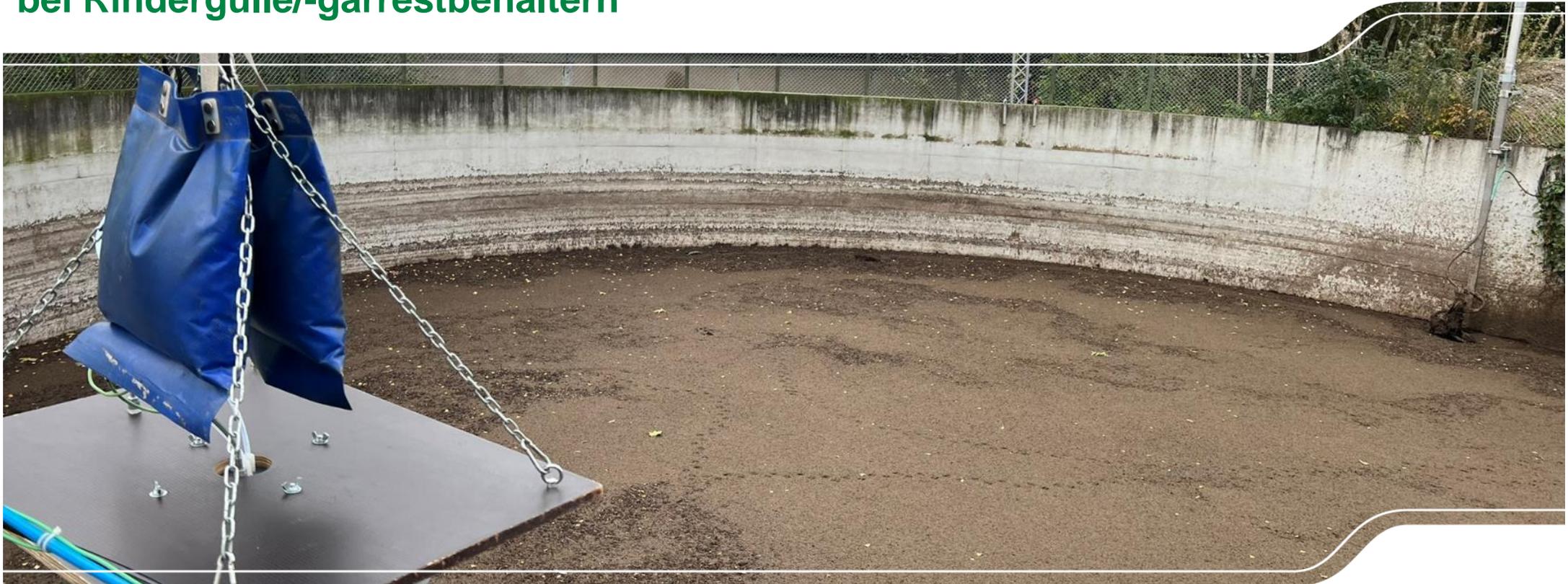


Vorläufige Ergebnisse aus dem Projekt „Schwimmschicht“

Messungen zur Emissionsminderung natürlicher Schwimmschichten
bei Rindergülle/-gärrestbehältern



„Projekt Schwimmschicht“ - Heike Harzer, Thomas Heidenreich

Vorläufige Ergebnisse aus dem Projekt „Schwimmschicht“

Messungen zur Emissionsminderung natürlicher Schwimmschichten bei Rindergülle/-gärrestbehältern

Gliederung

- Gesetzliche Grundlagen zur Gülle-/Gärrestlagerung - TA Luft
- Auswirkungen auf die landwirtschaftlichen Betriebe in Sachsen
- Maßnahmen und Einflussfaktoren zur Emissionsminderung bei der Gülle-/Gärrestlagerung
- Vorstellung der bisherigen Ergebnisse des laufenden Projekts
„**Messungen zur Emissionsminderung natürlicher Schwimmschichten bei Rindergülle/-gärrestbehältern**“

Gülle/Gärrestlagerung - Genehmigungsbedürftigkeit

4. BImSchV - Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen

Anlagen der Nr. 7.1



- Anlagen zum Halten oder zur Aufzucht von Nutztieren

TA Luft Nr. 5.4.7.1



Anlagen der Nr. 9.36



- Anlagen zur Lagerung von Gülle oder Gärresten

TA Luft Nr. 5.4.9.36



Anlagen zur Lagerung von Gülle oder Gärresten mit einer Lagerkapazität von 6.500 m³ oder mehr

(Verfahrensart V - Vereinfachtes Genehmigungsverfahren nach § 19 BImSchG (ohne Öffentlichkeitsbeteiligung))

TA Luft Nr. 5.4.7.1

- Anlagen zum Halten oder zur Aufzucht von Nutztieren

Neubau von Gülle-/Gärrestbehältern

BAULICHE UND BETRIEBLICHE ANFORDERUNGEN

- j) Die Lagerung von Flüssigmist, zum Beispiel Gülle, soll in geschlossenen Behältern
- mit Abdeckung aus geeigneter Folie,
 - mit fester Abdeckung oder
 - mit Zeltdach erfolgen oder
 - es sind gleichwertige Maßnahmen zur Emissionsminderung anzuwenden, die einen **Emissionsminderungsgrad** bezogen auf den offenen Behälter ohne Abdeckung **von mindestens 90 Prozent** der Emissionen an Geruchsstoffen und an Ammoniak erreichen.



TA Luft Nr. 5.4.7.1

- Anlagen zum Halten oder zur Aufzucht von Nutztieren

Neubau von Gülle-/Gärrestbehältern

BAULICHE UND BETRIEBLICHE ANFORDERUNGEN

j) Andere Maßnahmen

(Strohhäckseldecken, Granulate oder Füllkörper

- vgl. Tabelle 19 der VDI 3894)

sind ausgeschlossen.

Tabelle 19: Spanne der Emissionsminderung (%) durch verschiedene Abdeckungen für Flüssigmistbehälter

Art der Abdeckung	Minderung gegenüber nicht abgedeckten Behältern (%)		
	Rindergülle	Schweinegülle	Bemerkungen
Natürliche Schwimmdecke	30 bis 80 ^{a)}	20 bis 70 ^{a)}	geringe Wirksamkeit in Betrieben mit häufiger Gülleausbringung Anstieg von Lachgas-Emissionen möglich
Strohhäcksel	- ^{b)}	80 ^{c)}	Regelmäßige Kontrolle der Dicke und Vollständigkeit der Strohschicht; eine zerstörte Strohschicht ist unverzüglich wiederherzustellen geringe Wirksamkeit in Betrieben mit häufiger Gülleausbringung Anstieg von Lachgas-Emissionen möglich
Granulate, Schwimmkörper	- ^{b)}	80 bis 90	Ausgleich von Materialverlusten erforderlich Anstieg von Lachgas-Emissionen möglich
Schwimmfolie	- ^{b)}	80 bis 90	bei großflächigen Lagerbehältern hoher Aufwand für das Aufbringen der Folie
Zelt	- ^{b)}	>85	Emissionen durch windinduzierten Pumpeffekt bei elastischer Zeltdachkonstruktion
Beton oder andere feste Abdeckung	irrelevante Emissionen		

a) je nach Ausprägung (Dicke, Dichtheit und Bedeckungsgrad) der Schwimmdecke

b) In der Regel ist bei Rindergülle eine natürliche Schwimmdecke vorhanden; zusätzliche Abdeckungsmaßnahmen sind nicht erforderlich.

TA Luft Nr. 5.4.7.1

- Anlagen zum Halten oder zur Aufzucht von Nutztieren

Neubau von Gülle-/Gärrestbehältern

BAULICHE UND BETRIEBLICHE ANFORDERUNGEN

- j) Hierbei sind die Anforderungen des **Explosionsschutzes** zu beachten.
- Das Einleiten von Gülle in Lagerbehälter hat als **Unterspiegelbefüllung** zu erfolgen.
- Die Lagerbehälter sind nach dem Homogenisieren **unverzüglich** zu schließen.
- Die notwendigen **Öffnungen** zum Einführen von Rührwerken sind **so klein wie möglich** zu halten.

TA Luft Nr. 5.4.7.1

- Anlagen zum Halten oder zur Aufzucht von Nutztieren

ALTANLAGEN

Die Anforderung nach Buchstabe j gilt mit der Maßgabe, dass die Lagerung von Flüssigmist, zum Beispiel Gülle, in abgedeckten Behältern

zum Beispiel mit

- fester Abdeckung,
- Zeltdach,
- geeignete Schwimmkörper und
- Schwimmfolie erfolgen soll

oder dass gleichwertige Maßnahmen zur Emissionsminderung anzuwenden sind, die einen **Emissionsminderungsgrad** bezogen auf den offenen Behälter ohne Abdeckung von **mindestens 85 Prozent** der Emissionen an Geruchsstoffen und an Ammoniak erreichen.

Gülle- und Gärrestlagerung

Emissionsminderung von Geruchstoffen und Ammoniak :

■ Neubehälter: 90 %

■ Altbehälter: 85 %

Strohabdeckung bei **Gärrest** generell nicht zulässig !



Natürliche Schwimmdecken sind
nicht explizit ausgeschlossen!

Allgemeine Sanierungsfrist bis 01.12.2026 !

Emissionsminderung von Geruchstoffen und Ammoniak :



- belästigend
- nicht gesundheitsgefährdend



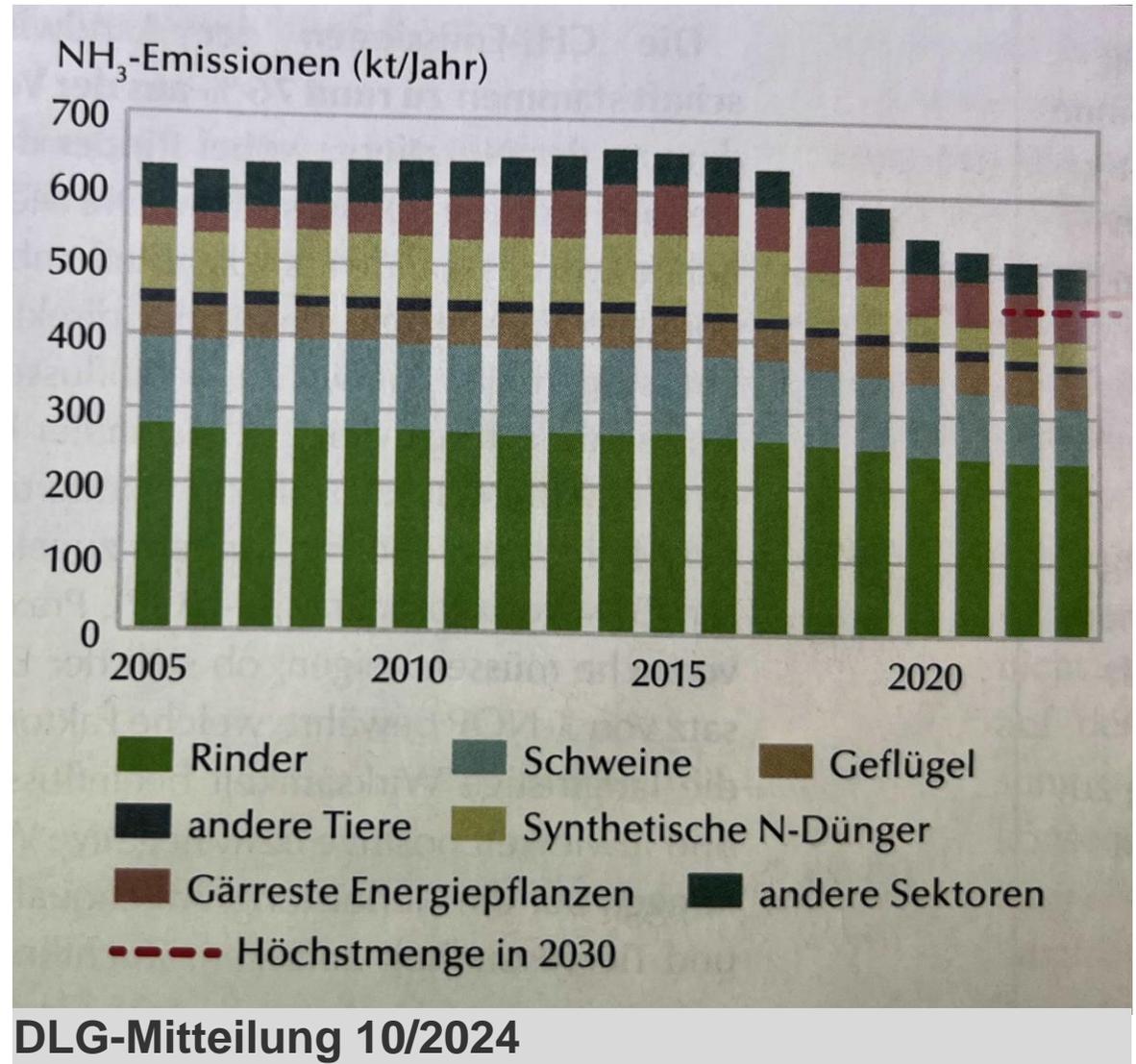
- umweltrelevant
- Nährstoffeintrag in Ökosysteme (Eutrophierung)
- trägt durch Umsetzungsprozesse zur Bodenversauerung und indirekten Lachgas-Emission bei
- an Feinstaubbildung beteiligt (gesundheitsbelastend)

Verpflichtung Deutschlands zur Senkung der Ammoniakemissionen

EU: NEC-Richtlinie

Nationales Luftreinhalteprogramm

- Verringerung der Ammoniakemissionen um 29 % bis 2030 (Basis 2005) (bereits 19% Minderung erreicht)
- 91 % der gesamten NH_3 -Emissionen stammen aus der Landwirtschaft

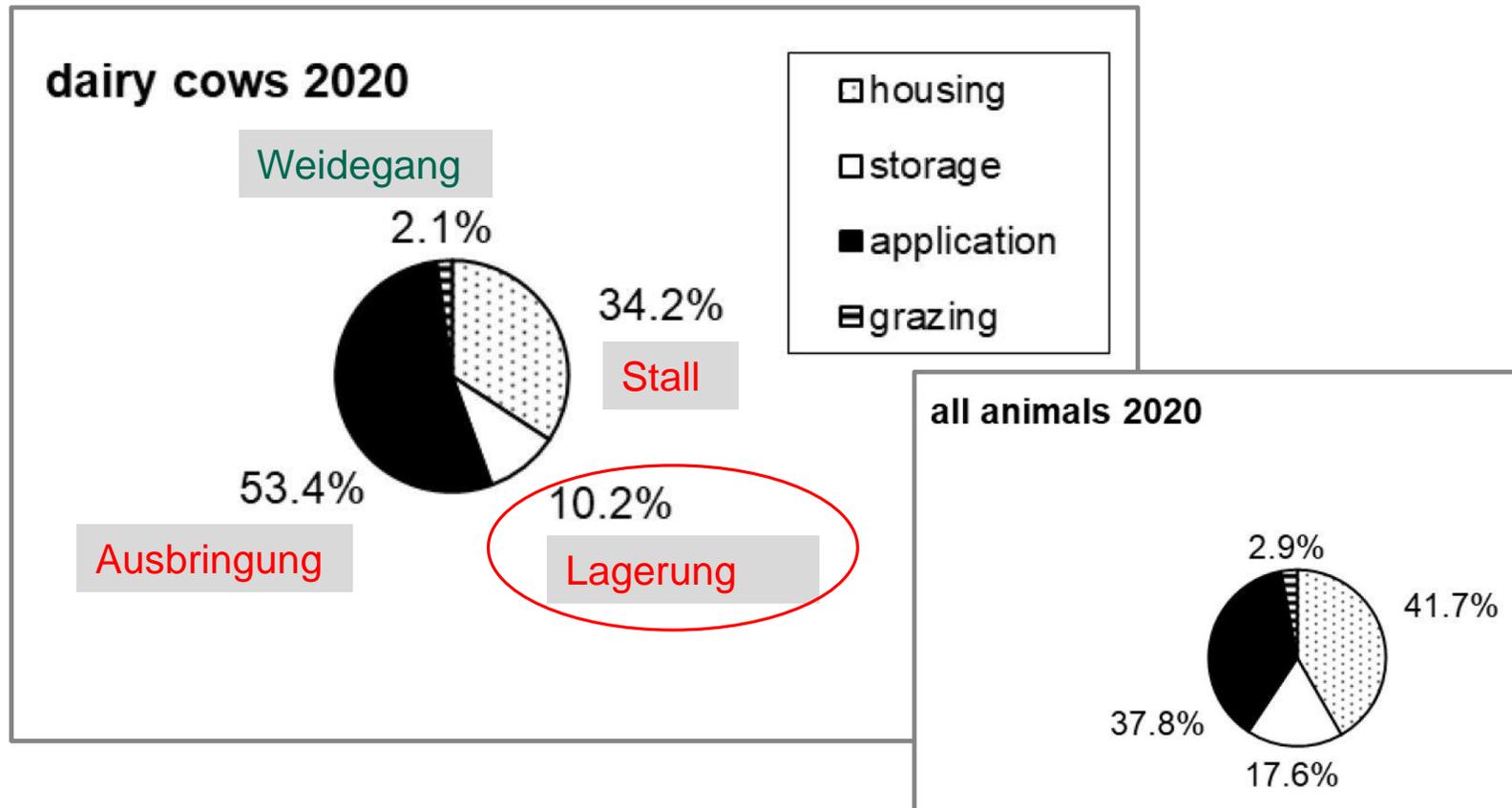


Ammoniakemissionsquellen

Thünen-Report 91 (2022):

Berechnung von gas- und partikelförmigen Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft 1990 – 2020:
Report zu Methoden und Daten (RMD) Berichterstattung 2022

Verteilung der NH₃-Emissionen bei der Milchproduktion im Jahr 2020



Quelle: Manfred Trimborn, Uni Bonn

Gülle- u. Gärrestlager in der Praxis

- ALTANLAGEN - offene Behälter

Rechteckbehälter 100 X 50 m



Rechtecktrapezbehälter 120 x 23 m



Rechteckbehälter 42 x 18 m



Rundbehälterbehälter Ø 24 – 40 m



Kegelbehälter Ø 33 m



**Betroffenheit:
ca. 1.000 Behälter in Sachsen!**

**Investitionen (geschätzt):
75 - 100 Mio. EUR**

TA Luft Nr. 5.4.7.1

- Anlagen zum Halten oder zur Aufzucht von Nutztieren

Begründung zur TA Luft, Drucksache 767-20, S. 449 vom 17.12.2020:

zur Kostenabschätzung - Auswirkung der TA Luft

... In Bezug auf die Anforderungen, die bei Neu- und Änderungsgenehmigungen an Tierhaltungsanlagen gestellt werden, können von den Behörden nur Maßnahmen angeordnet werden, die verhältnismäßig sind.

Diese Einschätzung ist im Einzelfall zu treffen und ist gerade bei Tierhaltungsanlagen von einer Vielzahl betriebsindividueller Faktoren abhängig. ...“



➔ Verhältnismäßigkeit gilt damit auch für nachträgliche Anordnungen

Behälterabdeckungen nach TA Luft

Zeltdach:
(nicht gasdicht!)

- Nachrüstung schwierig
- technische Machbarkeit
- Verhältnismäßigkeit prüfen
- verhindert Eintrag Niederschlagswasser (höheres Nutzvolumen)
(mind. 10 cm Freiboard)
- Erwärmung des Luftraums über Gülle
- veränderte Windangriffsfläche - windinduzierter Pumpeffekt möglich



kaum Messungen zur Emissionsminderung von Zeltdächern vorhanden

feste Abdeckung: - Betondecken

Behälterabdeckungen nach TA Luft

Schwimmkörper: - z.B. Hexacover

Schwimmfolien: - Haltbarkeit

- Windlasten

- Niederschlagswasser abpumpen, Eisbildung auf der Folie

- Bewirtschaftung - Homogenisierung der Gülle (Rühren) schwierig

- kaum Erfahrungen zur Haltbarkeit von Schwimmfolien

in Verbindung mit Rindergülle, die Schwimmschichten ausbildet

Erfahrungen vor allem bei Gülle/Gärrest
mit geringer Trockensubstanz

Leichtmaterial-: - Blähton

schüttungen

- Perlit

10 cm dicke Schicht

Strohhäcksel: - 5 kg/m²

10 cm dicke Schicht

VDI 3894-1

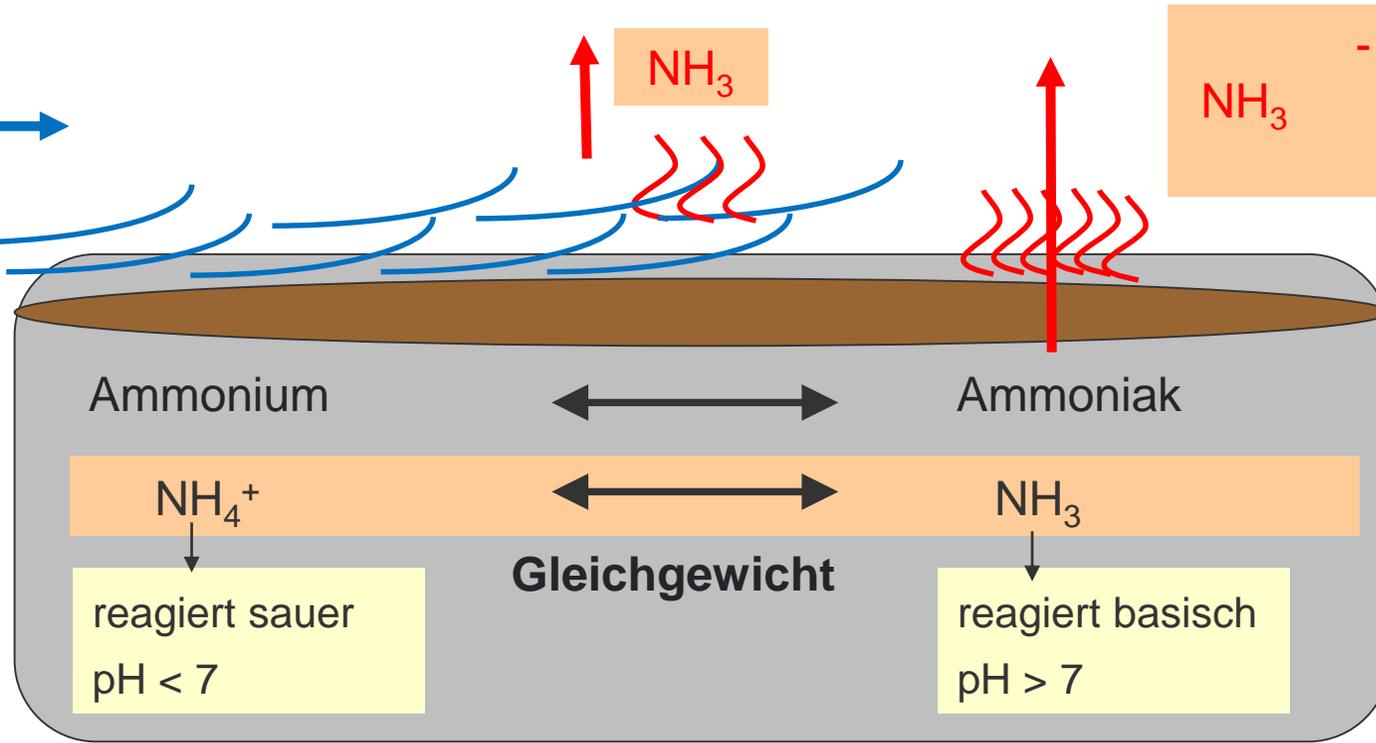
Einflussfaktoren zur Minderung von Ammoniakemissionen

Luftzirkulation

(Windgeschwindigkeit)

abhängig von

- Geometrie
- Füllstand
- Windangriffsfläche ...

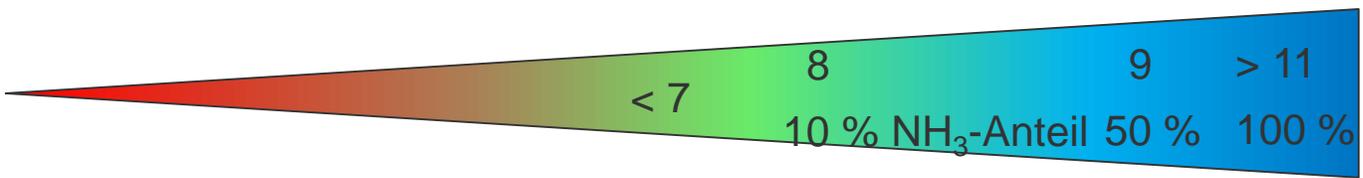


NH_3

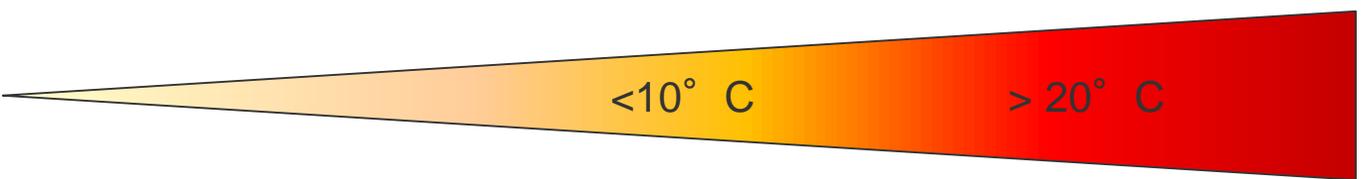
- flüchtiges, stechend riechendes Gas

Feuchte

pH-Wert:



Temperatur:



Minderungsmaßnahme

Gülleansäuerung

Güllekühlung

Projekt „Schwimmschicht“

Emissionsmessungen von natürlichen Schwimmschichten an Altanlagen

LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



in Zusammenarbeit mit dem BfUL

GB 2: Immissions- und Strahlenschutz
Fachbereich 24: Emissionsmessungen, Referenz- und Kalibrierlabor

- Projektziele:
- Ermittlung der tatsächlichen Emissionen bei der Lagerung von **Rindergülle** und -gärrest
 - Ermittlung der Minderungswirkung der natürlichen Schwimmschicht bei verschiedenen Zuständen
 - Erhebung von Einflussfaktoren bei der Schwimmschichtbildung

Projektlaufzeit: Dezember 2023 bis März 2025



Projekt „Schwimmschicht“

Messung an: - insgesamt **7** (4 Rindergülle-, 3 Rindergärrestbehälter)
4 Rund-, 1 Rechteck-, 2 Rechtecktrapezbehälter

Messumfang: - je Behälter 6 Messtage zu verschiedenen Jahreszeiten
(Sommer, Winter, Übergangszeit) - VERA-konform

Messung der Gase: - **Ammoniak**, Methan, Lachgas, Kohlendioxid
- **Schwimmschichtdicke und -zustand,
Geschlossenheit**
- **Gülletemperatur**
- Behälterfüllstand
- Wetterdaten

Messtechnik: - FTIR - Fourier-Transform-InfraRot (Fa. Bruker) und Messhaube

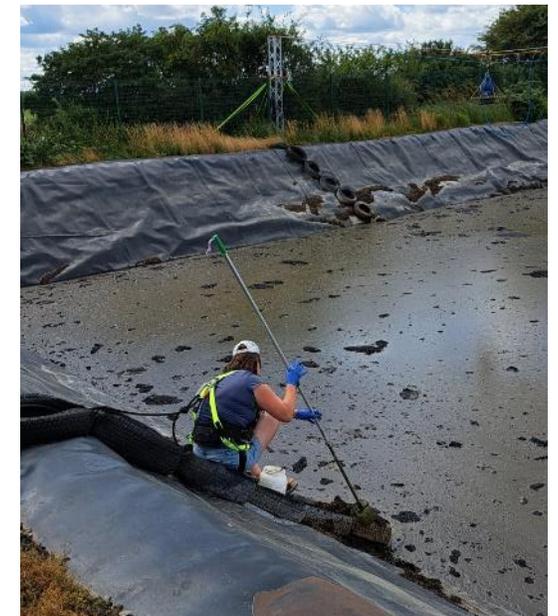
Messmethode: - Kammermessung mit Schadgasanreicherung



Projekt „Schwimmschicht“



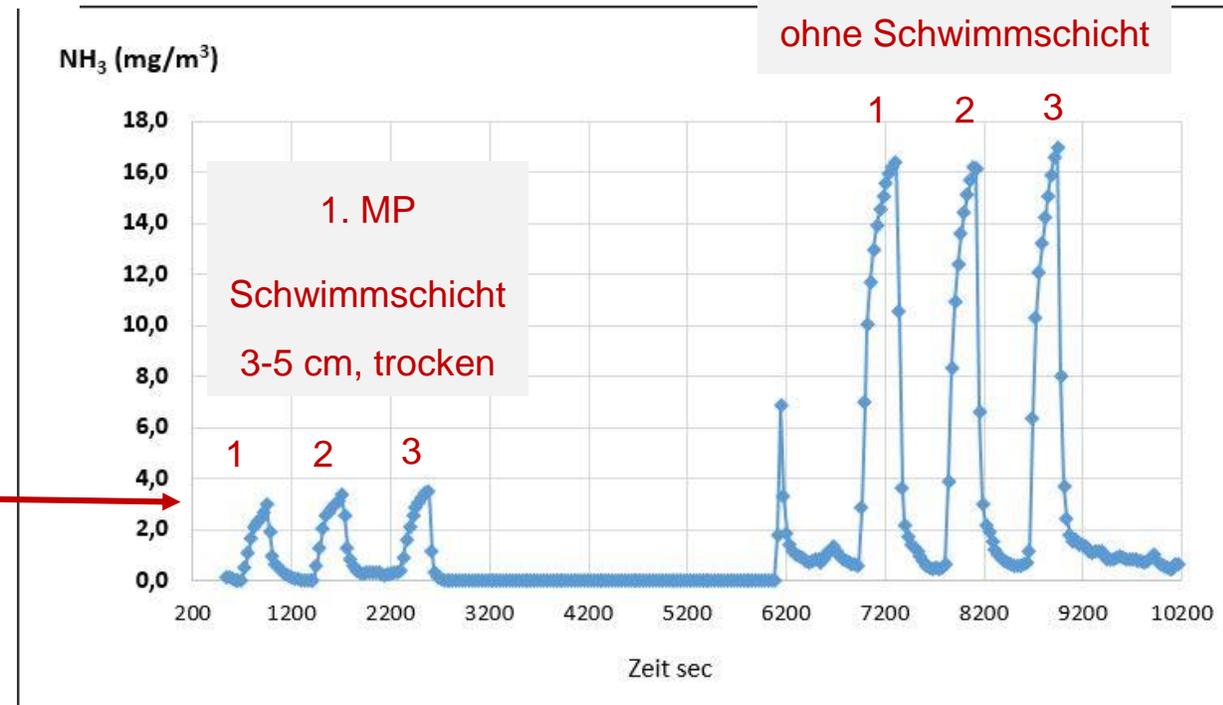
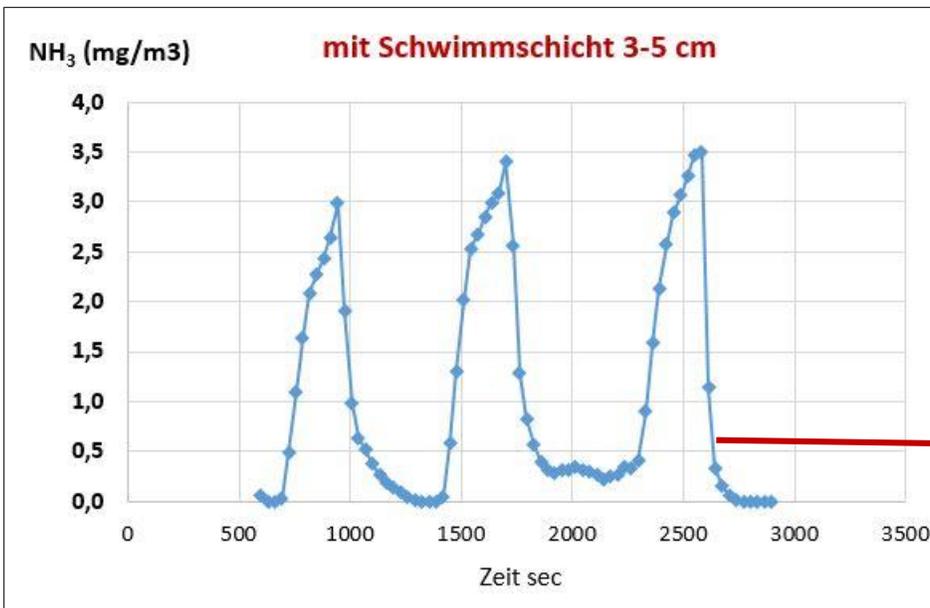
Analyse von: - Gülle-/Gärrestproben
- Geruchsproben →



Auswertung der Messungen

1. Messpunkt mit 3 Wiederholungen: **dünne trockene Schwimmschicht 3-5 cm**

1. MP, 1 Wiederholung	0,17	
1. MP, 2 Wiederholung	0,22	g/(m ² *Tag)
1. MP, 3 Wiederholung	0,19	
Mittelwert (VDI)	0,19	g/(m ² *Tag)
Mittelwert	0,07	kg/m ² *Jahr



Einstufung der Schwimmschicht

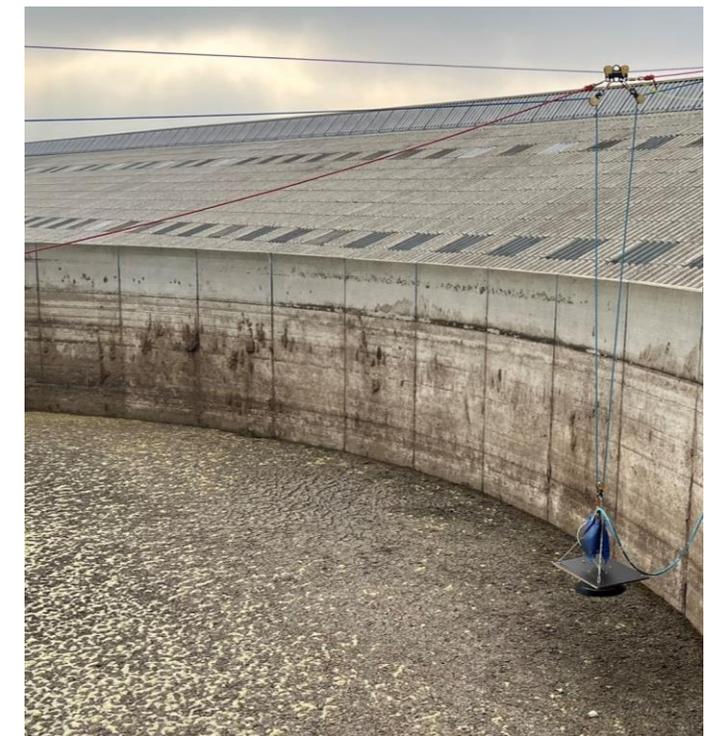
- Kategorisierung

Kategorie	ohne Schwimms. (Referenz)	geschlossene Schwimmschicht	rissige Schwimmschicht	dünne Schwimmschicht	
Dicke		über 10 cm	über 5 cm	unter 5 cm	
Zustand	offen	trocken	feuchte Risse	trocken	feucht



Einstufung der Schwimmschicht

Kategorie	ohne Schwimms. (Referenz)	geschlossene Schwimmschicht	rissige Schwimmschicht	dünne Schwimmschicht	
Dicke		über 10 cm	über 5 cm	unter 5 cm	
Zustand	offen	trocken	feuchte Risse	trocken	feucht



Ergebnisse einer Sommermessung (24° C) Gärrest 36° C

Ammoniak

Kategorie	ohne Schwimms. (Referenz)	geschlossene Schwimmschicht	rissige Schwimmschicht	dünne Schwimmschicht	
Dicke		über 10 cm	über 5 cm	unter 5 cm	
Zustand	offen	trocken	feuchte Risse	trocken	feucht
Mittelwert NH3 in g/(m ² *Tag)	5,23	0,004	1,12		
NH3-Minderung in %	Referenz	99,9%	78,6%		

VDI 3894 Blatt 1
Flüssigmistlager Rindergülle
(offene Oberfläche)

6 g/(m²*Tag)



> 20 cm, bewachsen



feuchte Risse,
Blasenbildung

Ergebnisse einer Wintermessung (3° C) Rindergülle 7° C

Ammoniak

Kategorie	ohne Schwimms. (Referenz)	geschlossene Schwimmschicht	rissige Schwimmschicht	dünne Schwimmschicht	
Dicke		über 10 cm	über 5 cm	unter 5 cm	
Zustand	offen, gerührt	trocken	feuchte Risse	trocken	feucht

Anzahl Messpunkte	1	3			1
Mittelwert NH ₃ in g/(m ² *Tag)	0,20	0,004			0,16
NH ₃ -Minderung in %	Referenz	99,4%			20,2%



VDI 3894 Blatt 1
Flüssigmistlager Rindergülle
(offene Oberfläche)

6 g/(m²*Tag)

bei niedrigen Außentemp. und niedriger Temp. der Gülle/Gärrest - nur geringes Emissionspotential

Ergebnisse einer Wintermessung (3° C) Rindergülle 7° C

Ammoniak

Kategorie	ohne Schwimms. (Referenz)	geschlossene Schwimmschicht	rissige Schwimmschicht	dünne Schwimmschicht	
Dicke		über 10 cm	über 5 cm	unter 5 cm	
Zustand	offen, gerührt	trocken	feuchte Risse	trocken	feucht

Anzahl Messpunkte	1	3			1
Mittelwert NH ₃ in g/(m ² *Tag)	0,20	0,004			0,16
NH ₃ -Minderung in %	Referenz	99,4%			20,2%

- Bestimmung der Flächenanteile % (geschlossen-rissig-dünn-offen) mittels  und Zuordnung zu den gemessenen Werten der Messpunkte

- % der Jahresstunden
Bestimmung der Anzahl Tage
 - gerührt und offen
 - Schwimmschicht in Bildung
 - Schwimmschicht geschossen



Ergebnisse - Ammoniak

Burkau Rindergülle

2 x Sommer
2 x Winter
1 x Übergang

LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Kategorie	ohne Schwimms. (Referenz)	geschlossene Schwimmschicht	rissige Schwimmschicht	dünne Schwimmschicht	
Dicke		über 10 cm	über 5 cm	unter 5 cm	
Zustand	offen	trocken	nur trockene Risse	trocken	feucht
Anzahl Messpunkte	6	6	3	2	2
Mittelwert NH ₃ in g/(m ² *Tag)	1,3	0,001	0,07	0,30	0,57
NH ₃ -Minderung in %	Referenz	99,3%	94,1%	81,6%	31,9%

→ 19 Messpunkte



Abdruck der Haube
sichtbar



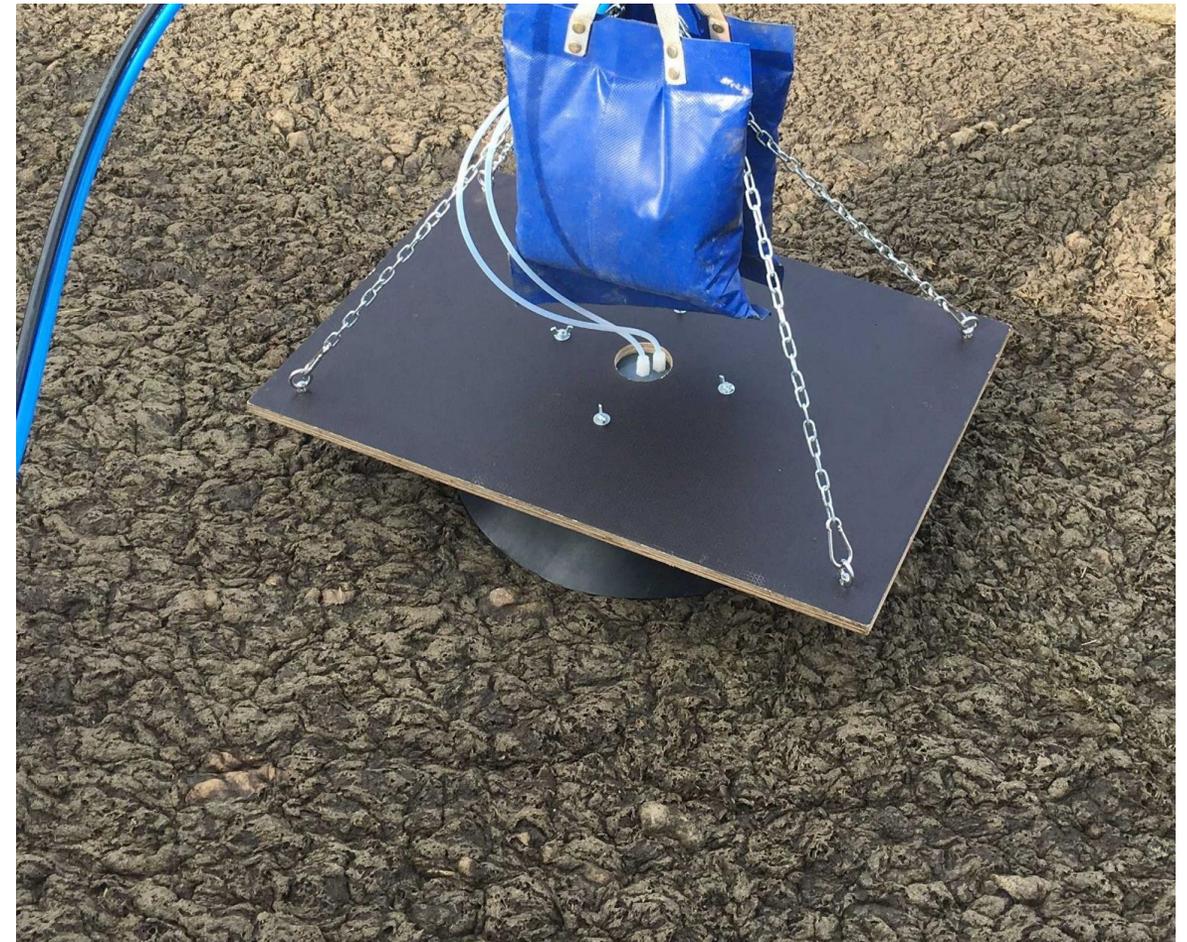
Schwimmschicht in Bildung (3 Tage nach dem Rühren)

Übergangsmessung (Temp 12 ° C) Rindergülle 15 ° C

MP 2
offen, nicht gerührt



MP 1
dünne Schwimmschicht, 3 - 5 cm



	MP 2 offen, nicht gerührt	MP 1 dünne Schw., 3-5 cm	
Mittelwert NH ₃	1,44	0,21	g/(m ² *Tag)
Minderung NH ₃	Referenz	85,4	%
Minderung Geruch	Referenz	99,4	%

Zusammenfassung Ergebnisse

- Ammoniakmessung

Kategorie	ohne Schwimms. (Referenz)	geschlossene Schwimmschicht	rissige Schwimmschicht	dünne Schwimmschicht	
Dicke		über 10 cm	über 5 cm	unter 5 cm	
Zustand	offen	trocken	teilw. feuchte Risse	trocken	feucht

Rindergülle

4 Betriebe mit 46 Messpunkten → Messunkt besteht aus 3 Wiederholungen

Anzahl	15	11	6	7	7
Mittelwert NH ₃ in g/(m ² *Tag)	1,6	0,05	0,40	0,44	0,90
NH ₃ -Minderung in %	Referenz	96,8%	76,0%	70,5%	37,5%

6 x Sommer
2 x Winter
6 x Übergang

Gärrest

3 Betriebe mit 26 Messpunkten

Anzahl	7	9	3	1	6
Mittelwert NH ₃ in g/(m ² *Tag)	5,7	0,03	1,0	2,2	4,0
NH ₃ -Minderung in %	Referenz	99,5%	84,2%	82,8%	43,2%

4 x Sommer
1 x Winter
2 x Übergang

VDI 3894 Blatt 1 Flüssigmistlager Rindergülle (offene Oberfläche)	6 g/(m ² *Tag)
---	---------------------------

durchschn. pH-Wert	
Rindergülle	7,7
Gärrest	8,0

allg. höheres Emissionspotential bei der Gärrestlagerung, bedingt durch

- höhere Gärresttemperatur
- höheren pH-Wert im Gärrest
- höheren Ammoniumgehalt (NH₄⁺) im Gärrest durch die Vergärung

gemessene max. Temp.	
Rindergülle	25 ° C
Gärrest	36 ° C

durchschn. Ammoniumgehalt	
Rindergülle	0,13
Gärrest	0,18 + ~ 30%

Zusammenfassung Ergebnisse - Geruchsmessung



HG = Hintergrund -
Umgebungsluft
(wird abgezogen)

ESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



	Betrieb	Messtage	Anzahl Proben	ohne Schwimmschicht (Referenz)		geschlossene Schwimmschicht		Geruchsminderung
				GE/m ³ - HG	GE/(m ² *s)	GE/m ³ - HG	GE/(m ² *s)	in %
Rindergülle	A	3	16	3.440	1,53	164	0,07	95,2%
	B	1	5	20.912	9,30	3.086	1,37	85,2%
	C	3	15	24.462	10,88	346	0,15	98,6%
	D	3	15	10.413	4,63	466	0,21	95,5%
Summe Rindergülle		10	51					
gewogenes Mittel (Messung je Betrieb)				13.387	5,95	593	0,26	95,3%

Betrieb A



Gärrest	E	3	15	11.632	5,17	87	0,04	99,3%
	F	3	15	2.873	1,28	122	0,05	95,8%
	G	2	10	2.142	0,95	119	0,05	94,5%
Summe Rindergärrest		8	40					
gewogenes Mittel (Messung je Betrieb)				5.975	2,66	108	0,05	98,2%

Betrieb F



zum Vergleich VDI 3894-1 (offener Behälter):

Rindergülle 3 GE/(m²*s)

Emissionsdatenbank Sachsen:

Rindergülle 5 GE/(m²*s)

Gärrest 3,5 GE/(m²*s)

weiterer Forschungsbedarf

Unterstützung der Schwimmschichtbildung durch
Aufbringung von separierten Gülle- bzw. Gärrestfeststoffen

Erste Testmessung

Aufbringung von Güllefeststoffen
auf einen Güllebehälter



sehr einheitlich geschlossene
Schwimmschicht



Aufbringung von Güllefeststoffen

Einzelmessung, Übergangszeit: 19 ° C, Gülletemp.: 15,5 ° C

Schwimmschicht	ohne (Referenz)	geschlossen, 1. MP	geschlossen, 2. MP	
Dicke		13-15 cm	10-13 cm	
Zustand	offen, gerührt	trocken	trocken	
1. Wdh	0,67	0,00	0,01	g / (m ² *Tag)
2. Wdh	0,65	0,00	0,11	
3. Wdh	0,78	0,01	0,10	
Mittelwert	0,70	0,005	0,072	g / (m ² *Tag)
	0,26	0,002	0,026	kg / (m ² *Jahr)
NH₃-Minderung	Referenz	99,3%	89,7%	

vgl. VDI 3894-1

(offener Behälter):

6 g/(m²*Tag)





Neubildung der Schwimmschicht
eine Stunde nach dem Rühren



Projekt „Schwimmschicht“

Emissionsmessungen von natürlichen Schwimmschichten an Altanlagen

Vorläufiges Fazit - in Bezug zu Ammoniak und Geruch

- Emissionsminderung ist abhängig vom Zustand und der Geschlossenheit der Schwimmschicht
- > **85 %** Emissionsminderung nach TA Luft sind auch mit natürlicher Schwimmschicht möglich
- im Mittel ist eine **10 cm geschlossene, trockene Schwimmschicht** erforderlich
- Änderung der Gülle-/Gärrestbehälterbewirtschaftung notwendig!
- **Managementmaßnahmen** erforderlich!



Behälter teilaufgerührt,
Versuchsaufbau mit Messstrecke

Managementmaßnahmen

zur Sicherstellung einer emissionsmindernden natürlichen Schwimmschicht

Schwimmschicht „wachsen“ lassen!

- Schwimmschicht möglichst nur 1x im Jahr vollständig zerstören
- Entnahme von Teilmengen ohne Zerstörung der Schwimmschicht
- Reduzierung von Pump- und **Umpump**vorgängen
- leistungsfähige Rührwerke, kurze Rührzeiten
- Unterspiegelbefüllung vorgeschrieben!
- Ergreifung von Maßnahmen zur Sicherstellung einer **geschlossenen, trockenen Schwimmschicht mit einer Dicke von im Mittel 10 cm**

Kontrollierbarkeit ? ↓

Notwendigkeit der Dokumentation der Gülle-/Gärrestbehälterbewirtschaftung



Schwimmdecke geschlossen, trocken



rissige Schwimmschicht, Blasenbildung

Erstellung einer **Handlungsempfehlung** zur Kontrolle des Bestehens einer emissionsmindernden natürlichen Schwimmschicht

in Zusammenarbeit mit Ref. 52, Herr Gamer

Kontrolle der Schwimmschicht auf den Lagerbehältern

- ✓ Datum
- ✓ Lfd. Nr. des Lagerbehälters
- ✓ Zustand der Schwimmschicht
- ✓ durchgeführte Maßnahmen zur Sicherstellung einer geschlossenen, im Mittel 10 cm dicken Schwimmschicht
- ✓ Bemerkungen
- ✓ Fotos der gesamten Behälteroberfläche des betreffenden Behälters (mit Datum)



Anlage 1: Kontrollprotokoll - Schwimmschicht

Datum	Behälter-Nr.	Schwimmschicht			Maßnahme / Bemerkung	Foto-Nr.
		Ausprägung	Dicke	Zustand		

Projekt „Schwimmschicht“

Emissionsmessungen von natürlichen Schwimmschichten an Altanlagen

- nicht bei allen Gülle-/Gärrestbehältern bildet sich eine natürliche Schwimmschicht
- gleichwertige Maßnahmen zur Emissionsminderung > 85 %, in Bezug auf Ammoniak und Geruch



weiterer Forschungsbedarf



Vielen Dank
für die Aufmerksamkeit!

