

Ein neues Verfahren zur Sanierung von Stallfußböden?

Alfred Pöllinger^{1*} Gregor Huber¹ und Beat Steiner²

Zusammenfassung:

Betonböden im Rinderlaufstall verlieren innerhalb kurzer Zeit (5-10 Jahre) die für eine tierschutzgerechte Rinderhaltung notwendige Rutschfestigkeit. Für Spaltenböden gibt es relativ wenige geprüfte und auf längere Nutzungsdauer ausgerichtete Sanierungsverfahren, weshalb ein Sanierungsunternehmer das „Kugelgranulat Scheuern“ entwickelt hat. Dabei wird über einen 4 kW E-Motor eine Scheuerplatte angetrieben und ein Kugelgranulat mit Wasser injiziert. Damit werden Verkalkungen an der Oberfläche vibrationsarm abgetragen.

Dieses Verfahren wurde vom LFZ Raumberg-Gumpenstein in Kooperation mit der ART Tänikon und der BBK Horn (NÖ) auf drei Betrieben vor und nach der Sanierung (unmittelbar im Abstand von 16 Monaten) und auf vier weiteren Betrieben nur 16 Monate nach der Sanierung untersucht.

Mit dem Kugelgranulat Scheuern wurde unmittelbar nach der Sanierung eine hohe Rutschfestigkeit erreicht (GL_MW 0,375). Im zeitlichen Vergleich (rd. 16 Monate später) musste allerdings eine rasche Verringerung der Rutschfestigkeit festgestellt werden. Im Vergleich zu den bereits bekannten Sanierungsverfahren (HDW und Aufrauen/Rillieren) konnte mit dem Kugelgranulat Scheuern nach rd. 16 Monaten ein minimal höherer Gleitreibbeiwert (>0,30) gemessen werden. Positiv zu erwähnen sind der vibrationsarme und damit im Hinblick auf Schäden im Betongefüge schonende Geräteinsatz.

Weitere Untersuchungen von mechanischen Sanierungsverfahren, vor allem in Kombination mit einer periodischen Säurebehandlung, sind prüfenswert. Mit der Kombination von chemischen und mechanischen Verfahren könnte die Dauerhaftigkeit der Sanierungsmaßnahme möglicherweise kostengünstig erhöht werden.

Schlüsselwörter: Laufstall, Betonboden, Spaltenboden, Rutschfestigkeit, Sanierung

Summary:

After just a few years, the skid resistance of solid-concrete floors in loose housing for dairy cows decreases sharply.

For slatted floors there are only a few methods known and tested to improve the skid resistance. Therefore, a new method the „Kugelgranulat Scheuern“ (pelletgranulat sanding) was developed. The equipment will be powered by a 4 kW E-engine which moves the sanding plate, thereby enjecting water and pelletgranulat. There are no vibrations transmitted from the machine the slatted floor.

This new system was tested by the Austrian federal agricultural research institute Raumberg-Gumpenstein in cooperation with the Swiss federal institute FAT Tänikon. The testing was completed on three farms with slatted floors. The skid resistance was measured before, immediately after and 16 months after the refurbishment by the ballgranulat sanding.

There were good results shown immediately after the refurbishment (GL_MW 0,375). After 16 months, the skid resistance decreases sharply. In comparison to well known refurbishment methods (pressure washing, and grooving and roughening in both directions (both crossways and lengthways direction)) the skid resistance value was slightly higher after 16 months (>0,30).

Further investigations from mechanical refurbishment methods in combination with chemical refurbishment methods (citrus acid) have to be done.

Keywords: loose housing, concrete floor, slatted floor, skid resistance, refurbishment

Einleitung und Problemstellung:

Laufflächen werden in Rinderställen nach wie vor überwiegend aus Beton hergestellt. Auf diesen Laufställen nimmt die Trittsicherheit bei Beton-Laufflächen innerhalb weniger Jahre rasch ab. Das gilt sowohl für planbefestigte als auch für perforierte Betonböden. Dies wirkt sich 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. Zur mechanischen Sanierung von planbefestigten Betonoberflächen eignet sich unter Berücksichtigung dieser Anforderungen im Besonderen die Kombination von Aufrauen und Rillieren zur Wiederherstellung der Fein- und Grobstruktur (STEINER, 2007). Das Rillieren erfolgt mit Rund- und Achtkantlamellen längs mit 3,0 mm Bearbeitungstiefe, 10 mm Breite und 20 mm Achsabstand – für die Grobstruktur.

¹ LFZ Raumberg-Gumpenstein, Abteilung für Innenwirtschaft, Raumberg 38, A-8952 IRDNING

² Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH-8356 ETTENHAUSEN

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



Das Aufrauen erfolgt mit Rundlamellen in Querrichtung mit 1,5 mm Bearbeitungstiefe 7 mm Breite und 8 mm Achsabstand – für die Feinstruktur.

Zur Sanierung von Spaltenböden werden von der Industrie unterschiedlichste Verfahren angeboten, allerdings können nur wenige Verfahren aus wissenschaftlicher Sicht empfohlen werden. Neben den Möglichkeiten des Spaltentausches oder der Aufbringung von Gummiaufgaben werden zur Sanierung die Verfahren Säurebehandlung (vorzugsweise Zitronensäure), das Hochdruckwasserstrahlen mit Strahlmittel (HDW) sowie das Rillieren eingesetzt (STEINER, 2007). Die zur Zeit verfügbaren Sanierungsverfahren auf Spaltenböden weisen meist erhebliche Nachteile auf: Säurebehandlungen sind zwar günstig in der Anwendung, allerdings fehlt die Langzeitwirkung (max. 1 Jahr). HDW mit Strahlmittel erweist sich sehr arbeitsaufwendig und ergibt bei mehrfacher Anwendung erhebliche Ablagerungen des Strahlmittels in den Güllekanälen. Mit den Fräsverfahren wiederum werden die Spaltenkanten sowie die Statik beeinträchtigt.

Im Zuge der Verfahrensvergleiche von verschiedenen in der Praxis angebotenen Sanierungsverfahren auf Betrieben in Niederösterreich entwickelte ein Anbieter, der bereits das HDW auf Betrieben einsetzt, eine Schleiftechnik zum Aufrauen der Spaltenbodenoberfläche. Das sogenannte „Kugelgranulat Scheuern“ wurde beginnend im Jahr 2010 auf mehreren Betrieben eingesetzt und seitens des LFZ Raumberg-Gumpenstein in enger Abstimmung mit der BBK Horn und der ART in Tänikon wissenschaftlich begleitet.

Material und Methoden:

Praxisbetriebe:

Auf sieben milchviehhaltenden Betrieben mit Betonspaltenböden wurde das Verfahren „Kugelgranulat Scheuern“ zur Erhöhung der Rutschfestigkeit eingesetzt. Auf drei Betrieben wurde die Ausgangssituation, unmittelbar nach dem Aufrauen und ca. 16 Monate nach der Sanierung die Oberflächenrauheit untersucht. Auf vier weiteren Betrieben wurde nur einmalig, nach der Sanierung, die Gleitreibung auf den behandelten Spalten gemessen (Tabelle 1). Auf weiteren fünf Praxisbetrieben wurden die wissenschaftlich bereits gut untersuchten Verfahren Hochdruckwasserstrahlen (1 Betrieb), das Längsrillieren (3 Betriebe) und das Aufrauen und Rillieren vergleichend untersucht (1 Betrieb).

Funktionsweise des Kugelgranulat Scheuerns:

Ein speziell behandeltes Mineral wird in Form eines Kugelgranulates unter ein von der Firma entwickeltes, rotierendes Scheuerwerkzeug injiziert. Die mineralischen Kugeln bringen aufgrund der kleinen, mikroskopischen Auflagefläche die Ablagerungen/Verkalkungen zum Abplatzen. Gleichzeitig wird die Betonoberfläche leicht angeraut. Die Rautiefe ergibt sich durch Drehzahl, Art und

Tabelle 1: Überblick zu den untersuchten Betrieben deren Spaltenböden mit dem Verfahren „Kugelgranulat Scheuern“ saniert wurden.

Betriebe	Anzahl Tiere auf Spalten u. Rasse ¹⁾	Fabrikat und Herstellungsjahr der Spalten	Messtermine	
			Sanierung	Tage (Jahre) nach Sanierung
Betrieb A	39 MK Fleckvieh	Max Lochboden 1997	Okt.2011	525 (1,44)
Betrieb B	32 MK Fleckvieh	Petz Betonboden (Kunstfaser) 1997	Dez.2011	477 (1,31)
Betrieb C	20 MK Fleckvieh	Max Lochboden 1988	Nov.2011	485 (1,33)
Betrieb D	23 MK Fleckvieh	Max Lochboden 1995	Jän.2012 n.g. ²⁾	439 (1,20)
Betrieb E	65 Kalbinnen Holstein	Max Lochboden 1994	Nov.2011 n.g.	507 (1,39)
Betrieb F	30 MK Fleckvieh	Petz Betonboden 1999	Dez.2011 n.g.	473 (1,30)
Betrieb G	33 MK Fleckvieh	Stallit 1999	Mai 2012 n.g.	335 (0,92)

¹⁾ Anzahl Tiere die sich auf den zu sanierenden Spaltenboden befanden

²⁾ n.g. nicht gemessen

Tabelle 2: Technische Daten der Scheuereinheit (Firmenangabe)

Motorleistung in kW	4
Notwendiger Stromanschluss in A	16
Durchmesser der Scheuerplatte in mm	400
Eigengewicht in kg	120
Notwendiger Durchgang in mm	500
Lärmpegel in dP	85
Kugelgranulatbedarf/100 m ² in kg	5
Besonderheiten	Vibrationsfrei



Bild 1: Das Kugelgranulat Scheuern mit der Schleifwirkung zum Sanieren von planen Oberflächen

Auflast des Scheuertellers bzw. durch die Granulatmenge (www.wimmer-innovativ.at). Es bedarf eines herkömmlichen Wasseranschlusses. Das Wasser ist der Träger für das Injizieren der Kugelgranulate und sorgt für einen staubfreien Betrieb. Die Aufwandmenge an Granulat liegt bei 5-10 kg pro 100 m² zu sanierender Fläche.

Dieses neuartige Verfahren auf Basis der beschriebenen Technik entfernt laut Firmenangaben schonend und ohne Veränderung des Betongefüges alle Verunreinigungen

und Ablagerungen. Die Arbeitsweise ist vibrationsarm und stellt damit keine übermäßige mechanische Belastung für den Spaltenboden dar.

Messung der Gleitreibung:

Die Gleitreibung wurde mit dem Gleitmessgerät GMG08 der ART in Tänikon gemessen. Die Messungen erfolgten im gereinigten und nassen Zustand der Oberflächen. Das «GMG08» besteht aus einem fahrbaren Rahmen, in dem Lineareinheit, Prüfkörper, Kraftmessdose, Computer und Batterie eingebaut sind (Abbildung 1). Bei der Gleitreibungsmessung wird ein 10 kg schwerer Prüfkörper mit konstanter Geschwindigkeit von 0,02 m/s 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 3/1 mm. Über eine Kraftmessdose und eine elektronische Auswerteinheit 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 Auswerteparameter hochlaufend berechnet, am Bildschirm angezeigt und automatisch gespeichert (zitiert aus STEINER, 2009).

Statistische Auswertung:

Für die statistische Auswertung wurden alle in der Praxis untersuchten Verfahren herangezogen und dazu Klassen gebildet. Für die Bewertung der Beziehung zwischen den einzelnen Klassen und den abhängigen Parametern (Gleitreibwert und PP1) wurde das Programm Statgraphics Centruion XV verwendet. Mit einer multivariaten Regressionsanalyse wurden die Daten ausgewertet. Zum direkten Vergleich mit dem Verfahren „Kugelgranulat Scheuern“ wurden nur jene Verfahren herangezogen, bei denen sowohl die Ausgangssituation, als auch der zeitliche Verlauf (unmittelbar und ca. 16 Monate nach der Sanierung) miterhoben wurden.

Ergebnisse:

Die Ergebnisse der Rutschfestigkeitsmessungen sind in der Tabelle 3 zusammengefasst. Es sind die Gleitreibmittelwerte (GL_MW) und die Spitze-Spitze Mittelwerte (PP1_MW) unmittelbar (=2) und rund 16 Monate (=3) nach der Sanierung mit den wichtigsten Begleitparameter (Anzahl Betriebe und Anzahl der Einzelwerte) und den Signifikanz aufgeführt.

Unmittelbar nach der Sanierung wurden auf allen Oberflächen eine ausreichend hohe Rutschfestigkeiten gemessen.

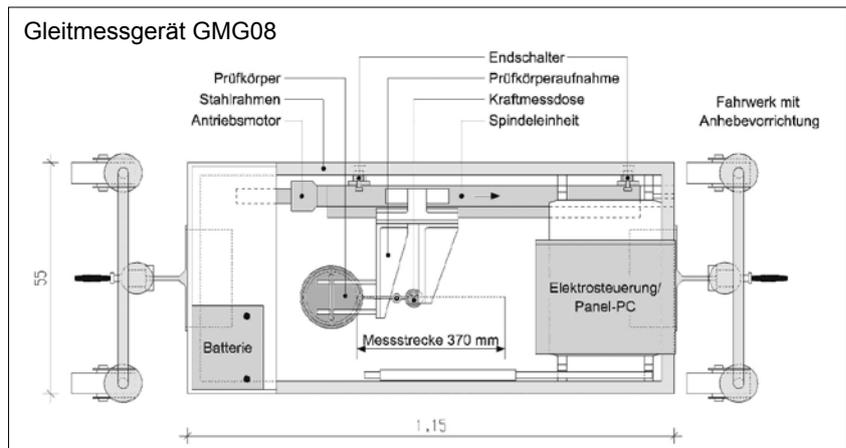


Abbildung 1: Zur Messung der Rutschfestigkeit mit dem Gleitmessgerät GMG08 wird ein Prüfkörper, der eine Klaue simuliert, über eine Strecke von 370 mm gezogen (STEINER, 2007).

Tabelle 3: Ergebnisse der Gleitreibungsmessung bei unterschiedl. Sanierungsverfahren

Verfahren	HDW 2500 bar		Längsrillieren		Aufrauen/Rillieren		Kugelgranulat Scheuern	
	2	3	2	3	2	3	2	3
Zeitpunkt ¹⁾	2	3	2	3	2	3	2	3
Anzahl Betriebe	1		3		1		3	
Anzahl n	12	12	44	35	24	13	36	87
GL_MW μ	0,380	0,284	0,369	0,264	0,351	0,277	0,375	0,304
Signifikanz	a		b		b		a	
MW PP1 μ ssa	0,040	0,040	0,076	0,078	0,065	0,062	0,043	0,029
Signifikanz	a		b		c		a	

$R^2 = 66,9\%$ (GL_MW) und $63,3\%$ (PP1_MW)

Standardfehler der Schätzung: 0,0293 (GL_MW) und 0,0157 (PP1_MW)

¹⁾ 2 = unmittelbar nach der Sanierung; 3=rd. 16 Monate nach der Sanierung



Bild 2: Oberflächenstruktur unmittelbar nach dem „Kugelgranulat Scheuern“

Die Varianten HDW 2500 bar und das Kugelgranulat Scheuern (beide GL_MW 0,38) unterschieden sich dabei signifikant von den beiden Fräsvarianten – Längsrillieren (0,37) und Aufrauen/Rillieren (0,35).

Im zeitlichen Verlauf (rd. 16 Monate später) konnte mit dem Kugelgranulat Scheuern eine minimal höhere Dauerhaftigkeit bei der Rutschfestigkeit (GL_MW > 0,30) erzielt werden. Generell sank die Rutschfestigkeit bereits nach 16 Monaten sehr rasch ab (Abbildung 3).

Unmittelbar nach der Sanierung wurden auf allen Oberflächen eine ausreichend hohe Rutschfestigkeiten erreicht. Die Varianten HDW 2500 bar und das Kugelgranulat Scheuern (beide GL_{MW} 0,38) unterschieden sich dabei signifikant von den beiden Rillvarianten – Längsrillieren (0,37) und Aufrauen/Rillieren (0,35).

Diskussion:

Das Kugelgranulat Scheuern wurde drei bereits wissenschaftlich untersuchten Verfahren zur Oberflächensanierung von Betonböden gegenübergestellt. Dabei zählen die beiden Varianten HDW 2500 bar (Hochdruckwasserstrahlen) für Spaltenböden und das Längsfräsen für planbefestigte Böden nicht zu empfohlenen Sanierungsverfahren. Die Datendichte ist bei den Varianten, die nur auf einem Betrieb untersucht wurden zu gering, können aber in Verbindung zu bereits durchgeführten Untersuchungen (Steiner, 2007) als Vergleichswerte herangezogen werden. Die Datendichte zum Kugelgranulat Scheuern ist für eine erste Bewertung ausreichend.

Die materialabtragende Wirkung der Sanierungsmaßnahme wurde auf den Praxisbetrieben nicht explizit untersucht. Aufgrund einer optischen Beurteilung der sanierten Spaltenböden kann von einem untergeordneten Materialabtrag ausgegangen werden. Auf eine, wie im ART Bericht 690 „Sanierung von Beton-Laufflächen“ (STEINER, 2007) geforderte Beurteilung der Spaltenböden auf ihre Sanierungsfähigkeit (Rissfreiheit, Statik, etc.) wurde in dem Projekt aus Zeitgründen verzichtet.

Literatur:

BERGSTEN C., 2004: Healthy feet requires cow comfort 24 hours. In: Proceedings of the 13th International Symposium and 5th conference

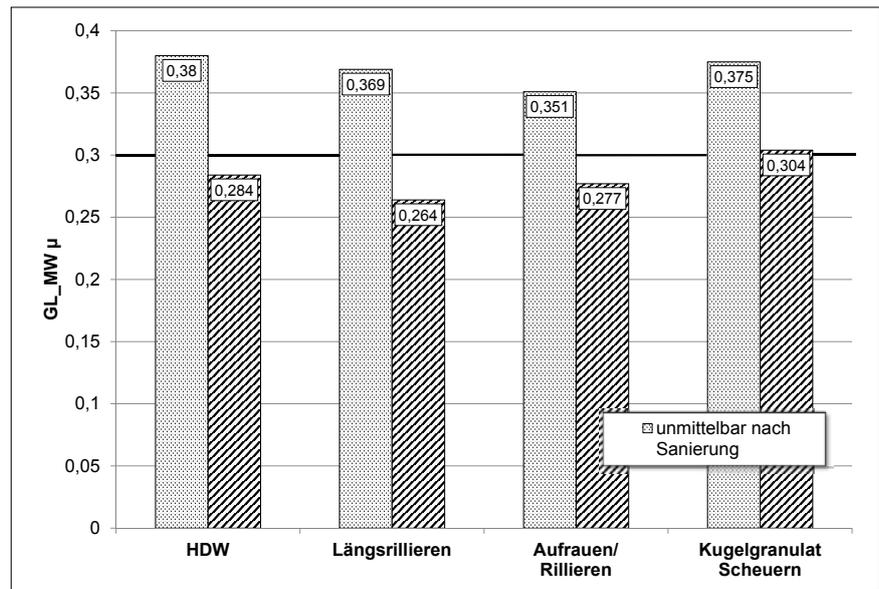


Abbildung 3: Wechselwirkung der Gleitreibmittelwerte der unterschiedlichen Verfahren unmittelbar und ca. 16 Monate nach der Sanierung

on lameness in ruminants, 9. Session: Housing Management, Animal Behaviour and Claw Health. Maribor, Slovenia, pp. 184–191

HAUFE, H. C., FRIEDLI, K., WECHLSER, 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 Rinderstallungen - 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