



MINDERUNG DER AMMONIAKEMISSIONEN IN DER LANDWIRTSCHAFT GUTE FACHLICHE PRAXIS

März 2023



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Agriculture, de la Viticulture
et du Développement rural



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Environnement, du Climat
et du Développement durable

IMPRESSUM

Ministère de l'Agriculture, de la Viticulture et du
Développement rural
1, Rue de la Congrégation
1352 Luxembourg

ASTA - Administration des Services Techniques de l'Agriculture
16, Route d'Esch
1470 Luxembourg

www.agriculture.public.lu

Publikation als PDF: www.agriculture.public.lu

Ausgabe: 03/2023

Auflage: 2000

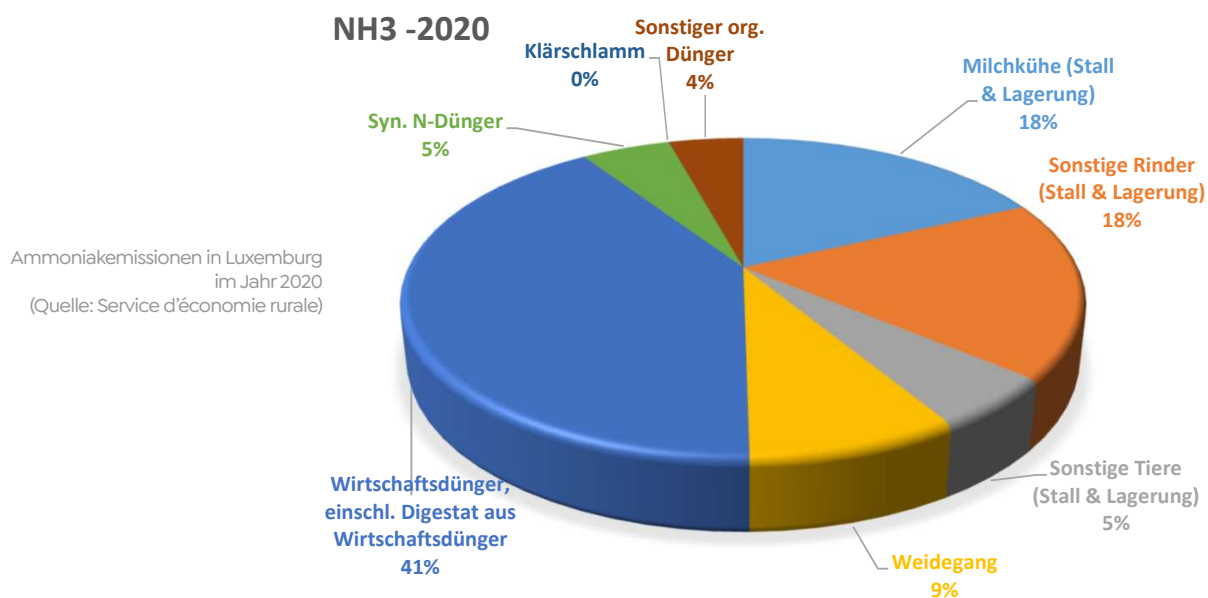
Layout: Claude Frisch

Autoren: Jeanne Bormann, Marie-Josée Mangen, Pascal
Pelt, Pol Petry, Charles Weydert, Anne Zangerlé.

EINLEITUNG

Schlechte Luftqualität hat erwiesenermaßen negative Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit. Aus diesem Grund ist sie Gegenstand mehrerer europäischer Regelungen, darunter die EU-Richtlinie 2016/2284 NEC (National Emission Ceilings). Letztere legt für jeden Mitgliedstaat Obergrenzen für die Emission verschiedener Luftschadstoffe bis zum Jahr 2030 fest. Die besagte Richtlinie wurde durch die großherzogliche Verordnung vom 27. Juni 2018¹ umgesetzt und betrifft die Reduzierung der nationalen Emissionen folgender Luftschadstoffe: Schwefeldioxid (SO₂), flüchtige organische Verbindungen ohne Methan (NMVOC), Ammoniak (NH₃), Stickoxide (NO_x) und Feinstaub (PM_{2,5}).

Der landwirtschaftliche Sektor ist vor allem für Ammoniakemissionen verantwortlich. Einmal in die Umwelt eingetragen, breitet sich Ammoniak in der Luft aus und reagiert mit anderen Luftschadstoffen. Der so entstehende Feinstaub, wie auch das Ammoniak selbst, gefährden die menschliche Gesundheit. Ammoniak trägt zudem zur Versauerung und Eutrophierung der natürlichen Umwelt bei. Über 90% der Ammoniakemissionen sind auf die Landwirtschaft zurückzuführen (IIR 2022), wobei der Großteil aus der Nutztierhaltung stammt. Im Jahr 2020 war in Luxemburg die Tierhaltung für mehr als 90% der Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft verantwortlich. Davon stammten 41% aller Ammoniakemissionen aus Stallung und Lagerung. Wirtschaftsdüngerausbringung und Weidegang waren für weitere 49% verantwortlich. Unter den verschiedenen Tierkategorien ist der größte Teil der Ammoniakemissionen auf Rinder zurückzuführen.



Zur Bekämpfung der Luftverschmutzung, hat die luxemburgische Regierung ein nationales Luftreinhalteprogramm (NAPCP) ausgearbeitet, welches Maßnahmen enthält mit denen die NH₃-Emissionen im Bereich Landwirtschaft bis 2030 um 22% im Vergleich zum Emissionsniveau von 2005 gesenkt werden sollen. Um die nationale Minderungsverpflichtung erreichen zu können, sollen in den landwirtschaftlichen Betrieben emissionsmindernde Maßnahmen und Verfahren eingesetzt werden, bezüglich der Stallhaltung und der Lagerung von Wirtschaftsdünger, sowie deren Ausbringung. Ein geringerer Einsatz von Gülle und Mist, weniger synthetische Stickstoffdünger und eine ausgewogene Tierfütterung ohne Proteinüberschuss sind weitere emissionsmindernde Maßnahmen.

Um die landwirtschaftlichen Betriebe bei der Umsetzung dieser emissionsmindernden Maßnahmen zu unterstützen, hat das Ministerium für Landwirtschaft, Weinbau und ländliche Entwicklung im nationalen Strategieplan Luxemburgs zur Umsetzung der GAP 2023-2027 einen zusätzlichen Beihilfesatz für den Erwerb emissionsmindernder Techniken sowie zusätzliche Flächenprämien vorgesehen. Gefördert werden: Gülleausbringtechnik zwecks bodennaher Ausbringung (Schleppschuh, Schlitzverfahren Injektortechnik und Schleppschlauch (letzterer jedoch nur bis zum 31/12/2023), Gülleseparatoren, Mist- und Kompoststreuer mit Streuteller sowie spezifische Düngerstreuer. Die bestehende Maßnahme zur Unterstützung der Ausbringung von Gülle, Jauche und Gärreste durch Techniken der bodennahen Ausbringung wird weiterhin fortgeführt. Ab 2023 wird zudem eine jährliche Prämie für die Einarbeitung von Festmist gewährt. Bei den flüssigen mineralischen Düngemitteln wird das Nagelradverfahren weiterhin bezuschusst.

¹ Règlement grand-ducal du 27 juin 2018 concernant la réduction des émissions nationales de certains polluants atmosphériques

Die EU-Richtlinie 2016/2284, umgesetzt in nationales Recht durch das Règlement grand-ducal du 27 juin 2018 concernant la réduction des émissions nationales de certains polluants atmosphériques, legt fest, dass jeder Mitgliedstaat einen Leitfaden für gute landwirtschaftliche Praktiken erstellen muss, mit denen die Ammoniakemissionen begrenzt werden können. Mit dem vorliegenden Leitfaden kommt Luxemburg dieser regulatorischen Verpflichtung nach. Darüber hinaus soll der Leitfaden jedoch vor allem die Verbreitung von landwirtschaftlichen Praktiken fördern, die gemäß aktuellem Kenntnisstand als am besten geeignet gelten, um die Schadstoffemissionen in die Luft zu reduzieren, bei gleichzeitigem wirtschaftlichen, sozialen oder ökologischen Zusatznutzen auf Betriebsebene.

Dieser Leitfaden für landwirtschaftliche Betriebe wurde von der Administration des services techniques de l'agriculture (ASTA) verfasst.



INHALTSVERZEICHNIS

1 DER STICKSTOFFZYKLUS UND STICKSTOFFMANAGEMENT IN DER LANDWIRTSCHAFT	7
1.1 Der Stickstoffzyklus.....	7
1.2 Wo treten Ammoniakemissionen im landwirtschaftlichen Betrieb auf?	8
2 FÜTTERUNG VON LANDWIRTSCHAFTLICHEN NUTZTIEREN	9
2.1 Allgemeine Grundsätze.....	9
2.2 Bedarfsgerechte, N-optimierte Fütterung	9
1.2.1 Rinderhaltung.....	9
1.2.2 Schweine- und Geflügelhaltung.....	11
2.3 Weitere Ansätze	11
2.3.1 Futterbergung und -lagerung.....	11
2.3.2 Landnutzungseffizienz	12
2.3.3 Herdenmanagement.....	12
2.4 Fazit.....	12
3 MINDERUNGSMAßNAHMEN IM STALL UND BEI DER LAGERUNG VON WIRTSCHAFTSDÜNGERN	13
3.1 Allgemeine Grundsätze.....	13
3.2 Bauliche Maßnahmen im Stall	13
3.2.1 Rinderhaltung.....	13
3.2.2 Schweinehaltung	15
3.3 Wärmedämmung des Daches	16
3.4 Lagerung flüssiger organischer Dünger.....	16
3.4.1 Zeltabdeckungen und feste Abdeckungen.....	16
3.4.2 Schwimmfolien	16
3.4.3 Schwimmkörper.....	17
4 AUSBRINGUNG VON DÜNGEMITTELN.....	18
4.1 Allgemeine Grundsätze.....	18
4.2 Emissionsmindernde Techniken	19
4.2.1 Ausbringung flüssiger Wirtschaftsdünger (Gülle, flüssige Gärreste, Jauche und flüssiger Klärschlamm).....	19
4.2.2 Ausbringung fester Wirtschaftsdünger (Stallmist, feste Gärreste, Klärschlamm und Kompost).....	21
4.2.3 Ausbringung mineralischer Dünger	21
4.3 Fördermittel	22
4.3.1 Gesetzliche sowie freiwillige Verpflichtungen im Rahmen des nationalen Strategieplans (PSN).....	22
4.3.2 Investitionsförderungen.....	22
5 ZUSTÄNDIGKEIT SEITENS DES LANDWIRTSCHAFTSMINISTERIUMS	23
6 QUELLENVERZEICHNIS	23



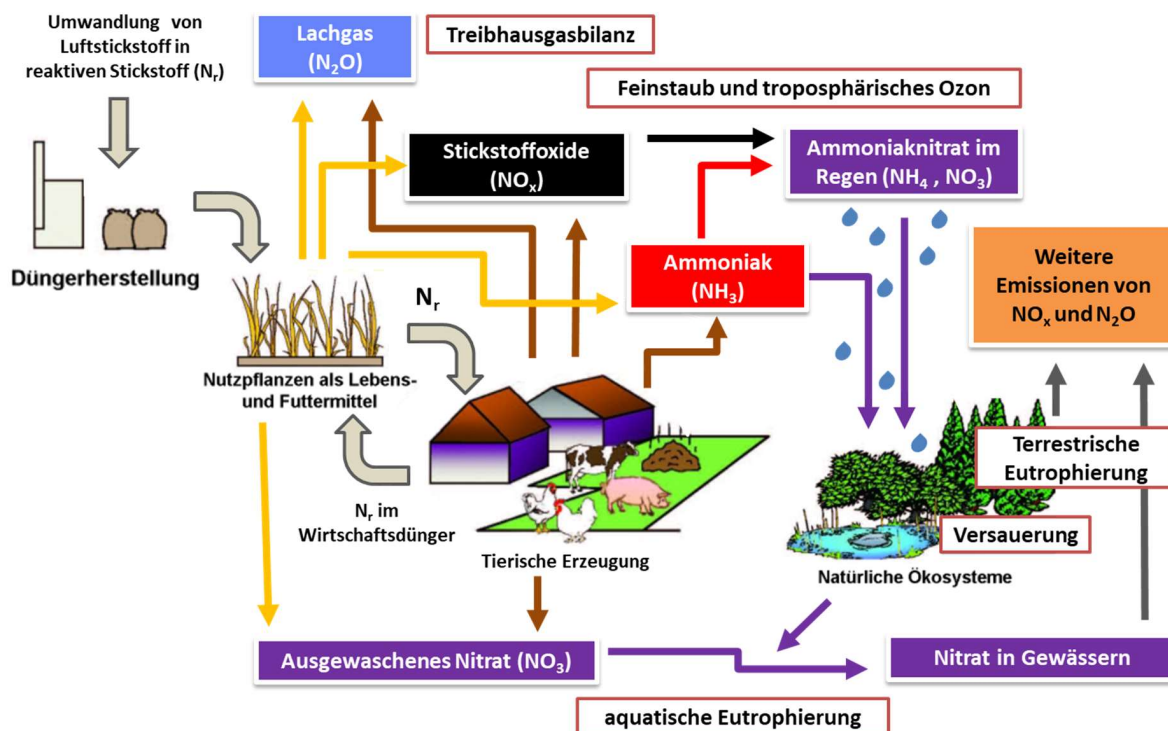
1 DER STICKSTOFFZYKLUS UND STICKSTOFFMANAGEMENT IN DER LANDWIRTSCHAFT

1.1 DER STICKSTOFFZYKLUS

Stickstoff (N) ist ein essenzielles chemisches Element für die Produktion von pflanzlichem und tierischem Eiweiß, welches in ausreichender Menge zur Verfügung stehen muss um optimale Erträge zu erzielen. Daher ist es wichtig, den Stickstoff über die gesamte landwirtschaftliche Produktionskette zu verfolgen, und zwar:

- von der Fixierung durch die Pflanzen,
- über die Aufnahme durch landwirtschaftliche Nutztiere,
- bis hin zur Ausbringung auf landwirtschaftlich genutzten Böden.

In jeder dieser Phasen unterliegt der Stickstoff Umwandlungen. Es können Stickstoffverluste sowohl innerhalb dieser Phasen als auch während der Umwandlungen auftreten. Diese Verluste können in der Luft in Form von Ammoniak (NH_3) sowie anderen gasförmigen Stickstoffverbindungen (NO_x , N_2O , N_2) auftreten. Die Verluste können jedoch auch durch Auswaschungen ins Wasser (Nitrat) erfolgen. Diese Verluste sind schematisch in der folgenden Abbildung dargestellt.



Der Stickstoffkreislauf: Wo entsteht Ammoniak in der Landwirtschaft? (Quelle: Convis)

Der hier vorliegende Leitfaden befasst sich mit Ammoniakemissionen. Bei der Entwicklung wirksamer Strategien ist es wichtig, den gesamten Stickstoffkreislauf zu berücksichtigen um folgende Ziele zu erreichen:

- Minimierung der Wasser- und Luftverschmutzung;
- Optimierung der Stickstoffnutzung für die Tier- und Pflanzenproduktion;
- Berücksichtigung der Auswirkungen einer Reduzierung der Ammoniakverluste auf andere Stickstoffverluste (wie z.B. Nitrate und Lachgas).

1.2 WO TRETEN AMMONIAKEMISSIONEN IM LANDWIRTSCHAFTLICHEN BETRIEB AUF?

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, stammt in Luxemburg der Großteil der Ammoniakemissionen aus der Nutztierhaltung. Der Nutztierbestand bestimmt maßgeblich die Gesamtmenge an Stickstoffausscheidungen und somit das Ammoniakemissionspotenzial. Die Nutztierhaltung stellt damit eine der wichtigsten Stellschrauben zur Reduktion von Ammoniakemissionen dar. Neben der Nutztierhaltung ist der Stickstoffeintrag durch den Einsatz mineralischer Dünger ein wichtiger Hebel für eine Verringerung der Ammoniakemissionen.

Das Stickstoffmanagement befasst sich demnach mit den Ammoniakemissionen auf den verschiedenen Stufen/Phasen:

- Bei der Futterherstellung und Fütterung von landwirtschaftlichen Nutztieren
- Im Stall
- Bei der Lagerung von Wirtschaftsdüngern
- Bei der Ausbringung von organischen Düngern
- Bei der Ausbringung von mineralischen Düngern

Da Ammoniakemissionen in jeder Stufe des Stickstoffkreislaufes auftreten, ist es notwendig in sämtlichen Schritten des Stickstoffkreislaufes Maßnahmen zu ergreifen. Nur so lassen sich Ammoniakemissionen bestmöglich verringern. So verbleibt durch die Reduzierung von Stickstoffverlusten in einem der ersten Schritte, - wie zum Beispiel im Stall oder bei der Lagerung -, mehr Stickstoff in der Gülle. Dieser zusätzliche Stickstoff kann jedoch anschließend bei einer nicht sachgemäßen Gülleausbringung als Ammoniak (vermehrt) emittiert werden, und somit alle vorherigen Emissionseinsparungen zu Nichte machen.

Generell gilt: Wenn keine Maßnahmen zur Reduzierung der Stickstoffverluste an einer potentiellen Emissionsquelle angewandt werden, werden die Emissionseinsparungen aus den vorgelagerten Schritten sich verringern oder gehen gar ganz verloren.

In den folgenden Kapiteln wird die gute fachliche Praxis der einzelnen Bereiche dargestellt.

2 FÜTTERUNG VON LANDWIRTSCHAFTLICHEN NUTZTIEREN

2.1 ALLGEMEINE GRUNDSÄTZE

Die Fütterung stellt eine große Stellschraube zur Begrenzung von Stickstoffverlusten dar. Eine Reduzierung der Eiweißüberschüsse in der Futtermittelration führt zu einem Rückgang der N-Ausscheidungen und senkt somit die Ammoniakemissionen auf dem landwirtschaftlichen Betrieb.

Menge und Form des Stickstoffs in den Futtermitteln und deren Verstoffwechslung im Tier bestimmen die Höhe der N-Ausscheidung und somit das Ammoniakemissionspotenzial, denn überschüssiger Stickstoff wird hauptsächlich mit den Exkrementen (Harn und Harnsäure) ausgeschieden, was zu Ammoniakemissionen führt.

Es gibt eine Reihe von Fütterungsstrategien und Maßnahmen, die in der Lage sind die Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung substantiell zu verringern:

- Bedarfsgerechte, N-optimierte Fütterung,
- Futterwerbung- und Lagerung,
- Landnutzungseffizienz.

2.2 BEDARFSGERECHTE, N-OPTIMIERTE FÜTTERUNG

Unsachgemäße Sicherheitszuschläge in der Eiweißversorgung, bei der Rationsgestaltung, begünstigen ein Überangebot an Stickstoff. Daraus resultieren hohe Stickstoffausscheidungen. Dies stellt die Hauptemissionsquelle dar, da überschüssig zugeführtes Futtereiweiß im Tier abgebaut und in Form von Harnstoff mit dem Urin, oder als Harnsäure beim Geflügel wieder ausgeschieden wird. Der Harnstoff wird dann durch das Enzym Urease in Ammoniak umgewandelt, welches in die Atmosphäre entweicht.

Das Eiweiß in Futtermitteln lässt sich in Menge (Rohproteingehalt) und Qualität des Eiweißes (Aminosäureprofil und Proteinbeständigkeit) unterteilen. Es gilt den Rohproteingehalt der Ration möglichst zu senken und gleichzeitig eine ausreichende und vor allem ausgewogene, an die Leistung der Tiere angepasste Versorgung mit Aminosäuren, zu gewährleisten, um so unnötige Stickstoffausscheidungen und Ammoniakemissionen zu vermeiden. Landwirtschaftliche Nutztiere benötigen zur Bildung von Eiweiß in Form von Milch, Fleisch und Eiern sowie zur Aufrechterhaltung der Stoffwechselfunktionen, ein bestimmtes Aminosäureprofil im Futter. Dies wird bei Schwein und Geflügel über das Futtereiweiß und beim Wiederkäuer vorwiegend über das im Vormagen gebildete mikrobielle Eiweiß gedeckt.

2.2.1 RINDERHALTUNG

Insbesondere bei der **Fütterung von Milchkühen** besteht ein großes Reduktionspotenzial. Oftmals werden Schwankungen der Futterwerte des verfügbaren Grundfutters bei der Gestaltung einer Ration durch einen Kraftfuttereinsatz ausgeglichen, der sich an der schlechtesten Futterqualität orientiert und daher oftmals mit Sicherheitszuschlägen versehen ist. Dies passiert vor allem dann, wenn der Fütterung nicht ausreichend Aufmerksamkeit und Präzision zukommt. Bei der Rationsgestaltung gilt es das Energie-Protein-Verhältnis optimal einzustellen. Der mit Hilfe einer Futteranalyse ermittelte Eiweiß- und Energiegehalt des Grundfutters erlaubt durch den gezielten Einsatz von Ergänzungsfuttermitteln die Ration bestmöglich auszugleichen und somit den Luxuskonsum zu begrenzen. Die Kenntnis des Eiweiß- und Energiegehalts des auf dem Betrieb verfügbaren Grundfutters ist daher als Ausgangslage für die Futtermittelsberechnung besonders wichtig - dazu werden ausreichend Grundfutteranalysen benötigt. Überschüssiger Stickstoff in der Futtermittelration, besonders bei frühgeschnittener Silage / Heu und jungem Weidegras, sollte möglichst durch eiweißbarmes Energieausgleichsfutter wie Maissilage, Getreide, Körnermais oder Melasseschnitzel ausgeglichen werden.

Eine bedarfsgerechte Versorgung der Tiere setzt aber auch genaue Kenntnisse über das Leistungspotenzial der Tiere voraus. Die Bestimmung des Rohproteingehalts des eingesetzten Grundfutters, die Ermittlung des Eiweißbedarfs der Tiere bezogen auf deren Alters-, Leistungs- und Entwicklungsstatus und eine darauf angepasste Futtermittelsberechnung sowie eine sachgerechte Rationskontrolle / -optimierung **durch den qualifizierten Futterberater** stellen somit eine unabdingbare Grundlage für eine N-optimierte Fütterung dar. Zudem stellt sich die Frage, ob zum Erzielen einer möglichst hohen Nutzungsdauer der Milchkühe, eine geringfügig reduzierte

Milchleistung mit den damit einhergehenden geringeren Ansprüchen an den Eiweißgehalt der Futtermittel nicht auch eine Strategie zur Verbesserung der Herdengesundheit darstellt.

Anmerkung: Generell erlaubt eine an den Bedarf angepasste, tierindividuelle Kraftfuttermittelgabe über den Kraftfütterautomaten oder den Melkroboter eine gezieltere Eiweiß- und Energiezufuhr als Rationsausgleich im Vergleich zur reinen Totalen Mischration (TMR) ohne Zusatzfütterung über den Kraftfütterautomaten. Der Melkroboter füttert dabei die Kühe am "bedarfsgerechtesten", weil die tägliche Milchmenge miterfasst wird und ab 70-90 Melktagen gezielt nach Milchleistung gefüttert werden kann. Bei Einsatz von TMR empfiehlt sich eine Gruppenfütterung mit abgestuftem Rohproteingehalt, da altemelkende Kühe tendenziell überversorgt werden.

Auskunft, inwiefern die verfütterte Ration bezogen auf den Stickstoffgehalt ausgeglichen ist, geben Überwachungsindikatoren wie der **Milchharnstoff**. Der Harnstoffgehalt in der Milch spiegelt nämlich den Eiweißgehalt der Futtermittel wieder und kann auf einen Proteinüberschuss und höhere Harnstoffkonzentrationen im Urin hindeuten. Der Harnstoffgehalt in der Milch kann daher bei Milchkühen als Indikator für Rohproteinüberschüsse in der Futtermittelration und daran gekoppelte Ammoniakverluste herangezogen werden. Mit der Zielsetzung geringer Ammoniakemissionen liegt der anzustrebende Bereich bei 150 bis 200 mg Harnstoff pro Liter Milch, ohne dass Leistung und Gesundheit der Nutztiere eingeschränkt sind.

Die **N-reduzierte Fütterung** gewinnt zunehmend an Interesse. Ziel dieser Fütterungsstrategie ist eine möglichst große Reduktion des Rohproteingehalts der Futtermittel, um somit die Gesamtstickstoffausscheidung und die damit verbundenen Ammoniakemissionen zu verringern, bei gleichzeitiger Deckung des Nährstoffbedarfs der Tiere. Zugleich lässt sich die Fütterung finanziell optimieren, da die Eiweißfuttermittel tendenziell immer die teuersten Futtermittel darstellen.

In der Rinderhaltung liegt das Reduktionspotenzial der Ammoniakverluste durch Verringerung des Rohproteinüberschusses in der Ration um 1% bei 17% (Sajeev et al., 2018). Würde man also den Rohproteingehalt einer Ration von Rindern von 16% auf 15% Rohproteingehalt (XP) in der Trockensubstanz reduzieren, so würden sich die Ammoniakemissionen der Tiere um 17% verringern.

Die Schätzung des Minderungspotenzials an Ammoniakemissionen setzt die Definition von Zielmarken für die Reduktion des Rohproteingehalts voraus. Bei laktierenden Milchkühen gilt allgemein eine Untergrenze von 15% XP in der Trockenmasse. Unterhalb dieser Grenze ist mit Ertragseinbußen zu rechnen, so dass die Wirtschaftlichkeit der Rationsoptimierung in Frage gestellt würde.

Bei der Jungviehaufzucht sind tendenziell keine größeren Eiweißeinsparungen möglich. Während der Tränkephase und bis zu einem Alter von 6 Monaten ist der Eiweißbedarf zwar höher, anschließend werden aber Jungviehrationen gefüttert, welche selten mehr als 12-13% Rohprotein enthalten.

(nachzulesen in Convis, 2022)





Schweinehaltung

Eingeschränkter Handlungsspielraum besteht bei der Fütterung von **Jungvieh** oder in der **Mutterkuhhaltung**, welche überwiegend aus Grundfutter besteht. Im Gegensatz zur Optimierung der Rohproteingehalte in der Ration der Milchkühe, erweist es sich hier eher schwieriger den Hebel in Richtung N-optimierte Fütterung anzusetzen. Generell gilt aber auch in der Jungrinderaufzucht und der Mutterkuhhaltung die Beifütterung an die Erfordernisse der Tiere anzupassen. Auch bei der Bullenmast gilt es im Hinblick auf die Minderung der N-Ausscheidung, Rohproteinüberschüsse in erster Linie zu vermeiden. Eine auf den Bedarf der Tiere im jeweiligen Altersabschnitt ausgerichtete Fütterung steht daher im Vordergrund.

2.2.2 SCHWEINE- UND GEFLÜGELHALTUNG

Auch in der Schweine- und Geflügelproduktion besteht ein nicht unerhebliches Einsparpotenzial bei den Stickstoffausscheidungen und somit von Ammoniakemissionen. Bei Schwein und Geflügel ist eine bedarfsgerechte Versorgung mit Aminosäuren mit möglichst geringen Gehalten an Rohprotein anzustreben, d.h. geringe Rohproteingehalte bei gleichzeitig hohen Gehalten an essenziellen Aminosäuren (insbesondere Lysin und Methionin). Bei der Fütterung von Schweinen und Geflügel ist eine genaue Abstimmung des Futters auf die spezifischen Anforderungen der verschiedenen Wachstums- sowie Leistungsstadien und -niveaus der Tiere erforderlich. Dabei ist die Formulierung der Futtermischung im Hinblick auf das Aminosäureprofil und die Anpassung an den spezifischen Nährstoffbedarf der einzelnen Tierkategorien wichtig. Es soll sowohl ein Luxuskonsum, als auch eine Unterversorgung vermieden werden. Dies erfolgt durch eine Mehrphasenfütterung oder/und die gezielte Vergabe von synthetischen, freien Aminosäuren die das Aminosäureprofil der gefütterten Ration vervollständigen, wodurch die Eiweißaufnahme durch das Tier erhöht wird (das sogenannte Minimumgesetz von Justus Liebig - bei Geflügel ist die Aminosäure Methionin erstlimitierend und beim Schwein das Lysin).

Fazit: Die Auswirkung der Absenkung der Rohproteingehalte auf die Ammoniakemission ist erheblich und je nach Nutztier und Nutzungsrichtung verschieden. Als Orientierungswert führt beim Rind die Absenkung des Rohproteins um 1% in der Trockenmasse zu einer mittleren Minderung der Ammoniakfreisetzung um 17% und beim Schwein liegt die Minderung im Mittel bei 10%.

Die hier vorgestellten Maßnahmen im Bereich der Fütterung sind in der Regel mit keinem erheblichen Investitionsaufwand verbunden und lassen sich einfach und schnell in die betriebliche Praxis umsetzen. Das Prinzip der N-optimierten / N-reduzierten Fütterung kann auch ein Weg zu einer verbesserten Eiweißautarkie der Betriebe darstellen, was die Abhängigkeit von importiertem Kraftfutter erheblich verringert.

2.3 WEITERE ANSÄTZE

2.3.1 FUTTERBERGUNG UND -LAGERUNG

Eine angemessene Leistung der Tiere hängt von der Aufnahme von Silage guter Qualität ab. Die Menge des im Betrieb verfütterten Kraftfutters wird durch die Silagequalität bestimmt und hat somit einen direkten Einfluss auf die Futterkosten und die Wirtschaftlichkeit der Betriebe. Die Gewährleistung einer hohen Silagequalität und die Vermeidung unnötiger Futterverluste bei der Futtergewinnung, -konservierung und -vorlage sind hier wichtig. Die Silagequalität hängt ab von Faktoren wie der Zusammensetzung (Sortenwahl im Ackerfutterbau, Verhältnis



Geflügelhaltung

Grünland/Feldfutter/Silomais), den Witterungsbedingungen bei der Silagegewinnung, des Nutzungstermins, der Schnittnummer, der Anwelkzeit, der Befüllung und Verdichtung des Silos, der Verwendung von Siliermitteln (Vermeidung von Nacherwärmung und Schimmelbildung) oder auch der Anschnittfläche und Qualität der Futtervorlage. Wenn die Qualität des Rohproteins bei der Silageherstellung erhalten bleibt, können dadurch auf dem Betrieb substantielle Kraftfuttoreinsparungen als Eiweißausgleich realisiert werden, was für den Betrieb einen ökonomischen Vorteil darstellt.

2.3.2 LANDNUTZUNGSEFFIZIENZ

Auch stellt die Optimierung der Landnutzungseffizienz auf dem Betrieb einen wichtigen Baustein dar. Die Menge und Zusammensetzung des betriebseigenen Futters und damit auch die Notwendigkeit des Futterzukaufs wird durch das gewählte Nutzflächenverhältnis bestimmt (Energie-Protein-Verhältnis auf dem Betrieb). Sofern es die Standortbedingungen und betriebsinternen Gegebenheiten erlauben, ist ein auf die betriebseigenen Flächen bezogenes optimales Energie-Protein-Verhältnis im Anbau daher erstrebenswert. Eingeschränkter Handlungsspielraum besitzen Futterbaubetriebe, die das Grobfutter überwiegend auf Dauergrünland erzeugen. Der Anbau von mehr Körnermais, ein erhöhter Futterleguminosenanbau (Kleearten, Luzerne) und ein stärkeres Einbinden des Futterbaus in die Fruchtfolge können zur einer optimierten Landnutzungseffizienz, sowie einer erhöhten Eiweiß- und Energieautarkie der Betriebe beitragen. In der optimalen Gestaltung des Futterbaus liegt daher weiteres Potenzial zur Einsparung.

2.3.3 HERDENMANAGEMENT

Ziel ist zudem die Schadstoffemissionen, sei es die Ammoniak- oder die Methanemissionen, die in Verbindung mit der Aufzuchtphase einer Milch- oder Mutterkuh stehen auf eine möglichst hohe Lebensleistung zu verteilen, d.h. möglichst viele Kälber pro Mutterkuh und möglichst viele produktive Lebenstage bei einer Milchkuh. Voraussetzung hierfür ist eine verbesserte Nutzungsdauer der Kühe. Dies bedingt, dass die Tiere gesund, fruchtbar und langlebig sind.

2.4 FAZIT

Im Bereich der Fütterung besteht somit ein erhebliches Verbesserungspotenzial hinsichtlich Ammoniakemissionen. Die hier vorgestellten Maßnahmen erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Aufgrund unterschiedlicher Ausgangssituationen in den Einzelbetrieben empfiehlt es sich auf das Beratungsangebot von qualifiziertem Fachpersonal von unabhängigen, landwirtschaftlichen Dienstleistern zurückzugreifen.

Um das Einsparpotenzial im Betrieb besser zu erkennen und die Wirksamkeit von Maßnahmen beurteilen zu können, empfiehlt sich eine fachgerechte Futterberatung und gesamtbetriebliche Betrachtung sowie ein gezieltes Controlling des Erfolgs der umgesetzten Maßnahmen.

3 MINDERUNGSMABNAHMEN IM STALL UND BEI DER LAGERUNG VON WIRTSCHAFTSDÜNGERN

3.1 ALLGEMEINE GRUNDSÄTZE

Die Stallhaltung und Lagerung der Wirtschaftsdünger war im Jahre 2020 mit rund 41% verantwortlich für einen Großteil der freigesetzten Ammoniakemissionen in der Landwirtschaft (IIR 2022). Ammoniak entsteht, wenn Kot und Harn sich vermischen und der im Urin enthaltene Harnstoff bei mikrobiellen Abbauprozessen zersetzt wird. Wieviel Ammoniak entsteht ist abhängig von der Kontaktdauer, der Größe der verschmutzten Fläche, der Temperatur im Stall sowie der Luftzirkulation.

Wie können Ammoniakemissionen verringert werden?

- Verschmutzte Flächen möglichst klein halten
- Geringe Verweilzeit von Kot und Harn im Stall
- Trennung von Kot und Harn; Harn schnell abführen
- Niedrige Temperaturen verlangsamen die Freisetzung von Ammoniak
- Luftaustausch zum Güllelager verringern
- Abluftreinigung bei geschlossenen Stallgebäuden

3.2 BAULICHE MABNAHMEN IM STALL

3.2.1 RINDERHALTUNG

Laufstallsysteme und Ausläufe bieten den Tieren hohes Tierwohl und ermöglichen arbeitswirtschaftliche Erleichterungen für den Landwirt. In Bezug auf Ammoniakemissionen sind die großzügigen Laufflächen jedoch als problematisch anzusehen. Der Gestaltung der Laufflächen wird in frei belüfteten Ställen das größte Potenzial zur Reduktion der Ammoniakemissionen zugesprochen. Um den Tieren emissionsarme und tiergerechte Laufflächen zu bieten, müssen diese möglichst trocken, sauber sowie weich sein und gleichzeitig für genügend natürlichen Abrieb sorgen.

Emissionsarme Laufflächen und Laufhöfe

Laufflächen sollten kontinuierlich mit einem automatischen Entmistungssystem gereinigt werden. Die Reinigung der Laufflächen soll in der Regel mindestens alle 2 Stunden erfolgen. Auf planbefestigten Böden eignet sich ein Schieber zum Abräumen des Mists in einen Güllekanal oder Mistlager. Auf Spaltenböden empfiehlt sich ein Spaltenroboter um die Verschmutzung der Laufflächen möglichst gering zu halten. Vor dem Räumen sollten die Laufflächen zusätzlich befeuchtet werden um Schmierschichten zu lösen und die erforderliche Sauberkeit und Rutschfestigkeit zu erhalten. Das häufige oder permanente Befeuchten (z.B. durch Vernebelungsanlagen) ist jedoch zu vermeiden, dies kann sogar zu erhöhten Ammoniakemissionen führen.

Spaltenroboter mit Sprühvorrichtung
zum Einweichen trockener Stellen
(Quelle: Lely)





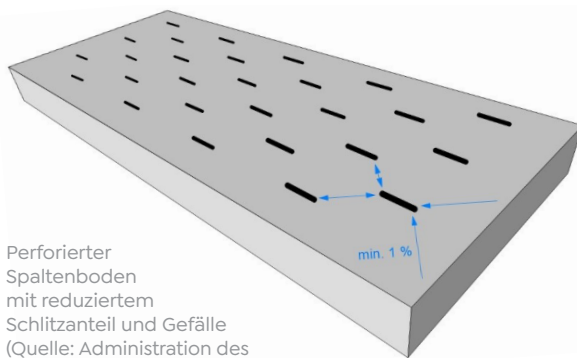
Spaltenboden mit Emissionsreduzierenden Bodenklappen
(Quelle: Administration des services techniques de l'agriculture)

■ Spaltenböden mit Dichtungsclappen

In Ställen mit Güllekeller können Spaltenböden mit Dichtungsclappen eingesetzt werden. Gummilippen schließen eng aneinander, so dass kaum Gase aus dem Güllekeller in den Stall gelangen und sind ausreichend flexibel um Kot und Harn durchfallen zu lassen. Die Dichtungsclappen können sich auch zwischen den einzelnen Bodenelementen befinden. Durch die Profilierung der Laufflächen wird Kot und Harn zu den Zwischenräumen geleitet um dort in den Güllekanal abgeleitet zu werden. In Ställen mit Tiefboxen muss darauf geachtet werden, dass nur wenig Einstreumaterial auf die Spaltenböden gelangt um Verstopfungen der Bodenklappen zu vermeiden. Grobes Einstreumaterial wie langes Stroh ist für diese Systeme nicht zu empfehlen.



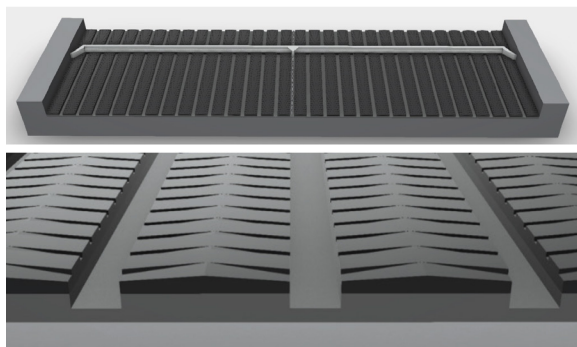
Perforierter Spaltenboden mit Bodenklappe zwischen den Elementen (Quelle: Administration des services techniques de l'agriculture)



Perforierter Spaltenboden mit reduziertem Schlitzanteil und Gefälle
(Quelle: Administration des services techniques de l'agriculture)

■ Spaltenböden mit reduziertem Schlitzanteil

In Ställen mit Spaltenböden kann der Schlitzanteil deutlich reduziert werden um eine zusätzliche Ammoniakfreisetzung aus der darunterliegenden Gülle zu verringern. Die profilierte Oberfläche der Lauffläche leitet den Harn in den darunterliegenden Güllekeller ab, so dass Kot und Harn zügig getrennt werden. Ein an die Lauffläche angepasstes Entmischungssystem befördert den verbleibenden Kot regelmäßig aus dem Stall. Bestehende Stallgebäude können mit speziell profilierten Spaltenbodenaufbauten aus Gummi, welche auf den vorhandenen Spaltenböden verlegt werden, nachgerüstet werden.



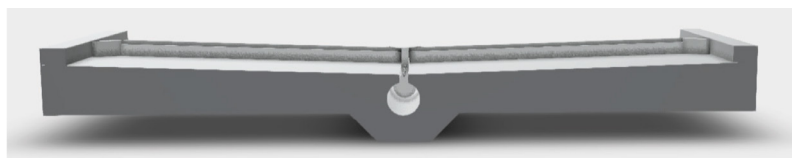
Planbefestigte Lauffläche mit Quergefälle und mehreren Urinsammelrinnen (Quelle: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft)

■ Lauffläche mit Quergefälle

Für Ställe ohne Güllekeller mit Schieberentmischung kann durch eine Lauffläche mit Quergefälle ein rasches Abfließen des Harns von den Laufflächen ermöglicht werden. Die planbefestigte Lauffläche hat ein Quergefälle von mindestens 1% um den Urin in eine Sammelrinne zu leiten.

Der Harnabfluss kann auch über mehrere Sammelrinnen erfolgen. Um einen ungehinderten Abfluss vom Harn zu gewährleisten sollen Lauffläche und Sammelrinne(n) während der Aktivitätszeit der Tiere mindestens alle zwei Stunden gereinigt werden.

Planbefestigte Lauffläche mit Quergefälle und Urinsammelrinne in der Mitte
(Quelle: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft)



Erhöhte Fressstände mit Fressplatzabtrennungen

Ein erhöhtes Podest im Fressbereich mit abgetrennten Fressplätzen bietet neben weniger Verdrängungen am Fressplatz und ungestörter Futteraufnahme den Vorteil den Fress- und Laufbereich zu trennen. Der Fressplatz ist sauberer und trockener und durch die geringere verschmutzte Fläche entstehen geringere Ammoniakmissionen. Kühe werden beim Fressen nicht vom Mistschieber gestört, so dass die Schieberintervalle besser angepasst werden können. Zudem wird durch die saubereren Stand- und Laufflächen die Klauengesundheit verbessert. Das Podest soll ein Gefälle von 3% hin zum Laufgang haben.



Erhöhter Fressstand mit Fressplatzabtrennung
(Quelle: Administration des services techniques de l'agriculture)

Weidezugang

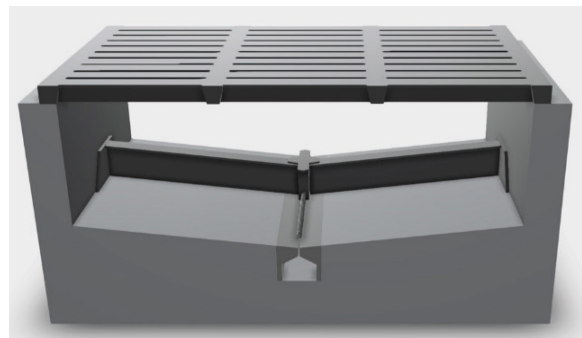
Die Weidehaltung der Tiere führt insgesamt zu geringeren Ammoniakemissionen dadurch, dass der ausgeschiedene Harn auf der Weide schnell in den Boden infiltriert wird und so eine Vermischung von Kot und Harn größtenteils vermieden wird. Es ist deshalb sinnvoll bei der Planung eines Stallgebäudes, wenn die örtlichen Gegebenheiten dies zulassen, einen stallgebundenen Zugang zur Weide bereitzustellen. Bei den Agrarumweltklimaprogrammen besteht zudem eine Beihilfe zur Förderung des Weidegangs von Rindern.

3.2.2 SCHWEINEHALTUNG

Die Schweinehaltung in Luxemburg erfolgt überwiegend in geschlossen zwangsgelüfteten Ställen mit Flüssigmistverfahren. Künftig werden nur noch Schweineställe gefördert, welche den Mindestanforderungen der EU-Öko-Verordnung² in Sachen Tierwohl gerecht werden. In der Regel werden dazu frei belüfteten Aussenklimaställe mit Auslauf realisiert, welche ohne Lüftungstechnik auskommen.

Unterflurschieberentmistung mit Kot-Harn-Trennung

Unter den Laufflächen mit Spaltenböden befindet sich ein Entmistungsschieber mit Quergefälle und Harnrinne zum Ableiten des Harns. Die Sohle des Schieberkanals hat ein Gefälle von 5 bis 10% hin zu der Harnrinne. Der Entmistungsschieber entfernt den Kot mehrmals täglich aus dem Entmistungskanal um diesen getrennt vom Urin zu lagern.



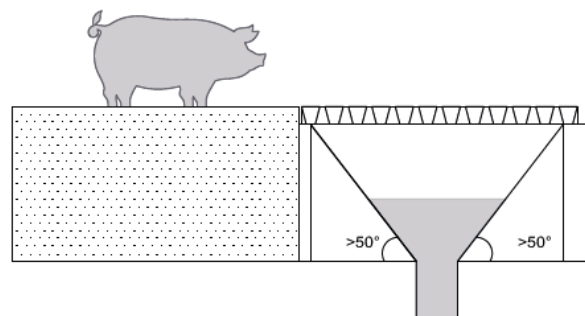
Unterflurschieber mit Quergefälle unter Spaltenboden
(Quelle: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft)

Verkleinerter Güllekanal

Ein Güllekanal mit V-förmigem Querschnitt erlaubt es die emissionsaktiven Oberflächen zu verkleinern. Um eine Emissionsminderung zu erreichen sollen die geneigten Seitenwände aus glatten Materialien wie Kunststoff oder Edelstahl hergestellt werden und regelmäßig sauber gehalten werden.

Strukturierte Buchten

Die Strukturierung von Buchten von Ferkeln und Mastschweinen ergibt sich aus den unterschiedlichen Ansprüchen des Schweines an seine Haltungsumgebung. Für die unterschiedlichen Bedürfnisse von Schweinen von Schweinen soll ein Funktionsbereich in der Bucht zur Verfügung stehen, in dem die Schweine ihr artspezifisches Verhalten ausleben können. Durch geschickte Anordnung, Kombination von Funktionsbereichen (Kot-, Liege- und Fressbereich) und entsprechende Nutzung können verschmutzte Flächen und Ammoniakemissionen begrenzt werden.



V-förmiger Güllekanal bei perforiertem Boden
(Quelle: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft)

² <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A02018R0848-20220101>

Abluftreinigung

Abluftreinigungsanlagen werden sowohl zur Staub- und Geruchsminderung als auch zur Reinigung der Abluft von Ammoniak eingesetzt und sind sehr wirksame Verfahren zur Minderung der Ammoniakemissionen. Der Einsatz erfolgt vor allem in der Schweine- und Geflügelhaltung. Durch den Einsatz von Säure kann Ammoniak gebunden und in einer Lösung fixiert werden. Eine effiziente Abluftreinigung kann nur erfolgen wenn sich die Tiere in einem geschlossenen Stall befinden und die Abluft zentral für ein oder mehrere Stallgebäude zusammengeführt wird.

3.3 WÄRMEDÄMMUNG DES DACHES

Niedrige Temperaturen verlangsamen die Freisetzung von Ammoniak. In einem Stallgebäude mit wärme-gedämmtem Dach sind aufgrund der geringeren Jahresdurchschnittstemperaturen gegenüber Ställen ohne Wärmedämmung geringere Ammoniakemissionen zu erwarten. Zudem wirkt sich ein konstanteres Stallklima positiv auf das Tierwohl aus. Geeignete Dachaufbauten sind Sandwichplatten mit Wärmedämmung, mehrschichtige isolierte Aufbauten oder Gründächer. Dachbegrünungen halten zudem den Niederschlag temporär zurück und können bei der Bemessung von Regenrückhaltebecken berücksichtigt werden. Gedämmte Dächer haben zusätzlich den Vorteil, dass im Winter die Bildung von Kondensat verringert wird und die Frostgefahr sinkt.

3.4 LAGERUNG FLÜSSIGER ORGANISCHER DÜNGER

Die Lagerung der flüssigen organischen Dünger ist ein wichtiger Aspekt der Reduktion von Ammoniakemissionen, da eine unsachgemäße Lagerung, die durch eine angepasste Stallhaltung eingesparten Emissionen wieder aufheben kann. Durch die Abdeckung von Güllebehältern wird der Luftaustausch über dem Wirtschaftsdünger stark reduziert, was zu einer Verringerung der Ammoniakemissionen führt. Schwimmschichten aus Stroh, Maishäckseln oder anderen Materialien begünstigen ebenfalls die Bildung von Lachgas und gehören nicht zur guten fachlichen Praxis.

Ab dem 31.12.2024 müssen offene Güllebehälter und Lagunen deshalb eine geeignete Abdeckung aufweisen. Zudem wird der Neubau von Lagunen zur Lagerung von flüssigem organischen Dünger untersagt.

3.4.1 ZELTABDECKUNGEN UND FESTE ABDECKUNGEN

Die besten, aber auch teuersten, Abdeckungen für Güllebehälter sind feste Konstruktionen wie Decken aus Beton oder Holz und flexible Zeltabdeckungen. Diese führen zu einer Emissionsminderung von ca. 80% für Gerüche und Ammoniak (UNECE, 2021) gegenüber einem offenen Lager. Beim Neubau sind feste Abdeckungen gegenüber flexiblen Lösungen zu bevorzugen, da diese in der Regel eine lange Lebensdauer und geringen Arbeitsaufwand aufweisen. Zudem kann eine Betondecke je nach Statik befahr- und nutzbar sein und ermöglicht es, an der freibleibenden Stelle den Mistplatz, einen Waschplatz oder das Siloballenlager anzulegen oder ein Gebäude zu errichten. Geeignete Lösungen zur Nachrüstung sind in den meisten Fällen erhältlich, es sind zudem auch freitragende Lösungen ohne Mittelstütze erhältlich.



Güllelagerabdeckung mit Zelt Dach (Quelle: H.U. Kohli AG)

3.4.2 SCHWIMMFOLIEN

Abdeckung aus Schwimmfolien können kostengünstiger sein als feste Abdeckungen und sind gut geeignet für die Nachrüstung von Behältern und Güllelagunen. Die Folien werden mit Seilen oder Schwimmkörpern an der Oberfläche gehalten um ein einsinken zu verhindern. Je nach Typ kann das anfallende Regenwasser in die Gülle eingeleitet oder abgepumpt werden. Schwimmfolien führen zu einer geringeren Emissionsminderung als feste Dächer und Zeltmäntel. Dennoch sind Emissionsminderungen von ca. 60% für Ammoniak (UNECE, 2021) gegenüber einem offenen Lager erreichbar.



Güllelagerabdeckung mit Schwimmfolie (Quelle: Genap B.V.)

3.4.3 SCHWIMMKÖRPER

Neben diesen klassischen Abdeckungen bieten Schwimmkörper, welche in der Anschaffung deutlich günstiger sind, eine interessante Alternative. Die meist sechseckigen Schwimmkörper aus Kunststoff legen sich an der Oberfläche der Flüssigkeit selbständig aneinander und dichten so ab. Schwimmkörper führen zu einer geringeren Emissionsminderung als feste Dächer und Zeltdächer. Dennoch sind Emissionsminderungen von ungefähr 60% für Ammoniak (UNECE, 2021) gegenüber einem offenen Lager erreichbar. Kunststoffkugeln dichten die Fläche nicht komplett ab und es sind keine Messungen vorhanden, die eine Emissionsreduktion belegen. Somit gelten kugelförmige Schwimmkörper damit nicht als gute fachliche Praxis zur Reduktion von Ammoniakemissionen.

Schwimmkörper können jedoch nur bei dünnflüssiger Gülle wie Schweinegülle oder flüssigen Gärresten eingesetzt werden und sind zum Einsatz bei Rindergülle nicht geeignet. Zudem können Schwimmkörper vom Wind zusammengeschoben werden, so dass ihre Funktion nicht mehr gegeben ist. Zudem schützen sie nicht gegen Wassereintrag in den Behälter.



Schwimmkörper. Die vertikalen Rippen der Körper versuchen ein Aufeinanderschieben der Elemente zu verhindern (Quelle: H.U. Kohli AG)

3.5 LAGERUNG FESTER ORGANISCHER DÜNGER

Um die Emissionen von Ammoniak bei gelagertem Wirtschaftsdünger zu reduzieren, sind die Regeln der guten fachlichen Praxis zu beachten. Nach dem Entmisten des Stalls sollte der Festmist auf einer planbefestigten Beton- oder Asphaltfläche gelagert werden, idealerweise mit Wänden und einer Überdachung um den Luftaustausch zu verringern und das Austreten von Sickersäften zu minimieren. Eine Abdeckung kann auch mit Folie oder wasserabweisendem Vlies erfolgen, so lassen sich auch Lagerungen auf dem Feld abdecken. Im Allgemeinen erhöht Feuchtigkeit den Abbau von Harnsäure und die Bildung von Ammoniak. Dies gilt insbesondere für Geflügelmist; die Lagerung unter Dach ist daher die beste Option.

Es gilt daher:

- das Festmistlager abzudecken und trocken zu halten,
- die Oberfläche des Miststapels so klein wie möglich zu halten (z.B. Errichtung von Wänden zur Erhöhung des Stapels).

Anmerkung zu Kompost

Wenn der Wirtschaftsdünger auch der wertvolle Grundrohstoff für die Herstellung von Kompost mit einer verbesserten Nährstoffverfügbarkeit sein soll, so ist eine Luftzufuhr zwingend notwendig und auch eine Verdichtung des Festmistes ist zu vermeiden. Bei der Kompostierung wird es demnach zu Ammoniakemissionen kommen die natürlich minimiert werden können indem man übermäßige Feuchtigkeit vermeidet (Vlies, Überdachung). Anstreben sollte man demnach den Kompromiss zwischen den Vorteilen des möglichst emissionsarmen Lagerns und den Vorteilen der Veredlung des Wirtschaftsdüngers zu Kompost.

4 AUSBRINGUNG VON DÜNGEMITTELN

4.1 ALLGEMEINE GRUNDSÄTZE

Um die eingesparten Emissionen durch Maßnahmen in der Stallhaltung sowie in der Lagerung von organischen Düngern nicht durch eine ineffiziente Ausbringung wieder zu verlieren ist eine emissionsarme Ausbringung von Düngemitteln sehr wichtig, da ansonsten das Gesamtreduktionspotenzial erheblich geschmälert wird. Die emissionsarme Ausbringung von Düngemitteln betrifft folgende Aspekte:

- Ausbringung von Gülle, flüssigen Gärresten, Jauche und flüssigem Klärschlamm
- Ausbringung von Stallmist sowie festen außerlandwirtschaftlichen organischen Düngern (Kompost, Klärschlamm, usw.)
- Mineralische Düngung
- Bodenbearbeitung

Die Ausbringung von Wirtschaftsdüngern von tierischer Herkunft ist eine bedeutende Einzelquelle (41%) für Ammoniakemissionen (siehe Grafik auf Seite 3).

Hier besteht demnach viel Einsparpotenzial, gepaart mit einer effizienteren Verwertung der Wirtschaftsdünger und folglich der Einsparung von mineralischen Düngemitteln. Dies stellt eine Win-Win-Situation für Umwelt und Landwirtschaft dar.

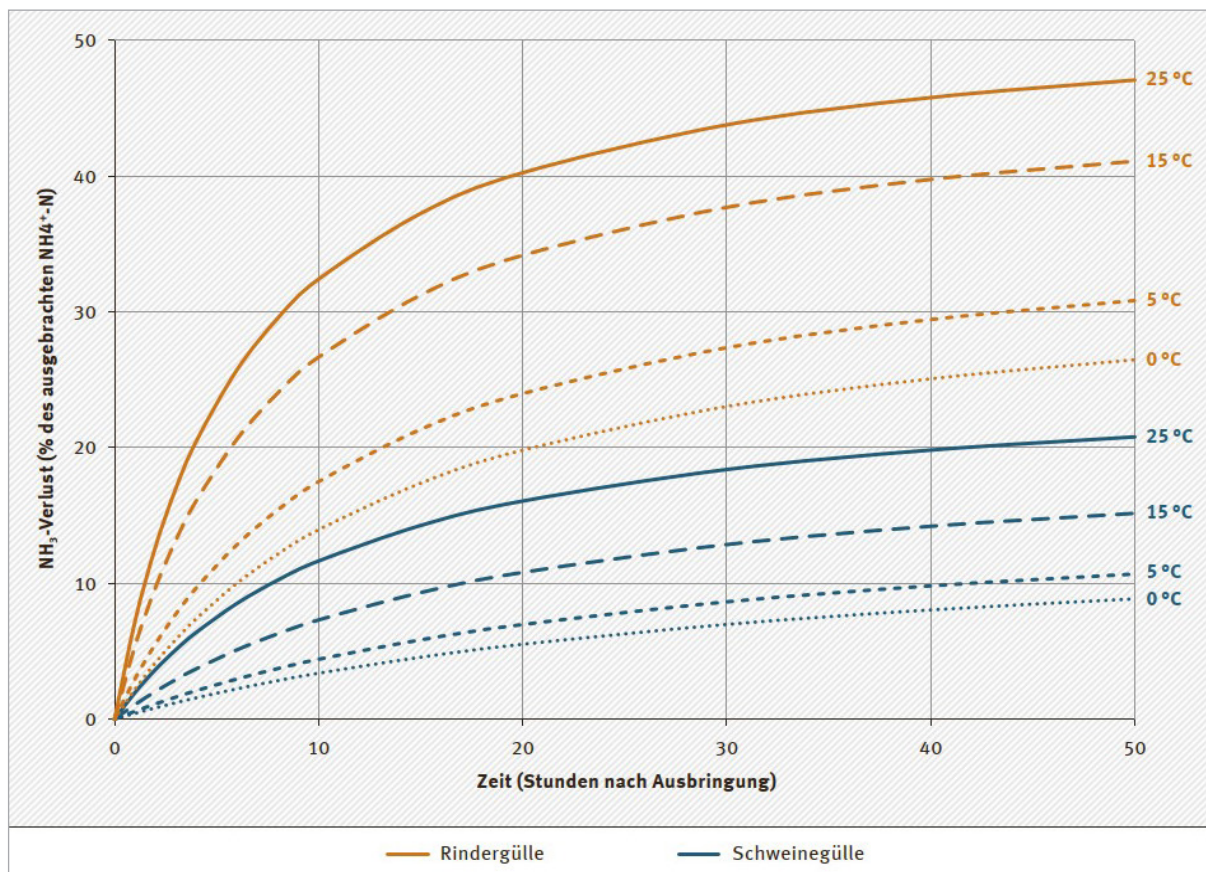
Ammoniakemissionen werden bei der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern geringer, wenn:

- die freie Oberfläche des ausgebrachten Düngers klein ist. Deshalb ist eine streifenförmige bodennahe Ausbringung besser als eine breitflächige Verteilung,
- der ausgebrachte Wirtschaftsdünger möglichst kurze Zeit der Luft ausgesetzt ist, d.h. nicht mit Pralltellern durch die Luft geschleudert wird und unabhängig von der Ausbringungsart (Prallteller oder bodennah), wenn er schnellst möglichst eingearbeitet wird,
- die Lufttemperatur bei der Ausbringung gering ist,
- die Fließfähigkeit der Gülle hoch ist. Dies ist bei geringen Trockenmassegehalten, beispielsweise bei separierter Flüssiggülle und/oder Niederschlägen während oder kurz nach der Ausbringung gegeben. Dadurch wird das Abfließen der Wirtschaftsdünger von den Pflanzen und das Eindringen in den Boden beschleunigt.
- der Luftaustausch nach der Ausbringung gering ist. Dies ist der Fall, wenn die Gülle in einem dichten Pflanzenbestand zwischen die Pflanzen direkt auf den Boden abgelegt wird oder schnellstmöglich in den Boden eingearbeitet wird.

Aus diesen Gründen ist es wichtig, wenn möglich wie folgt bei der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern vorzugehen:

- Wirtschaftsdünger wenn möglich zügig einarbeiten.
- Ausbringung bevorzugt an kühlen Tagen mit zu erwartenden Regenschauern. Bei Hanglagen sollte das Risiko für Abschwemmung in Betracht gezogen werden.
- Ausbringung bevorzugt in den Abendstunden, wenn Temperatur und Windgeschwindigkeit abnehmen, respektive bei größeren Ausbringungsmengen an kühleren Tagen. Keine Ausbringung in den heißen Sommermonaten. Bei diesen Ausbringterminen ist auch gewährleistet, dass der ausgebrachte Stickstoff von den Nutzpflanzen gut verwertet wird.
- Keine Ausbringung auf wassergesättigten, ausgetrockneten oder dicht gelagerten Böden, in die flüssige Wirtschaftsdünger nur schlecht infiltrieren können.
- Keine Ausbringung von Wirtschaftsdüngern in einer Menge, die über den ermittelten Nährstoffbedarf der zu düngenden Kultur hinausgeht. Dies kann zu erheblichen N-Verlusten nicht nur durch Ammoniakfreisetzung und Nitratauswaschung, sondern auch durch Denitrifikation führen.

Die folgende Abbildung zeigt schematisch den Einfluss der Zeit und der Temperatur auf Freisetzung von Ammoniak aus ausgebrachten organischen Düngern. Der starke positive Einfluss einer Ausbringung bei möglichst niedrigen Temperaturen und auch eines schnellen Einarbeitens nach der Ausbringung wird hierbei deutlich. Insbesondere in den ersten Stunden nach der Einarbeitung besteht ein hohes Potenzial zur Reduktion der Ammoniakemissionen.



Freisetzung von Ammoniak von ausgebrachter Gülle in Abhängigkeit der Temperatur und Zeit (Quelle: KTBL, Ammoniakemissionen in der Landwirtschaft mindern – Gute Fachliche Praxis).

4.2 EMISSIONSMINDERNDE TECHNIKEN

4.2.1 AUSBRINGUNG FLÜSSIGER ORGANISCHER DÜNGER (GÜLLE, FLÜSSIGE GÄRRESTE, JAUCHE UND FLÜSSIGER KLÄRSCHLAMM)

Flüssige organische Dünger müssen ab dem 31.12.2023 bodennah ausgebracht werden. Das bestehende Agrarumweltklimaprogramm (AUK) läuft daher zum Ende des Kulturjahres 2022/2023 in der Basisvariante mit den Schleppschläuchen aus. Die Ausbringung, respektive Einarbeitung flüssiger organischer Dünger mittels Schleppschuh, Grubber, Injektor oder Strip-Till-Verfahren wird weiterhin über das AUK-Programm gefördert.

Folgende Techniken stehen den Landwirten hierbei zur Verfügung (siehe ebenfalls Punkt 4.4. Investitionsförderung):

Schleppschlauchverteiler

Schleppschläuche bringen die flüssige organische Düngung streifenförmig nah an die Pflanzenwurzel. Auf Grünland wird allerdings die Gülle auf die Grasnarbe aufgebracht und erst bei Niederschlägen in den Wurzelbereich abgespült. Die Grasnarbe wird nicht verletzt. Auch für bestellte Ackerflächen ist dieses Verfahren gut geeignet. Die Ausbringung flüssiger organischer Dünger mittels Schleppschlauch führt zu einer Reduktion der Ammoniakemissionen von ungefähr 30 bis 35% (UNECE, 2021) gegenüber einer Breitverteilung.



Schleppschlauchverteiler (Quelle: Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen)



Schleppschuhverteiler
(Quelle: Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen)



Schlitzgeräte
(Quelle: Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen)



Injektoren
(Quelle: Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen)



Strip-Till Verfahren (Quelle: Evers Agro B.V.)

Nachteil Acker: Das anschließende Einarbeiten der Gülle stellt jedoch die Betriebe hinsichtlich Schmierern (Schlupf der Antriebsräder) vor Herausforderungen.

Nachteil Grünland: Das sogenannte Bandablegen führt in Trockenperioden dazu, dass die getrocknete nicht-infiltrierte Gülle nach der Mahd teils mit dem Schwad wieder in das Futter gelangt.

Schleppschuhverteiler

Bei Schleppschuhen werden mit Federstäben, der Schlauch und die Kufen auf den Boden gedrückt und das Gras geteilt. Dieses Verfahren ist besonders bei höherem Gras gut geeignet: nach der Ablage wird der Güllestreifen durch das zurückweichende Gras verborgen. Dadurch werden die Emissionen noch mehr gemindert als bei der Nutzung eines Schleppschlauches. Die Ausbringung flüssiger organischer Dünger mittels Schleppschuh führt zu einer hohen Reduktion der Ammoniakemissionen von ungefähr 30 bis 60% (UNECE, 2021) gegenüber einer Breitverteilung. Im Ackerbau ist der Einsatz ebenfalls denkbar. Die Technik ist relativ leicht, wartungsarm und erfordert nur geringe Zugkraft, was den Schleppschuh zusammen mit den oben genannten Vorteilen zum vielseitigsten Verteiler für flüssige organische Dünger macht.

Schlitzgeräte

Beim Schlitzverfahren schneidet eine Scheibe den Boden auf und drückt den Boden V-förmig auseinander. Die Gülle wird in den Schlitz 1-5 cm tief eingebracht. Auch in den Fahrspuren kommt die Gülle dadurch sicher in den Boden. Die Ammoniakverluste sind im Vergleich zu den oben genannten Verfahren deutlich geringer. Die Ausbringung flüssiger organischer Dünger mit Schlitztechniken führt zu einer Reduktion der Ammoniakemissionen von ungefähr 70 bis 80% (UNECE, 2021) gegenüber einer Breitverteilung, in Abhängigkeit von Schlitztiefe und Schlitzform. Positiv ist die gute Nährstoffausbeute, weil der Dünger direkt an die Wurzeln der Pflanze gebracht wird. Das Schlitzverfahren kann auf Grünland den Nachteil haben, dass der Boden offenbleibt und sich dadurch Unkräuter an den Rändern ansiedeln können. Die Technik ist relativ teuer und benötigt wesentlich mehr Zugkraft.

Injektoren (Grubber, usw.)

Gülleinjektoren werden im Ackerbau eingesetzt. Da die Gülle direkt in den Boden eingearbeitet wird, sind die Stickstoffverluste am geringsten von allen hier vorgestellten Techniken. Die Ausbringung flüssiger organischer Dünger mit Injektionsverfahren kann bis zu 90% Emissionsreduktion erzielen (UNECE, 2021) gegenüber einer Breitverteilung. Des Weiteren entfällt ein Arbeitsgang. Die erforderlichen Maschinen sind massiv gebaut und teuer, die Arbeitsbreiten sind dadurch begrenzt.

Strip-Till Verfahren

Beim Strip-Till-Verfahren wird der Boden nicht ganzflächig gelockert, sondern es werden nur die späteren Saat- bzw. Pflanzstreifen mit Lockerungs-

werkzeugen bearbeitet. Ein Teil der Fläche bleibt unbearbeitet. Das, an der Bodenoberfläche verbleibende, abgestorbene Pflanzenmaterial der Vorfrucht dient so als Schutz vor Bodenerosion und Austrocknung. Im gleichen Arbeitsgang kann Gülle in den Boden eingebracht werden.

Das Reduktionspotenzial dieses Verfahrens liegt in derselben Größenordnung wie die Ausbringung mittels Schlitz- und Injektionstechniken gegenüber einer Breitverteilung (KTBL, 2021).

FAZIT

Von den vorgestellten Techniken ist der Injektor die Technik mit dem größten Einsparungspotenzial bezüglich Ammoniakverlusten, gefolgt vom Schlitzverfahren. An dritter Stelle ist der Schleppschuh zu nennen. Der Schleppschauch ist die Technik mit dem geringsten Einsparungspotenzial bei den Ammoniakverlusten.

Sowohl beim Schleppschuh als auch beim Schleppschauch lässt sich das Einsparungspotenzial erhöhen durch eine möglichst schnelle Einarbeitung der flüssigen Wirtschaftsdünger nach der Ausbringung. Insbesondere durch eine Einarbeitung in der ersten Stunde, und bis zur 4 Stunden nach der Ausbringung, lassen sich die Verluste erheblich verringern. In der nationalen Agrarpolitik werden daher in den Ökoregelungen und in den Agrarumweltklimatechnischen Maßnahmen solche Verfahren künftig gezielt gefördert.

4.2.2 AUSBRINGUNG FESTER ORGANISCHER DÜNGER (STALLMIST, FESTE GÄRRESTE, KLÄRSCHLAMM UND KOMPOST)

Für feste Wirtschaftsdünger werden bislang nur Ausbringungstechniken angeboten, die eine breitflächige Verteilung auf die Boden- oder Pflanzenoberfläche ermöglichen. Hier lassen sich die Emissionen folglich nur durch eine möglichst schnelle Einarbeitung reduzieren. Hierzu eignen sich Pflüge und Scheibeneggen besser als Grubber, da mit ihnen der an der Oberfläche verbleibende Düngeranteil geringer ist. Die Einarbeitung richtet sich jedoch in der Praxis an die auf dem Betrieb, respektive beim Lohnunternehmer vorhandene Technik. Das Reduktionspotenzial der Einarbeitung fester organischer Dünger ist stark zeitabhängig und ist höher umso schneller eingearbeitet wird. Eine sofortige Einarbeitung ermöglicht Reduktionen von bis zu 90%, während eine Einarbeitung innerhalb von 4 Stunden eine Reduktion von 45 bis 65% gegenüber einer Breitverteilung ermöglicht (UNECE, 2021).

4.2.3. AUSBRINGUNG MINERALISCHER DÜNGER

Die emissionsmindernde Ausbringung von festen und flüssigen mineralischen Düngemittel bietet ebenfalls Minderungspotenzial bei Emissionen.

Die mineralische Düngung sollte sich jeweils an den Bedarf der Pflanzen unter Berücksichtigung eines realistischen Ertrags richten und idealerweise bei feuchter Witterung erfolgen. Jede Art von Mineraldünger ist mit einem anderen, spezifischen Emissionspotenzial verknüpft, welches ebenfalls von klimatischen Bedingungen sowie dem Säuregehalt des Bodens beeinflusst wird. Kalkammonsalpeter (KAS) weist hierbei eines der niedrigsten Emissionspotenziale auf.

Folgende Praktiken tragen zusätzlich zu einer Emissionsminderung bei:

- Zugabe von Ureaseinhibitoren bei Harnstoffdüngemitteln
- Einarbeitung der Düngemittel in den Boden
- Vermeidung der Ausbringung von AHL auf Pflanzenoberflächen
- Wahl eines Düngemittels mit geringem Emissionspotenzial

Alternativ bietet sich das sogenannte Nagelradverfahren für flüssige mineralische Düngemittel an, wobei diese Form der Ausbringung über die AUK-Programme bezuschusst werden kann.



Ausbringung fester Wirtschaftsdünger
(Quelle: Ludwig Bergmann GmbH)



Nagelradverfahren
(Quelle: Landwirtschaftliche Kooperation Uewersauer)

4.3 FÖRDERMITTEL

4.3.1 GESETZLICHE SOWIE FREIWILLIGE VERPFLICHTUNGEN IM RAHMEN DES NATIONALEN STRATEGIEPLANS (PSN)

Im Rahmen der Nitratrüchlinienumsetzung besteht ab dem 1.1.2024 die Verpflichtung die flüssigen organischen Düngemittel bodennah auszubringen (Cross Compliance).

Darüber hinaus gibt es weitere sogenannte freiwillige Verpflichtungen im Rahmen der Öko-Regelungen, der Landschaftspflegeprämie und der AUK-Programme, welche die Ammoniakemissionen reduzieren (<https://agriculture.public.lu/de/beihilfen/beihilfen-ab-2023.html>):

Öko-Regelungen ab 2023

Ab 2023 wird eine jährliche Prämie in Höhe von 60 €/ha gewährt für die Einarbeitung von festen organischen Düngemitteln innerhalb von 4 Stunden nach Ausbringung.

Landschaftspflegeprämie ab 2023

Flüssige Wirtschaftsdünger sind, bei einer bodennahen Ausbringung auf Ackerland, innerhalb von 24 Stunden einzuarbeiten. Spätestens ab 2028 wird die Einarbeitung innerhalb von 4 Stunden verbindlich, so dass diese Verpflichtung im Rahmen der Cross Compliance zu erfüllen bleibt.

AUK-Programm zur bodennahen Einarbeitung von organischen Flüssigdüngern ab 2023

Da ab dem 1.1.2024 die bodennahe Ausbringung von organischen Flüssigdüngern (Gülle, Jauche, flüssiger Klärschlamm, usw.) obligatorisch wird, entfällt die Basisoption zur bodennahen Ausbringung mit Schleppschläuchen ab dem Kulturjahr 2023/2024, d.h. im zweiten Jahr des Nationalen Strategieplans (PSN).

Bis zum 31.10.2023:

- Schleppschuh und Schleppschlauch: 1,50 EUR/m³

Mittels Schleppschlauch und -schuh ausgebrachte flüssige organische Dünger sind innerhalb von 4 Stunden nach der Ausbringung einzuarbeiten, falls die Parzelle zum Zeitpunkt der Ausbringung noch nicht eingesät ist. Problematisch bleibt wie oben erwähnt der Schmierfaktor.

Nach dem 31.12.2023 bleibt nur noch der Schleppschuh förderfähig.

Die weiteren Optionen zur Einarbeitung der organischen Wirtschaftsdünger bleiben über das Jahr 2023 hinaus bestehen. Dies betrifft folgende Optionen:

- Code L2 Injektortechnik inklusive Strip-Till: 1,80 EUR/m³
- Code L3 CULTAN- Mischung Gülle mit mineralischem Dünger: 2 EUR/m³

Bei den Flüssigdüngern wird das sogenannte Nagelradverfahren weiterhin bezuschusst:

- Cultan Nagelrad: 20 EUR/ha

4.3.2 INVESTITIONSFÖRDERUNGEN

Aktuell und bis zum ersten Auswahlverfahren 2024 wird ein Beihilfesatz von 40% (Basisbeihilfe 20% und Zusatzbeihilfe 20%) auf Gülleausbringetechnik zwecks bodennaher Ausbringung (Schleppschlauch, Schleppschuh, Schlitzverfahren und Injektortechnik) gewährt.

Ab dem 1.1.2024 wird die bodennahe Gülleausbringung obligatorisch, folglich werden nach dem ersten Auswahlverfahren 2024 nur noch Schleppschuh, Schlitzverfahren und Injektortechnik (keine Schleppschläuche) gefördert. Des Weiteren wird die Zusatzförderung von 20% auf 10% reduziert.

Aktuell wird ein Beihilfesatz von 60% (Basisbeihilfe 40% und Zusatzbeihilfe 20%) auf Abdeckungen für offene, externe Güllebehälter zum Mindern der Ammoniakemissionen gewährt. Ab dem 31.12.2024 müssen offene Güllebehälter und Lagunen eine Abdeckung aufweisen und die Förderungen entfallen.

Die Separierung reduziert den Trockensubstanzgehalt und erhöht folglich die Fließfähigkeit der Gülle. In Verbindung mit der bodennahen Ausbringung wird dadurch die Futterverschmutzung reduziert (siehe Kapitel Allgemeine Grundsätze). Feststoffe aus der Separierung sollten möglichst abgedeckt und auf Mistplatten gelagert werden. Für Gülleseparatoren als feste Einrichtungen wird ein Beihilfesatz von 40% gewährt.

Des Weiteren werden folgende Maschinen zur fachgerechten Düngemittelausbringung mit 20% gefördert:

- Mist- und Kompoststreuer mit Streuteller,
- Düngerstreuer mit einer Grenz- und Randstreueinrichtung sowie einer fahrgeschwindigkeitsabhängigen, elektronischen Düngerdosierung kombiniert mit einem Wiegesystem.

5 ZUSTÄNDIGKEIT SEITENS DES LANDWIRTSCHAFTSMINISTERIUMS

Bei Fragen zur Fütterung von landwirtschaftlichen Nutztieren

Administration des Services Techniques de l'Agriculture,
Abteilung „Production animale“

Jeanne BORMANN

Tel: 457172-241
jeanne.bormann@asta.etat.lu

Bei Fragen zu Minderungsmaßnahmen im Stall und bei der Lagerung von Wirtschaftsdüngern

Administration des Services Techniques de l'Agriculture,
Abteilung „Service régional Nord“

Charles WEYDERT

Tel: 803393-26
charles.weydert@asta.etat.lu

Bei Fragen zur Ausbringung von Wirtschaftsdüngern

Administration des Services Techniques de l'Agriculture,
Abteilung „Service agri-environnement, recherche et
innovation“

Pascal PELT

Tel: 457172-291
pascal.pelt@asta.etat.lu

Bei Fragen zu Investitionsförderungen

Administration des Services Techniques de l'Agriculture,
Abteilung „Améliorations structurelles“

PoI PETRY

Tel: 457172-301
pol.petry@asta.etat.lu

6 QUELLENVERZEICHNIS

- Ammoniakemissionen in der Landwirtschaft mindern - Gute Fachliche Praxis, Umweltbundesamt Fachgebiet II 4.3 Luftreinhaltung und terrestrische Ökosysteme und Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, 2021
- Code of Good Agricultural Practice for reducing Ammonia Emissions from Agriculture, Department of Agriculture, Food and the Marine, Government of Ireland, 2021
- Döhler H., Dämmgen U., Eurich-Menden B., Osterburg B., Lüttich M., Berg W., Bergschmidt A., Brunsch, R (2002): Anpassung der deutschen Methodik zur rechnerischen Emissionsermittlung an internationale Richtlinien sowie Erfassung und Prognose der Ammoniakemissionen der deutschen Landwirtschaft und Szenarien zuderen Minderung bis zum Jahre 2010. Abschlussbericht im Auftrag van BMVEL und UBA. UBA-Texte 05/02
- Framework Code for Good Agricultural Practice for Reducing Ammonia Emissions - Updated Version, UNECE, 2021. <https://unece.org/environment/documents/2021/06/framework-code-good-agricultural-practice-reducing-ammonia-emissions>
- Förderfähige Techniken zur Emissionsminderungen in Stallbauten, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, 2022
- Guide des bonnes pratiques agricoles pour l'amélioration de la qualité de l'air, ADEME, Gouvernement de France, 2019
- Luxembourg's informative inventory report 1990-2020 (IIR), Administration de l'Environnement, 2022
- Sanjeev, E.P.M., Amon, B., Ammon, C. et al., Evaluating the potential of dietary crude protein manipulation in reducing ammonia emissions from cattle and pig manure: A meta-analysis. Nutr Cycl Agroecosyst 110, 161-175 (2018). <https://doi.org/10.1007/s10705-017-9893-3>
- Verringerungspotential von Ammoniakemissionen durch Reduzierung der Rohproteinüberschüsse in der Ration von Milchkühen, Convis. De lëtzebuurger Züchter 2, 2022

Internetquellen:

- https://www.ktbl.de/fileadmin/user_upload/Artikel/Emissionen/Ammoniakemissionen_in_Landwirtschaft_mindern.pdf
- https://www.ktbl.de/fileadmin/user_upload/Artikel/Emissionen/Foerderfaehige_Techniken_zur_Emissionsminderung_in_Stallbauten.pdf
- <https://www.ammoniak.ch/home>



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Agriculture, de la Viticulture
et du Développement rural

Administration des services techniques
de l'agriculture