

Rutschsicherheit von gummierten Laufgangböden

Alfred Pöllinger^{1*} und Andreas Zentner²

Zusammenfassung

An der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurde im Jahr 2011 ein Liegeboxenlaufstall mit innen liegendem Fressgang und außenliegenden Liegeboxen in Cuccettenbauweise errichtet. Die Laufgänge wurden mit Gummimatten des Typs KURA-P der Fa. Kraiburg ausgelegt. Vor allem durch das rasche oberflächliche Antrocknen von schlecht abgeschobenen Mistschichten kam es vermehrt zu gefährlichen Ausrutschungen. Deshalb wurde im Jahr 2015 auf den beiden außenliegenden Laufgängen ein Teil der Fläche neu mit Matten des Typs profiKURA-P ausgelegt. Diese Matten weisen eine "opti-Grip-Oberfläche" mit eingearbeitetem Korund und sternförmigem Profil auf.

Um die beiden Mattentypen miteinander vergleichen zu können, wurden im Sommer 2015 Gleitreibungs-, Schrittlängen- und Rutschlängenmessungen auf den beiden Mattentypen durchgeführt und mit dem Statistikprogramm Statgraphics Centurion XVII analysiert.

Für die Matte KURA-P wurde ein Gleitreibwert μ von 0,42 und für die Matte profiKURA-P ein Wert von 0,48 gemessen. Die Werte unterscheiden sich gesichert voneinander. Mit der Schrittlängenmessung konnten ebenso gesicherte Unterschiede ermittelt werden. Auf der Matte KURA-P betrug die mittlere Schrittlänge 1,35 m und auf der Matte des Typs profiKURA-P 1,52 m. Die in noch keiner Literatur beschriebene und somit neu zu entwickelnde Methode der Rutschlängenmessung ergab ebenfalls signifikante Unterschiede zwischen den beiden Mattentypen. Von rund 4.900 gezählten Einzelritten auf beiden Mattentypen, über alle 10 Messtermine und über alle 20 Messfelder (Größe 1 m²), wurden 89 Rutschlängen gemessen. Für die Auswertung wurden davon 80 herangezogen. Auf der Matte KURA-P wurden 54 Ausrutschungen mit einer durchschnittlichen Rutschlänge von 40,2 cm gemessen. Auf der Matte profiKURA-P wurde bei 26 Ausrutschungen eine durchschnittliche Rutschlänge von 32,8 cm gemessen.

Somit konnten über alle Messmethoden hinweg deutliche Unterschiede hinsichtlich Trittsicherheit zugunsten des Mattentyps profiKURA-P gemessen werden. Die offizielle DLG anerkannte Gleitreibungsmessung zeigte bei beiden Mattensystemen eine ausreichende Rutschfestigkeit. Dieses Ergebnis deckt sich allerdings nicht mit den Praxisbeobachtungen. Dazu braucht es zur besseren Beurteilung in Zukunft verstärkt tierbezogene Verhaltensparameter.

Schlagwörter: Laufstall, Laufflächen, Gummimatten, Rutschfestigkeit, Messung, Rutschlänge

Summary

In 2011 a cubicle housing system has been built at the Agricultural Research and Education Centre (AREC) Raumberg-Gumpenstein. The loose housing system was developed with feeding alley inside and outside cubicles. The walking alleys were furnished with rubber mats of type KURA-P (Kraiburg Ltd.). Especially the quick surface drying of dung layers having badly been shifted away caused dangerous slipping, increasingly. Hence, in 2015 a part of the outside walking alleys area has been equipped with new mats of type profiKURA-P. These mats have an "opti-grip-surface" with incorporated corundum and radial profile. In order to be able to compare the two types of mats, in summer 2015 measurements in terms of skid resistance, step-length and skid-length have been carried out for both mat types and were statistically evaluated by the program Statgraphics Centurion XVII.

For KURA-P a skid resistance value μ of 0.42 was found and a value of 0.48 was measured for the other type of mat, profiKURA-P. These values clearly differ from each other. Clear differences were found in the measurements of step length, as well. On KURA-P the average step-length lay at 1.35 m and for the mat type profiKURA-P a step-length value of 1.52 m was measured. A method for measuring the skid-length has not been described in literature until now and was therefore newly developed, now. There were significant differences to find between the two types of mats, as well. From around 4,900 steps having been counted on both types of mats on all 10 measuring dates and over all 20 measuring fields (1 m²), 89 skidding-lengths were measured. 80 of these were taken for the evaluation. On KURA-P 54 slides with an average length of 40.2 cm were measured. On profiKURA-P an average skidding-length of 32.8 cm was measured at 26 slides.

Thus, obvious differences in terms of skid resistance in favour of mat type profiKURA-P could be shown via all measuring methods. The official measurement of skid resistance acknowledged by DLG showed a sufficient skid resistance at both mat types. This result, however, doesn't correlate with the observations on farms. Hence, in future we will need more animal-based parameters for a more accurate assessment.

Keywords: Cubicle housing, walking alley area, rubber mat, skid resistance, measurement

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Abteilung für Innenmechanisierung, Raumberg 38, A-8952 Irnding-Donnersbachtal

² Masterstudent an der Universität für Bodenkultur, Gregor-Mendel-Straße 33, A-1210 Wien

* Ansprechperson: Dipl.Ing. Alfred Pöllinger, alfred.poellinger@raumberg-gumpenstein.at



Einleitung und Problemstellung

Laufflächen werden in Rinderställen nach wie vor überwiegend aus Beton hergestellt. Auf diesen nimmt die Trittsicherheit innerhalb weniger Jahre rasch ab. Das gilt sowohl für planbefestigte als auch für perforierte Betonböden (PÖLLINGER, et al. 2015). Um den Tieren einen höheren Tierkomfort zu bieten, werden die Laufflächen – egal ob planbefestigt oder perforiert – immer öfter mit Gummimatten ausgelegt. Die Beweggründe für den Einbau von Gummimatten sind unterschiedlich. Seit einigen Jahren werden für zu rutschig gewordene Laufgangoberflächen aus Beton zunehmend Gummibeläge propagiert, nachdem erste Forschungsergebnisse positive Auswirkungen dieser Bodenoberfläche auf das Tierverhalten und die Klauengesundheit erwarten ließen (BENZ, 2002, zitiert in HAUFE 2010). Fehlende Rutschfestigkeit wirkt sich negativ auf das Lauf-, das Körperpflege- und das Brunstverhalten aus (STEINER, 2007; STEINER et al., 2009). Der ideale Stallboden für Milchkühe sollte trittsicher, verformbar und leicht zu reinigen sein (BERGSTEN, 2004, zitiert in HAUFE et al., 2010). Zu den Anforderungen an die Materialoberfläche zählt neben Aspekten des Tierschutzes und der Emissionsminderung somit auch eine entsprechende Rutschfestigkeit.

Gummimatten werden vor allem seitens der Hersteller weideähnliche Oberflächeneigenschaften (Weichheit – hohe Rutsicherheit – Abrieb) zugeordnet. Der Slogan „Legt die Weide in den Stall“ wird in diesem Zusammenhang von einem der Hersteller in der Werbung verwendet.

In einem Versuch von HAUFE (2010) wurden die Schrittlängen auf 36 Betrieben als Indikator für die Rutsicherheit auf den Laufgangoberflächen, Betonspaltenböden, Gussasphalt und planbefestigten Laufgangoberflächen mit Gummibelag im Winter und Sommer gemessen. Auf

Gummibelag machten die Milchkühe die längsten Schritte, was auf eine gute Trittsicherheit schließen lässt (zitiert nach HAUFE, 2010). Diese Aussage deckt sich nicht mit den Beobachtungen, die am Rinderforschungsstall der HBLFA Raumberg-Gumpenstein, insbesondere bei leicht angetrockneten, verschmutzten Laufgangoberflächen auf dem außenliegenden Laufgangbereich (Cuccetten) gemacht wurden. Aber auch auf einigen Praxisbetrieben wurden diese Beobachtungen bereits bestätigt.

Deshalb wurden auf den im Jahr 2011 neu errichteten Rinderforschungsstall der HBLFA Raumberg-Gumpenstein die im Außenlaufbereich eingebauten Matten der Fa. Kraiburg des Typs KURA-P teilweise mit den Matten des Typs profiKURA-P ersetzt und darauf verschiedene Messungen (Rutschlängen, Gleitreibung und Schrittlängen) durchgeführt.

Material und Methoden

Versuchsstall

Der im Jahr 2011 neu errichtete Rinderforschungsstall an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein ist als Liegeboxenlaufstall mit außenliegenden Liegeboxen in Cuccettenbauweise ausgeführt. In der Gebäudehülle befinden sich neben weiteren Versuchseinrichtungen (Futterzentrale, Tieflaufbuchten, Büro,...) der Futtertisch, der 3,8 m breite Fressgang mit Schieberentmischung, kombiniert mit einer 1,6 m breiten Stehfläche mit Querabtrennungen für das Fressen (siehe *Abbildung 1*). Die außenliegenden 3,8 und 4,65 m breiten Laufgänge werden ebenfalls mit einer Schieberentmischung täglich mehrmals abgeschoben. Die Laufgänge sind planbefestigt und alle mit Gummibelägen (KURA-P und Übergänge mit der Matte pediKURA-P) der

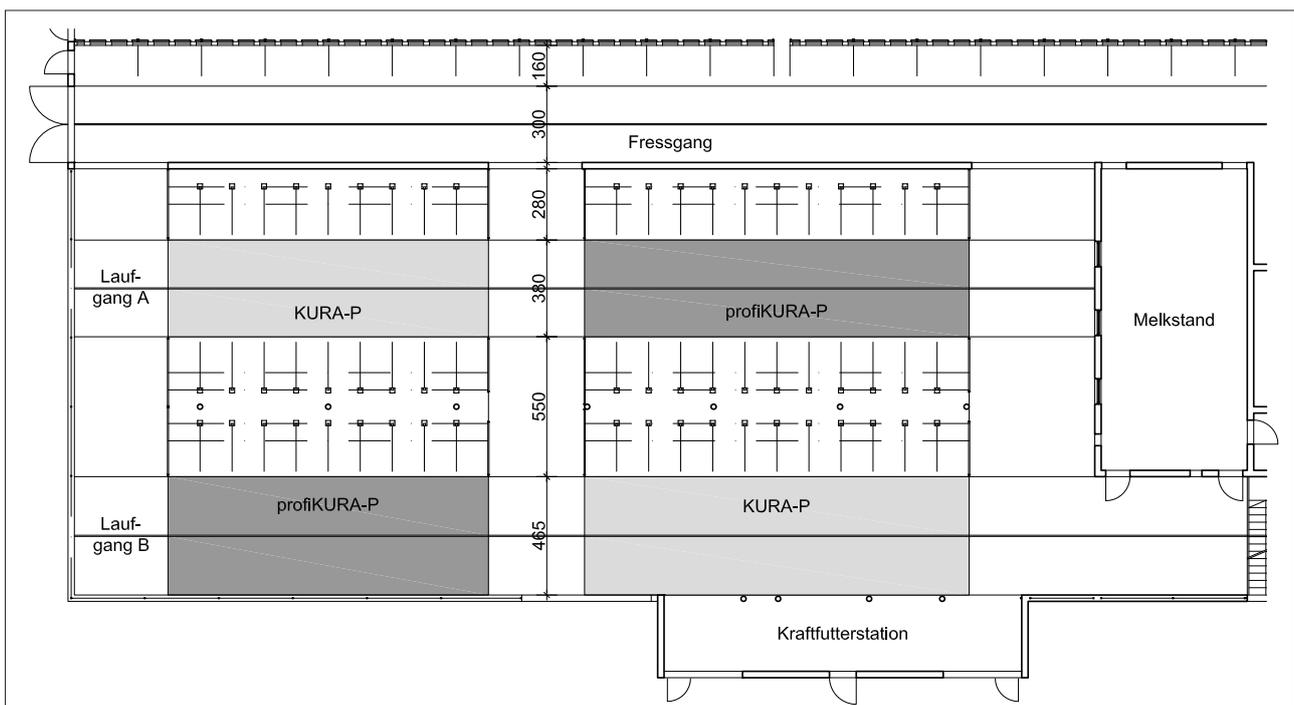


Abbildung 1: Verteilung der Gummimatten (KURA-P und profiKURA-P) auf den Laufgängen des Rinderforschungsstalles der HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 2015

Fa. Kraiburg ausgelegt (technische Daten siehe *Tabelle 1*). Auf den außenliegenden Laufgängen wurde im Sommer 2015 rund die Hälfte der Laufgangoberfläche mit den Matten des Typs profiKURA P ersetzt. Die Verteilung der Matten ist im Lageplan eingezeichnet (siehe *Abbildung 1*).

Die Laufflächen sind zudem mit einem Quergefälle von 1,5 % zu einer mittig gelegenen Führungsrinne hin betonierte. Die Führungsrinne besteht aus einer U-Schiene, in der das Zugseil für die Schieberentmistung läuft. Der Schieber läuft auf den beiden außenliegenden Laufgangflächen im Sommer acht Mal täglich. Der Fressgang wird im Sommer neun Mal abgeschoben. Im Winter werden die Laufgänge rund doppelt so oft abgeschoben. Die Schieber sind als Kombischieber ausgeführt. An den Außenseiten sind 50 cm lange Flügel montiert, die Ungleichmäßigkeiten in der Laufgangbreite auszugleichen haben. Im Mittelteil sind zwei Klappen montiert, die in der Rückwärtsfahrt nach oben gehoben werden. Die Klappen und die Räumleisten sind aus verzinktem Eisen hergestellt.

Die Längsachse des Gebäudes befindet sich genau in süd-östlicher Ausrichtung. Damit ist insbesondere im Sommer bei Sonnenschein eine rasche oberflächliche Abtrocknung der Laufgangoberfläche verbunden. Dabei kommt es vor allem in Kombination mit der nicht vollständig sauber abgeschobenen Oberfläche verstärkt zu Beobachtungen von gefährlichen Rutschungen.

Technische Daten der Gummimatten

In der *Tabelle 1* sind die technischen Daten der im Rinderforschungsstall an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein verlegten Gummimatten aufgelistet. Der Grundaufbau (Mattenstärke, Noppenanzahl und -höhe) der Laufgangmatten KURA-P, pediKURA-P und profiKURA-P für planbefestigte Böden im Milchviehstall ist gleich. Der Unterschied ergibt sich aus der unterschiedlichen Oberflächengestaltung der Matten. Während bei der Matte KURA-P kein Korund in die Oberfläche eingearbeitet ist, weisen die beiden anderen Mattentypen einen unterschiedlich hohen Korundanteil auf. Korund ist mit einem sternförmigen Profil in die Oberfläche integriert. Korund ist ein Aluminiumoxid, sehr hart und unempfindlich gegen Säuren und Basen. Korund wird für den natürlichen Abrieb der Klauen beigefügt. In der Gummimatte des Typs pediKURA-P ist eine vielfach höhere Korundmenge verarbeitet wie in der Matte des Typs profiKURA-P. Die Matte des Typs pediKURA-P wird auf wenige Flächenanteile (Empfehlung 20 % der Laufgangoberfläche) beschränkt. Die Matte profiKURA-P kann

aufgrund des deutlich geringeren Korundanteiles auf der gesamten Laufgangoberfläche eingesetzt werden (DLG-PRÜFBERICHT, 2014).

Tabelle 1: Technische Daten der Matten pediKURA-P und profiKURA-P (DLG-PRÜFBERICHT, 2014)

pediKURA-P und profiKURA-P Laufgangbelag	
Dicke	ca. 24 mm
Oberfläche	mit sternförmigem Profil mit integriertem Korund profiKURA-P mit Zick-Zack-Linie in der Oberfläche
Unterseite	mit Noppen Höhe ca. 5 mm
Shore A-Härte	ca. 65

Messung der Rutschlängen

Mit der Messung der Rutschlängen sollte ein tierbezogenes Merkmal zur möglichen Unterscheidung der Rutschsicherheit durch die Matten entwickelt werden. Dazu wurden die Erhebungen auf den vier Mattenflächen, jeweils zwei im Laufgang A und B, bei Mattentyp 1 (=KURA-P) und Mattentyp 2 (=profiKURA-P) jeweils 10 Einzelflächen (Messfelder) von 1x1 m durchgeführt. Dadurch erreichte man 20 Messfelder pro Mattentyp und Versuchs- bzw. Zählbereich. Die Messfelder lagen immer in einer Reihe nebeneinander in der Mitte der westseitig gelegenen Laufganghälfte (siehe *Abbildung 2*).

Die Messungen wurden zu 10 unterschiedlichen Terminen verteilt über den Sommer 2015 und bei trockenen Witterungsbedingungen durchgeführt. Um die kritischen Rutschsituationen zu erreichen, wurde die Oberfläche des Laufganges A händisch mit Wasser besprenkelt. Zuvor wurde der Laufgang mit dem händisch gesteuerten Schieber gereinigt. Der Laufgang B war mit einer Sprenkleranlage versehen, die den Laufgang nass und damit besser reinigbar und die Umgebung etwas kühler halten sollte. Auf diesem

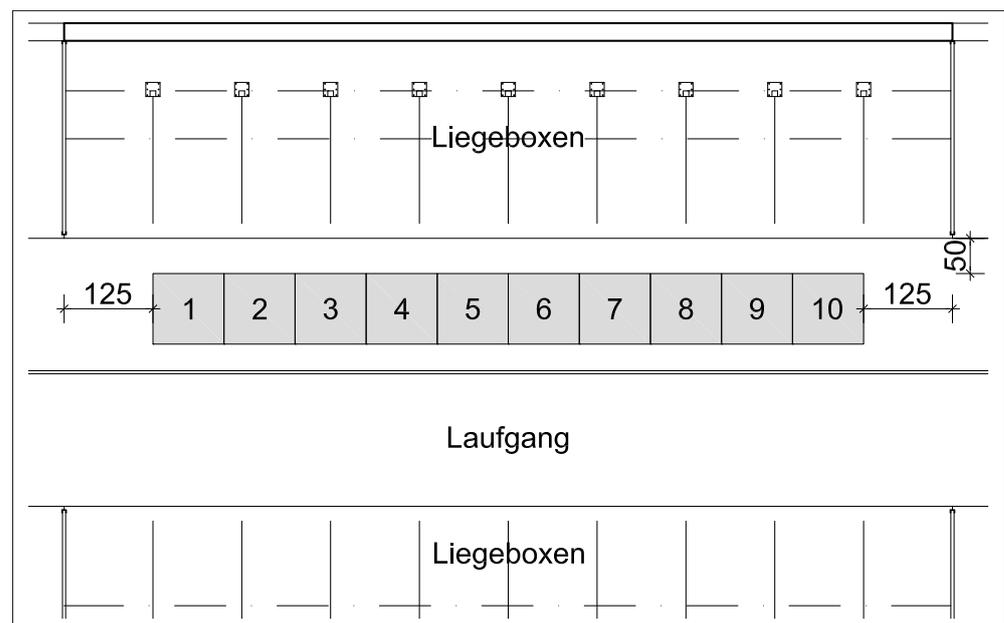


Abbildung 2: Lageplan der Messfelder innerhalb eines Mattentyps und eines Laufganges

Laufgang wurde der Schieber ebenfalls zur gleichen Zeit eingeschaltet wie auf der Fläche A. D.h. die Messungen wurden auf allen Laufgängen immer unter feuchten und damit annähernd vergleichbaren Bedingungen durchgeführt. Im Laufgang B befindet sich die Kraftfutterstation, in dessen Nahbereich eine erhöhte Aktivität feststellbar war. Dieser Umstand wurde in der Auswertung berücksichtigt.

Details zur Durchführung der Rutschlängenmessung

Die Messungen wurden jeweils am Vormittag zwischen 08:30 und 09:30 Uhr über alle terminlichen Wiederholungen hinweg durchgeführt. Die Versuchsflächen wurden während der Fresszeit – die Tiere waren fixiert – vorbereitet (Abschieben und anschließende Bewässerung). Nach dem Entsperren der Fressgitter, um ca. 08:15 Uhr, wurde zwischen 15 und 20 Minuten zugewartet.

Dann wurde mit dem Auflegen des 1x1 m großen Rahmens auf der Versuchsfläche 1, Gang A, Mattentyp 1 begonnen. In jedem Messquadrat wurde zuerst die Anzahl an Schritten gezählt. Die Tritte konnte man aufgrund der Untergrundvorbereitung gut sehen. Wenn innerhalb des Quadrates eine Rutschung erkennbar war, wurde die gesamte Rutschlänge gemessen. Dabei war es irrelevant ob die Rutschung im Quadrat begonnen hatte oder nur im Quadrat endete. Zur Längenmessung wurden der Anfangs- und der Endpunkt herangezogen, inklusive der Klauenlänge. Es wurde der Wert einer geraden Linie verwendet (siehe *Abbildung 3*).

Die Werte (Anzahl Tritte, Anzahl Rutschungen und Rutschlänge in cm) wurden in ein Messprotokoll eingetragen. In jenen Fällen, in denen pro Messzeitpunkt und Messfeld mehr als eine Rutschung gemessen werden konnte, wurde zwischen Rutschung 1, 2 und 3 unterschieden.

Gleitreibungsmessung

Die Gleitreibung wurde mit dem Gleitmessgerät GMG08 der ART in Tänikon gemessen. Dieses Gleitmessgerät entspricht dem Rutschfestigkeitsprüfstand des DLG-Testzentrums. Das «GMG08» besteht aus einem fahrbaren Rahmen, in dem Lineareinheit, Prüfkörper, Kraftmessdose, Computer und Batterie eingebaut sind (*Abbildung 4*).

Bei der Gleitreibungsmessung wird ein 10 kg schwerer Prüfkörper mit konstanter Geschwindigkeit von 20 mm/sec über eine Messstrecke von 370 mm gezogen. Die runde Gleiterscheibe aus Polyamid PA 6 mit einer Härte von 73°-Shore-D simuliert eine Klaue mit einem Durchmesser von 97 mm und einem «Tragrand» von 3 mm Breite und 1 mm Tiefe. Über eine Kraftmessdose und eine elektronische Auswertungs-einheit werden pro Millimeter fünf Gleitreibwerte erfasst; woraus 1750 auswertbare Werte pro Messstrecke resultieren. Der Gleitreibwert μ entspricht dem Koeffizienten aus Reibkraft und Normalkraft. Mit dem Computer werden verschiedene statistische Aus-

wertparameter laufend berechnet, am Bildschirm angezeigt und automatisch gespeichert (zitiert aus STEINER, 2009).

Die Messung der Gleitreibung der gummierten Laufgänge im Rinderforschungsstall der HBLFA Raumberg-Gumpenstein erfolgte an drei Terminen. Die erste Messung fand am 22.09.2015, die zweite am 24.09.2015 und die dritte am 02.10.2015 statt, bei unterschiedlichen Reinigungszuständen der Oberfläche (verschmutzt – mit Schieber abgeschoben; sauber – wassergereinigt) und in vierfacher Wiederholung mit jeweils zwei unterschiedlichen Messrichtungen (längs und quer) pro Wiederholung (Messpunkt). Die Querfahrt wurde in die Gefällrichtung (1,5 %) durchgeführt. Damit standen 32 Gleitreibungswerte für die statische Auswertung zur Verfügung.

Die Schrittlängenmessung

Für die Messung der Schrittlängen wurden zu einem Termin nach der Melkzeit vom Betreuungspersonal zufällig sechs Kühe ausgewählt und einzeln über die gesamte Länge des Laufganges A getrieben. Damit wurde gewährleistet, dass von einem Tier beide Mattentypen in einem Durchgang überschritten werden konnten. Der Treiber ging in einem



Abbildung 3: Messen einer Rutschlänge – in diesem Beispiel 54 cm

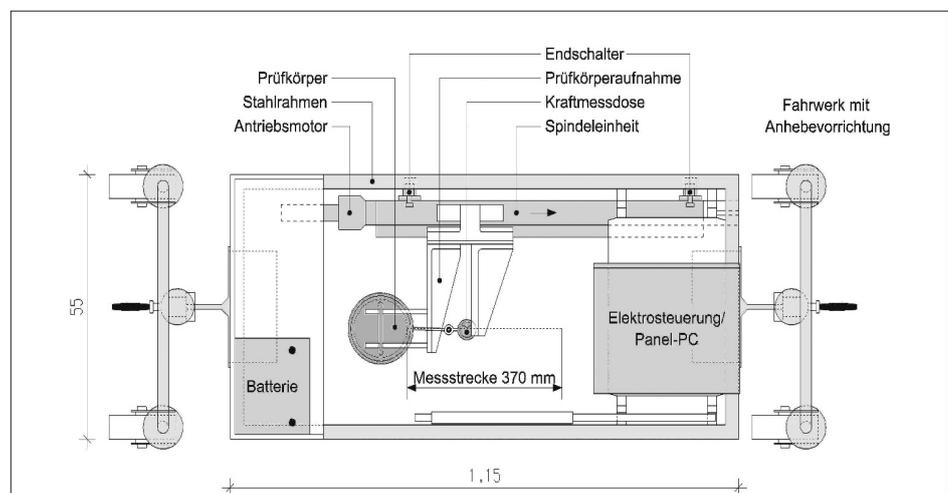


Abbildung 4: Draufsicht auf das Gleitmessgerät GMG08 (STEINER, 2007).

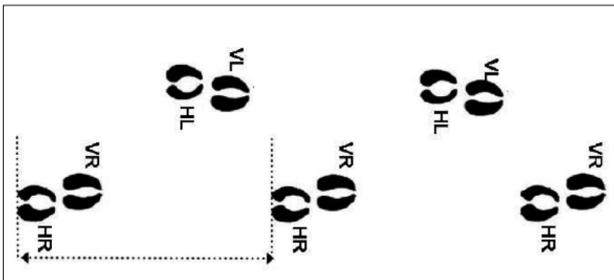


Abbildung 5: Schema zur Messung der Schrittweiten (HAUFE, et al., 2010)

dem Tier vertrauten Abstand ruhig hinterher. Danach wurde die Schrittweite gemessen. Als Schrittweite wurde der Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Klauenabdrücken der rechten Hinterhand definiert (Abbildung 5). Jede einzelne Schrittweite wurde gemessen, in Meter ausgegeben und im Protokoll eingetragen. Es wurden fünf Schrittweiten pro Kuh und pro Mattentyp für die statistische Auswertung herangezogen.

Ergebnisse

Die Rohdaten der Messreihen wurden in einer MS-Access-Datenbank gesammelt, klassifiziert und mit dem Statistikprogramm Statgraphics Centurion XVII analysiert. Alle hier dargestellten Ergebnisse wurden vor der Bewertung mit einem allgemeinen linearen Modell auf mögliche Ausreißer und ihre Verteilung (Shapiro-Wilk-Test) geprüft.

Bewertungsmodell - Gleitreibung

$$y_{ij} = my + M_i + R_j + (MR)_{ij} + e_{ij}$$

wobei

y_{ijkl} = Beobachtungswert der abhängigen Variable
→ Gleitreibung in μ

my = gemeinsame (mittlere) Konstante

M_i = fixer Effekt der verwendeten Matte
(1=KURA-P und 2=profiKURA-P)

R_j = fixer Effekt der Messrichtung (1=Längsrichtung, 2=Querrichtung)

$(MRI)_{ij}$ = Wechselwirkung aus Matte und Messrichtung

e_{ij} = Restkomponente

Gleitreibung

Die normalverteilten und Ausreißer freien Gleitreibungsmessungen wurden mit dem nebenstehenden Modell untersucht. Die Elemente der Klasse Matte unterschieden sich hochsignifikant (p -Wert $0,003 < 0,05$), die Klassenunterschiede der Messrichtung liegen nahe an der Schwelle zur Signifikanz (p -Wert $0,052 > 0,05$). Die Wechselwirkung aus beiden Klassen ist nicht signifikant (p -Wert $0,141 > 0,05$). Der Anteil der Reststreuung ist hoch ($R^2 = 45,8\%$). Matte 1 (KURA P) erreicht mit einem Gleitreibungswert von $0,428 \mu$ einen um $0,06 \mu$ niedrigeren Reibungswert als Matte 2 (profiKURA-P) (siehe Tabelle 2). Das bedeutet dass die Matte KURA-P zwar noch nicht als rutschig, im Sinne „sanierungsbedürftig“ eingestuft werden muss, allerdings einen hoch signifikanten Unterschied zur Matte 2 (profiKURA-P) aufweist. Die Matte 2 (profiKURA-P)

entspricht mit dem Wert von $0,487 \mu$ auch dem offiziellen Prüfergebnis der DLG.

Der Gleitreibungswert in Längsrichtung unterscheidet sich zur Querrichtung um $0,03 \mu$. Das bedeutet dass das Gefälle von $1,5\%$ zur Führungsrinne hin einen deutlichen Einfluss auf den Gleitreibungswert hat. Dieser Effekt ist auf der Matte 1 (KURA-P) deutlich höher als auf der Matte 2. Der Effekt der Richtungsmessung wird vom Mattentyp um das Doppelte übertroffen.

Tabelle 2: Gleitreibungswerte μ der beiden im Rinderforschungstall der HBLFA Raumberg-Gumpenstein eingebauten Mattentypen der Fa. Kraiburg, 2015

Mattentyp	Gleitreibungswert μ	p-Wert
KURA-P	0,428	0,0003
profiKURA-P	0,487	

$R^2 = 45,8\%$

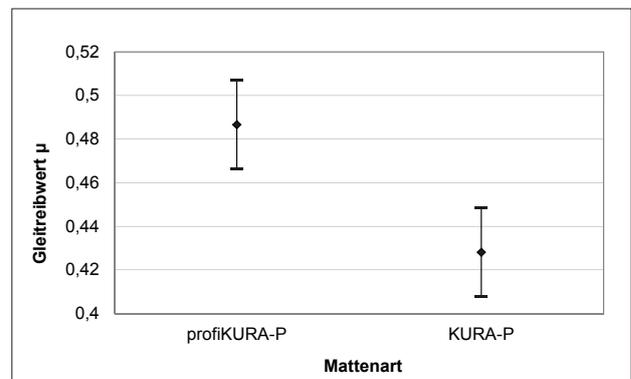


Abbildung 6: Gleitreibungswerte μ für die Matten KURA-P und profiKURA-P im Rinderforschungstall der HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 2015

Schrittweiten

Die normalverteilten und Ausreißer freien Schrittweitenmessungen wurden mit dem nebenstehenden Modell untersucht. Die Elemente der Klasse Matte unterschieden sich gesichert (p -Wert $0,000 < 0,05$) voneinander, ebenso wie die Klassenunterschiede des Einzeltieres (p -Wert $0,000 > 0,05$). Die Wechselwirkung aus beiden Klassen ist nicht signifikant, liegt aber nahe an der Signifikanzgrenze (p -Wert $0,0566 > 0,05$). Der Anteil der Reststreuung ist allerdings gering ($R^2 = 83,2\%$).

Bewertungsmodell - Schrittweiten

$$y_{ij} = my + M_i + R_j + (MR)_{ij} + e_{ij}$$

wobei

y_{ijkl} = Beobachtungswert der abhängigen Variable
→ Schrittweite in m

my = gemeinsame (mittlere) Konstante

M_i = fixer Effekt der verwendeten Matte
(1=KURA-P und 2=profiKURA-P)

R_j = fixer Effekt des Einzeltieres (Kuh1-6)

$(MRI)_{ij}$ = Wechselwirkung aus Matte und Einzeltier

e_{ij} = Restkomponente

Matte 1 (KURA-P) erreicht mit einer Schrittlänge von 1,35 m einen um 0,17 m geringeren Wert als Matte 2. (profiKURA-P) mit 1,52 m (siehe *Tabelle 3* und *Abbildung 7*). Das bedeutet, dass die Tiere aufgrund des erkennbaren Untergrundes größere Schritte auf dem zu prüfenden Mattentyp machten. Die einzeltierbezogenen Unterschiede in der Schrittlänge sind auf beiden Mattentypen gleich stark erkennbar.

Rutschlängen

Die normalverteilten und Ausreißer freien Rutschlängenmessungen wurden mit dem nebenstehenden Modell untersucht. Die Elemente der Klasse Matte unterschieden sich signifikant (p -Wert $0,023 < 0,05$), die Klassenunterschiede der Messtermine unterscheiden sich gesichert voneinander (p -Wert $0,0006 > 0,05$). Die Wechselwirkung aus beiden

Bewertungsmodell - Rutschlängen

$$y_{ij} = my + M_i + R_j + (MR)_{ij} + e_{ij}$$

wobei

y_{ijkl} = Beobachtungswert der abhängigen Variable
→ Rutschlänge in cm

my = gemeinsame (mittlere) Konstante

M_i = fixer Effekt der verwendeten Matte
(1=KURA-P und 2=profiKURA-P)

R_j = fixer Effekt des Laufganges (1=Laufgang A,
2=Laufgang B)

$(MRI)_{ij}$ = Wechselwirkung aus Matte und Laufgang

e_{ij} = Restkomponente

Klassen ist nicht signifikant. Der Anteil der Reststreuung ist sehr hoch ($R^2 = 35,9\%$).

In der *Abbildung 8* ist die durchschnittliche Anzahl an gezählten Tritten über alle 10 Termine hinweg auf den Laufgangflächen A und B aufgetragen. Daraus zeigt sich eine klar unterschiedliche Nutzungsintensität der beiden Laufgänge (A und B). Gleichzeitig gibt es keinen Zusammenhang zwischen der Anzahl von Tritten und dem Mattentyp. Damit kann bewiesen werden, dass die Auswahl der Flächen hinsichtlich vergleichbarer Bedingungen für die Mattenprüfung ausreichend gut gelungen war.

Matte 1 (KURA-P) erreicht mit einer Rutschlänge von 40,2 cm einen um 7,4 cm größeren Wert als die Matte 2 mit 32,8 cm (siehe *Tabelle 4* und *Abbildung 9*). Das bedeutet, dass wenn ein Tier auf der Matte 1 ausrutscht deutlich länger rutscht, als auf der Matte 2.

Die Rutschlängen, bezogen auf die verschiedenen Messzeitpunkte unterscheiden sich voneinander deutlich. Das bedeutet, dass zu den unterschiedlichen Messzeitpunkten auch die unterschiedlichen Bedingungen einen Einfluss auf die Rutschlänge haben.

Für die Beurteilung des Mattentyps im Zusammenhang mit der Rutschlängenmessung wurden nur die Längenmessungen der ersten Rutschung in einem Messfeld (1 m^2) herangezogen. Insgesamt wurden 89 Rutschlängen über alle Messtermine, Messfelder und Matten hinweg gemessen. Davon wurden 9 Messungen nicht berücksichtigt, weil die Rutschung in einem Messfeld gemessen wurde, in der schon eine Rutschlänge zum gleichen Termin bestimmt worden

Tabelle 3: Schrittlängen auf den beiden Mattentypen der Fa. Kraiburg im Rinderforschungstall der HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 2015

Mattentyp	Schrittlänge in m	p-Wert
KURA P	1,35	0,0000
profiKURA P	1,52	

$R^2 = 83,2\%$

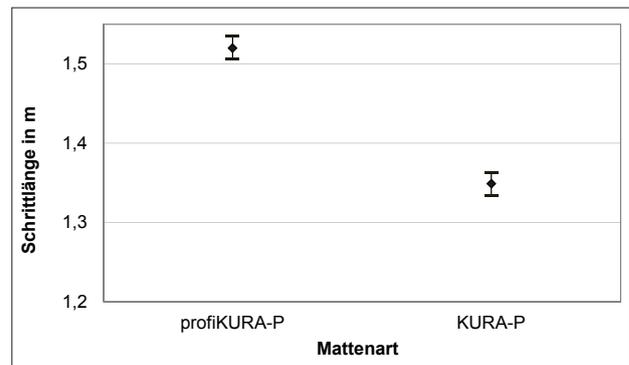


Abbildung 7: Schrittlängen auf unterschiedlichen Mattentypen der Fa. Kraiburg, gemessen im Rinderforschungstall der HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 2015

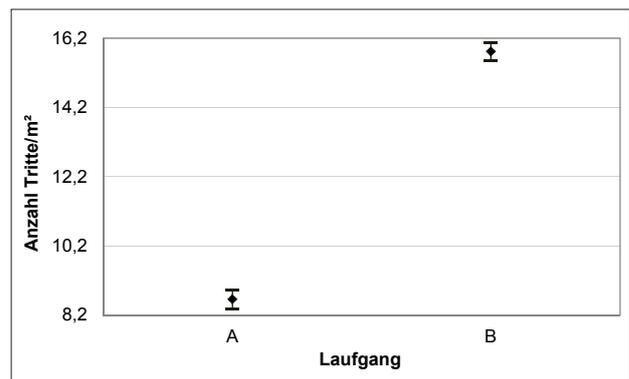


Abbildung 8: Anzahl an Tritten auf den Messfeldern der unterschiedlichen Laufgänge (A und B)

Tabelle 4: Anzahl an Rutschungen und durchschnittliche Rutschlängen auf den unterschiedlichen Matten. Gemessen im Rinderforschungstall an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 2015.

Mattentyp	Anzahl Tritte	Anzahl an Rutschungen	Durchschn. Rutschlänge in cm	p-Wert
KURA-P	2.409	54	40,2	0,0231*
profiKURA-P	2.486	26	32,8	

$r^2 = 35,9\%$

war. In nur einem Messfeld wurden zu einem Termin drei Rutschungen gemessen.

Entscheidend für die Beurteilung ist auch die Anzahl an Rutschungen bezogen auf den Mattentyp. So wurden auf der Matte KURA-P 54 Rutschungen und auf der Matte profiKURA-P nur 26 Rutschungen im Vergleichszeitraum und auf den Vergleichsflächen gemessen. Dabei waren die Anzahl der Tritte bezogen auf die Gesamtfläche über alle

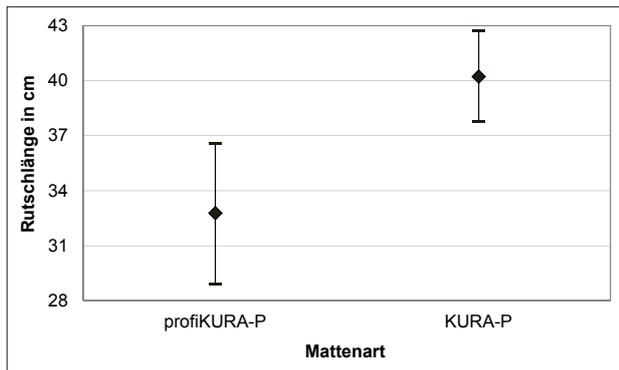


Abbildung 9: Rutschlängen in cm auf zwei unterschiedlichen Mattentypen. Ermittelt in 10 Messreihen im Rinderforschungsstall der HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 2015

Termine annähernd gleich groß (siehe Tabelle 4). Wenn man die Anzahl der Rutschungen mit der durchschnittlichen Rutschlänge multipliziert, dann errechnet sich für die Matte KURA-P eine „Gesamtrutschlänge“ von 21,7 m und für die Matte profiKURA P von 8,5 m.

Diskussion der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Messungen der Rutschlängen, der Gleitreibung und der Schrittlängen weisen deutliche Unterschiede zugunsten der neu entwickelten gummierten Laufgangmatte des Typs profiKURA-P hinsichtlich einer verbesserten Rutschfestigkeit auf. Diese Ergebnisse sind auch empirisch vom Stallpersonal an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein bestätigt worden. Rein optisch beurteilt wurde allerdings durch die etwas stärker geraute Oberfläche der Matte profiKURA-P der Grad der Restverschmutzung erhöht.

Besonderes Interesse gilt der Gleitreibungsmessung, die nach offiziellen Kriterien, (DLG Methode zur Beurteilung der Rutschfestigkeit von Stalloberflächen) durchgeführt wurde. Demnach sind beide Mattentypen als ausreichend rutschfest zu bezeichnen. Die im DLG Focus Test erbrachten Ergebnisse wurden ebenfalls mit „gut“ bewertet (siehe Tabelle 5).

Einschränkend ist allerdings festzuhalten, dass die unter den standardisierten Testbedingungen gemessenen Werte $> 0,45 \mu$ betragen, während der Wert, der an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein im Mittel auf der Matte KURA-P erreicht wurde, nur $0,42 \mu$ betrug. Verwendet man in der Auswertung allerdings nur die unter völlig ebenen Bedingungen gemessenen Werte (Messrichtung längs), dann erhält man auch auf der Laufgangoberfläche im Rinderforschungsstall einen arithmetischen Mittelwert von $> 0,45 \mu$. Deshalb dürfte sich in diesem Zusammenhang die Notwendigkeit ergeben, die DLG Messmethode auf bestimmte

Tabelle 5: Ergebnis aus dem DLG Focus Test Rutschfestigkeit 06/14 für pediKURA-P und profiKura-P.

Prüfung	Bewertung*
Rutschfestigkeit bei Gleitzugversuchen auf trockenem und nassem Belag gut	+

* Bewertungsbereich: +/-

Oberflächen einzuschränken, bzw. verstärkt ergänzende tierbezogene Verhaltensparameter in die Beurteilung mit einzubeziehen. Jedenfalls ist es mit dem Einbau der neuen Laufgangmatten profiKURA-P gelungen die gefährlichen Ausrutschungen deutlich zu minimieren.

Aufgrund des Aufbaues der Matten ist eine vorzeitige oberflächliche Abnutzung im Rahmen der Herstellergarantie von 5 Jahren nicht zu befürchten. Hinweise dazu liefern die in der Praxis schon seit länger als 5 Jahren eingebauten pediKURA-P Matten.

Literatur

- BERGSTEN C., 2004: Healthy feet require cow comfort 24 hours. In: Proceedings of the 13th International Symposium and 5th conference on lameness in ruminants, 9. Session: Housing Management, Animal Behaviour and Claw Health. Maribor, Slovenia, pp. 184–191
- DLG-PRÜFBERICHT, 2014: DLG-Prüfbericht 6217F Laufbeläge pediKURA und profiKURA, Rutschfestigkeit. DLG Fokus Test 06/14 Rutschfestigkeit. www.DLG-Test.de
- PÖLLINGER, A., HUBER, G., STEINER, B., 2015: Die Beurteilung der Rutschfestigkeit von Stallfußböden und die Prüfung ausgesuchter Sanierungsmaßnahmen. Abschlussbericht StaBoSan, Projekt Nr. 2382. Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt Raumberg-Gumpenstein, 8952 Irnding.
- HAUFE, H. C., FRIEDLI, K., WECHSLER, B., STEINER, B., 2010: Laufflächen im Liegeboxenlaufstall: Ein Vergleich verschiedener Bodenarten im Hinblick auf die Klauengesundheit und das Tierverhalten. ART Bericht 723. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Tänikon, CH-8356 Ettenhausen. ISSN 1661-7568
- STEINER, B., 2007: Sanierung von Beton-Laufflächen, Entwicklung und Bewertung von neuen Verfahren. ART Bericht Nr. 690. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Tänikon, CH-8356 Ettenhausen
- STEINER, B., KECK, M., THALMANN, C., ZÄHNER, M., 2009: Bodensanierung in Rinderställen - Entwicklung und Bewertung von neuen Verfahren. Bautagung Raumberg-Gumpenstein 2009, 45 – 50. ISBN: 978-3-902559-30-2.
- STEINER, B., 2009: Bodengestaltung in Melkständen. ART Schriftenreihe 9 Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH-8356 Ettenhausen