



Beurteilung von emissionsmindernden Massnahmen im Rahmen der Drehscheibe Ammoniak

Massnahme 1

SG6 Rillenboden

Version: 02

Datum 04.01.2024

Autoren/-innen:

Stéphanie Vuille¹, Thomas Kupper¹, Michael Zähler², Markus Bucheli³, Michael Schwarzenberger⁴, Eric von Ah⁵, Kilian Appert⁴, Barbara Steiner⁶, Annelies Uebersax⁶

¹Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL, Zollikofen

²Agroscope, Tänikon, Ettenhausen

³Berufsbildungszentrum Natur und Ernährung, Hohenrain

⁴Arenenberg, Salenstein

⁵Römerrain Landwirtschaftliche Beratung, Pfäffikon

⁶Agrofutura, Brugg

1. Definition

Thema: System für Laufflächen von Ställen für Rindvieh

Bezeichnung: Element-Rillenbodenplatte Typ SG6

Anwendungsbereich: Laufstall, Auslauffläche

Tierkategorie: alle Rindviehkategorien

Verkäufer: Grüter-Handels AG, Gewerbezone 7, CH-6018 Buttisholz.

Kurzbeschreibung: Element-Rillenbodenplatte aus Beton mit variablen Querschlitten zwischen den Elementplatten und beidseitigen Längsrillen mit 5% Gefälle für den schnellen Harnabfluss.

2. Beschreibung des Systems

Die Oberfläche dieser Betonplatten weist Rillen auf, welche eine rasche Ableitung des Harns gewährleisten. Die einzelnen Platten sind 47 cm breit. Die Abstände zwischen den einzelnen Platten sind variabel. Standard sind maximal 3 cm breite Schlitze, durch die der Harn direkt in den unten liegenden Güllekeller abfliessen kann. Die Hauptrillen in Längsrichtung haben ein Gefälle von 5% in Richtung der Schlitze (Abbildung 1). Diese Platten können anstelle von herkömmlichen Spaltenböden installiert werden. Die Platten haben eine Länge zwischen 150 cm und 420 cm. Laut dem Schweizer Hersteller beträgt die Summe der Schlitze maximal 6% der Oberfläche.

Für eine verbesserte Trennung von Kot und Harn lassen sich Plastikelemente in die Rillen einbauen (Abbildung 2 links). Dabei ist auch eine nachträgliche Montage möglich. Diese Elemente sind in den Vertiefungen perforiert, damit nur der Harn abfliessen kann. Laut der Website eines niederländischen Herstellers, der ähnliche Betonplatten anbietet¹, ist es auch möglich, diese Platten mit Dichtungsklappen in den Schlitten auszustatten, um eine zusätzliche Reduktion der Ammoniakemissionen zu erreichen (Abbildung 2 rechts). In einer Broschüre² des holländischen Herstellers wird eine vierte Variante aufgeführt, bei der die Platten ohne Abstand für die Schlitten verlegt werden. Eine Kot-Harntrennung findet aufgrund von Öffnungen für den Abfluss des Harns zwischen den Platten statt.

Die vier verschiedenen Varianten für die Installation dieser Platten werden unten zusammenfassend beschrieben:

1. 3 cm breite Schlitten zwischen den Platten; die Ableitung von Kot und Harn erfolgt gemischt.
2. Abdichtung der Schlitten mit Plastikelementen mit Perforationen für den Abfluss des Harns aus den Längsrillen; die Ableitung von Kot und Harn erfolgt getrennt (Abbildung 2, links).
3. Dichtungsklappen in den Schlitten; die Ableitung von Kot und Harn erfolgt gemischt (Abbildung 2, rechts).
4. Keine Schlitten, die Platten sind durchgehend verlegt. Zwischen den Platten befinden sich an den Enden der Längsrillen in jeder Platte Öffnungen, durch die der Harn abfliessen kann; die Ableitung von Kot und Harn erfolgt getrennt. Für einen Umbau von planbefestigten Böden wird diese Variante ohne Öffnungen ausgeführt.

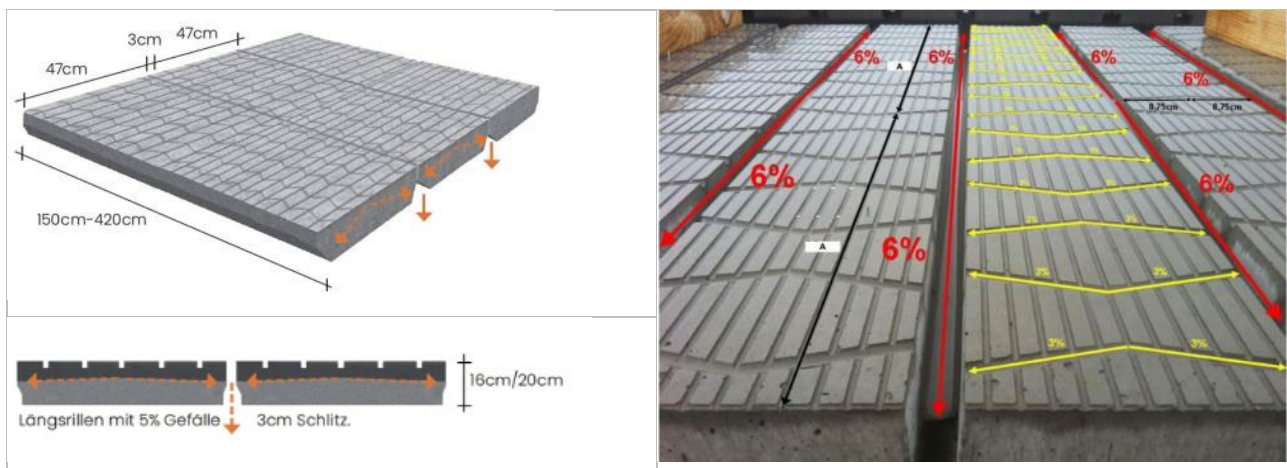


Abbildung 1: Links: Rillenbodenplatte des Typs SG6 mit Längsrillen mit einem Gefälle von 5% zu den Schlitten hin (Quelle: SG6 Rillenboden – Grüter-Handels AG (grueter.swiss) 28.11.2022). Rechts: G6 Bodenplatte von Swaans Agra (NL), ein ähnliches Produkt wie die SG6 Platten, aber mit Längsrillen mit einem Gefälle von 6% zu den Schlitten hin (Quelle: <https://www.infomil.nl/publish/pages/130041/bwl-2013-04-v6.pdf> 09.01.2023).

Bei den ersten drei Varianten sind die Abmessungen gleich, da die Schlitten zwischen den Platten in jedem Fall 3 cm breit sind. Bei der vierten Variante ändern sich die Abmessungen, da keine Schlitten vorliegen. Laut einer schriftlichen Mitteilung des Herstellers werden SG6-Platten hauptsächlich in Form der ersten Variante vermarktet, aber auch die anderen drei Varianten sind möglich³.

¹ [Emissiearme vloeren - Swaans Agra \(12.12.2022\)](#)

² [a8ee72_LeafletEmissiearmeplaatv.pdf \(swaansagra.nl\)](#) 12.12.2022

³ Die erste Variante wird vom Hersteller besonders hervorgehoben, da bei einem 3 cm breiten Schlitz zwischen den Platten nur 6% der Oberfläche offen sind. Dies entspricht der Vorgabe, dass die Oberfläche von Güllelagern zu mindestens 94% abgedeckt sein muss. Eine Lauffläche eines Stalls oder Laufhofs gilt jedoch nicht als Abdeckung eines Güllelagers und unterliegt nicht den entsprechenden Vorgaben (BAFU, BLW, 2023).

Zur Sicherstellung eines raschen Harnabflusses muss der Boden häufig gereinigt werden, so dass die Rinnen frei sind für die Ableitung des Harns und dieser sofort in den unten liegenden Kanal oder Güllekeller gelangt.



Abbildung 2: Links: SG6 Rillenboden mit einem Kunststoffsystem, das die Schlitzte teilweise verschliesst, so dass nur der Harn abfliessen kann (Quelle: [Gruter_SG6_Rillenboden-web.pdf \(grueter.swiss\)](#)). Rechts: G6-Betonplatten mit Dichtungsklappen (Quelle: [a8ee72_LeafletEmissiearme-plaatv.pdf \(swaan-sagra.nl\)](#) 12.12.2022).

3. Prinzip der Emissionsminderung

- Rasches Abfliessen des Harns von der Lauffläche.
- Verminderung der Emissionen aus dem unten liegenden Güllekeller aufgrund der Reduktion des Schlitzanteils.

4. Hinweise zur Emissionsminderung (Messungen unter Praxisbedingungen)

Vom SG6 Rillenboden selbst sind keine Messdaten verfügbar. Tabelle 1 gibt eine Übersicht zu Daten von Rillenböden, welche vom Prinzip her ähnlich sind. Weitere Informationen sind im Anhang 1 aufgeführt.

Tabelle 1: Übersicht von Messdaten oder Emissionsfaktoren von Rillenböden

Bericht	System	Emissionsfaktor [kg NH ₃ pro Kuh und Jahr]
Kai et al. (2017), Betrieb Nr. 7	Rillenboden aus Betonplatten mit Kammschieber und unten liegendem Güllekeller	9.6 ± 2.2 (Mittelwert aus 5 Messungen)
Mosquera et al. (2021) Betrieb WLR5	Betonboden mit Längsrillen ohne Perforierung mit Entmistungsschieber	9.5±5.1 (Mittelwert aus 9 Messungen)
Mosquera et al. (2021) Betrieb WLR9	Nicht perforierter, gerillter Betonboden ohne Gefälle, mit Entmistungsschieber	11.5±2.5 (Mittelwert aus 7 Messungen)
Mosquera et al. (2021) Betrieb CLM2	Gerillte Betonplatten mit geneigten Rillen und 4 cm breiten Schlitzten zwischen den Platten, Saugroboter	9.9±3.3 (Mittelwert aus 7 Messungen)
Mosquera et al. (2021) Betrieb CLM4	Gerillte Betonplatten mit schrägen Rillen, schiebendem Roboter	11.3±2.4 (Mittelwert aus 7 Messungen)
Janke (2023), Betrieb 1*	2 Typen von gerillten Gummimatten, Reinigung mittels Kammschieber	Fall: 16.9/Kontr.: 9.8
Janke (2023), Betrieb 2*		Fall: 16.3/Kontr.: 26.5
Janke (2023), Betrieb 3*		Fall: 21.6/Kontr.: 20.8
Rav-Liste Code A 1.14	Betonplatten mit geneigten Rillen und Dichtungsklappen in den Schlitzten	7.0
Rav-Liste Code 1.21	Betonplatten mit geneigten Rillen und Dichtungsklappen in den Schlitzten	7.0
Rav-Liste Code A 1.23	Betonplatten mit geneigten Rillen und entweder mit Dichtungsklappen oder Kunststoffelementen, welche die Schlitzte teilweise verschliessen	6.0**
Rav-Liste Code A 1.24	Betonplatten mit stark geneigten Rillen und Dichtungsklappen in den Schlitzten oder Platten, die kontinuierlich installiert wurden	7.0

* Messungen mittels Fall-Kontrolle im Zeitverlauf (Case-control in time). Angegeben sind die Emissionen für den Fall (=gerillte Gummimatten, mit Kammschieber) und die Kontrolle (=das System vor dem Umbau)

** Dieser Emissionsfaktor wird für den SG6 Rillenboden erwähnt, obwohl der SG6 ohne Dichtungsklappen angeboten wird (<https://www.grueter.swiss/sq6-rillenboden/> ; 12.12.2023)

Teil eines laufenden Messprogramms: nein

5. Nachweis der Emissionsreduktion (Messungen im Labor- oder Pilotmassstab) oder Einschätzung aufgrund von Wirkungsprinzipien

-

6. Umsetzungsempfehlungen oder Praxiserfahrungen

Für den SG6 Rillenboden liegt eine definitive Beurteilung durch das BLV erst seit März 2023 vor. Aus diesem Grund wurde der Boden bisher nur auf wenigen Betrieben installiert. Ein Betrieb im Kanton Thurgau hat seine Milchkühe Ende 2022 in einen neuen Laufstall eingestellt, der vollständig mit dem SG6 Rillenboden ausgestattet war. Der Boden wird mit einem Entmistungsroboter gereinigt, der mit einer Bürste ausgerüstet ist. In den Abschlusselementen der Liegeboxen ist ein Düsensystem installiert. Damit lässt sich der ganze Boden im Sommer mit Wasser besprühen, was die Reinigung der Rillen erleichtert. Die Reinigungsqualität der Längsrillen ist dadurch sehr gut und die Sauberkeit des Bodens insgesamt zufriedenstellend (Abbildung 3, links). Weiter hat ein Betrieb in Kanton Bern den SG6 Rillenboden an der Fressachse installiert. Der Boden wird nur mit schiebendem Entmistungsroboter gereinigt, was keine ausreichende Reinigungsqualität ermöglicht (Abbildung 3, rechts). Weitere Informationen zu den Erfahrungen auf diesen beiden Betrieben sind im Anhang 2 aufgeführt.

Auf der Website des Schweizer Herstellers wird angegeben, dass die Reinigung der Platten mit einem Schieber mit Kamm zur Reinigung der Rillen oder mit einem Roboter erfolgen kann. Laut einer schriftlichen Mitteilung des Herstellers werden die Rillen gespült und gereinigt, wenn ein Tier Harn ausscheidet, was für die Sauberhaltung der Rillen ausreichen sollte. Gemäss eigenen Beobachtungen auf einem Betrieb in der Schweiz liess sich dies nicht bestätigen, wenn die Rinnen wegen unzureichender Reinigung mit Kot verschmutzt sind.



Abbildung 3: links: SG6 gereinigt mit Entmistungsroboter mit Bürste (Betrieb Kanton Thurgau); rechts: SG6 Reinigung nur mit Entmistungsschieber ohne Bürste (Betrieb Kanton Bern); Erläuterungen in Anhang 2.

7. Angaben zum Betrieb des Systems

Wie bereits im Kapitel 6 erwähnt, spielt die Reinigung eine zentrale Rolle für die Sicherstellung des Harnabflusses. Für saubere Längsrillen ist ein Entmistungsroboter, ausgerüstet mit einer Bürste oder ein Kammschieber sowie ausreichende Feuchtigkeit auf der Lauffläche vor allem im Sommer erforderlich. Unabhängig davon, welche Variante für die Installation gewählt wird, ist eine häufige und effektive Reinigung der Bodenplatten wichtig, um

sicherzustellen, dass der Harn in die Rillen und anschliessend durch die Schlitzte abfliessen kann. Gemäss Systembeschreibung der Rav-Liste (NL) müssen die Elemente mit Klappen ausgerüstet sein und die Oberflächen mindestens alle zwei Stunden mit einem automatisiert betriebenen System gereinigt werden, um den Emissionsfaktor von 6 oder 7 kg NH₃ pro Tierplatz und Jahr zu erreichen⁴.

Wie bereits in Kapitel 2 erläutert, ist es möglich, den Kot vom Harn zu trennen, je nachdem welches System für die Schlitzte zwischen den Platten gewählt wird. Auf der niederländischen Website für G6-Betonplatten werden die Eigenschaften von getrennt gesammelten Hofdüngern (Kot und Harn) angegeben⁵. Der Hersteller argumentiert, dass diese beiden Dünger unterschiedliche Eigenschaften aufweisen und damit eine gezieltere Nährstoffversorgung entsprechend den Bedürfnissen der Pflanzen ermöglichen⁶.

8. Angaben zur Installation des Systems

Diese Betonplatten ersetzen herkömmliche Spaltenroste. Wie in Kapitel 1 beschrieben, sind die Platten zwischen 150 und 420 cm lang und 47 cm breit, mit einem Schlitz von 3 cm zwischen den Platten. Wenn die Masse passen, können die Platten auch in neuen Ställen oder bei Umbauten eingesetzt werden.

Die Betonplatten sind aber mit 500 kg/m² doppelt so schwer wie normale Spaltenböden (200-250 kg/m²)⁷. Im Gegensatz zu konventionellen Spaltenböden haben die SG6 Betonplatten keine Nasen, welche den gewünschten Abstand zwischen den Platten sicherstellen. Zur Sicherstellung des Abstands von 3 cm werden Distanzhalter angeboten, welche nach der Montage mit den Platten dauerhaft verbunden sind.

Bei einem Umbau eines planbefestigten Bodens besteht die Möglichkeit, die SG6 Rillenplatten nebeneinander zu verlegen. Dieses System entspricht einem Rillenboden ohne Perforationen, der mittels Kammschieber oder schiebendem Entmistungsroboter ausgerüstet mit einer Bürste gereinigt werden kann. Je nach Ausgangslage ist eine Sanierung in kurzer Zeit möglich. Der Boden liegt nach der Sanierung insgesamt um 15 cm höher. Ein wichtiger Unterschied zum SG6 Rillenboden montiert mit 3 cm breiten Schlitzten sind die Längsrillen, die keine Neigung haben.

9. Beurteilung der Emissionsreduktion aufgrund der vorliegenden Daten

Kai et al.(2017) beobachteten für gerillte Betonplattenböden leicht höhere Emissionen im Vergleich zu herkömmlichen Spaltenböden. In ihrer Studie stellten sie allgemein nur geringe Unterschiede zwischen Ställen mit emissionsarmen Systemen und solchen mit einem herkömmlichen Spaltenboden fest.

In den Niederlanden gilt ein System als emissionsmindernd für Ammoniak, wenn die Emission unter 8.6 kg NH₃ pro Tierplatz und Jahr liegt. In den vier in Mosquera et al. (2021) beschriebenen Betrieben mit perforierten oder nicht perforierten Rillenböden, die den SG6-Bodenplatten ähnlich sind, lag keines der Ergebnisse unterhalb von 8.6 kg NH₃ pro Tierplatz und Jahr. Der Boden von Betrieb CLM4 ist der Boden mit dem Code 1.21 in der Rav-Liste. Dieser hatte einen Emissionsfaktor von 7 kg NH₃ pro Tierplatz und Jahr, was sich von dem aus 7 Messungen ermittelten Durchschnittswert von 11.3±2.4 NH₃ pro Tierplatz und Jahr unterscheidet. Der Boden von Betrieb CLM2 kommt den Betonplatten SG6 am nächsten. Der Mittelwert der 7 Messungen für diesen Boden beträgt 9.9±3.3 kg NH₃ pro Tierplatz und

⁴ <https://www.infomil.nl/publish/pages/130041/bwl-2013-04-v6.pdf> (09.01.2023)

⁵ [Emissiearme vloeren - Swaans Agra](#) (09.01.2023)

⁶ [a8ee72_LeafletEmissiearmeplaatv.pdf \(swaansagra.nl\)](#) (09.01.2023)

⁷ [Betonelemente - Grüter Handels AG \(grueter.swiss\)](#) (21.02.2023)

Jahr, was sich statistisch nicht von der Referenz von 13.3 kg NH₃ pro Tierplatz und Jahr unterscheidet.

Janke (2023) untersuchte im Rahmen des Projekts EmiMin zwei verschiedene Typen von gerillten Gummimatten, Reinigung mittels Kammschieber. Die Emissionsmessungen erfolgten auf drei Praxisbetrieben vor und nach der Installation der gerillten Gummimatten über einen Zeitraum von je einem Jahr. Auf einem Betrieb wurde eine Emissionsreduktion von 39% bestimmt. Auf den andern zwei Betrieben erfolgte keine Emissionsminderung oder eine Zunahme der Emissionen. Die Autoren bezeichneten die untersuchten Böden als nicht emissionsmindernd aufgrund der Messdaten.

Auf der Rav-Liste⁸ werden acht Systeme mit Betonplatten und unten liegendem Güllekeller beschrieben (Anhang 1). Die Emissionsfaktoren liegen zwischen 6.0 und 11.8 kg NH₃ pro Tierplatz und Jahr, währenddem der Referenzwert für einen konventionellen Stall 13 kg NH₃ pro Tierplatz und Jahr beträgt. Zwei Systeme der Rav-Liste sind in Abbildung 4 aufgeführt. Beide Systeme weisen ein ähnliches Rillensystem mit Gefälle wie der SG6 auf. Das System mit dem niedrigeren Emissionsfaktor scheint ein grösseres Gefälle in den Rillen zu haben und verfügt über Dichtungsklappen in den Schlitten. Trotzdem ist es fraglich, ob aufgrund dieser Unterschiede eine dermassen grosse Differenz zwischen den Emissionsfaktoren plausibel ist. Das Gleiche gilt für die Systeme mit den Codes A1.14 und A 1.15, die beide Rillen mit Gefälle und Dichtungsklappen in den Schlitten aufweisen. In der Rav-Liste werden diese beiden Systeme identisch beschrieben. Die Emissionen betragen jedoch 7.0 bzw. 10.3 kg NH₃ pro Tierplatz und Jahr.

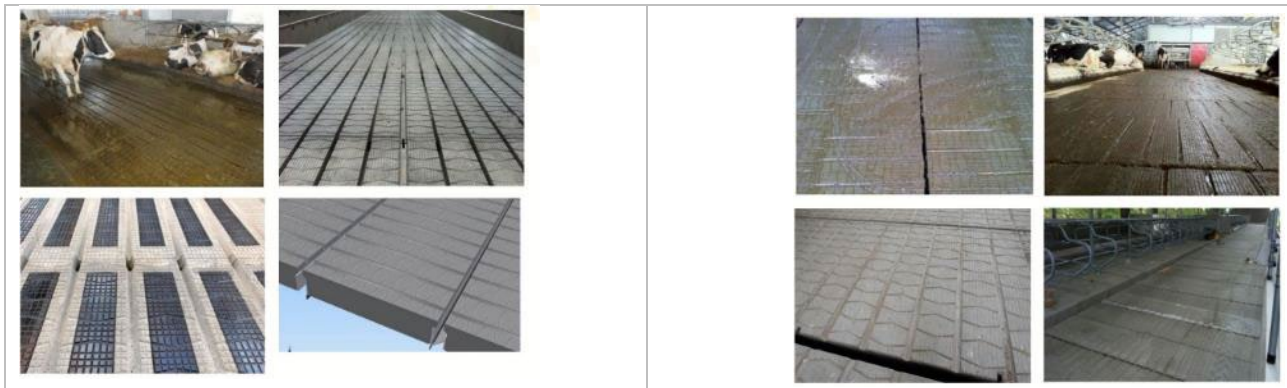


Abbildung 4: 4 Bilder links: Betonplattensystem entsprechend Code A 1.23 in der Rav-Liste mit einem Emissionsfaktor von 6.0 kg NH₃ pro Tierplatz und Jahr (ähnliches System wie SG6-Platten). 4 Bilder rechts: Betonplattensystem entsprechend Code A 1.11 in der Rav-Liste mit einem Emissionsfaktor von 11.8 kg NH₃ pro Tierplatz und Jahr (Quelle: [Emissionarme Stallsystemen - Agrifirm by Agrifirm - Issuu](#) 09.01.2023).

Im Bericht des KTBL (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, Christ et al., 2022) wird das System der gerillten Betonplatte mit Dichtungsklappen als Boden beschrieben, der die Ammoniakemissionen reduziert. Im Bericht ist eine Emissionsminderung von 46% angegeben. Diese Zahl basiert auf den Emissionsfaktoren des Systems mit dem Code A 1.14 der Rav-Liste. In diesem Bericht der Rav-Liste ist keine der zitierten Quellen für Messwerte öffentlich zugänglich⁹

Swierstra et al. (2001) haben die Ammoniakemissionen eines Bodens, der mit Rillen (Längsrillen) und Perforationen versehen war, in einer Case-Control Studie gemessen. Beide Abteile des Versuchsstalls wurden mechanisch belüftet und die Ammoniakemissionen anhand der Differenz der Frachten in der Zu- und Abluft berechnet. Der Rillenboden wurde mit

⁸ [Hoofdcategorie A: Rundvee - Kenniscentrum InfoMil](#) (09.01.2023)

⁹ Aufgrund der Resultate des Projekts EmiMin (Janke, 2023) ist vorgesehen, diesen Bericht des KTBL zu revidieren (mündl. Mitteilung B. Eurich-Menden, KTBL Darmstadt)

einem Schieber mit einer an die Rillenform angepasste Schieberlippe alle zwei Stunden gereinigt. Die Perforationen machten weniger als 0.5% der Gesamtfläche aus, was weitaus weniger ist als die 6% für die Schlitzte der SG6-Platten. Ein Teil der Messungen wurde mit geschlossenen Perforationen durchgeführt, um ein Verstopfen der Öffnungen zu simulieren. Bei offenen Perforationen wurden die Emissionen um 46% reduziert, mit einem 95%-Konfidenzintervall zwischen 40 und 52%. Bei geschlossenen Perforationen betrug die Emissionsreduktion 35% mit einem 95%-Konfidenzintervall zwischen 24 und 42%. Die Autoren vermuten, dass die offenen Perforationen dafür sorgen, dass der Harn rasch in den Güllekeller abfließt, wodurch die Emissionen reduziert werden. Diese Ergebnisse unterstreichen, wie wichtig es ist, die Perforationen/Schlitzte offen zu halten und zu reinigen, damit der Harn rasch abfließen kann. Andererseits wird auch gezeigt, dass die Oberfläche der Platten mit den Rillen allein eine Emissionsminderung bewirkt. Dies allerdings nur, wenn die Oberfläche inkl. Rillen alle zwei Stunden gereinigt wird.

In der Studie von Snoek et al. (2017) wurden mehrere Parameter, die bei der Modellierung von Ammoniakemissionen für Stallsysteme wichtig sind, bei verschiedenen Bodenarten unter Praxisbedingungen gemessen. Gemäss Sensitivitätsanalyse von Snoek et al. (2014) lassen sich 71% der Streuung der Modellresultate durch die folgenden fünf Parameter erklären: pH-Wert, Tiefe, Grösse der Oberfläche, Harnstoffkonzentration und Temperatur der Harnpfützen. Snoek et al. (2017) stellten fest, dass ein gerillter Boden im Vergleich zu einem geneigten planbefestigten Boden mit einer Sammelrinne in der Mitte eine bessere Leistung beim Harnabfluss aufweist (Snoek et al. 2017, S. 140). In dieser Studie erwähnten sie auch die grosse Bedeutung einer häufigen und effektiven Reinigung, da die Tiefe und das Volumen der Harnpfützen bei einer intensiveren Bodenreinigung um 50-70 % reduziert werden. Sie stellten ausserdem fest, dass auf den 16 Betrieben alle Entmistungsschieber Abnutzungserscheinungen aufwiesen, so dass eine effektive Bodenreinigung nicht gewährleistet war.

Die Untersuchungen von Snoek et al. (2014, 2017) sowie von Swiestra et al. (2001) deuten darauf hin, dass Rillenböden wie der SG6, die eine schnelle Abführung des Harns durch die Schlitzte in einen unten liegenden Kanal sicherstellen, eine Reduktion von Ammoniakemissionen bewirken können. Demgegenüber stehen die Ergebnisse der Studien von Janke (2023), Kai et al. (2017) und Mosquera et al. (2021), die keine Emissionsminderung bei ähnlichen Böden gefunden haben.

Wir erachten den SG6 Rillenboden als interessante Alternative zu Spaltenböden für Laufflächen von Ställen und Laufhöfen. Mit diesem System läuft der Harn maximal 23 cm bis zu den Schlitzten bei den Varianten 1 bis 3. Mittels häufiger Reinigung, welche einen raschen Harnabfluss durch die geneigten Rillen zu den Schlitzten hin bzw. in den unten liegenden Kanal gewährleisten, scheint eine Emissionsreduktion möglich zu sein. Für eine abschliessende Einschätzung einer Emissionsreduktion sind Messdaten im Rahmen eines direkten Vergleichs unter Fall-Kontroll-Bedingungen in einem Emissionsversuchsstall erforderlich.

10. Tierwohl

Die SG6-Rillenbodenplatten sind auf der Liste der Stallsysteme und Stalleinrichtungen des Bundesamts für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen aufgeführt (Status: bewilligt)¹⁰.

In den Studien von Stefanowska et al. (2001; 2002) wurde kein oder nur ein geringer Unterschied zwischen Spaltenboden und Rillenboden hinsichtlich des Komforts und der Präferenz der Kühe festgestellt, d.h.: die Unterschiede im Verhalten waren gering und keiner der beiden Böden wurde von den Tieren bevorzugt. In beiden Studien wurden dieselben

¹⁰ [Liste der Stalleinrichtungen und Aufstallungssysteme \(admin.ch\)](#) (04.01.2024)

Böden verwendet: ein Rillenboden mit 30 mm tiefen und 35 mm breiten Längsrillen im Abstand von 160 mm und Harnlöchern im Abstand von 1.1 m und ein herkömmlicher Spaltenboden mit 35 mm breiten Schlitten. Beide Böden wurde mit einem automatisiert betriebenen Entmistungsschieber gereinigt. Der Betrieb der Schieber führte zu Störungen der Tiere (Stolpern beim Kontakt mit dem Schieber; häufiger bei Tieren, die in Gruppen, als wenn sie einzeln standen; häufiger bei den hinteren als bei den vorderen Gliedmassen). Dabei wurden auch Klauenläsionen beobachtet, die mit Interaktionen mit dem Entmistungsschieber zusammenhängen könnten. Interaktionen kamen häufiger beim Rillenboden als beim Spaltenboden vor. Allerdings gaben die Autoren an, dass der Versuch zu kurz war, um einen Zusammenhang zwischen Bodentyp und Klauengesundheit aufzuzeigen (Stefanowska et al., 2001).

In der Schweiz wurde der Effekt drei verschiedener Entmistungsschieber auf die Herzaktivität und das Verhalten von Milchkühen auf drei Betrieben untersucht (Buck et al., 2013). Diese Studie zeigte, dass die Tiere vom Schieber in gewissen Situationen beeinträchtigt sein können (Fressverhalten bei Betrieb des Schiebers während der Fütterung, in Situationen mit Ansammlungen von mehreren Tieren). Die Resultate unterschieden sich nicht zwischen den verschiedenen Schiebertypen. Die beobachteten Auswirkungen auf das Verhalten und die Herzaktivität der Kühe waren jedoch gering, so dass die Autoren zum Schluss kamen, dass sich die Tiere gut an die Entmistungsschieber auf diesen Betrieben anpassen konnten. Erfahrungswerte aus der Praxis der Schweiz zeigen, dass Entmistungsschieber nicht zu einer Beeinträchtigung des Tierwohls führen.

11. Anmerkungen/Einschränkungen

Keine

12. Referenzen

- BAFU, BLW. 2023. Baulicher Umweltschutz in der Landwirtschaft. Ein Modul der Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft (Entwurf). Bundesamt für Umwelt, Bern.
- Buck, M., Friedli, K., Steiner, B., Gygax, L., Wechsler, B., Steiner, A. 2013. Influence of manure scrapers on dairy cows in cubicle housing systems. *Livestock Science* 158, 129–137.
- Christ, F., Fritzsche, S., Grimm, E., Wagner, K., Zang, S. 2022. Förderfähige Techniken zur Emissionsminderung in Stallbauten. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, Darmstadt.
- Janke D. 2023. Ammoniak- und Treibhausgasemissionen der Nutztierhaltung und Minderung – Rinderhaltung. KTBL-Konferenz, Oktober 2023, Bonn, DE. [PowerPoint-Präsentation \(ktbl.de\)](https://www.ktbl.de/PDF/Ammoniak-und-Treibhausgasemissionen-der-Nutztierhaltung-und-Minderung-Rinderhaltung.pdf).
- Kai, P., Adamsen, A.P.S., Jensen, M.L., Kasper, P., Feilberg, A. 2017. Ammonia emission from Danish cubicle barns for dairy cows - Effect of floor type and manure scraping. DCA Report 110, Aarhus, DK: Danish Centre for Food and Agriculture, Aarhus University.
- Mosquera, J., van Dooren, H., Ogink, N., van Well, E., Monteny, G.J. 2021. Monitoring van methaan-, ammoniak-, en lachgasemissies uit melkveestallen: Praktijkmetingen in de periode oktober 2018-februari 2020, Rapport 1286. Wageningen: Wageningen Livestock Research.
- Snoek, D.J., Stigter, J.D., Blaauw, S.K., Groot Koerkamp, P.W., Ogink, N.W. 2017. Assessing fresh urine puddle physics in commercial dairy cow houses. *Biosystems Engineering* 159, 133–142.
- Snoek, D.J., Stigter, J.D., Ogink, N.W., Groot Koerkamp, P.W. 2014. Sensitivity analysis of mechanistic models for estimating ammonia emission from dairy cow urine puddles. *Biosystems Engineering* 121, 12–24.
- Stefanowska, J., Swierstra, D., Braam, C.R., Hendriks, M.M. 2001. Cow behaviour on a new grooved floor in comparison with a slatted floor, taking claw health and floor properties into account. *Applied Animal Behaviour Science* 71, 87–103.
- Stefanowska, J., Swierstra, D., van den Berg, J.V., Metz, J.H.M. 2002. Do cows prefer a barn compartment with a grooved or slotted floor? *Journal of Dairy Science* 85, 79–88.
- Swierstra, D., Braam, C.R., Smits, M.C. 2001. Grooved floor system for cattle housing: ammonia emission reduction and good slip resistance. *Applied Engineering in Agriculture* 17, 85–90.

Anhang 1 – Hinweise zur Emissionsreduktion

Emissionsmessungen publiziert in Zeitschrift oder Bericht:

- In Dänemark haben Kai et al. (2017) die Ammoniakemissionen verschiedener Bodentypen im Vergleich zu einem konventionellen Spaltenboden gemessen (Messmethode: In-house Tracer Ratio Methode mit Verwendung von CO₂ als Tracergas). Ein Betrieb hatte einen gerillten Boden aus Betonplatten mit unten liegendem Güllekeller (solid drained floors, A, Betrieb Nr. 7, Abbildung 5). Den Autoren zufolge ist eine häufige Reinigung (mindestens 12 Mal pro Tag) mit einem Schieber mit an die Rillenform angepasster Schieberlippe für eine effektive Abführung des Harns erforderlich. Der Mittelwert von 5 Messungen der Ammoniakemissionen, die für diesen Boden gemessen wurden, betrug 9.6 ± 2.2 kg NH₃ pro Kuh und Jahr. Im Vergleich dazu lagen die Emissionen für das Referenzsystem (konventioneller Spaltenboden), die in 4 Ställen mit 5 bis 6 Messungen bestimmt wurden, bei 8.0 ± 2.1 kg NH₃ pro Kuh und Jahr.



Abbildung 5: Rillenboden untersucht von Kai et al. (2017). Quelle: Kai et al. (2017), S. 9.

- In den Niederlanden haben Mosquera et al. (2021) Ammoniakemissionen in 18 Betrieben gemessen, davon 6 mit einem emissionsmindernden Boden. Davon hatten die folgenden Betriebe einen gerillten Boden und wiesen die folgenden Emissionen auf (die Emission des Referenzsystems Spaltenboden beträgt 13 kg NH₃ pro Tierplatz und Jahr):
 - Betrieb WLR5: Betonboden mit Längsrillen ohne Perforierung (NL: Sleuenvloer) und Reinigung mittels Entmistungsschieber; durchschnittliche Emission: 9.5 ± 5.1 kg NH₃ pro Tierplatz und Jahr (9 Messungen).
 - Betrieb WLR9: nicht perforierter, gerillter Betonboden (quadratische Rillen ohne Gefälle)¹¹, Reinigung mittels Entmistungsschieber; durchschnittliche Emission: 11.5 ± 2.5 kg NH₃ pro Tierplatz und Jahr (7 Messungen).
 - Betrieb CLM2: Boden mit gerillten Betonplatten mit geneigten Rillen und 4 cm breiten Schlitzten zwischen den Platten (Abbildung 1 in Mosquera et al. (2021), S. 163), Reinigung mittels Saugroboter; durchschnittliche Emission: 9.9 ± 3.3 kg NH₃ pro Tierplatz und Jahr (7 Messungen).
 - Betrieb CLM4: Boden mit gerillten Betonplatten mit schrägen Rillen (Rav-Liste, Code A 1.21, BWL 2013.01.V4), Reinigung mittels abschiebenden Roboters; durchschnittliche Emission: 11.3 ± 2.4 kg NH₃ pro Tierplatz und Jahr (7 Messungen).
- Im Deutschland wurden Ammoniakemissionen von zwei verschiedenen Typen von gerillten Gummimatten, Reinigung mittels Kammschieber auf drei Milchviehbetrieben mittels Fall-Kontroll-Ansatz im Zeitverlauf zwischen 2019 und 2022 im Rahmen des Projekts EmiMin gemessen (Janke, 2023). Auf zwei Betrieben gab es keinen signifikanten Unterschied hinsichtlich Ammoniakemissionen zwischen Rillenboden und dem Boden vor dem Umbau. Auf einem Betrieb lag eine Reduktion von 39% für den Rillenboden vor. Der Betrieb weist relativ hohe Emissionswerte auf (Referenzwert vor dem Umbau: 26.5 kg NH₃

¹¹ [HCI Welzijnsvloer W5 - YouTube](#) (31.01.2023)

pro Tierplatz und Jahr und Rillenboden: 16.3 kg NH₃ pro Tierplatz und Jahr). Die Autoren kamen zum Schluss, dass eine Emissionsminderung nicht nachweisbar ist.

VERA Prüferklärung: nicht verfügbar

Listung auf Rav, NL¹²:

- Mehrere Böden bestehend aus Betonplatten mit unten liegendem Güllekeller sind auf der Rav-Liste aufgeführt, davon 4 mit dem Status inaktiv¹³:
 - Code A1.11; BWL 2010.32.V5; 11.8 kg NH₃ pro Tierplatz und Jahr. System aus Betonplatten mit geneigten Rillen.
 - Code A1.12; BWL 2010.33.V6; 12.2 kg NH₃ pro Tierplatz und Jahr. System aus Betonplatten mit geneigten Rillen.
 - Code A1.15; BWL 2010.36.V6; 10.3 kg NH₃ pro Tierplatz und Jahr. System aus Betonplatten mit geneigten Rillen und Dichtungsklappen in den Schlitten.
 - Code A1.25; BWL 2013.06.V3; 10.3 kg NH₃ pro Tierplatz und Jahr. System aus Betonplatten, das mit profilierten Gummimatten mit geneigten Rillen und mit Dichtungsklappen in den Schlitten ausgestattet ist.
- 4 mit dem Status definitiv:
 - Code A 1.14; BWL 2010.35.V8; 7.0 NH₃ pro Tierplatz und Jahr. System aus Betonplatten mit geneigten Rillen und mit Dichtungsklappen in den Schlitten.
 - Code A 1.21; BWL 2013.01.V4; 7.0 kg NH₃ pro Tierplatz und Jahr. System aus Betonplatten mit geneigten Rillen und mit Dichtungsklappen in den Schlitten.
 - Code A 1.23; BWL 2013.04.V6; 6.0 kg NH₃ pro Tierplatz und Jahr. System aus Betonplatten mit geneigten Rillen (6% Gefälle) und entweder mit Dichtungsklappen oder mit Kunststoffelementen, welche die Schlitze teilweise verschliessen¹⁴.
 - Code A1.24; BWL 2013.05.V5; 7.0 kg NH₃ pro Tierplatz und Jahr. System aus Betonplatten mit geneigten Rillen (6% Gefälle) und mit Dichtungsklappen in den Schlitten oder Platten, die ohne Schlitze verlegt werden, wobei der Harn durch Löcher mit 5 mm Durchmesser in den unten liegenden Kanal gelangen.

Keiner der Messberichte, die in den BWL-Berichten dieser vier Systeme mit dem Status definitiv aufgeführt sind, ist verfügbar. Zur Illustration sind in Abbildung 5 einige dieser Systeme abgebildet.

Listung auf Umweltbundesamt DK¹⁵: nicht vorhanden

¹² <https://www.infomil.nl/onderwerpen/landbouw/ammoniak/rav-0/emissiefactoren-per/> (13.07.2022)

¹³ Der Status inaktiv bedeutet, dass diese Systeme einen Emissionsfaktor von mehr als 8.6 kg NH₃ pro Tierplatz und Jahr haben, was in den Niederlanden nicht als emissionsminderndes System anerkannt wird.

¹⁴ Dieser Emissionsfaktor wird für den SG6 Rillenboden erwähnt, obwohl dieser Boden ohne Dichtungsklappen angeboten wird. <https://www.grueter.swiss/sg6-rillenboden/> (12.12.2023)

¹⁵ <https://eng.mst.dk/trade/agriculture/environmental-technologies-for-livestock-holdings/livestock-housing-system/> (13.07.2022)

Anhang 2 – Erfahrungen von zwei Milchviehbetrieben in der Schweiz

Die vorliegenden Erfahrungsberichte stammen von Betriebsbesuchen von Baucoaches der Drehscheibe Ammoniak im Jahr 2023.

Betrieb im Kanton Thurgau

Ein Betrieb im Kanton Thurgau hat per Ende 2022 45 Milchkühe in einen neuen Laufstall eingestallt, der vollständig (inklusive Laufhof) mit dem SG6 Rillenboden ausgestattet war. Der Betriebsleiter hat den Boden aufgrund der potenziellen Emissionsreduktion bzw. wegen kantonalen Vorgaben ausgewählt. Die Liegeboxen sind mit Strohpellets eingestreut. Auf diesem Betrieb wird der SG6 Rillenboden mit einem abschiebenden Entmistungsroboter gereinigt. Neben dem Entmistungsroboter, der auch Wasser versprüht, ist in den Abschlusselementen der Liegeboxen ein Spülungssystem zur Befeuchtung der Laufflächen installiert. Im Sommer wird der Boden damit dreimal pro Tag je drei Minuten lang besprüht. Die Reinigungsqualität war trotzdem nicht zufriedenstellend, weil die Rillen mit Kot verstopft waren. Für eine verbesserte Reinigung der Längsrillen, wurde den Roboter mit einer Bürste ausgerüstet, die mit einer Feder befestigt war. Durch die Feder wird ein konstanter Druck auf den Boden auch bei unterschiedlicher Tiefe der Längsrillen gewährleistet (die Längsrillen haben eine Neigung gegen die Schlitzze hin). Der wie beschrieben angepasste Entmistungsroboter und die Befeuchtung des Bodens mit dem Sprühsystem in den Abschlusselementen der Liegeboxen gewährleisteten eine gute Reinigung der Längsrillen (Abbildung 3, links). Die Querrillen werden nur begrenzt gereinigt, werden aber beim Absetzen von Harn teilweise ausgespült. Die Querrillen sind wahrscheinlich zur Sicherstellung einer guten Rutschfestigkeit wichtig.

Beim Einstellen der Tiere (Umstellung von Anbindestall auf Laufstall) gab es Klauenverletzungen wegen der im neuen Zustand scharfen Kanten des SG6 Rillenbodens. Der Betriebsleiter empfiehlt, beim erstmaligen Einstellen Gülle oder Kompost auf den Boden auszubringen, um solche Probleme zu vermeiden. Seither gibt es keine Probleme mehr, und der Betrieb ist zufrieden mit dem System, auch hinsichtlich Rutschfestigkeit und Klauengesundheit.

Betrieb im Kanton Bern

Auf diesem Betrieb mit ca. 60 Milchkühen war der SG6 Rillenboden im Hinblick auf verbessertes Tierwohl im Fressgang installiert worden. Beim Besuch erfolgte die Reinigung mit Entmistungsroboter und Bürste wie auf dem Betrieb im Kanton Thurgau. Die Reinigung der Längsrillen war sehr gut und die Sauberkeit des Bodens insgesamt gut. Der Betrieb des Roboters erfolgt aber weiterhin ohne Bürste, da der Betriebsleiter auch mit der weniger guten Reinigungsqualität zufrieden ist (Abbildung 3, rechts). Eine Spülleitung ist im Kotbalken der Liegeboxen installiert, aber nicht in Betrieb. Die Installation einer Spülleitung wäre auch entlang des erhöhten Fressstand möglich.