

Pferdebetrieb

PROFI-MAGAZIN

ZEIT UND RESSOURCEN SPAREN

Arbeitswirtschaftlicher und nachhaltiger Stallbau

E-MASCHINEN – Für eine elektrische Zukunft

**GESUNDES GRÜNLAND IN
ZEITEN DES KLIMAWANDELS**

**SONDER-
HEFT**



**DER NACHHALTIGE,
ZUKUNFTSORIENTIERTE
PFERDEBETRIEB**



privat

Liebe Leserinnen und Leser,

das Thema Nachhaltigkeit rückt auch auf Pferdebetrieben immer mehr in den Fokus. Wer nachhaltig und zukunftsorientiert wirtschaften will, sollte jetzt einen Blick nach vorne werfen und manche Dinge „neu anpacken“. Unser **Sonderheft „Der nachhaltige, zukunftsorientierte Pferdebetrieb“** soll Sie dabei mit Expertenwissen und innovativen Produktideen unterstützen.

Lesen Sie zum Beispiel ab Seite 16 alles Wissenswerte über hygienische und nachhaltige Einstreu. Auch in puncto Zeit- und Ressourcenersparnis kann mit einem durchdachten, arbeitswirtschaftlichen Stallbau einiges bewegt werden, mehr dazu finden Sie ab Seite 30.

Wie Sie auch Ihr Grünland in Zeiten des Klimawandels fit für die Zukunft machen, erfahren Sie ab Seite 26. Tipps für die technische Unterstützung erhalten Sie ab Seite 44 – natürlich rein elektrisch.

Viel Spaß beim Lesen wünscht

Ramona Braun

Echt stark!

Pferdeprogramm



PATURA Offenstallkonzept

- Artgerechte Gruppen- / Einzelhaltung
- Optimales Stallklima
- Rationelle Fütterung und Entmistung

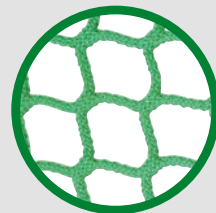
Futtersparnetze

3,60 x 3,60 m, 4,50 x 4,50 m

Maschenweite
10 x 10 cm

Maschenweite
6 x 6 cm

Maschenweite
4,5 x 4,5 cm



Ring für Futtersparnetze

Verkauf über den Fachhandel

PATURA KG • 63925 Laudenschbach
Tel. 0 93 72 / 94 74 0 • www.patura.com

IMPRESSUM

**FORUM ZEITSCHRIFTEN UND
SPEZIALMEDIEN GMBH**

Mandichostraße 18
86504 Merching
info@pferde-betrieb.de
www.pferde-betrieb.de
Tel. 0 82 33/381-0
Fax 082 33/381-212

GESCHÄFTSFÜHRUNG:
Rosina Jennissen

CHEFREDAKTEURIN:
Jana Pschibul (in Elternzeit)

STELLV. CHEFREDAKTEURIN:
Ramona Braun, DW -269
ramona.braun@forum-zeitschriften.de

ANZEIGENLEITUNG:
Melanie Hahn, DW -524
melanie.hahn@forum-zeitschriften.de

ANZEIGEN:
Burkhard Müller
Tel. 0 54 36/9 68 98 00
burkhard.mueller@forum-zeitschriften.de

ANZEIGENVERWALTUNG:
Monique Ulbrich, DW -515
monique.ulbrich@forum-zeitschriften.de

LESERSERVICE:
DW -333, service@forum-zeitschriften.de
Erscheinungsweise: zehnmal jährlich
Jahresbezugspreis für 10 Ausgaben:
Print: 82,56 Euro (inkl. Versand und MwSt.)
Studentenabo Print: 34,58 Euro (inkl. Versand und MwSt.)
ePaper: 69,21 Euro (inkl. MwSt.)
Kombi-Abo Print + ePaper: 113,68 Euro
(inkl. Versand und MwSt.)
Verkauf nur im Abonnement.

Anzeigenpreisliste Nr. 1/2023

LAYOUT:
Engel & Wachs, Augsburg

DRUCK:
Silber Druck oHG, Lohfelden

© Copyright **Pferdebetrieb** 2023 by
FORUM Zeitschriften und Spezialmedien GMBH



WISSEN, WAS ZÄHLT
Geprüfte Nutzungszahlen
Klare Basis für den Werbemarkt

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Nennung der Quelle gestattet.
Vom Leser verfasste Beiträge können aus redaktionellen Gründen geändert
oder gekürzt werden. Namentlich gekennzeichnete Beiträge müssen nicht mit
der Meinung der Redaktion übereinstimmen. Für unverlangt eingesandte
Manuskripte oder sonstiges Material übernimmt der Verlag keine Haftung.

Gemäß Verordnung zur Durchführung des Gesetzes über
die Presse vom 7.2.1950 in Verbindung mit § 8 des Bayer. Pressegesetzes
wird mitgeteilt: Gesellschafter der FORUM Zeitschriften und
Spezialmedien GmbH ist: Ronald Herkert, Kissing.



6

Fütterung: Studie „Heubedampfung“



26

Grünland: Gesundes Grünland in Zeiten
des Klimawandels



52

Stallbau: Unterstände – Abgeschirmt von
Wind und Wetter

SONDERHEFT
**DER
 NACHHALTIGE,
 ZUKUNFTS-
 ORIENTIERTE
 PFERDEBETRIEB**

- 3 Editorial
- 4 Inhalt

Fütterung

- 6 Studie „Heubedampfung“ – Möglichkeit zur Verbesserung der hygienischen Qualität von Raufutter und Einstreu
- 12 Futteralternativen – Wenn Heu Mangelware wird

Einstreu

- 16 Gut gebettet – Hygienische und nachhaltige Einstreu
- 21 Advertorial: Veolia – Vorteile von Holzpellets statt Stroh
- 50 Advertorial: Keralit – „Strahlfäule“ Tipps zur Vermeidung, Vorbeugung und Behandlung

Grünland

- 26 Gesundes Grünland in Zeiten des Klimawandels
- 29 Advertorial: Burdorf – Einfache Kompostierung von Pferdemist

Stallbau

- 22 Advertorial: BELMONDO® Gummibeläge – der richtige Boden für Ihr Pferd
- 24 Advertorial: Ecora – Schluss mit Schlamm
- 30 Zeit und Ressourcen sparen – Arbeitswirtschaftlicher und nachhaltiger Stallbau
- 34 Advertorial: HIT-Aktivstall – 100 Prozent Gruppenhaltung und Reitböden innovativ bewässern
- 36 Advertorial: Sonntag Stallbau – Ihr Partner für den individuellen und modernen Stallbau
- 38 Advertorial: Rossmayer Reitanlagen – Tiergerechte und wirtschaftliche Pferdehaltung
- 40 Hütesicherheit – Der sichere Weidezaun
- 52 Unterstände – Abgeschirmt von Wind und Wetter

Technik

- 44 E-Maschinen – Für eine elektrische Zukunft
- 46 Advertorial: Rampelmann & Spliethoff – Nachhaltige Weidepflege mit dem Kombimulcher
- 48 Advdertorial: KNEGT Quality Tractors – 20 Jahre Innovation im Pferdesport

Titelfoto: 18042011/stock.adobe.com

Nur das Beste für dein Pferd!

Echte Bierhefe! Echt gute Wirkung!

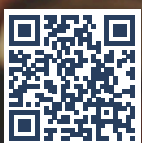
Leiber Bierhefeprodukte – eine sichere und wertvolle Nahrungsergänzung:

- | fördern die Verdauung
- | verbessern Fellglanz, Fellwechsel und Hufqualität
- | unterstützen Körperkonstitution, Fitness und Vitalität

Du möchtest mehr über Herstellung, Hefeunterschiede, Wirkung und Praxis-einsatz wissen? leiber-pferd.de

Leiber GmbH | Franz-Leiber-Straße 1 | 49565 Bramsche
info@leibergmbh.de | leibergmbh.de

 **Leiber**
 Excellence in Yeast



Echte
 Bierhefe

Seit 1954



Möglichkeit zur Verbesserung der hygienischen Qualität von Raufutter und Einstreu

Schimmeliges und staubiges Heu ist in der Pferdefütterung ein durchaus häufig auftretendes Phänomen. Dies kann bei Pferden zu unterschiedlichen Krankheitsbildern wie zum Beispiel Equines Asthma oder Koliken führen.

Die Wirksamkeit der Bedampfung von Heu zur Reduzierung von Staub, Mikroorganismen, Schimmelpilzen oder Hefen ist hinreichend bekannt.

Bisher wurden allerdings nur Bedampfer für Kleinballen in der Praxis genutzt.

Doch wenn in großen Pferdebeständen bedampftes Raufutter oder Stroh als Einstreu sinnvoll eingesetzt werden soll, bietet sich nur die entsprechende Behandlung von Großballen an. In einer Forschungsarbeit an der Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen wurde dieses Thema aufgegriffen und untersucht.

Viel­fach zeigen Pferde Atemwegserkrankungen, wie zum Beispiel Husten oder auch Leistungseinbrüche, bei denen keine direkte körperliche Ursache zu finden ist. Die Belastung des Raufutters oder der Einstreu mit Keimen und Staub sind dabei oft die Auslöser. Hygienisch auffälliges Heu kann zudem Fehlgärungsprozesse im Verdauungstrakt auslösen, zu Koliken oder Hufrehe führen und bei Zuchtstuten Aborte auslösen. Seit vielen Jahren suchen Experten nach Lösungen, die Qualität des Raufutters und der Einstreu zu verbessern.

Immer dringlicher wird dies auch im Hinblick auf den Klimawandel, der direkten Einfluss auf Raufuttermenge und -qualität hat. Extreme Trockenzeiten wechseln sich mit langanhaltenden und teilweise sehr intensiven Regenperioden ab. Gute Raufutterqualitäten in ausreichender Menge für die Pferde

bereitzustellen bereitet vielen Stallbetreibern großes Kopfzerbrechen und führt dazu, dass teilweise auch hygienisch nicht einwandfreie Raufutterqualitäten eingesetzt werden. Besonders feuchte Ernte- und Lagerbedingungen können zu einer vermehrten Bildung von verderb-anzeigenden Bakterien, Schimmelpilzen und Hefen führen. Daher wird es in Zukunft für Betriebsleiter immer wichtiger, sich um die einwandfreie Hygiene des Raufutters für den gesamten Bestand zu kümmern, anstatt nur einzelne symptomatisch auffällige Tiere zu behandeln. Die Idee der Bedampfung von Großballen Heu und Stroh im Druck-Container greift dieses Problem auf. Um die Praktikabilität und Wirkung des neuentwickelten Bedampfungssystems zu untersuchen, wurde eine Forschungsarbeit im Studiengang Pferdewirtschaft an der Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen initiiert. →

Bisherige Verfahren zur Optimierung der Raufutterqualität

Bakterien, Schimmelpilze, Hefen und auch Staub sind wesentliche Kontaminanten im Raufutter und Stroh. Verschiedene Behandlungsverfahren in der Praxis versuchen diese zu reduzieren.

Wässern von Heu kann bei korrekter Anwendung bewirken, dass viele der lungengängigen Staubpartikel gebunden werden. Dafür reicht allerdings das Wässern mit einer Gießkanne bei Weitem nicht aus. Das Heu muss in einen Behälter mit frischem Wasser eingetaucht werden und dort für etwa zehn Minuten ruhen. Dies kann zu einer Bindung des Staubs an das Heu oder zu einer Auswaschung des Staubs und teilweise auch der Mikroorganismen führen. Allerdings werden auch etwa 50 % der Mineralstoffe und der wasserlöslichen Kohlenhydrate ausgespült und sollten durch ein entsprechendes Mineralfutter ergänzt werden. Der Nachteil ist der deutlich erhöhte Arbeitsaufwand sowie die Durchführung für meist nur einzelne Pferde. (Vervuert, 2018, Pferdespiegel p. 108,109)

Füttern von Heulage – durch den hohen Wassergehalt in diesem Raufutter (ca. 30 bis 40 %) kann der Staub gut gebunden werden und damit in vielen Fällen bei Atemwegserkrankungen den klinischen Status verbessern. Allerdings sind Heulagen zum Beispiel durch fehlerhaften Luftabschluss (Löcher in der Außenfolie) und durch mögliche Nacherwärmung nach dem Öffnen sehr anfällig für bakteriellen Verderb und besonders im Sommer nur begrenzt offen lagerfähig, sodass sie innerhalb kurzer Zeit verfüttert werden müssen. (Vervuert, 2018, Pferdespiegel p. 110)

Bedampfen von Heu

Heubedampfung im Einzelpartions-Bedampfer

Einzelpartions-Heubedampfer sind inzwischen in einigen Pferde-ställen zu finden. Die Wirksamkeit der Hygienisierung des Heus ist durch mehrere Studien wissenschaftlich belegt. Allerdings wird die Nutzung der Bedampfung des Raufutters in der Praxis oft auf Hochleistungspferde oder erkrankte Pferde beschränkt. Dies liegt an der begrenzten Kapazität der Einzelpartions-Heubedampfer sowie der benötigten Arbeitszeit für das Portionieren des Heus und Befüllen des Bedampfers.

Heubedampfung im selbstgebauten Heu-Bedampfer

Die Temperaturen erreichen zumeist nur 40 bis 70 °C. Somit ist eine ausreichende keimabtötende Wirkung nicht zu erzielen. Zudem reicht der erzeugte Druck vielfach nicht aus, um den heißen Wasserdampf durch das Produkt zu befördern. Die gewünschte Hygienisierung und Staubbinding sind somit nicht gewährleistet.



Probenahme mit dem neu entwickelten Probenzieher, Fa. Gebhardt Anlagentechnik GmbH & Co. KG



Bedampfungscontainer der Fa. Gebhardt Anlagentechnik GmbH & Co. KG in unterschiedlichen Größen mit Messtechnik auf dem LuV Jungborn der HfWU

Heubedampfung im Großballenbedampfer

Der im Versuch eingesetzte Großballenbedampfer der Fa. Gebhardt Anlagentechnik GmbH & Co. KG verfolgt ein vergleichbares Prinzip wie der Einzelpartionsbedampfer. Die Temperatur wird allerdings auf über 100 °C erhöht bei einem Druck von 3,5 bar (absolut). Somit sind ein deutlicher Hygienisierungseffekt und Staubbinding zu erwarten. Der Arbeitsaufwand pro Heuportion sinkt deutlich im Vergleich zum Einzelpartions-Bedampfer durch das einmalige Befüllen des Containers mit einem Rund- oder Quadergroßballen Heu oder Stroh (200 bis 400 kg Material pro Bedampfungsvorgang).

Aktuelle Forschung

Da es zur Bedampfung von Raufutter schon einige Untersuchungen im Hinblick auf Nährstoff- und Qualitätsänderungen des Heus gibt, wird im Forschungsansatz vermehrt auf die Praxistauglichkeit des Großballenbedampfers eingegangen. Insgesamt wurden für die Untersuchung 14 Heu-, Heulage- und Strohgroßballen bedampft und analysiert. Die Proben des unbedampften sowie des ein- und zweistündig bedampften Raufutters und Einstreu wurden in der Laboruntersuchung bei der Lufa Speyer auf hygienische Beschaffenheit sowie Nährstoffgehalt untersucht. Darüber hinaus wurde der Staubgehalt in den Proben ermittelt. Außerdem wurde ein Akzeptanztest bei den Versuchspferden durchgeführt.

Erste Ergebnisse

Staub

Oft ist Staubanfälligkeit von Pferden der Grund für die Bedampfung beziehungsweise zur Wässerung von Raufutter oder zum Einsatz von Heulage. Staub wird in verschiedene Kategorien eingeteilt, welche sich in ihrer Partikelgröße unterscheiden. Besonders schwerwiegend ist der Feinstaub, welcher bis in die Lungenbläschen der Pferde und Menschen gelangen kann und gesundheitliche Beeinträchtigungen verursachen kann. Aber auch größere Staubpartikel im Pferdestall können Gesundheitsprobleme verursachen. Zusätzlich können sich Mikroorganismen wie Bakterien und Pilzsporen an die Staubpartikel binden und so erheblichen Schaden im Organismus verursachen. Die Proben der bedampften Heu- und Strohballen in diesem Versuch zeigen eine klare Tendenz, dass der Anteil der Staubpartikel der verschiedenen Größen durch die Bedampfung deutlich reduziert wird.

Auswertungen eines Heu-Rundballens in Bezug auf die Staubbildung:

	Heu unbedampft	Heu 2 Stunden bedampft
Staubkörner PM1.0; (in µg/m³ Luft)	107	5
Staubkörner PM2.5; (in µg/m³ Luft)	429	8
Staubkörner PM10.0; (in µg/m³ Luft)	1180	11

Auswertungen eines Stroh-Quaderballens in Bezug auf die Staubbildung:

	Stroh unbedampft	Stroh 2 Stunden bedampft
Staubkörner PM1.0; (in µg/m³ Luft)	35	3
Staubkörner PM2.5; (in µg/m³ Luft)	89	10
Staubkörner PM10.0; (in µg/m³ Luft)	226	17

Mikrobiologische Qualität

Wie in den nachfolgenden Abbildungen zu sehen ist, verbessert sich auch die hygienische Beschaffenheit in Hinblick der mikrobiologischen Belastung bei allen bedampften Raufutter- und Einstreuproben deutlich. Erstmals wurden auch Heulage und Stroh in Form von Quader- und Rundballen bedampft. Trotz anfänglicher Zweifel, ob die Struktur des gepressten Materials einen Einfluss auf die Homogenität der Bedampfung nehmen könnte, sind die Laborergebnisse der Lufa Speyer aussagekräftig.

Die hygienische Qualitätseinstufung erfolgte nach der Beurteilung der mikrobiologisch-hygienischen Beschaffenheit von Futtermitteln entsprechend den Vorgaben der Lufa (mikrobiologische Qualitätseinstufung: 1: normal; 2: geringgradig herabgesetzt; 3: herabgesetzt; 4: verdorben)

Lagerstabilität von bedampftem Material

Die hygienische Stabilität des bedampften Materials wurde im

Rahmen der Versuche ebenfalls geprüft. Hierzu wurden nach drei, sechs und neun Tagen die bedampften Materialien beprobt und untersucht. Alle mikrobiologischen Parameter der untersuchten Proben waren nach drei, sechs und neun Tagen zur Fütterung vollständig geeignet (Mikrobiologie teilweise unter der Nachweisgrenze). Alle Proben waren nach der Bedampfung und anschließenden Lagerung aus hygienischer Sicht als Futtermaterial voll einsatzfähig. Vermutlich ist durch die vergleichsweise hohe Hygienisierungstemperatur des Druckdampfs die mikrobiologische Lagerstabilität der bedampften Materialien über einen längeren Zeitraum gewährleistet.

Nährstoffe

Bei den untersuchten Proben waren keine deutlichen Nährstoffverluste in Hinblick auf Mineralstoffverluste zu erkennen und auch die Verluste im Bereich der wasserlöslichen Kohlenhydrate waren eher gering. Weitere Nährstoffuntersuchungen stehen allerdings noch aus.

Auswertungen von Heu, Stroh und Heulage in Bezug auf Hygiene nach den Lufa-Qualitätsstufen 1-4 (LUFa NRW):

Beschreibung	aerobe, mesophile Bakterien			Schimmel- und Schwärzepilze		Hefen	
	Enterobakt.	Bacillus spp	Streptomyce.	Schwärzep.	Aspergillen	Mucoraceen	
Heu Rundballen unbedampft	1	1	4	1	4	4	1
Heu Rundballen 3 h bedampft	1	1	1	1	1	1	1
Heu Quaderballen unbedampft	2	1	1	2	1	1	4
Heu Quaderballen 2 h bedampft	1	1	1	1	1	1	2
Stroh Rundballen unbedampft	2	1	1	1	1	1	1
Stroh Rundballen 2 h bedampft	1	1	1	1	1	1	1
Heulageballen unbedampft	2	1	1	3	1	1	4
Heulageballen 2,5 h bedampft	1	1	1	1	1	1	1

Ergebnisse Lagertest Heu – 9 Tage nach Bedampfung

		Heu-Quaderballenballen 1,2 m ca. 300 kg				
		unbedampft	unbedampft	bedampft	bedampft	
		Einheit				
Aerobe, mesophile Bakterien	Pseudomonaden, Enterobakterien, Gelbkeime, sonstige Bakterien	[KBE/g]	3,52*10 ⁶	4,1*10 ⁶	n.n. <5*10 ³	n.n. <5*10 ³
	Bacillus spp., Staphylokokken/Mikrokokken	[KBE/g]	3,68*10 ⁶	1,84*10 ⁶	n.n. <5*10 ³	n.n. <5*10 ³
	Streptomyceten	[KBE/g]	n.n. <5*10 ³	n.n. <5*10 ³	n.n. <5*10 ³	n.n. <5*10 ³
Schimmel- und Schwärzepilze	Schwarzpilze, Acremonium spp., Verticillium spp., Fusarien, Aureobasidium spp., sonstige Pilze	[KBE/g]	n.n. <0,5*10 ³	5,56*10 ³	n.n. <00,5*10 ³	n.n. <00,5*10 ³
	Aspergillen, Penicillien, Scopulariopsis spp., Wallemia spp., sonstige Pilze	[KBE/g]	9,8*10 ³	25,9*10 ³	0,7*10 ³	1*10 ³
	Mucoraceen	[KBE/g]	n.n. <0,5*10 ³	n.n. <00,5*10 ³	n.n. <00,5*10 ³	n.n. <00,5*10 ³
Hefen	Hefen	[KBE/g]	480*10 ³	402*10 ³	n.n. <00,5*10 ³	n.n. <00,5*10 ³

n.n. nicht nachweisbar, unterhalb der Nachweisgrenze; dunkelgrüne Farbe: unauffällige Werte; hellgrüne Farbe: erhöhte Werte

Auswertungen eines Stroh-Quaderballens in Bezug auf Hygiene nach den Lufa-Qualitätsstufen 1-4 (LUFA NRW):

		Stroh unbedampft	Stroh 1 Stunde bedampft	Stroh 2 Stunden bedampft
Aerobe, mesophile Bakterien	Pseudomonaden, Enterobakterien, Gelbkeime, sonstige Bakterien	2	1	1
	Bacillus spp., Staphylokokken/Mikrokokken	1	1	1
	Streptomyceten	1	1	1
Schimmel- und Schwärzepilze	Schwarzpilze, Acremonium spp., Verticillium spp., Fusarien, Aureobasidium spp., sonstige Pilze	1	1	1
	Aspergillen, Penicillien, Scopulariopsis spp., Wallemia spp., sonstige Pilze	4	1	1
	Mucoraceen	1	1	1
Hefen	Hefen	1	1	1

Auswertungen eines Heulage-Rundballens in Bezug auf Hygiene nach den Lufa-Qualitätsstufen 1-4 (LUFA NRW):

		Heuzulage unbedampft	Heuzulage 2 Stunden bedampft
Aerobe, mesophile Bakterien	Pseudomonaden, Enterobakterien, Gelbkeime, sonstige Bakterien	2	1
	Bacillus spp., Staphylokokken/Mikrokokken	1	1
	Streptomyceten	1	1
Schimmel- und Schwärzepilze	Schwarzpilze, Acremonium spp., Verticillium spp., Fusarien, Aureobasidium spp., sonstige Pilze	3	1
	Aspergillen, Penicillien, Scopulariopsis spp., Wallemia spp., sonstige Pilze	1	1
	Mucoraceen	1	1
Hefen	Hefen	4	1

Fazit

Die Ergebnisse aus den Untersuchungen zeigen deutlich, dass eine Bedampfung von Raufutter und auch Stroh (als Einstreu und Raufutter) eine signifikante Reduktion der Staubpartikel ermöglicht und die mikrobiologische Futterhygiene deutlich verbessert. Voraussetzung ist eine Temperatur im Produkt von über 100 Grad Celsius und ein entsprechender Druck von 3,5 bar (absolut) zur Durchdringung des zu bedampfenden Großballen mit Wasserdampf bei einer Bedampfungszeit von ein bis drei Stunden. Denn nur so kann eine gute Hygienisierung mit den genannten Eigenschaften erfolgen. Unter diesen Bedingungen ist das bedampfte Material lagerfähig und länger als eine Woche hygienisiert. Die Futterakzeptanz war in der Versuchsfütterung unauffällig, die Pferde haben das bedampfte Raufutter gut aufgenommen. 🐾

LENA ROSENBAUM (HOCHSCHULE FÜR WIRTSCHAFT UND UMWELT NÜRTINGEN-GEISLINGEN),

JENS VON ERDEN (GEBHARDT ANLAGENTECHNIK GMBH & CO. KG),

PROF. DR. DIRK WINTER (HOCHSCHULE FÜR WIRTSCHAFT UND UMWELT NÜRTINGEN-GEISLINGEN) ///



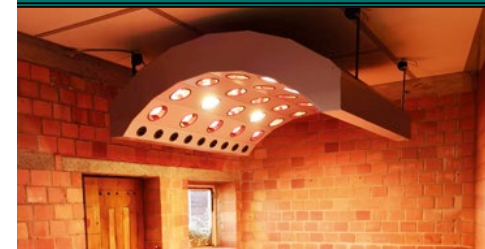
Kraftpaket

TeMax ELEKTROTRANSPORTER



Perfekter Boden

REITBAHNPLANER TYP 5 PREMIUM



Mehr Leistung+Gesundheit

SOLARIUM DE LUXE



Hochwertiger Helfer

FUTTERWAGEN AUS EDELSTAHL



Grammgenau füttern

AKKU-GROSSBALLENWAGEN WAAGE



Edelstahl + beheizbar

DECKENTROCKNER



Tel. +49 2593/95 20 95-0
www.kneilmann-geraetebau.de



English version of the report

Sonderheft

www.pferde-betrieb.de

ISSN 1437-3866

Pferdebetrieb

PROFI-MAGAZIN

**SONDER-
HEFT**

ZEIT UND RESSOURCEN SPAREN

Arbeitswirtschaftlicher und nachhaltiger Stallbau

E-MASCHINEN – Für eine elektrische Zukunft

**GESUNDES GRÜNLAND IN
ZEITEN DES KLIMAWANDELS**



**DER NACHHALTIGE,
ZUKUNFTSORIENTIERTE
PFERDEBETRIEB**

Possibility to improve the hygienic quality of roughage and bedding

Mouldy and dusty hay is a very common phenomenon in horse feeding. This can lead to various illnesses of horses, such as equine asthma or colic. The effectiveness of steaming hay to reduce dust, microorganisms, moulds or yeasts is well known. So far, however, only steamers for small bales have been used in practice. However, if vaporised roughage or straw is intended to be used for many horses, only the appropriate treatment of large bales is an efficient option. This topic was addressed and analysed in a research project at the Nürtingen-Geislingen University of Applied Sciences.

Horses often suffer from respiratory diseases, such as coughing or a drop in performance, for which no direct physical cause can be found. The contamination of hay germs and dust are often the triggers. Hygienically abnormal hay can also trigger malfermentation processes in the digestive tract, lead to colic or laminitis and can cause abortions in breeding mares. For many years, experts have been looking for solutions to improve the hygienic quality of hay.

This is also becoming increasingly urgent in view of climate change, which has a direct impact on the quantity and quality of roughage. Extreme dry periods alternate with long-lasting and sometimes very intense periods of rain. Providing good quality roughage in sufficient quantities for the horses is a major headache for many stable operators and sometimes leads to the use of unhygienic roughage qualities. Particularly damp harvesting and storage conditions can lead to an increased formation of spoilage-indicating bacteria, moulds and yeasts. In future, it will therefore become increasingly important for farm managers to ensure the perfect hygiene of the roughage for the entire herd instead of just treating individual symptomatic animals. The idea of steaming large bales of hay and straw in pressurised containers addresses this problem. In order to investigate the practicability and effectiveness of the newly developed steaming system, a research project was initiated in the Equine Management degree programme at the Nürtingen-Geislingen University of Applied Sciences.

Previous methods for optimising roughage quality

Bacteria, moulds, yeasts and also dust are significant contaminants in roughage and straw. Various treatment methods in practice attempt to reduce these.

When used correctly, watering hay can bind many of the respirable dust particles. However, watering with a watering can is by no means sufficient for this. The hay must be immersed in a container of fresh water and left there for about ten minutes. This can lead to the dust binding to the hay or to the dust and some of the microorganisms being washed out. However, around 50 % of the minerals and water-soluble carbohydrates are also rinsed out and should be supplemented with an appropriate mineral feed. The disadvantage is the significantly increased workload and the fact that it is usually only carried out for individual horses. (Vervuert, 2018, Pferdespiegel p. 108,109)

Feeding haylage – due to the high water content (approx. 30 to 40%) dust can be binded. Therefore in many cases with respiratory diseases the clinical status can improve. However, haylage is vulnerable to bacterial spoilage due to incorrect air seal (holes in the outer film) and also due to possible reheating after opening. Especially during summer it has to be fed within a short period of time (Vervuert, 2018, Pferdespiegel p. 110)

Steaming hay

Hay steaming in a single-portion steamer

Single-portion hay steamers can now be found in some horse stables. The effectiveness of the hygienisation of hay has been scientifically proven in several studies. However, in practice, the use of hay steaming is often restricted to high-performance horses or sick horses. The use of hay steaming is limited. This is due to the limited capacity of the single-portion hay steamers and the working time required for portioning the hay and filling the steamer.

Hay vaporisation in the self-built hay vaporiser

The temperatures usually only reach 40 to 70 °C. This means that a sufficient germ-killing effect cannot be achieved. In addition, the pressure generated is often not sufficient to transport the hot water vapour through the product. The desired hygienisation and dust binding are therefore not guaranteed.

Hay vapourisation in the big bale steamer

The large bale steamer from Gebhardt Anlagentechnik GmbH & Co. KG used in the trial follows a similar principle to the single portion steamer. However, the temperature is increased to over 100 °C at a pressure of 3.5 bar (absolute). This means that a significant hygienisation effect and dust binding can be expected. The labour input per hay portion is significantly reduced compared to the single portion steamer due to the one-time filling of the container with a round or square bale of hay or straw (200 to 400 kg of material per steaming process).

Current research

As there are already a number of studies on the steaming of roughage with regard to changes in nutrients and quality of the hay, the research approach is increasingly focussing on the practical suitability of the big bale steamer.

A total of 14 hay, haylage and straw big bales were steamed and analysed for the study. The samples of unsteamed roughage and bedding, as well as those steamed for one and two hours, were analysed in the laboratory at Lufa Speyer for their hygienic properties and nutrient content. In addition, the dust content in the samples was determined. An acceptance test was also carried out on the test horses.

Initial results

Dust

The susceptibility of horses to dust is often the reason for steaming or watering roughage or using haylage. Dust is divided into different categories, which differ in terms of particle size. Particularly serious is fine dust, which can reach the alveoli of horses' and humans' lungs and cause health problems. However, larger dust particles in horse stables can also cause health problems. In addition, microorganisms such as bacterial and fungal spores can bind to the dust particles and cause considerable damage to the organism.

The samples of the vaporised hay and straw bales in this trial show a clear tendency for the proportion of dust particles of different sizes to be significantly reduced by vaporisation.

Analyses of a square bale of straw with regard to dust formation:

	Straw unvaporised	Straw 2 hours steamed
Dust particles PM1.0; (in µg/m ³)	35	3
Dust particles PM2.5; (in µg/m ³)	89	10
Dust particles PM10.0; (in µg/m ³)	226	17

Analyses of a round hay bale with regard to dust formation:

	Hay unvaporised	Hay 2 hours steamed
Dust particles PM1.0; (in µg/m ³)	107	5
Dust particles PM2.5; (in µg/m ³)	429	8
Dust particles PM10.0; (in µg/m ³)	1180	11

Microbiological quality

As can be seen in the following illustrations, the hygienic quality in terms of microbiological contamination also improved significantly for all steamed roughage and bedding samples. For the first time, haylage and straw in the form of square and round bales were also vaporised. Despite initial doubts as to whether the structure of the pressed material could have an influence on the homogeneity of the vapor deposition, the laboratory results from Lufa Speyer are conclusive.

The hygienic quality classification was carried out according to the assessment of the microbiological-hygienic condition of feedstuffs in accordance with the Lufa specifications (microbiological quality classification: 1: normal; 2: slightly reduced; 3: reduced; 4: spoilt)

Storage stability of vaporised material

The hygienic stability of the vaporized material was also tested. For this purpose, the vaporized materials were sampled and examined after three, six and nine days each. All microbiological parameters of the samples examined were completely suitable for feeding after three, six and nine days (microbiology partially below the detection limit). After steaming and subsequent storage, all samples were fully usable as feed material from a hygienic point of view. Presumably, the comparatively high sanitation temperature of the pressurized steam ensures the microbiological storage stability of the vaporized materials over a longer period of time.

Nutrients

The samples analyzed did not show any significant nutrient losses in terms of mineral losses and the losses in the area of water-soluble carbohydrates were also rather low. However, further nutrient analyses are still pending.

Analyses of hay, straw and haylage with regard to hygiene according to Lufa quality levels 1-4 (LUFÄ NRW):

Description	Aerobic, mesophilic bacteria			Moulds and black fungi			Yeasts
	Enterobact.	Bacillus spp	streptomyces	Black fungi.	Aspergillus	Mucoraceae	
Unsteamed round hay bale	1	1	4	1	4	4	1
Round hay bale 3h vaporised	1	1	1	1	1	1	1
Unsteamed cubic hay bales	2	1	1	2	1	1	4
cubic hay bales 2h vaporised	1	1	1	1	1	1	2
Unsteamed round straw bale	2	1	1	1	1	1	1
Round straw bale 2h vaporised	1	1	1	1	1	1	1
haylage bale unbedampft	2	1	1	3	1	1	4
haylage bale 2,5h vaporised	1	1	1	1	1	1	1

Storage test - 9 days

			hay square bales 1.2 m approx. 300 kg			
			unvaporised	unvaporised	vaporised	vaporised
		Einheit				
Aerobic, mesophilic bacteria	seudomonads, enterobacteria, yellow germs, other bacteria	[CFU/g]	3,52*10 ⁶	4,1*10 ⁶	n.n. <5*10 ³	n.n. <5*10 ³
	Bacillus spp., staphylococci / micrococci	[CFU/g]	3,68*10 ⁶	1,84*10 ⁶	n.n. <5*10 ³	n.n. <5*10 ³
	Streptomyces	[CFU/g]	n.n. <5*10 ³	n.n. <5*10 ³	n.n. <5*10 ³	n.n. <5*10 ³
Moulds and black fungi	Black fungi, Acremonium spp., Verticillium spp., Fusarium, Aureobasidium spp., other fungi	[CFU/g]	n.n. <0,5*10 ³	5,56*10 ³	n.n. <0,05*10 ³	n.n. <0,05*10 ³
	Aspergilli, Penicilli, Scopulariopsis spp., Wallemia spp., other fungi	[CFU/g]	9,8*10 ³	25,9*10 ³	0,7*10 ³	1*10 ³
	Mucoraceae	[CFU/g]	n.n. <0,5*10 ³	n.n. <0,05*10 ³	n.n. <0,05*10 ³	n.n. <0,05*10 ³
Yeasts	Yeasts	[CFU/g]	480*10 ³	402*10 ³	n.n. <0,05*10 ³	n.n. <0,05*10 ³

n.n. not detectable, below the detection limit;

dark green colour: inconspicuous values; light green colour: increased values

Analyses of a straw square bale with regard to hygiene according to Lufa quality levels 1-4 (LUFA NRW):

		Straw unvaporised	Straw 1 h vaporised	Straw 2 h vaporised
Aerobic, mesophilic bacteria	Pseudomonads, enterobacteria, yellow germs, other bacteria	2	1	1
	Bacillus spp., staphylococci / micrococci	1	1	1
	Streptomyces	1	1	1
Mould and black fungi	Black fungi, Acremonium spp., Verticillium spp., Fusarium, Aureobasidium spp., other fungi	1	1	1
	Aspergilli, Penicilli, Scopulariopsis spp., Wallemia spp., other fungi	4	1	1
	Mucoraceae	1	1	1
Yeasts	Yeasts	1	1	1

Analyses of a round bale of haylage with regard to hygiene according to Lufa quality levels 1-4 (LUFA NRW):

		Haylage unvaporised	Haylage 2 h vaporised
Aerobic, mesophilic bacteria	Pseudomonads, enterobacteria, yellow germs, other bacteria	2	1
	Bacillus spp., staphylococci / micrococci	1	1
	Streptomyces	1	1
Mould and black fungi	Black fungi, Acremonium spp., Verticillium spp., Fusarium, Aureobasidium spp., other fungi	3	1
	Aspergilli, Penicilli, Scopulariopsis spp., Wallemia spp., other fungi	1	1
	Mucoraceae	1	1
Yeasts	Yeasts	4	1

Conclusion

The results of the investigations clearly show that steaming roughage and also straw (as bedding and roughage) enables a significant reduction in dust particles and significantly improves microbiological feed hygiene. The prerequisite is a temperature in the product of over 100 degrees Celsius and a corresponding steam pressure of 3.5 bar (absolute) to penetrate the large bale to be steamed with steam at a steaming time of 1 to 3 hours. This is the only way to achieve good hygienisation with the aforementioned properties. Under these conditions, the steamed material can be stored and hygienised for longer than a week. Feed acceptance was unremarkable in the feeding trials, the horses accepted the steamed roughage well.

LENA ROSENBAUM (NÜRTINGEN-GEISLINGEN UNIVERSITY OF ECONOMICS AND THE ENVIRONMENT),

JENS VON ERDEN (GEBHARDT ANLAGENTECHNIK GMBH & CO. KG),

PROF. DR. DIRK WINTER (NÜRTINGEN-GEISLINGEN UNIVERSITY OF ECONOMICS AND THE ENVIRONMENT) ///

copyright Magazine Pferdebetrieb special issue 1/23

Version française du rapport

Sonderheft

www.pferde-betrieb.de

ISSN 1437-3866

Pferdebetrieb

PROFI-MAGAZIN

**SONDER-
HEFT**

ZEIT UND RESSOURCEN SPAREN

Arbeitswirtschaftlicher und nachhaltiger Stallbau

E-MASCHINEN – Für eine elektrische Zukunft

**GESUNDES GRÜNLAND IN
ZEITEN DES KLIMAWANDELS**



**DER NACHHALTIGE,
ZUKUNFTSORIENTIERTE
PFERDEBETRIEB**

Possibilité d'améliorer la qualité hygiénique des fourrages grossiers et de la litière

Le foin moisi et poussiéreux est un phénomène très fréquent dans l'alimentation des chevaux. Cela peut entraîner différentes pathologies chez les chevaux, comme l'asthme équin ou les coliques. L'efficacité de la vaporisation du foin pour réduire la poussière, les micro-organismes, les moisissures ou les levures est bien connue. Cependant, jusqu'à présent, seuls les vaporisateurs pour petites balles ont été utilisés dans la pratique. Mais si l'on veut utiliser de manière judicieuse le fourrage grossier ou la paille vaporisée comme litière dans les grands troupeaux de chevaux, seul le traitement correspondant des grandes balles s'impose. Ce sujet a été abordé et étudié dans le cadre d'un travail de recherche mené à l'École supérieure d'économie et d'environnement de Nürtingen-Geislingen.

Les chevaux présentent souvent des maladies respiratoires, comme la toux ou des baisses de performance, sans cause physique directe. La contamination du fourrage grossier ou de la litière par des germes et de la poussière est souvent à l'origine de ces problèmes. Un foin à l'hygiène douteuse peut en outre déclencher des processus de mauvaise fermentation dans l'appareil digestif, entraîner des coliques ou des fourbures et provoquer des avortements chez les juments reproductrices. Depuis de nombreuses années, les experts cherchent des solutions pour améliorer la qualité du fourrage grossier et de la litière.

Cela devient de plus en plus urgent, notamment en raison du changement climatique qui a une influence directe sur la quantité et la qualité des fourrages grossiers. Les périodes de sécheresse extrêmes alternent avec des périodes de pluie prolongées et parfois très intenses. La mise à disposition de fourrages grossiers de bonne qualité et en quantité suffisante pour les chevaux est un véritable casse-tête pour de nombreux exploitants d'écuries et conduit parfois à l'utilisation de fourrages grossiers de qualité douteuse sur le plan de l'hygiène. Des conditions de récolte et de stockage particulièrement humides peuvent entraîner une augmentation de la formation de bactéries, de moisissures et de levures d'altération. C'est pourquoi, à l'avenir, il sera de plus en plus important pour les chefs d'exploitation de se préoccuper de l'hygiène irréprochable du fourrage grossier pour l'ensemble du troupeau, plutôt que de traiter uniquement certains animaux présentant des symptômes. L'idée de vaporiser de grandes balles de foin et de paille dans un conteneur pressurisé s'attaque à ce problème. Afin d'étudier la praticabilité et l'efficacité du système de vaporisation nouvellement développé, un travail de recherche a été initié dans le cadre de la filière équine de l'École supérieure d'économie et d'environnement de Nürtingen-Geislingen.

Méthodes utilisées jusqu'à présent pour optimiser la qualité des fourrages grossiers

Les bactéries, les moisissures, les levures et également la poussière sont des contaminants essentiels du fourrage grossier et de la paille. Différentes méthodes de traitement utilisées dans la pratique tentent de les réduire.

L'arrosage du foin, s'il est effectué correctement, permet de fixer une grande partie des particules de poussière respirables. Toutefois, l'arrosage à l'aide d'un arrosoir est loin d'être suffisant. Le foin doit être plongé dans un récipient d'eau fraîche et y reposer pendant environ dix minutes. Cela peut entraîner une fixation de la poussière sur le foin ou un lessivage de la poussière et, en partie, des micro-organismes. Cependant, environ 50 % des minéraux et des hydrates de carbone solubles dans l'eau sont également rincés et devraient être complétés par un aliment minéral approprié. L'inconvénient est la charge de travail nettement plus élevée ainsi que la réalisation pour des chevaux généralement isolés. (Vervuert, 2018, Pferdespiegel p. 108,109)

Alimentation à base de foin - la teneur élevée en eau de ce fourrage grossier (environ 30 à 40 %) permet de bien fixer la poussière et d'améliorer ainsi dans de nombreux cas le statut clinique en cas de maladies respiratoires. Cependant, les foins sont très sensibles à l'altération bactérienne, par exemple en raison d'une mauvaise fermeture de l'air (trous dans le film extérieur) et d'un éventuel réchauffement après l'ouverture, et ne peuvent être stockés ouverts que de manière limitée, surtout en été, de sorte qu'ils doivent être donnés à manger dans un court délai. (Vervuert, 2018, Pferdespiegel p. 110)

Vaporisation de foin

Foin vaporisé dans un vaporisateur à portions individuelles

Les faneuses à portion individuelle sont désormais présentes dans certaines écuries. L'efficacité de l'hygiénisation du foin a été scientifiquement prouvée par plusieurs études. Toutefois, dans la pratique, l'utilisation de la vaporisation du fourrage grossier est souvent réservée aux chevaux à haut rendement ou aux chevaux malades. L'hygiénisation des chevaux est limitée. Cela s'explique par la capacité limitée des foin-vapeur à dose unique ainsi que par le temps de travail nécessaire pour portionner le foin et remplir le vaporisateur.

Vaporisation du foin dans un vaporisateur à foin artisanal

La plupart du temps, les températures n'atteignent que 40 à 70 °C. Il est donc impossible d'obtenir un effet germicide suffisant. De plus, la pression générée n'est souvent pas suffisante pour transporter la vapeur d'eau chaude à travers le produit. L'hygiénisation souhaitée et la fixation de la poussière ne sont donc pas garanties.

Vaporisation du foin dans un vaporisateur à grosses balles

L'évaporateur à grosses balles de la société Gebhardt Anlagentechnik GmbH & Co. KG utilisé dans l'essai suit un principe comparable à celui de l'évaporateur à portions individuelles. La température est toutefois portée à plus de 100 °C avec une pression de 3,5 bars (absolue). On peut donc s'attendre à un net effet d'hygiénisation et de fixation de la poussière. La charge de travail par portion de foin diminue nettement par rapport à l'évaporateur à portions individuelles grâce au remplissage unique du conteneur avec une balle ronde ou rectangulaire de foin ou de paille (200 à 400 kg de matière par processus d'évaporation).

Recherche actuelle

Comme il existe déjà quelques études sur la vaporisation des fourrages grossiers en ce qui concerne les modifications des nutriments et de la qualité du foin, l'approche de la recherche se concentre davantage sur l'aptitude pratique de la vaporisation des grandes balles.

Au total, 14 grandes balles de foin, d'enrubannage et de paille ont été vaporisées et analysées pour l'étude. Les échantillons de fourrage grossier et de litière non vaporisés ainsi que vaporisés pendant une ou deux heures ont été analysés en laboratoire chez Lufa Speyer pour déterminer leur qualité hygiénique et leur teneur en nutriments. En outre, la teneur en poussière des échantillons a été déterminée. En outre, un test d'acceptation a été effectué sur les chevaux expérimentaux.

Premiers résultats

Poussière

La sensibilité des chevaux à la poussière est souvent à l'origine de la vaporisation ou de l'arrosage des fourrages grossiers ou de l'utilisation de foin. La poussière est classée en différentes catégories, qui se distinguent par la taille des particules. La poussière fine est particulièrement grave, car elle peut atteindre les alvéoles pulmonaires des chevaux et des hommes et provoquer des problèmes de santé. Mais des particules de poussière plus grosses dans l'écurie peuvent également causer des problèmes de santé. De plus, des micro-organismes tels que des bactéries et des spores de champignons peuvent se lier aux particules de poussière et provoquer ainsi des dommages considérables dans l'organisme.

Les échantillons de balles de foin et de paille vaporisées dans le cadre de cet essai montrent une tendance claire à la réduction significative de la proportion de particules de poussière de différentes tailles grâce à la vaporisation.

Évaluations d'une balle de paille parallélépipédique en termes de formation de poussière:

	Paille non vaporisée	Paille 2 heures vaporisé
Grains de poussière PM1.0; (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	35	3
Grains de poussière PM2.5; (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	89	10
Grains de poussière PM10.0; (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	226	17

Évaluations d'une balle ronde de foin en ce qui concerne la formation de poussière:

	Foin non vaporisé	Foin 2 heures vaporisé
Grains de poussière PM1.0; (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	107	5
Grains de poussière PM2.5; (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	429	8
Grains de poussière PM10.0; (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1180	11

Qualité microbiologique

Comme le montrent les illustrations suivantes, la qualité hygiénique de tous les échantillons de fourrage grossier et de litière traités à la vapeur s'est nettement améliorée en termes de charge microbiologique. Pour la première fois, le foin et la paille sous forme de balles parallélépipédiques et rondes ont également été vaporisés. Malgré des doutes initiaux sur le fait que la structure du matériau compressé puisse avoir une influence sur l'homogénéité de la vaporisation, les résultats de laboratoire de Lufa Speyer sont probants.

La classification de la qualité hygiénique a été effectuée après l'évaluation de la qualité microbiologique et hygiénique des aliments pour animaux conformément aux directives de la Lufa (classification de la qualité microbiologique: 1: normale ; 2: légèrement dégradée ; 3: dégradée ; 4: avariée).

Stabilité au stockage du matériau vaporisé

La stabilité hygiénique du matériau vaporisé a également été testée dans le cadre des essais. Pour ce faire, les matériaux vaporisés ont été échantillonnés et analysés après trois, six et neuf jours. Tous les paramètres microbiologiques des échantillons analysés étaient parfaitement adaptés à l'alimentation animale après trois, six et neuf jours (microbiologie en partie inférieure à la limite de détection). D'un point de vue hygiénique, tous les échantillons étaient entièrement utilisables comme matériau d'alimentation après le traitement à la vapeur et le stockage consécutif. Il est probable que la température d'hygiénisation relativement élevée de la vapeur sous pression permette de garantir la stabilité microbiologique au stockage des matériaux vaporisés pendant une période prolongée.

Nutriments

Les échantillons analysés n'ont pas révélé de pertes significatives de nutriments en termes de minéraux et les pertes en glucides hydrosolubles étaient plutôt faibles. D'autres analyses de nutriments sont toutefois encore attendues.

Évaluations du foin, de la paille et de l'enrubannage en termes d'hygiène selon les niveaux de qualité Lufa 1-4 (LUFA NRW):

Description	bactéries aérobies mésophiles			Moisissures et champignons noirs		Levures	
	Entéro-bactéries.	Bacillus spp.	Strepto-myces.	Enzymes noirâtres.	Aspergillsn	Mucoracées	
Balle de foin ronde non vaporisée	1	1	4	1	4	4	1
Balle ronde de foin 3h vaporisées	1	1	1	1	1	1	1
Balle de foin cubique non vaporisée	2	1	1	2	1	1	4
Balle de foin cubique 2h vaporisé	1	1	1	1	1	1	2
Paille balle ronde non vaporisée	2	1	1	1	1	1	1
Paille en balles rondes 2h vaporisé	1	1	1	1	1	1	1
Balles d'ensilage non vaporisée	2	1	1	3	1	1	4
Balles d'ensilage 2,5h vaporisée	1	1	1	1	1	1	1

Test de stockage - 9 jours

		Balle de foin cubique 1,2 m env. 300 kg				
			non vaporisé	non vaporisé	vaporisé	vaporisé
		Unité				
Bactéries aérobies, mésophiles	Pseudomonas, entérobactéries, germes jaunes, autres bactéries	[[ufc/g]	3,52*10 ⁶	4,1*10 ⁶	n.n. <5*10 ³	n.n. <5*10 ³
	Bacillus spp., staphylocoques / microcoques	[[ufc/g]	3,68*10 ⁶	1,84*10 ⁶	n.n. <5*10 ³	n.n. <5*10 ³
	Streptomycètes	[[ufc/g]	n.n. <5*10 ³	n.n. <5*10 ³	n.n. <5*10 ³	n.n. <5*10 ³
Moisissures et champignons noirs	Champignons noirs, Acremonium spp., Verticillium spp., Fusarium, Aureobasidium spp., autres champignons	[[ufc/g]	n.n. <0,5*10 ³	5,56*10 ³	n.n. <0,05*10 ³	n.n. <0,05*10 ³
	Aspergilles, pénicillies, Scopulariopsis spp., Wallemia spp., autres champignons	[[ufc/g]	9,8*10 ³	25,9*10 ³	0,7*10 ³	1*10 ³
	Mucoraceen	[[ufc/g]	n.n. <0,5*10 ³	n.n. <0,05*10 ³	n.n. <0,05*10 ³	n.n. <0,05*10 ³
Levures	Levures	[[ufc/g]	480*10 ³	402*10 ³	n.n. <0,05*10 ³	n.n. <0,05*10 ³

n.m. Non détectable, en dessous de la limite de détection ;

couleur vert foncé : valeurs discrètes ; couleur vert clair : valeurs élevées

Évaluations d'une balle de paille parallélépipédique en termes d'hygiène selon les niveaux de qualité Lufa 1-4 (LUFA NRW):

		Paille non vaporisée	Paille 1 h vaporisé	Paille 2 h vaporisé
Aerobic, mesophilic bacteria	Pseudomonads, enterobacteria, yellow germs, other bacteria	2	1	1
	Bacillus spp., staphylococci / micrococci	1	1	1
	Streptomyces	1	1	1
Mould and black fungi	Black fungi, Acremonium spp., Verticillium spp., Fusarium, Aureobasidium spp., other fungi	1	1	1
	Aspergilli, Penicilli, Scopulariopsis spp., Wallemia spp., other fungi	4	1	1
	Mucoraceae	1	1	1
Yeasts	Yeasts	1	1	1

Évaluations d'une balle de d'ensilage en termes d'hygiène selon les niveaux de qualité Lufa 1-4 (LUFA NRW):

		Balles d'ensilage non vaporisé	Balles d'ensilage 2 heures vaporisé
Bactéries aérobies mésophiles	Pseudomonas, entérobactéries, germes jaunes, autres bactéries	2	1
	Bacillus spp., staphylocoques / microcoques	1	1
	Streptomyces	1	1
Moisissures et champignons noirs	champignons noirs, Acremonium spp, Verticillium spp, Fusarium, Aureobasidium spp, autres champignons	3	1
	Aspergilles, pénicillies, Scopulariopsis spp., Wallemia spp., autres champignons	1	1
	Mucoracées	1	1
Levures	Levures	4	1

Conclusion

Les résultats des analyses montrent clairement qu'une vaporisation du fourrage grossier et de la paille (comme litière et fourrage grossier) permet une réduction significative des particules de poussière et améliore considérablement l'hygiène microbiologique des aliments. La condition préalable est une température dans le produit supérieure à 100 degrés Celsius et une pression correspondante de 3,5 bars (absolus) pour la pénétration de la vapeur d'eau dans la grande balle à vaporiser, avec une durée de vaporisation de 1 à 3 heures. C'est en effet la seule façon d'obtenir une bonne hygiénisation avec les propriétés mentionnées. Dans ces conditions, le matériau vaporisé peut être stocké et hygiénisé pendant plus d'une semaine. L'acceptation de la nourriture n'a pas été remarquée dans l'alimentation expérimentale, les chevaux ont bien accepté le fourrage grossier vaporisé.

LENA ROSENBAUM (UNIVERSITÉ DE L'ÉCONOMIE ET DE L'ENVIRONNEMENT DE NÜRTINGEN-GEISLINGEN),

JENS VON ERDEN (GEBHARDT ANLAGENTECHNIK GMBH & CO. KG),

PROF. DR. DIRK WINTER (HAUTE ÉCOLE D'ÉCONOMIE ET D'ENVIRONNEMENT DE NÜRTINGEN-GEISLINGEN) ///