

# **Untersuchungen zur Effizienz des Stroheinsatzes in der Tierhaltung**

**Bernd Lehmann, Rüdiger Krause und Christian Schellert**

## **Einleitung**

Bei der Entwicklung moderner Haltungssysteme für Rinder und Schweine in den letzten 20 Jahren erwies sich die Verwendung von Stroheinstreu aus arbeitswirtschaftlichen Gründen als außerordentlich nachteilig (u. a. Haidn, 1992). So stellen einstreulose Systeme heute überwiegend die Standardlösungen dar. Dennoch kann Stroheinstreu in der Tierhaltung Funktionen wahrnehmen, die nur unbefriedigend oder mit beträchtlichem Aufwand auf baulich-technischem Wege zu substituieren sind. Im Einzelnen sind zu nennen die Fähigkeit, Feuchtigkeit aufzunehmen, als „Matratze“ einen warmen und elastischen Untergrund zu bilden und als Beschäftigungssubstrat (Sättigung durch Rohfaser) zu dienen (Lehmann, Popp, Schürzinger, 1992).

## **Problemstellung**

Angesichts stark gestiegener Investitionskosten für die Tierhaltung und aus Gründen des Tier- und Umweltschutzes allgemein findet in der letzten Zeit eine Rückbesinnung auf einfache, eingestreute Stallsysteme für Rinder und Schweine statt. Dies wird ermöglicht durch allmähliche Verbesserungen in der Mechanisierung der Stroh-Einstreu-Festmist Kette. Abgesehen von sogenannten Minimalstreusystemen wie z. B. der eingestreuten Liegeboxe für Milchkühe wird Stroh in Tiefstreu- bzw. Tretmistsystemen dadurch zum essentiellen Betriebsmittel, dessen Bereitstellung in ausreichenden Mengen sichergestellt sein muß ebenso wie die Weiterverwertung. Die vorhandenen Planungsdaten geben dem Landwirt wegen ihrer z. T. sehr großen Spannweite jedoch kaum mehr als eine grobe Orientierungshilfe (Hlell, 1992).

Hinzu kommt, daß v. a. bei Altgebäudenutzung die eingestreuten Haltungssysteme wenig standardisiert sind in ihrer Ausführung und der Strohbedarf selbst von vielen Faktoren beeinflusst wird (Minonzio, Gloor, Huber-Hanke, 1993). Die Abb. 1 gibt eine Übersicht zu möglichen Einflußfaktoren, erhebt jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

---

<sup>1</sup> **Anschrift der Autoren:** Dr. Bernd Lehmann, Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Krause, Dipl.-Ing. agr. Christian Schellert, Fachgebiet Agrartechnik des FB 11 der Universität GhKassel, Nordbahnhofstraße 1a, 37213 Witzenhausen

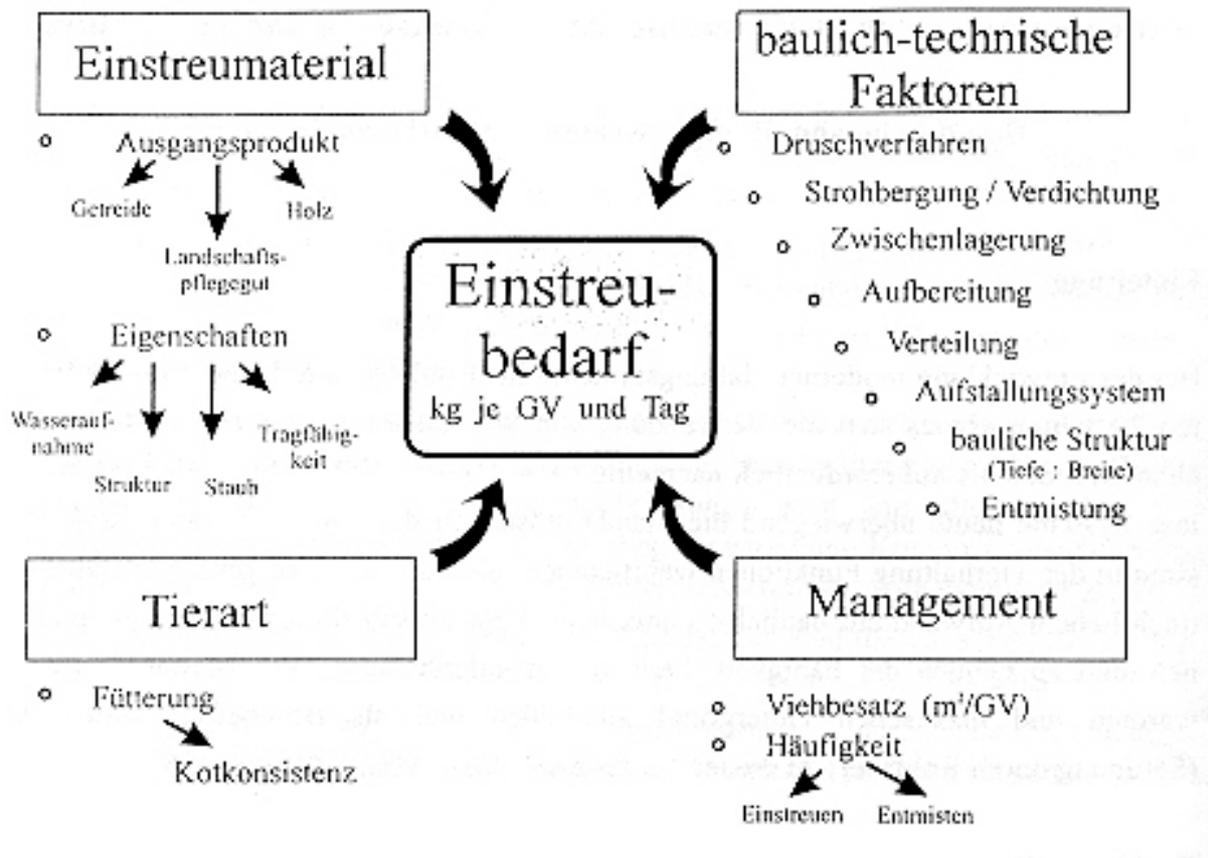


Abb. 1: Übersicht zu möglichen Einflußfaktoren auf den Strohhedarf in eingestreuten Haltungssystemen

### Zielsetzung

Das Ziel der eigenen Untersuchungen ist es daher, die Unsicherheit in den vorhandenen Planungsdaten zu verringern und die Bedeutung einzelner Einflußfaktoren auf den Einstreubedarf zu analysieren. Im ersten Schritt werden dabei folgende Teilziele berücksichtigt:

1. Erarbeitung einer standardisierten Methode für die Untersuchung der technologischen Eigenschaften und der Einstreueignung,
2. Beurteilung und Einordnung unterschiedlicher Materialien im Vergleich zu Stroheinstreu,
3. Analyse von baulich-technischen Einflußfaktoren auf die Einstreueignung und
4. Ableitung von Empfehlungen zur Verbesserung der Effizienz des Stroheinsatzes in der Tierhaltung.

## Material und Methode

Für eine Beurteilung der Einstreueigenschaften ist das Feuchtigkeitsaufnahmevermögen von besonderer Bedeutung (KÖNIG, 1911, HEIDENREICH und v. FRIESEN, 1950 und BARTUSSEK, 1988). Die durchgeführten Untersuchungen konzentrieren sich daher zunächst auf dieses Merkmal. Weiterführend ist vorgesehen, den Aspekt der Tragfähigkeit von Einstreumatratzen in die Betrachtungen einzubeziehen.

Der gewählte Versuchsaufbau für die Bestimmung der Wasseraufnahme und -abgabe von Einstreumaterialien ist in Abb. 2 schematisch dargestellt. Den Abweichungen zu den methodischen Vorgehensweisen von HEIDENREICH und v. FRIESEN (1950) bzw. MATTHIAS (1992) liegen folgende Überlegungen zugrunde:

1. Eignung für ein großes Spektrum an möglichen Einstreumaterialien,
2. Vermeiden von Einlagerungs- und Randeffekten wie sie z. B. bei Preßtöpfen auftreten können,
3. variable Belastung für das Abtrennen von aufgenommenem Wasser und
4. geringer Zeitaufwand für die Versuchsdurchführung.

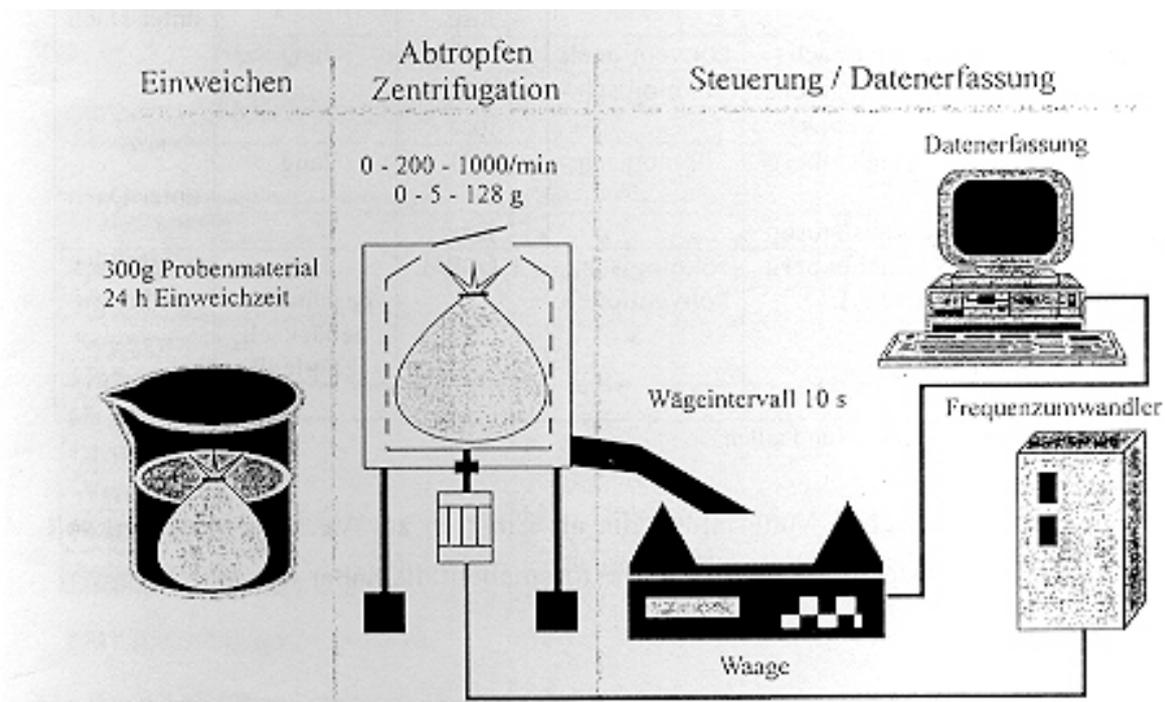


Abb. 2: Versuchsaufbau für die Untersuchung des Wasseraufnahme- und -abgabeverhaltens von Einstreumaterialien

Die Behandlung der Einzelproben erfolgte in standardisierter Weise:

1. Einweichen (300 g lagertrockenes Material, 24 h),
2. Entnahme aus dem Einweichbehälter (15 s Abtropfen),

3. Einlegen in Zentrifuge (Behandlung in 3 Stufen: 0, 200, 1000/min = 0, 5, 128 g, nach Erreichen des Schwellenwertes von 5 g ausgetretenem Wasser je 10 s Wägeintervall erfolgt der Übergang zur nächsten Behandlungsstufe) und
4. Rückwiegen der zentrifugierten Probe.

Als Ergebnis wird die gesamte (nach der 2. Abtropfphase ermittelte) aufgenommene Wassermenge je kg Probenmaterial angegeben (kg H<sub>2</sub>O/kg). Der Verlauf der Wasserabgabe (Zeitdauer und Menge je Behandlungsstufe) wird für die Interpretation von Materialunterschieden hinsichtlich der Wasserbindung herangezogen. Die bisher untersuchten Einstreuvarianten konzentrieren sich im wesentlichen auf verschiedene Strohartarten und sind in der Tab. 1 aufgeführt.

Tab. 1: Versuchsmaterial für die Untersuchung der Wasseraufnahme und -abgabe (Erntejahr 1994)

Material	Sammelstelle	Anbau	Verdichtung	Aufbereitung	Lagerung
<b>Dinkelstroh</b>	Eichenberg	ökologisch	HD	lang	unter Dach
<b>Erbsenstroh</b>	Eichenberg	ökologisch	HD	lang	unter Dach
<b>Haferspreu</b>	Eichenberg	ökologisch	lose		unter Dach
<b>Haferstroh</b>	Gertenbach	konventionell	HD	lang	unter Dach
<b>Heu</b>	Eichenberg	ökologisch	RB	lang	unter Dach
<b>Laub</b>	Witzenhausen		lose		im Freien
<b>Roggenstroh</b>	Eichenberg	ökologisch	HD	lang	unter Dach
<b>Sägespäne</b>	Hundelshausen		-	-	im Freien
<b>WWeizenstroh</b>	Braunschweig	konventionell	HD	lang geschnitten gehäckselt gespleißt	unter Dach im Freien
<b>WWeizenstroh</b>	Witzenhausen	ökologisch	RB	lang	unter Dach
<b>Zeitungspapier</b>	Witzenhausen	-	lose	keine	trocken

HD= Hochdruckballen, RB= Rundballen

Neben den unterschiedlichen Materialien, die als Einstreu zur Verfügung stehen, soll die Gruppe der baulich-technischen Einflußfaktoren ebenfalls näher betrachtet werden.

## Ergebnisse

Insgesamt wurden bislang 90 Einzelproben untersucht. Je Variante wurden 5 Wiederholungen durchgeführt. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse zum Einfluß des Materials auf die Wasseraufnahme gibt Tab. 2 an.

Als Faustgröße kann man der Tab. 2 entnehmen, daß im Durchschnitt 3,6 kg Wasser je kg Einstreumaterial aufgenommen werden können. Diese Zahl deckt sich in etwa mit den Ergebnissen von HEIDENREICH und v. FRIESEN (1950). Zwischen den verschiedenen Materialien konnten signifikante Unterschiede ermittelt werden. Der Vergleich der Mittelwerte erfolgte mit dem LSD-Test (Least Significant Difference). Die  $\zeta$  in Tab. 3 verdeutlichen die Signifikanzen auf dem 5 %-Niveau.

Material	n	Mittelwert	Standardabw.	Minimum	Maximum
Haferspreu	5	2,38	0,14	2,22	2,56
Sägespäne	5	2,73	0,20	2,58	3,07
Laub	5	2,93	0,34	2,44	3,36
Roggenstroh	5	3,28	0,12	3,15	3,46
Haferstroh	5	3,47	0,10	3,38	3,62
Heu	5	3,65	0,20	3,44	3,96
Dinkelstroh	5	3,72	0,13	3,57	3,88
WWeizenstroh	45	3,75	0,55	2,77	4,97
Erbsenstroh	5	4,14	0,82	3,63	5,59
Zeitungspapier	5	4,83	0,26	4,51	5,25
<b>Gesamt</b>	<b>90</b>	<b>3,61</b>	<b>0,68</b>	<b>2,22</b>	<b>5,59</b>

Tab. 2: Wasseraufnahme unterschiedlicher Einstreumaterialien (Angabe in kg H<sub>2</sub>O/kg)

Material	Mittelwerte										
		2,38	2,73	2,93	3,28	3,47	3,65	3,72	3,75	4,14	4,83
Haferspreu	2,38				ζ	ζ	ζ	ζ	ζ	ζ	ζ
Sägespäne	2,73					ζ	ζ	ζ	ζ	ζ	ζ
Laub	2,93						ζ	ζ	ζ	ζ	ζ
Roggenstroh	3,28								ζ	ζ	ζ
Haferstroh	3,47									ζ	ζ
Heu	3,65										ζ
Dinkelstroh	3,72										ζ
Wweizenstroh	3,75										ζ
Erbsenstroh	4,14										ζ
Zeitungspapier	4,83										ζ

LSD-Test, 5 % Signifikanzniveau

Tab. 3: Signifikante Unterschiede (ζ) zwischen verschiedenen Einstreumaterialien (Angaben in kg H<sub>2</sub>O/kg, LSD-Test, 5 % - Niveau)

Als Fazit kann festgehalten werden, daß Haferspreu, Sägespäne und Laub signifikant unterdurchschnittlich Feuchtigkeit aufnehmen und die Unterschiede zwischen den übrigen Stroharten nur noch für die Randbereiche (Roggenstroh - WWeizenstroh, Erbsenstroh und Haferstroh - Erbsenstroh) signifikant sind. Eine außerordentlich gute Feuchtigkeitsaufnahme kann mit Zeitungspapier erreicht werden.

Die große Zahl an möglichen Einflußfaktoren auf den Strohbedarf (Abb. 1) läßt sich nur durch ebenso umfangreiche Versuchsreihen näher analysieren. An dem vorliegenden Datenmaterial konnten die Auswirkungen des Verdichtungsverfahrens, der Art der Zwischenlagerung und des Zerkleinerungsgrades bzw. der Aufbereitung auf die Wasseraufnahme von Winterweizenstroh varianzanalytisch ausgewertet werden. Das Ergebnis ist in Tab. 4 dargestellt.

Tab. 4: Einfluß von Verdichtungsverfahren, Zwischenlagerung und Zerkleinerungsgrad auf die Wasseraufnahme von Winterweizenstroh (Angaben in kg H<sub>2</sub>O/kg LSD-Test, a, b = Sign. auf dem 5 %-Niveau)

<b>Verdichtungsverfahren</b>		<b>Zwischenlagerung</b>		
HD-Ballen	Rundballen	unter Dach	im Freien	
3,69 a	3,99 b	3,79 a	3,48 b	

<b>Zerkleinerung / Aufbereitung</b>				
lang	geschnitten	gehäckselt	gespleißt	gespleißt (20 mm)
3,53 a	3,81 ab	3,72 ab	4,28 b	4,32 b

Alle drei Einflußfaktoren erwiesen sich als hochsignifikant. Verwundern mag dabei das Ergebnis, daß das Rundballenstroh eine höhere Wasseraufnahme zeigte als das HD-Ballen-Stroh mit einer i. d. R. stärkeren Zerkleinerung, was eigentlich tendenziell einen positiven Einfluß hat, auch wenn sich lediglich die beiden Spleißhäckselvarianten vom Langstroh signifikant unterscheiden. Eine Erklärung könnte darin liegen, daß die Beschreibung der Zerkleinerungswirkung und die daraus resultierende Struktur des Einstreumaterials bisher nur sehr unbefriedigend möglich ist bzw. in den vorliegenden Versuchen nicht vorgenommen wurde. Dennoch bleibt festzuhalten, daß bloßes Häckseln oder Schneiden noch keineswegs den Effekt einer deutlichen Verbesserung der Wasseraufnahme bedeutet, wie dies in Beratungsunterlagen häufig angegeben wird (BARTUSSEK, 1988 und HLELL, 1992). Beim Vergleich mit älteren Ergebnissen

(HEIDENREICH und v. FRIESEN, 1950) muß berücksichtigt werden, daß moderne Mähdruschsysteme bereits eine starke Aufbereitungswirkung auf das Stroh ausüben und somit u. U. zusätzliche Effekte durch ein Häckseln oder Schneiden nicht erreicht werden können.

Aus der Analyse des Wasserabgabeverhaltens von Sägespänen und Spleißhäcksel im Vergleich zu Winterweizenstroh als Referenzmaterial soll versucht werden, Unterschiede hinsichtlich der Wasserbindung zu erklären (Abb. 3).

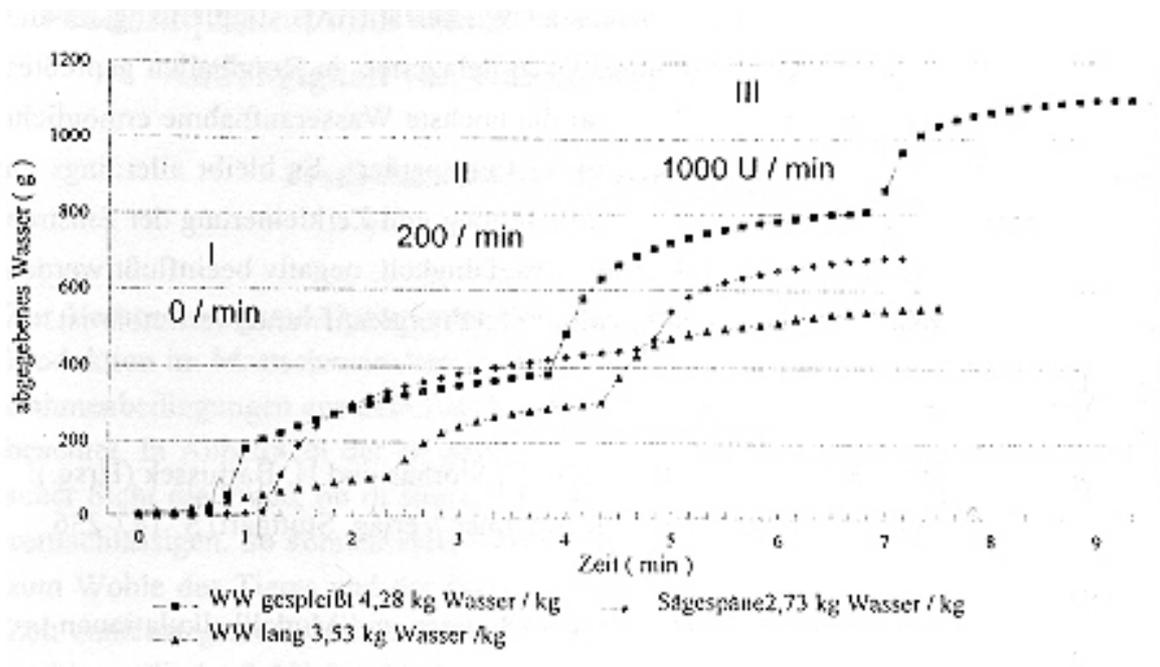


Abb. 3: Wasserabgabeverhalten von Sägespänen und Winterweizenstroh (WW lang und WW gespleißt)

Gemäß den Kurvenverläufen in Abb. 3 geben Sägespäne das aufgenommene Wasser (2,73 kg H<sub>2</sub>O/kg) bereits bei geringer Belastung wieder sehr gut ab - offensichtlich wurden nur geringe Mengen in das Holz aufgesaugt. Spleißhäcksel (4,28 kg H<sub>2</sub>O/kg) hingegen zeigt über den gesamten Belastungsbereich ein besseres Wasserhaltevermögen als das Referenzmaterial (3,53 kg H<sub>2</sub>O/kg).

Grundsätzlich sind drei Arten der Wasseraufnahme von Einstreu denkbar:

1. Oberflächenbenetzung (→ Zerkleinerung),
2. Auffüllen von Hohlräumen (kapillare Bindung) (→ Struktur) und
3. Aufsaugen in das Material (→ Oberflächenaufbereitung).

Welcher Wasseraufnahmemechanismus für die unterschiedlichen Einstreusituationen von besonderer Bedeutung ist, muß in weiteren Versuchen noch erarbeitet werden.

### **Zusammenfassung und Schlußfolgerungen**

Die Effizienz des Stroheinsatzes in der Tierhaltung wird wesentlich von der erforderlichen Einstreumenge beeinflusst. Als Parameter für die Einstreueignung kann dabei das Wasseraufnahme- und -abgabeverhalten dienen, wofür eine standardisierte Untersuchungsmethode entwickelt wurde. Die üblichen Einstreumaterialien (Stroh) nehmen dabei das 3,6-fache ihres eigenen Gewichtes an Wasser auf. Als Empfehlung für die Praxis kann festgehalten werden, daß unter Dach gelagertes, in Rundballen gepreßtes und anschließend spleißgehäckseltes Material die höchste Wasseraufnahme ermöglicht (allerdings noch immer deutlich weniger als Zeitungspapier). Es bleibt allerdings zu bedenken, inwieweit durch eine intensive Aufbereitung und Zerkleinerung der Einstreu weitere wichtige Eigenschaften, wie z. B. die Tragfähigkeit, negativ beeinflusst werden und welcher Aufwand ökonomisch und ökologisch (Energieaufwand) vertretbar ist.

### **Literatur**

- BARTUSSEK, H. (1988): Haltung. In: Haiger, A., R. Storhas und H. Bartussek (Hrsg.): Naturgemäße Viehwirtschaft. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, S. 147-236
- Haidn, B. (1992): Arbeitswirtschaftliche Untersuchungen und Modellkalkulationen in der Zuchtsauenhaltung. Diss. Weihenstephan, Inst. f. Landtechnik
- HEIDENREICH, H. und G.-D. v. FRIESEN (1950): Langstroh, Häcksel, zerrissenes Stroh und Torf als Einstreu. Landtechnik 5, Teil I, S. 784-789, Teil II, S. 815-820
- HLELL (Hessisches Landesamt für Ernährung, Landwirtschaft und Landentwicklung) (Hrsg.) (1992): Datenmaterial für die Betriebsplanung - ökologischer Landbau - Tierhaltung. IfB 143/92
- KÖNIG, J. (1911): Die Untersuchung landwirtschaftlich und gewerblich wichtiger Stoffe. Paul Parey, Berlin

LEHMANN, B., L. POPP und H. SCHÜRZINGER (1992): Verfahren der Tierhaltung mit Einstreu - Anforderungen der Nutztiere an das Haltungssystem. KTBL-Arbeitspapier 182, S. 9-18

MATTHIAS, J. (1992): Mechanische Aufbereitung als Mittel zur Verbesserung der Kompostierbarkeit pflanzlicher Reststoffe. Diss. Göttingen, Inst. für Agrartechnik

MINONZIO, G., P. GLOOR und R. HUBER-HANKE (1992): Der Tretmiststall. FAT-Schrift 35