

Nutztiere

Auswirkungen von Stroh und faserreichem Futter auf Mastschweine

Kathrin Bühler, Benjamin Bucher und Caspar Wenk, Institut für Nutztierwissenschaften, ETH Zürich, CH – 8092 Zürich
 Auskünfte: Kathrin Bühler, E-Mail: kathrin.buehler@inw.agrl.ethz.ch, Tel. +41 44 632 32 74

Zusammenfassung

Weibliche Edelschweine wurden in Einzelbuchten auf Stroh oder Gummimatten als Unterlage gehalten. In der Jager- und der Ausmastperiode erhielten die Tiere restriktiv entweder ein Futter mit tiefem Fasergehalt oder ein Futter mit hohem Fasergehalt. In diesem Versuch wurden der Einfluss von Stroh als Einstreu und hohem Fasergehalt im Futter auf die Mastleistung und die scheinbare Verdaulichkeit von Rohprotein, Energie und Faser untersucht.

In der Jagerperiode war die Futterverwertung bei den Tieren auf Gummimatte vermindert. Alle anderen untersuchten Parameter waren unabhängig von der verwendeten Unterlage. Tiere mit dem HF-Futter hatten während der gesamten Mastdauer den höheren Tageszuwachs, jedoch eine tiefere Verdaulichkeit von Rohprotein und Energie. Die Ergebnisse dieser Studie weisen darauf hin, dass die Einstreu von Stroh mit faserreichem Futter kombiniert werden kann, ohne dass die Verfügbarkeit der Nährstoffe in letzterem reduziert wird.

rechnen Staats *et al.* (2007) mit bis zu 234 g TS/d/Tier. Es ist bekannt, dass ein hoher Faseranteil, wie er bei Stroh vorhanden ist, die Mastleistung verringert (Pluske *et al.* 2003) und die Nährstoffverdaulichkeit senkt (Wenk 2001). Dies führt zu einer verlängerten Mastdauer und reduzierten Futterverwertung. Neben Stroh ist auch das Futter eine Faserquelle, die es zu berücksichtigen gilt. So werden aus Gründen der Tiergesundheit und der Kosten in letzter Zeit vermehrt Futter mit einem erhöhten Fasergehalt eingesetzt (Noblet und Le Goff 2001). Es ist aber unklar, ob und zu welchen Interaktionen es bei der Kombination von Stroh als Einstreu und faserreichem Futter kommt. Dieser Versuch hatte zum Ziel, den Einfluss der Einstreu auf Mastleistung und Nährstoffverdaulichkeit zu bestimmen, wenn Mastschweine ein mit Sojascha-

Sowohl in der Schweiz (TschV Art. 44, Richtlinie 800.106.03) als auch in der EU (Direktiven 2001/88/EC und 2001/93/E) müssen Schweine die Möglichkeit zur Beschäftigung haben.

Als Beschäftigungsmaterial wird meistens Stroh verwendet. Es ist jedoch unklar, wie viel der Einstreu von den Tieren gefressen wird. Während Wenk (1984) von nur geringen Mengen ausging,

Tab. 1. Analysierter Nährstoffgehalt der Futtervarianten

	Jager ¹⁾		Ausmast					
	LF ²⁾	HF	LF	HF				
NDF ³⁾ (g/kg TS)	132,2	10,4	183,5	28,1	130,7	0,2	180,5	2,2
ADF (g/kg TS)	57,4	1,9	101,2	1,3	51,5	2,5	95,0	0,2
TS (g/kg)	896,4	1,0	898,1	0,8	895,0	0,1	896,5	2,5
RA (g/kg TS)	79,4	1,3	80,6	1,5	75,5	0,9	74,7	1,1
RP (g/kg TS)	214,2	0,5	203,9	2,6	178,6	0,2	171,2	0,01
RF (g/kg TS)	30,3	0,7	30,7	2,2	21,3	0,4	21,6	0,4
VES _{exp.} (MJ/kg)	13,9	0,1	13,8	0,03	13,6	0,1	13,5	0,9

Werte sind angegeben als Mittelwert und Standardabweichung.

¹⁾ Jagerperiode: 27 – 57 kg, Ausmast: 57 – 106 kg Lebendgewicht.

²⁾ LF: Futter mit tiefem Fasergehalt, HF: Futter mit hohem Fasergehalt.

³⁾ NDF: neutral lösliche Faser (neutral detergent fibre), ADF: säurelösliche Faser (acid detergent fibre), TS: Trockensubstanz, RA: Rohasche, RP: Rohprotein, RF: Rohfett, VES_{exp.}: Verdauliche Energie experimentell bestimmt, berechnet aus der Bruttoenergie (BE): $(BE_{\text{Aufnahme}} - BE_{\text{ausgeschieden}}) / \text{Futter}_{\text{Aufnahme}}$

len und Strohmehl supplementiertes Futter erhielten.

Tiere und Futter

Der Versuch wurde mit 32 weiblichen Edelschweinen, welche in Einzelbuchten gehalten wurden, durchgeführt (Abb.1). Bei Versuchsbeginn wogen die Schweine $26,5 \pm 4,9$ kg, die Schlachtung erfolgte bei $106,4 \pm 4,0$ kg Lebendgewicht (LG).

Die Kontrollration LF bestand hauptsächlich aus Gerste, Triticale, Weizen, Bohnen und Sojaschrot und wies praxisübliche Gehaltswerte auf (Tab. 1). Die faserreiche Futtervariante HF bestand aus 90 % Kontrollration, 5 % Sojaschalen und 5 % unbehandeltem Strohmehl. Die Umstellung vom Jager- auf das Ausmastfutter erfolgte nach sechs Versuchswochen ($57,4 \pm 6,3$ kg LG).

Futter und Unterlage kombiniert untersucht

In der Hälfte der Buchten diente Weizenstroh (Abb. 2) als Unterlage, in der anderen Hälfte eine Gummimatte (R). Die Schweine erhielten während der ganzen Mastdauer entweder das Kontrollfutter LF oder das Versuchsfutter HF. Die Kombination von Unterlage und Futter ergab vier Versuchsgruppen mit jeweils acht Tieren:

- tiefer Fasergehalt mit Stroh (LFS)
- tiefer Fasergehalt mit Gummimatte (LFR)
- hoher Fasergehalt mit Stroh (HFS)
- hoher Fasergehalt mit Gummimatte (HFR)

Die Futtermenge war restriktiv und wurde wöchentlich in Abhängigkeit vom Gewicht angepasst. Wasser stand unbeschränkt zur Verfügung. Um den durch die



Abb. 1. Anordnungen der Einzelbuchten auf dem Versuchsbetrieb «Chamau» der ETH Zürich (total 32 Buchten pro Maststall). (Foto: Benjamin Bucher)

Faserzulage verringerten Energiegehalt auszugleichen, erhielten die Tiere der Varianten HF pro Tag 200 g Futter x $LG^{0,569}$, während es bei den Tieren der Varianten LF 180 g Futter x $LG^{0,569}$ waren.

Zur Bestimmung der Verdaulichkeit wurde alle drei Wochen während einer Woche Kot gesammelt. Zusätzlich wurde einmal pro Sammlerperiode von jeder Futtervariante eine Probe genommen. Der Futterverzehr wurde täglich, das Gewicht wöchentlich erhoben. Analysiert wurden Rohprotein, Energie sowie die neutral- und säurelöslichen Faserkomponenten NDF und ADF.

Mittels der Varianzanalyse ‚mixed model‘ konnte der Effekt

des Fasergehaltes (F), der Unterlage (U) sowie deren Interaktion (F x U) bestimmt werden. Unterschiede wurden als signifikant angesehen, wenn der Bonferoni-Test für multiple Vergleiche $p < 0,05$ ergab. Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm SAS, Version 8.2.

Wachstum und Futterverwertung

Der Fasergehalt, nicht aber die Art der Unterlage beeinflusste den Tageszuwachs (Tab. 2). Besonders deutlich war dies in der Jagerperiode, wo der Zuwachs durch das HF-Futter um 14 % ($p < 0,05$) zunahm. In der Ausmast betrug der Unterschied zum LF-Futter noch 9 % ($p < 0,05$).

Andererseits beeinflusste die Unterlage, nicht jedoch der Faser-

Tab. 2. Tageszuwachs und Futterverwertung in der Jagerperiode und in der Ausmast

	Zuwachs (g/d)		Futterverwertung (kg/kg)	
	Jager ¹⁾	Ausmast	Jager	Ausmast
LFS ²⁾	658 ^{ab}	803 ^a	2,09 ^{ab}	2,78
LFR	588 ^b	784 ^a	2,40 ^a	2,82
HFS	711 ^a	854 ^{ab}	2,06 ^b	2,97
HFR	710 ^a	881 ^b	2,14 ^{ab}	2,83
SEM ³⁾	40	40	0,12	0,11
p- Werte ⁴⁾				
F	0,01	< 0,01	0,11	0,25
U	0,30	0,87	0,03	0,55
F x U	0,31	0,37	0,22	0,31

¹⁾Werte einer Spalte mit unterschiedlichen Indices sind signifikant verschieden (Bonferroni-Test, $p < 0,05$). Jagerperiode: 27 – 57 kg, Ausmast: 57 – 106 kg Lebendgewicht.

²⁾ LF: Futter mit tiefem Fasergehalt, HF: Futter mit hohem Fasergehalt, S: Stroh als Unterlage, R: Gummimatte als Unterlage

³⁾ SEM: Maximaler Standardfehler

⁴⁾ Effekte von Fasergehalt (F), Unterlage (U) und deren Interaktion (F x U).

gehalt der Ration, die Futterverwertung in der Jagerperiode ($p < 0,05$). Bei den Tieren, die nur eine Gummimatte zur Verfügung hatten, betrug die Futterverwertung noch 2,27 kg/kg im Vergleich zu 2,08 kg/kg bei den Tieren auf Stroh (Tab. 2).

Die Ergebnisse zeigen, dass für den Zuwachs der Fasergehalt der

Ration einen grösseren Einfluss hat als die Art der Unterlage, für die Futterverwertung jedoch das Gegenteil gilt. Interessanterweise zeigen andere Studien, dass der Zuwachs mit höherem Fasergehalt abnimmt (Drewry 1981), dieser Effekt mit zunehmendem Alter jedoch wieder verschwindet (Galassi *et al.* 2007). Auf der anderen Seite war der Zuwachs in

Tab. 3. scheinbare Verdaulichkeit von Rohprotein [d(RP)] und Energie [d(E)] in der Jagerperiode und in der Ausmast

	d(RP)		d(E)	
	Jager ¹⁾	Ausmast	Jager	Ausmast
LFS ²⁾	0,85 ^a	0,85 ^a	0,85 ^a	0,86 ^a
LFR	0,85 ^a	0,85 ^a	0,85 ^a	0,87 ^a
HFS	0,80 ^b	0,79 ^b	0,80 ^b	0,81 ^b
HFR	0,81 ^b	0,80 ^b	0,80 ^b	0,81 ^b
SEM ³⁾	0,01	0,01	0,04	0,01
p- Werte ⁴⁾				
F	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
U	0,69	0,40	0,27	0,11
F x U	0,63	0,62	0,75	0,85

¹⁾Werte einer Spalte mit unterschiedlichen Indices sind signifikant verschieden (Bonferroni-Test, $p < 0,05$). Jagerperiode: 27 – 57 kg, Ausmast: 57 – 106 kg Lebendgewicht.

²⁾ LF: Futter mit tiefem Fasergehalt, HF: Futter mit hohem Fasergehalt, S: Stroh als Unterlage, R: Gummimatte als Unterlage

³⁾ SEM: Maximaler Standardfehler

⁴⁾ Effekte von Fasergehalt (F), Unterlage (U) und deren Interaktion (F x U).

einer Studie von Bowland *et al.* (1970) in allen untersuchten Rationen (3 % bis 12 % Rohfaser) ähnlich. Ein möglicher Grund dafür, weshalb in diesem Versuch die Tiere mit HF-Futter einen grösseren Tageszuwachs zeigten, könnte in den unterschiedlichen Fütterungsregimen liegen. Möglicherweise hat die 10 % höhere Futtermenge für die HF-Tiere den Verdünnungseffekt der Faserzulage überkompensiert.

Unerwartet ist das Ergebnis, dass die Schweine, die auf Gummimatte gehalten wurden, trotz der restriktiven Fütterung mehr Futter pro Kilogramm Zuwachs benötigten. Ein möglicher Erklärungsgrund könnte darin liegen, dass die Reinigung der Gummimatten viel schwieriger war als bei den Buchten mit eingestreutem Stroh. Dadurch blieben Harn und Kot länger liegen und konnten zu einer höheren Ammoniakbelastung führen, was die Gesundheit der Tiere beeinträchtigt (Ferket *et al.* 2002). Die Tiere wurden zwar alle im gleichen Stall gehalten, doch könnte der direkte Kontakt mit Ammoniak den Tieren auf Gummimatte mehr zugesetzt haben als den anderen und so die Futterverwertung verschlechtert haben. Diese Hypothese erklärt jedoch nicht, weshalb die Gummimatte nur in der Jagerperiode einen Einfluss auf die Futterverwertung hatte. Es ist uns keine Studie bekannt, die auf eine Anpassung an erhöhte Ammoniakbelastung hindeutet. Somit wäre der gleiche Effekt auch in der Ausmast zu erwarten gewesen. Die Ammoniakhypothese erklärt auch nicht die Tatsache, dass die Tiere der Variante HFR in der Jagerperiode den zweithöchsten und in der Ausmast gar den höchsten Tageszuwachs aufwiesen.

Verdaulichkeit von Rohprotein, Energie und Faser
Der Zusatz von Sojaschalen und Strohmehl senkte während der

ganzen Mastdauer die scheinbare Verdaulichkeit von Rohprotein und Energie ($p < 0,05$). Die Art der Unterlage hatte keinen Einfluss auf diese Parameter (Tab. 3). Die Reduktion der Verdaulichkeit von Rohprotein und Energie der Futtervariante HF betrug jeweils 6 % gegenüber Variante LF.

Bezüglich der Verdaulichkeit der Faserkomponenten NDF und ADF konnte ebenfalls kein Zusammenhang mit der Unterlage gefunden werden ($p < 0,05$). Allerdings hatte in der Ausmast die Gruppe HF eine signifikant reduzierte Verdaulichkeit von NDF ($p < 0,05$) (Tab. 4).

Wie erwartet, war bei der Gruppe mit hohem Fasergehalt die scheinbare Nährstoff- und Faserverdaulichkeit tiefer. Auch war eine leichte Verbesserung der Verdaulichkeit in der Ausmast gegenüber der Jagerperiode zu beobachten. Diese Altersabhängigkeit wird auch von Noblet und Shi (1993) beschrieben. Sie konnten zeigen, dass sich Schweine an faserreiches Futter anpassen können und dass

Tab. 4. scheinbare Verdaulichkeit der neutral- und säurelöslichen Faserkomponenten NDF und ADF [d(NDF), d(ADF)] in der Jagerperiode und in der Ausmast

	d(NDF)		d(ADF)	
	Jager ¹⁾	Ausmast	Jager	Ausmast
LFS ²⁾	0,51	0,51 ^{ab}	0,41	0,38
LFR	0,55	0,54 ^a	0,47	0,43
HFS	0,49	0,45 ^b	0,48	0,42
HFR	0,50	0,48 ^{ab}	0,49	0,47
SEM ³⁾	0,02	0,02	0,03	0,03
p- Werte⁴⁾				
F	0,09	0,01	0,17	0,14
U	0,10	0,18	0,28	0,08
F x U	0,42	0,91	0,37	0,92

¹⁾ Werte einer Spalte mit unterschiedlichen Indices sind signifikant verschieden (Bonferroni-Test, $p < 0,05$). Jagerperiode: 27 – 57 kg, Ausmast: 57 – 106 kg Lebendgewicht.

²⁾ LF: Futter mit tiefem Fasergehalt, HF: Futter mit hohem Fasergehalt, S: Stroh als Unterlage, R: Gummimatte als Unterlage

³⁾ SEM: Maximaler Standardfehler

⁴⁾ Effekte von Fasergehalt (F), Unterlage (U) und deren Interaktion (F x U).

die Verdaulichkeit von Nährstoffen und Fasern mit zunehmendem Alter steigt. Weshalb in unserer Studie die Verdaulichkeit von NDF und ADF in der Ausmast geringere Werte ergab, dürfte mehrere Ursachen haben. So ist es sehr schwierig, genaue

und vergleichbare Faseranalysen durchzuführen (Mertens 2003). Auch kann es sein, dass die Fähigkeit der Tiere, sich an einen hohen Fasergehalt anzupassen, von der Art der verwendeten Faser abhängt (Fernandez und Jorgensen 1986).



Abb. 2. Schwein in Einzelbucht mit Weizenstroh als Einstreu. Die Bucht kann der Grösse der Tiere angepasst werden. (Foto: Benjamin Bucher)

Schlussfolgerung

Die Unabhängigkeit der Verdauungskoeffizienten von der Unterlage weist darauf hin, dass die Strohaufnahme generell tief und in den Varianten LFS und HFS etwa gleich war. Dieses Ergebnis steht im Widerspruch zu Staals *et al.* (2007), der bei der Einstreu von Stroh verringerte Verdaulichkeiten und eine futterabhängige Strohaufnahme feststellte. Andererseits beschreibt Wenk (1984) nur eine geringe Strohaufnahme und keine Auswirkungen auf die Verdaulichkeit der Energie. Es kann vermutet werden, dass die Variabilität der Resultate in Studien zur Strohaufnahme und deren Einfluss auf die Verdaulichkeit mit der Vielfalt der verwendeten Futtermittel und Faserträger zusammenhängt. Aus der hier beschriebenen Studie kann aber geschlossen werden, dass die Einstreu von Stroh die nachteiligen Effekte von faserreichen Futtern nicht verstärkt. Dies erlaubt, kostengünstiges Futter einzusetzen und gleichzeitig die gesetzlichen Anforderungen nach Beschäftigung für Schweine ohne Einbußen in der Mastleistung zu erfüllen.

Literatur

- Bowland J.P., Bickel H., Pfirter H.P., Wenk C.P. & Schurch A., 1970. Respiration calorimetry studies with growing pigs fed diets containing from 3 to 12 percent crude fiber. *J. Anim. Sci.* **31** (3), 494-501.
- Drewry K.J., 1981. Postweaning performance of crossbred pigs fed normal and high fiber diets. *J. Anim. Sci.* **52** (2), 197-209.
- Ferket P.R., van Heugten E., van Kempen T.A.T.G. & Angel R., 2002. Nutritional strategies to reduce environmental emissions from nonruminants. *J. Anim. Sci.* **8** (E. Suppl. 2), E168-E182.
- Fernandez J. & Jorgensen J.N., 1986. Digestibility and absorption of nutrients as affected by fibre content in the diet of the pig. Quantitative aspects. *Livest. Prod. Sci.* **15** (1), 53-71.
- Galassi G., Malagutti L. & Crovetto G.M., 2007. Growth and slaughter performance, nitrogen balance and ammonia emission from slurry in pigs fed high fibre diets. *Ital. J. of Anim. Sci.* **6** (3), 227-239.
- Mertens D.R., 2003. Challenges in measuring insoluble dietary fiber. *J. Anim. Sci.* **81** (12), 3233-3249.
- Noblet J. & Le Goff G., 2001. Effect of dietary fibre on the energy value of feeds for pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.* **90** (1-2), 35-52.
- Noblet J. & Shi X.S., 1993. Comparative digestibility of energy and nutrients in growing pigs fed ad-libitum and adults sows fed at maintenance. *Livest. Prod. Sci.* **34** (1-2), 137-152.
- Pluske J.R., Black B., Pethick D.W., Mullan B.P. & Hampson D., 2003. Effects of different sources and levels of dietary fibre in diets on performance, digesta characteristics and antibiotic treatment of pigs after weaning. *Anim. Feed Sci. Technol.* **107** (1-4), 129-142.
- Staals S.T.M., Bolhuis J.E., van den Brand H. & Gerrits W.J.J., 2007. Contribution of a straw bedding to digestible nutrient intake of pigs fed diets based on either native or pregelatinized potato starch. *Livest. Sci.* **109** (1-3), 104-107.
- Wenk C., 1984. Einfluss der Einstreu auf die Verdaulichkeit des Futters bei wachsenden Schweinen. *Z. Tierphysiol., Tierernähr. und Futtermittelkd.* **52** (2-3), 70-72.
- Wenk C., 2001. The role of dietary fibre in the digestive physiology of the pig. *Anim. Feed Sci. Technol.* **90** (1-2), 21-33.

RÉSUMÉ

Effets de la paille et d'une alimentation riche en fibres chez le porc à l'engrais

Des truies de la race du Grand Porc Blanc ont été gardées dans des boxes individuels sur paille (S) ou sur une natte en caoutchouc (R). Durant les phases goret et finition, les animaux ont été nourris de façon rationnée, soit avec un aliment pauvre en fibres (130 g/kg MS NDF, traitements LFS et LFR), soit avec un aliment riche en fibres (180 g/kg MS NDF, traitements HFS et HFR). Le but de cet essai était d'étudier l'influence de la paille en tant que litière et d'un apport élevé de fibres par les aliments sur les performances ainsi que sur la digestibilité apparente de la matière azotée, de l'énergie et des fibres. Durant la phase goret, l'indice de consommation des animaux gardés sur les nattes en caoutchouc a été détérioré ($p < 0,05$). L'ensemble des autres paramètres examinés dans cet essai n'ont pas été influencés par le type de litière. Sur l'ensemble de la période d'engraissement, l'accroissement journalier des animaux des variantes HF a été le plus élevé avec toutefois une digestibilité réduite pour la matière azotée et l'énergie ($p < 0,01$). Les résultats de cet essai indiquent que la paille comme litière peut être combinée avec une alimentation riche en fibres, sans risque que la disponibilité des nutriments soit réduite.

SUMMARY

Influence of straw and high fibre diets on fattening pigs

Large white gilts were kept in single pens provided with full-length straw or a rubber mat as bedding. In the grower and finisher period the pigs were restrictively fed either a low fibre diet or a high fibre diet and effects on performance and apparent total tract digestibility of crude protein, energy, neutral detergent fibre and acid detergent fibre were determined. Rubber mats reduced feed conversion efficiency in the grower period but there was no influence of type of bedding on the other parameters examined. Animals fed the HF diet showed higher daily weight gain and lower nitrogen and energy digestibility during the whole fattening period. These results indicate that straw bedding and high fibre diets can be combined without reducing nutrient availability in the latter.

Key words: pig, dietary fibre content, performance, apparent digestibility, straw