

## Massnahmen ammoniak.ch – Schweine

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](http://agrammon.ch)

Literaturhinweise bei einzelnen Massnahmen siehe separate Liste.

## Massnahmen Schweine

Anforderung Ziel	Massnahme	Minderungsprinzip und Beschreibung	Umsetzungsempfehlung Bund und Forschung	
			Begründung [Literatur, siehe separates Dokument]	Links und Downloads
Rasche Drainage und saubere, trockene Bewegungs- und Liegefläche Optimales Stallklima	Technische Kot-Harn-Trennung im Güllekanal	Rasche Trennung von Kot und Harn.  Konzept des Stalls: Die Tiere koten und harnen in mit Rosten ausgestatteten Bereichen. Der Kanalboden unterhalb des Rosts ist mit einem Gefälle von 6 - 10 % ausgestattet, so dass der Harn rasch in eine Harnsammelrinne abfließt. Die Kanalböden werden alle 2 Stunden mit einem Schieber automatisch von Kot gereinigt. Kot und Harn können separat gelagert werden. In diesem Stallsystem ist der Kot nur minimal in Kontakt mit dem Harn, was eine Reduktion der Ammoniakemissionen bewirkt.	● Das Minderungsprinzip ist bekannt und wird bereits über die SVV gefördert. In der Schweiz ist das System auf wenigen Betrieben umgesetzt. Die Massnahme wird neu auf wenigen Schweinebetrieben in der Schweiz umgesetzt und zeigt, dass das System funktioniert.	<a href="#">Betriebsportrait Kuhn</a>
	Emissionsreduktion in Güllekanälen durch geringere Oberflächen und rasches Abführen von Gülle im Kanal	Reduktion der emittierenden Oberfläche, Verminderung der Temperatur durch Entfernen der Gülle aus dem warmen Stallbereich.  Unter diesem Titel werden in der Vollzugshilfe verschiedene Systeme aufgeführt. A) V-förmige Gülleablaufkanäle verkleinern die Oberflächen. B) Einrichtungen für das rasche Abführen von Gülle im Kanal mit unterschiedlichen Systemen: 1. Kanal-Spülsystem mit Wasser; 2. Schiebersystem im Kanal; 3. Vakuumsystem zur Gülleabsaugung im Kanal.	● Die Emissionsreduktion wurde v.a. in den Niederlanden quantifiziert. Die grundlegenden Mechanismen der Emissionsminderung sind klar [70-84]. Es ist fraglich, ob die Ergebnisse auf Schweizer Haltungssysteme übertragen werden können (z.B. Verwendung von Stroh, mehrere Funktionsbereiche, Haltungssysteme mit Auslauf). Für einzelne Systeme fehlen bisher Praxiserfahrungen.	
	Beschichtete Bodenoberflächen und Gefälle	Rasches Abfließen des Harns von der Lauffläche und dadurch Reduktion der Ammoniakfreisetzung.  Teilspaltenböden emittieren weniger Ammoniak, wenn deren Oberflächen ein rasches Abfließen des Harns gewährleisten. Bei Beton ist dies mit Beschichtungen aus Kunststoff oder gleichwertigen Massnahmen zu erreichen. Planbefestigte Flächen sind mit einem Gefälle von ca. 3 % auszuführen. Harn soll auf möglichst kurzem Weg hin zum Güllekanal abfließen.	● Keine Quantifizierung des Ammoniakminderungspotenzials. Die Sicherstellung eines raschen Abfließens des Harns von der Lauffläche erfordert eine Entmistung der Lauffläche. Die automatisierte Entmistung mittels Schieber ist bei Schweinen ohne Aufsicht nicht realisierbar [68, 69]. Bei beschichteten Bodenoberflächen kann die Trittsicherheit beeinträchtigt sein.	<a href="#">ART-Bericht 759: Entmistungsschieber für Schweine</a>

Anforderung Ziel	Massnahme	Minderungsprinzip und Beschreibung	Umsetzungsempfehlung Bund und Forschung	
			Begründung [Literatur, siehe separates Dokument]	Links und Downloads
Optimales Stallklima	Niedrige Temperatur → Nicht wärmege- dämmte Ställe mit freier Lüftung (Aussen- klimaställe) und Mikro- klimabereichen	Verminderung der Temperatur.  Minderungsprinzip: „Kühle Temperaturen in kalter Jahreszeit nutzen“. In der warmen Jahreszeit soll auf Sonnenschutz, möglichst überdachte Flächen und ausreichend grosse Vordächer geachtet werden.	● Ammoniakminderungspotenzial bei vergleichenden Messungen in Deutschland bestätigt [37-40].  Anwendungsbereich: QM- oder BTS-Ställe.  Ist in der Version von Agrammon aufgenommen.	
	Niedrige Temperatur → Ansaugen Zuluft aus dem Schatten	Verminderung der Temperatur.	● Diese Massnahme gilt als generelle Empfehlung bei zwangsgelüfteten Systemen und sollte weitgehend umgesetzt sein. Das Ammoniakminderungspotenzial wurde nicht quantifiziert. Da es sich hierbei um eine Massnahme handelt, die man als gute Praxis eigentlich voraussetzen sollte, ist es sehr unwahrscheinlich, dass das Minderungspotenzial je untersucht wird und entsprechend angegeben werden kann.	
	Impulsarme Zuluftführung mit Rieselkanal- oder Futterganglüftung (Niedrige Luftgeschwindigkeit über verschmutzten Flächen)	Verminderung der Temperatur und des Luftaustauschs über der emittierenden Oberfläche.  Beim Lüftungskonzept des Stalles ist auf möglichst niedrige Luftgeschwindigkeiten über der verschmutzten Bodenfläche zu achten. Impulsarme Zuluftführung wie Futtergang-, Rieselkanallüftung oder Porendecke, anstatt Strahl Lüftung mit Pendelklappen.	● Das Ammoniakminderungspotenzial wurde wissenschaftlich belegt [41, 42].  Der Anwendungsbereich beschränkt sich auf zwangsgelüftete Systeme ohne Auslauf.  Die Massnahme «Impulsarme Zuluftführung mit Rieselkanal- oder Futterganglüftung» ist in Agrammon integriert.	
	Abluftreinigungsanlage (Bio- und Chemowäscher) bei zwangsbelüfteten Ställen	Abscheidung von Ammoniak aus der Stallabluft.	● Biowäscher erreichen eine Emissionsreduktion von Ammoniak von 70 %. Chemische Wäscher können bis zu 95 % des Ammoniaks binden. Der grundlegende Mechanismus ist klar, Messresultate sind vorhanden [34] und die Massnahme ist praxiserprobt.  Bund und Forschung empfehlen nur zertifizierte Anlagen.  Diese Massnahme ist in Agrammon aufgeführt.  Bemerkungen: Hoher Energiebedarf, sowie hohe Investitionen und Betriebskosten. Bei Chemowäschern wird das Ammonium nicht nitrifiziert. Das anfallende Waschwasser enthält Ammoniumsulfat mit einem N-Gehalt von 4 - 5 %. Es darf nicht zusammen mit der Gülle gelagert werden, weil dadurch toxischer Schwefelwasserstoff gebildet wird. Daher sind eine separate Lagerung und spezielle Behandlung zwingend.	<a href="#">Cerd'Air-Empfehlung Nr. 21-D</a> <a href="#">DLG Prüfberichte</a> <a href="#">KOLAS Themenblatt: Abluftreinigung für zwangsbelüftete Stallanlagen</a>
	Abluftreinigungsanlage (Bio- und Chemowäscher) bei frei gelüfteten Ställen / Ställen mit Auslauf	Abscheidung von Ammoniak aus der Abluft des Stalles und Auslaufs.	● Bei frei gelüfteten Ställen / Ställen mit Auslauf lassen die unterschiedlichen baulichen Voraussetzungen keine allgemeingültige Aussage bezüglich der Emissionsminderung zu. Ein positiver Effekt ist zu erwarten, aber abhängig davon, wieviel Luft aus dem Bereich, in dem die Schweine koten und harnen, durch die Abluftreinigungsanlage im Einzelfall erfasst werden kann. Es ist somit eine geringere Reduktionsleistung zu erwarten als bei zwangsbelüfteten Ställen, bei denen Messresultate vorhanden sind. Diese liegen bei rund 80 % des Ammoniaks mit etwas höheren Werten für Chemowäscher. Die grundlegenden Mechanismen der Emissionsreduktion sind bekannt.  Der Energiebedarf wie auch die Investitionen und Betriebskosten sind hoch. Bei Chemowäschern wird das Ammonium nicht nitrifiziert. Das anfallende Waschwasser enthält Ammoniumsulfat mit einem N-Gehalt von 4 - 5 %. Es darf nicht zusammen mit der Gülle gelagert werden, weil dadurch toxischer Schwefelwasserstoff gebildet wird. Daher sind eine separate Lagerung und spezielle Behandlung zwingend. Die Wäscher müssen fachlich korrekt gewartet und regelmässig kontrolliert werden.  Bauliche Anlagen zur Abluftreinigung können ab 2021 im Rahmen von Strukturverbesserungsbeiträgen unterstützt werden. Dabei zahlen Bund und Kanton Beiträge bis maximal 75 % der anrechenbaren Kosten, sowie einen Investitionskredit von maximal 50 % der verbleibenden Kosten. Nähere Informationen geben die zuständigen kantonalen Behörden (Abteilung Strukturverbesserungen/Meliorationen).	<a href="#">Abluftwäscher zur Reduktion von Ammoniakemissionen aus Schweine- und Geflügelställen. T. Kupper, S. Vuille, Hafli, 2.12.22.</a> <a href="#">Cerd'Air-Empfehlung Nr. 21-D</a> <a href="#">DLG Prüfberichte</a> <a href="#">KOLAS Themenblatt: Abluftreinigung für zwangsbelüftete Stallanlagen</a>

Anforderung Ziel	Massnahme	Minderungsprinzip und Beschreibung	Umsetzungsempfehlung Bund und Forschung	
			Begründung [Literatur, siehe separates Dokument]	Links und Downloads
	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.	● 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 - 130].  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. Vernebelungsanlagen sollen automatisiert und in Abhängigkeit von Temperatur und Luftfeuchtigkeit betrieben werden. Tierwohl: Die Reduktion der Stalltemperatur ist positiv für das Tierwohl, denn sie trägt zur Reduktion des Hitzestresses der Tiere während der warmen Jahreszeit bei [132].	
	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.	● Für Schweine gibt es Emissionsmessungen für einen Stall mit Niederdruckvernebelungsanlage, wobei eine Emissionsreduktion nachgewiesen werden konnte [131 - 133].  Bei Schweinen können die Vernebelungsanlagen indirekt durch eine Veränderung des Stallklimas das Verhalten und damit der Aufenthaltsort der Tiere beeinflussen, wodurch sich die Verschmutzung der Tiere und der Flächen in den Buchten vermindern lässt. Meistens werden solche Anlagen über den Rosten im Aussenbereich eingesetzt.  Vernebelungsanlagen sollen automatisiert und in Abhängigkeit von Temperatur und Luftfeuchtigkeit betrieben werden. 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.  Tierwohl: Die Reduktion der Stalltemperatur ist positiv für das Tierwohl, denn sie trägt zur Reduktion des Hitzestresses der während der warmen Jahreszeit bei.	
	Niedrige Temperatur → Nutzung von Hohlräumen	Verminderung der Temperatur und reduzierte Lufrate.	● Das Ammoniakminderungspotenzial wurde bislang nicht quantifiziert und die vorhandenen wissenschaftlichen Grundlagen sind für die Beurteilung und Empfehlung nicht ausreichend (ART fokussierte sich bei den vorhandenen Untersuchungen auf Einsparung von Energie und Verbesserung des Stallklimas [85]).	<a href="#">ART-Bericht 672: Zuluft aus dem Hohlraum unter dem Stall</a>
	Niedrige Temperatur → Erdwärmetauscher	Kühlung der Stallluft durch Erdwärmetauscher.	● Keine Quantifizierung des Ammoniakminderungspotenzials vorhanden [72, 86-89]. Im Sommer können kurzzeitige Temperatur-Peaks gebrochen werden, jedoch ist kein deutlicher Temperaturgradient zu erreichen. Der Heizbedarf kann durch Erdwärmetauscher kompensiert werden. Die Solltemperatur bleibt gleich, daher keine Emissionsreduktion in der kalten Jahreszeit.	<a href="#">FAT-Schriftenreihe Nr. 48: Erdwärmetauscher für Mastschweinställe</a>
	Niedrige Temperatur → Wärme gedämmtes Dach	Verminderung der Temperatur an der emittierenden Oberfläche.	● Für frei gelüftete Ställe ist keine Quantifizierung des Ammoniakminderungspotenzials verfügbar. Die vorhandenen wissenschaftlichen Grundlagen sind für eine Beurteilung und Empfehlung nicht ausreichend [90]. Bei zwangsgelüfteten Ställen dient die Wärmedämmung vor allem zur Einsparung von Energie und gilt demnach als generelle Empfehlung. In der kühlen Jahreszeit ist kein Absenken der Temperatur zu erwarten, da der Stall auf einen Sollwert beheizt wird.	
	Niedrige Temperatur → Dachbegrünung, Berieselungssysteme auf der Dachoberfläche	Verminderung der Temperatur an der emittierenden Oberfläche.	● Das Ammoniakminderungspotenzial wurde bislang nicht quantifiziert, die vorhandenen wissenschaftlichen Grundlagen sind für die Beurteilung und Empfehlung nicht ausreichend. Der Wasserverbrauch ist hoch. In Fachzeitschriften wird Berieselung erwähnt, jedoch nicht im Zusammenhang mit Ammoniakemissionen.	
	Niedrige Temperatur → hellere Dach- und Fassadenfarben	Verminderung der Temperatur an der emittierenden Oberfläche.	● Das Ammoniakminderungspotenzial wurde bislang nicht quantifiziert, die vorhandenen wissenschaftlichen Grundlagen sind für die Beurteilung und Empfehlung nicht ausreichend.	

Anforderung Ziel	Massnahme	Minderungsprinzip und Beschreibung	Umsetzungsempfehlung Bund und Forschung	
			Begründung [Literatur, siehe separates Dokument]	Links und Downloads
	Beschattung und Windschutz Auslauf	Verminderung der Temperatur und des Luftaustauschs über der emittierenden Oberfläche.  Gemäss Vollzugshilfe sind die Teilüberdachung der Auslaufläche, die Beschattung und der Windschutz (windexponierte Seite) umzusetzen. Dies unter der Berücksichtigung der rechtlichen Grundlagen und der Ethoprogramm-Verordnung (vgl. Abb. 34, Vollzugshilfe).	● Keine Quantifizierung des Ammoniakminderungspotenzials [67]. Grundlegende Wirkungsprinzipien: Gegenläufige Effekte sind möglich (z.B. Hitzestau versus Verminderung des Luftaustauschs über der emittierenden Oberfläche). Daher ist nicht klar, ob eine Emissionsminderung eintritt oder nicht.  Bemerkungen: Schadgasgefahr bei perforierten Laufflächen. Bei RAUS und Label müssen Vorgaben eingehalten werden.	<a href="#">Agroscope, Weiterbildungskurs für Bau-fachleute 2013</a>
Futterzusammensetzung	Phasenfütterung und N-angepasste Fütterung	Verringerte Stickstoffausscheidungen durch angepasste Fütterung aufgrund vom unterschiedlichen Bedarf an Rohprotein/Aminosäuren in verschiedenen Wachstums- und Produktionsphasen.  Zu den Fütterungsmassnahmen in der Schweineproduktion gehören die Phasenfütterung (2-, 3-, Mehr-, Multiphasenfütterung), die Formulierung von Rationen basierend auf verdaulichen/verfügbaren Nährstoffen sowie der Einsatz proteinreduzierter Rationen mit Zusatz essenzieller Aminosäuren (z.B. Lysin, Methionin, Threonin, Tryptophan).	● Emissionsreduktion wurde durch zahlreiche Untersuchungen bestätigt [43 - 45]. Im Ausland ist die Mehrphasenfütterung bereits Standard.  In Agrammon erfolgt eine Korrektur der N-Ausscheidung je nach Ration. UNECE (Kategorie 1)  Anwendungsbereich: Achtung bei Bioproduktion ist die Anpassung des Rohproteingehaltes nur begrenzt möglich, da der Einsatz synthetischer Aminosäuren nicht erlaubt ist.  2018 - 2021 wird diese Massnahme im Rahmen von Ressourceneffizienzbeiträgen gefördert. AGRIDEA hat dazu ein Merkblatt erstellt.	<a href="#">KOLAS Themenblatt: Schweinefütterung (Mehrphasenfütterung)</a>  <a href="#">REB MB Agridea zur Schweinefütterung</a>
	Benzooesäure VevoVital <sup>®</sup> als Futterzusatz	Senkung des pH-Wertes in der Gülle.	● Die Emissionsreduktion wurde bestätigt. Es ergeben sich Synergieeffekte hinsichtlich Futtermittelverwertung bzw. Zunahmen sowie Prophylaxe gegen Darmerkrankungen bei Aufzuchtferkeln [46-48].  Anwendungsbereich: In der Bioproduktion nicht zugelassen. Nur für Mastschweine.	<a href="#">Arbeitspapier HAFL 2013</a>
Güllelagerung / Güllebehandlung	Ansäuerung von Gülle	Ziel ist das Absenken des pH-Wertes der Gülle. Die Ansäuerung kann im Stall, bei der Lagerung oder bei der Ausbringung erfolgen.	● Grundsätzlich wurde die emissionsmindernde Wirkung von der Forschung bestätigt. Eine Literatur-Studie zur Ansäuerung von Gülle ist an der HAFL durchgeführt worden (Auftraggeber BLW). Eine Empfehlung betreffend breite Umsetzung liegt noch nicht vor, da in der Schweiz die Praxiserfahrung fehlt. Die Studie der HAFL bestätigt das Potenzial 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. 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.  Fragen des Arbeitsschutzes sowie zur Bewilligung der Lagerung von konzentrierter Schwefelsäure auf einem Landwirtschaftsbetrieb sind nicht abschliessend geklärt. Zur Arbeitssicherheit: Es muss sichergestellt werden, dass der Betreiber nie mit Säure hantiert, d.h. es braucht ein Unternehmen, das diese Arbeit durchführen kann. Dieses ist aktuell in der Schweiz noch nicht vorhanden (2017). Weitere Hinweise zur Arbeitssicherheit sind in der Studie der HAFL in Kapitel 2.7 ab S. 27 aufgeführt. Es ist jedoch aus Sicht der AG Stall und Ammoniak erwünscht, dass diese Massnahme in der Praxis erprobt wird (Stand Februar 2019).	<a href="#">Studie HAFL zu Gülleansäuerung</a>
	Schwimmende Kugeln auf Gülleoberfläche	Verminderung des Luftaustauschs an der emittierenden Oberfläche	● Derzeit sind keine gesicherten Ergebnisse zur Emissionsreduktion verfügbar, die Datenlage ist schmal [13]. Unter Schweizer Haltungsbedingungen mit Stroheinstreu sind erhebliche verfahrenstechnische Schwierigkeiten zu erwarten.	
	Gülle kühlen mit geschlossenem Wärmetauschersystem	Verminderung der Temperatur.	● Derzeit sind keine gesicherten Ergebnisse zur Emissionsreduktion verfügbar, die Datenlage ist schmal [72, 98, 99]. Unter Schweizer Haltungsbedingungen mit Stroheinstreu sind erhebliche verfahrenstechnische Schwierigkeiten zu erwarten. Weiter ist der Energiebedarf hoch.  Ist im UNECE Guidance-Leitfaden aufgeführt (Kategorie 1).	