

JenaBios GmbH

**Löbstedter Straße 80
07749 Jena**

**Dr. Thomas Werner
Hendrik Luck**

**Tel. (03641) / 3096 502
Fax. (03641) / 3096 550**

Email:
t.werner@jenabios.de
hendrik.luck@jenabios.de

Möglichkeiten zur Reduzierung von Ammoniakverlusten bei der Ausbringung von Gülle/Gärresten durch die Ansäuerung mit konzentrierter Schwefelsäure



JenaBios GmbH

**Löbstedter Straße 80
07749 Jena**

**Dr. Thomas Werner
Hendrik Luck**

Tel. (03641) / 3096 502
Fax. (03641) / 3096 550

Email:
t.werner@jenabios.de
hendrik.luck@jenabios.de

1. Ammoniakverluste unter unterschiedlichen Bedingungen und Ausbringverfahren
2. Verfahrensablauf der Gülleansäuerung
3. Versuchsergebnisse
4. Technische Umsetzung in der Praxis
5. Kosten - Nutzen
6. Zusammenfassung



EINFLUSSFAKTOREN AUF DIE HÖHE DER AMMONIAKVERLUSTE AUS GÜLLE IM FELD

JenaBios GmbH

Löbstedter Straße 80
07749 Jena

Dr. Thomas Werner
Hendrik Luck

Tel. (03641) / 3096 502
Fax. (03641) / 3096 550

Email:
t.werner@jenabios.de
hendrik.luck@jenabios.de

Die größte Gefahr für Ammoniakverluste besteht während und kurz nach der Ausbringung von Gülle

Wesentliche Einflußfaktoren sind:

Wind

Einstrahlung

Temperatur

Bodenoberfläche (Bodenfeuchte, Oberflächenrauigkeit, Infiltrationsvermögen, pH-Wert)

Ausbringungstechnik

Beschaffenheit der Gülle (TS-Gehalt, Viskosität, pH-Wert, NH_4 -Gehalt)

Ammoniakverluste verschiedener Ausbringverfahren im Windtunnel

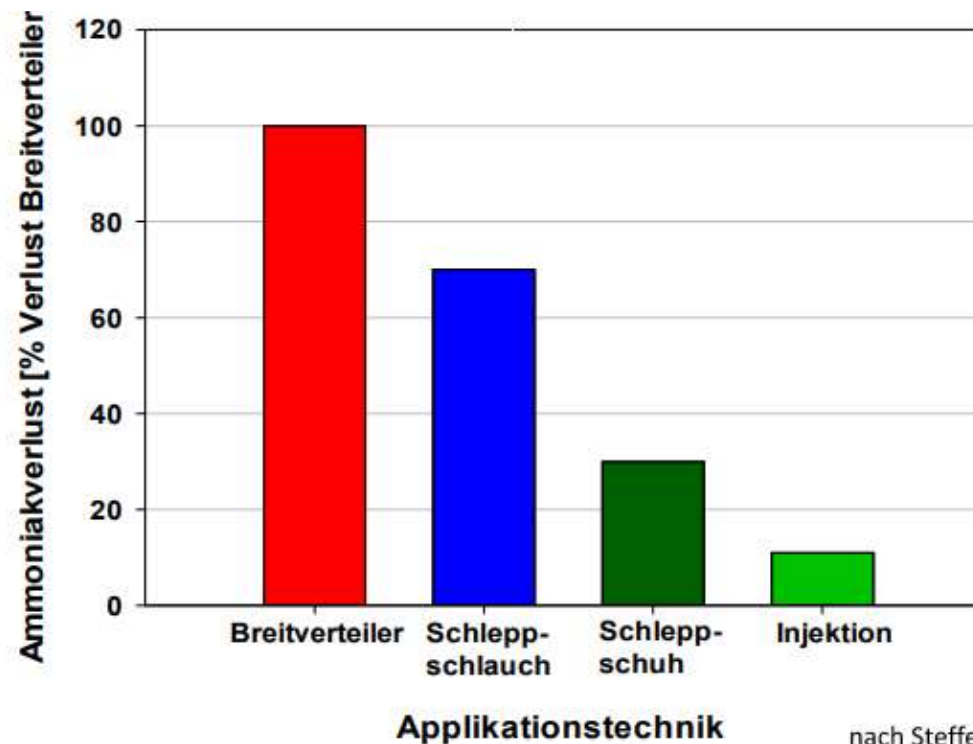
JenaBios GmbH

**Löbstedter Straße 80
07749 Jena**

**Dr. Thomas Werner
Hendrik Luck**

**Tel. (03641) / 3096 502
Fax. (03641) / 3096 550**

Email:
t.werner@jenabios.de
hendrik.luck@jenabios.de



nach Steffens und Lorenz 2011

Ammoniakverluste in Abhängigkeit von den Temperaturen bei der Ausbringung

JenaBios GmbH

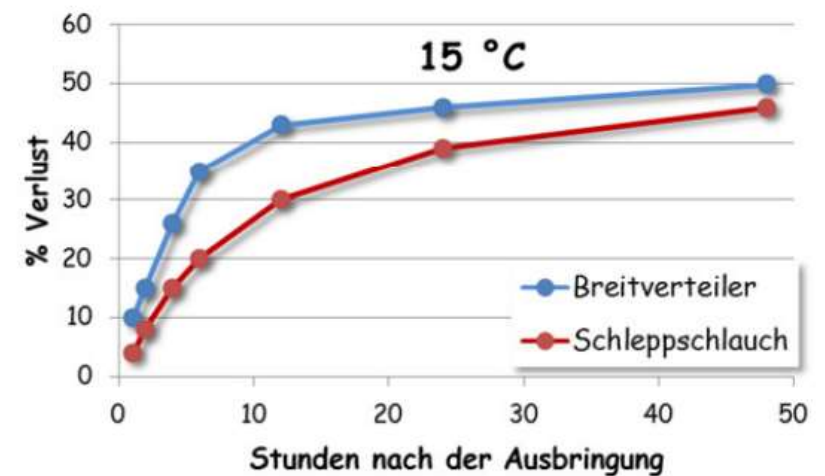
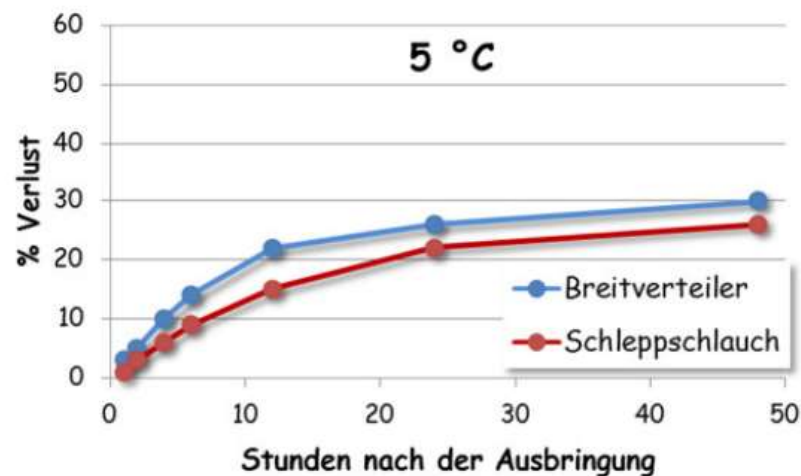
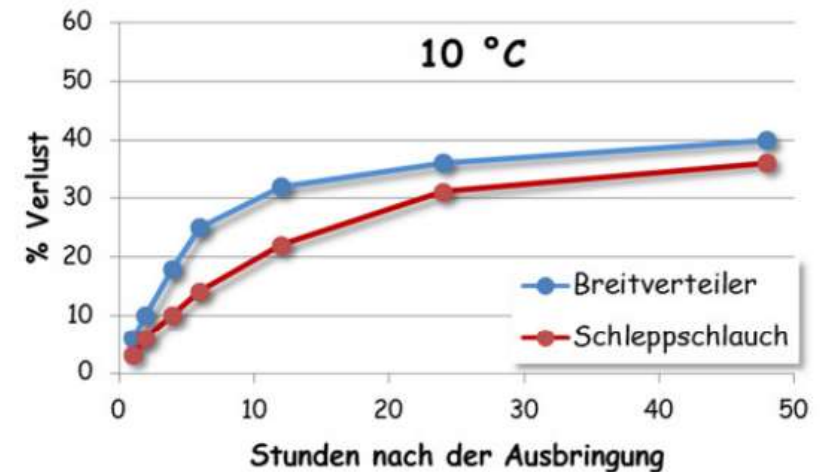
Löbstedter Straße 80
07749 Jena

Dr. Thomas Werner
Hendrik Luck

Tel. (03641) / 3096 502
Fax. (03641) / 3096 550

Email:
t.werner@jenabios.de
hendrik.luck@jenabios.de

Ammoniakverluste bei Gärresten
(% vom ausgebrachten $\text{NH}_4\text{-N}$)
bei unterschiedlichen Techniken
und Temperaturen (ohne Einarbeitung)
Quelle: Sedlmeier



JenaBios GmbH

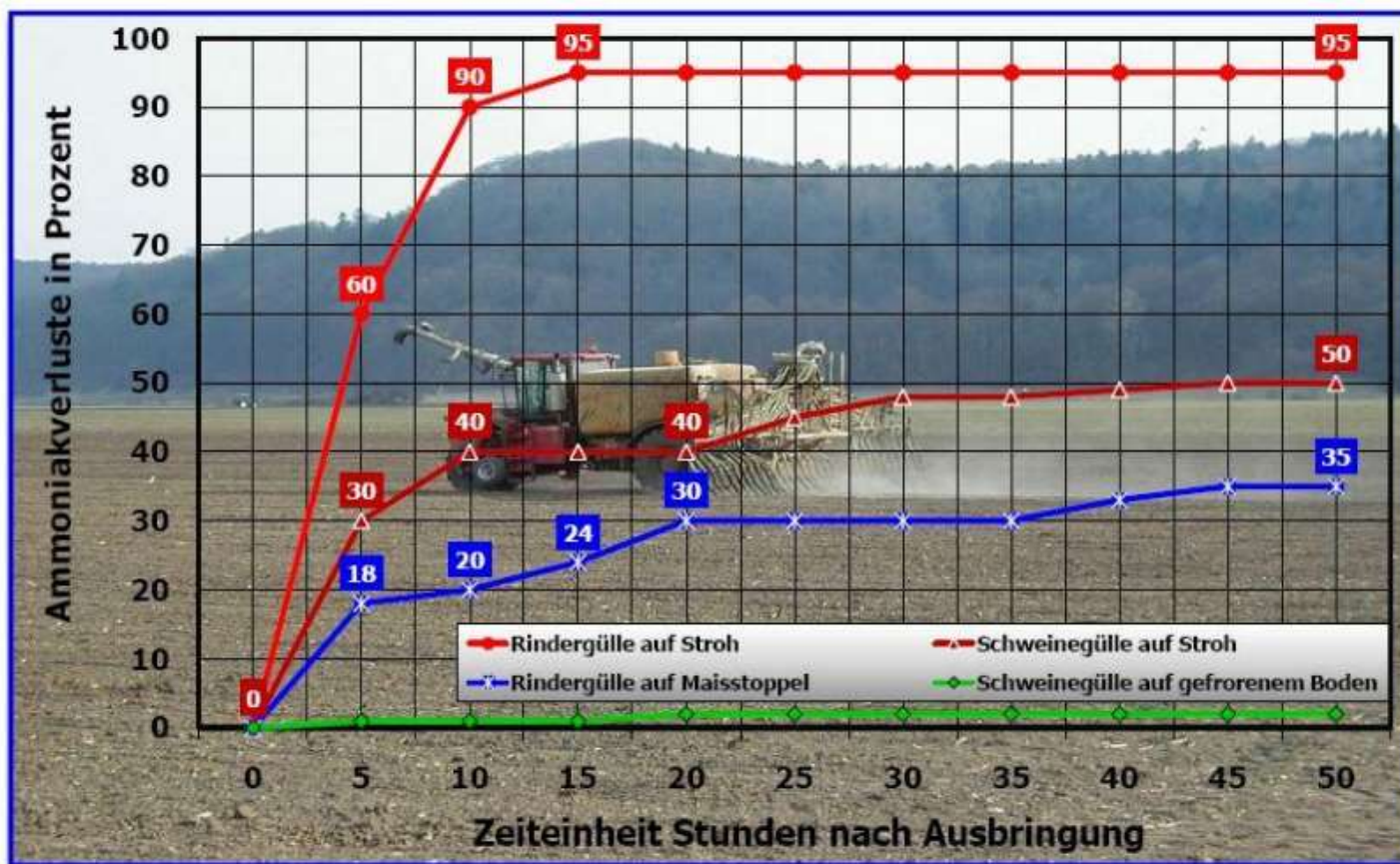
Löbstedter Straße 80
07749 Jena

Dr. Thomas Werner
Hendrik Luck

Tel. (03641) / 3096 502
Fax. (03641) / 3096 550

Email:
t.werner@jenabios.de
hendrik.luck@jenabios.de

Ammoniakverluste bei der Gülleausbringung (nach LfL Freising)



Amt für Landwirtschaft und Forsten Ingolstadt

1. Ammoniakverluste – Einfluss der Bodenstruktur

JenaBios GmbH

**Löbstedter Straße 80
07749 Jena**

**Dr. Thomas Werner
Hendrik Luck**

Tel. (03641) / 3096 502
Fax. (03641) / 3096 550

Email:
t.werner@jenabios.de
hendrik.luck@jenabios.de

NH₃-Verluste aus oberflächlich appliziertem Schweineflüssigmist auf verdichteten Boden (Döhler, 1990)

Flüssigmistart	Bodenstruktur	NH ₃ -Verluste (in % des applizierten NH ₄ -N) nach der Ausbringung	
		2 Tage	4 Tage
Rindergülle	gut strukturiert	44	48
	verdichtet	48	60
Schweinegülle	gut strukturiert	14	19
	verdichtet	22	32



JenaBios GmbH

**Löbstedter Straße 80
07749 Jena**

**Dr. Thomas Werner
Hendrik Luck**

Tel. (03641) / 3096 502
Fax. (03641) / 3096 550

Email:
t.werner@jenabios.de
hendrik.luck@jenabios.de

Zielkonflikt: Minderung NH_3 -Verflüchtigung und N_2O -Emission

- Effekt der Gülleinjektion vs. Breitverteilung -

Bodenart	Methode	Rate	N-Konz.	N_2O -N Verlust	NH_3 -N Verlust
		$[\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}]$	$[\text{kg m}^{-3}]$	$[\% \text{ ged. N}]$	$[\% \text{ ged. N}]$
Toniger Lehm	Injektion	30	1.7	6.16	10.7
	oberflächlich	30	1.7	1.96	71.8
Sandiger Lehm	Injektion	34	2.0	0.10	1.4
	oberflächlich	32	2.0	0.05	31.9

(Chadwick et al. 1999)

Ammoniakverluste in Abhängigkeit von der Dichte des Oberboden

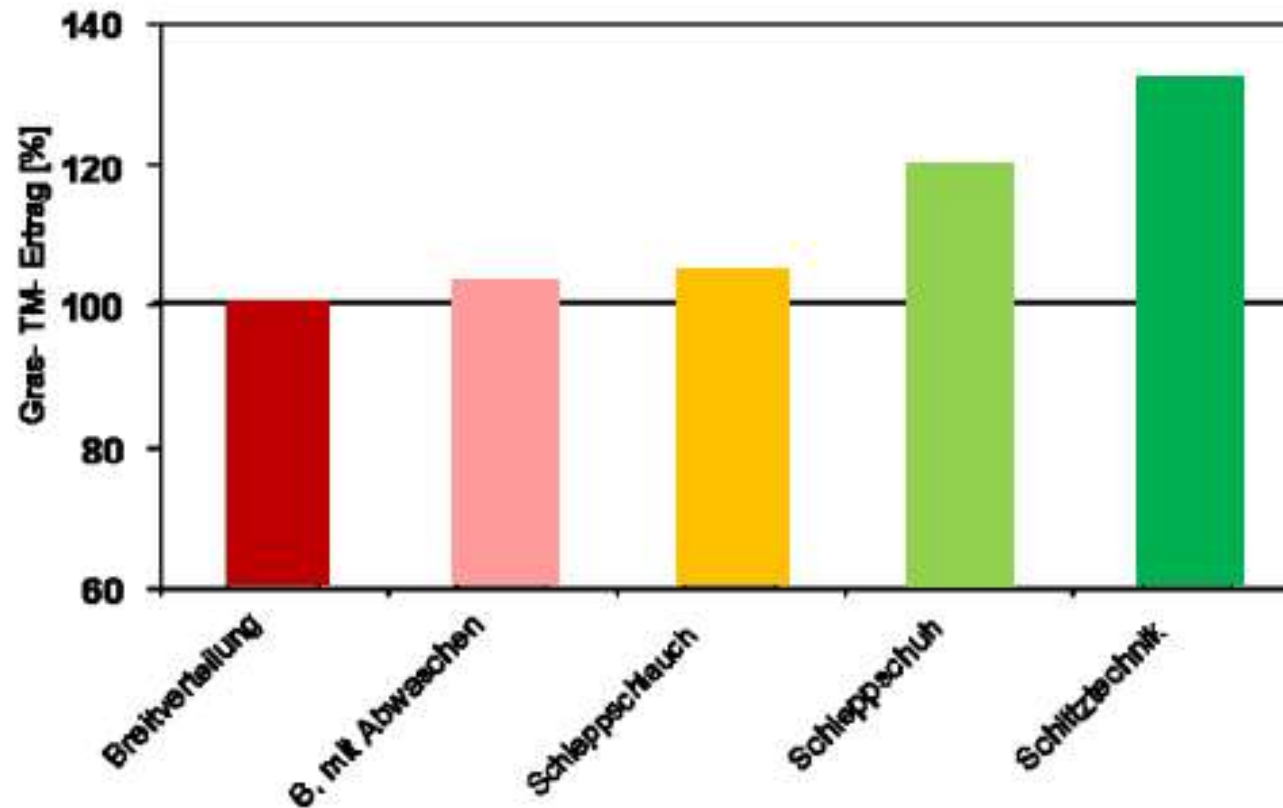
JenaBios GmbH

**Löbstedter Straße 80
07749 Jena**

**Dr. Thomas Werner
Hendrik Luck**

**Tel. (03641) / 3096 502
Fax. (03641) / 3096 550**

Email:
t.werner@jenabios.de
hendrik.luck@jenabios.de



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

JenaBios GmbH

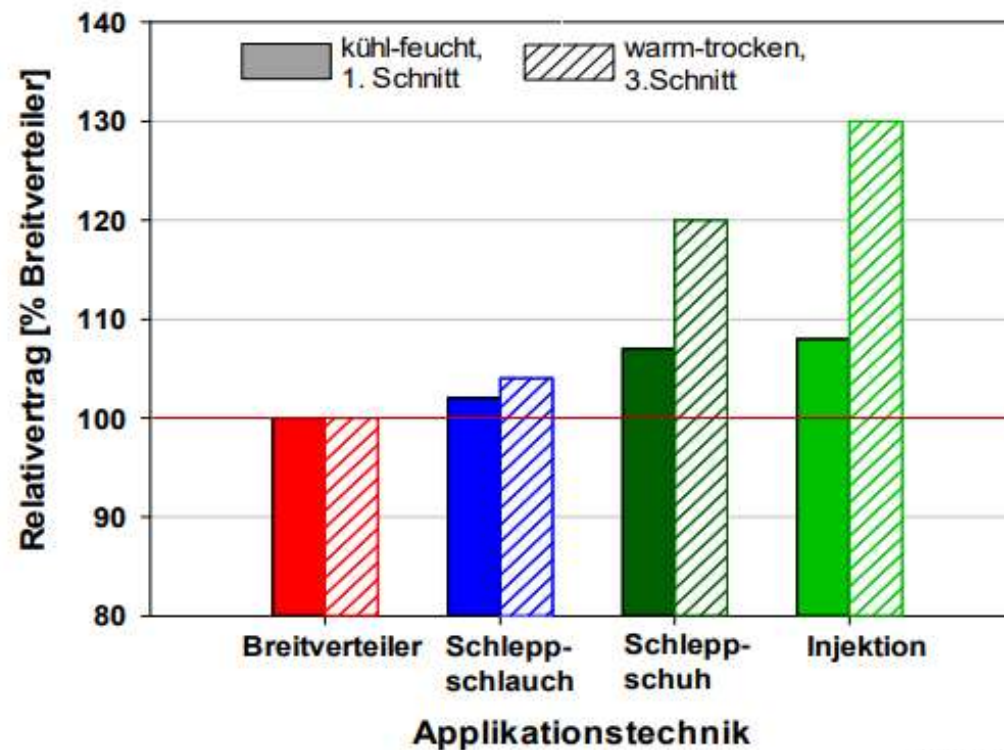
**Löbstedter Straße 80
07749 Jena**

**Dr. Thomas Werner
Hendrik Luck**

**Tel. (03641) / 3096 502
Fax. (03641) / 3096 550**

Email:
t.werner@jenabios.de
hendrik.luck@jenabios.de

Graserträge in Abhängigkeit von Applikationstechnik



nach Steffens und Lorenz 2011

JenaBios GmbH

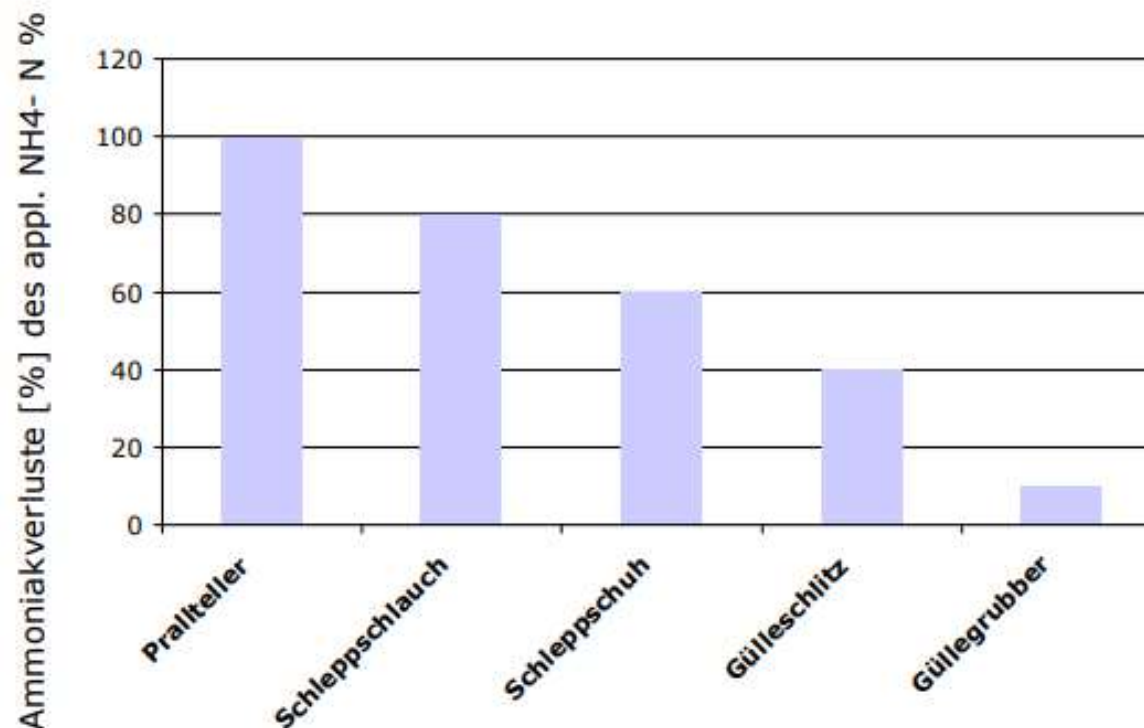
**Löbstedter Straße 80
07749 Jena**

**Dr. Thomas Werner
Hendrik Luck**

**Tel. (03641) / 3096 502
Fax. (03641) / 3096 550**

Email:
t.werner@jenabios.de
hendrik.luck@jenabios.de

Minderung der NH_3 -Verluste (in % d. appl. NH_4) nach der Ausbringung von Gülle und Gärresten (Referenz Prallteller)



(Döhler et al. 2002 / KTBL, 2009)

JenaBios GmbH

**Löbstedter Straße 80
07749 Jena**

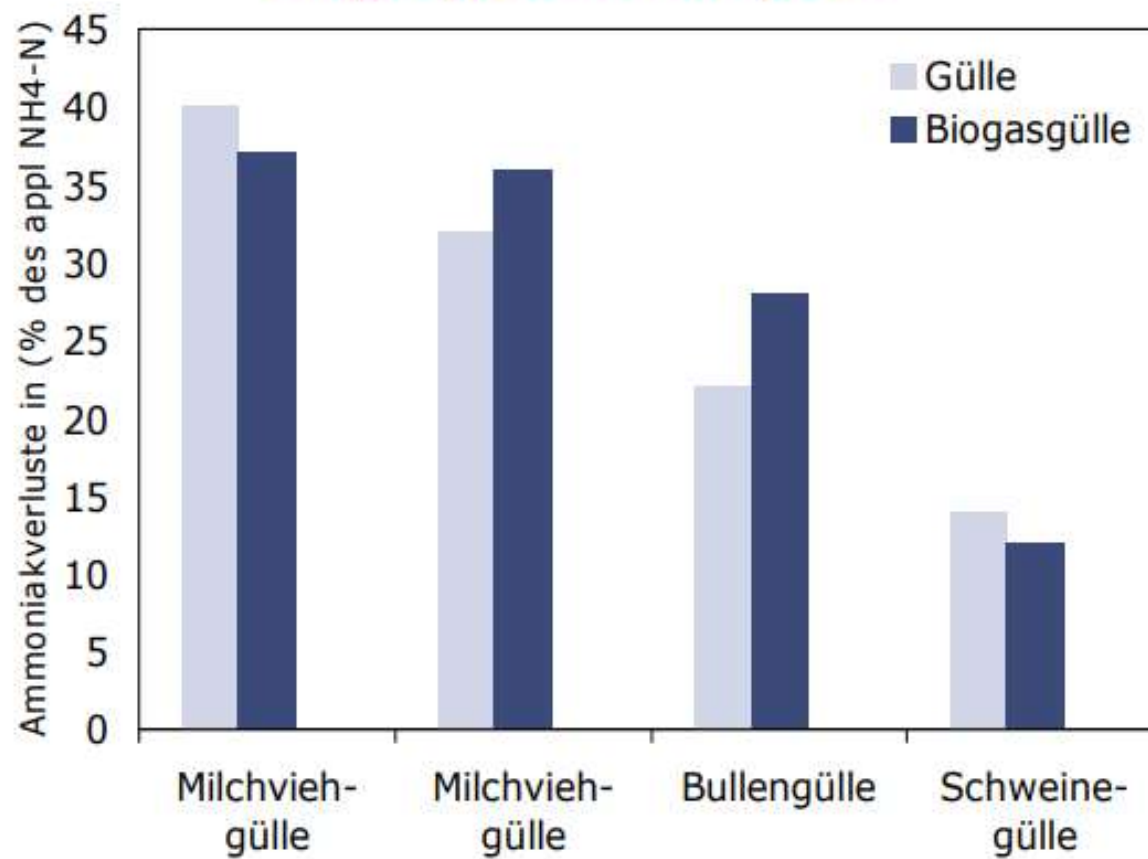
**Dr. Thomas Werner
Hendrik Luck**

Tel. (03641) / 3096 502
Fax. (03641) / 3096 550

Email:
t.werner@jenabios.de
hendrik.luck@jenabios.de



Ammoniakverluste von Rohgülle und Biogasgülle im Vergleich



(Döhler 1989, Messner 1988)

Wann sind die Ammoniakverluste in der Praxis besonders hoch?

JenaBios GmbH

**Löbstedter Straße 80
07749 Jena**

**Dr. Thomas Werner
Hendrik Luck**

**Tel. (03641) / 3096 502
Fax. (03641) / 3096 550**

Email:
t.werner@jenabios.de
hendrik.luck@jenabios.de

Die Ausbringverluste sind bei der Gülle-/Gärrestausbringung im wachsenden Pflanzenbestand besonders hoch, unter Bedingungen die unter anderer Betrachtungsweise optimal sind.

1. Trockenwarme/sonnige Witterung ab Ende März bis in den Frühherbst bei denen die Flächen erstmalig abtrocknen
2. Fester trockener Boden (sehr wichtig bei Ausbringtechniken mit Gesamtgewichten von 40-60 t)
3. Viele Ernterückstände der Vorfrucht liegen auf der Bodenoberfläche (extrem = Direktsaat / Feldgrasstoppen / Grünland)

Beim Zusammentreffen der Punkte 1-3 kommt es bei oberflächlicher Ausbringung (Schleppschlauch!) zu deutlich erhöhten Ammoniakverlusten!

1. Vor- und Nachteile verschiedener Ausbringtechniken

JenaBios GmbH

**Löbstedter Straße 80
07749 Jena**

**Dr. Thomas Werner
Hendrik Luck**

**Tel. (03641) / 3096 502
Fax. (03641) / 3096 550**

Email:
t.werner@jenabios.de
hendrik.luck@jenabios.de

Minimale Ammoniakverluste sind mit derzeitiger Gerätetechnik nur bei direkter Einarbeitung in den Boden möglich:

Ackerland

- > Schlitzgerät
- > Güllegrubber-/scheibenegge
- > Strip Till

Grünland -> nur Schlitztechnik möglich um die Gülle direkt in den Boden einzubringen

- Aber!**
- > geringe Arbeitsbreite
 - > hohe Überrollhäufigkeit
 - > gegenüber Schleppschlauch/-schuh geringere Flächenleistung

Gülleansäuerung mit konzentrierter Schwefelsäure (96% H₂SO₄) zur Verminderung von Ammoniakverlusten

JenaBios GmbH

**Löbstedter Straße 80
07749 Jena**

**Dr. Thomas Werner
Hendrik Luck**

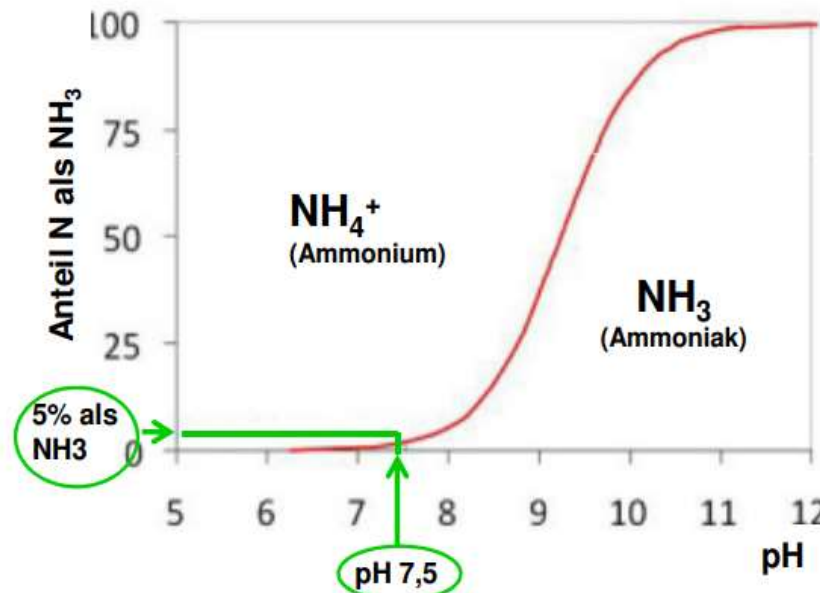
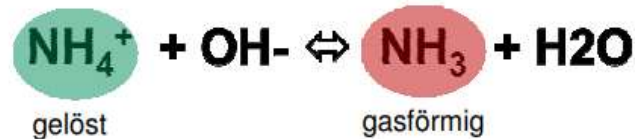
**Tel. (03641) / 3096 502
Fax. (03641) / 3096 550**

Email:
t.werner@jenabios.de
hendrik.luck@jenabios.de



Ammonium – Ammoniakanteile bei unterschiedlichen pH-Werten

Ammonium-Ammoniak-Gleichgewicht



Quelle: nach BioCover A/S

Typische pH-Werte

- Rindergülle 7,2 (6,8-7,8)
- Schweinegülle 7,1 (6,8-7,4)
- Gärrest (koform.) 7,6 (7,4-8,1)
- Gärrest (monoform.) 7,6 (7,4-7,9)

Quelle: Seidel, Pacholski et al. (2012)

Eine Reduzierung des pH-Wertes „hält“ Ammonium-N in der Ammonium-Form und führt zu geringeren Ammoniakanteilen in der Gülle/den Gärresten. Dies resultiert in einer Verminderung der Ammoniakverluste.

Optimal sind pH-Werte $\leq 6,5$

JenaBios GmbH

**Löbstedter Straße 80
07749 Jena**

**Dr. Thomas Werner
Hendrik Luck**

**Tel. (03641) / 3096 502
Fax. (03641) / 3096 550**

Email:
t.werner@jenabios.de
hendrik.luck@jenabios.de

Einfluss von Temperatur und pH-Wert auf die NH_4^+ -Dissoziation

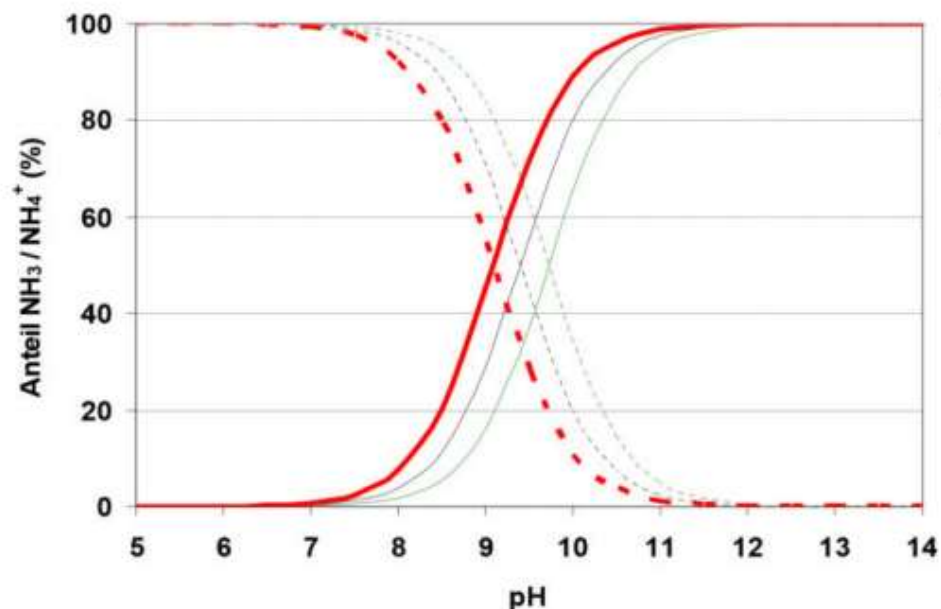
JenaBios GmbH

**Löbstedter Straße 80
07749 Jena**

**Dr. Thomas Werner
Hendrik Luck**

**Tel. (03641) / 3096 502
Fax. (03641) / 3096 550**

Email:
t.werner@jenabios.de
hendrik.luck@jenabios.de



- NH_3 -Verluste nach Ausbringung:
0 - > 50% [NH_4^+ -N]

- in Abhängigkeit von:
 - Gülleeigenschaften
 - Witterung
 - Applikationstechnik

berechnet nach Denmead
et al. (1982)

Je höher die Temperaturen zur Ausbringung desto früher findet die Dissoziation von Ammonium zu Ammoniak statt!

1. Schwefelsäurebedarf zur Ansäuerung von Gülle/Gärrest

JenaBios GmbH

**Löbstedter Straße 80
07749 Jena**

**Dr. Thomas Werner
Hendrik Luck**

**Tel. (03641) / 3096 502
Fax. (03641) / 3096 550**

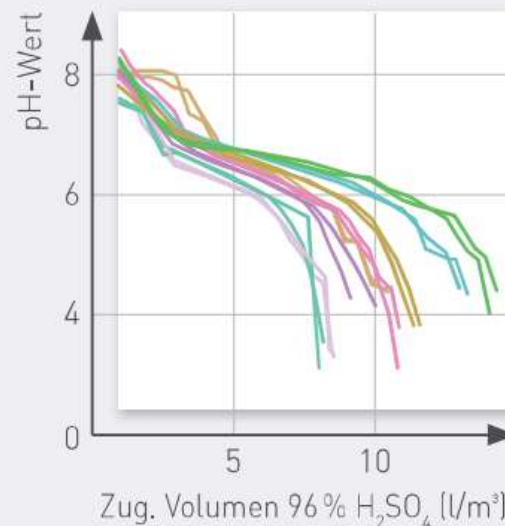
Email:
t.werner@jenabios.de
hendrik.luck@jenabios.de

Der Schwefelsäurebedarf ist bei jedem flüssigen organischen Dünger unterschiedlich, und schwankt in Abhängigkeit von pH-Wert und Puffervermögen der Ausgangsprodukte.

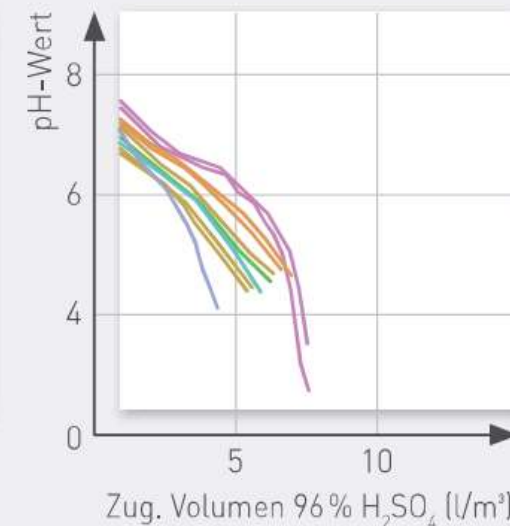
Der Ansäuerungsbedarf ist daher für jedes Produkt unterschiedlich.

Die benötigte Menge Schwefelsäure ist auch davon abhängig, auf welchen pH-Wert das Produkt angesäuert werden soll.

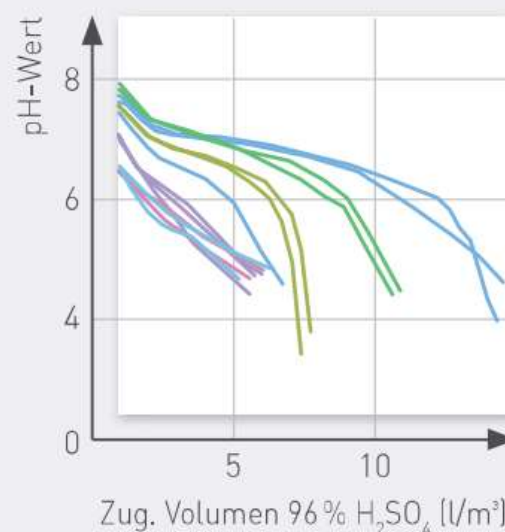
Gärreste



Rindergülle



Mastschweinegülle



Die Graphen zeigen, die große Variation zwischen unterschiedlichen Güllearten und Gärresten im Hinblick auf das Ansäuerungsverhalten

Mögliche Ammoniakverluste bei unterschiedlichen Ausbringverfahren für flüssige Gärreste / Gülle

JenaBios GmbH

**Löbstedter Straße 80
07749 Jena**

**Dr. Thomas Werner
Hendrik Luck**

Tel. (03641) / 3096 502
Fax. (03641) / 3096 550

Email:
t.werner@jenabios.de
hendrik.luck@jenabios.de

	NH ₃ -N-Verluste in [% des ausgebrachten NH ₄ -N]	NH ₃ -N-Verluste in [kg/ha N*]
oberflächige Ausbringung		
Prallteller**	50 - 100	38 - 63
Schleppschlauch	40 - 80	25 - 50
Schleppschuh	20 - 60	13 - 38
Schlitztechnik	10 - 40	6 - 25
Ansäuerung	< 10	< 6
Einarbeitung bei der Ausbringung		
Güllegrubber	20 - 40	13 - 25
Gülle-Strip-Till	< 10%	< 6
*bei 25 m ³ /ha Ausbringungsmenge, 4 kg/m ³ N-Gehalt, 62,5% NH ₄ -N (mittlere Tabellenwerte für Gärrest)		
**nach oben gerichtete Prallteller sind nicht mehr zulässig		

Quelle: „Verminderung von Ammoniak-Emmissionen durch pH-Wert-Regulierung - Die Dänen machen es uns vor“ (I. Bull, 2016)

Übersicht 5: Kornerträge im Winterweizen in Abhängigkeit von der Düngerquelle: Gärrest, Gärreste mit Schwefelsäure (H_2SO_4) und Kalkammonsalpeter (KAS) bei einer Ammonium-N-Aufwandmenge in Höhe von 100 kg N/ha/Jahr

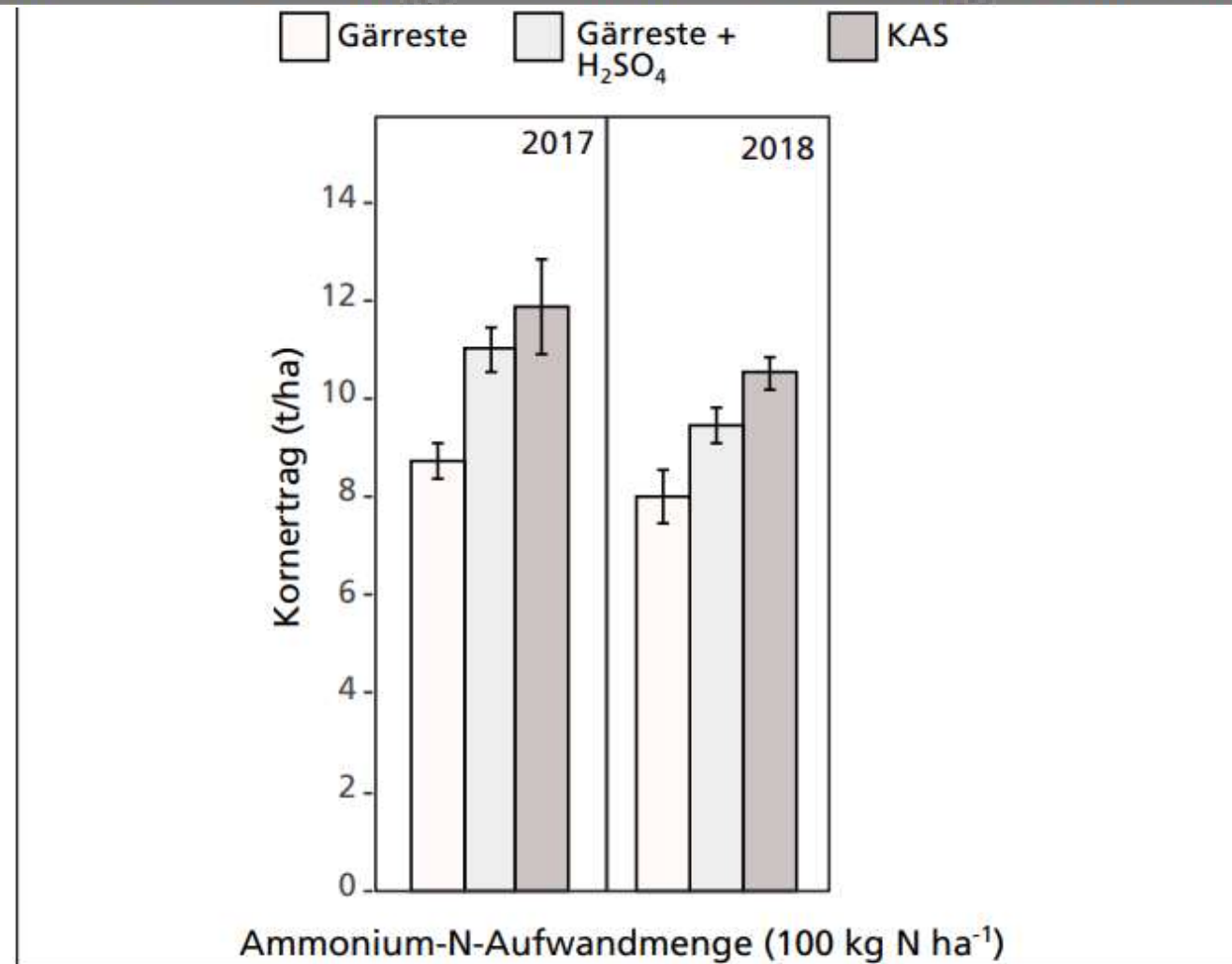
JenaBios GmbH

**Löbstedter Straße 80
07749 Jena**

**Dr. Thomas Werner
Hendrik Luck**

Tel. (03641) / 3096 502
Fax. (03641) / 3096 550

Email:
t.werner@jenabios.de
hendrik.luck@jenabios.de



Die Feldversuche erfolgten im Östlichen Hügelland Schleswig-Holsteins in den Jahren 2017 und 2018.

Quelle: Bauernblatt Schleswig Holstein (Ausgabe: 14.12.2019)

Feldversuch Ausbringtechnik

Frühjahrsgabe von GR im Weizen

Ausbring- verfahren	Ansäuerung (pH 6)
Schlepp	ohne (= Standard)
	mit
Schlitz	ohne
	mit
Kontrolle	

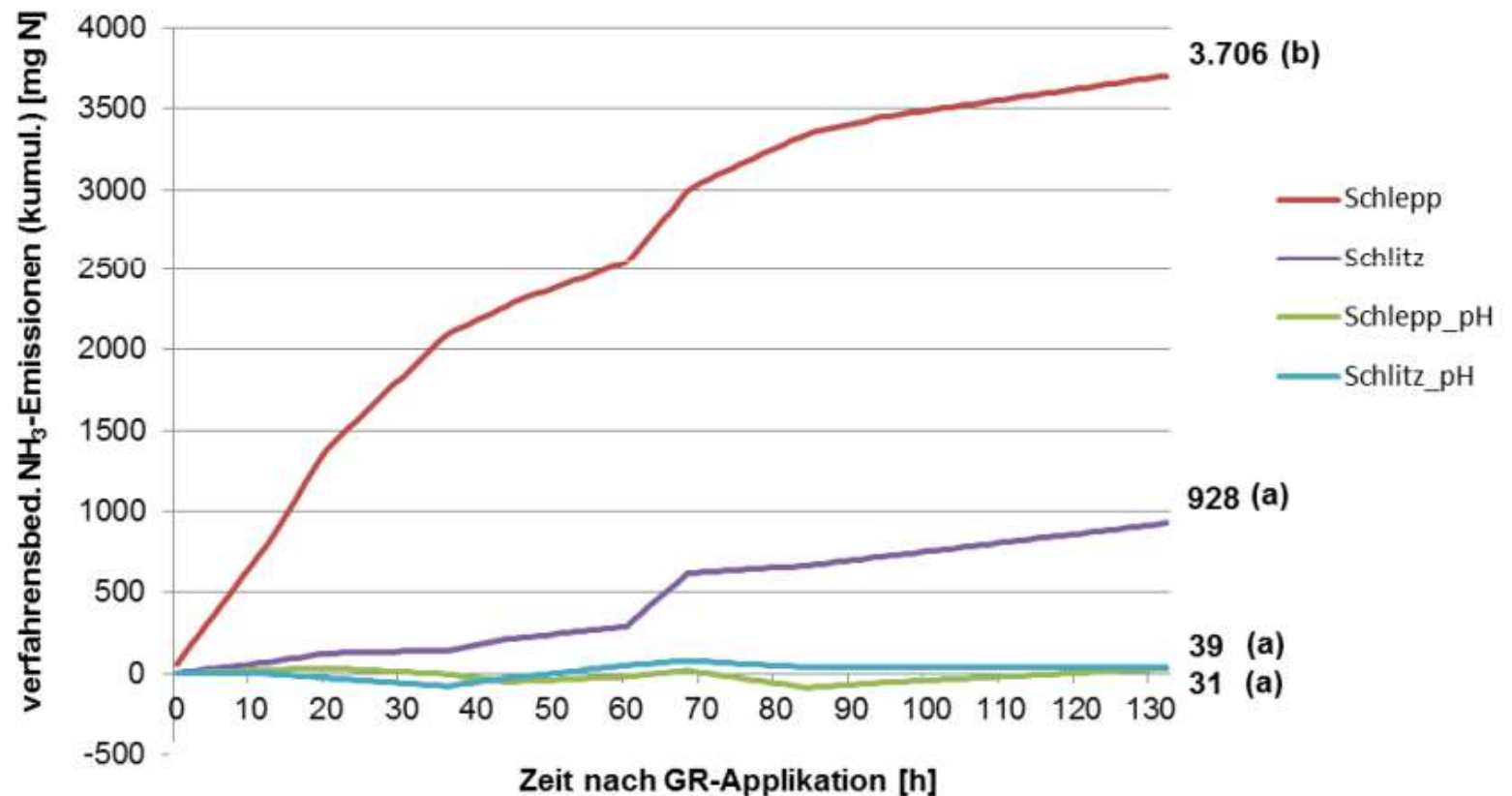
GR zu Vegetationsbeginn (70 kg/ha $\text{NH}_4\text{-N}$)
2.+3. Gabe einheitlich mineralisch
pH GR vor Ansäuerung: 7,5-7,6



Ammoniak-Emissionsmessung

Feldversuch Ausbringtechnik

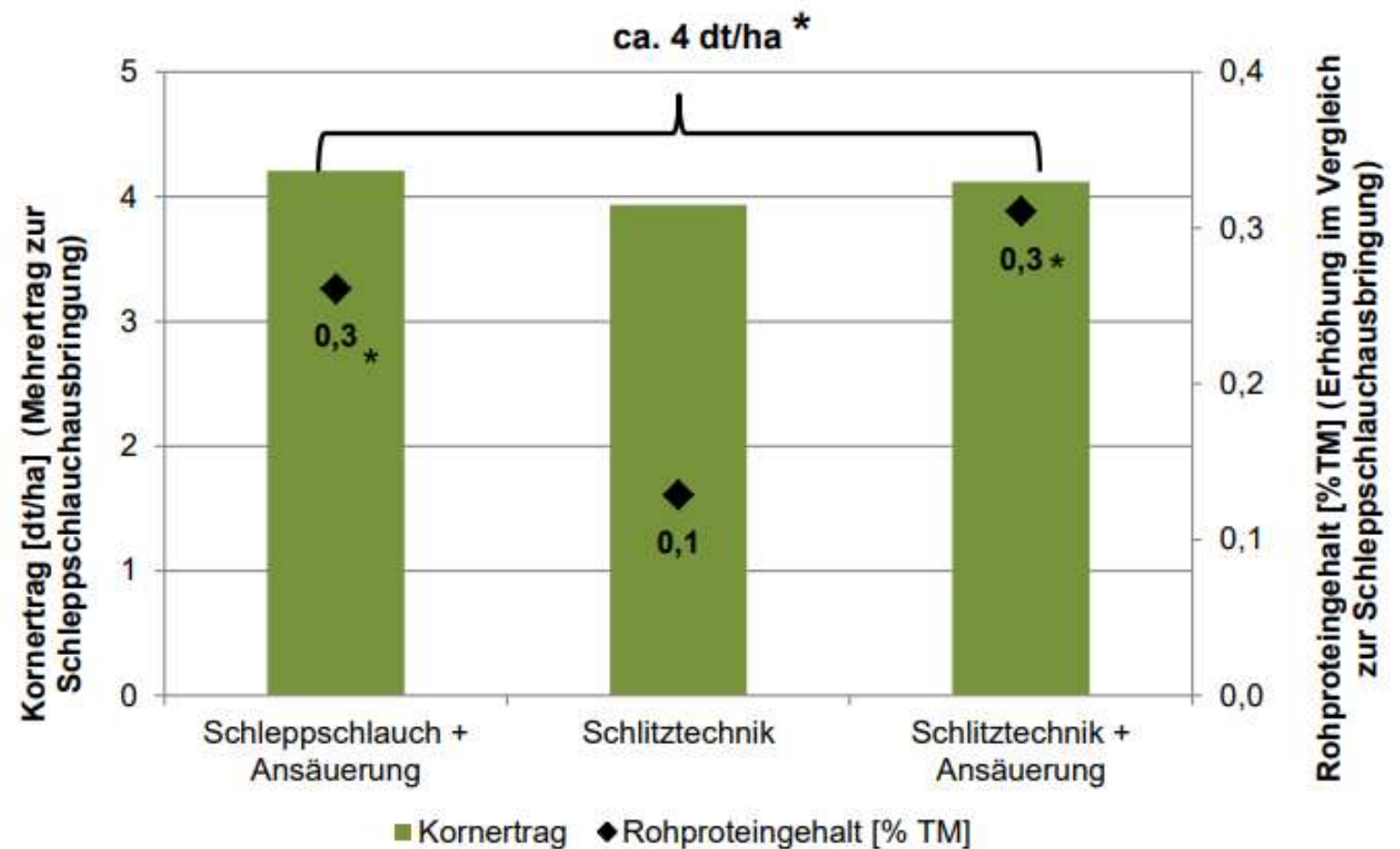
**Verfahrensbedingte NH_3 -Emissionen
in Abhängigkeit von der Applikationstechnik**
Gülzow, MW 2013-14 (Werte bereinigt um Kontrolle)



Feldversuch Ausbringtechnik



Landesforschungsanstalt für
Landwirtschaft und Fischerei



* = signifikanter Unterschied, GD (Kornertrag) = 1,8 dt/ha, GD (Rohprotein) = 0,3 %

Unter welchen Bedingungen sind die höchsten Effekte im Praktischen Einsatz bei der Düngung mit Gülle und Gärresten zu erwarten?

JenaBios GmbH

**Löbstedter Straße 80
07749 Jena**

**Dr. Thomas Werner
Hendrik Luck**

Tel. (03641) / 3096 502
Fax. (03641) / 3096 550

Email:
t.werner@jenabios.de
hendrik.luck@jenabios.de

1. Ausbringung im 2. N-Gabe im Getreide im späteren Frühjahr (April) bei trockenen Bodenbedingungen
2. Ausbringung von Gülle / Gärresten zu Silo- und Körnermais im Bestand im Frühsommer bei hohen Temperaturen ($> 20^{\circ}\text{C}$)
3. Ausbringung im August/September zu Winterraps und Zwischenfrüchten in den Bestand, wenn aufgrund der Bodenbedingungen die Einarbeitung vor der Saat nicht möglich ist (hohe Bodentemperaturen und ggf. Auflage von Ernteresten)

Wie funktioniert das Gülleansäuierung in der praktischen Ausbringung?

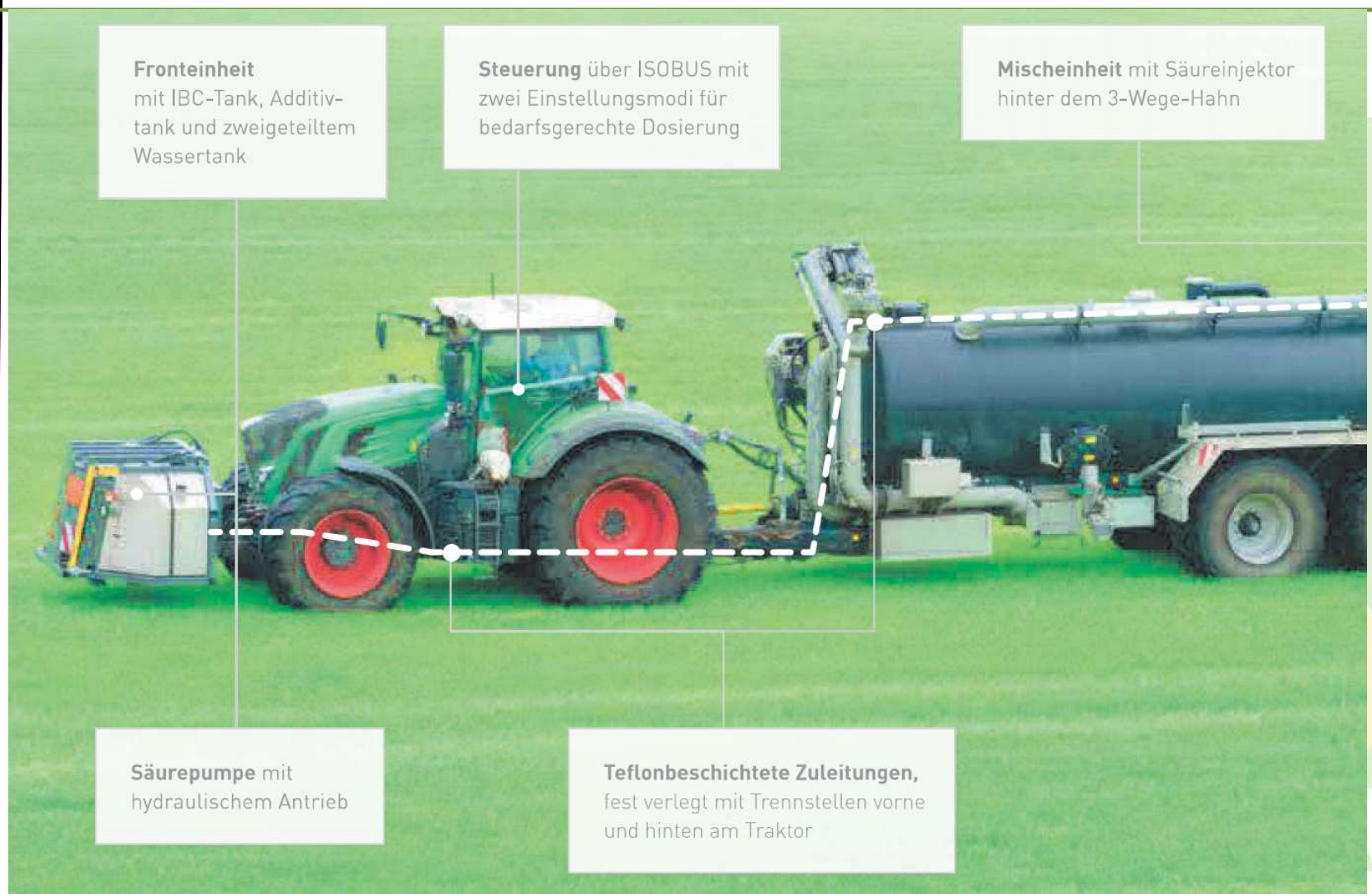
JenaBios GmbH

**Löbstedter Straße 80
07749 Jena**

**Dr. Thomas Werner
Hendrik Luck**

**Tel. (03641) / 3096 502
Fax. (03641) / 3096 550**

Email:
t.werner@jenabios.de
hendrik.luck@jenabios.de



Quelle: Firmenprospekt (Vogelsang GmbH & Co KG)

Verfahrenskosten für die Gülleansäuerung

Zusätzliche Verfahrenskosten

Ansäuerungsmenge	25000 m ³ /Jahr			
AfA Technik	100.000,00 €	10 Jahre	10.000,00 €	0,40 €
Zins	100.000,00 €	2%	2.000,00 €	0,08 €
Reperaturkosten	0,07 €/m ³		1.750,00 €	0,07 €
Summe Technik			13.750,00 €	0,55 € €/m³
Schwefelsäure	4,0 l/m ³	0,35 €/l	1,40 € €/m ³	
Summe Verfahrenskosten				1,95 € €/m³

Einsparung Mineraldünger durch verbesserte N-Effizienz

TS	Gesamt-N (kg N/hm ³)	NH ₄ -N (kg N/m ³)	NH ₄ -Anteil
9,4%	4,1	2,1	51%

				Ausbringmenge (m ³ /ha)							
				1	10	15	20	25	30	40	
Ausgebrachte Menge NH ₄ -N (kg N/ha)				2,1	21	31,5	42	52,5	63	84	kg N/ha
Ausbringverluste Schleppschlauch	50%		1,05 kg N/m ³	1,05	10,5	15,75	21	26,25	31,5	42	kg N/ha
Verbrauch Schwefelsäure (l/ha) bei			4,0 l/m ³	4	40	60	80	100	120	160	l/ha
Ausbringverluste Schleppschlauch angesäuert	5%		0,105 kg N/m ³	0,105	1,05	1,575	2,1	2,625	3,15	4,2	kg N/ha
eingesparte Ausbringverluste	45%		0,945 kg N/m ³	0,95 €	9,45 €	14,18 €	18,90 €	23,63 €	28,35 €	37,80 €	€/ha
eingesparte Mineralische N-Kosten (€/ha) bei			1,50 €/kg N	1,42 €	14,18 €	21,26 €	28,35 €	35,44 €	42,53 €	56,70 €	€/ha
eingesparte mineralische S-Kosten (€/ha) bei		0,58 kg S/l	0,53 €/kg S	1,23 €	12,30 €	18,44 €	24,59 €	30,74 €	36,89 €	49,18 €	€/ha
eingesparte Kosten Mineraldüngung (€/ha)				2,65 €	26,47 €	39,71 €	52,94 €	66,18 €	79,41 €	105,88 €	€/ha
Verfahrenskosten Ansäuerung (€/ha) bei Ansäuerungskosten von			1,95 €/m ³	1,95 €	19,50 €	29,25 €	39,00 €	48,75 €	58,50 €	78,00 €	€/ha
Gewinn / Verlust durch Ansäuerung			€/ha	0,70 €	6,97 €	10,46 €	13,94 €	17,43 €	20,91 €	27,88 €	€/ha

Was muss man sonst noch wissen?

JenaBios GmbH

**Löbstedter Straße 80
07749 Jena**

**Dr. Thomas Werner
Hendrik Luck**

**Tel. (03641) / 3096 502
Fax. (03641) / 3096 550**

Email:
t.werner@jenabios.de
hendrik.luck@jenabios.de

1. Je Liter Schwefelsäure werden 0,58 kg Schwefel in Sulfat Form ausgebracht, die auf den Schwefelbedarf der Kulturen angerechnet werden können.
2. Konzentrierte Schwefelsäure gilt als **Gefahrgut** gemäß Gefahrgutverordnung, dementsprechend müssen entsprechende Vorkehrungen getroffen werden.
 - > **persönliche Schutzausrüstung**
 - > **ADR-Schein für alle Fahrer**
 - > **Doppelwandige IBC-Tanks für Transport zum Feld**
3. Ausbringung durch (einen?) Dienstleister in Thüringen voraus-sichtlich ab Frühjahr, spätestens Sommer 2022 möglich

JenaBios GmbH

**Löbstedter Straße 80
07749 Jena**

**Dr. Thomas Werner
Hendrik Luck**

**Tel. (03641) / 3096 502
Fax. (03641) / 3096 550**

Email:
t.werner@jenabios.de
hendrik.luck@jenabios.de

Bei der Ausbringung von Gülle/Gärresten entstehen Ammoniakverluste. Die Höhe dieser Verluste schwankt erheblich in Abhängigkeit der zur Verfügung stehenden Aus-/Einbringtechnik in den Bestand.

Erheblichen Einfluss auf die Verluste haben Witterung, Bodenbedingungen und Pflanzenbewuchs.

Die Ammoniakverluste können mit Schleppschlauch unter ungünstigen Bedingungen (sonnig, warm, trockener Boden, hohe TS-Gehalte) in kürzer Zeit (!) **bis zu 80%** des in den Gärresten/Güllen enthaltenen Ammoniumstickstoffs betragen.

Eine hoch wirksame Möglichkeit zur Verringerung von Ammoniakverlusten ist die Ansäuerung mit konzentrierter Schwefelsäure.

Bei Zugabe entsprechender Schwefelsäure-Mengen kann der pH-Wert bis auf 5,5 abgesenkt werden. In einem derart sauren Milieu bleibt der Ammoniumstickstoff vollständig erhalten und steht der Pflanze als N-Quelle zur Verfügung.

JenaBios GmbH

Löbstedter Straße 80
07749 Jena

Dr. Thomas Werner
Hendrik Luck

Tel. (03641) / 3096 502
Fax. (03641) / 3096 550

Email:
t.werner@jenabios.de
hendrik.luck@jenabios.de

Die technische Umsetzung zur Einbringung der Schwefelsäure in den Schleppschlauch während der Ausbringung ist praxisreif.

Es entsteht ein finanzieller Mehraufwand für den Zukauf von Schwefelsäure sowie die Ausrüstung am Ausbringgerät.

Hinzu kommt ein logistischer Aufwand durch den Transport der Schwefelsäure in doppelwandigen IBC zum Feld. Dies kann nur durch Mitarbeiter mit Gefahrgut-Schulung sowie mit entsprechend ausgestatteten Fahrzeugen durchgeführt werden.

In Abhängigkeit von den Preisen für mineralischen Stickstoff sind deutliche Einsparungen bei den Stickstoffdüngungskosten möglich.

Für den einzelnen Landwirtschaftsbetrieb ist eine Eigen-Investition in entsprechende Technik nur bei sehr hohen Gülle / Gärrest-Mengen im Betrieb rentabel.

Erste Dienstleister werden das Verfahren in nächster Zeit in Thüringen anbieten.

JenaBios GmbH

**Löbstedter Straße 80
07749 Jena**

**Dr. Thomas Werner
Hendrik Luck**

**Tel. (03641) / 3096 502
Fax. (03641) / 3096 550**

Email:
t.werner@jenabios.de
hendrik.luck@jenabios.de

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

Bitte um Anfragen



JenaBios GmbH

**Löbstedter Straße 80
07749 Jena**

**Dr. Thomas Werner
Hendrik Luck**

Tel. (03641) / 3096 502
Fax. (03641) / 3096 550

Email:
t.werner@jenabios.de
hendrik.luck@jenabios.de



JenaBios GmbH

**Löbstedter Straße 80
07749 Jena**

**Dr. Thomas Werner
Hendrik Luck**

Tel. (03641) / 3096 502
Fax. (03641) / 3096 550

Email:
t.werner@jenabios.de
hendrik.luck@jenabios.de



JenaBios GmbH

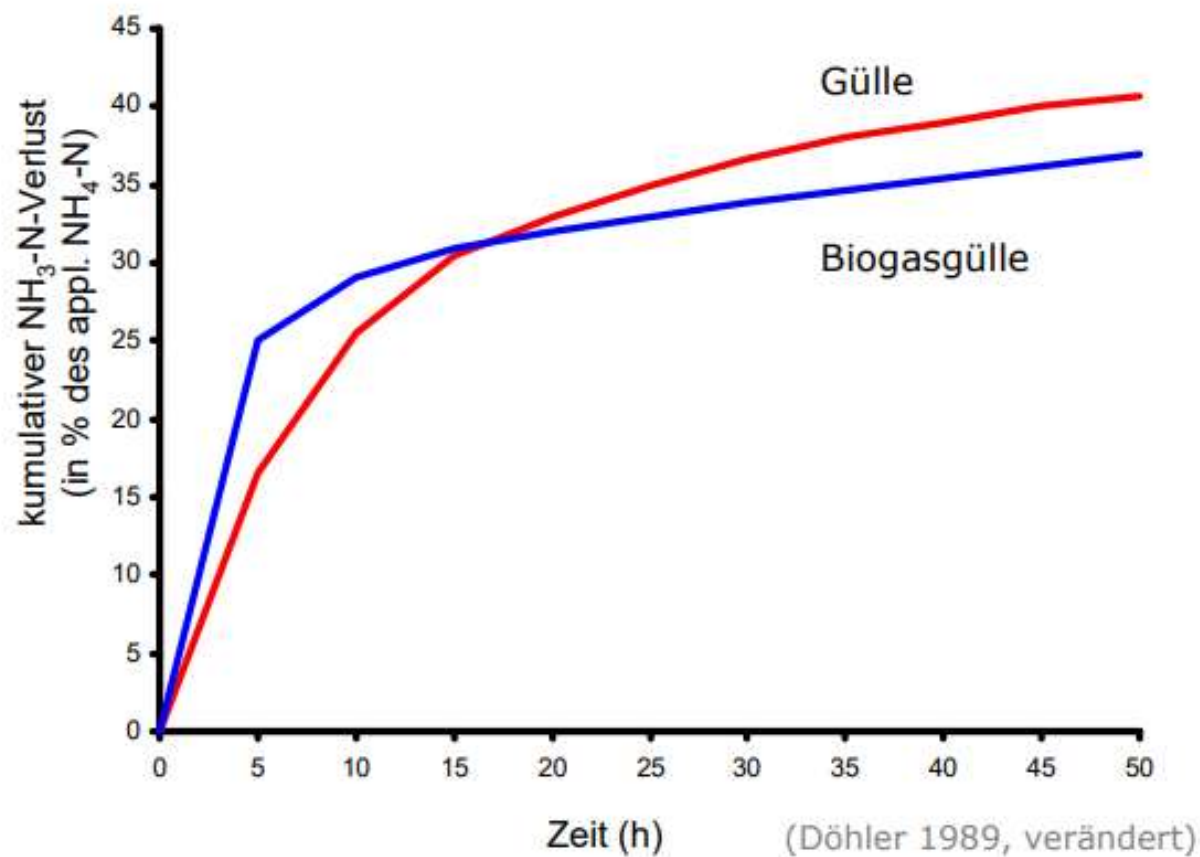
**Löbstedter Straße 80
07749 Jena**

**Dr. Thomas Werner
Hendrik Luck**

Tel. (03641) / 3096 502
Fax. (03641) / 3096 550

Email:
t.werner@jenabios.de
hendrik.luck@jenabios.de

Ammoniakverluste von Gülle und Biogasgülle nach der Ausbringung



JenaBios GmbH

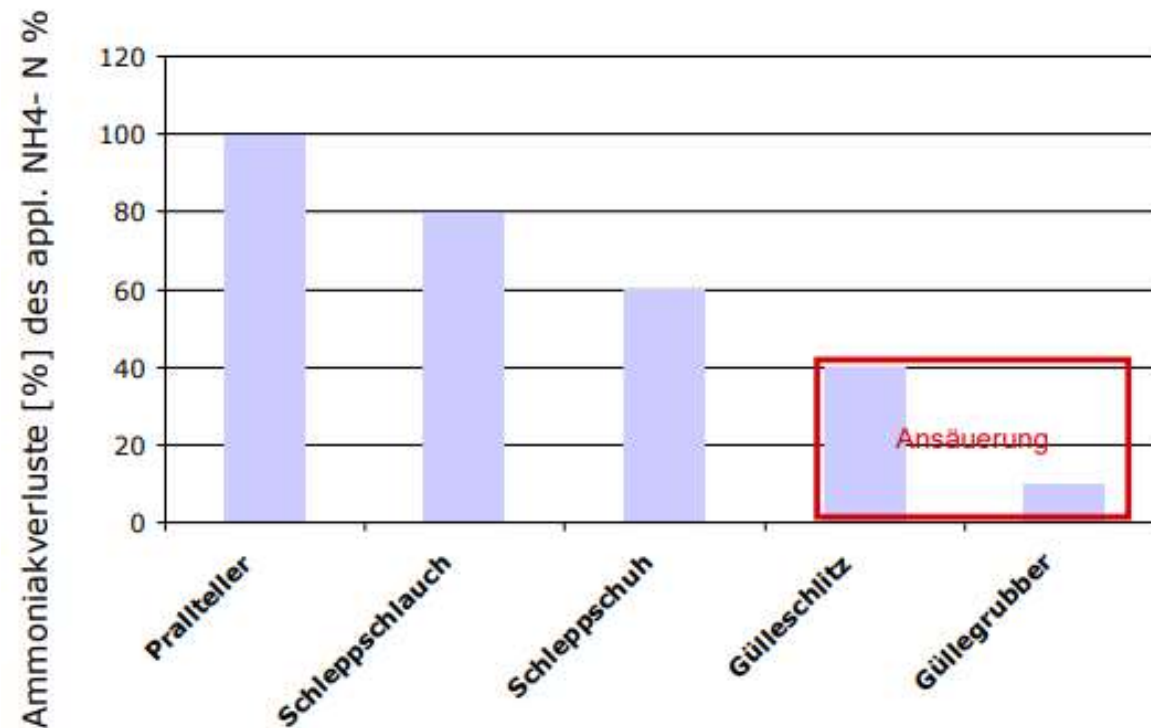
**Löbstedter Straße 80
07749 Jena**

**Dr. Thomas Werner
Hendrik Luck**

**Tel. (03641) / 3096 502
Fax. (03641) / 3096 550**

Email:
t.werner@jenabios.de
hendrik.luck@jenabios.de

Minderung der NH_3 -Verluste (in % d. appl. NH_4) nach der Ausbringung von Gülle und Gärresten (Referenz Prallteller)



(Döhler et al. 2002 / KTBL, 2009)

JenaBios GmbH

**Löbstedter Straße 80
07749 Jena**

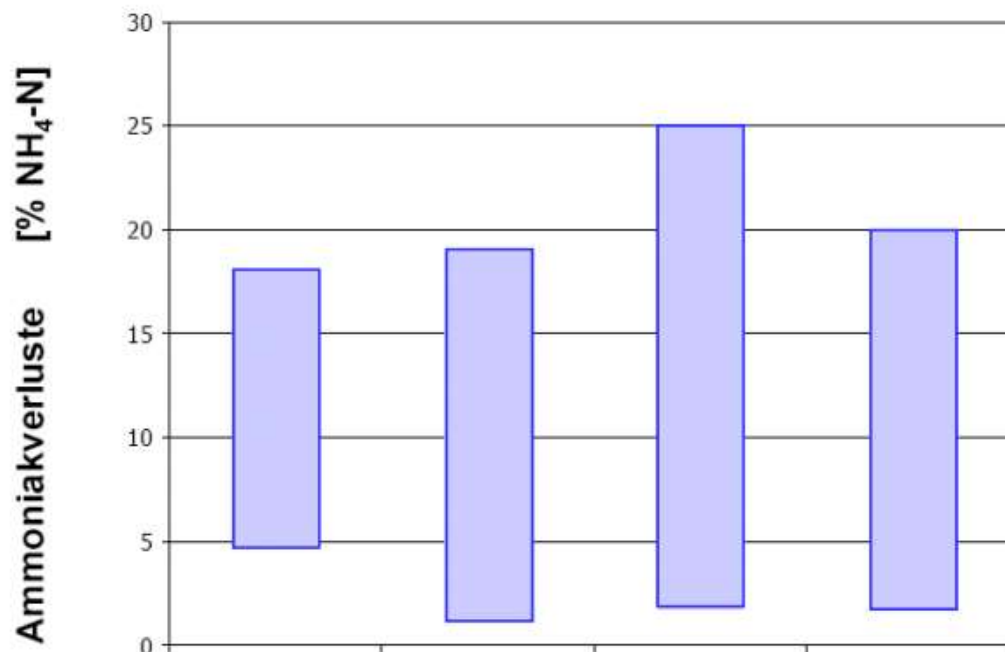
**Dr. Thomas Werner
Hendrik Luck**

Tel. (03641) / 3096 502

Fax. (03641) / 3096 550

Email:
t.werner@jenabios.de
hendrik.luck@jenabios.de

Ammoniakverluste bei Gülle und Gärresten im Vergleich



		Rinder- gülle	Schwei- ne- gülle	Gärrest (Gülle und Energiepflanz- en)	Gärrest (nur Energie- pflanzen)
TM	[% 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)

JenaBios GmbH

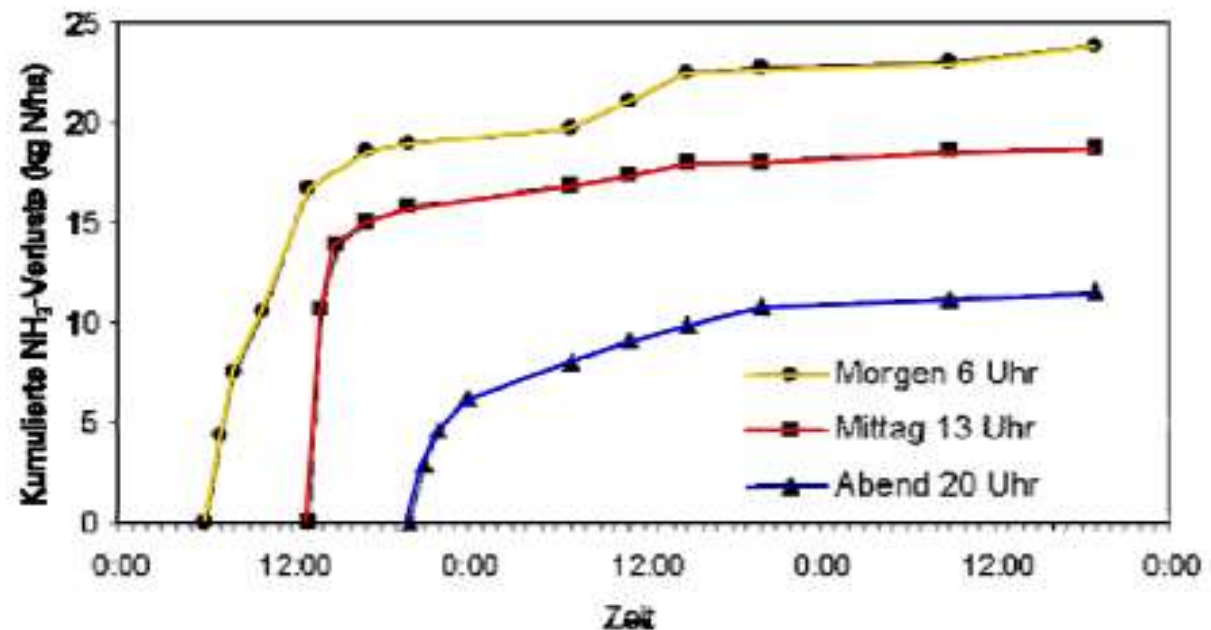
Löbstedter Straße 80
07749 Jena

Dr. Thomas Werner
Hendrik Luck

Tel. (03641) / 3096 502
Fax. (03641) / 3096 550

Email:
t.werner@jenabios.de
hendrik.luck@jenabios.de

NH₃-Freisetzung nach Ausbringung in Abhängigkeit von der Tageszeit



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

JenaBios GmbH

**Löbstedter Straße 80
07749 Jena**

**Dr. Thomas Werner
Hendrik Luck**

Tel. (03641) / 3096 502
Fax. (03641) / 3096 550

Email:
t.werner@jenabios.de
hendrik.luck@jenabios.de



JenaBios GmbH

**Löbstedter Straße 80
07749 Jena**

**Dr. Thomas Werner
Hendrik Luck**

Tel. (03641) / 3096 502
Fax. (03641) / 3096 550

Email:
t.werner@jenabios.de
hendrik.luck@jenabios.de



JenaBios GmbH

**Löbstedter Straße 80
07749 Jena**

**Dr. Thomas Werner
Hendrik Luck**

Tel. (03641) / 3096 502
Fax. (03641) / 3096 550

Email:
t.werner@jenabios.de
hendrik.luck@jenabios.de



JenaBios GmbH

**Löbstedter Straße 80
07749 Jena**

**Dr. Thomas Werner
Hendrik Luck**

Tel. (03641) / 3096 502
Fax. (03641) / 3096 550

Email:
t.werner@jenabios.de
hendrik.luck@jenabios.de



JenaBios GmbH

**Löbstedter Straße 80
07749 Jena**

**Dr. Thomas Werner
Hendrik Luck**

Tel. (03641) / 3096 502
Fax. (03641) / 3096 550

Email:
t.werner@jenabios.de
hendrik.luck@jenabios.de



JenaBios GmbH

**Löbstedter Straße 80
07749 Jena**

**Dr. Thomas Werner
Hendrik Luck**

Tel. (03641) / 3096 502
Fax. (03641) / 3096 550

Email:
t.werner@jenabios.de
hendrik.luck@jenabios.de

