



© b. eurich-menden



© s.wulf

Ammoniakemissionen in der Landwirtschaft

Minderungsziele und -potenziale

Sebastian Wulf, Claus Rösemann, Brigitte Eurich-Menden, Ewald Grimm

Aktuelle rechtliche Rahmenbedingungen für
die Tierhaltung, Hannover 31.05.2017

KTBL

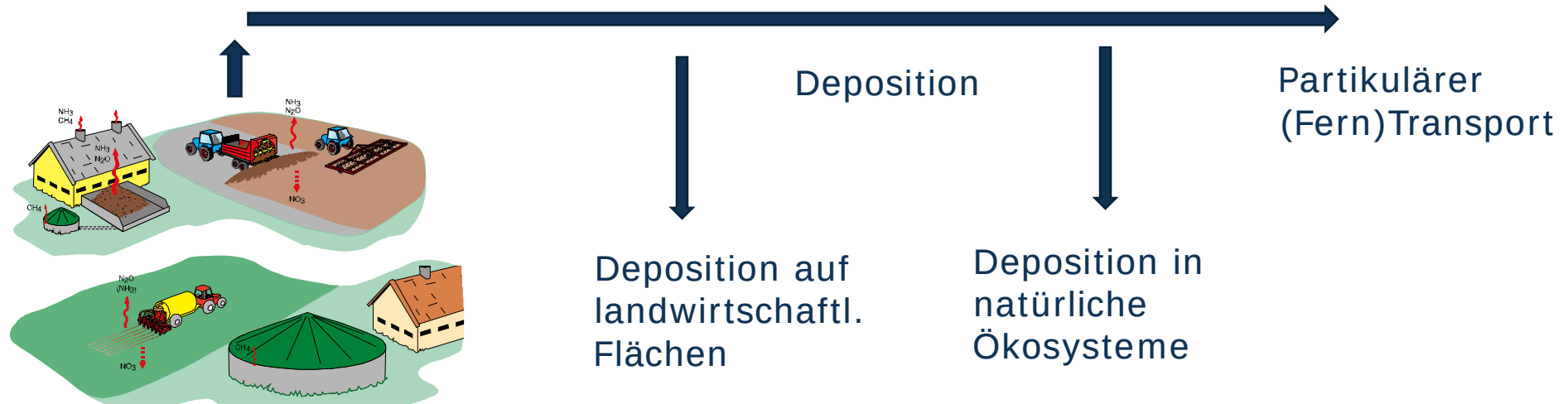


THÜNEN

Gliederung

- Wirkung von NH_3 auf Umwelt und Mensch
- Emissionssituation in Deutschland (NH_3 -Emissionsinventar)
- Minderungsziele (NERC)
- Maßnahmen und deren Wirkung auf die Emissionen
 - Wirtschaftsdüngermanagement
 - Schweinehaltung
 - Rinderhaltung
- Erreichbarkeit der Minderungsziele

Wirkung von NH_3 auf Mensch und Umwelt



- Eintrag auf landwirtschaftliche Flächen -> Düngung
- Eintrag in andere Ökosysteme
 - Eutrophierung
 - Veränderung der pflanzlichen Zusammensetzung
 - Verminderung der Biodiversität
- Durchschnittlicher N-Eintrag über die Luft in DE: $15 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$
(sehr große regionale Unterschiede)

Wirkung von NH₃ in der Umwelt

- Versauerung:

- Umsetzung im Boden (Nitrifikation)



- Bildung sekundärer Partikel

- Verbindung mit Säuren aus NO_x und SO₂ zu Ammoniumsalzen
 - Smog
 - PM_{2,5} (Alveolengängige Partikel)

➡ Minderung von NH₃ notwendig wegen:

- Gefährdung von Ökosystemen und ihren Funktionen
 - Gefährdung der Gesundheit

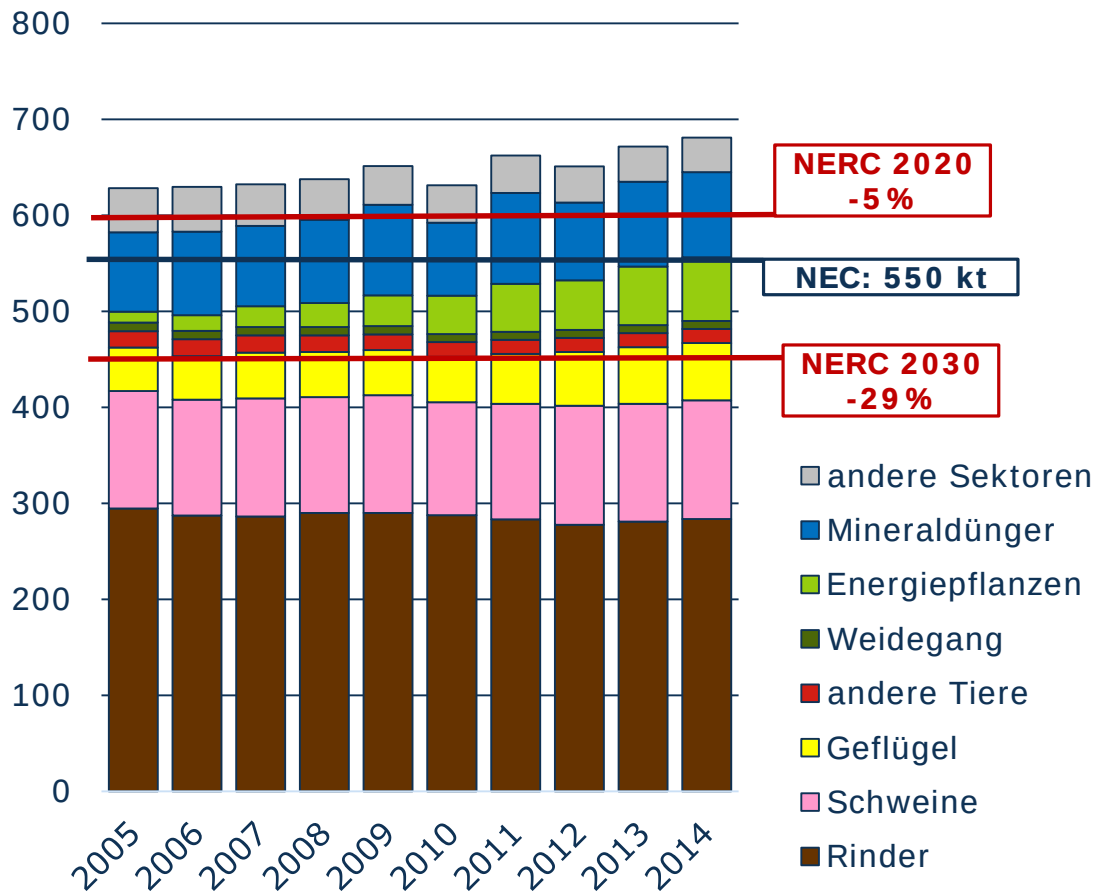
Ziele der NERC-Richtline

- **National Emission Reduction Commitment Directive**
 - Nachfolgerichtlinie zur NEC-Richtlinie („**N**ational **E**mission **C**eilings“)
 - Nicht absolute Vorgaben (NEC: 550 kt bis 2010), sondern prozentuale Minderung
 - Umsetzung und Weiterführung der Verpflichtungen im Luftreinhalteprotokoll der UNECE (CLRTAP)
 - Betrachtete Luftschadstoffe: SO_2 , NO_x , $\text{PM}_{2,5}$, VOC, NH_3

NH_3 : ca. 95% der Emissionen aus der Landwirtschaft

NH₃-Emissionsinventar

Mit revidierten EMEP 2016-Emissionsfaktoren für Mineraldünger:



Gesamtemission:

- 680 kt mit Gärresten aus Energiepflanzen
- 615 kt ohne Gärreste aus Energiepflanzen

➔ „Lücke“ zu NEC:
ca. 65 kt

Minderungsbedarf NERC

- bis 2020 (-5%): - 85 kt
- bis 2030 (-29%): - 235 kt

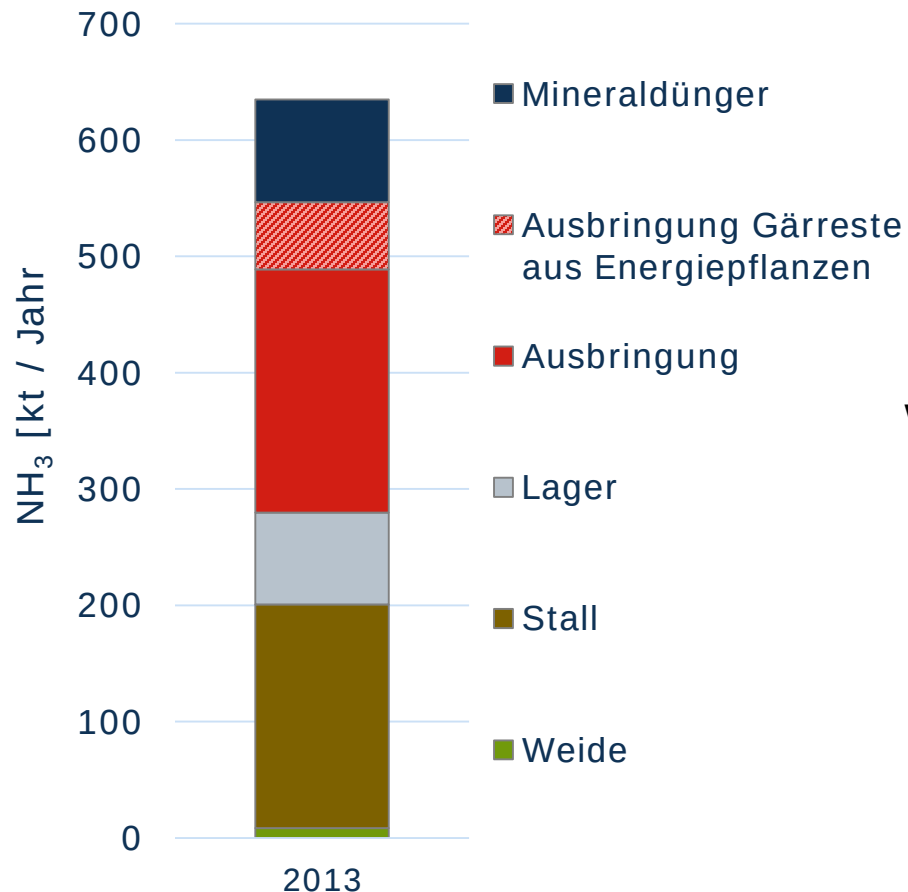
Seit 2005 zunehmende Quellen:

- Geflügelhaltung
- Gärreste aus Energiepflanzen

NH₃-Emissionen aus der Landwirtschaft

Verteilung nach Ort der Emission

Mit EMEP 2013 Mineraldünger EF



Wichtigste NH₃-Quellen in der Landwirtschaft:

- Wirtschaftsdüngerausbringung (inkl. Gärreste): **42 %**
- Stallanlagen: **30 %**
- Mineraldünger **14 %**
- Lagerung: **12 %**

Ansatzpunkte zur Emissionsminderung

Stall

- **Stoffeintrag in den Stall / Tierhaltung reduzieren**
 - Fütterung
- **Freisetzung im Stall reduzieren**
 - Haltung
 - Entmistung
 - Lüftung/Stallklimatisierung
- **Stoffaustrag aus dem Stall reduzieren**
 - Abluftreinigung

**System-
integriert**

**Nachge-
schaltet**

Lagerung

- Emissionsarme Lagerung (Abdeckung)

Ausbringung

- Emissionsarme Ausbringung
(Einarbeitung, bodennahe Ausbringung etc.)

Maßnahmen Wirtschaftsdüngerausbringung



Unbestelltes Ackerland

Referenz: Einarbeitung innerhalb 4 h (Mindestanforderung DüV)

Technik		Emissions- minderung [%]		Anmerkungen
		Rind	Schwein	
Einarbeitung	Innerhalb 1h	60	55	• Nach Ausbringung mit Breitverteiler bzw. Schleppschlauch • Erhöhte Anforderungen an Arbeitsorganisation
Güllegrubber		80	70	• Arbeitsbreiten 3-8 m

Maßnahmen Wirtschaftsdüngerausbringung

Grünland und bestelltes Ackerland

Referenz: Ausbringung mit Prall-/Schwenkverteiler



© S. Wulf

Technik		Emissions- minderung [%]		Anmerkungen
		Rind	Schwein	
Schleppschlauch	Acker > 30 cm	30	50	• Wirksamkeit nur, wenn Gülleband auf den Boden abgelegt wird. Auf Grünland Wirksamkeit daher häufig eingeschränkt. • Geringe Hangtauglichkeit
	Grünland > 10 cm	10*	30*	
Schleppschuh		40	60	• Vermeidet Verschmutzung des Pflanzenbestandes. Gülleband wird im Grasbestand auf den Boden abgelegt. • Geringe Hangtauglichkeit
Scheibenschlitz		60	80	• Keine Verschmutzung des Pflanzenbestandes • Narbenschäden auf schweren Böden möglich • Etwas erhöhtes Potenzial zur Lachgasbildung
Ansäuerung		55	65	• Verfahren in DE noch nicht etabliert. • Umgang mit Säuren

Maßnahmen Güllelagerung

Referenz: offene Lagerung ohne Abdeckung



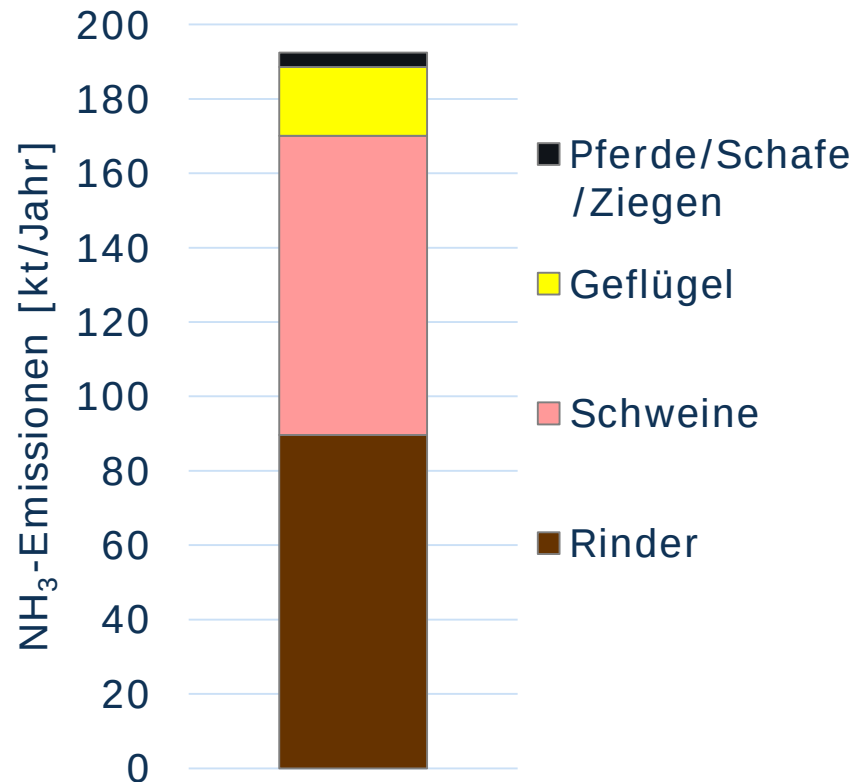
Technik	Emissions- minderung [%]		Anmerkungen
	Rind	Schwein	
Natürliche Schwimmdecke	30-80	20-70	•geringe Wirksamkeit in Betrieben mit häufiger Gülleausbringung
Granulate	80-90	80-90	•Ausgleich von Materialverlusten erforderlich
Schwimmfolie	80-90	80-90	•geringer Wartungsaufwand
Schwimmkörper	k.A.	> 90%	•Einsatz nur bei Schweinegülle ohne Schwimmdecke •besondere Sorgfalt beim Homogenisieren und beim Absaugen der Gülle erforderlich
Feste Abdeckung (Zelt, Betonabdeckung)	85-95	85-95	•geringer Wartungsaufwand kein Regenwassereintrag •längste Nutzungsdauer

Maßnahmen Güllelagerung



Emissionen aus Ställen

Emissionen aus Stallanlagen:



Gesamtemissionen: 193 kt

davon:

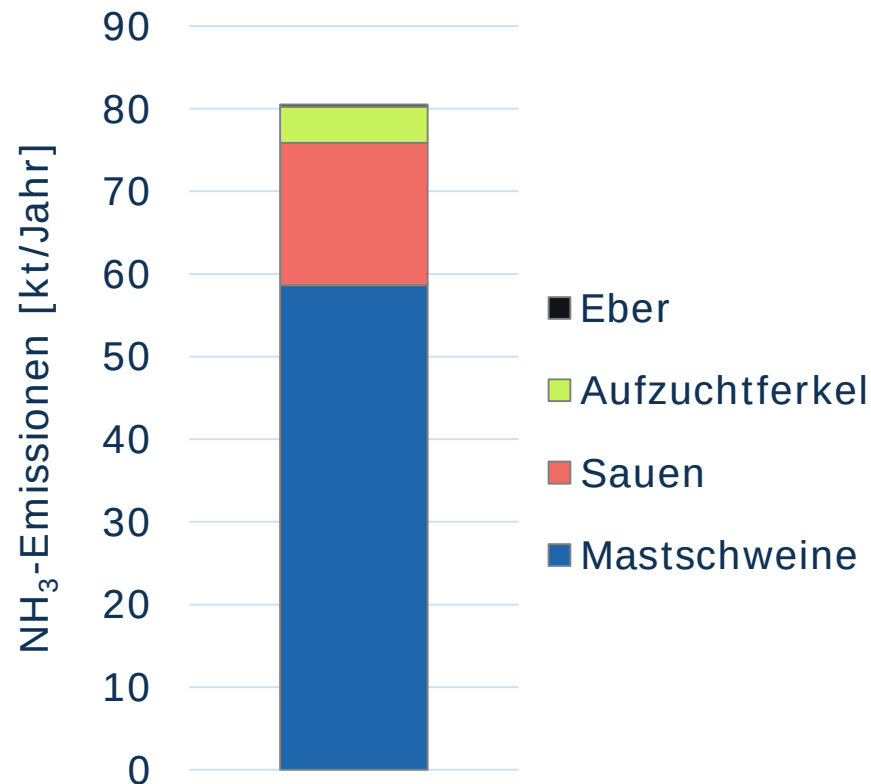
Rinder: 46,5 %

Schweine: 41,8 %

Geflügel: 9,6 %

Emissionen aus Ställen

Emissionen aus Stallanlagen in der Schweinehaltung:



Gesamtemissionen: 80,5 kt

davon:

Mastschweine : 73 %

Sauen: 21 %

Ferkelaufzucht: 5 %

➔ Maßnahmen in der Mast
haben die größten Potenziale

Güllekanal geneigte Seitenwände

Prinzip: verringerte emittierende Fläche

- Die Flächen müssen stark genug geneigt und glatt genug sein, damit die Gülle rasch abfließt
- Teilspaltenboden und Vakuumentmischung
- Verfahren um so wirksamer, je sauberer das System gehalten wird (z.B. Spülen der Abflüsse)
- Emissionsminderung (abgel. aus BVT-Ref.): **bis zu 50 %**
gegenüber Vollspaltenboden mit Vakuumentmischung

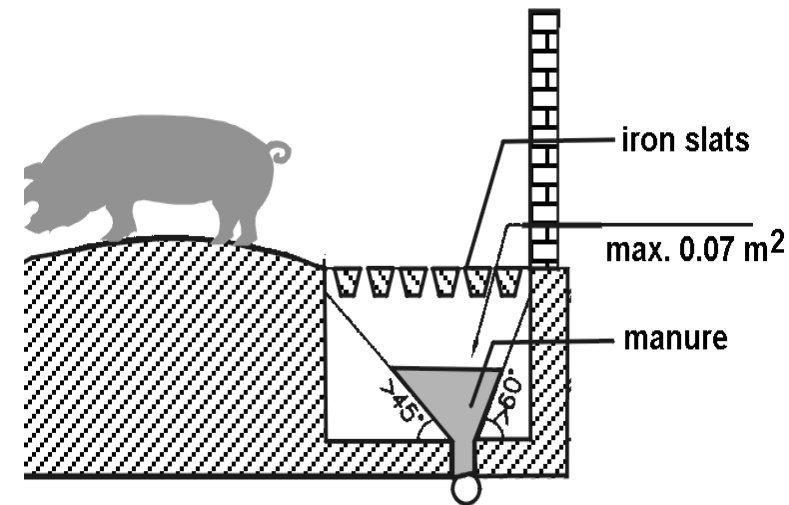


Abbildung:
BVT-Ref. Dokument

Gülleklärung (BVT)

Prinzip: geringere Temperatur führt zu geringere NH_3 - Freisetzung

2 Systeme beschrieben:

Kühlung durch im Boden des Güllekellers oder im Boden der Kanäle verlegte Leitungen

- Für Wirksamkeit
notwendig: regelmäßiges
Abführen der Gülle
- Nachrüstung nicht möglich



Foto: BVT-Ref. Dokument

Gülleklärung

Kühlung durch schwimmende Kühlrippen

- Auch bei weniger häufiger Entleerung wirksam
- Auch zur Nachrüstung geeignet

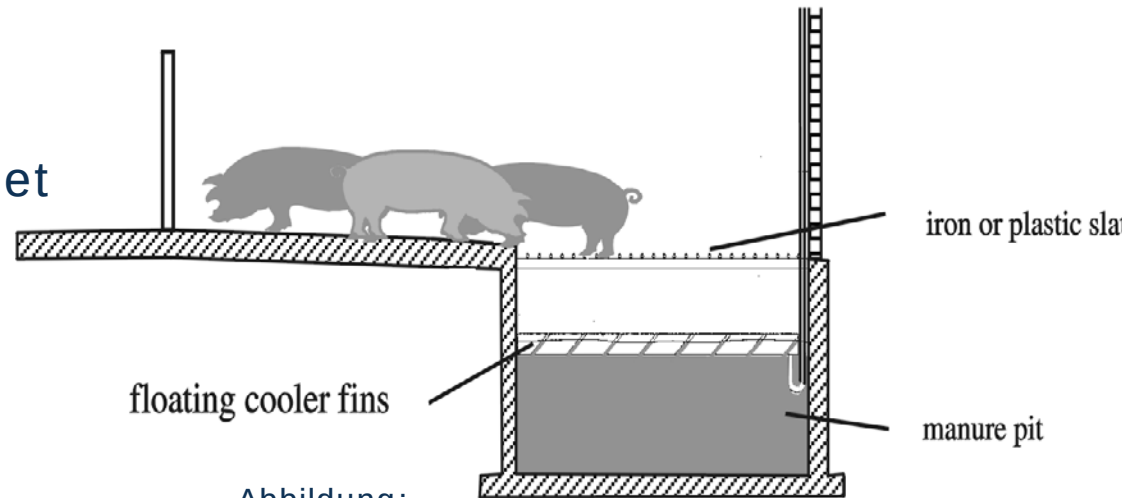


Abbildung:
BVT-Ref. Dokument

Prinzipiell:

- Systeme nur ökon./ökolog. nur sinnvoll, wenn Grundwasser zur Kühlung zur Verfügung steht bzw. die Wärme durch einen Wärmetauscher wiedergewonnen und verwendet wird (z.B. Heizung von Ferkelställen)
- Minderungseffekt von Kühlleistung abhängig **30-60 %** (DK, NL)

Gülleansäuerung pH < 6

- Anmischbehälter außerhalb des Stalls, in dem der pH-Wert der Gülle abgesenkt wird
- Rückführung und Spülen der Güllekanäle mit der angesäuerten Gülle
- pH-Absenkung reduziert auch die Emissionen bei Lagerung und Ausbringung
- Emissionsminderung (VERA): **64 %**

- Betonkorrosion durch abgesenkten pH-Wert möglich
 - ➡ evtl. Oberflächenbehandlung der Güllekanäle notwendig
- Zu klären: potentielle Bildung von H_2S
- In Deutschland bei Anwendung von Schwefelsäure ggf. Verlust der JGS-Anlagen-Privilegierung
 - angesäuerte Gülle → Wassergefährdungsklasse 1
 - Anforderungen an die bauliche Gestaltung der Güllekeller oder –kanäle würden sich entsprechend erhöhen.

Außenklimastall (ohne Auslauf)

Prinzip: geringere Temperaturen reduzieren die Freisetzung von NH_3

➤ Nicht in Liste BVT-Ref.-Dokument

➤ Emissionsminderung: **15-30 %**

Unsicherheit hoch, da aus
Einzelmessung abgeleitet



Messung in EmiDat



Ställe mit Auslauf führen zu einer **ERHÖHUNG** der Emissionen

Abluftreinigung

Prinzip: NH_3 wird aus biologisch oder chemisch aus der Abluft entfernt

➤ Biowäscher: Umsetzung von Ammoniak zu Nitrat

➤ Chemowäscher:
Auswaschen von NH_3 mit einer Säure (Produkt in der Regel NH_4SO_4)



➤ Mehrstufige Anlagen: beinhaltet saure Stufe (s.o.)

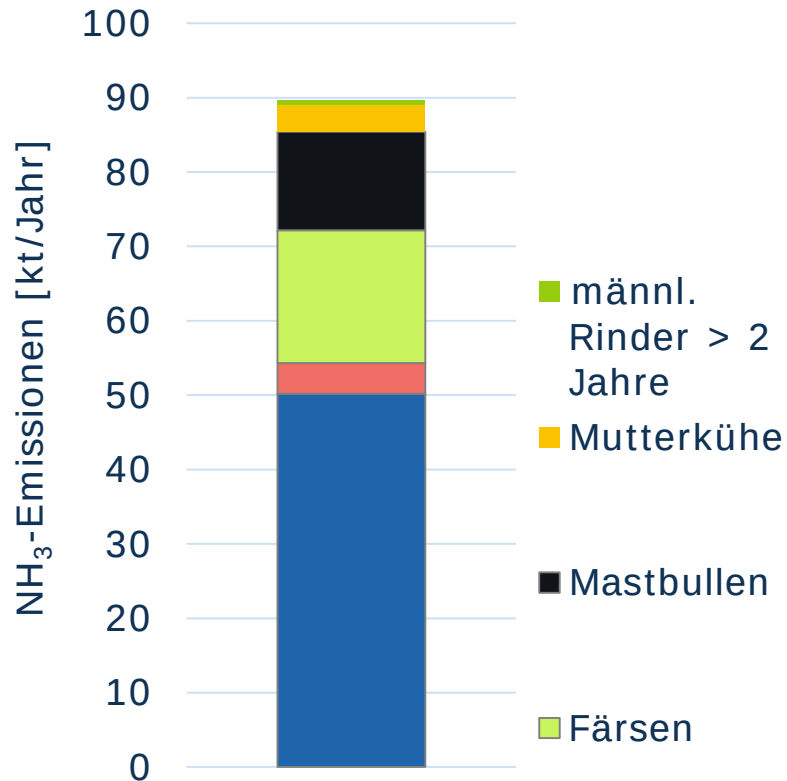
➤ Emissionsminderung: **mindestens 70 %** (zertifizierte Anlagen)

Maßnahmen Schweinehaltung

Maßnahme	NH ₃ -Minderung	Datenquelle	Anmerkungen
Güllekanal mit geneigten Seitenwänden und Vakuumsystem	bis 50%	Abgeschätzt aus BVT-Ref. Dokument	Wenn möglich, Spülen der Oberflächen
Güllekühlung	30 - 60%	Abgeschätzt aus BVT-Ref. Dokument	Energiekosten beachten
Gülleansäuerung	64 %	VERA	Umgang mit Säure Wasserrechtliche Einschränkungen Eignung Beton sicherstellen, bzw Oberflächen behandeln H ₂ S-Bildung?
Abluftreinigung	> 70%	DLG-Zertifikat	Teilw. Umgang mit Säuren
Außenklimastall	15 – 30 %	Schätzwert aus Einzelmessung	Nicht in BVT-Ref.-Liste Nur ohne Auslauf!
Zuluftkühlung	bis 10%	Schätzwert	Eher für Reduzierung der Auslegungsgröße von ALR geeignet

Bedeutung der Emissionen aus Ställen

Emissionen aus Stallanlagen von Rindern:



Gesamtemissionen: 89,6 kt

davon:

Milchkühe: 51 %

Färsen: 20 %

Mastbullen: 15 %

➔ Maßnahmen in der Milchviehhaltung haben die größten Potenziale

Anbindehaltung vs Laufstallhaltung



$$4 \text{ kg NH}_3\text{-N}/(\text{TP a}) \xrightarrow{\times 3} 12 \text{ kg NH}_3\text{-N}/(\text{TP a})$$

Emissionsarme Böden

Prinzip(ien):

- rascher Ablauf des Harns
- Verschluss der Spalten durch selbstverschließende Klappen/Lamellen

➡ Spaltenroboter notwendig

Emissionsminderung 40 bis 60 %
(Messungen in den Niederlanden)



Ureaseinhibitoren

- **Prinzip:** verminderte Umsetzung von Harnstoff zu NH_4/NH_3 im Stall



- Derzeit läuft eine Studie
- Minderungspotenzial wird dort mit **40-50 %** erwartet
- Für Zulassung als Maßnahme noch Gefährdungsabschätzung notwendig

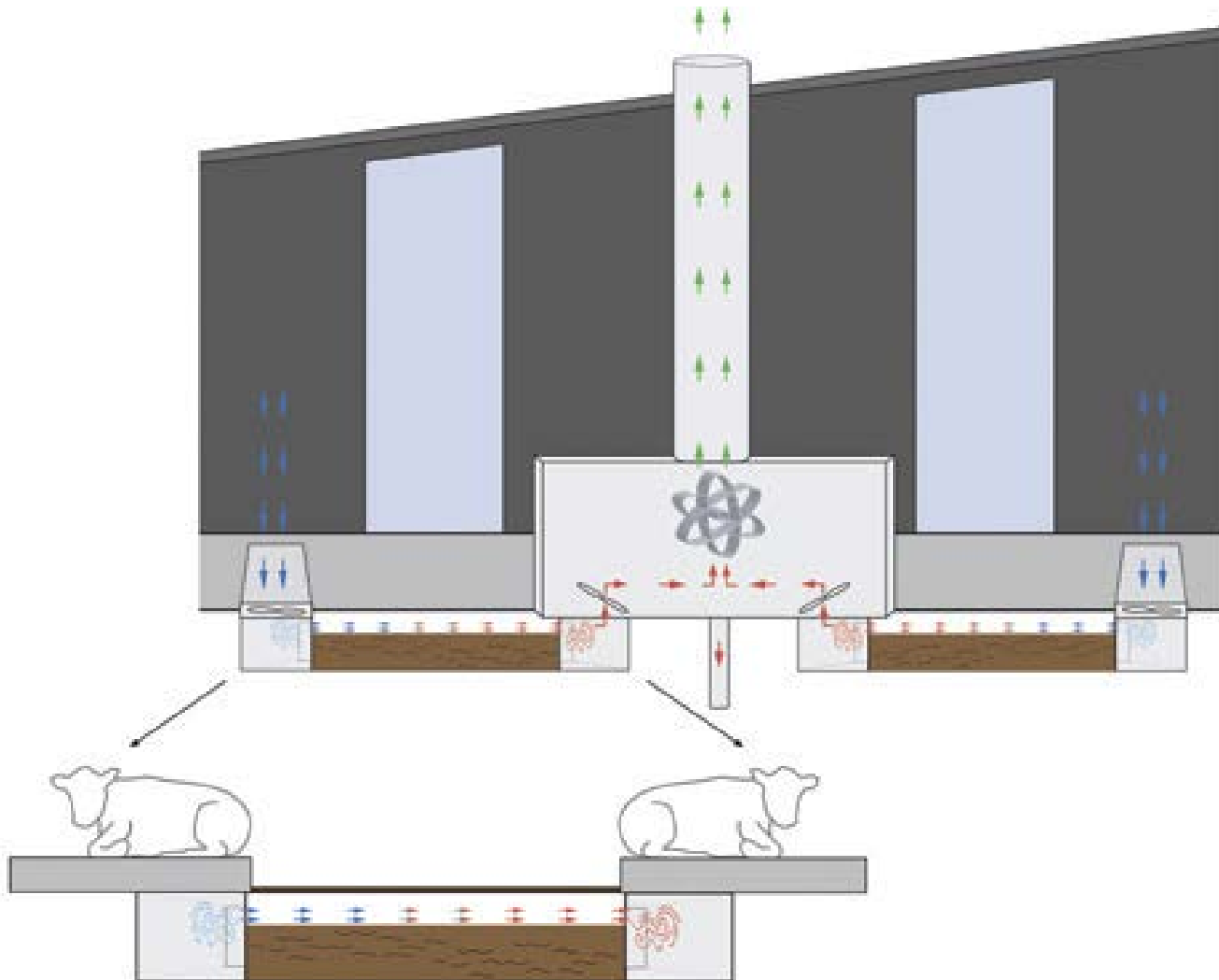
Weide

Prinzip: Unterschiedliches Absetzen von Kot und Harn

- Bei mindestens 6 h/d Weidegang wird von einer Reduktion von bis zu **15 %** ausgegangen.



Hybride Lüftung / Teilstromabluftreinigung



Ca. **64 bis 83 %**
des NH₃ wurde
durch die
Unterflurlüftung
gesammelt.

Abbildung: AgriFarm (DK)
air exchange system
(hybrid ventilation)

Maßnahmen Rinderhaltung

Maßnahme	NH ₃ -Minderung	Datenquelle	Anmerkungen
Laufflächengestaltung	bis zu 60%	Messungen in den NL	In NL wird gesamtes Stallsystem gemessen, keine prozentuale Emissionsminderung, in DE Verifizierung der E-Minderung
Ureaseinhibitoren	40–50%	Schätzwert	In Entwicklung Risikobewertung Urease notwendig
Weidehaltung	bis 15%	Abgeleitet aus Daten NL in den 1990igern, wird in EmiDaT gemessen	Min. 6h/d und 180 Tage
Gülleansäuerung	60 %	VERA bisher nur für Schweineanlage – muss überprüft werden	Umgang mit Säure, wasserrechtliche Einschränkungen, Eignung Beton sicherstellen, bzw. Oberflächen behandeln H ₂ S-Bildung?
Teilstromabluftreinigung	60 – 70 %	Agri farm DK	Bisher noch keine Zertifizierung, weitere Anlagen derzeit nicht verfügbar

Maßnahmenübersicht

Maßnahmen	NH ₃ - Minderung [kt/Jahr]	Minderungs- kosten [€/kg NH ₃]
Wirtschaftsdüngerausbringung (inkl. Gärreste)	103 (162)	
➤ Sofortige Einarbeitung (<1h) auf unbestelltem Acker ➤ <i>(auch Festmist und Verzicht auf Breitverteiler)</i>	48 (65)	-0,7 bis 3,0
➤ Emissionsarme Ausbringtechnik auf bestelltem Acker- und Grünland ➤ <i>(Schlitzverfahren oder Ansäuerung)</i>	55 (97)	-0,2 bis 3,7
Wirtschaftsdüngerlagerung	8 (8)	
➤ Offene Außenlager mit Folie abdecken	8 (8)	0 bis 0,2 (Schwein)
Abluftreinigung	15 (36)	
➤ ALR in BImSchG genehmigungspflichtigen Ställen (2000 Mastschweine, 750 Sauen, 40000 Masthähnchen) ➤ <i>(ab 1000 Mastschweine, 500 Sauen, 40000 Mastgeflügel)</i>	15 (36)	4,8 bis 15
Synthetische Stickstoffdünger	49 (55)	
➤ Harnstoff mit Ureasehemmstoff ➤ <i>(Harnstoff und AHL mit Ureasehemmstoff)</i>	39 (45)	0,1 bis 2,8
➤ Senkung der N-Überschüsse um 20 kg N/ha (Mineraldüngereinsparung)	10-18	Minderung Düngekosten
Summe:	175 (261)	

Erforderliche Einsparung:

- NEC 2010: 65 kt
- NERC 2020: 84 kt
- NERC 2030: 235 kt

Umsetzung in Maßnahmen

Düngeverordnung (Novellierung)

- Emissionsmindernde Technik im Grünland und auf bestellten Flächen ab 2020/2025 **55 kt**
- Keine Verkürzung der Einarbeitungspflicht auf 1 h auf unbestelltem Acker
 Minderungspotenzial von **48 kt** NH₃ wird nicht genutzt
- verpflichtender Zusatz von Ureaseinhibitoren zu Harnstoff **39 kt**
- Senkung N-Überschüsse **10-18 kt**

TA-Luft (Novellierung)

- Verpflichtende Abluftreinigung für Tierhaltungsanlagen.
(Wahrscheinlich auch für Anlagen ab 1500 Mastschweine) **15 kt (?)**
-  **ca. 120 kt** **(ca. 170 kt)**
mit 1h
Einarbeitung

- Die Ziele der NERC-Richtlinie lassen sich mit den bisher ergriffenen Maßnahmen nicht erreichen.
- Maßnahmen zum Tierwohl werden z.T. Potenzial zur Erhöhung der NH_3 -Emissionen (insbes. Auslauf)
- Zusätzliche Maßnahmen, insbesondere im **Wirtschaftsdüngermanagement**, aber auch in der **Tierhaltung (Stall)** sind notwendig
 - Neben der Abluftreinigung stehen Maßnahmen zur Verfügung, mit denen Emissionen in relevanten Mengen gemindert werden können
 - Daten zur Emissionsminderung in Ställen sind meist zu wenig abgesichert, um diese in Berechnungen (Inventare, Genehmigungsverfahren) einfließen zu lassen
 - Das Management (Sauberkeit, Trockenheit) bestimmen die tatsächliche Effizienz der Minderungsmaßnahmen.



© b. eurich-menden



© s.wulf

Ammoniakemissionen in der Landwirtschaft

Minderungsziele und -potenziale

Sebastian Wulf, Claus Rösemann, Brigitte Eurich-Menden, Ewald Grimm

Aktuelle rechtliche Rahmenbedingungen für
die Tierhaltung, Hannover 30.05.2017

KTBL



THÜNEN