

## 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: März 2019). 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.

## 1 Massnahmen gemäss Vollzugshilfe Baulicher Umweltschutz in der Landwirtschaft

Die Nummern bei den Massnahmetiteln stellen den Bezug her zur Vollzugshilfe Baulicher Umweltschutz in der Landwirtschaft (gemäss Tab. 17, S. 45).

Anforderung Ziel	 Massnahme	Minderungsprinzip und Beschreibung	Umsetzungsempfehlung Bund & Forschung		
	Nr.	Bezeichnung		Begründung <a href="#">[Literatur, siehe separates Dokument]</a>	Links & Downloads
Minimierung der verschmutzbaren Fläche	1	Reduktion der verschmutzbaren Flächen durch Funktionsbereiche  Generell	Durch geschickte Anordnung, Kombination von Funktionsbereichen (Aktivitäts-, Liege- und Fressbereich) und entsprechende Nutzung können verschmutzte Flächen begrenzt werden (siehe Abb. 23-Abb. 27 und Tab. 31 in der Vollzugshilfe, Anhang A8). 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.	<span style="color: green;">●</span> Bei Laufstall-Konzepten mit möglichst wenig emittierender Fläche (z.B. zwei- und mehrreihige Anordnung der Liegeboxen; ohne Laufhof) sind keine Mehrkosten zu erwarten.	
	1	<b>Fressstände:</b> Erhöhter Fressbereich mit Abtrennung (je 2 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 Vollzugshilfe sieht ein Quergefälle der Standfläche von 3% vor (siehe Abb. 28, S. 95).	<span style="color: green;">●</span> Eine Minderung der NH <sub>3</sub> -Emissionen 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], weniger Verdrängungen am Fressplatz [9]. Praxiserfahrungen sind vorhanden: unter anderem Betrieb Sutter und Hinweise von besuchten Betrieben „Herausforderungen und Lösungsansätze von Praxisbetrieben“ (siehe Website).  Agrammon: Eine Aufnahme dieser Massnahme ist bei der nächsten Revision des Einzelbetriebsmodells und Regionalmodells vorgesehen. Aktuell besteht in Agrammon die Möglichkeit diese Minderungsmaßnahme in den Modellen Einzelbetriebsmodell und Regionalmodell manuell einzutragen.  Diese Massnahme lässt sich sowohl bei Neu- als auch bei Umbauten realisieren. Erfahrungen bei Umbauten: <a href="#">Artikel 1</a> ; <a href="#">Artikel 2</a> .	<a href="#">Agroscope Emissionsversuchsstall</a> <a href="#">Weiterbildungskurs für Baufachleute</a> <a href="#">Präsentation Weiterbildungskurs für Baufachleute 2013</a> <a href="#">Faktenblatt Versuchsstall Tänikon</a> <a href="#">Artikel die grüne 2014</a> <a href="#">Artikel Landtechnik 2014</a> <a href="#">Artikel ART 2016 Klauengesundheit</a> <a href="#">Merkblatt Entmisten sicherer machen</a> <a href="#">Artikel Mai 2018 Kuhkomfort mit Schieber</a> <a href="#">Fachinformation Entmistungsschieber in Milchviehlaufställen 2018</a> <a href="#">Artikel von Agroscope im Schweizer Bauer 2018</a>

Anforderung Ziel	 Massnahme	Minderungsprinzip und Beschreibung	Umsetzungsempfehlung Bund & Forschung		
	Nr.	Bezeichnung		Begründung <a href="#">[Literatur, siehe separates Dokument]</a>	Links & Downloads
Rasche Drainage und saubere, trockene Lauf- Fläche	2	Oberflächen mit raschem Abfluss von Harn kombiniert mit Einrichtungen zum raschen Abführen von Kot und Harn: Rillenboden in Elementbauweise mit Schieberentmischung „Gerillter Boden mit gezähntem Schieber“	Durch rasches Abfließen des Harns von der Lauffläche in Flachkanal wird die Stofffreisetzung reduziert.  Die Bodenrillen müssen mit Drainageöffnungen für den Harnablauf versehen werden. So werden Kot und Harn schnell getrennt. Zusammen mit der Schieberentmischung entsteht eine saubere, emissionsarme Bodenfläche, die gleichzeitig ausreichend Trittsicherheit für die Tiere bieten muss. (siehe Abb. 30, S.96 in Vollzugshilfe)	<p>Bei Haltungssystemen mit Einstreu, wie sie laut Tierschutzverordnung in der Schweiz gefordert und nach BTS gefördert werden, ist ein Verstopfen der Harnabfluss-Löcher zu erwarten. In den Niederlanden hat sich der Sleufvloer Typ A in der Praxis nicht durchgesetzt aufgrund von Verstopfung der Drainagelöcher, mangelnder Rutschfestigkeit sowie hoher Kosten für Flachkanal und Rillenbodenelemente.</p> <p>Die Emissionsreduktion wurde in den Niederlanden wissenschaftlich bestätigt (sie betrug in einem Versuchsstall 46%)[59], jedoch wurden ursprünglich angegebene Werte inzwischen relativiert (19%, 16%) [60].</p> <p>Agrammon alle Modelle: Es wird von einer Emissionsreduktion von 20% ausgegangen.</p> <p>Umsetzung bei Neubau, der Umbau ist beschränkt möglich.</p>	
	2	Oberflächen mit raschem Abfluss von Harn kombiniert mit Einrichtungen zum raschen Abführen von Kot und Harn: <b>Planbefestigte Böden</b>	Rasches Abfließen des Harns von der Lauffläche minimiert die Mischung von Kot und Harn. Dadurch werden die Ammoniakverluste reduziert.  Die Laufflächen sind mit einem Quergefälle von 3% und einer Harnsammelrinne sowie einem Schieber mit Rinnenräumer ausgestattet (siehe Abb. 31, S. 96 in Vollzugshilfe). Der Schieber reinigt während der Aktivitätszeit der Tiere alle zwei Stunden.	<p>Es herrscht Konsens für emissionsmindernde Wirkung, basierend auf Messresultaten im Praxismasstab (Versuchsställe, Praxisbetriebe) [10-13]. Umsetzungserfahrungen und -empfehlungen sind vorhanden (KOLAS –BLW Themenblatt, Baumerkblatt Harnsammelrinnen, Versuchsstall der Agroscope ART) Praxiserfahrungen sind vorhanden (siehe Website: Portrait Betrieb Waser und Dokument „Herausforderungen...“ Dokument mit Erfahrungen diverser Betriebe)</p> <p>Saubere und trockene Laufflächen wirken sich zudem positiv auf die Gesundheit der Klauen aus [8].</p> <p>In Agrammon im Einzelbetriebsmodell mit kantonalen Anpassungen wird von Reduktion der Stallemissionen von 20% ausgegangen (provisorischer Wert). Im Agrammon Einzelbetriebsmodell 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><a href="#">Weiterbildungskurs für Baufachleute</a></p> <p><a href="#">Agroscope Emissionsversuchsstall</a></p> <p><a href="#">KOLAS-BLW Themenblatt;</a></p> <p><a href="#">Faktenblatt Versuchsstall Tänikon;</a></p> <p><a href="#">ART-Baumerkblatt Harnsammelrinnen;</a></p> <p><a href="#">Artikel UFA-Revue</a></p> <p><a href="#">Merkblatt Entmisten sicherer machen</a></p> <p><a href="#">Dokumentation von Schauer</a></p> <p><a href="#">Erste Ergebnisse Emissionsversuchsstall;</a></p> <p><a href="#">ART Tagungsbeitrag Entmistungsschieber 2017</a></p> <p><a href="#">Artikel Mai 2018 Kuhkomfort und Schieber;</a></p> <p><a href="#">Fachinformation Entmistungsschieber in Milchviehlaufställen 2018;</a></p> <p><a href="#">Artikel von Agroscope im CH-Bauer 2018</a></p>
Rasche Drainage und saubere, trockene Lauf-Fläche	3	Oberflächen für raschen Abfluss und Elemente zum raschen Ableiten von Harn auf <b>Laufhöfen</b>	Rasches Abfließen des Harns von der Lauffläche reduziert die Ammoniakfreisetzung.  Planbefestigter Boden mit einem Quergefälle von 3 % und Harnsammelrinne im Laufhof bei mobiler Entmistung (vgl. Abb. 32 in Vollzugshilfe)	<p>Es ist keine Quantifizierung des NH<sub>3</sub>-Minderungspotenzials vorhanden Die Laufhofbenutzung durch die Tiere ist teilweise gering.</p> <p>Im Agrammon Einzelbetriebsmodell mit kantonalen Anpassungen beträgt die NH<sub>3</sub>-Minderung ca. 5%. (hier wird aber von mittlerer Harnabflussrinne und stationärem Schieber ausgegangen).</p>	<p><a href="#">Ammoniakverluste im Rindviehstall und Laufhof reduzieren</a></p>
	2	Laufgangmatte mit Gefälle	Rasches Abfließen des Harns von der Lauffläche minimiert die Mischung von Kot und Harn. Dadurch werden die Ammoniakverluste reduziert.  Gummimatten mit integriertem 3% 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.  Im Unterschied zur Massnahme «Laufflächen mit Quergefälle und Harnsammelrinne» lässt sich das Betonieren geeigneter Flächen vermeiden.	<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. 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.</p> <p>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 zudem positiv auf die Klauengesundheit der Tiere aus.</p>	<p><a href="#">Zum ausführlichen Dokument der Nationalen Drehscheibe Ammoniak</a></p> <p><a href="#">Agroscope Baumerkblatt Quergefälle/Harnsammelrinne 2020</a></p> <p><a href="#">UFA Revue, Beitrag von Agroscope: Befechtung reduziert Schmierschichten</a></p> <p><a href="#">Dokumentation von Kraiburg</a></p> <p><a href="#">Video von Kraibur</a></p>

Anforderung Ziel	 Massnahme	Minderungsprinzip und Beschreibung	Umsetzungsempfehlung Bund & Forschung		
	Nr.	Bezeichnung		Begründung <a href="#">[Literatur, siehe separates Dokument]</a>	Links & Downloads
Optimales Stallklima	4	Niedrige Temperatur → Aussenklimaställe	Ziel ist die Verminderung der Temperatur an der emittierenden Oberfläche.	<p>Die emissionsmindernde Wirkung wurde als Konsens basierend auf grundlegenden Wirkungsprinzipien und/oder Messresultaten im Labor oder halbtechnischen Massstab bestätigt, jedoch nicht im Praxismassstab (Versuchsställe, Praxisbetriebe). In der kalten Jahreszeit ermöglichen Aussenklimaställe ein tieferes Temperaturniveau als Ställe mit Zwangslüftung und Wärmedämmung. Im Sommer jedoch kommt es temperaturbedingt zu höheren NH<sub>3</sub>-Emissionen.</p> <p>Aussenklimaställe für Milchvieh sind in der Schweiz weit verbreitet und können als Standard/Referenzsystem angesehen werden</p> <p>Anwendungsbereich: Normalerweise bei Neubau, bei Umbau bedingt möglich</p>	<p><a href="#">ART-Bericht Ammoniakverluste Laufstall 2011</a></p> <p>WBK 18 <a href="#">Präsentation Stallbaukonzepte für Milchkühe</a></p>
Optimales Stallklima	4	Niedrige Temperatur → Wärmedämmte 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 NH<sub>3</sub>-Minderungspotenzials 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 NH<sub>3</sub>-Minderung 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>	<p><a href="#">Weiterbildungskurs für Baufachleute 2013</a></p> <p><a href="#">Artikel Green roofing 2007</a></p>
	5	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>	<p><a href="#">Weiterbildungskurs für Baufachleute 2013</a></p>
	6	Beschattung und Windschutz Laufhof	Verminderung der Temperatur und des Luftaustauschs über der emittierenden Oberfläche.  Dies soll durch Überdachung eines Teils des Laufhofes (unter Berücksichtigung der mindestens ungedeckten m <sup>2</sup> pro Tier gemäss Anhang 2 RAUS-Verordnung) und Windschutz auf der exponierten Seite erreicht werden.	<p>Es ist keine Quantifizierung des NH<sub>3</sub>-Minderungspotenzials 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 Exkremente 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>In 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>	<p><a href="#">Weiterbildungskurs für Baufachleute 2013</a></p>
Minimierung der N-Ausscheidung	7	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 Galtkühe und Aufzucht-tiere. Bei intensiver Weidehaltung wird häufig ein hoher MHW beobachtet (ausser bei Alpweiden). Das Ammoniakverlustpotential 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: Fruchtbarkeit, Euter- und Klauengesundheit können verbessert werden. Dies ist eine wichtige Massnahme zur Verbesserung der N-Effizienz, da Milchkühe rund 50% der NH<sub>3</sub>-Emissionen 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 Einzelbetriebsmodell und Regionalmodell werden Angaben zu der Zusammensetzung der Grundfütteration 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><a href="#">Studie A. Bracher. SHL, Agroscope</a></p> <p><a href="#">Ammoniak aus Rindviehställen2012</a></p> <p><a href="#">Ressourcenprojekt ZCH Schlussbericht</a></p> <p><a href="#">Artikel BauernZeitung 2018</a></p> <p><a href="#">Artikel von Agroscope im CH-Bauer 2018</a></p>

## 2 Weitere Massnahmen für Rindvieh, die nicht in der Vollzugshilfe aufgeführt sind

Massnahme	Minderungsprinzip und Beschreibung	Empfehlung bez. Umsetzung von Massnahmen mit dem Ziel Minderung vom Ammoniakemissionen		
Bezeichnung		Begründung	[Literatur, siehe separates Dokument]	Links & Downloads
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 Literatur-Studie 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 Exkremente 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 NH<sub>3</sub> 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 auf 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>		<a href="#">Studie HAFL zu Gülleensäuerung</a>
Gülleseparierung	Mit der Gülleseparierung wird die Fest- und Flüssigphase der Gülle getrennt. Das Minderungsprinzip liegt nicht bei der Gülleseparierung an sich. Die flüssige Phase ist aber für die Ausbringung mit den emissionsmindernden Ausbringverfahren wie Schleppschuh, Schleppschlauch und anderen in der Anwendung einfacher zu handhaben als unbehandelte Gülle. Ausserdem dringt Dünngülle schneller in den Boden ein, somit verkürzt sich die mögliche Zeitdauer von Emissionen.	<p><b>Gülleseparierung:</b> Mit der Gülleseparierung wird die Fest- und Flüssigphase der Gülle getrennt. Es gibt keine gesicherten wissenschaftlichen Daten zur emissionsmindernden Wirkung über die ganze Hofdüngerkette (vgl. Studie HAFL), daher wird die Gülleseparierung im Hinblick auf eine Emissionsreduktion nicht generell zur Umsetzung empfohlen. Eine gewisse Reduktion der Emissionen ist zu erwarten, wenn die folgenden Punkte erfüllt sind:</p> <p>Die flüssige Phase wird mit emissionsmindernder Technik ausgebracht.</p> <p>Sofortiger Transport der festen Phase in eine Biogasanlage und dort möglichst rasche Einspeisung in den Fermenter (d.h. möglichst ohne Zwischenlagerung auf der Biogasanlage).</p> <p>Oder: Die feste Phase wird in einem geschlossenen Raum/Bunker/Behälter oder abgedeckt mit einer undurchlässigen Folie gelagert oder sofort ohne Zwischenlagerung ausgebracht. Nach der Ausbringung soll sie möglichst rasch eingearbeitet werden.</p> <p>Keine Verwendung der festen Phase als Einstreumaterial von Liegeboxen (wegen Abbau und Erwärmung des Materials und damit verbundenen Ammoniakemissionen).</p>		<a href="#">Separierung von Gülle und ihr Einfluss auf Ammoniakemissionen. Studie HAFL 2015</a>
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"	<p>Gemäss KOLAS-Arbeitsgruppe, Dokument Allgemeine Anforderungen an Gesuche für einzelbetriebliche Massnahmen, ist die Wirkung betreffend Ammoniak nicht wissenschaftlich belegt.</p> <p>Die Internationale Bodenseekonferenz hat Informationen zum Stand des Wissens bez. Güllezusätzen zusammengetragen.</p>		<a href="#">KOLAS Dokument Anforderungen an Gesuche</a> <a href="#">IBK Dokument Güllezusätze</a>
Entmistungsroboter	Rasches Entfernen von Harn und Kot von der Lauffläche reduziert die Ammoniakfreisetzung.	<p>Es ist keine ausreichende Quantifizierung des NH<sub>3</sub>-Minderungspotenzials verfügbar, weder auf planbefestigten noch auf perforierten Böden.</p> <p>Der Einsatz auf planbefestigten Böden ist noch nicht praxiserprobt.</p> <p>Hinweis: Perforierte Böden emittieren aufgrund der grösseren emittierenden Oberfläche mehr Ammoniak als häufig gereinigte planbefestigte Laufflächen mit Quergefälle, Harnrinne und Rinnenräumer.</p>		<a href="#">KOLAS Schlussdokument</a> <a href="#">Artikel BauernZeitung Juli 18</a> WBK 18: <a href="#">Perforierte Laufflächen bei Rindvieh, Bewertung der Entmistung mit einem Roboter</a> WBK 18: <a href="#">Vergleich von perforierten und planbefestigten Laufflächen bei Milchvieh – Ammoniak- und Treibhausgas-Emissionen</a> <a href="#">Artikel von Agroscope im CH-Bauer</a>
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.	<p>Derzeit keine gesicherten Ergebnisse zur Emissionsreduktion verfügbar. Probleme sind bei einigen der neuen Laufflächenausführungen bei Haltungssystemen mit Stroh und unter Frostbedingungen zu erwarten [19].</p> <p>Die Massnahme ist im UNECE-Guidance-Dokument aufgeführt (Kategorie 2)</p> <p>Bemerkung: Untersuchungen zu verschiedenen Laufflächenausführungen sind in den Niederlanden derzeit im Gange. Die Übertragbarkeit der Ergebnisse und die Praxistauglichkeit unter CH-Haltungsbedingungen sind nach Abschluss der NL-Messungen zu prüfen.</p>		
Art und Menge des Einstreumaterials	Harn soll absorbiert bzw. adsorbiert werden.	<p>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, Kationenaustauschkapazität, Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnis) [95-97]</p> <p>Die Massnahme ist im UNECE-Guidance-Dokument aufgeführt (Kategorie 2)</p>		

Massnahme	Minderungsprinzip und Beschreibung	Empfehlung bez. Umsetzung von Massnahmen mit dem Ziel Minderung vom Ammoniakemissionen	
Bezeichnung		Begründung <a href="#">[Literatur, siehe separates Dokument]</a>	Links & Downloads
Vernebelungs- und Sprinkleranlagen	Ziel ist die Verminderung der Temperatur an der emittierenden Oberfläche.	<p>● Es ist keine Quantifizierung des NH<sub>3</sub>-Minderungspotenzials verfügbar. Dauernde Befeuchtung der Laufflächen birgt Gefahr für Mehremissionen. Synergien mit Tierwohl wären möglich.</p>	<p><a href="#">Weiterbildungskurs für Baufachleute 2013</a></p> <p><a href="#">KOLAS Dokument Anforderungen an Gesuche</a></p>
Häufiges Entmisten		<p>● Die Reinigung eines planbefestigten Bodens an sich ohne weitere Massnahmen hat möglicherweise keinen Einfluss auf die NH<sub>3</sub>-Emissionen aus einem Laufstall/Laufhof [1-4]. Entscheidend für die NH<sub>3</sub>-Freisetzung ist, dass der Harn sofort in ein geschlossenes Güllelager abfliessen kann. Aus Gründen der Tiersauberkeit und Klauengesundheit ist häufiges Entmisten jedoch generell zu empfehlen.</p> <p>Agroscope variiert bei den Untersuchungen im Emissionsversuchsstall u.a. auch die Schieberfrequenz auf planbefestigten Laufflächen. Aktuell (Anfang 2018) sind noch keine Ergebnisse bekannt.</p>	
Chemowäscher	Mittels Chemowäscher soll Ammoniak aus der Stallabluft abgeschieden werden.	<p>● Es liegen keine gesicherten Ergebnisse zur Emissionsreduktion in diesem Anwendungsbereich vor. Nur bei zwangsgelüfteten Ställe 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.</p> <p>Die Massnahme ist im UNECE-Guidance-Dokument aufgeführt (Kategorie 2).</p>	<p><a href="#">DLG Prüfberichte</a></p> <p><a href="#">KOLAS Themenblatt: Abluftreinigung für zwangsbelüftete Stallanlagen</a></p> <p><a href="#">CercI'Air-Empfehlung Nr. 21-D</a></p> <p><a href="#">Vortrag WBK 2017 Emissionsminderung mit Abluftreinigung</a></p>

## Massnahmen Rindvieh ergänzt März 2019

Massnahme	Minderungsprinzip und Beschreibung	Umsetzungsempfehlung Bund & Forschung	
Bezeichnung		Begründung <a href="#">[Literatur, siehe separates Dokument]</a>	Links & Downloads
Anbindestall	Minimierung der verschmutzbaren Fläche	<p>● 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].</p> <p>Bemerkungen: Diese Massnahme respektiert zwar das Minderungsprinzip „Minimierung der verschmutzbaren Flächen“, ist jedoch aus Sicht des Tierwohls keine zu fördernde Massnahme.</p>	
Vollweide	Infiltration des Harns in den Boden	<p>● Weil der von Weidetieren ausgeschiedene Harn üblicherweise im Boden versickert, bevor wesentliche NH<sub>3</sub>-Emissionen auftreten können, sind die gesamten NH<sub>3</sub>-Emissionen 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 (&gt; 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].</p> <p>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 Exkremente auf der Weidefläche zurückzuführen.</p>	<p><a href="#">Reduktion der Ammoniak-Emissionen auf der Weide.</a></p>
Kompoststall	Vgl. 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 Liegeboxen-Ställen, 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>	