>2</sup> entsprach, konnte der Klauentritt mit ausreichender Genauigkeit simuliert werden.

### Messungen in einem Tiefrestall

In Zusammenarbeit mit dem Institut für Betriebstechnik der FAL Braunschweig-Völkenrode wurden mit Hilfe der oben vorgestellten Messtechnik Messungen zur Tragfähigkeit von Einstreumatratzen aus unterschiedlich aufbereitetem Stroh unternommen. Die Untersuchungen fanden dabei in einem Tiefrestall der FAL statt, in dem im Winterhalbjahr 1996/97 Jungrinder aufgestellt waren. Der als Zweiraumtieflaufstall konzipierte Stall war in drei gleich große Abteilungen mit einer eingestreuten Liegefläche von jeweils 40 m<sup>2</sup> unterteilt. In jeder dieser Abteilungen wurde eine Gruppe von dreizehn Färsen, alle etwa ein Jahr alt, gehalten. Die Rinder hatten dabei ein Aufstallungsgewicht von etwa 300 kg. Die Einstreu für alle drei Abteile wurde von einer homogenen Charge Winterweizenstroh gewonnen, jedoch wurde in jedem Abteil unterschiedlich gelagertes oder aufbereitetes Stroh verwendet. Im ersten Abteil kam Langstroh zum Einsatz, geborgen mit einer Rundballenpresse ohne Schneidwerk. Für die Verwendung im zweiten Abteil wurde dieses Stroh mit einem Rundballenhäcksler der Fa. BISO sehr stark zerkleinert. Im dritten Abteil wurde Stroh aus großformatigen Rechteckballen eingestreut, welche von einer Quaderballenpresse erzeugt

worden waren. Die Presse war mit einem Schneidwerk ausgestattet, die theoretische Schnittlänge betrug 4,5 cm. Dreimal pro Woche wurde das Stroh von Hand in die Abteile eingebracht, wobei die eingestreute Strohmenge von der Verschmutzung der Liegefläche sowie von dem nach einem standardisierten Verfahren ermittelten Verschmutzungsgrad der Tiere bestimmt wurde. Im Mittel wurden zwischen 3,0 und 3,5 kg/GV·Tag benötigt, um die Tiere weitestgehend sauber zu halten. In jedem Abteil wurde an jeweils acht Messpunkten die Matratzenstabilität bestimmt. Um die Entwicklung der Matratzenstabilität über die gesamte Haltungsperiode verfolgen zu können, wurden an drei verschiedenen Terminen Messungen durchgeführt.

### Ergebnisse

Beim Eindringen des Messgeräts in die Strohmatratze findet zunächst eine elastische Deformation der obersten Einstreuschicht statt. Während diese oberste Schicht deformiert und komprimiert wird, steigen die benötigten Kräfte stetig an und erreichen ihr Maximum unmittelbar vor dem Durchstoßen der obersten Streuschicht. In den darunterliegenden, bereits teilweise zersetzten Schichten bietet sich dem Druckstempel dann nur wenig Widerstand.

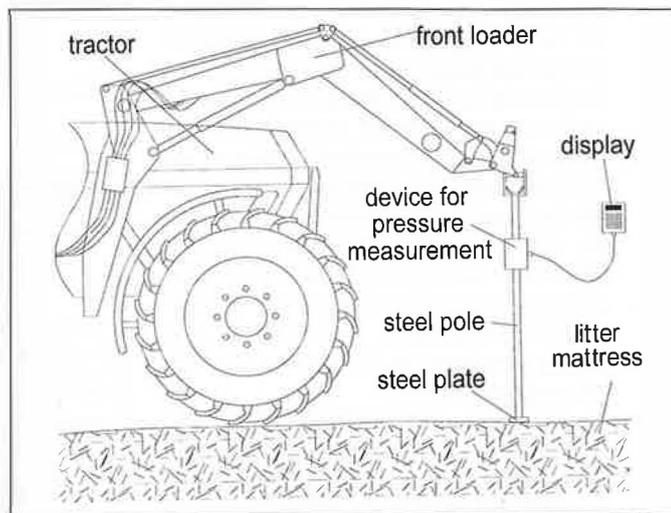
Neben der Sauberhaltung ist es eine wichtige Aufgabe des stets neu aufgebrauchten Einstreumaterials, die Kühe vor dem Einbrechen durch die Oberfläche zu bewahren. Um zuverlässig das Durchbrechen zu verhindern, sollte die Matratze in

*Dr. sc. agr. Andreas Deininger ist wissenschaftlicher Mitarbeiter, Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Krause Leiter und Dipl.-Ing. Marco Tamm war wissenschaftliche Hilfskraft am Fachgebiet Agrartechnik der Universität Gesamthochschule Kassel, Nordbahnhofstraße 1a, 37213 Witzenhausen, e-mail:deining@wiz.uni-kassel.de.*

*Dipl.-Ing. Dipl.-Ing. Hans Sonnenberg ist Mitarbeiter am Institut für Betriebstechnik der FAL, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig-Völkenrode.*

*Bild 1: Gerät zur Messung des Eindringwiderstands in Strohmatratzen*

*Fig. 1: Device for measuring penetration resistance into straw mattresses*



Tab. 1: Wasseraufnahmevermögen von unterschiedlich gelagertem und aufbereitetem Winterweizenstroh (Werte:  $\mu \pm \sigma$ ; a, b: signifikante Mittelwertunterschiede,  $\alpha < 5\%$ )

Lagerform und Aufbereitung der Einstreu	Wasseraufnahmevermögen [kg H <sub>2</sub> O pro kg Einstreu]	abzentrifugierte Wassermenge [kg]	Prozentsatz an gebundenem Wasser [%]
Rundballen, Langstroh	3,69 <sup>a</sup> ± 0,12	1,81 <sup>ab</sup> ± 0,09	51,1 ± 1,9
Rundballen, Häckselstroh	3,48 <sup>a</sup> ± 0,17	1,73 <sup>a</sup> ± 0,27	50,4 ± 2,0
Recheckballen, geschnitten	4,15 <sup>b</sup> ± 0,12	1,95 <sup>b</sup> ± 0,11	53,1 ± 1,2

Milchviehställen Drücken von bis zu 0,6 MPa widerstehen können. Diesen theoretischen Wert erhält man, wenn man von einem Tiergewicht von 650 kg, einem Gewichtsverhältnis von Vorder- zu Hinterviertel von 55:45 sowie einer kurzzeitigen Verdopplung des auf der Klaue lastenden Gewichts infolge dynamischer Bewegungsvorgänge ausgeht. Abgesehen von zwei Einzelmessungen, die als Ausnahmen zu werten sind, war dieser Grenzwert bei allen unseren Messungen stets überschritten.

Bild 2 zeigt die Ergebnisse der Kraftmessungen beim Eindringen in Einstreumatratzen. Wie in der rechten Balkengruppe zu sehen ist, bestanden signifikante Unterschiede zwischen der Festigkeit von Matratzen, bei denen jeweils unterschiedlich gelagertes und aufbereitetes Stroh verwendet wurde. Während die Matratzen aus Langstroh die stabilsten waren, wurden nur relativ geringe Kräfte benötigt, um die Matratzen aus geschnittenem Stroh von Großpacken zu durchstoßen. Beide Varianten unterschieden sich zusätzlich signifikant von den Matratzen aus Rundballen-Häckselstroh, welche eine mittlere Festigkeit aufwiesen.

Offensichtlich nimmt die Tragfähigkeit der Matratze mit zurückgehender Partikellänge des verwendeten Strohs ab, da die einzelnen Halme zunehmend schlechter miteinander zu einer stabilen Matratze verwoben und verflochten werden können. Daneben haben die Struktur und Aufbereitung der Halme ebenfalls großen Einfluss auf die Matratzenstabilität. In unserem Fall wurde das geschnittene Stroh durch die hohen Drücke in der Presskammer der Großpackenpresse intensiv aufbereitet. Es ist sehr wahrscheinlich, dass diese Aufbereitung - und nicht nur die reduzierte Partikellänge des geschnittenen Strohs - den Rotteprozess in allen Schichten des Stroh-Mist-Haufens im Abteil beschleunigte und auf diese Art und Weise die Tragfähigkeit zusätzlich vermindert wurde.

Wie in der linken Balkengruppe zu erkennen ist, war auch der zeitliche Abstand des Messdatums zum Beginn der Haltungsperiode von Einfluss auf die

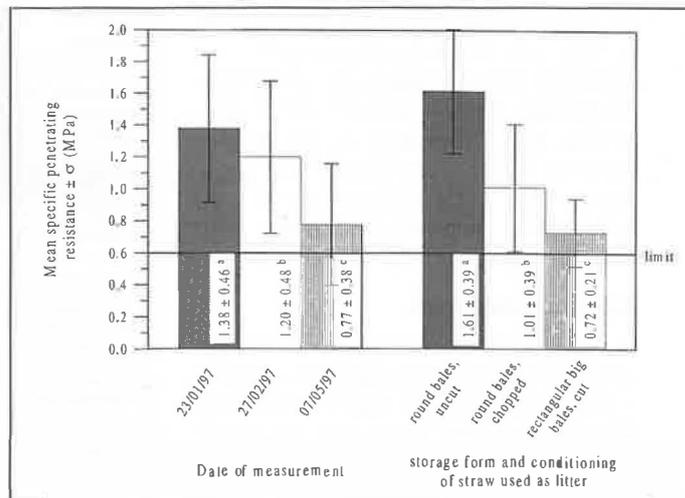
Festigkeit trotz regelmäßiger Einstreu im Zeitverlauf von Messdatum zu Messdatum signifikant ab. Diese Tatsache kann über die Kompostierungs- und Verrottungsvorgänge im Tiefstreustapel erklärt werden, die zu einer verringerten Tragfähigkeit speziell der tieferen Einstreuschichten führen. Diese Prozesse laufen um so intensiver ab, je höher der Tiefstreustapel ist, und je länger das Stroh-Mist-Gemisch in den unteren Schichten diesen Abbauprozessen ausgesetzt war.

#### Wasseraufnahmefähigkeit der Einstreumaterialien

Zusätzlich zu den Tragfähigkeitsmessungen wurde das Wasseraufnahmevermögen der in den drei Abteilen eingesetzten Einstreumaterialien mit der in [1] und [2] beschriebenen Methode ermittelt. Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse der entsprechenden Einweich- und Zentrifugiervorgänge. Zwischen der Wasserbindefähigkeit von Langstroh und Häckselstroh - das Ausgangsmaterial war jeweils in Rundballen gelagert - konnten keine signifikanten Unterschiede gefunden werden. Jedoch gab es signifikante Unterschiede zwischen dem strukturmäßig nahezu unzerstörten Stroh aus den Rundballen und dem hochgradig gequetschten Stroh von Rechteckballen. Offenbar wird durch die beim Pressen von Rechteckballen auftretenden hohen Pressdrücke die Stengelstruktur des Strohs teilweise zerstört, Wasser kann dann einfacher in den inneren Teil des Stengels eindringen. Der sich beim Pressen ergebende Aufbereitungseffekt hat dabei stärkere Auswirkungen auf die Wasserbindefähigkeit als das Schneiden oder Häckseln des Strohs.

Bild 2: Eindringwiderstand beim Durchstoßen von Einstreumatratzen (a, b, c: signifikante Mittelwertunterschiede,  $\alpha < 5\%$ )

Fig. 2: Penetration resistance into litter mattresses



#### Schlussfolgerungen

In vielen Literaturquellen wird das Häckseln von Stroh als eine gute Methode empfohlen, um den Einstreubedarf in Viehställen zu reduzieren. Unsere Versuche können diese Meinung nicht bestätigen, da gemäß unseren Ergebnissen das Häckseln die Wasseraufnahmefähigkeit von Stroh nicht erhöht, zugleich jedoch die Tragfähigkeit der entstehenden Einstreumatratze stark erniedrigt.

Bezüglich der Tragfähigkeit von Stroh-Mistmatratzen wird offensichtlich, dass neben der Halmlänge auch die Struktur und Aufbereitung der Halme großen Einfluss auf die Matratzenstabilität hat. Dies lässt vermuten, dass weitere Faktoren, wie etwa der von den neuzeitlichen Bergetechniken sowie von modernen, aggressiven Dreschorganen ausgeübte Aufbereitungseffekt starken Einfluss auf die Eigenschaften von Stroh als Einstreumaterial nehmen.

#### Literatur

- [1] Lehmann, B; R. Krause, und C Schellert: Untersuchungen zur Effizienz des Stroheinsatzes in der Tierhaltung. In: • Bau und Technik in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung. Beiträge zur 2. Internationalen Tagung vom 14. und 15. März 1995 in Potsdam, Institut für Agrartechnik Bornim e.V. (Hrsg.), Potsdam - Bornim 1995, S. 381 - 388
- [2] Tamm, M., R. Krause und B. Lehmann: Untersuchungen zur Eignung unterschiedlich aufbereiteter Einstreumaterialien für die Tierhaltung. In: • Beiträge zur 4. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, 3. und 4. März 1997 an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, S. 473 - 479

#### Schlüsselwörter

Eingestreute Haltungssysteme, Stroh-Festmistmatratzen

#### Keywords

Littered animal housing systems, straw-solid manure mattresses