

Ammoniakverluste bei der Wirtschaftsdünger- ausbringung und Wege zu deren Reduzierung

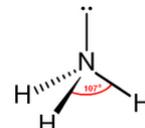
Helmut Döhler



LfULG Düngungstagung 24 02 2012
»Effizienter und umweltgerechter Nährstoffeinsatz«

Was erwartet Sie?

- Einleitung und Rückblick
- Aktuelle Emissionssituation Ammoniak Deutschland
- Eigenschaften von Wirtschaftsdüngern
- Grundlagen Ammoniak-Emissionen und Einflussfaktoren
- Emissionen von Gärresten aus Biogasanlagen
- Emissionen von Festmist und Geflügelkot
- Möglichkeiten zur Emissionsminderung
 - nach oben oder nach unten abstrahlen ?
 - Ausbringungstechnik
 - Vorbehandlung
 - Organisation
- Kosten der Emissionsminderung
- Ökologische Aspekte
- Zusammenfassung



Die
Lehre vom Dünger

oder
Beschreibung
aller



bei der Landwirthschaft gebräuchlicher
vegetabilischer, animalischer und mineralischer

Düngermaterialien,

nebst

Erklärung ihrer Wirkungsart.

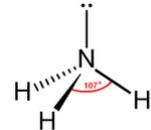
Von

Dr. Carl Sprengel,

vormals Professor der Landwirthschaftslehre am Collegio Carolino zu Braunschweig.

Leipzig,
Verlag von Immanuel Müller.

1839.

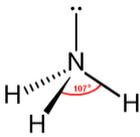


KAPITEL „thierische Auswürfe“

„Läßt man den Rindviehharn ein Viertel Jahr und länger in der Harngrube, so geht sehr viel von demAmmoniak verloren, denn dieses nimmtLuftgestalt an“.

„Der Verdunstung begegnet man dagegen auf das Vollständigste, wenn man den Harn mit Humus vermischt faulen lässt oder ihn auf den Acker fährt und ihn sogleich unterpflügt“.



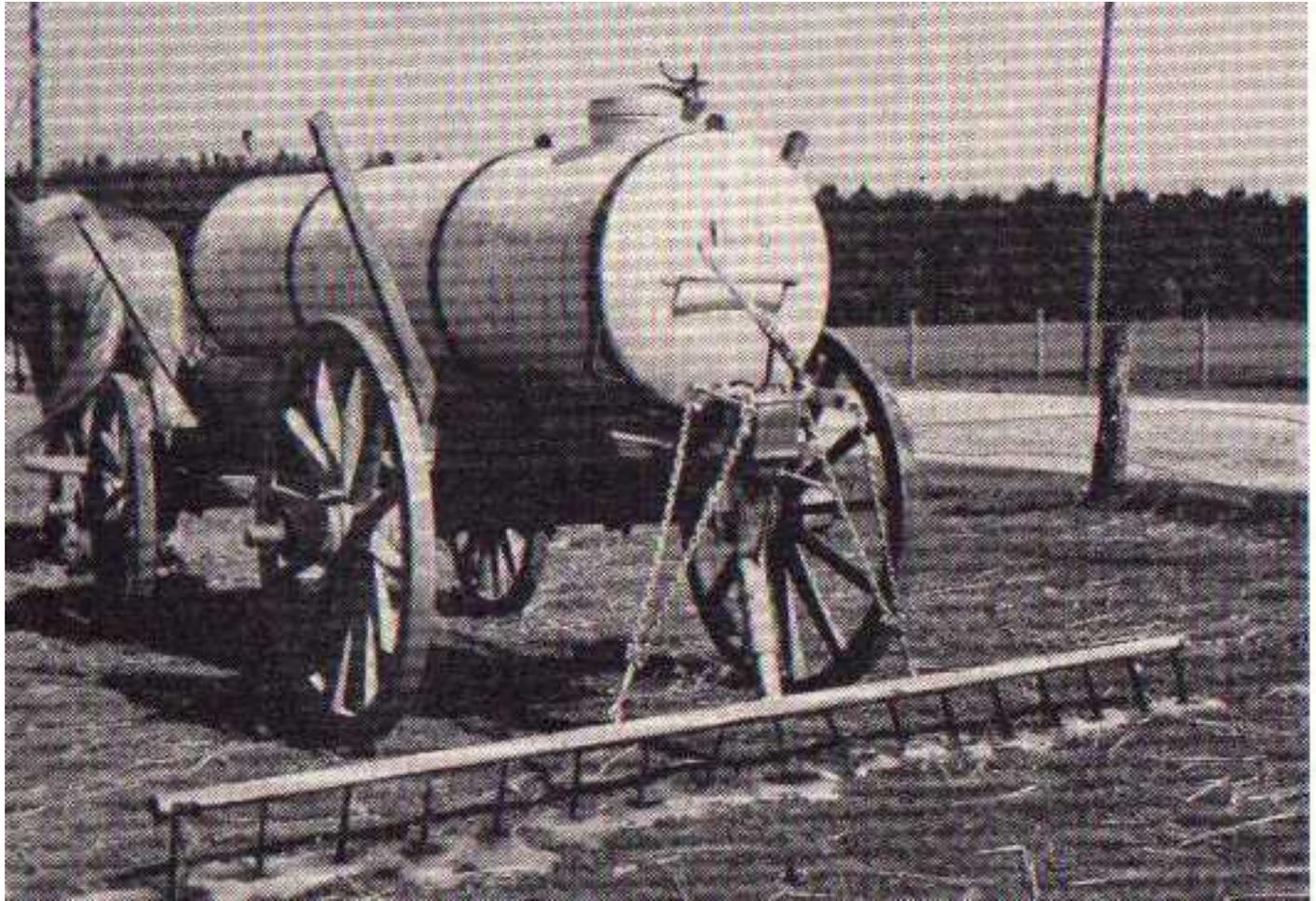


Jauche möglichst nur bei trübem Wetter ausfahren! Je gleichmäßiger sie verteilt wird, desto besser wirkt sie. Jaucheverteiler und Jauchedrillschare sind dem üblichen Prellblech überlegen.

Die Ausgabe dafür macht sich in kurzer Zeit bezahlt. Die Jauche soll niemals auf festem Boden (Stoppeln, gefrorenes Land) ausgebracht werden. Nur auf aufgebrochenem oder aufgeegtem Acker kann sie schnell in die Erde eindringen. Vorteilhaft ist, wenn sie möglichst bald nach dem Ausbringen eingeschält oder flach eingepflügt werden kann. Für eine Jauchedüngung (8000—10 000 l/ha) sind besonders dankbar: Runkelrüben, Kohl-

Zitate aus: Maier-Bode: Buch des Bauer, 1959





„Modernes“ Ausbringungsgerät (Jaucheverteiler) im Einsatz
(Maier-Bode: Buch des Bauer, 1959)

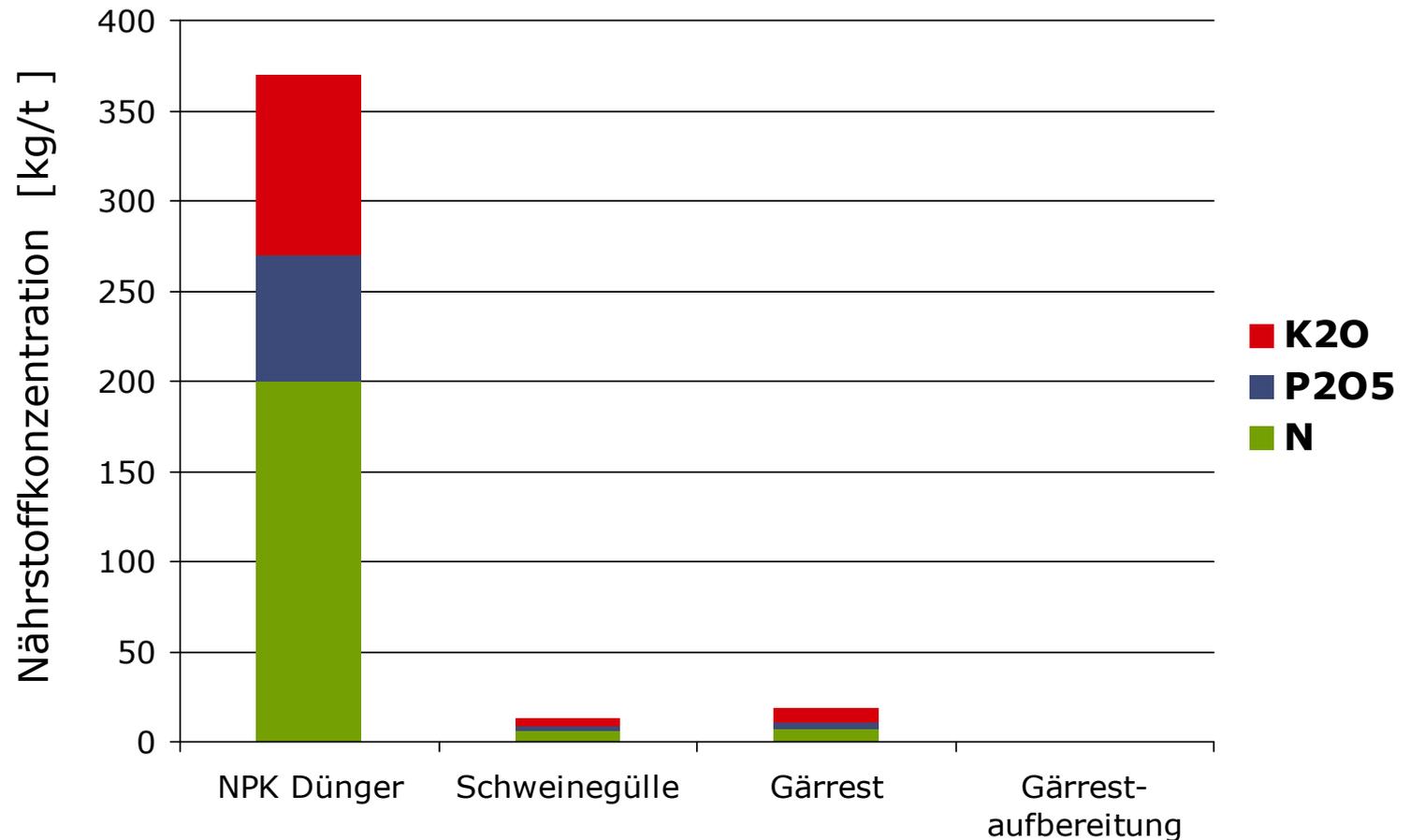
Gärrest- Güllemengen und darin enthaltene Nährstoffe

	Einheit	Leistung BHKW [kW]	
		75	1000
Substrate	t/Jahr	4200	17000
Gärrestmenge	t/Jahr	3400	12000
N	kg/t	5,8	7,5
P ₂ O ₅	kg/t	2,3	3,1
K ₂ O	kg/t	7,0	9,5
Nährstoffwert	€/Jahr	50 500	240 000

Nährstoffwert Milchkuh

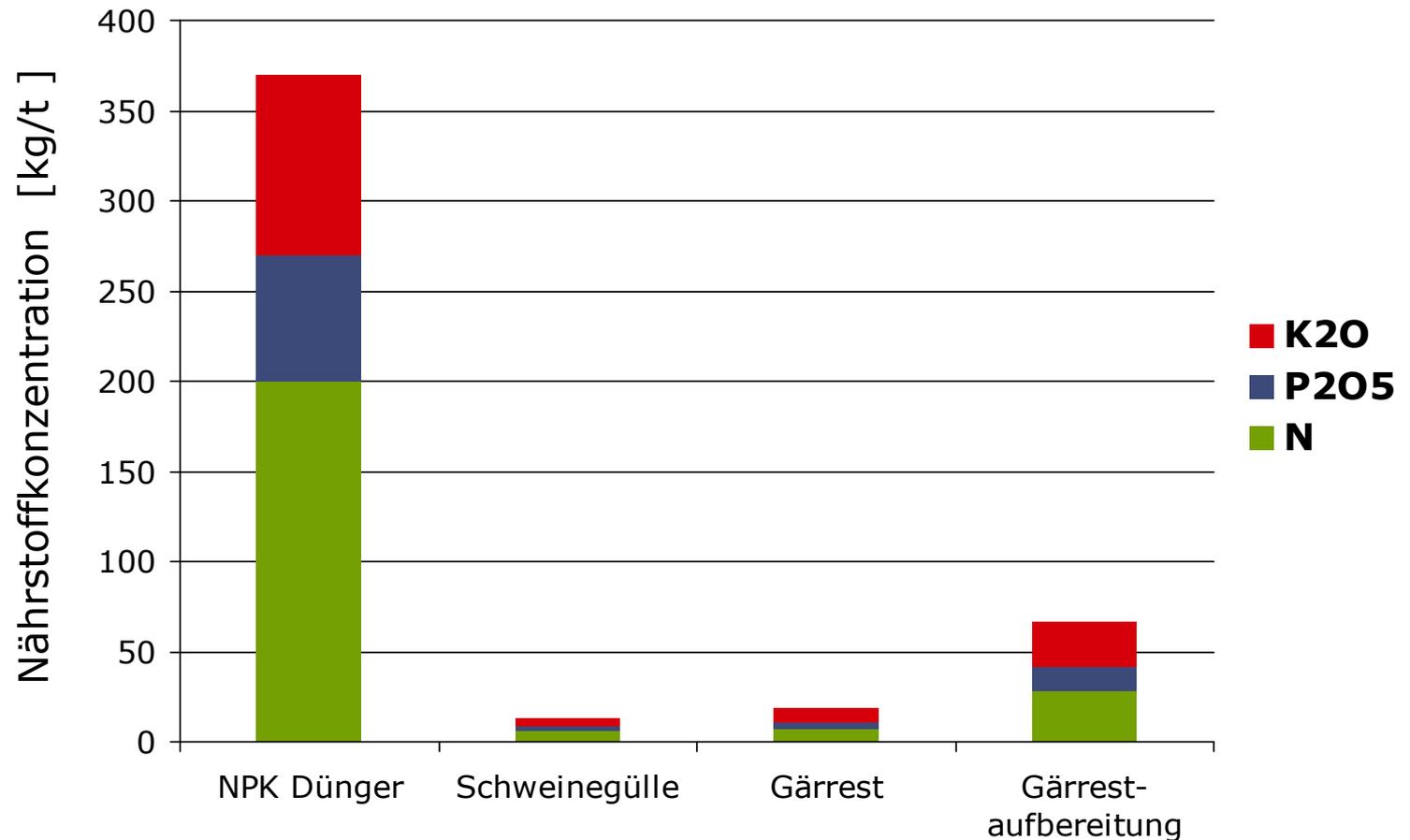
250 - 300 € / Jahr

Nährstoffkonzentrationen von NPK-Dünger, Gülle und Gärrest



(Döhler, 1988, verändert)

Nährstoffkonzentrationen von NPK-Dünger, Gülle und Gärrest



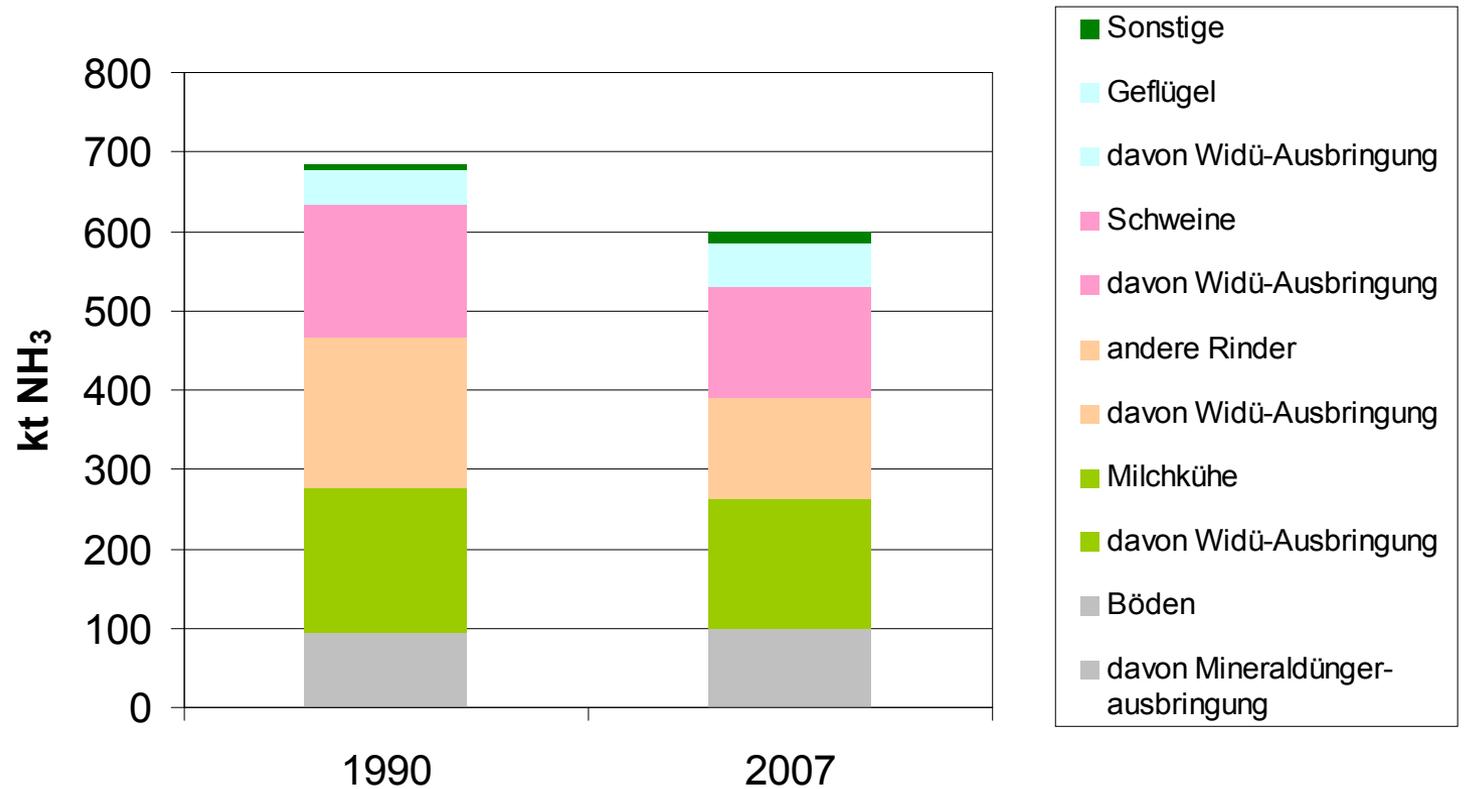
(Döhler, 1988, verändert)

Was erwartet Sie?

- Einleitung und Rückblick
- **Aktuelle Emissionssituation Ammoniak Deutschland**
- Eigenschaften von Wirtschaftsdüngern
- Grundlagen Ammoniak-Emissionen und Einflussfaktoren
- Emissionen von Gärresten aus Biogasanlagen
- Emissionen von Festmist und Geflügelkot
- Möglichkeiten zur Emissionsminderung
 - nach oben oder nach unten abstrahlen ?
 - Ausbringungstechnik
 - Vorbehandlung
 - Organisation
- Kosten der Emissionsminderung
- Ökologische Aspekte
- Zusammenfassung

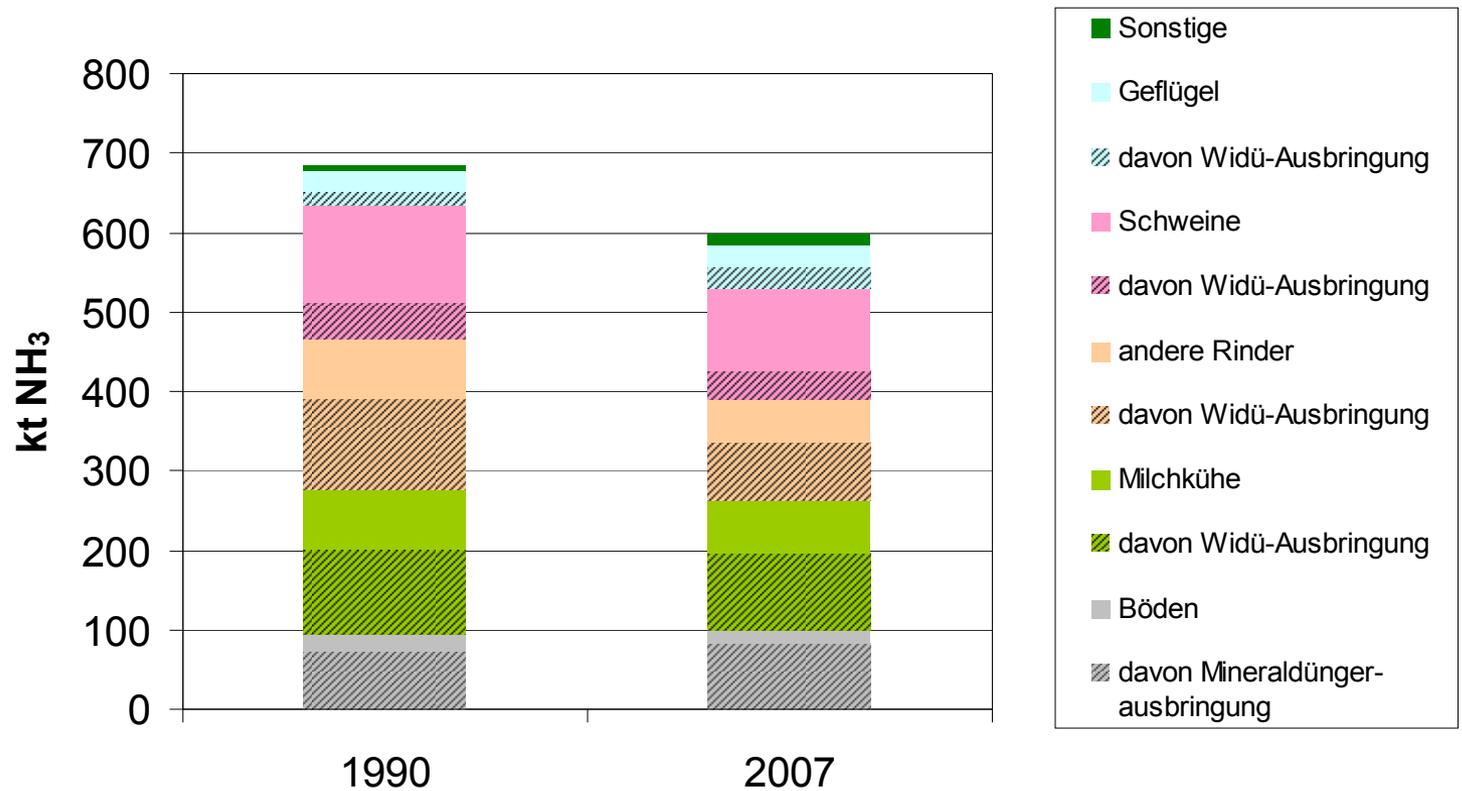
Quellgruppen für Ammoniak und zeitlicher Verlauf

Vergleich NH₃-Inventar 1990 und 2007



Quellgruppen für Ammoniak und zeitlicher Verlauf

Vergleich NH₃-Inventar 1990 und 2007



Trend der NH₃-Emissionen im Emissionsinventar

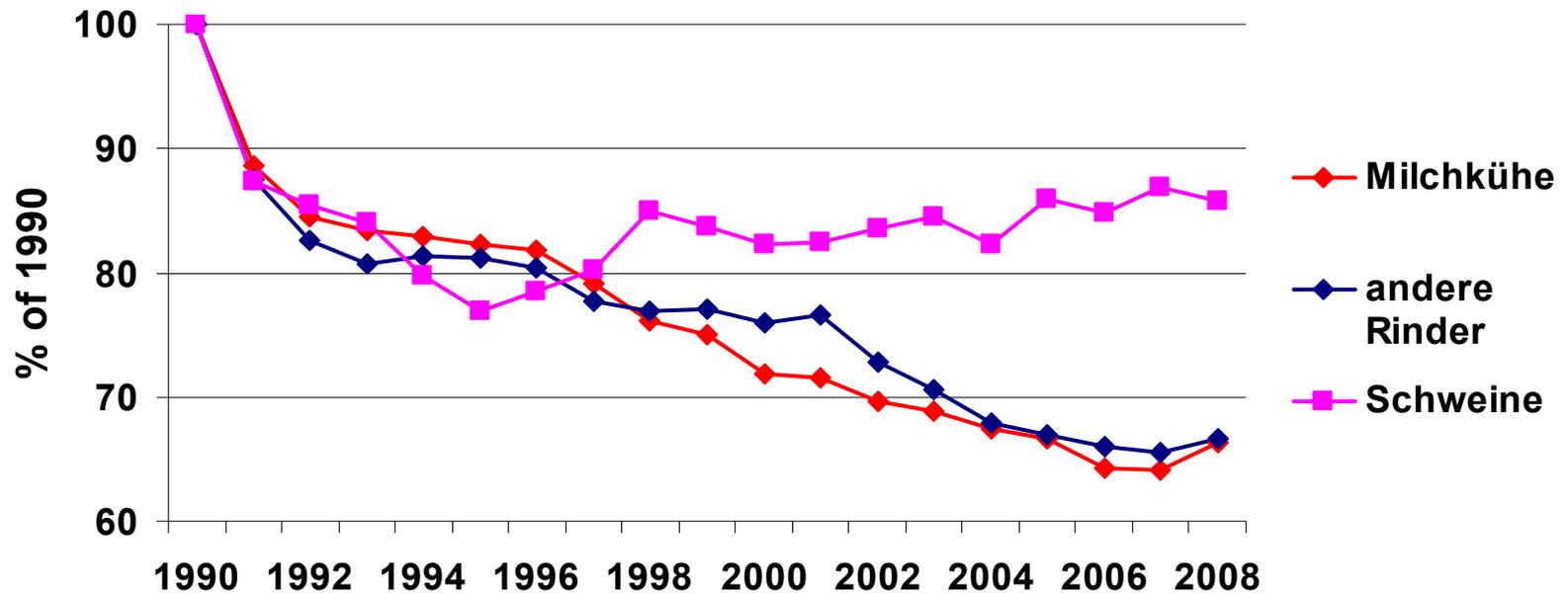


Quellen: Quellgruppen 1-3: Umweltbundesamt (2011); Quellgruppe 4 (Landwirtschaft): Berechnungen des vTI. Institut für Agrarrelevante Klimaforschung.

Ausgangssituation

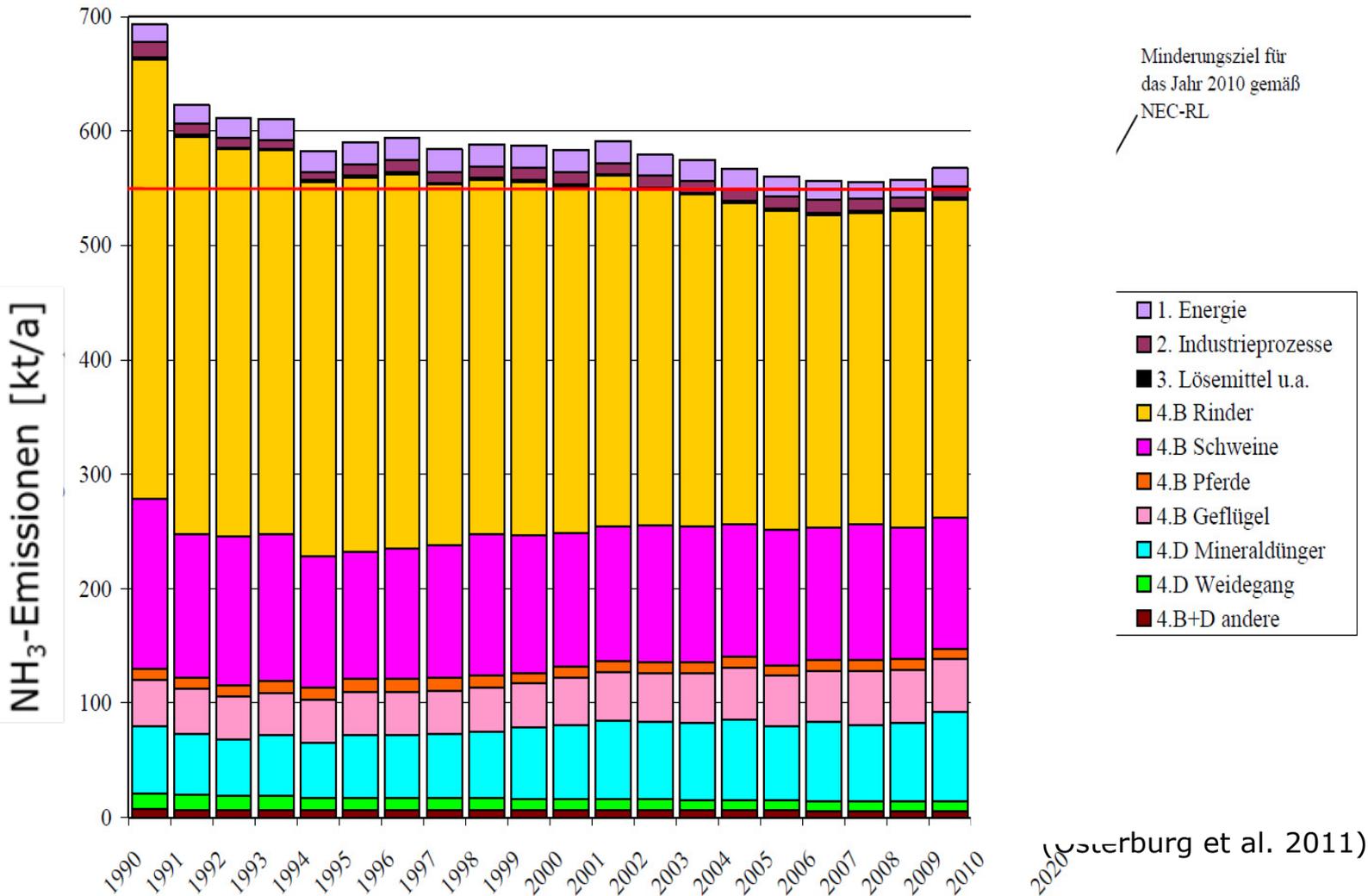
Trend der Tierzahlen

Tierzahlen
[% of 1990]



(Rösemann et al. 2010)

Trend der NH₃-Emissionen im Emissionsinventar



Quellen: Quellgruppen 1-3: Umweltbundesamt (2011); Quellgruppe 4 (Landwirtschaft): Berechnungen des vTI. Institut für Agrarrelevante Klimaforschung.

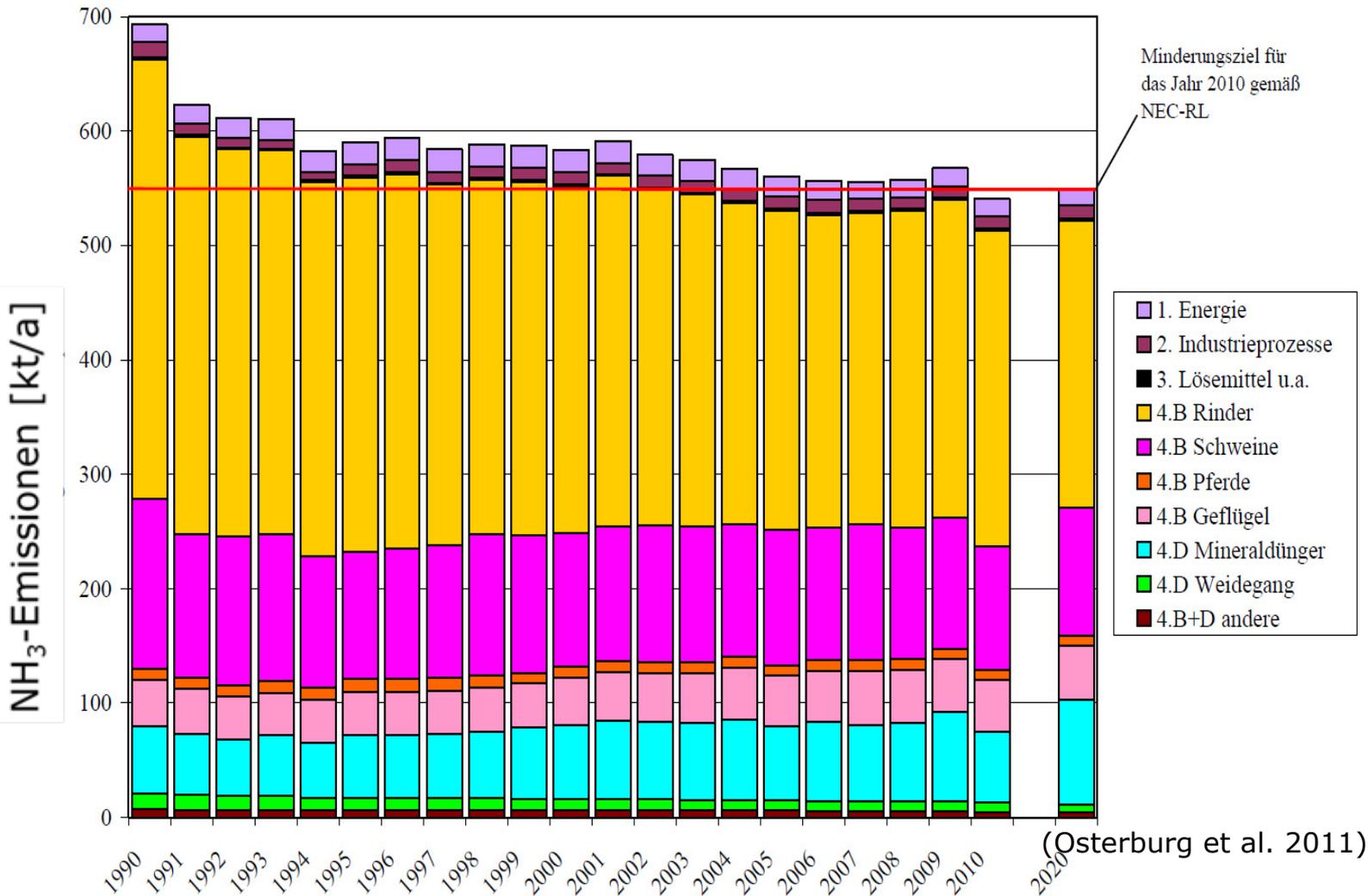
(Esterburg et al. 2011)

Welche Minderung ist absehbar möglich - Auswirkung Modelländerungen und Minderungsoptionen

	Umsetzbares Potenzial NH3 (kt)	Gesamtemission Landwirtschaft NH3 (kt)
Ausgangssituation		596,0
Modelländerungen	-35,7	560,3
Dünger - Schwankung	+10,0	570,3
Gärrückstände (aus Nawaros)	+10,3 bis +3,0	580,6 (573,3)
Harnstoffersatz	0	580,6
Filter (Mastschweine, 5%)	-1,8	578,8
Abdeckung Güllelager	-4,7	574,1
Einarbeitung Gülle (4 h)	-32,3	541,8
Einarbeitung Geflügelkot (4 h)	-13,0	528,8
N-Überschuss (-20 kg/ha)	-13,2	515,6
nach Emissionsreduktion		515,6 (508,3)

Sollwert (Landwirtschaft): 521,8 kt

Trend der NH₃-Emissionen im Emissionsinventar

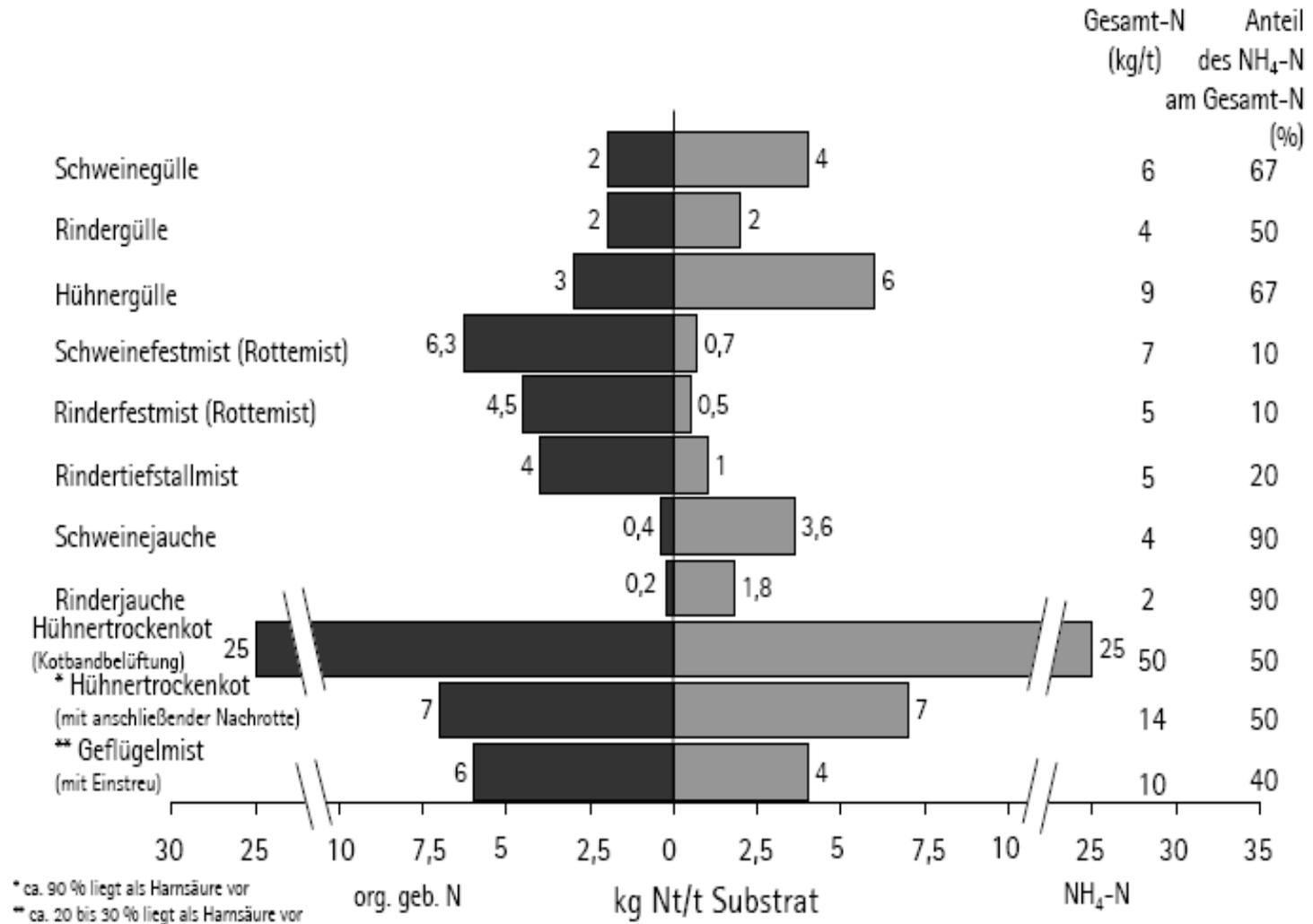


Quellen: Quellgruppen 1-3: Umweltbundesamt (2011); Quellgruppe 4 (Landwirtschaft): Berechnungen des vTI. Institut für Agrarrelevante Klimaforschung.

Was erwartet Sie?

- Einleitung und Rückblick
- Aktuelle Emissionssituation Ammoniak Deutschland
- **Eigenschaften von Wirtschaftsdüngern**
- Grundlagen Ammoniak-Emissionen und Einflussfaktoren
- Emissionen von Gärresten aus Biogasanlagen
- Emissionen von Festmist und Geflügelkot
- Möglichkeiten zur Emissionsminderung
 - nach oben oder nach unten abstrahlen ?
 - Ausbringungstechnik
 - Vorbehandlung
 - Organisation
- Kosten der Emissionsminderung
- Ökologische Aspekte
- Zusammenfassung

Eigenschaften von Wirtschaftsdüngern



Stickstoffgehalt und Stickstoffzusammensetzung
 verschiedener Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft
 (Döhler 1996, KTBL, 2009)

Was erwartet Sie?

- Einleitung und Rückblick
- Aktuelle Emissionssituation Ammoniak Deutschland
- Eigenschaften von Wirtschaftsdüngern
- Grundlagen Ammoniak-Emissionen und Einflussfaktoren
- Emissionen von Gärresten aus Biogasanlagen
- Emissionen von Festmist und Geflügelkot
- Möglichkeiten zur Emissionsminderung
 - nach oben oder nach unten abstrahlen ?
 - Ausbringungstechnik
 - Vorbehandlung
 - Organisation
- Kosten der Emissionsminderung
- Ökologische Aspekte
- Zusammenfassung

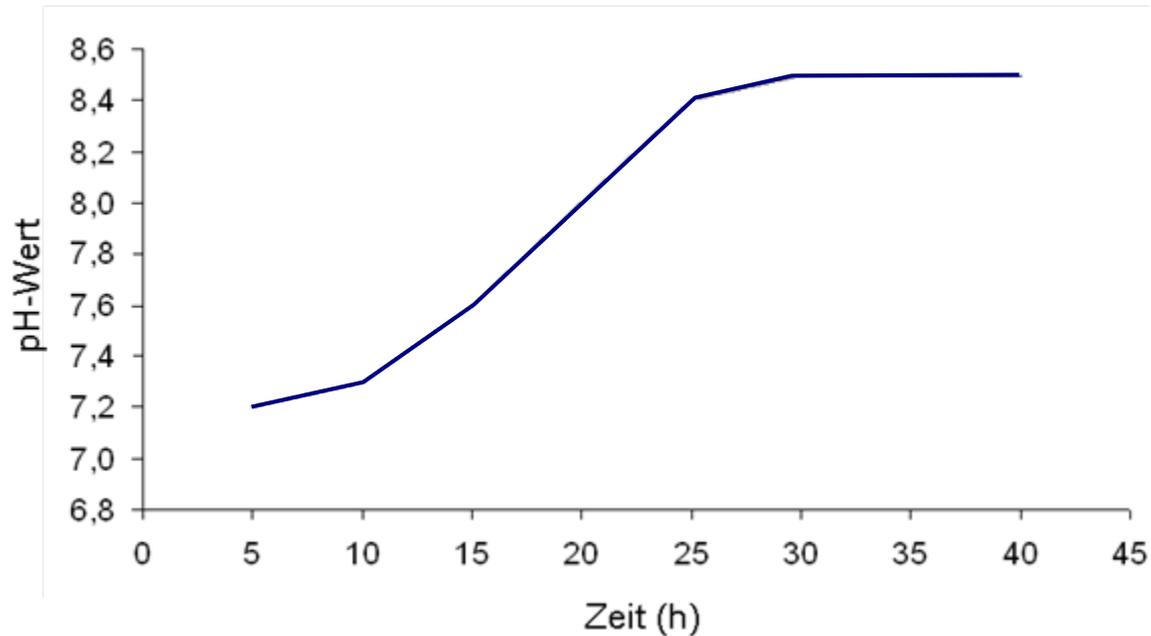
Was erwartet Sie?

- Einleitung und Rückblick
- Aktuelle Emissionssituation Ammoniak Deutschland
- Eigenschaften von Wirtschaftsdüngern
- **Grundlagen Ammoniak-Emissionen und Einflussfaktoren**
- Emissionen von Gärresten aus Biogasanlagen
- Emissionen von Festmist und Geflügelkot
- Möglichkeiten zur Emissionsminderung
 - nach oben oder nach unten abstrahlen ?
 - Ausbringungstechnik
 - Vorbehandlung
 - Organisation
- Kosten der Emissionsminderung
- Ökologische Aspekte
- Zusammenfassung

Prozesse bei der NH_3 -Freisetzung aus Fest- und Flüssigmist

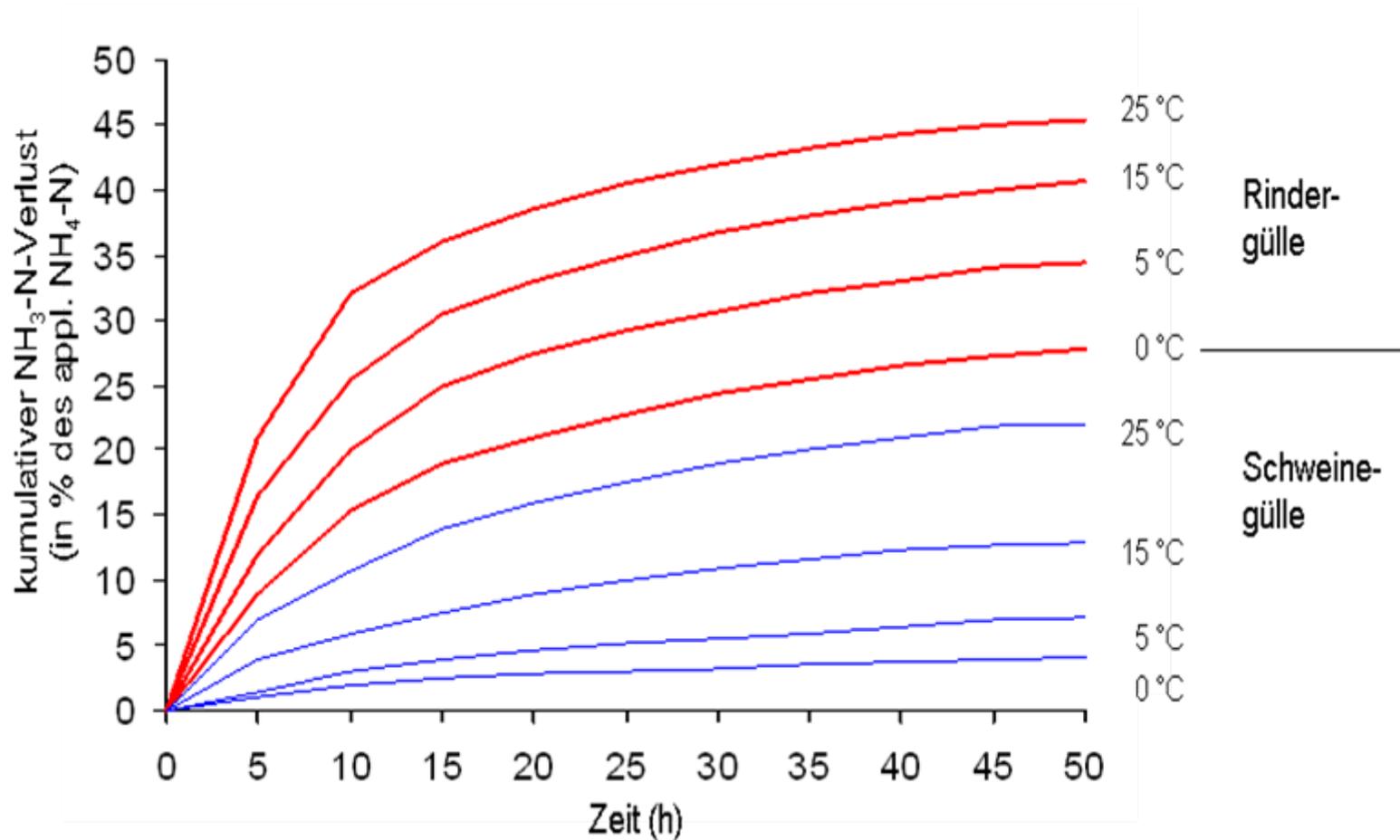
„Phase“	Prozesse	Einflussfaktoren	Relevanz
1	Freisetzung von im WSD vorhandenem CO_2 , VFA und NH_3	pH, Temperatur, Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit, Einstrahlung, Niederschlag, NH_3 -Konzentration CO_2 -Konzentration	feste und flüssige WSD
2	pH-Erhöhung in Folge CO_2 -Freisetzung; Verschiebung des $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ -Gleichgew. zum NH_3		flüssige (feste) WSD
3	Bodeninfiltration	Fließeigenschaften (WSD), Bodenstruktur, Wassergehalt, Temperatur (Frost), Bewuchs, Erntereste, Niederschlag	flüssige (feste) WSD
4	Adsorption an Kationenaustauscher des Boden	Bodenart (Ton-/Humusgeh.) Bodenstruktur etc.	flüssige (feste) WSD

Prozesse bei der NH_3 -Freisetzung aus WSD: Phasen 1 & 2



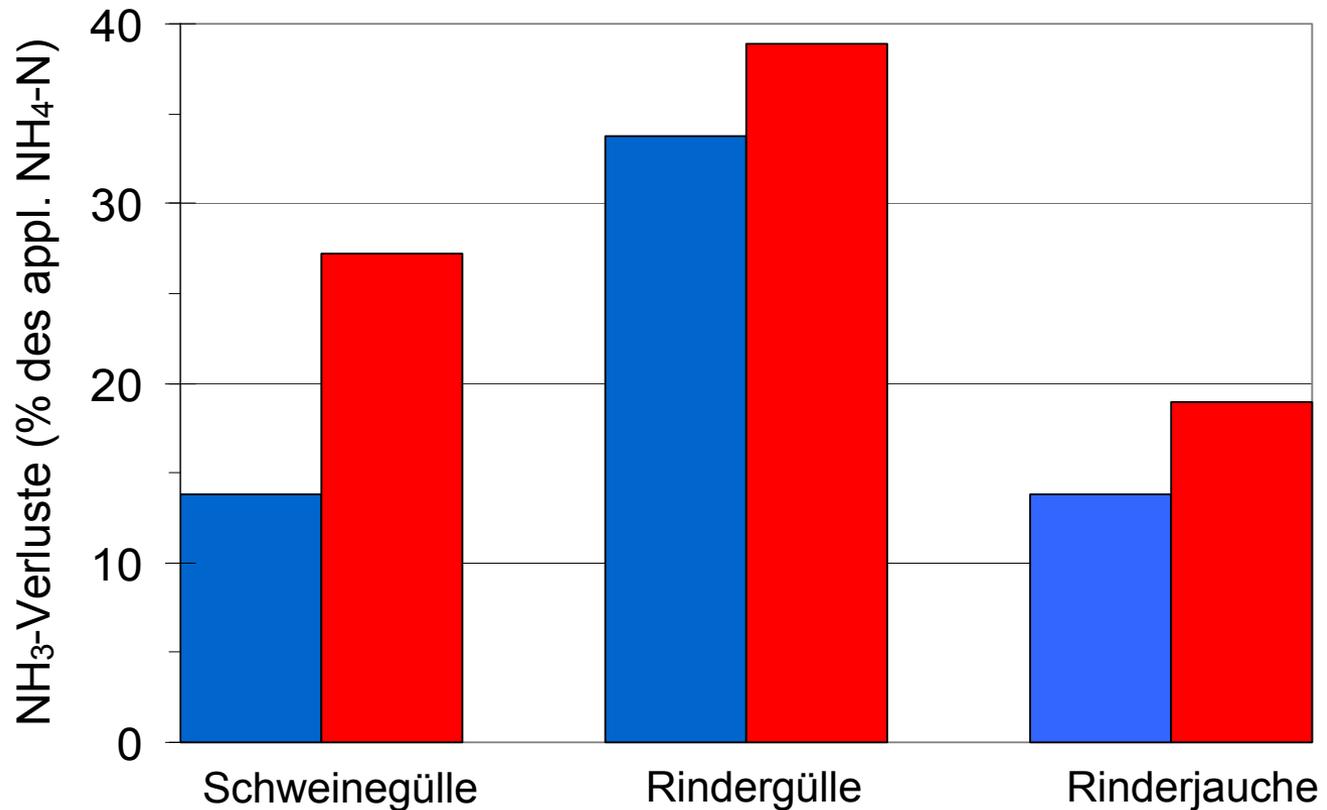
Veränderung des pH-Wertes von Rindergülle nach der Ausbringung
(Döhler, 1985, 2001)

Prozesse bei der NH_3 -Freisetzung aus Gülle: Phasen 1 & 2



Ammoniakfreisetzung von oberflächlich ausgebrachtem Rind- und Schweineflüssigmist bei unterschiedlichen Temperaturen
(Döhler, 1990)

Prozesse bei der NH_3 -Freisetzung aus WSD: Phasen 3 & 4



Ammoniakverluste von Schweine- und Rinderflüssigmist sowie Rinderjauche;
blau bzw. rot Säulen kennzeichnen unterschiedlich viskose Flüssigmiste.
(Döhler, 1990, verändert)

Prozesse bei der NH_3 -Freisetzung aus WSD: Phasen 3 & 4

NH_3 -Verluste aus oberflächlich appliziertem Schweineflüssigmist auf Lehmboden, Sandboden und Plastikfolie bei 15 °C (Döhler, 1990)

Flüssigmist appliziert auf	NH_3 -Verlust (% des applizierten $\text{NH}_4\text{-N}$)
Lehmboden	14
Sandboden	22
Plastikfolie	81

Prozesse bei der NH_3 -Freisetzung aus WSD: Phasen 3 & 4

NH_3 -Verluste aus oberflächlich appliziertem Schweineflüssigmist auf verdichteten Boden (Döhler, 1990)

Flüssigmistart	Bodenstruktur	NH_3 -Verluste (in % des applizierten $\text{NH}_4\text{-N}$) nach der Ausbringung	
		2 Tage	4 Tage
Rindergülle	gut strukturiert	44	48
	verdichtet	48	60
Schweinegülle	gut strukturiert	14	19
	verdichtet	22	32

Ammoniakverluste nach Ausbringung von Rinder- und Schweinegülle auf Strohhäcksel (Döhler, 1989)

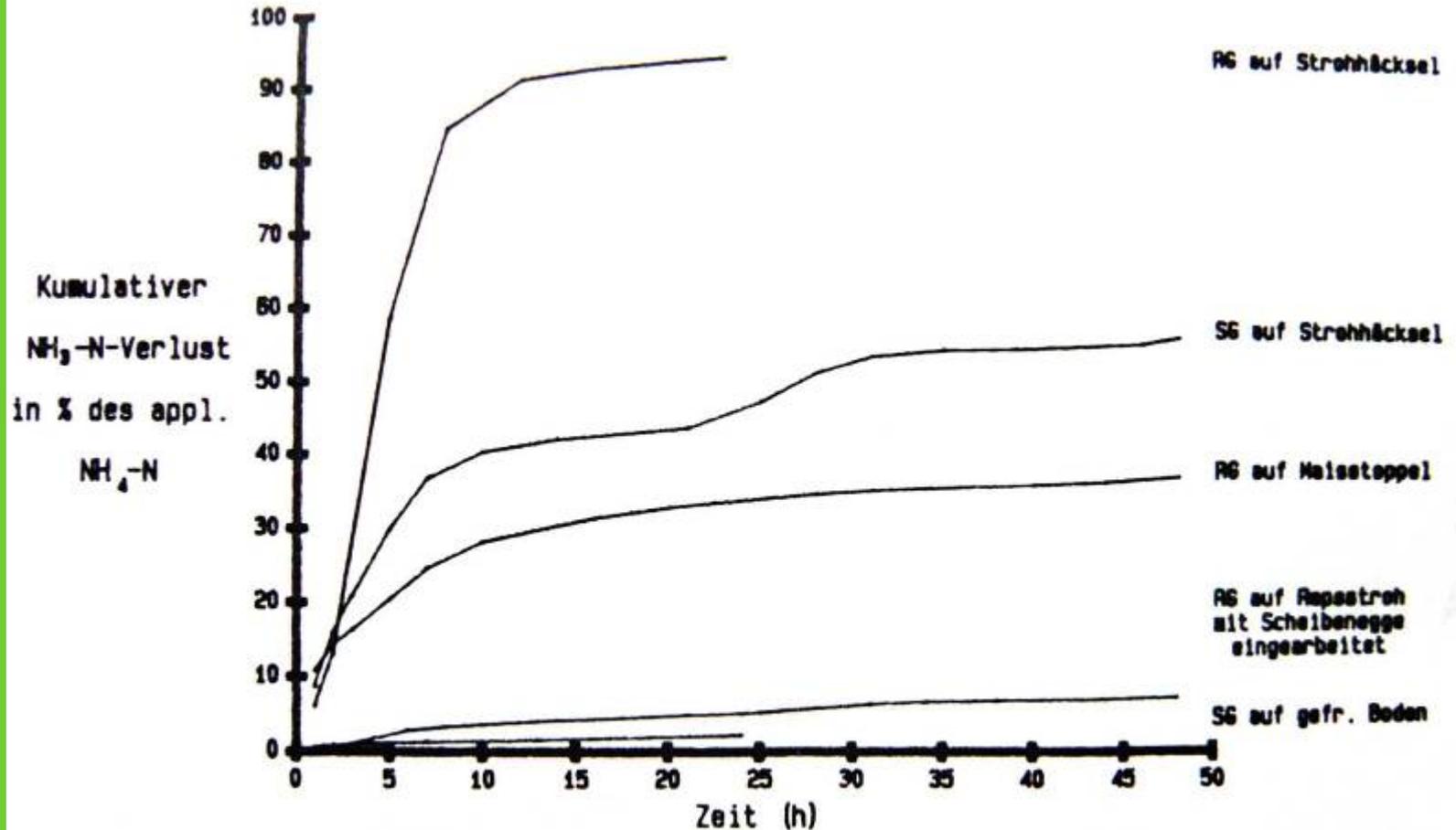
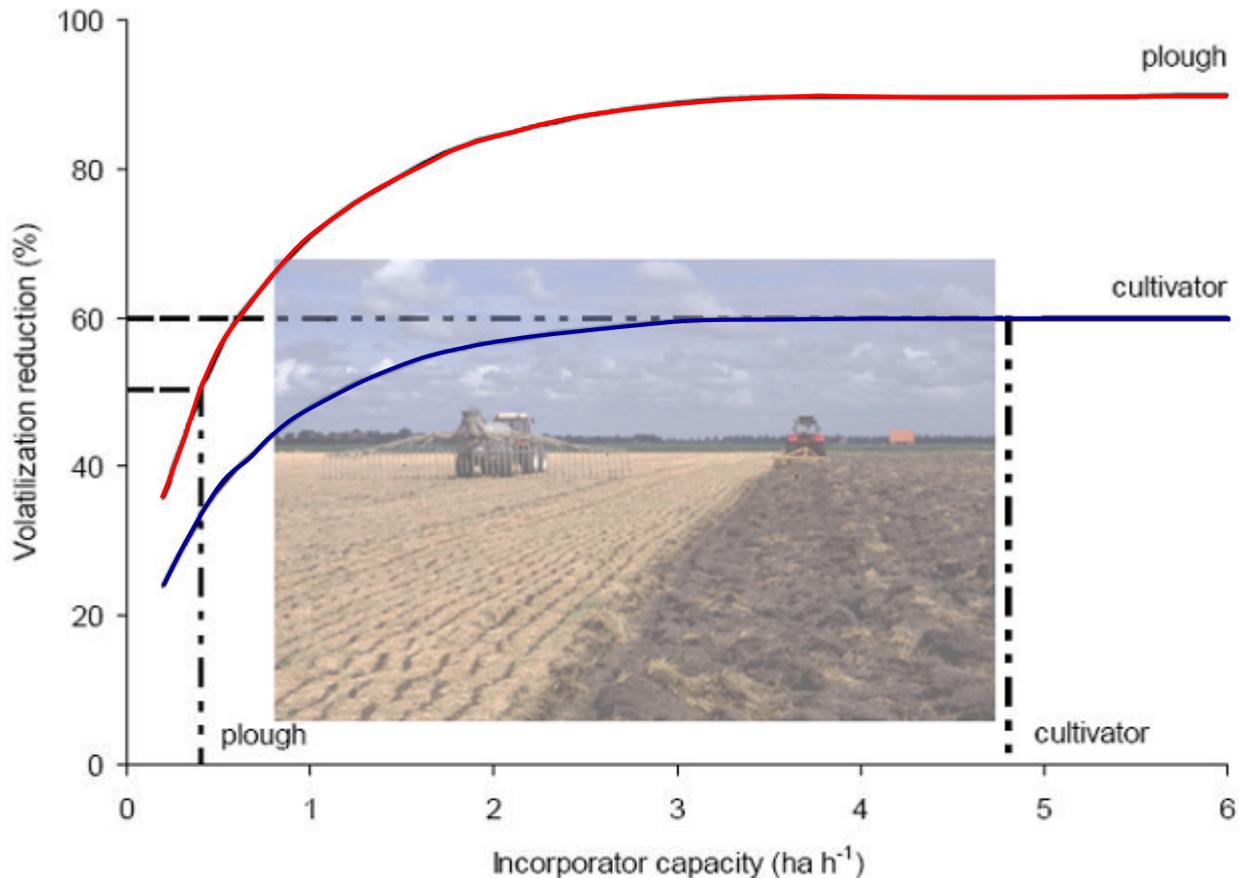


Abb. 5: NH_3 - Verluste aus Schweine- und Rindergülle im Freilandversuch zu verschiedenen Ausbringungsterminen

NH₃-Freisetzung nach Ausbringung auf Ackerland

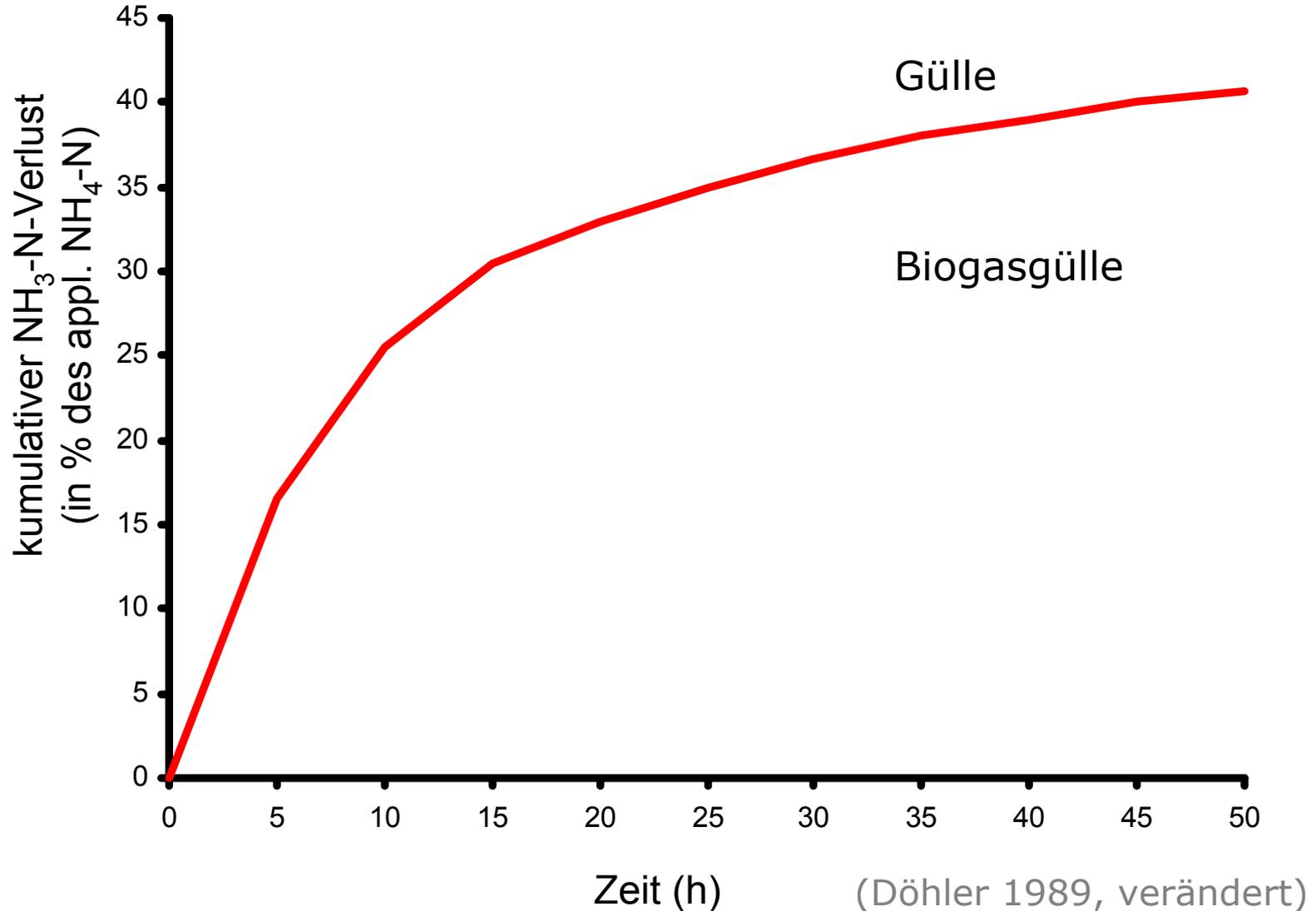


NH₃-Volatilisation in Abhängigkeit von der Einarbeitungskapazität von Bodenbearbeitungsgeräten (Pflug: 0,4 ha h⁻¹; Federzinkenegge: 4,8 ha h⁻¹) mit einer potenziellen NH₃-Volatilisationsreduktionskapazität von 90 % (Pflug) bzw. 60 % (Federzinkenegge) (Modellkalkulationen)
(Huijsmans & de Mol, 1999; Bildquelle: ALFAM, 2002)

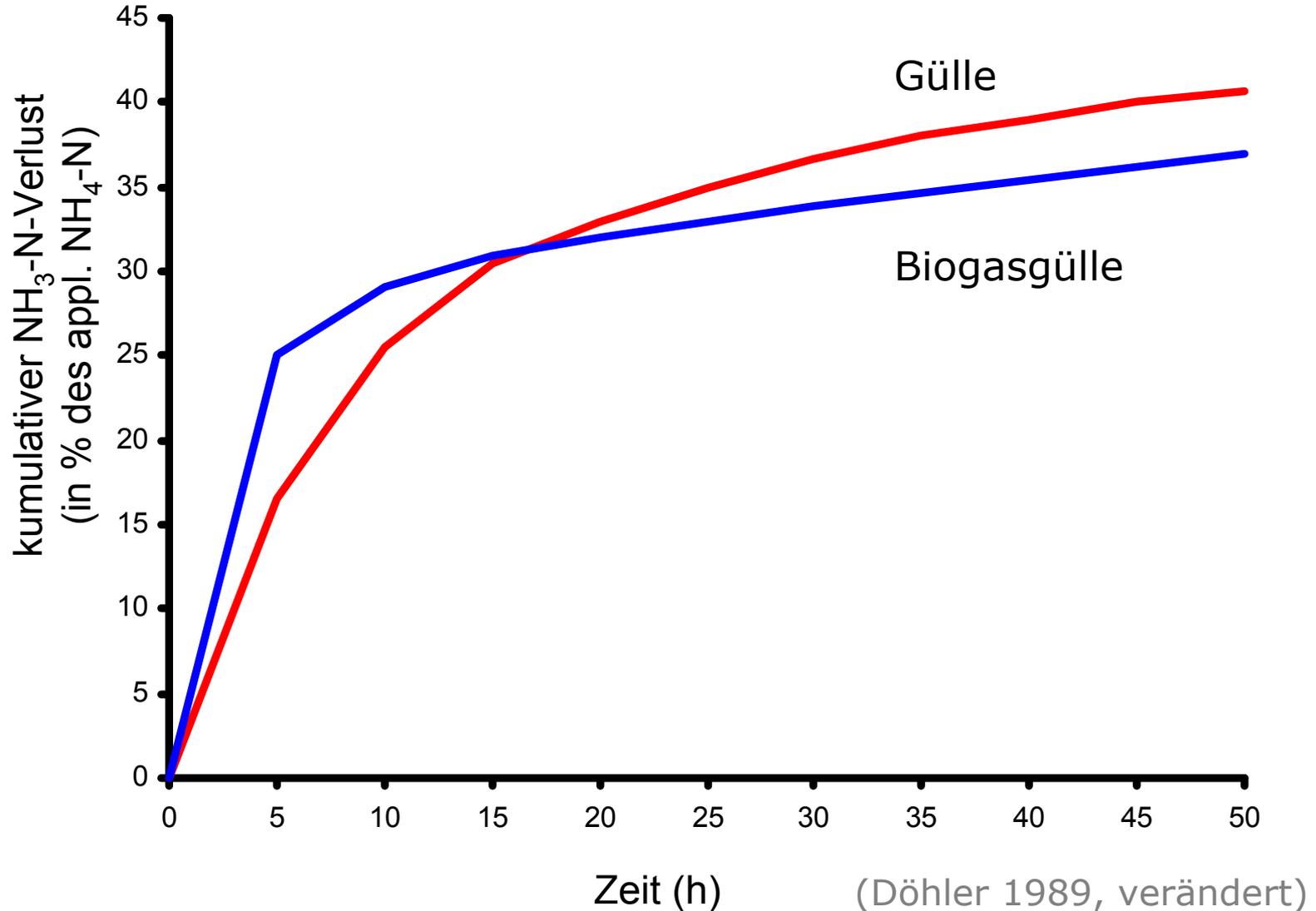
Was erwartet Sie?

- Einleitung und Rückblick
- Aktuelle Emissionssituation Ammoniak Deutschland
- Eigenschaften von Wirtschaftsdüngern
- Grundlagen Ammoniak-Emissionen und Einflussfaktoren
- **Emissionen von Gärresten aus Biogasanlagen**
- Emissionen von Festmist und Geflügelkot
- Möglichkeiten zur Emissionsminderung
 - nach oben oder nach unten abstrahlen ?
 - Ausbringungstechnik
 - Vorbehandlung
 - Organisation
- Kosten der Emissionsminderung
- Ökologische Aspekte
- Zusammenfassung

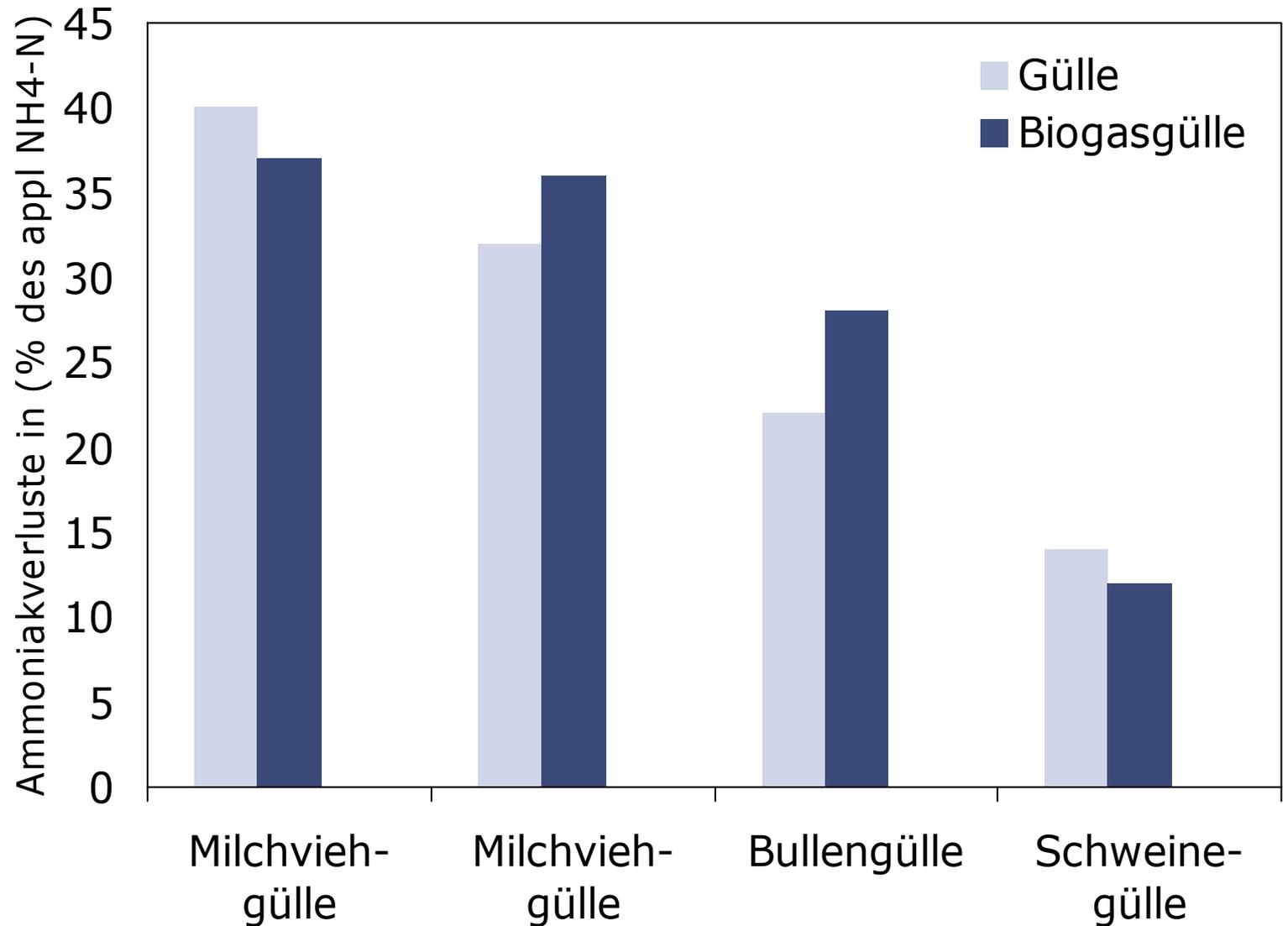
Ammoniakverluste von Gülle und Biogasgülle nach der Ausbringung



Ammoniakverluste von Gülle und Biogasgülle nach der Ausbringung

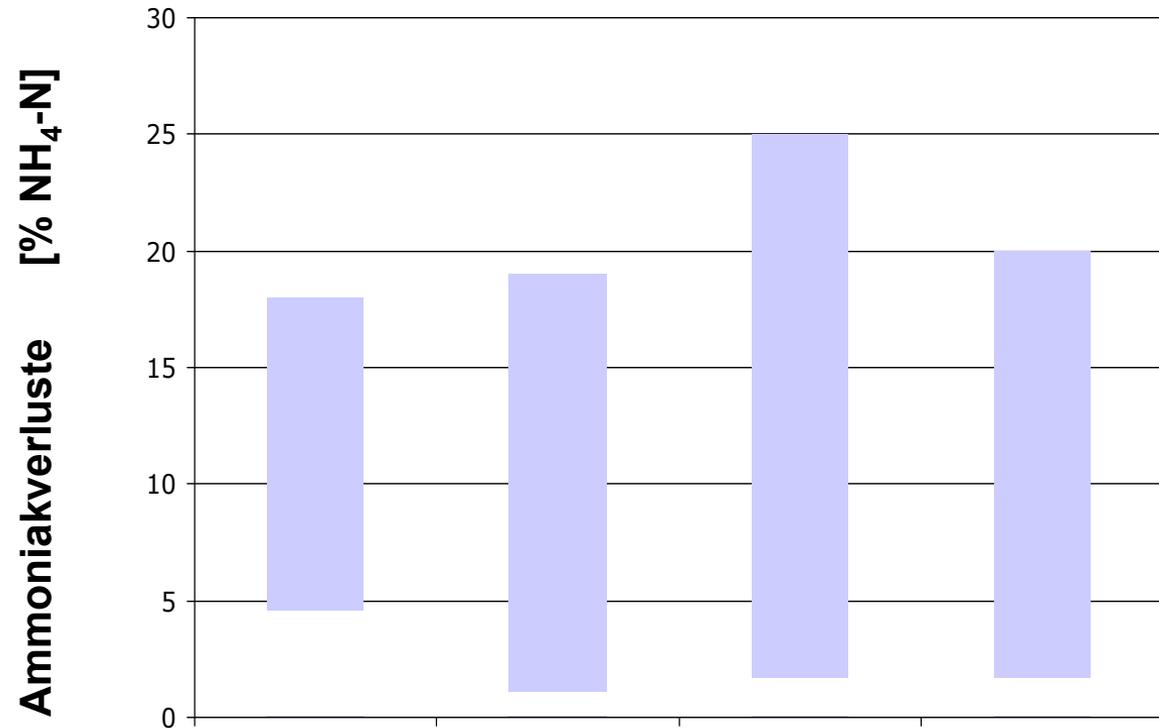


Ammoniakverluste von Rohgülle und Biogasgülle im Vergleich



(Döhler 1989, Messner 1988)

Spanne der Ammoniakverluste von Energiepflanzen-Gärresten im Vergleich zu Gülle



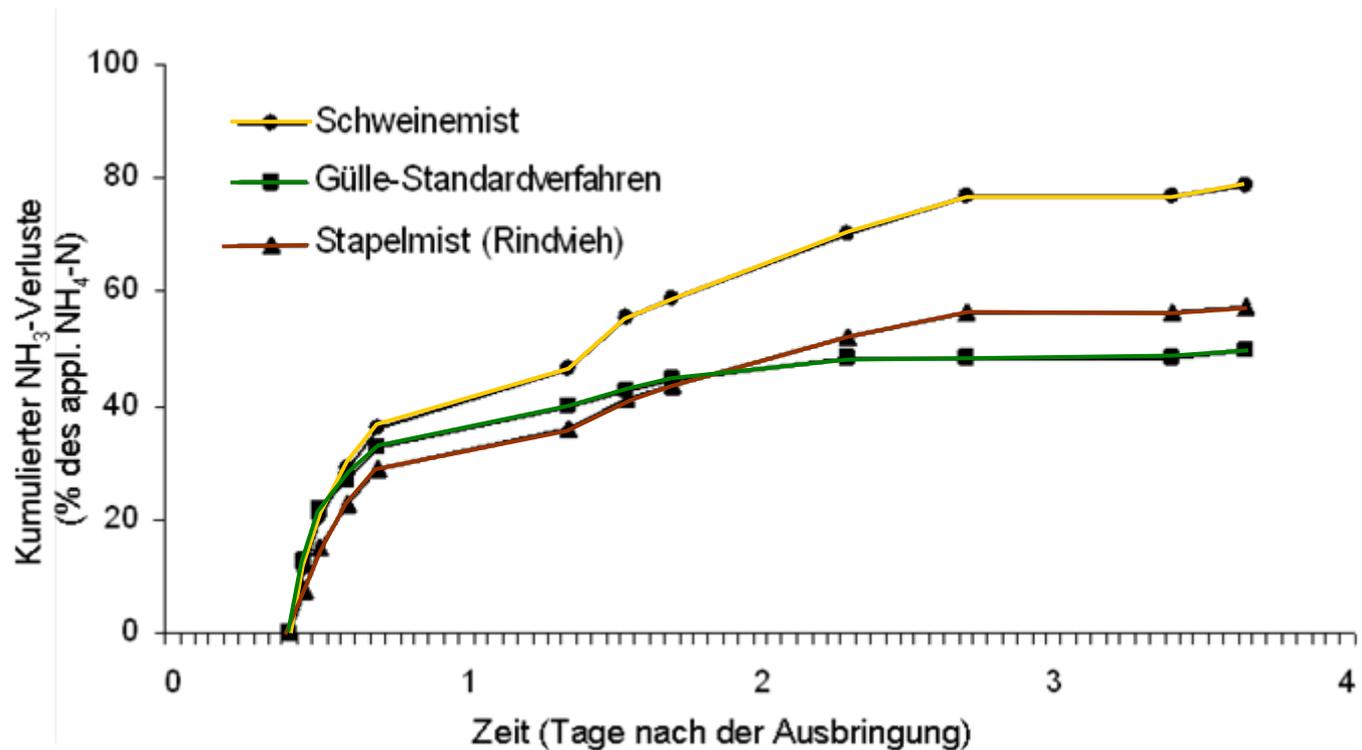
		Rinder- gülle	Schwei- ne- gülle	Gärrest (Gülle und Energiepflanz- en)	Gärrest (nur Energie- pflanzen)
DM	[% FM]	4,1	5,8	5,6	3,8
pH		7	7,2	7,6	7,6
NH₄-N	[kg/t FM]	1,8	2,6	2,0	1,9

(Pacholski, 2010)

Was erwartet Sie?

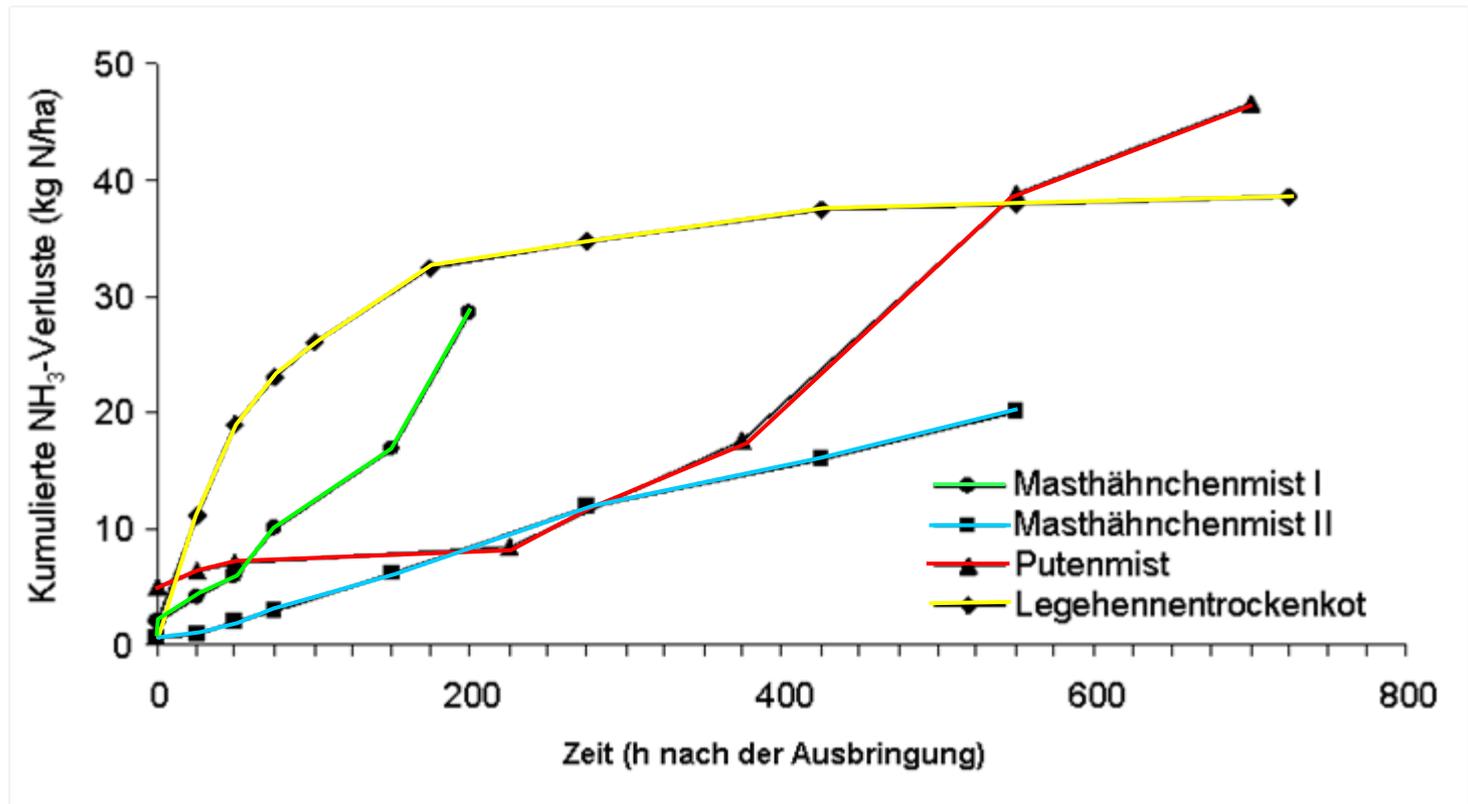
- Einleitung und Rückblick
- Aktuelle Emissionssituation Ammoniak Deutschland
- Eigenschaften von Wirtschaftsdüngern
- Grundlagen Ammoniak-Emissionen und Einflussfaktoren
- Emissionen von Gärresten aus Biogasanlagen
- **Emissionen von Festmist und Geflügelkot**
- Möglichkeiten zur Emissionsminderung
 - nach oben oder nach unten abstrahlen ?
 - Ausbringungstechnik
 - Vorbehandlung
 - Organisation
- Kosten der Emissionsminderung
- Ökologische Aspekte
- Zusammenfassung

NH₃-Freisetzung nach Ausbringung von Festmist



NH₃-Verluste nach der Ausbringung von Fest- und Flüssigmist aus Rinder- und Schweinehaltung
(Frick & Menzi, 1997)

NH₃-Freisetzung nach Ausbringung von Festmist und Geflügelkot



NH₃-Verluste nach der Ausbringung von Festmist aus Geflügelhaltung;
ausgebrachte NH₄-N-Mengen: Masthähnchenmist I bzw. II ca. 70 bzw. 55 kg
NH₄-N/ha; Legehennentrockenkot ca. 95 kg NH₄-N/ha
(verändert und berechnet nach Chambers et al., 1997)

Was erwartet Sie?

- Einleitung und Rückblick
- Aktuelle Emissionssituation Ammoniak Deutschland
- Eigenschaften von Wirtschaftsdüngern
- Grundlagen Ammoniak-Emissionen und Einflussfaktoren
- Emissionen von Gärresten aus Biogasanlagen
- Emissionen von Festmist und Geflügelkot
- **Möglichkeiten zur Emissionsminderung**
 - **nach oben oder nach unten abstrahlen ?**
 - Ausbringungstechnik
 - Vorbehandlung
 - Organisation
- Kosten der Emissionsminderung
- Ökologische Aspekte
- Zusammenfassung







25



Was erwartet Sie?

- Einleitung und Rückblick
- Aktuelle Emissionssituation Ammoniak Deutschland
- Eigenschaften von Wirtschaftsdüngern
- Grundlagen Ammoniak-Emissionen und Einflussfaktoren
- Emissionen von Gärresten aus Biogasanlagen
- Emissionen von Festmist und Geflügelkot
- **Möglichkeiten zur Emissionsminderung**
 - nach oben oder nach unten abstrahlen ?
 - **Ausbringungstechnik**
 - Vorbehandlung
 - Organisation
- Kosten der Emissionsminderung
- Ökologische Aspekte
- Zusammenfassung



Gülle-/ Gärrestausbringung

- Breitverteiler



- Breitflächige Verteilung der Gülle / Gärreste auf Boden- oder Pflanzenoberfläche
- große Kontaktfläche
 - hohe NH_3 -Freisetzung



Gülle-/ Gärrestausbringung

- Schleppschlauchverteiler



- Gülle / Gärrestablage bandförmig in unmittelbar a.d. Boden
 - im Vergleich zur Breitverteilung geringere NH_3 -Verluste (10 – 70 %)



Gülle-/ Gärrestausbringung

- Schleppschuhverteiler



- Gülle / Gärrestablage direkt auf Boden (nicht auf grüne Blattmasse)
 - Ammoniumbindung an Sorptionsträger
 - keine Pflanzenverschmutzung
 - Emissionsminderung (30 – 50 %)

Gülle-/ Gärrestausbringung

- Gülleschlitzverteiler



- Gülle / Gärrestablage im Schlitz (schnelle Bindung des $\text{NH}_4\text{-N}$ an Ton/Humus)
- je tiefer die Einarbeitung,
- desto größer die NH_3 -Reduzierung (bis 90 %)



10/04/201





Gülle-/ Gärrestausbringung

- Güllegrubber / Rollhacke

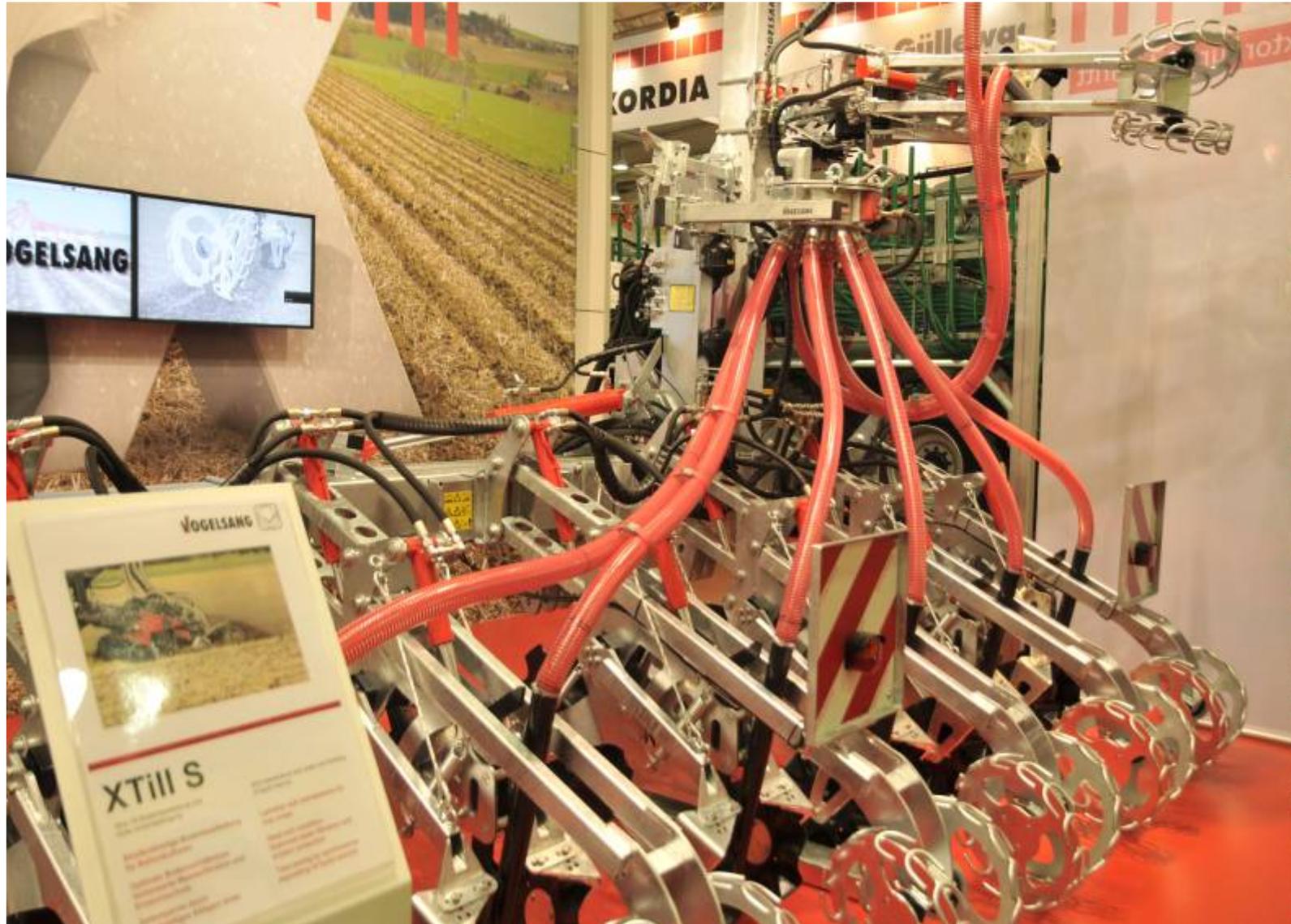


➤ Gärrestearbeitung in einem Arbeitsgang

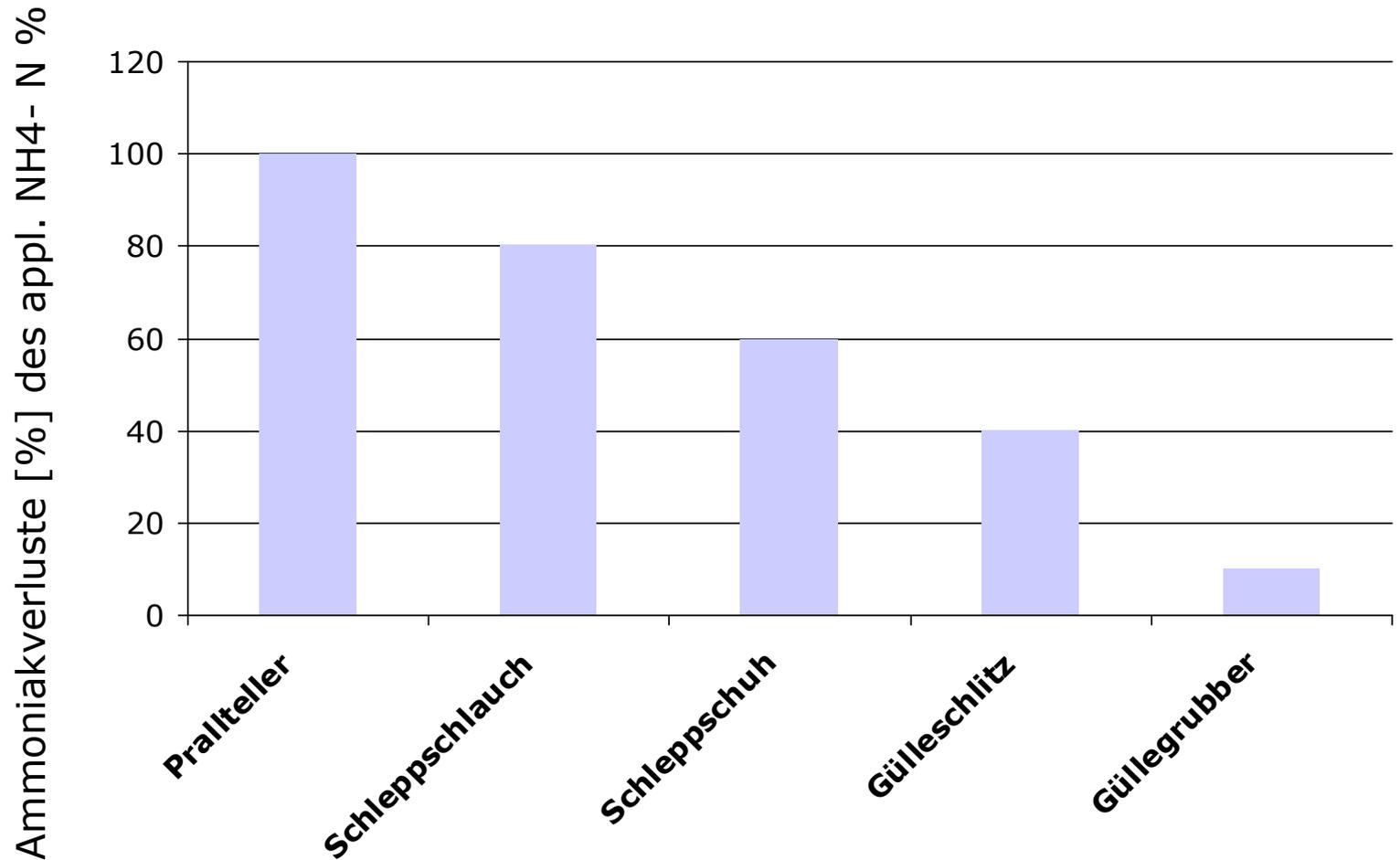
➤ Gärrest über Schläuche im Erdstrom abgelegt

➤ NH_3 -
Emissionsminderung bis
zu 90 %

X Till Vogelsang



Minderung der NH₃-Verluste (in % d. appl. NH₄) nach der Ausbringung von Gülle und Gärresten (Referenz Prallteller)



Was erwartet Sie?

- Einleitung und Rückblick
- Aktuelle Emissionssituation Ammoniak Deutschland
- Eigenschaften von Wirtschaftsdüngern
- Grundlagen Ammoniak-Emissionen und Einflussfaktoren
- Emissionen von Gärresten aus Biogasanlagen
- Emissionen von Festmist und Geflügelkot
- **Möglichkeiten zur Emissionsminderung**
 - nach oben oder nach unten abstrahlen ?
 - Ausbringungstechnik
 - **Vorbehandlung**
 - Organisation
- Kosten der Emissionsminderung
- Ökologische Aspekte
- Zusammenfassung

Morten Toft, Biocover





Gülle-/ Gärrestausbringung

- Ansäuerung während der Ausbringung / Biocover

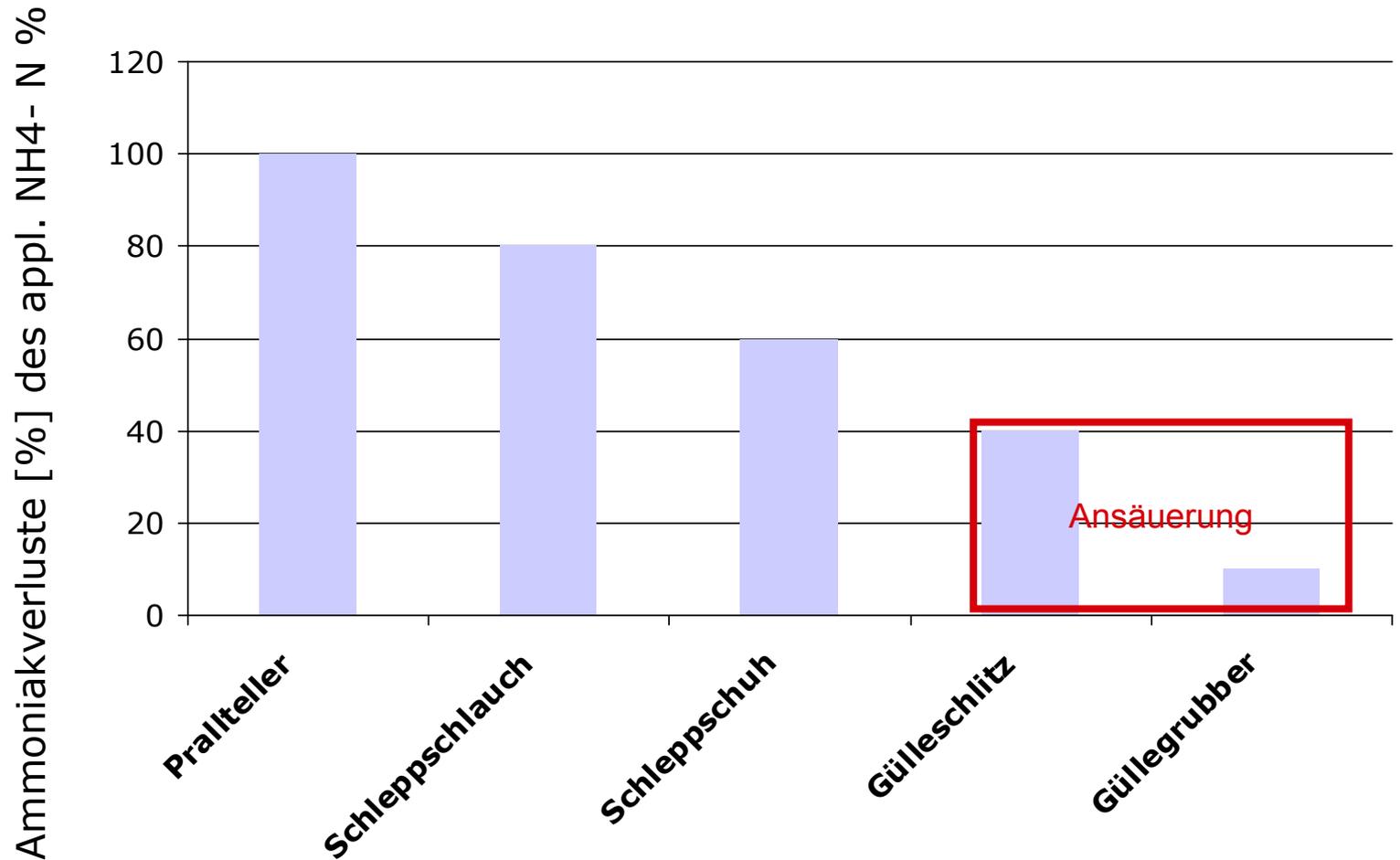
Fronttank med
svovlsyre og
jernsulfat

Traktor m. styring

Gyllevogn med
syretilsætning



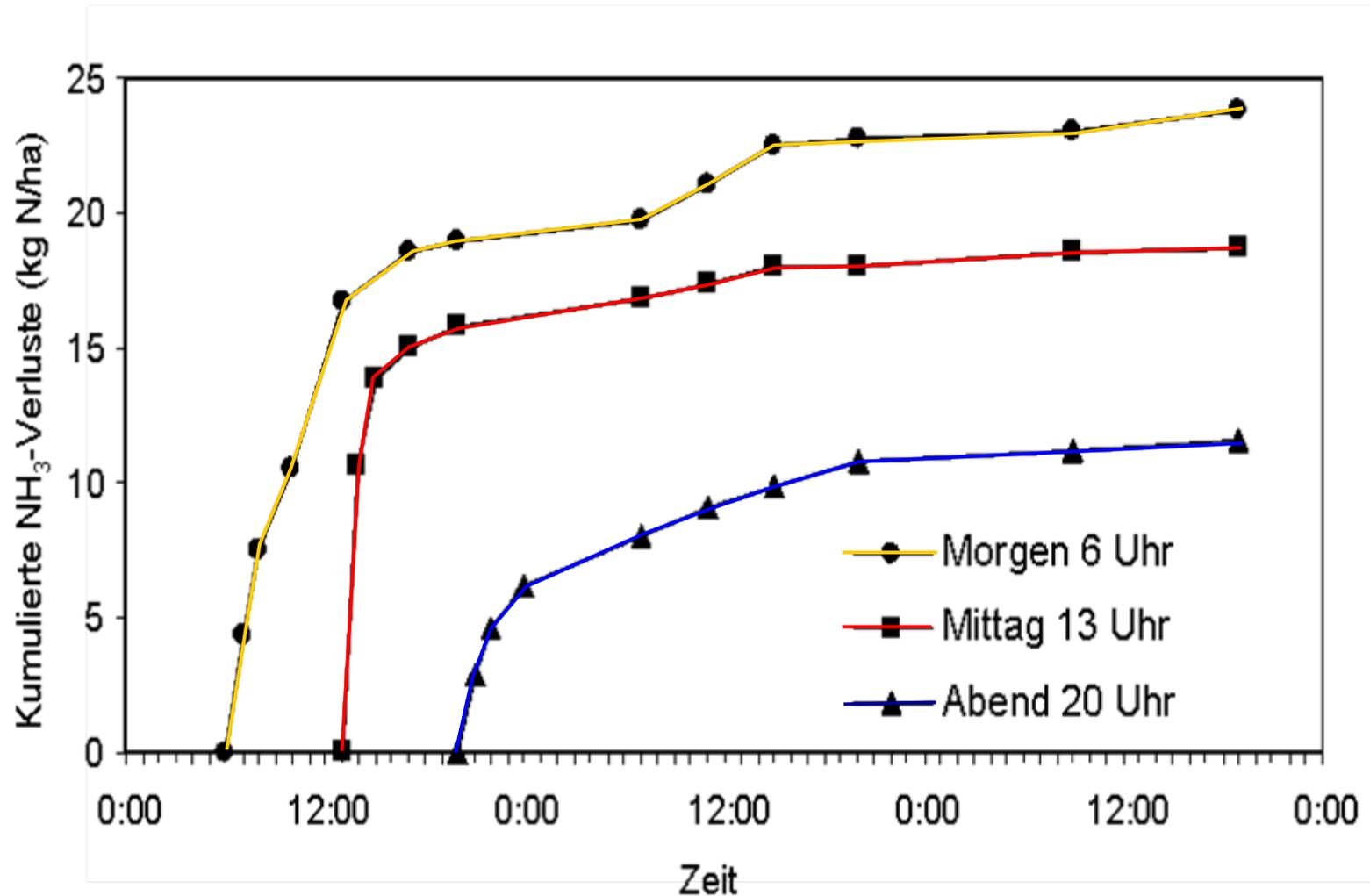
Minderung der NH₃-Verluste (in % d. appl. NH₄) nach der Ausbringung von Gülle und Gärresten (Referenz Prallteller)



Was erwartet Sie?

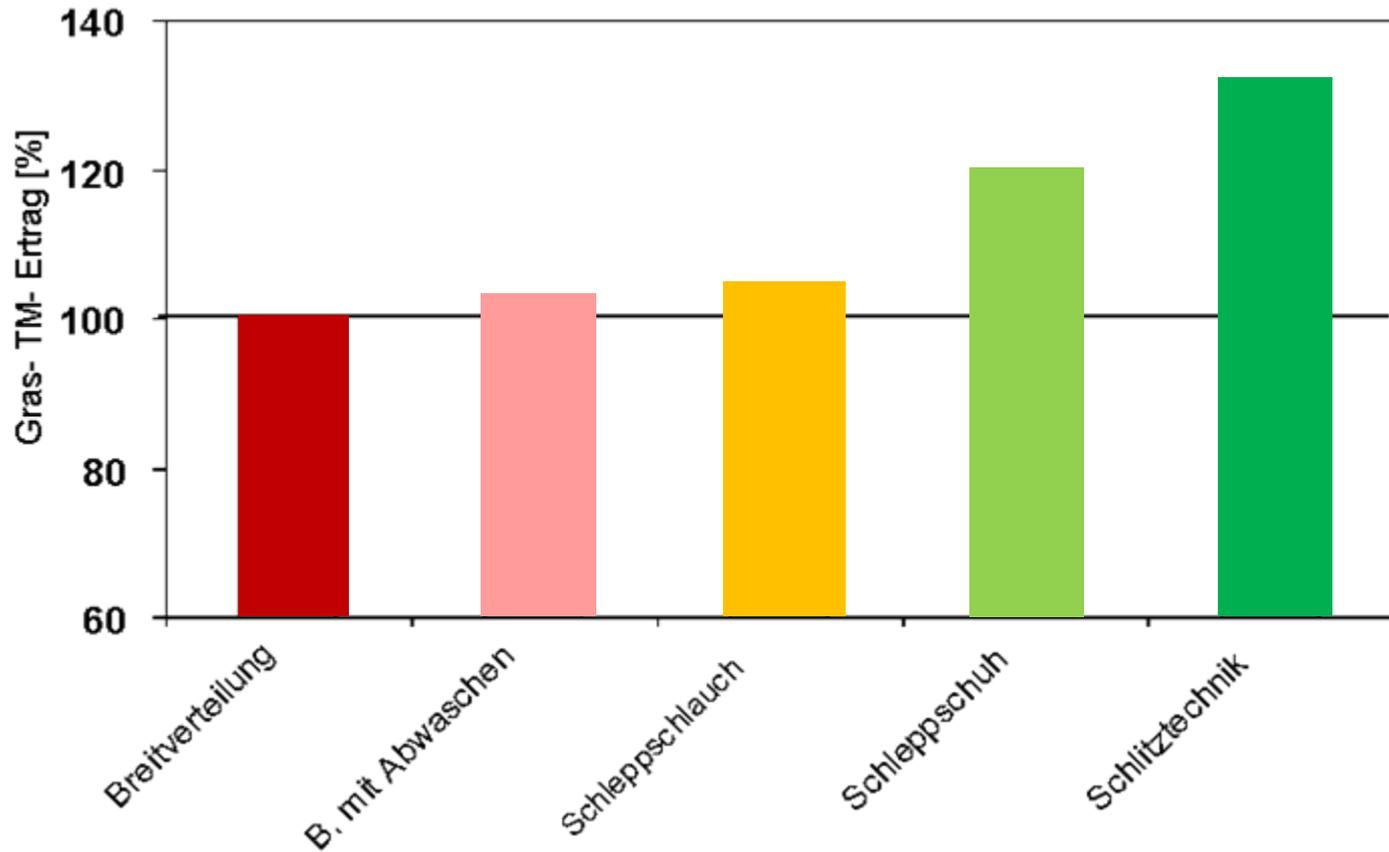
- Einleitung und Rückblick
- Aktuelle Emissionssituation Ammoniak Deutschland
- Eigenschaften von Wirtschaftsdüngern
- Grundlagen Ammoniak-Emissionen und Einflussfaktoren
- Emissionen von Gärresten aus Biogasanlagen
- Emissionen von Festmist und Geflügelkot
- Möglichkeiten zur Emissionsminderung
 - nach oben oder nach unten abstrahlen ?
 - Ausbringungstechnik
 - Vorbehandlung
 - **Organisation**
- Kosten der Emissionsminderung
- Ökologische Aspekte
- Zusammenfassung

NH₃-Freisetzung nach Ausbringung in Abhängigkeit von der Tageszeit



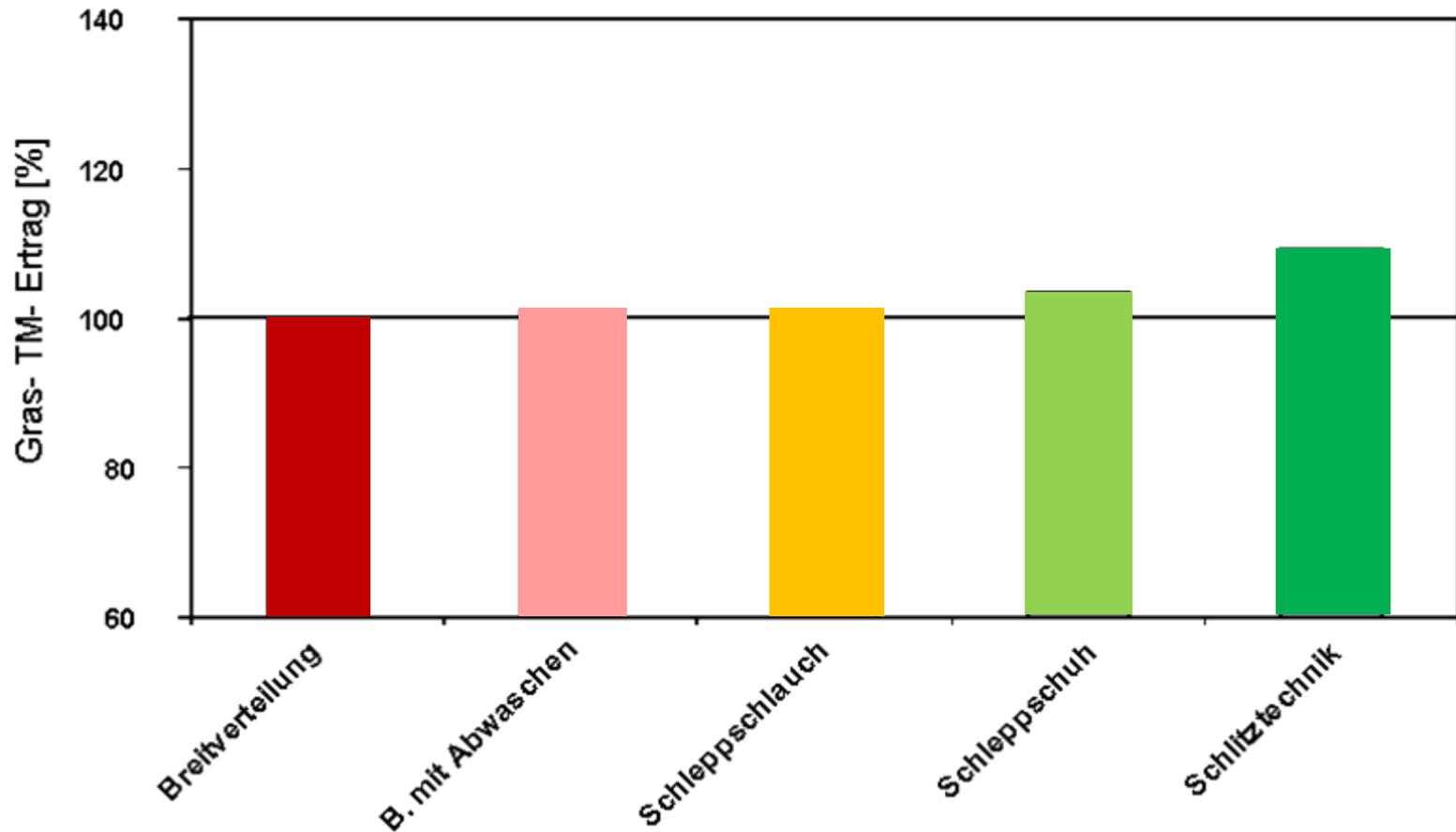
NH₃-Emissionen nach dem Ausbringen von Gülle zu verschiedenen Tageszeiten (Frick und Menzi, 1997)

NH₃-Freisetzung nach Ausbringung auf Grünland



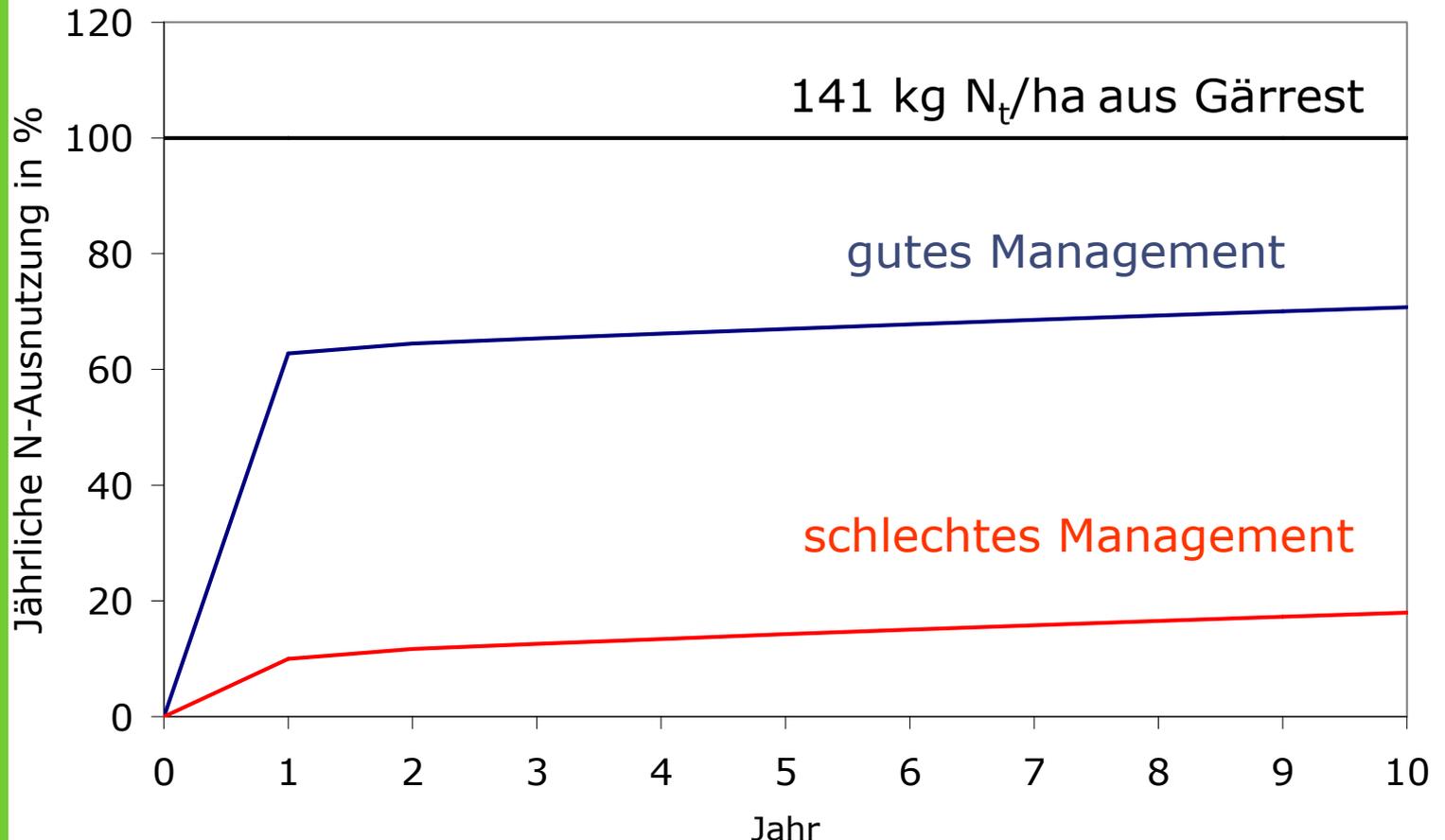
Trockenmasserträge (Grünland) beim Einsatz verschiedener Applikationstechniken auf Grünland bei trocken-warmer Witterung (B = Breitverteilung; Lorenz und Steffens, 1996)

NH₃-Freisetzung nach Ausbringung auf Grünland



Trockenmasserträge (Grünland; Hochmoor, 1.Schnitt) beim Einsatz verschiedener Applikationstechniken auf Grünland bei feucht-kühler Witterung (B = Breitverteilung; Lorenz und Steffens, 1996)

Verlauf der mittelfristigen N-Ausnutzung nach einmaliger Gülle- / Gärrest-Applikation



Annahmen: jährliche Applikation von 93 kg N/ha NH₄-N + 48 kg N/ha org. geb. N mit 10 % Mineralisation im 1. Jahr, 5 % Mineralisation im 2. Jahr und 3 % Mineralisation ab dem 3. Jahr

rote Linie: 90 % NH₃-Verlust bei Ausbringung

blaue Linie: 10 % NH₃-Verlust bei Ausbringung

(nach Döhler 1996)

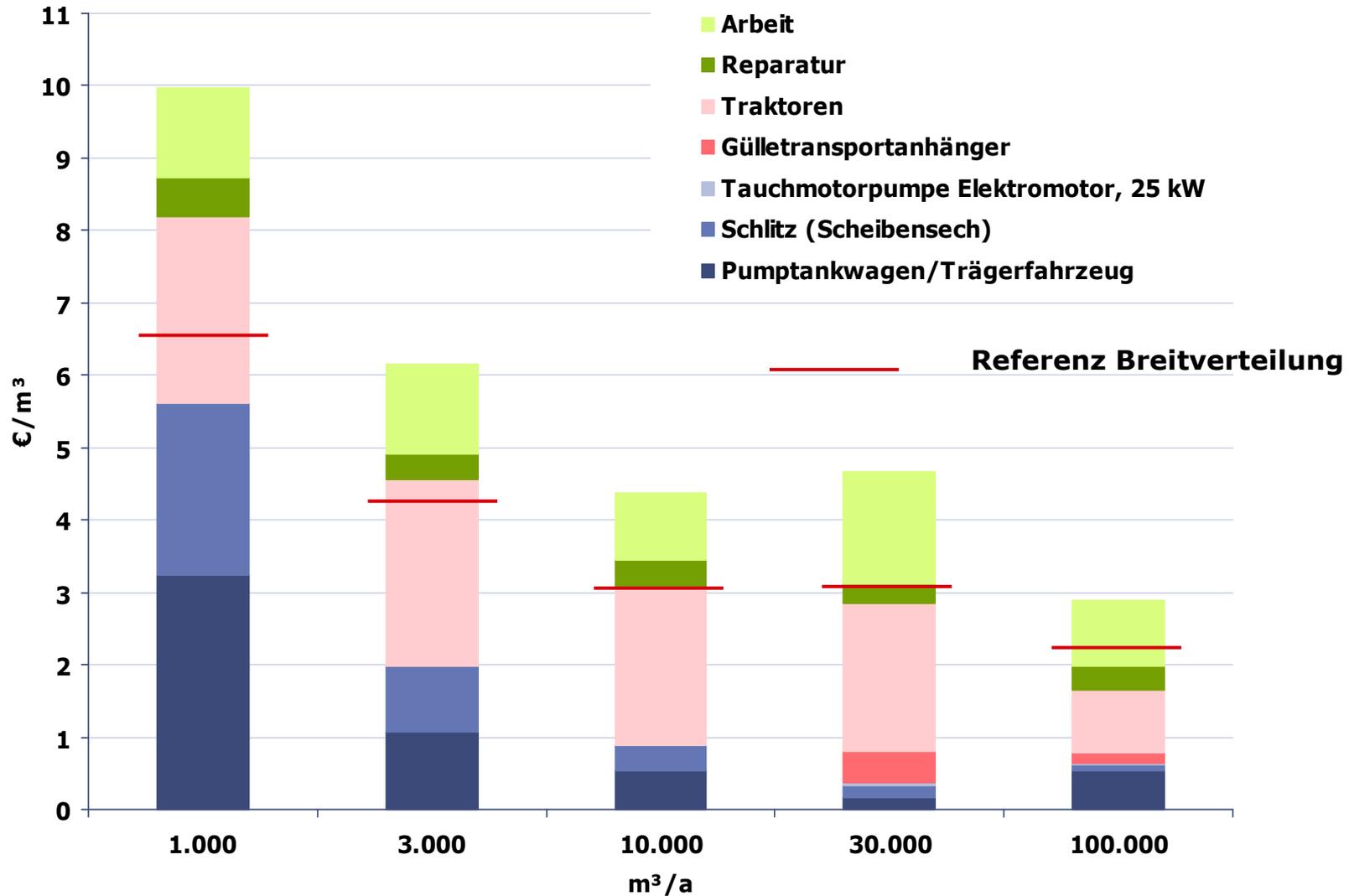
Was erwartet Sie?

- Einleitung und Rückblick
- Aktuelle Emissionssituation Ammoniak Deutschland
- Eigenschaften von Wirtschaftsdüngern
- Grundlagen Ammoniak-Emissionen und Einflussfaktoren
- Emissionen von Gärresten aus Biogasanlagen
- Emissionen von Festmist und Geflügelkot
- Möglichkeiten zur Emissionsminderung
 - nach oben oder nach unten abstrahlen ?
 - Ausbringungstechnik
 - Vorbehandlung
 - Organisation
- **Kosten der Emissionsminderung**
- Ökologische Aspekte
- Zusammenfassung

Berechnete Verfahren und jährliche Verfahrensleistung

Jährlich ausgebrachte Gülemenge [m³/a]	Verfahren	Technik-/Verfahrenskomponenten
1 000	kontinuierlich	traktorgezogener Pumptankwagen, 10 m ³
3 000	kontinuierlich	traktorgezogener Pumptankwagen, 10 m ³
10 000	kontinuierlich	traktorgezogener Pumptankwagen, 15 m ³
30 000	geteilt	Transport: traktorgezogene Pumptankwagen, 21 m ³ Ausbringung: traktorgezogener Pumptankwagen, 10m ³
100 000	geteilt	Transport: traktorgezogene Pumptankwagen, 21 m ³ Ausbringung: Selbstfahrer, 21 m ³

Kostenstruktur Ausbringung mit Schlitzgerät

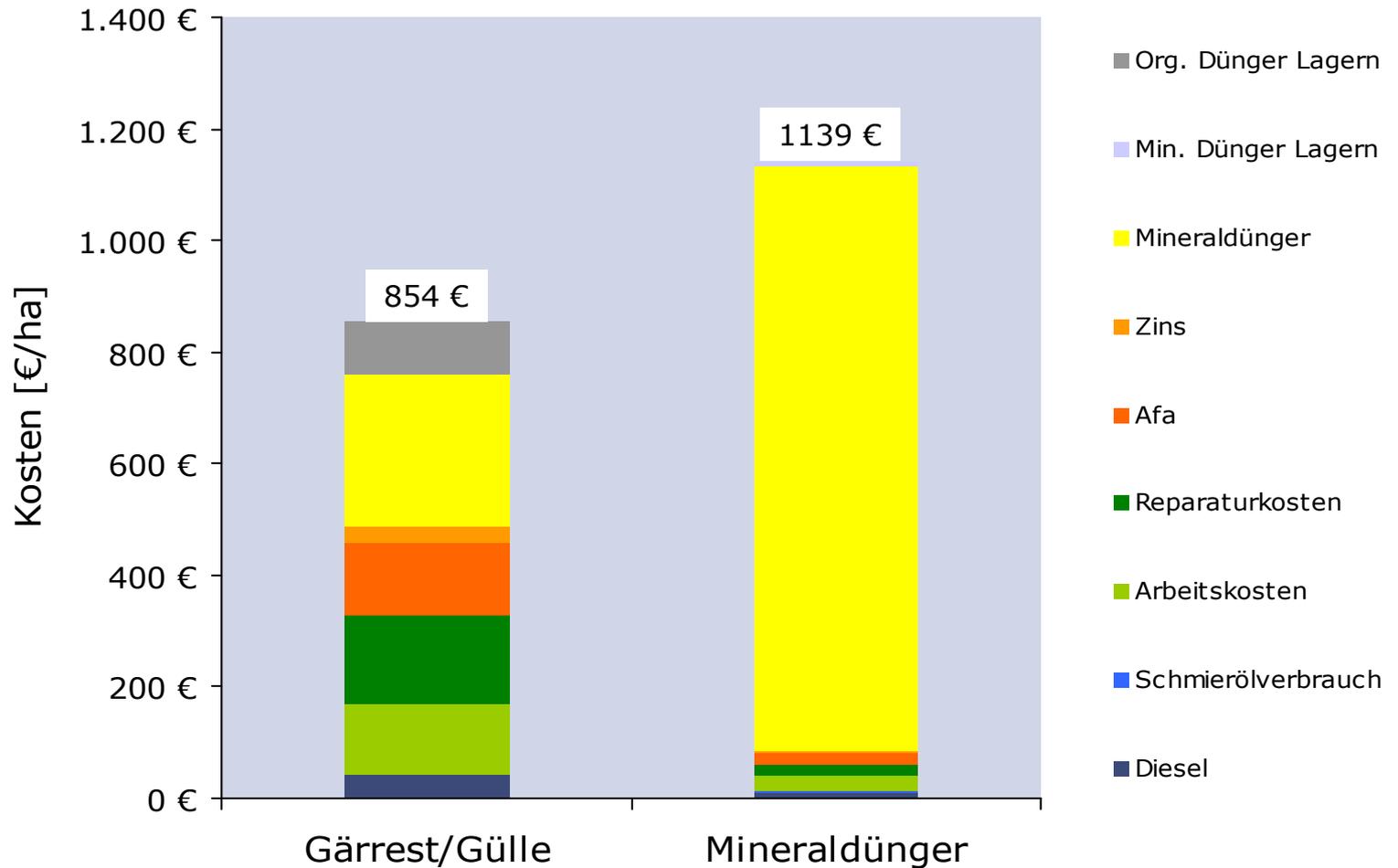


Brutto-Emissionsminderungskosten (€/kg NH₃)

0,6% N (FM); 67% NH₄-N; 25% Referenzverlust
ohne N-Gutschrift

	Minde- -rung %	Verfahren / Ausbringungsmenge [m ³ /a]					
		1 000	3 000		10 000	30 000	100000
		Verfahrensleistung [€/m ³]					
		niedrig	hoch	niedrig	niedrig		
Minderungskosten [€/kg]							
Schleppschlauch	30	5,9	2,1	2,1	0,9	0,3	0,2
Schleppschuh	50	5,0	2,3	2,6	1,8	1,5	-
Schlitz (Scheiben)	60	4,6	2,3	2,5	1,8	2,0	0,5
Grubber	90	3,4	2,3	2,9	1,8	1,9	0,5
Einarbeitung innerh. 1h	90	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Einarbeitung innerh. 4 h	70	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Verdünnung 1:1	50	7,4	4,7	7,4	5,7	4,5	3,1

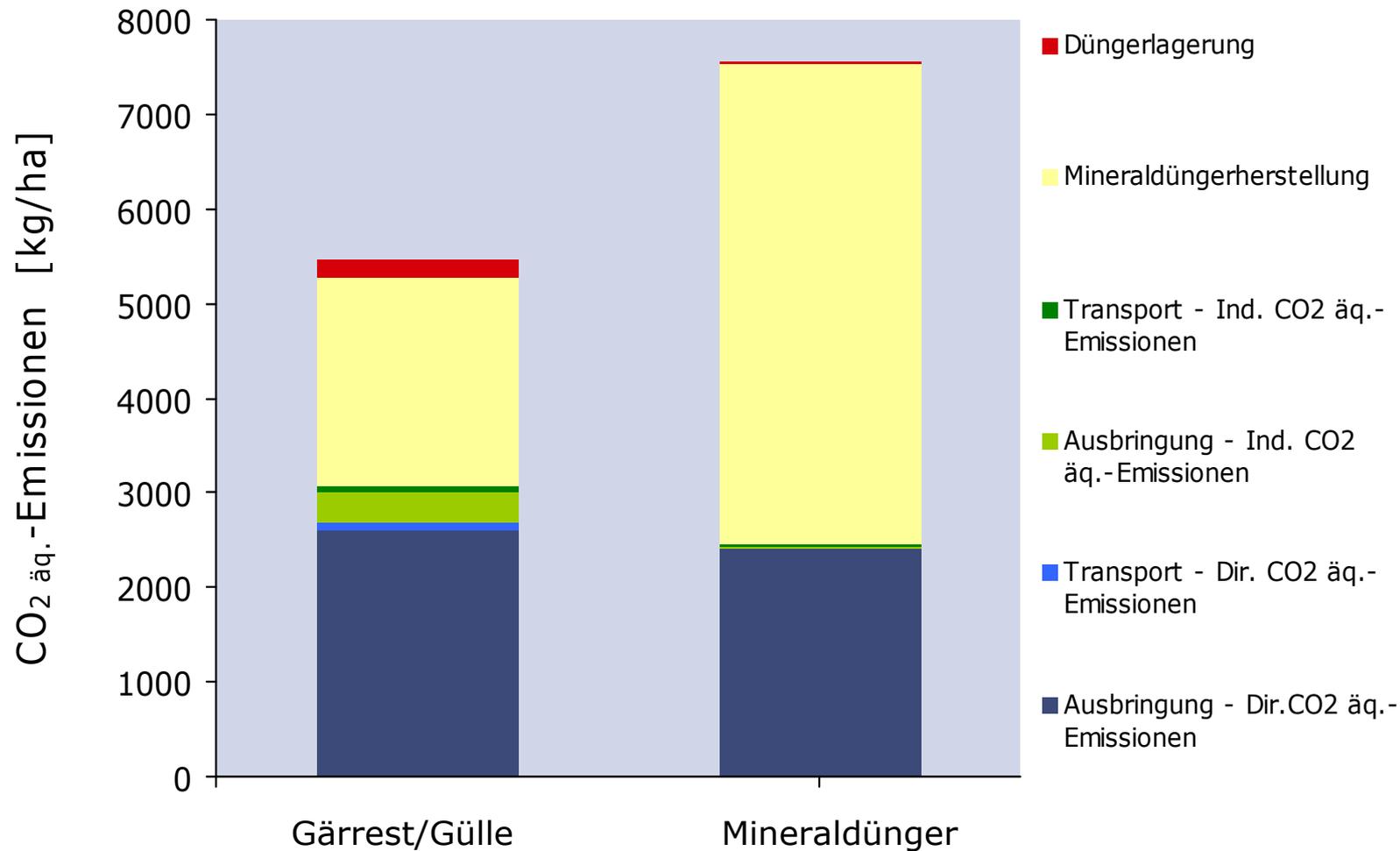
Kosten einer Gärrest-Düngungsstrategie im Vergleich (4-gliedrige Fruchtfolge)



Was erwartet Sie?

- Einleitung und Rückblick
- Aktuelle Emissionssituation Ammoniak Deutschland
- Eigenschaften von Wirtschaftsdüngern
- Grundlagen Ammoniak-Emissionen und Einflussfaktoren
- Emissionen von Gärresten aus Biogasanlagen
- Emissionen von Festmist und Geflügelkot
- Möglichkeiten zur Emissionsminderung
 - nach oben oder nach unten abstrahlen ?
 - Ausbringungstechnik
 - Vorbehandlung
 - Organisation
- Kosten der Emissionsminderung
- **Ökologische Aspekte**
- Zusammenfassung

CO₂ äq.-Emissionen einer Gülle-/Gärrest-Düngungsstrategie im Vergleich (4 gliedrige Fruchtfolge)



Zusammenfassung und Ausblick

- Die Einflussfaktoren auf die NH_3 -Emission sind sehr gut bekannt; eine genaue Vorhersage der Höhe der NH_3 -Verluste ist allerdings schwierig
- Das Emissionsverhalten von GülLEN, BiogasgülLEN und Gärresten unterscheidet sich im Grundsatz nicht.
- Festmiste, Komposte und Klärschlämme weisen vergleichsweise geringe absolute Emissionen auf, Hühnerkot und Hühnermiste haben dagegen hohes E-Potenzial
- Die zuverlässigste Maßnahme zur Emissionsminderung ist immer noch die direkte Einarbeitung von organischen Düngern.
- Techniken zur Einbringung in wachsende Bestände (Acker; Grünland) werden immer besser, sind nicht immer zuverlässig und haben sich immer noch nicht durchgesetzt.
- Die (zusätzlichen) Emissionsminderungskosten sind bei vernünftiger Auslastung der Technik gering bzw. kostenneutral
- Zusätze zu Wirtschaftsdünger (ausgenommen Ansäuerung) zeigen nur bedingt NH_3 -Verlust-Minderungspotenziale.

Ammoniakverluste bei der Wirtschaftsdünger- ausbringung und Wege zu deren Reduzierung

Helmut Döhler

An aerial photograph showing a green and white tractor pulling a large fertilizer spreader over a field. The spreader is in the process of applying fertilizer to the soil, creating a pattern of dark lines in the field. The tractor has 'Fendt' written on its side. The spreader has 'VECO' written on its tank. The field is a mix of brown soil and green grass.

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit !**

**Düngungstagung
»Effizienter und umweltgerechter Nährstoffeinsatz«**

Ammoniakverluste bei der Wirtschaftsdüngerausbringung und Wege zu deren Reduzierung

Helmut Döhler, Robert Vandr  und Dieter Horlacher, KTBL

An aerial photograph showing a green tractor pulling a large fertilizer spreader over a field. The tractor is moving from the bottom left towards the top right. The spreader is a long, narrow machine with multiple rows of nozzles. The field is divided into rows of crops, and the tractor is currently in a row. The text 'Vielen Dank f r Ihre Aufmerksamkeit!' is overlaid in the center of the image.

**Vielen Dank f r Ihre
Aufmerksamkeit !**

**20. Th ringer D ngungs- und Pflanzenschutztagung
am 23.11.2011, Pfiffelbach**