



Nationale Drehscheibe
Ammoniak

Beurteilung von emissionsmindernden Massnahmen im Rahmen der Nationalen Drehscheibe Ammoniak

Massnahme 4

Magellan Bodenbelag

Version: 02

Datum: 23.05.2023

Autoren/-innen:

Stéphanie Vuille¹, Thomas Kupper¹, Michael Zähler², Markus Bucheli³, Michael Schwarzenberger⁴, Eric von Ah⁵, Humbert François-Lionel⁶, Barbara Steiner⁷, Annelies Uebersax⁷, Michel Fischler⁸

¹Haute école des sciences agronomiques, forestières et alimentaires, Zollikofen

²Agroscope, Tänikon, Ettenhausen

³Berufsbildungszentrum Natur und Ernährung, Hohenrain

⁴Arenberg, Salenstein

⁵Römerrain Landwirtschaftliche Beratung, Pfäffikon

⁶Landwirtschaftliches Institut des Kantons Freiburg, Posieux

⁷Agrofutura, Brugg

⁸mf k&p, Zürich

1. Definition

Thema: System für Laufflächen von Ställen für Rindvieh

Bezeichnung: Magellan Bodenbelag

Anwendungsbereich: Laufstall, Auslauffläche

Tierkategorie: alle Rindviehkategorien

Hersteller: BIORET AGRI - ZI de la Sangle, Impasse de la Côte, 44390 Nort-Sur-Erdre (F)

URL: [Magellan®, self-draining rubber for active alley flooring, comfort and safety. | BIORET AGRI \(bioret-corp.com\)](https://magellan.bioret-corp.com)

Kurzbeschreibung: Bodenbelag aus Gummi mit Profil bestehend aus Längsrillen

2. Beschreibung des Systems

Die Gummioberfläche dieses Bodenbelags hat Querrillen mit einem Gefälle von 3% zu Längsrillen hin, die einen Abstand von 10 cm aufweisen. Das Gefälle der Querrillen, die in Laufrichtung des Schiebers angeordnet sind, sorgt für eine rasche Ableitung des Harns in die Längsrillen (Abbildung 1). Die Oberfläche des Magellan Bodenbelags muss mit einem an die Rillenform angepassten Entmistungsschieber häufig gereinigt werden (mindestens alle 2 Stunden), damit Ausscheidungen und Einstreu vollständig aus den Längsrillen entfernt und in die Vorgrube abgeschoben werden (Abbildung 1, rechts). Damit trocknet die

Oberfläche des Bodens rasch ab. Die Längsrillen sind 2 cm tief und 2.5 cm breit. Diese Masse gelten für Matten mit einer Dicke von 25 mm.

Es gibt auch Matten mit einer Dicke von 16 mm¹, welche weniger tiefe Rinnen aufweisen, welche für einen Warteraum oder Quergänge ohne Reinigung mittels Schieber entwickelt wurden. Diese Bereiche machen einen verhältnismässig kleinen Teil der Fläche aus.

Magellan-Matten werden in Rollen angeboten und angepasst an die Flächen des einzelnen Bauprojekts vertrieben. Dadurch weisen die Rillen keine Fugen auf, was die Reinigung erleichtern soll.

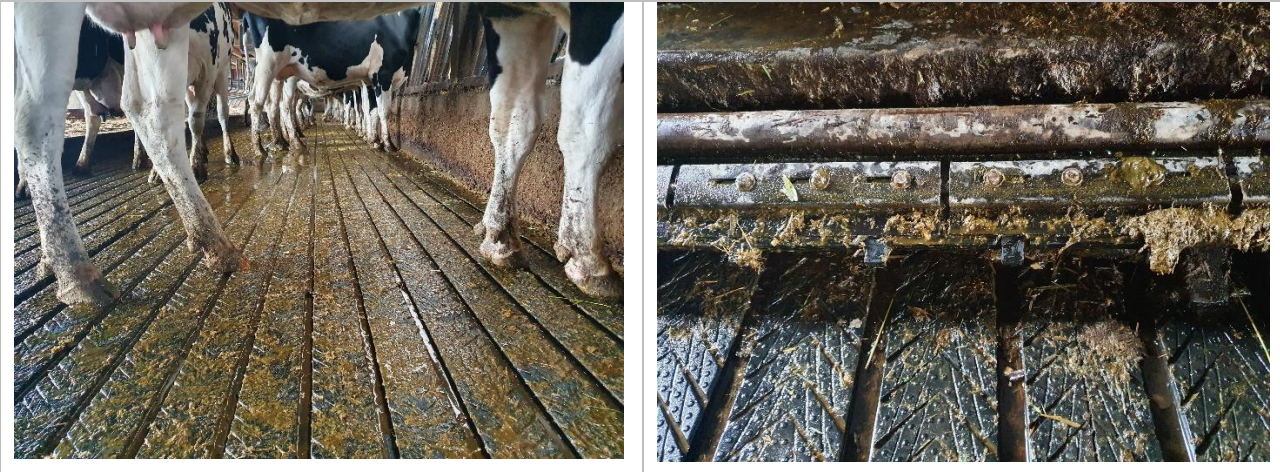


Abbildung 1: Magellan Bodenbelag (Quellen: Markus Bucheli, Berufsbildungszentrum Natur und Ernährung, Hohenrain, 14.09.2022).

3. Prinzip der Emissionsminderung

- Rasches Abfliessen des Harns von der Lauffläche, was eine passive Trennung von Harn und Kot an der Oberfläche ermöglicht. Die Fliessdistanz zu den Längsrillen ist klein.
- Der pH-Wert an der Oberfläche aus Gummi ist tiefer als bei Beton, was das chemische Gleichgewicht von Ammoniak zu Ammonium verschiebt.

4. Hinweise auf eine emissionsmindernde Wirkung (Messungen unter Praxisbedingungen)

Emissionsmessungen publiziert in Zeitschrift oder Bericht: nicht verfügbar

Es gibt jedoch mehrere Datensätze zu Messungen von planbefestigten Böden mit Profil, welche dem Magellan Bodenbelag ähnlich sind:

- Im Bericht von Winkel et al. (2020) lagen die gemessenen Emissionen aus dem Abteil mit dem MeadowFloor CL-Boden (Abbildung 2) um 34.7% tiefer als die Emissionen des Referenzabteils (Laufstall mit Betonspaltenböden). Im Bericht von Christ et al. (2022) wurden die Ergebnisse dieser Studie auf alle planbefestigten Böden mit Profil extrapoliert.
- Swierstra et al. (2001) fanden eine Verminderung der Ammoniakemissionen von 35% für einen gerillten Betonboden ohne Perforierung².

¹ [Magellan 16 - Grüter Handels AG \(grueter.swiss\)](https://www.grueter.swiss) (04.07.2023) ou [Magellan 16, the comfort of cows in holding areas. | BIORET AGRI \(bioret-corp.com\)](https://www.bioret-agri.com) (04.07.2023)

² In einem Teil der Messkampagne wurden die vorhandenen Öffnungen absichtlich verschlossen, um eine Situation mit verstopfter Perforierung zu simulieren Swierstra et al. (2001). Im Vergleich dazu betrug die Emissionsreduktion mit funktionierender Perforierung in den Längsrillen 46%.

- van Dooren et al. (2010) geben basierend auf explorativen Messungen mittels dynamischer Kammern eine Reduktion von 71%³ im Vergleich zu einem Betonspaltenboden an.
- Mosquera et al. (2021, ab Seite 77) rapportierten Messdaten für einen Betrieb (WLR 5) mit einem planbefestigten Boden mit Profil (Beton, mit Längsrillen). Die Emissionen in diesem Stall betrugen im Durchschnitt 9.5 ± 5.1 kg NH₃ pro Tierplatz und Jahr.

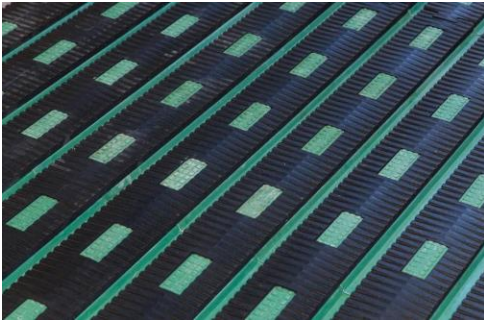


Abbildung 2: MeadowFloor CL (Quelle: Winkel et al., 2020).

VERA Prüferklärung: nicht verfügbar

Listung auf Rav, NL⁴: Es gibt mehrere Systeme mit planbefestigten Böden mit Profil:

- Sleuenvloer: Code A1.5; BWL 2010.24.V6: 11.8 kg NH₃ pro Tierplatz und Jahr, was im Vergleich zum Referenzsystem A 1.100, 'overige huisvestingssystemen' (13.0 kg NH₃ pro Tierplatz und Jahr⁵) zu einer Emissionsreduktion von 9% führt. 'Sleuenvloer' umfasst die Betonböden.
- V17 Agro V3 Groove vloer⁶: Code A 1.33; BWL 2018.06: 7.1 kg NH₃ pro Tierplatz und Jahr (vorläufiger Emissionsfaktor), was einer Emissionsreduktion von 45% im Vergleich zum Referenzsystem entspricht. Der Boden V17 Agro V3 ist den Magellan-Matten ähnlich, hat aber Perforationen in den Längsrillen (Abbildung 3 links).
- MeadowFloor CL: Code A1.34; BWL 2018.07.V1: 9.0 kg NH₃ pro Tierplatz und Jahr (vorläufiger Emissionsfaktor), was einer Emissionsreduktion von 30% im Vergleich zum Referenzsystem entspricht. Die BWL-Berichte sind nur auf Anfrage erhältlich oder am Ende des Berichts von Winkel et al. (2020) aufgeführt. Zu beachten: das von Winkel et al. (2020) untersuchte System weist einen erhöhten Auftritt (ähnlich dem erhöhten Fressstand) von 0.3 m² pro Kuh auf, was bei einer verschmutzbaren Fläche von 4.6 m² pro Kuh zu einer Reduktion der verschmutzbaren Fläche von 6.5% führt.
- V17 Agro V1 Groove vloer⁷: Code A1.35; BWL 2019.01: 8.3 kg NH₃ pro Tierplatz und Jahr (vorläufiger Emissionsfaktor), was einer Emissionsreduktion von 36% im Vergleich zum Referenzsystem entspricht. Der Boden V17 Agro V1 entspricht dem Magellan Bodenbelag (Abbildung 3 rechts).

Listung auf Umweltbundesamt DK⁸: keine

Teil eines laufenden Messprogramms: nein

³ In einem Versuchsansatz analog von demjenigen von Swierstra et al. (2001), fanden van Dooren et al. (2010) eine Erhöhung der Emissionen von 35%, wenn die Perforationen offen waren, verglichen mit dem Betonspaltenboden.

⁴ <https://www.infomil.nl/onderwerpen/landbouw/ammoniak/rav-0/emissiefactoren-per/> (13.07.2022)

⁵ Referenzsystem: Liegeboxenlaufstall mit einem perforierten Boden aus Beton

⁶ [V3 Groove vloer | BWL 2018.06 | V17 Agro \(17.10.2022\)](#)

⁷ [V1 Groove vloer | BWL 2019.01 | V17 Agro \(17.10.2022\)](#)

⁸ <https://eng.mst.dk/trade/agriculture/environmental-technologies-for-livestock-holdings/livestock-housing-system/> (13.07.2022)



Abbildung 3: V17 Agro V3 Groove vloer mit Perforierungen (links, Quelle : [Facebook](#) (10.10.2022)) und V17 Agro V1 Groove vloer (rechts, Quelle: [V1 Groove vloer | BWL 2019.01 | V17 Agro](#) (10.10.2022)).

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

Auf der Webseite des Herstellers⁹ ist eine Emissionsreduktion zwischen 35% und 50% erwähnt mit einem Verweis auf die Firma Meet-ID. Der entsprechende Bericht ist nicht veröffentlicht. Wir gehen davon aus, dass die angegebene Emissionsreduktion auf dem Modell von Monteny (2000) sowie auf Laboruntersuchungen basieren.

6. Umsetzungsempfehlungen oder Praxiserfahrungen

Ein Betrieb in der Schweiz hat einen Magellan Boden im Laufgang entlang der Fressachse installiert. Es handelt sich um einen vor 20 Jahren gebauten Laufstall. Der Boden bestand aus Asphalt, der eine hohe Rutschfestigkeit aufwies, gleichzeitig aber zu einer übermässigen Abnutzung der Klauen führte. Der Magellan Boden gewährleistet gemäss Betriebsleiter eine gute Rutschfestigkeit bei gleichzeitig guter Klauengesundheit. Mit dem Boden ist er über die Betriebsdauer von 2 Jahren hinsichtlich Tierkomfort sehr zufrieden.

Auf diesem Betrieb zeigte sich anlässlich einer Begehung, dass der Abrieb vom an die Rillenform angepassten Entmistungsschieber mit Schieberlippe aus Gummi nach 2 Jahren Betrieb sehr gering war. Die Rinnen des Bodens wurden zu Beginn der Passage des Schiebers gut gereinigt. Mit zunehmender Distanz blieb zunehmend Flüssigkeit auf der Oberfläche liegen. Abbildung 4 (links) zeigt, wie Kot und Harn bei der Passage des Entmistungsschiebers durchmischt wurden. Gleich nach der Schieberpassage wurde das verbleibende Kot-Harn-Gemisch über den ganzen Boden verteilt. Innert Minuten floss die Flüssigkeit anschliessend in die Rinnen und die Oberfläche trocknete wieder ab.

Der Magellan Boden wurde von der DLG auf Verformbarkeit, Elastizität, Widerstand gegen Dauerbelastung und Rutschfestigkeit geprüft und hat die Anforderungen der Prüfung hinsichtlich der untersuchten Kriterien erfüllt (DLG Prüfbericht 6774¹⁰). Emissionsminderung war nicht Bestandteil der Prüfung.

⁹ [MAGELLAN \(piedsecpiedsain.fr\)](http://MAGELLAN.piedsecpiedsain.fr) (21.11.2022)

¹⁰ [6774_e.pdf \(dlg.org\)](#) (07.10.2022)

7. Angaben zum Betrieb des Systems

Wie bei den meisten Systemen mit Schieberreinigung wird empfohlen, diesen regelmässig laufen zu lassen. Der Hersteller¹¹ empfiehlt die Reinigung alle 90 Minuten. Für eine ausreichende Reinigung der Rillen muss der Schieber mit einer an die Rillenform angepassten Schieberlippe ausgerüstet sein (Abbildung 1, rechts). Soweit die Schieberlippen ebenfalls aus Gummi bestehen, sollte deren Abrieb gering sein, was eine gute Reinigungsleistung des Entmistungsschiebers über längere Zeit gewährleistet. In Kombination mit dem erhöhten Fressstand ist eine Erhöhung der Reinigungsfrequenz möglich, ohne die Kühe beim Fressen zu stören.

Das System erfordert einen absolut ebenen Boden, um die Bildung von Harnpfützen zu verhindern. Bei Vorliegen von Vertiefungen im Boden bildeten sich auf einem Praxisbetrieb Harnpfützen, die einen grossen Bereich der Fläche abdeckten (Abbildung 4, rechts). Eine trockene Oberfläche ist dadurch nicht gewährleistet, womit der Vorteil dieses Bodentyps hinsichtlich Klauengesundheit und Ammoniakemissionen an diesen Stellen nicht zum Tragen kommt.



Abbildung 4: Reinigung des Magellan Bodenbelags mit dem Entmistungsschieber mit einer an die Rillenform angepassten Schieberlippe aus Gummi (Bild links, Quelle: Stéphanie Vuille, Haute école des sciences agronomiques, forestières et alimentaires, Zollikofen, 14.09.2022) und Magellanboden mit einer unzureichend ebenen Fläche mit Bildung von Harnpfützen (Bild rechts, Quelle: Markus Bucheli, Berufsbildungszentrum Natur und Ernährung, Hohenrain, 14.09.2022).

Auf diesem Betrieb waren die Liegeboxen mit Häckselstroh eingestreut. In die Laufflächen eingetragene Einstreu führte zu keinen Einschränkungen der Reinigungsleistung des Entmistungsschiebers und des Abflusses der Flüssigkeit vom Bodenbelag. Nach unserer Einschätzung ist eine gute Reinigungsleistung und damit ein rascher Harnabfluss auch bei Verwendung anderer Einstreumaterialien (z.B. Kurz- oder Langstroh) zu erwarten, da dieses System in jedem Fall in Kombination mit einem Entmistungsschieber betrieben werden muss, und auf den Boden eingetragene Einstreu dadurch wegtransportiert wird.

8. Angaben zur Installation des Systems

Das System ist für Vorhaben mit Umbau oder Neubau geeignet. Entscheidend ist ein absolut ebener Boden.

Der Bodenbelag wird in Form von Rollen verkauft. Für die Montage müssen diese vollständig ausgerollt werden¹². Es ist wichtig, dass der Belag bei der Montage gut gespannt und an einem warmen Tag verlegt wird, um Probleme aufgrund von nachträglicher Ausdehnung des Belags zu vermeiden. Auf dem Betrieb in der Schweiz betrug die Laufgangbreite 3.3 m. Dafür wurden 4 Beläge nebeneinander montiert. Es ist auch möglich, am Rand von

¹¹ [MAGELLAN \(piedsecpiedsain.fr\)](http://MAGELLAN.piedsecpiedsain.fr) (07.10.2022)

¹² [Magellan Montage Decorvet - YouTube](#) (04.07.2023)

Lauffläche schmale geneigte Gummimatten ohne Längsrillen zu montieren¹³. Dies gewährleistet zusätzliche Flexibilität bezüglich Installation des Bodenbelags bei unterschiedlicher Breite der Laufgänge.

9. Beurteilung der Emissionsreduktion aufgrund der vorliegenden Daten

Wie bereits in Kapitel 4 erwähnt, hat die Universität Wageningen ein ähnliches System MeadowFloor CL untersucht (Winkel et al., 2020) und eine Emission von 6.79 kg NH₃ pro Tierplatz und Jahr für den MeadowFloor CL und von 10.32 kg NH₃ pro Tierplatz und Jahr für die Referenz in einer Case-Control Studie gefunden. Die beiden Emissionswerte unterscheiden sich statistisch signifikant (P=0.002). Die Emissionsreduktion beträgt 34.7%. Über die 6 Messkampagnen innerhalb eines Jahres (zwischen Mai 2017 und Februar 2018) unterschieden sich die beiden Verfahren um 27.5% bis 48%. Winkel et al. (2020) erwähnen, dass eine zweite Case-Control Studie für den Eintrag eines Emissionsfaktor in die RAV Liste erforderlich ist.

Swierstra et al. (2001) haben die Emissionen eines Rillenbodens mit denjenigen einer Referenz (Spaltenboden) verglichen. Der Rillenboden hatte alle 1.1 m Öffnungen in den Rillen. Das Total der Öffnungen entsprach 0.5% der gesamten Bodenfläche. Der Rillenboden wurde mittels Entmistungsschieber alle 2 Stunden gereinigt. Beim Referenzsystem gab es keine Reinigung. In dieser Studie wurden die Emissionen des Rillenbodens mit offenen und geschlossenen Öffnungen gemessen, um den Einfluss einer Verstopfung der Öffnungen auf die Emissionshöhe zu untersuchen. Insgesamt erfolgten 5 Messperioden, davon 3 mit offenen Öffnungen und 2 mit geschlossenen Öffnungen. Die Messung des Referenzsystems erfolgte jeweils parallel dazu. Swierstra et al. (2001) fanden eine Emissionsreduktion von 46% mit vorhandenen Öffnungen (95%-Vertrauensintervall: 40% bis 52%) und von 35% mit geschlossenen Öffnungen (95%-Vertrauensintervall: 24% bis 42%).

Van Dooren et al. (2010) haben eine ähnliche Studie durchgeführt, in der sie zwei Typen von Rillenboden mit vorhandenen Öffnungen und geschlossenen Öffnungen mit einem Spaltenboden verglichen haben. Die Emissionsreduktion mit geschlossenen Öffnungen betrug 71%, wogegen eine Zunahme der Emissionen um 35% bei vorhandenen Öffnungen resultierte. Allerdings sind in der Studie wenig Informationen über die untersuchten Bodentypen verfügbar. Die Messungen wurden an drei Tagen im Herbst auf einem Praxisbetrieb durchgeführt. Die Resultate der Studie haben gemäss Angaben von van Dooren et al. (2010) explorativen Charakter und sollten nicht verallgemeinert werden.

In der Messkampagne von Mosquera et al. (2021) wies ein (Betrieb WLR 5) von total 18 untersuchten Betrieben einen planbefestigten Betonboden mit Längsrillen ohne Perforierung und mit Entmistungsschieber (Reinigung: 1 Mal pro Stunde) auf. Die Emissionen in diesem Stall betrugen im Durchschnitt von 9 Messungen verteilt über ein Jahr 9.5±5.1 kg NH₃ pro Tierplatz und Jahr. Die durchschnittliche Emission von 12 Betrieben in dieser Studie mit einem perforierten Boden (Referenzsystem) lag bei 13.9±3.2 kg NH₃ pro Tierplatz und Jahr. Die Emissionen für den Betrieb mit dem Boden mit Längsrillen wies im Vergleich dazu um 29.1% niedrigere Emissionen auf.

Wie schon in Kapitel 5 erwähnt ist auf der Webseite des Herstellers des Magellan Bodens¹⁴ eine Emissionsreduktion zwischen 35 und 50% angegeben, was gemäss MEET ID¹⁵ einem Emissionsfaktor von 7 kg NH₃ pro Tierplatz und Jahr entspricht. Wir gehen davon aus, dass die Resultate auf dem Modell von Monteny (2000) basieren. In diesem Modell hat die mit

¹³ [MAGELLAN \(piedsecpiedsain.fr\)](https://magellan.piedsecpiedsain.fr) (04.07.2023)

¹⁴ [MAGELLAN \(piedsecpiedsain.fr\)](https://magellan.piedsecpiedsain.fr) (04.07.2023)

¹⁵ [Meet ID](https://meet-id.ch) (04.07.2023)

Harn bedeckte Fläche und die Höhe der Harnpfütze einen grossen Einfluss auf die berechneten Emissionen. Dies gilt auch für den pH-Wert, welcher auf einer Oberfläche aus Gummi tiefer liegt als auf einem Betonboden (Monteny, 2000; Mosquera et al., 2012; Snoek et al., 2014).

Bei dem vorliegenden Rillenboden reduzieren der rasche Harnabfluss und die Verminderung des pH-Werts an der emittierenden Oberfläche die Emissionen. Gleichzeitig liegt eine Vergrösserung der Oberfläche aufgrund der Quer- und Längsrillen vor. Da der Harn rasch in die Längsrillen abfließt, muss dies jedoch nicht zwingend zu einer Zunahme der emittierenden Oberfläche im Vergleich zu einer Harnpfütze auf einem nicht geneigten, planbefestigten Boden führen.

Wir gehen davon aus, dass der Magellan Bodenbelag bei ausreichender Entmistungshäufigkeit (mindestens alle 2 Stunden) ein Potential zur Emissionsreduktion hat. Dieses System lässt sich mit einem erhöhten Fressstand kombinieren¹⁶. Wir erachten das System Magellan Bodenbelag als eine interessante Option bei Umbauten.

10. Tierwohl

Die Strukturen auf der Bodenoberfläche dieses Systems gewährleisten eine hohe Rutschfestigkeit und gute Griffbarkeit der Klauen auf der Oberfläche¹⁷.

Die Magellan Böden sind seit dem 23. September 2020¹⁸ vom Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen zugelassen.

Wie schon angesprochen in Kapitel 6 gewährleistet der rasche Harnabfluss eine trockene Bodenoberfläche, was für die Klauengesundheit vorteilhaft ist (Bruijnij et al., 2013).

11. Anmerkungen/Einschränkungen

Die Beurteilung hinsichtlich Emissionsreduktion ist mit einer Unsicherheit behaftet, da für den Magellan Bodenbelag keine Messberichte vorliegen.

12. Referenzen

- Bruijnij, M.R.N., Hogeveen, H., Stassen, E.N., 2013. Measures to improve dairy cow foot health: consequences for farmer income and dairy cow welfare. *Animal* 7, 167–175.
- 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.
- Monteny, G.J., 2000. Modelling of ammonia emissions from dairy cow houses. PhD Thesis. Wageningen University.
- Mosquera, J., Hol, J., Huis in 't Veld, J., Ploegaert, J., Ogink, N., 2012. Emissies uit een ligboxenstal voor melkvee met roostervloer voorzien van een bolle rubber toplaag en afdichtflappen in de roosterspleten. Meetprogramma Integraal Duurzame Stallen Rapport 610. Lelystad, NL: Wageningen UR Livestock Research, 43 pp.
- 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

¹⁶ [MAGELLAN \(piedsecpiedsain.fr\)](https://piedsecpiedsain.fr) (04.07.2023)

¹⁷ [Magellan 25 - Grüter Handels AG \(grueter.swiss\)](https://grueter.swiss) (04.07.2023)

¹⁸ [Liste des systèmes de stabulation et des équipements d'étables \(admin.ch\)](https://admin.ch) (04.07.2023)

periode oktober 2018-februari 2020, Rapport 1286. Wageningen: Wageningen Livestock Research, 212 pp.

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.

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.

van Dooren, H., Blanken, K., Gunnink, H., 2009. Oriënterende emissiemetingen aan de Comfort Slat Mats voor Melkvee. Rapport 225. Lelystad, NL. Animal Sciences Group, Wageningen UR, 34 pp.

Winkel, A., Bokma, S., Hol, J., Blanken, K., 2020. Ammonia emission of the Meadow-Floor CL for dairy barns: A case-control study in the Environmental Research Barn of Dairy Campus, Report 1275. Wageningen, NL: Wageningen Livestock Research, 34 pp.