

Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Abteilung Tierische Erzeugung

Am Park 3, 04886 Köllitsch

Internet: <http://www.smul.sachsen.de/lfulg>

Bearbeiter: Dr. Eckhard Meyer; Sven Häuser, DLG-Fachzentrum Land- und Ernährungswirtschaft

E-Mail: eckhard.meyer@smul.sachsen.de

Tel.: 034222 46-154 Fax: 034222 46-109

Stallfußbodengestaltung: mehr als nur der Perforationsgrad!

Erst die Erfindung von perforierten Stallfußböden ermöglicht die Haltung und Betreuung von großen Tierbeständen durch wenige Personen. Aktuell werden die gesetzlichen Mindeststandards in der Stallfußbodengestaltung wieder intensiv diskutiert. Der Blick in die Haltungspraxis zeigt aber, dass nicht nur der Schlitzanteil der verwendeten Fußböden, sondern die technische Ausgestaltung des Fußbodenaufbaus tierschutzrelevant ist. Besonders bei in ihrer Bewegung eingeschränkten Tieren (Kastenstandhaltung) werden die körperliche Unversehrtheit, das Wohlbefinden der Tiere und damit auch die Leistungen gleichermaßen beeinflusst.

Dabei besteht das verfahrenstechnische Grundproblem darin, dass die Haltung von Nutztieren auf Spaltenböden per se nur einen Kompromiss darstellen kann. Denn eine Oberfläche, die Kot- und Harn dräniert und so von den Tieren trennt muss gleichzeitig den Tiertritt ermöglichen und als Liegefläche fungieren können. Dieser Kompromiss kann nur größer werden, wenn die Ansprüche an die Fußböden steigen, ohne dass die Haltungstechnik sich weiterentwickelt. Mit zunehmender Leistung und spezifischeren Ansprüchen an die Umgebungs- bzw. Fußbodentemperaturen und Trittsicherheit der immer größeren Tiere stoßen die in der Tabelle formulierten Ansprüche an Grenzen.

Tabelle 1 Problembereiche und Lösungsansätze

Anforderung	besondere Problemzone	Lösungsansatz
Verletzungsfreiheit	Sauen in Gruppenhaltung	Schlitzausformung, angepasste Schlitzweiten, Buchtenaufbau
Trittsicherheit und Belastbarkeit	Sauen mit eingeschränkter Bewegung (im Ferkelschutzkorb)	Auswahl und Kombination des richtigen Materials
Liegekomfort	Schweine mit hohem Stoffumsatz (Mastschweine) hohem Wärmebedarf (Ferkel) oder Substanzverlust (Sauen)	Verwendung von Bodenbelägen mit unterschiedlicher Wärmeleitfähigkeit (Gusseisen, Beton) und Liegekomfort
Klauenabrieb	bewegungsarme Schweine oder Ferkel	Einsatz von Verbundmaterialien

Die Bedeutung bzw. Folgen dieser beobachteten Probleme nimmt in der Haltungspraxis in der Reihenfolge der Nennung ab.

Das Material ist die Basis der Funktionsfähigkeit

Um diese und weitere Ansprüche zu erreichen, steht nicht zuletzt aus Kostengründen eine vergleichsweise eingeschränkte Anzahl an Materialien für die Schweinehaltung zur Verfügung. Beton, Stahl und Kunststoff haben von ihren physikalischen Eigenschaften her grundsätzlich verschiedene Vorzüge und Nachteile. Zunächst entscheiden die spezielle Haltungssituation und ihre Anforderungen darüber welches Material Verwendung finden sollte. Hinsichtlich der Eigenschaften Rutschfestigkeit und Wärmeleitfähigkeit bestehen sicherlich die größten Gegensätze im Hinblick auf die Materialeigenschaften. Die folgende Tabelle stellt die Eigenschaft der Rutschfestigkeit in Form der so genannten Gleitreibwerte (DLG, 2003), die im Labor im trockenen sowie (wasser-) nassen Zustand ermittelt wurden, den spezifischen Materialeigenschaften im Hinblick auf die Wärmeleitfähigkeit gegenüber.

Tabelle 2 Eigenschaften von Materialien für Stallfußböden (DLG, 2003)

Rutschfestigkeit	Gleitreibwert μ	
	Trocken	(wasser-)nass
Gummi	0,84	0,78
Polymerbeton	0,30	0,36
Guss	0,22 - 0,42	0,27 - 0,46
Kunststoffummantelt (PE)	0,46	0,46
Kunststoff (PVC, PP)	0,2 - 0,30	0,22 - 0,32
Wärmeleitfähigkeit	W/ m K	
Kunststoff	0,2 - 0,3	
Gussasphaltestrich	0,9	
Beton	2	
Stahlguss	45	
Gummi	0,17 – 0,2	

Der Kunststoff hat hinsichtlich der Gleitreibwerte grundsätzlich die schlechtesten, als Maß für den Wärmeentzug die günstigsten Werte. Dabei gilt letzteres streng genommen nur für die Ferkel. Eine hohe Wärmeleitfähigkeit des Fußbodens kann für die Sauen positiv sein, diese kann aber nur zum Tragen kommen, wenn ein Temperaturgefälle zum Beispiel zum Güllekanal besteht. Bei hohen Stalltemperaturen ($> 24^{\circ}\text{C}$) und flachen Kanälen ($< 80\text{ cm}$) sind diese positiven Effekte des Gusseisens rein physikalisch begrenzt. Vergleicht man Untersuchungen aus den Niederlanden und Dänemark so deutet sich an, dass der Temperaturanspruch der Sau sich ändert. Im geburtsnahen Bereich profitieren gebärende Sauen wie ihre Ferkel von einem wärmenden Fußboden. Später (ab dem 7. Laktationstag) profitieren zumindest die Sauen von einem kühlen Fußboden.

Primär sollen die für Stallfußböden verwendeten Materialien aber auch eine möglichst hohe **Rutschfestigkeit** aufweisen um so Aufsteh- und Abliegevorgänge sicher zu ermöglichen. Die Rutschfestigkeit ist eine reine Materialeigenschaft und eine Kombination aus Haft- und Gleitreibung und beschreibt den Widerstand der Materialoberfläche gegenüber der Klaue. Dies ist als Voraussetzung für eine gute Trittsicherheit zu sehen. Sie lässt sich messtechnisch erfassen und ist abhängig:

- vom Bodenzustand (trocken, nass, verschmutzt),
- der Oberflächenrauheit bzw. -profilierung sowie
- der Materialbeschaffenheit (verformbar, hart).

Die **Trittsicherheit** beschreibt das am Tier beobachtete Fortbewegungsverhalten, das sich aus den Bodeneigenschaften (Rutschfestigkeit) in Verbindung mit subjektiven Empfindungen und Erfahrungen des Tieres ergibt. Im Vergleich zur Rutschfestigkeit lässt sich die Trittsicherheit nur subjektiv beurteilen. Altsauen mit entsprechenden Erfahrungen und optimal eingestellten Ferkelschutzkörben sind in

der Lage auch auf dem rutschigsten Kunststofffußboden aufzustehen und finden also eine ausreichende *Trittsicherheit* bei mäßiger *Rutschfestigkeit* der Böden. Dagegen können unerfahrene Jungsaunen das häufig nicht. Das zeigen subjektive Beobachtungen während der Versuche in Köllitsch und in Praxisbetrieben. Um jedoch wissenschaftliche Vergleiche vorzunehmen, stellen Wahlversuche unter repräsentativen Bedingungen z. Zt. die beste Möglichkeit dar, um Ausrutschvorgänge direkt am Tier zu erfassen. Aufgrund der Geschwindigkeit der Abläufe sind der Erfassung der Trittsicherheit jedoch methodische Grenzen gesetzt.

Guss- oder Stahlroste werden vor allem durch den Einsatz von Hochdruckreinigern glatter, während Beton dagegen eher rauer wird. Raue Betonoberflächen bieten eine gute Rutschfestigkeit, erschweren jedoch Reinigung und Desinfektion erheblich und erhöhen zudem eine Verletzungsgefahr. Im Hinblick auf die Verletzungsfreiheit (Zitzenverletzungen) spielt auch die Fertigungsgenauigkeit, die gratfreie Ausformung der Schlitze sowie die Anzahl und Qualität der Übergänge zwischen den einzelnen Elementen eine Rolle. Um die materialeitig bedingte Rutschfestigkeit zu verbessern, werden sowohl bei Guss- als auch bei Kunststoffrosten Oberflächenprofilierungen sowie -erhöhungen eingearbeitet, die den Sauen im Abferkelbereich Aufsteh- und Abliegevorgänge erleichtern sollen. Bei Kunststoffböden werden zusätzliche „Rutschbremsen“ (besandete Oberflächenabschnitt, Clips) eingebaut oder verschiedene Kunststoffmischungen miteinander kombiniert. Die erzielbaren Effekte sind ganz unterschiedlich zu bewerten. Alle Formen von nachträglich auf- oder eingebauten Aufstehhilfen mit dem Ziel Schwächen des Materials auszugleichen sind jedoch häufig hygienisch bedenklich, bergen zum Teil zusätzliche Verletzungsrisiken und sind auch im Dauereinsatz meist nur begrenzt haltbar. Das Fundament für eine ausreichende Trittsicherheit insbesondere von Sauen sollte aus dem Material selber kommen.

Wie verhalten sich die Materialien in der Haltungspraxis?

Für Ferkelroste werden Gleitreibwerte von $\mu = 0,20$ und für Sauenroste von $\mu = 0,25$ gefordert. Aus Tabelle 2 geht hervor, dass bei Messungen mit einer Kunststoffklaue im Labor der Übergang von Trockenheit zu Nässe je nach betrachtetem Material physikalisch gesehen zu höheren Gleitreibwerten führt. In Stallanlagen besteht die Feuchtigkeit auf Stallfußböden überwiegend aus einer Mischung von Kot und Harn und nicht nur aus Wasser. Deshalb wurden mithilfe der von der DLG für Labormessungen verwendeten Technik Untersuchungen unter Praxisbedingungen im Lehr- und Versuchsgut Köllitsch durchgeführt und mit den im Labor an fabriktneuen Produkten ermittelten Werten verglichen (Abbildung 1). Die in Köllitsch im Abferkelbereich untersuchten Böden wurden etwa 4 Stunden nachdem die Sauen die Abferkelbucht verlassen haben zunächst im ungereinigten aber augenscheinlich sauberen und anschließend im mit Gülle verschmutzten Zustand vermessen.

Zunächst zeigt sich, dass mit Harn und Kot verschmutzte Oberflächen von Gusseisen und Hartkunststoff etwa 20 % geringere Gleitreibwerte aufweisen als im wassernassen Zustand. Bei den flexiblen Oberflächen führt physikalisch gesehen vermutlich die Oberflächenspannung zu höheren Werten als im trockenen Zustand, unabhängig ob die Vernässung nur mit Wasser im Labor oder mit Gülle im Stall vorgenommen wurde.

Der Vergleich zeigt aber auch, dass die Benutzung oder Alterungseffekte eine große Rolle spielen können und zwar unabhängig aus welchem Material sie hergestellt sind. Die in Köllitsch untersuchten Produkte waren erst wenige Durchgänge im Einsatz. Offensichtlich führt auch der Kontakt der Haut der Tiere mit den Stallfußböden und nicht nur die Verschmutzung zu einer Verschlechterung der Kennwerte. Besonders groß ist dieser Abfall bereits im trockenen Zustand bei den Produkten aus Polyethylen und Gummi. Diese werden als Inlay angeboten und sollen bevorzugt im Hinterbeinbereich eingesetzt werden. Unterschiede in der Rutschfestigkeit gegenüber Metall und Kunststoff ergeben sich aufgrund der ‚Weichheit‘ der Materialien. Die Rutschfestigkeit nimmt im praktischen Einsatz stärker ab als die der harten Materialien wobei sie absolut gesehen allerdings immer noch bessere Werte liefern. Auffällig sind die hohen Gleitreibwerte, die auf der unperforierten Gummimatte gemessen werden.

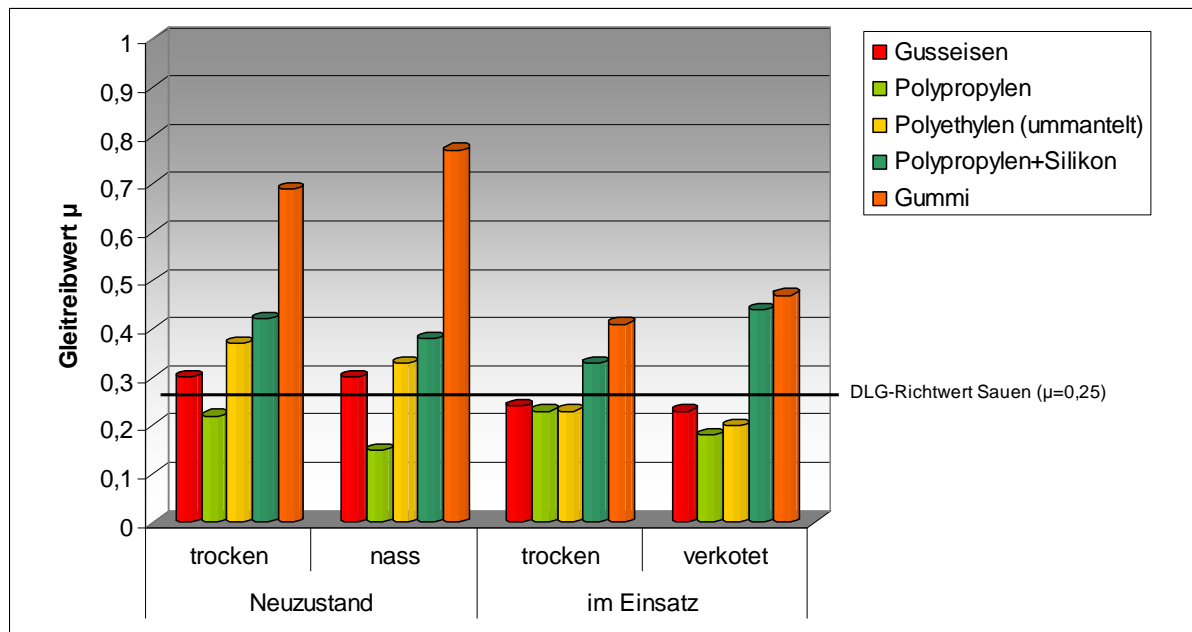


Abbildung 1 Gleitreibwerte von Sauenrosten in der Praxis (Häuser, DLG-Messungen 2007)

Liegeflächenakzeptanz nicht nur eine Frage der Oberflächentemperatur

Beton bildet hinsichtlich der Materialeigenschaften Rutschfestigkeit und Wärmeleitfähigkeit ein relativ ausgeglichenes Material und verbindet eine vergleichsweise gute Rutschfestigkeit mit einer mittleren Wärmeleitfähigkeit. Das führte nicht zuletzt aufgrund der Preiswürdigkeit des Materials zu dessen bevorzugtem Einsatz im Schweinemastbereich. Leider weisen die meisten deutschen Betonspalten nach der Produktion oft scharfe Grate im Schlitzbereich auf. Diese müssen unbedingt vor der Installation, insbesondere bei Sauen in Gruppenhaltung entfernt werden. Eine Bearbeitung mit einem Rohr ist nicht ausreichend. Alternativ werden auch Betonspaltenelemente angeboten, die nach einem anderen Fertigungsverfahren hergestellt, entsprechend abgeflachte Kanten aufweisen. Bei Schweinen in Gruppenhaltung kommt es aber entscheidend darauf an, dass statisch eingerichtete Liegeflächen auch als solche angenommen werden. Bisher können aufgrund der gesetzlichen Vorgaben Liegeflächen für Sauen und Mast Schweine auch aus so genanntem Vollspaltenboden mit 14 % bis 15 % Schlitzanteil aufgebaut werden.

Umfangreiche Versuche zeigen, dass die Liegeflächenakzeptanz im Wesentlichen von der Oberflächentemperatur sowie von dem strukturellen Aufbau der Bucht abhängen. Wahlversuche in sächsischen Praxisbetrieben zeigen, dass die Betonspaltenböden unabhängig von der Außentemperatur als Liegefläche gewählt werden. Dagegen werden Gusspaltenböden und auch optimal klimatisierte Festflächen mit zunehmenden Außentemperaturen bevorzugt.

Aber auch der Schlitzanteil und die Schlitzverteilung auf der Spaltenbodenoberfläche beeinflussen die Liegeflächenakzeptanz. Auf konstante Fußbodentemperaturen von etwa 20°C bezogen auch Mast Schweine einen perforierten Boden aus Kunststoff gegenüber einem perforierten Boden aus Beton. Ein Betonboden ohne Schlitz wird dagegen gegenüber perforierten Böden aus Beton oder Kunststoff bevorzugt. Die Ursache dafür muss im Liegekomfort gesehen werden, denn das Prinzip einzelne Schlitz unter Beibehaltung der Schlitzlänge zu schließen wird besser akzeptiert als umgekehrt. Durch die Reduktion der Schlitzlänge entstehen größere, schlitzfreie Bereiche auf der Spaltenbodenoberfläche die vermutlich den Liegekomfort erhöhen.

Das widerspricht der Einschätzung der älteren wissenschaftlichen Literatur, die die Bedeutung des Liegekomforts für Schweine völlig in Frage stellt. Danach hängt der Liegekomfort nur von der Frage ab ob die Fußbodentemperaturen optimal sind oder nicht. Die in der Tabelle dargestellten Zusammenhänge gelten jedoch ausschließlich für konstante und mehr oder weniger optimale Fußbodentempera-

turen. Bei Temperaturstress in der Regel bei zu hohen Temperaturen wird der Liegekomfort dem Temperaturkomfort untergeordnet.

Tabelle 3 Liegeflächenakzeptanz von Mastschweinen in Abhängigkeit von Material und Perforationsgrad

Spaltenbodenelement	Schlitzanteil % laut Herstellerangaben (in Klammern bestimmter Wert)	Anzahl ausgezählter Schweine/Element	Verschmutzung pro Element (1 - 3)
Schlitzlänge reduziert (G)	10 (10,1 %)	0,2	1,1
Schlitzanzahl reduziert (S)	10 (8,4 %)	0,3	1,2
Kunststoff (Schlitzlänge reduziert)	10 (10,4 %)	0,4	1,0
Vollbeton	0	0,5	1,1

In diesem Zusammenhang zeigt sich auch, dass die Sauberkeit der Fußböden auch mit dem Tierverhalten zusammenhängt. Die Sauberkeit der schlitzreduzierten Betonspaltenböden wird gegenüber so genanntem Vollspaltenboden durch das Schließen einzelner Schlitze (unter Beibehaltung von deren Länge) stärker reduziert als durch die Verkürzung der Schlitze (unter Beibehaltung von deren Anzahl). Gesetzlich vorgeschrieben sind nach Nutztierhaltungsverordnung die Auftrittsbreiten und Schlitzweiten von 11 (Saugferkel) bis 20 mm (Sauen). Die Drainierfähigkeit hängt aber noch mehr als von der Schlitzweite vom Schlitzanteil und der Ausformung der Roste (Querschnitt der Stege) sowie den beschriebenen Zusammenhängen ab.

Die Eigenschaften der möglichen Fußböden gehen also weit über die nach der Nutztierhaltungsverordnung für Schweine zulässigen Schlitzanteile, Schlitzweiten und Auftrittsbreiten hinaus. Leider wird die Diskussion über die Spaltenböden häufig nur in eine Richtung und deshalb sehr einseitig geführt.

Fazit

Die Fußbodengestaltung für Schweine in Einzel- und Gruppenhaltung steht in intensiver Diskussion. Die Grundlage für eine tiergerechte Fußbodengestaltung, die Rutschfestigkeit, Sauberkeit und Liegekomfort miteinander verbindet wird durch das Material gebildet aus denen die Böden aufgebaut sind. Die Materialeigenschaften sind objektiv überprüfbar, aber auch abhängig von Alter und Benutzung und im Zuge einer ganzheitlichen Bewertung somit auch im praktischen Betrieb zu beurteilen. Bei Schweinen in Gruppenhaltung ist die Funktionsfähigkeit der Böden vor allem im Zusammenspiel der Materialeigenschaften, des Stallklimas und dem Tierverhalten zu sehen.

Heute gilt es den zunehmenden Ansprüchen hoch leistender Tiere gerecht zu werden. Besondere Herausforderungen sind der Temperaturkomfort der Ferkel und Mastschweine, sowie die Verletzungsfreiheit (Gesäuge, Fundament) der Sauen.