

Massnahmen ammoniak.ch – Rindvieh

Das Umweltziel Landwirtschaft bezüglich Ammoniak ist trotz der Umsetzung von Ammoniak-Ressourcenprojekten in 21 Kantonen bei weitem nicht erreicht. Verschiedene Kantone diskutieren deshalb, welche Massnahmen umgesetzt werden sollen. Mehrere Kantone setzen Massnahmenpläne Luft um, die auch Massnahmen zur Reduktion landwirtschaftlicher Ammoniakemissionen beinhalten.

Die Tabelle unten zeigt auf, ob und wenn ja welche Massnahmen heute von Bund, Forschung und Kantonen zur Umsetzung empfohlen werden. Dabei werden die Massnahmen in die folgenden drei Kategorien aufgeteilt:

- Von Bund und Forschung **generell zur breiten Unterstützung ohne Einzelfallprüfung** in der Schweiz empfohlene Massnahmen.
- Von Bund und Forschung **nach vorgängiger fallspezifischer Prüfung zur Umsetzung** in der Schweiz empfohlene Massnahmen (In der Regel ist eine fachliche wissenschaftliche Begleitung durch eine anerkannte Forschungsinstitution oder Fachbehörden nötig).
- Von Bund und Forschung **zurzeit in der Schweiz nicht zur Umsetzung empfohlene** Massnahmen (Emissionsreduktion ist nicht wissenschaftlich bestätigt, die Erfahrungen in der Praxis fehlen oder andere Gründe wie z.B. hoher Energiebedarf sprechen dagegen).

Die Massnahmenliste zeigt den aktuellen Stand des Wissens (Stand Februar 2024). Sie wird laufend von Forschung und Behörden geprüft und laufend nachgeführt.

Grundlagen

- [BAFU und BLW 2011: Baulicher Umweltschutz in der Landwirtschaft](#)
- [BAFU und BLW 2012: Nährstoffe und Verwendung von Düngern in der Landwirtschaft](#)
- [UNECE \(2014\) Leitfaden zur Vermeidung und Verringerung von Ammoniakemissionen aus landwirtschaftlichen Quellen](#)
- Ergebnisse der Diskussionen in der BLW Arbeitsgruppe Ammoniak und Stall (nicht publiziert)
- [agrammon.ch](#)

Literaturhinweise bei einzelnen Massnahmen siehe separate Liste.

Massnahmen Rindvieh

Anforderung Ziel	Massnahme	Minderungsprinzip und Beschreibung	Umsetzungsempfehlung Bund und Forschung	
			Begründung [Literatur, siehe separates Dokument]	Links und Downloads
Minimierung der verschmutzbaren Fläche	Reduktion der verschmutzbaren Flächen durch Funktionsbereiche	Durch geschickte Anordnung, Kombination von Funktionsbereichen (Aktivitäts-, Liege- und Fressbereich) und entsprechende Nutzung können verschmutzte Flächen begrenzt werden. Das bedeutet, Flächen werden in denjenigen Bereichen zur Verfügung gestellt, in welchen ein hoher Tieraufenthalt vorkommt, in weniger genutzten/relevanten Bereichen sind eher Mindestabmessungen zu realisieren.	● Bei Laufstallkonzepten mit möglichst wenig emittierender Fläche (z.B. zwei- und mehrreihige Anordnung der Liegeboxen; ohne Laufhof) sind keine Mehrkosten zu erwarten.	
	Fressstände: Erhöhter Fressbereich mit Abtrennung (je zwei Tiere oder einzeln)	Ziel ist die Reduktion der verschmutzten resp. emittierenden Fläche. Ein gegenüber der Lauffläche um 10 - 15 cm erhöhter Fressstand mit Gummimattenbelag und Trennbügeln bietet Ruhe beim Fressen sowie eine verformbare und trockene Standfläche. Die Vollzughilfe sieht ein Quergefälle der Standfläche von 3 % vor.	● Eine Minderung der Ammoniakemissionen ist durch die Reduktion der verschmutzten Fläche und gleichzeitigem häufigem Entmisten zu erwarten [5, 6]. Fressstände bieten günstige Voraussetzungen für häufiges, automatisiertes Entmisten, da der Entmistungsschieber die fressenden Kühe nicht stört [7]. Es bestehen deutliche Synergien zum Tierwohl: Klauengesundheit [8] und weniger Verdrängungen am Fressplatz [9]. Praxiserfahrungen sind vorhanden: unter anderem Betrieb Sutter und Hinweise von besuchten Betrieben. Die Massnahme ist in Agrammon integriert. Diese Massnahme lässt sich sowohl bei Neu- als auch bei Umbauten realisieren. Erfahrungen bei Umbauten: Artikel 1.	Agroscope Emissionsversuchsstall Artikel Mai 2018 Kuhkomfort mit Schieber Artikel von Agroscope im Schweizer Bauer 2018 Fachinformation Entmistungsschieber in Milchviehlaufställen 2018 Faktenblatt Versuchsstall Tänikon Präsentation Weiterbildungskurs für Bau-fachleute 2013 Weiterbildungskurs für Bau-fachleute
	Anbindestall	Minimierung der verschmutzbaren Fläche	● Anbindeställe für Milchvieh verfügen über ein ca. halb so grosses Flächenangebot wie Laufställe mit Auslauf, weshalb auch die emittierende Fläche geringer ist. Dadurch fallen die Ammoniakemissionen aus dem Anbindestall deutlich geringer aus [27, 111]. Bemerkungen: Diese Massnahme respektiert zwar das Minderungsprinzip „Minimierung der verschmutzbaren Flächen“, ist jedoch aus Sicht des Tierwohls keine zu fördernde Massnahme.	

Anforderung Ziel	Massnahme	Minderungsprinzip und Beschreibung	Umsetzungsempfehlung Bund und Forschung	
Rasche Drainage und saubere, trockene Lauffläche	Oberflächen mit raschem Abfluss von Harn kombiniert mit Einrichtungen zum raschen Abführen von Kot und Harn: Planbefestigte Böden	<p>Rasches Abfliessen des Harns von der Lauffläche minimiert die Mischung von Kot und Harn. Dadurch werden die Ammoniakverluste reduziert.</p> <p>Die Laufflächen sind mit einem Quergefälle von 3 % und einer Harnsammelrinne sowie einem Schieber mit Rinnenräumer ausgestattet. Der Schieber reinigt während der Aktivitätszeit der Tiere alle zwei Stunden.</p>	<p>● Es herrscht Konsens für emissionsmindernde Wirkung basierend auf Messresultaten im Praxismasstab (Versuchsställe, Praxisbetriebe) [10-13]. Umsetzungserfahrungen und -empfehlungen sind vorhanden (KOLAS –BLW-Themenblatt, Bauernmerkblatt Harnsammelrinnen, Versuchsstall der Agroscope ART) Praxiserfahrungen sind vorhanden (siehe Website: Portrait Betrieb Waser).</p> <p>Saubere und trockene Laufflächen wirken sich positiv auf die Gesundheit der Klauen aus [8].</p> <p>In Agrammon im Einzelbetriebsmodell mit kantonalen Anpassungen wird von einer Reduktion der Stallemissionen von 20 % ausgegangen (provisorischer Wert). Im Agrammon Einzelbetriebs- und im Regionalmodell kann man aktuell manuell eine Minderungsmaßnahme eintragen. Messungen im Agroscope Versuchsstall haben die Emissionsreduktion von 20 % bestätigt (Stand Herbst 2016, Resultate vorerst für eine Wintervariante, weitere Ergebnisse folgen). Sobald mehr Messwerte von Agroscope vorliegen, werden diese ins Modell übernommen und die Massnahme auch in Agrammon Einzelbetriebsmodell aufgenommen.</p> <p>Kann bei Neubauten ausgeführt werden, ist bei Umbauten häufig erschwert oder nicht realisierbar (z.B. Einbau der Harnrinne wegen Untergrund nachträglich nicht möglich, vorhandene Güllekanäle oder Güllegrube sind am falschen Ort).</p>	<p>Agroscope Emissionsversuchsstall</p> <p>ART-Bauernmerkblatt Harnsammelrinnen</p> <p>Artikel Mai 2018 Kuhkomfort und Schieber</p> <p>Artikel von Agroscope im CH-Bauer 2018</p> <p>Dokumentation von Schauer</p> <p>Fachinformation Entmistungsschieber in Milchviehlaufställen 2018;</p> <p>KOLAS-BLW Themenblatt;</p> <p>Weiterbildungskurs für Baufachleute</p>
	Laufgangmatte mit Gefälle	<p>Rasches Abfliessen des Harns von der Lauffläche minimiert die Mischung von Kot und Harn. Dadurch werden die Ammoniakverluste reduziert.</p> <p>Gummimatten mit integriertem dreiprozentigem Quergefälle und raschem Harnabfluss werden montiert. Die Matten sind auf einer Seite erhöht. Bei gegenständiger Anordnung entsteht eine V-förmige Lauffläche. In der Mitte kann der Harn entweder via Führungsrinne für den Schieber (mit oder ohne Harnsammelrinne) in einen Querkanal oder ein Güllelager abgeleitet werden oder der Harn kann über eine rillen- resp. schlitzförmige Öffnung in der Mitte auf der ganzen Länge des Laufgangs direkt in einen Querkanal oder ein Güllelager abfliessen.</p> <p>Im Unterschied zur Massnahme «Laufflächen mit Quergefälle und Harnsammelrinne» lässt sich das Betonieren geneigter Flächen vermeiden.</p>	<p>● Es herrscht Konsens für emissionsmindernde Wirkung von Flächen mit Quergefälle in Kombination mit Harnsammelrinne. Die Gummimatten sind geeignet zur Verbesserung von Laufflächen bei Umbauten.</p> <p>Für die Laufgangmatte mit Gefälle gibt es aktuell keine Messungen zur Höhe der Emissionsreduktion. Es wird aber davon ausgegangen, dass die Emissionsreduktion von 20 %, welche für das System "Laufflächen mit 3 % Quergefälle und Harnsammelrinne" von Zähler und Schrade (2020) im Versuchsstall in Tänikon effektiv gemessen wurde, nur in Kombination mit der korrekt dimensionierten Harnsammelrinne erreicht werden kann, aber nicht übertroffen wird.</p> <p>Bei Neubauten wird daher unbedingt empfohlen, eine gemäss Zähler und Schrade (2020) dimensionierte Harnsammelrinne einzubauen. Falls dies nicht möglich ist, können Harnpfützen in der Mitte der Fläche entstehen. Die Reduktion der emittierenden Fläche ist damit eingeschränkt. Die Häufigkeit des Betriebs des Entmistungsschiebers ist entscheidend, um die Bildung von Harnpfützen zu minimieren bzw. zu vermeiden. Die Firma Kraiburg führt Gummimatten profiKURA 3D mit 3 % Quergefälle im Sortiment. Die profiKURA 3D-Matten sind seit dem 24. März 2022 vom Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV zugelassen.</p> <p>Saubere und trockene Laufflächen wirken sich positiv auf die Klauengesundheit der Tiere aus.</p>	
	Oberflächen für raschen Abfluss und Elemente zum raschen Ableiten von Harn auf Laufhöfen	<p>Rasches Abfliessen des Harns von der Lauffläche reduziert die Ammoniakfreisetzung.</p> <p>Planbefestigter Boden mit einem Quergefälle von 3 % und Harnsammelrinne im Laufhof bei mobiler Entmistung.</p>	<p>● Es ist keine Quantifizierung des Ammoniakminderungspotenzials vorhanden. Die Laufhofbenutzung durch die Tiere ist teilweise gering.</p> <p>Im Agrammon Einzelbetriebsmodell mit kantonalen Anpassungen beträgt die Ammoniakminderung ca. 5 % (hier wird aber von mittlerer Harnabflussrinne und stationärem Schieber ausgegangen).</p>	<p>Ammoniakverluste im Rindviehstall und Laufhof reduzieren</p>
	Laufgangmatte Magellan mit Profil bestehend aus Längsrillen	<p>Rasches Abfliessen des Harns von der Lauffläche minimiert die Mischung von Kot und Harn, wodurch Ammoniakverluste reduziert werden.</p> <p>Der tiefere pH-Wert der Gummioberfläche im Vergleich zum Beton verschiebt das chemische Gleichgewicht von Ammoniak zu Ammonium.</p> <p>Gummioberfläche mit dreiprozentigem Gefälle der Querrillen in Laufrichtung des Entmistungsschiebers. Dieser ist an die Rillenform angepasst und reinigt den Boden mindestens alle zwei Stunden.</p>	<p>● Mehrere Datensätze zu Messungen von planbefestigten Böden mit ähnlichem Profil wie der Magellan hat, sind vorhanden. Bei allen wurden die Ammoniakemissionen im Vergleich zu verschiedenen Betonböden vermindert [59, 61, 114, 116]. Basierend auf dem Modell von Monteny (2000) und Laboruntersuchungen wird die Emissionsreduktion auf zwischen 35 und 50 % geschätzt. Praxiserfahrung zeigt, dass der Boden sich durch eine gute Rutschfestigkeit bei gleichzeitig guter Klauengesundheit ausweist.</p> <p>Ausserdem erfüllt der Boden die Kriterien der DLG-Prüfung (DLG-Prüfbericht 6774¹⁰) und das BLV hat die Magellan Böden seit 2020 zugelassen.</p> <p>Das System ist für einen Umbau oder Neubau geeignet, Voraussetzung ist ein absolut ebener Boden. Es lässt sich mit einem erhöhten Fressstand kombinieren.</p>	

Anforderung Ziel	Massnahme	Minderungsprinzip und Beschreibung	Umsetzungsempfehlung Bund und Forschung	
			Begründung [Literatur, siehe separates Dokument]	Links und Downloads
	Laufgangmatte MeadowFloor ohne Dichtungsklappen	Rasches Abfliessen des Harns von der Lauffläche minimiert die Mischung von Kot und Harn, wodurch Ammoniakverluste re- duziert werden. Der tiefere pH-Wert der Gummioberfläche im Vergleich zum Beton verschiebt das chemische Gleichgewicht von Ammoniak zu Ammonium. Gummioberfläche mit zweiseitigem sechs- prozentigem Gefälle gegen die Schlitze und ohne die Reduktion des Schlitzanteils.	● Publierte Emissionsmessungen für MeadowFloor ohne Dich- tungsklappen sind nicht verfügbar. Deshalb ist eine derzeitige Schätzung zur Emissionsverminderung aufgrund der Daten- lage nicht möglich. Jedoch ist das System DLG geprüft und vom BLV seit 2022 bewilligt. Zwei Betriebe in der Schweiz ha- ben das System in einem Stall mit Milchkühen installiert und die Praxiserfahrung zeigt, dass der Harn schnell abfliesst, so- wie durch den Entmistungsroboter, der sechs Mal am Tag zum Einsatz kommt, sämtliche Feststoffe in den Güllekeller ge- drückt werden. Dem Tier werden durch den griffigen und bequemen Boden Laufkomfort geboten. In die Matten integrierte Blöcke tragen zum natürlichen Abrieb der Klauen bei und der trockenere Bo- den durch den raschen Harnabfluss ist ebenfalls für die Klauengesundheit positiv.	
	SG6	Rasches Abfliessen des Harns durch die Rillenstruktur in Betonplatten. Die Rillen weisen ein Gefälle von 5 % gegen die Schlitze auf, dadurch kann der Harn rasch abfliessen. Durch die rasche Trennung von Harn und Kot auf der Oberfläche werden die enzymatischen Prozesse der Ammoni- akbildung verhindert, was in einer Reduk- tion der Ammoniakemissionen resultiert.	● Die Einschätzung basierend auf der verfügbaren Literatur deut- et darauf hin, dass der Boden eine Emissionsminderung be- wirken kann. Um eine genügende Wirkung zu erzielen, muss der Harn je- derzeit rasch abfliessen können. Dazu müssen die Rillen min- destens alle zwei Stunden gereinigt werden. In der Praxis hat ein Reinigungsroboter mit an die Rillenstruktur angepassten Bürsten eine gute Reinigungsleistung gezeigt, möglich ist auch ein aufnehmender Roboter. Der fallende Harn reicht nicht aus, um die Rillen ausreichend zu reinigen. Die Betonelemente haben eine Breite von 47 cm, der Abstand zwischen den Platten kann beim Verlegen bestimmt werden. Mit 3 cm Abstand beträgt der Schlitzanteil 6 %. Es ist zu be- achten, dass je nach Rindviehkategorie die maximal erlaubte Spaltenbreite unterschiedlich ist. Es ist zurzeit keine Quantifizierung des Ammoniakminderungs- potenzials nach anerkannten wissenschaftlichen Standards verfügbar.	Faktenblatt Nationale Drehscheibe Am- moniak
	Oberflächen mit ras- chem Abfluss von Harn kombiniert mit Einrichtungen zum ra- schen Abführen von Kot und Harn. Rillenboden in Ele- mentbauweise mit Schieberentmistung „Gerillter Boden mit ge- zähntem Schieber“	Durch rasches Abfliessen des Harns von der Lauffläche in den Flachkanal wird die Ammoniakfreisetzung reduziert. Die Bodenrillen müssen mit Drainageöff- nungen für den Harnablauf versehen wer- den. So werden Kot und Harn schnell ge- trennt. Zusammen mit der Schieberentmis- tung entsteht eine saubere, emissionsarme Bodenfläche, die gleichzeitig ausreichend Trittsicherheit für die Tiere bieten muss.	● Bei Haltungssystemen mit Einstreu, wie sie laut Tierschutzver- ordnung in der Schweiz gefordert und nach BTS gefördert werden, ist ein Verstopfen der Harnabflusslöcher zu erwarten. In den Niederlanden hat sich der Sleufvloer Typ A in der Pra- xis nicht durchgesetzt aufgrund von Verstopfung der Drainage- löcher, mangelnder Rutschfestigkeit sowie hoher Kosten für den Flachkanal und die Rillenbodenelemente. Die Emissionsreduktion wurde in den Niederlanden wissen- schaftlich bestätigt (sie betrug in einem Versuchsstall 46 %) [59], jedoch wurden ursprünglich angegebene Werte inzwi- schen relativiert (19 %, 16 %) [60]. In Agrammon wird in allen Modellen von einer Emissionsre- duktion von 20 % ausgegangen. Die Umsetzung bei Neubau, der Umbau ist beschränkt mög- lich.	
Optimales Stallklima	Niedrige Temperatur → Aussenklimaställe	Ziel ist die Verminderung der Temperatur an der emittierenden Oberfläche.	● Die emissionsmindernde Wirkung wurde als Konsens basie- rend auf grundlegenden Wirkungsprinzipien und/oder Messre- sultaten im Labor oder halbtechnischen Massstab bestätigt, je- doch nicht im Praxismassstab (Versuchsställe, Praxisbe- triebe). In der kalten Jahreszeit ermöglichen Aussenklimaställe ein tieferes Temperaturniveau als Ställe mit Zwangslüftung und Wärmedämmung. Im Sommer jedoch kommt es tempera- turbedingt zu höheren Ammoniakemissionen. Aussenklimaställe für Milchvieh sind in der Schweiz weit ver- breitet und können als Standard/Referenzsystem angesehen werden. Anwendungsbereich: Normalerweise bei Neubau, bei Umbau bedingt möglich.	ART-Bericht Ammoniakverluste Laufstall 2011 WBK 2018 Präsentation Stallbaukon- zepte für Milchkühe

Anforderung Ziel	Massnahme	Minderungsprinzip und Beschreibung	Umsetzungsempfehlung Bund und Forschung	
			Begründung [Literatur, siehe separates Dokument]	Links und Downloads
	Niedrige Temperatur → Wärme gedämmte Dächer, Dachbegrünung, Berieselungssysteme auf Dachoberfläche, Hellere Dach- und Fassadenfarben	Ziel ist die Verminderung der Temperatur an der emittierenden Oberfläche.	<p>● Für keine dieser Massnahmen ist eine Quantifizierung des Ammoniakminderungspotenzials verfügbar.</p> <p>Bei frei gelüfteten Ställen (Standard in der Schweiz) mit ausreichender Querlüftung und Dachhöhe (ab ca. 3.5 m) ist kein Temperatureffekt an den emittierenden Flächen zu erwarten, da im Stall thermische Prozesse durch windinduzierte Prozesse überlagert werden [62-66]. Bei geschlossenen Ställen kann Wärmedämmung in der kalten Jahreszeit zu einem höheren Temperaturniveau führen.</p> <p>Bei der Dachbegrünung und dem Berieselungssystem auf Dachoberflächen ist der Wasserverbrauch hoch.</p> <p>Im Agrammon Einzelbetriebsmodell mit kantonalen Anpassungen beträgt die Ammoniakminderung ca. 5 % - 10 % für die Wärmedämmung des Daches und für Dachberieselung. Im UNECE-Guidance-Dokument wird von einer Minderung von 20 % bei optimaler Klimatisierung mit Dachisolierung ausgegangen.</p>	Weiterbildungskurs für Baufachleute 2013
	Niedrige Luftgeschwindigkeit über verschmutzten Flächen	Ziel ist die Verminderung des Luftaustauschs über der emittierenden Oberfläche.	<p>● Gegenläufige Effekte sind möglich (Hitzestau versus Verminderung des Luftaustauschs über der emittierenden Oberfläche).</p>	Weiterbildungskurs für Baufachleute 2013
	Beschattung und Windschutz Laufhof	<p>Verminderung der Temperatur und des Luftaustauschs über der emittierenden Oberfläche.</p> <p>Dies soll durch Überdachung eines Teils des Laufhofes (unter Berücksichtigung der mindestens ungedeckten m² pro Tier gemäss Anhang 2 RAUS-Verordnung) und Windschutz auf der exponierten Seite erreicht werden.</p>	<p>● Es ist keine Quantifizierung des Ammoniakminderungspotenzials verfügbar [67].</p> <p>Gegenläufige Effekte sind möglich: Bei optimalem Laufhofklima können die Tiere mehr Zeit im Laufhof verbringen. Somit fällt ein grösserer Anteil der Exkreme im Laufhof an, was zu höheren Emissionen führen kann. Zudem besteht das Dilemma, dass der verminderte Luftaustausch über der emittierenden Oberfläche zu einem Hitzestau führen kann.</p> <p>Im Agrammon Einzelbetriebsmodell mit kantonalen Anpassungen wird für Beschattung und Windschutz im Laufhof in Kombination mit der Massnahme „Rascher Harnabfluss“ (RV2B) eine emissionsmindernde Wirkung angerechnet.</p>	Weiterbildungskurs für Baufachleute 2013
	Hochdruckvernebelungsanlage	Ziel ist die Verminderung der Temperatur. Mit der Hochdruckvernebelungsanlage wird Wasser als Mikrotröpfchen im Stall verteilt, was zu einer Reduktion der Stalltemperatur und somit an der emittierenden Oberfläche führt.	<p>● Emissionsmessungen für Ställe mit Hochdruckvernebelungsanlagen liegen nicht vor. Man kann aber davon ausgehen, dass die Temperatur im Stall und demzufolge auch die Ammoniakemissionen reduziert werden, wenn eine Hochdruckvernebelungsanlage im Betrieb ist [127, 128, 129, 130].</p> <p>Die Mikrotröpfchen verdampfen, bevor sie am Boden ankommen. Mit der Hochdruckvernebelungsanlage werden somit weder die Tiere noch Boden oder Einstreu nass. Die Verdunstung erfordert Energie, wodurch die Umgebungstemperatur sinkt.</p> <p>Vernebelungsanlagen sollen automatisiert und in Abhängigkeit von Temperatur und Luftfeuchtigkeit betrieben werden. Die Reduktion der Stalltemperatur ist positiv für das Tierwohl, denn sie trägt zur Reduktion des Hitzestresses der Tiere während der warmen Jahreszeit bei. Aus der vorhandenen Literatur geht hervor, dass ein positiver Effekt auf die Milchleistung erwartet werden kann [132].</p>	Faktenblatt Nationale Drehscheibe Ammoniak
	Niederdruckvernebelungsanlage	Mit der Niederdruckvernebelungsanlage wird Wasser in Tropfenform im Stall verteilt. Dies führt zu einer Abkühlung des Stalls, der Harn wird verdünnt und kann besser abfließen, der pH-Wert wird auf den verschmutzten Oberflächen gesenkt und Ammoniak kann im Wasserfilm an den feuchten Oberflächen gebunden werden.	<p>● Emissionsmessungen für Ställe mit Niederdruckvernebelungsanlagen für Rindvieh liegen nicht vor.</p> <p>Vernebelungsanlagen sollen automatisiert und in Abhängigkeit von Temperatur und Luftfeuchtigkeit betrieben werden. Die Reduktion der Stalltemperatur ist positiv für das Tierwohl, denn sie trägt zur Reduktion des Hitzestresses während der warmen Jahreszeit bei. Aus der vorhandenen Literatur geht hervor, dass ein positiver Effekt auf die Milchleistung erwartet werden kann [132].</p> <p>Es ist auch mit Niederdruckvernebelungsanlagen möglich, mittels angepasster Düsen Mikrotröpfchen zu erzeugen. Bei Anlagen mit grösseren Tropfen werden die Flächen befeuchtet, der Temperatureffekt ist jedoch kleiner als bei Hochdruckvernebelungsanlagen.</p>	Faktenblatt Nationale Drehscheibe Ammoniak

Anforderung Ziel	Massnahme	Minderungsprinzip und Beschreibung	Umsetzungsempfehlung Bund und Forschung	
			Begründung [Literatur, siehe separates Dokument]	Links und Downloads
Minimierung der N-Ausscheidung	Bedarfsgerechte Fütterung zur Reduktion von Proteinüberschüssen	Eine ausgewogene Milchviehfütterung (ausgeglichenes Protein/Energie-Verhältnis) verringert den stärker emissionsgefährdeten Anteil von Stickstoff im Harn. Es gelangt generell weniger Stickstoff in den landwirtschaftlichen Kreislauf. Die Massnahme steht damit am Beginn der Ammoniak-Emissionskette (so genannte „Begin-of-Pipe-Massnahme“). Der Milchnharnstoffwert (MHW) ist ein Indikator für Harn-Stickstoff-Ausscheidungen und für das Ammoniakverlustpotential. In welchem Ausmass daraus Emissionen entstehen, hängt von Stallbau, Hygiene, Haltung, Lagerung, Ausbringung und Witterung ab. Bei hohen MHW ist die Fütterung generell zu überprüfen. Dazu gehören unbedingt auch die Galkühe und Aufzucht-tiere. Bei intensiver Weidehaltung wird häufig ein hoher MHW beobachtet (ausser bei Alpweiden). Das Ammoniakverlustpotenzial ist an sich hoch, aber bei weitgehender Ausscheidung auf der Weide (Vollweide) sind die Emissionen weniger kritisch. In der Ammoniakstudie wurden dazu Modellrechnungen durchgeführt. Der Saisonalität im MHW ist Rechnung zu tragen. Im Winter werden zum Teil sehr tiefe MHW beobachtet. Es gibt auch einen kritischen Wert nach unten.	<p>● Die emissionsmindernde Wirkung wurde nachgewiesen [21-32]. Auf einzelbetrieblicher Stufe besteht Handlungspotential. Es bestehen Synergien zur Tiergesundheit, wobei Fruchtbarkeit, Euter- und Klauengesundheit verbessert werden können. Dies ist eine wichtige Massnahme zur Verbesserung der N-Effizienz, da Milchkühe rund 50 % der Ammoniakemissionen aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung verursachen.</p> <p>Die Massnahme wurde in den Kantonen GR, NW, OW, UR und ZG im Rahmen der Ressourcenprojekte getestet. Gegenwärtig wird sie durch die HAFL vertieft untersucht.</p> <p>In Agrammon Einzelbetriebs- und Regionalmodell werden Angaben zu der Zusammensetzung der Grundfütterration von Milchvieh erfasst. Eine Minderung der Gesamtemissionen ist um bis zu ca. 10 % möglich.</p> <p>Die Massnahme ist im UNECE Guidance-Dokument aufgeführt mit Angabe von Zielwerten für Rohproteingehalt in der Ration und allgemeinen Ausführungen in Annex II.</p> <p>Hinweise zur Umsetzung: Je höher der Anteil Grünfütter und insbesondere der Anteil auf der Weide gefressenen Futters an einer Ration, desto anspruchsvoller ist die Gestaltung ausgewogener Rationen. z.B. wird geweidet, kann der MHW aufgrund des jungen proteinreichen Grases steigen.</p>	<p>Ammoniak aus Rindviehställen2012</p> <p>Artikel BauernZeitung 2018</p> <p>Artikel von Agroscope im CH-Bauer 2018</p> <p>Studie A. Bracher. SHL, Agroscope</p>
	Vollweide	Infiltration des Harns in den Boden.	● Weil der von Weidetieren ausgeschiedene Harn üblicherweise im Boden versickert, bevor wesentliche Ammoniakemissionen auftreten können, sind die gesamten Ammoniakemissionen pro Tier bei der Weidehaltung weniger hoch als bei der Stallhaltung, wo die Ausscheidungen gesammelt, gelagert und ausgebracht werden (UNECE-Leitfaden 2012). Weiden gehört gemäss UNECE Guidance-Dokument zur Kategorie 1, wenn die Tiere den ganzen Tag weiden (> 18 Stunden) oder wenn nur sehr wenig befestigte Bodenfläche täglich mit Hofdünger verschmutzt wird. Voraussetzung ist daher, dass der Stall und der Laufhof während des Weideganges der Tiere sauber sind. Ansonsten emittiert dieser weiter. Grundlagen zur Berechnung in Agrammon siehe [109, 110]. Es muss aber beachtet werden, dass die Ertragswirksamkeit des auf der Weide ausgeschiedenen Stickstoffs gering ist. Dies ist hauptsächlich auf die sehr ungleichmässige Verteilung der Exkremete auf der Weidefläche zurückzuführen.	<p>Reduktion der Ammoniak-Emissionen auf der Weide.</p>
Sonstiges	Ansäuerung der Gülle	Ziel ist das Absenken des pH-Werts der Gülle. Die Ansäuerung kann im Stall, bei der Lagerung oder bei der Ausbringung erfolgen.	<p>● Grundsätzlich wurde die emissionsmindernde Wirkung von der Forschung bestätigt.</p> <p>Eine Literaturstudie zur Ansäuerung von Gülle ist an der HAFL durchgeführt worden (Auftraggeber BLW). Eine Empfehlung betreffend breite Umsetzung liegt noch nicht vor (Stand Februar 2017). Die Studie der HAFL bestätigt das Potential dieser Massnahme. Voraussetzung für die Wirksamkeit der Ansäuerung ist jedoch, dass die Exkremete unmittelbar nach der Ausscheidung in ein Milieu mit niedrigem pH-Wert gelangen. Dies dürfte in der Praxis für Rindvieh nur bei einem gut gereinigten Vollspaltenboden und bei planbefestigten Böden mit Quergefälle und Schieber mit Rinnenräumer gegeben sein. Auf den Stufen Lagerung und Ausbringung von Gülle beträgt die Emissionsminderung für Ammoniak rund 50 % bis mehr als 90 % bzw. 50 bis 60 %, wobei in einigen Versuchen auch niedrigere Werte gemessen wurden.</p> <p>Fragen des Arbeitsschutzes und die Folgen für den Pflanzenbau sind noch nicht abschliessend geklärt. Die AG Ammoniak und Stall erachtet es als wünschenswert, dass diese Massnahme in der Praxis erprobt wird.</p>	<p>Studie HAFL zu Gülleansäuerung</p>
	Gülleseparierung	Fest- und Flüssigphase der Gülle werden getrennt. In der Schweiz werden dazu meist Schraubenpressen eingesetzt.	<p>● Es gibt keine gesicherten wissenschaftlichen Daten zur emissionsmindernden Wirkung über die ganze Hofdüngerkette (Studie HAFL, KOLAS Schlussdokument).</p> <p>In Europa gibt es momentan kein Land, welches die Gülleseparierung wie praktiziert in der Schweiz als emissionsmindernde Massnahme betrachtet und anerkennt.</p>	<p>KOLAS Schlussdokument</p> <p>Studie HAFL zu Gülleseparierung</p>

Anforderung Ziel	Massnahme	Minderungsprinzip und Beschreibung	Umsetzungsempfehlung Bund und Forschung	
			Begründung [Literatur, siehe separates Dokument]	Links und Downloads
	Güllezusätze	Güllezusätze können je nach Wirkungsweise in drei Gruppen eingeteilt werden: Hemmung mikrobieller Umsetzungen in der Gülle. Fördern und steuern der mikrobiellen Umsetzungen der Gülle. Beeinflussung der mikrobiellen Umsetzungen in der Gülle über "feinstoffliche Informationen".	● Gemäss KOLAS-Arbeitsgruppe, Dokument Allgemeine Anforderungen an Gesuche für einzelbetriebliche Massnahmen, ist die Wirkung betreffend Ammoniak nicht wissenschaftlich belegt.	KOLAS Dokument Anforderungen an Gesuche
	Entmistungsroboter	Rasches Entfernen von Harn und Kot von der Lauffläche reduziert die Ammoniakfreisetzung.	● Es ist keine ausreichende Quantifizierung des Ammoniakminderungspotenzials verfügbar, weder auf planbefestigten noch auf perforierten Böden. Der Einsatz auf planbefestigten Böden ist noch nicht praxiserprobt. Hinweis: Perforierte Böden emittieren aufgrund der grösseren emittierenden Oberfläche mehr Ammoniak als häufig gereinigte planbefestigte Laufflächen mit Quergefälle, Harnrinne und Rinnenräumer.	Artikel BauernZeitung Juli 18 Artikel von Agroscope im CH-Bauer KOLAS Schlussdokument WBK 2018: Perforierte Laufflächen bei Rindvieh, Bewertung der Entmistung mit einem Roboter WBK 18: Vergleich von perforierten und planbefestigten Laufflächen bei Milchvieh – Ammoniak- und Treibhausgas-Emissionen
	Emissionsoptimierte Laufflächen	Ziel sind der rasche Abfluss von Harn und die Verminderung der emittierenden Bodenfläche. Beispiele dafür sind Gummieinsätze für Spaltenböden für schnelles Ableiten des Harns oder auch spezielle Gummiklappen, die die Spalten schliessen.	● Derzeit sind keine gesicherten Ergebnisse zur Emissionsreduktion verfügbar. Probleme sind bei einigen der neuen Laufflächenausführungen bei Haltungssystemen mit Stroh und unter Frostbedingungen zu erwarten [19]. Die Massnahme ist im UNECE-Guidance-Dokument aufgeführt (Kategorie 2). Bemerkung: Untersuchungen zu verschiedenen Laufflächenausführungen sind in den Niederlanden derzeit im Gange. Die Übertragbarkeit der Ergebnisse und die Praxistauglichkeit unter Schweizer Haltungsbedingungen sind nach Abschluss der niederländischen Messungen zu prüfen.	
	Art und Menge des Einstreumaterials	Harn soll absorbiert bzw. adsorbiert werden.	● Die aktuelle Datenlage ist zu schmal, um konkrete Massnahmen ableiten zu können. Die Wirksamkeit ist nicht eindeutig belegt. Die physikalischen Eigenschaften (Urinabsorptionsvermögen, Schüttdichte) der Einstreumaterialien sind dabei massgebender als ihre chemischen Eigenschaften (pH-Wert, Kationenaustauschkapazität, Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnis) [95-97]. Die Massnahme ist im UNECE-Guidance-Dokument aufgeführt (Kategorie 2).	
	Häufiges Entmisten		● Die Reinigung eines planbefestigten Bodens an sich ohne weitere Massnahmen hat möglicherweise keinen Einfluss auf die Ammoniakemissionen aus einem Laufstall/Laufhof [1-4]. Entscheidend für die Ammoniakfreisetzung ist, dass der Harn sofort in ein geschlossenes Güllelager abfliessen kann. Aus Gründen der Tiersauberkeit und Klauengesundheit ist häufiges Entmisten jedoch generell zu empfehlen. Agroscope variiert bei den Untersuchungen im Emissionsversuchsstall u.a. auch die Schieberfrequenz auf planbefestigten Laufflächen. Aktuell (Anfang 2018) sind noch keine Ergebnisse bekannt.	
	Chemowäscher	Mittels Chemowäscher soll Ammoniak aus der Stallabluft abgeschieden werden.	● Es liegen keine gesicherten Ergebnisse zur Emissionsreduktion in diesem Anwendungsbereich vor. Ist nur bei zwangsgeöffneten Ställen wirksam, was dem aktuellen Trend und Empfehlungen im Stallbau in der Rindviehhaltung der Schweiz diametral entgegenläuft. Nicht für Haltungssysteme mit Laufhof geeignet. Es gibt bislang keine zertifizierten Abluftreinigungsanlagen für Rindviehställe. Die Massnahme ist im UNECE-Guidance-Dokument aufgeführt (Kategorie 2).	Cerc'lAir-Empfehlung Nr. 21-D DLG Prüfberichte KOLAS Themenblatt: Abluftreinigung für zwangsbelüftete Stallanlagen Vortrag WBK 2017 Emissionsminderung mit Abluftreinigung

Anforderung Ziel	Massnahme	Minderungsprinzip und Beschreibung	Umsetzungsempfehlung Bund und Forschung	
			Begründung [Literatur, siehe separates Dokument]	Links und Downloads
	Kompoststall	Siehe Begründung.	<p>● In Kompostierungsställen findet ein vorwiegend aerober Abbau von Einstreu und Ausscheidungen der Tiere statt. Dabei steigen die Temperatur und der pH-Wert in der Einstreu markant an. Unter solchen Bedingungen nehmen die Ammoniakverluste stark zu, wie zahlreiche Versuche zur Kompostierung, z.B. von Mist, gezeigt haben. Weiter ist der Platzbedarf pro Tier in einem Kompostierungsstall grösser als in Liegeboxenställen, was tendenziell ebenfalls zu höheren Emissionen führt. Dies zeigten auch Messungen aus Holland. Überdies muss man davon ausgehen, dass Kompostierungsställe ähnlich wie Tiefstreuställe eine deutlich grössere Menge des sehr starken Treibhausgases Lachgas freisetzen. [106-108].</p>	