

Gülleinsatz im Ackerbau

Hans-Werner Olf
Hochschule Osnabrück



Ein kurzer Überblick

- Dünge-VO und Wirtschaftsdünger
- Was ist drin in der Gülle?
- Welche Ausbringverfahren sollten verwendet werden?
- Fazit



Gründe für den (effizienten) Einsatz von Wirtschaftsdüngern im Ackerbau



Anforderungen an den Umweltschutz



Düngemittelpreise



Düngeverordnung

Bauer (2017) verändert



Sperrfristen für N-haltige Düngemittel

Dünge-VO 2020

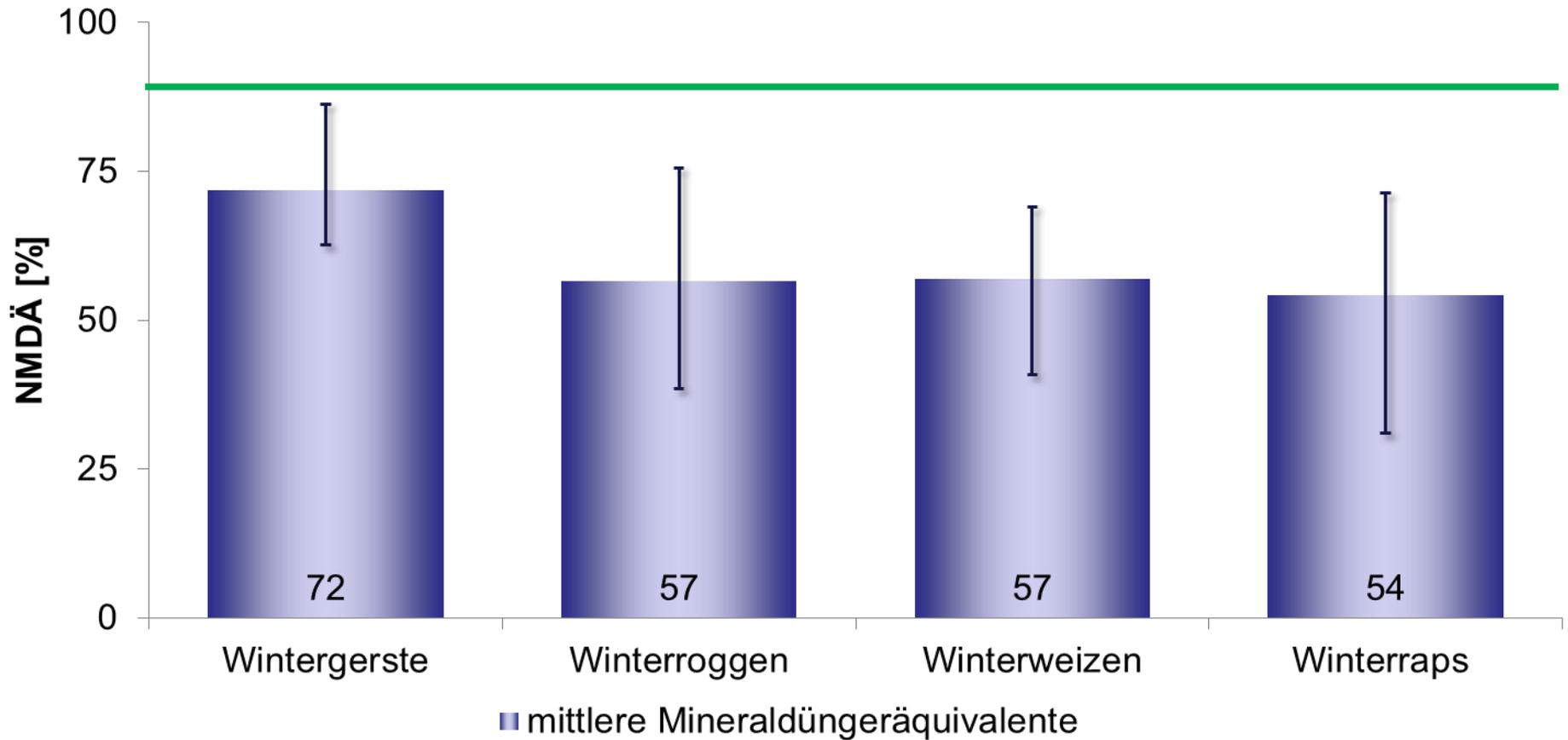
	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	JAN	FEB	MÄR	APR	MAI	JUN										
Vorgaben für die Aufbringung von Gülle, Gärrückständen, Jauche und Hühnertrockenkot																						
Ackerland: ab Ernte der letzten Hauptfrucht	Red	Green																				
Davon abweichend¹⁾																						
Winterraps bei einer Aussaat bis Ablauf 15.09.	Green	Red																				
Zwischenfrüchte, Feldfutter bei einer Aussaat bis Ablauf 15.09.	Green	Red																				
Wintergerste nach Getreide bei Aussaat bis Ablauf 01.10.	Green	Red																				
Grünland, Dauergrünland, mehrjähriges, Feldfutter bei Aussaat bis Ablauf 15.05.	Green																					
„Belastete Gebiete“	Green	Red																				
Sperrzeit für phosphathaltige Düngemittel																						
Düngemittel mit wesentlichem Gehalt an Phosphat	Green	Red																				
Vorgaben für die Aufbringung von Festmist von Huf- oder Klautieren sowie Kompost																						
Alle Kulturen	Green	Red																				
„Belastete Gebiete“	Green	Red																				

¹⁾ nur, wenn Stickstoffbedarf vorhanden, maximal 30 kg NH₄-N oder 60 kg Ges-N/ha

Klages et al. (2020)



N-Mineraldüngeräquivalente von Schweinegülle



Bauer (2017) verändert



Ein kurzer Überblick

- Dünge-VO und Wirtschaftsdünger
- **Was ist drin in der Gülle?**
- Welche Ausbringverfahren sollten verwendet werden?
- Fazit



Was ist drin in der Gülle?

„Faustzahlen“

Wirtschaftsdünger	TS in %	Stickstoff		P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO
		gesamt	NH ₄ -N				
Gülle je m³							
Rindergülle dünn	5	2,9	1,7	1,2	3,1	0,6	1,2
Rindergülle normal	7	3,5	2,0	1,5	3,9	0,8	1,6
Rindergülle dick	9	4,2	2,3	1,8	4,6	1,0	2,0
Schweinegülle dünn	1,5	2,5	2,1	0,8	1,8	0,3	0,8
Schweinegülle normal	3	3,6	2,8	1,7	2,4	0,6	1,5
Schweinegülle dick	4,5	4,4	3,3	2,5	3,0	0,9	2,3
Hühnergülle	14	9,2	6,5	7,0	5,0	1,8	15
Biogassubstratrest je m³							
BSR mit 4-6 %TS	5,2	4,0	2,3	1,5	4,1	0,6	
BSR mit 6-8 %TS	7,2	5,1	2,9	2,1	5,4	0,8	

Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein



Projekt „MetaGülle“

Erfassungsbogen



Projekt „Meta-Gülle“ / Am Krümpel 31 / 49090 Osnabrück
 Ansprechpartner: Max Piepel / Kontakt: meta.guelle@gmx.de

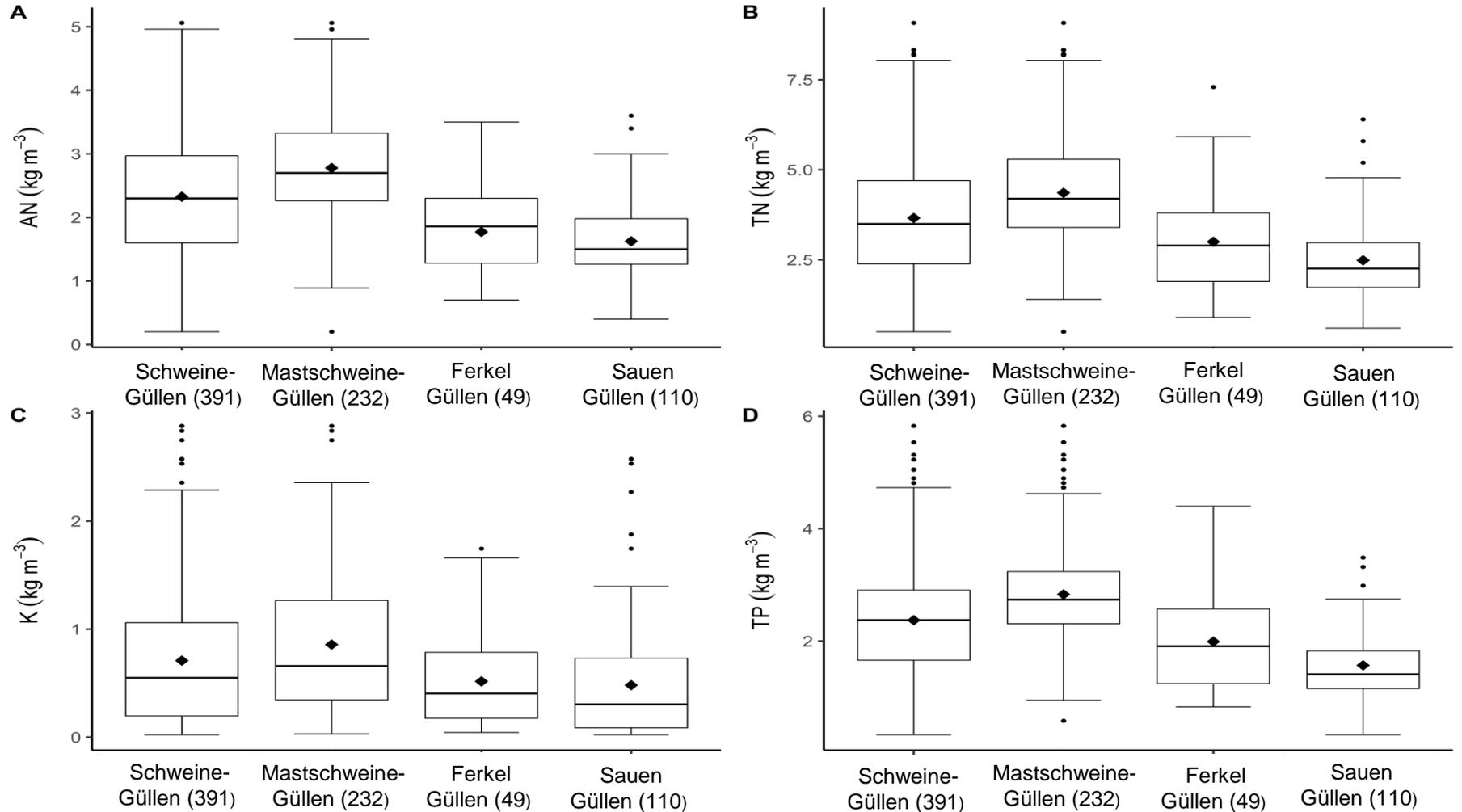
Behälterkennzeichnung				
Behälternummer		E-Mail Adresse (falls Analyse gewünscht)		
(bitte nicht ausfüllen)				
Schwein		Rind		
Herkunft - Gülle	<input type="checkbox"/>	Abferkelstall	Herkunft - Gülle	
	<input type="checkbox"/>	Ferkelstall		<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Deck-/ Wartestall		<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Maststall		<input type="checkbox"/>
	*			*
Fütterung	<input type="checkbox"/>	trocken	Haltungssystem (z.B. Boxenlaufstall)	
	<input type="checkbox"/>	flüssig		
weitere Angaben	<input type="checkbox"/>	RAM-Futtermittel	Aktuelle Ration	
	<input type="checkbox"/>	Einsatz Nebenprodukte	ggfls. mitbringen	
	<input type="checkbox"/>	NP-reduziert		
	<input type="checkbox"/>	CCM-Zumischung		
Tränkesystem			Krafftutter Tier/Tag	
			Weidehaltung (nur ja, wenn Gülle aus Weidesaison stammt)	
			<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja,	
			Weidesaison:	
			h/Tag: _____	
Einstreumaterial	<input type="checkbox"/>	nein	<input type="checkbox"/>	
			ja, _____	
Güllelagerung	<input type="checkbox"/>	Gülle Keller	<input type="checkbox"/>	
			Gülle pott	
Lagerabdeckung	<input type="checkbox"/>	offen / perforiert (Spalten)	<input type="checkbox"/>	
			geschlossen	
Mittel in Gülle (z.B. Fliegengift)				
Sonstige Besonderheiten (z.B. gezielte Schwimmdecke)				
Anmerkungen				

* Bei Mischgüllen bitte Felder der jeweiligen Ursprungsgüllen ausfüllen und geschätztes Verhältnis vermerken.

Gülleprobenahme



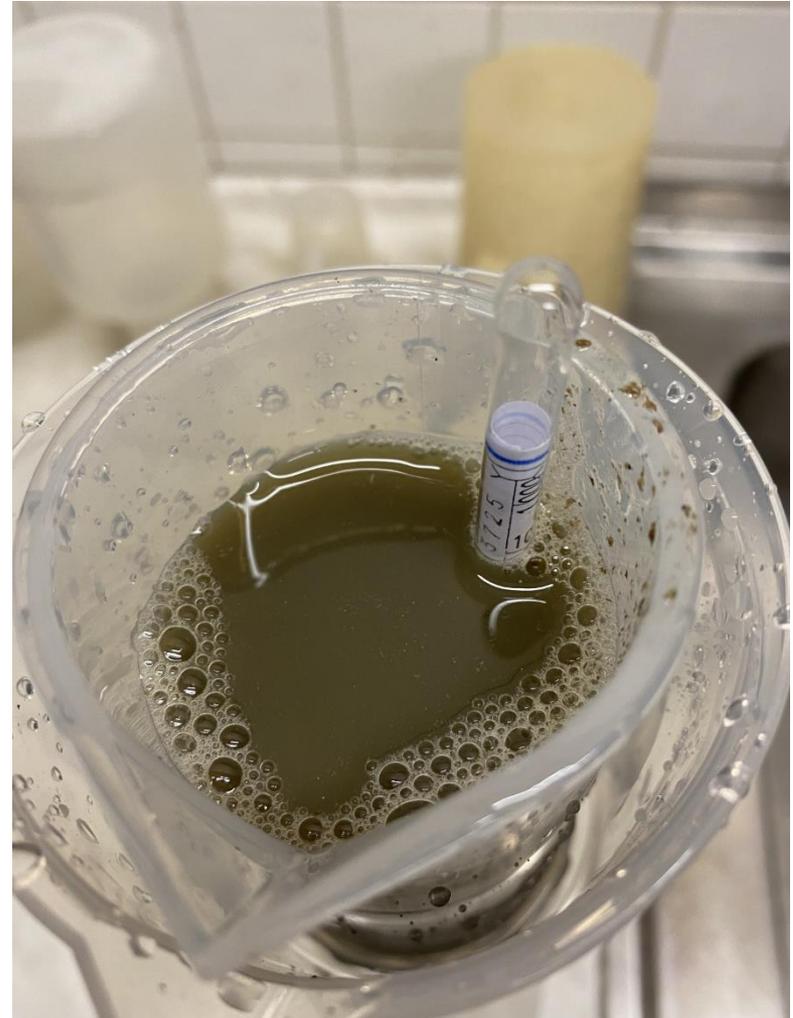
Nährstoff-Schwankungsbereiche für Schweinegülle



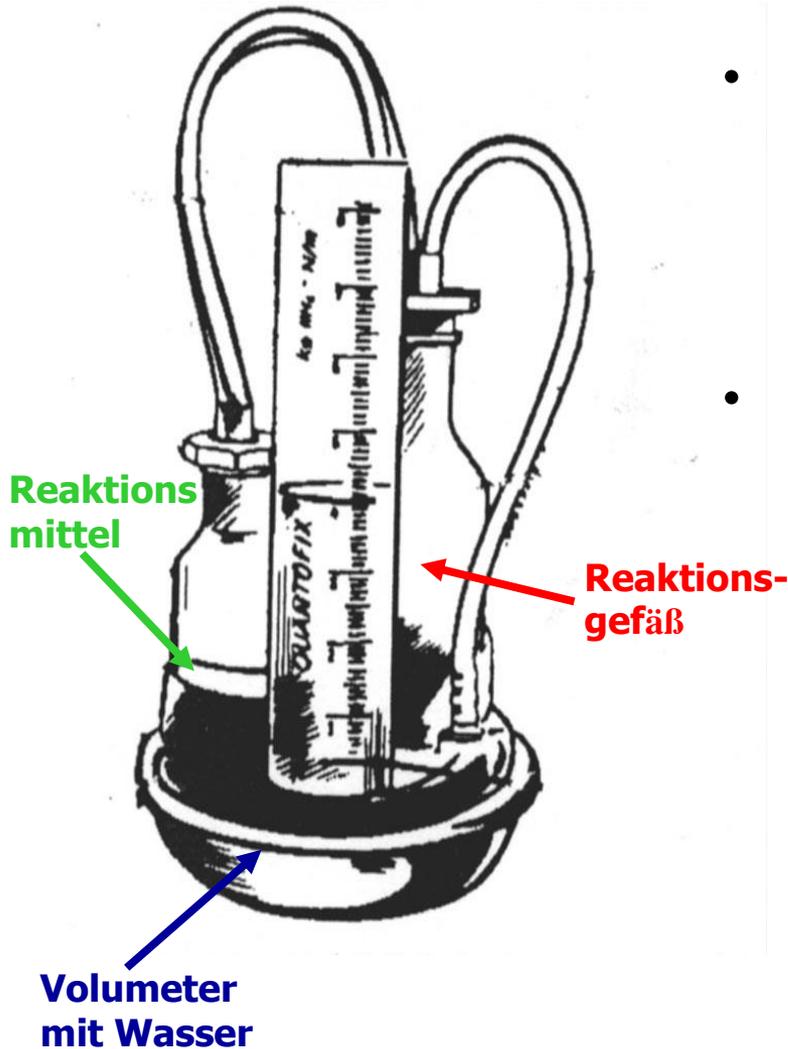
Piepel & Olf (2022), in Vorbereitung



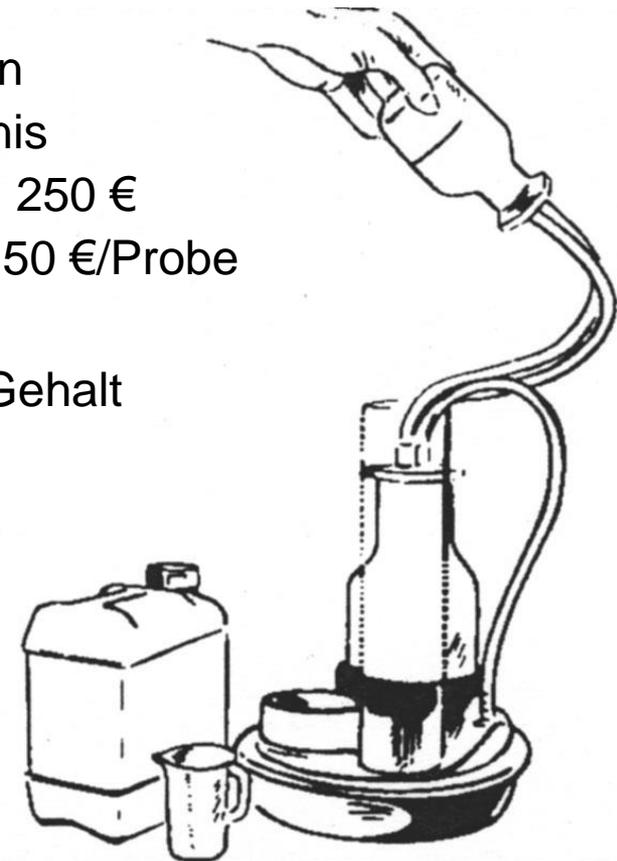
„Gülle-Spindel“



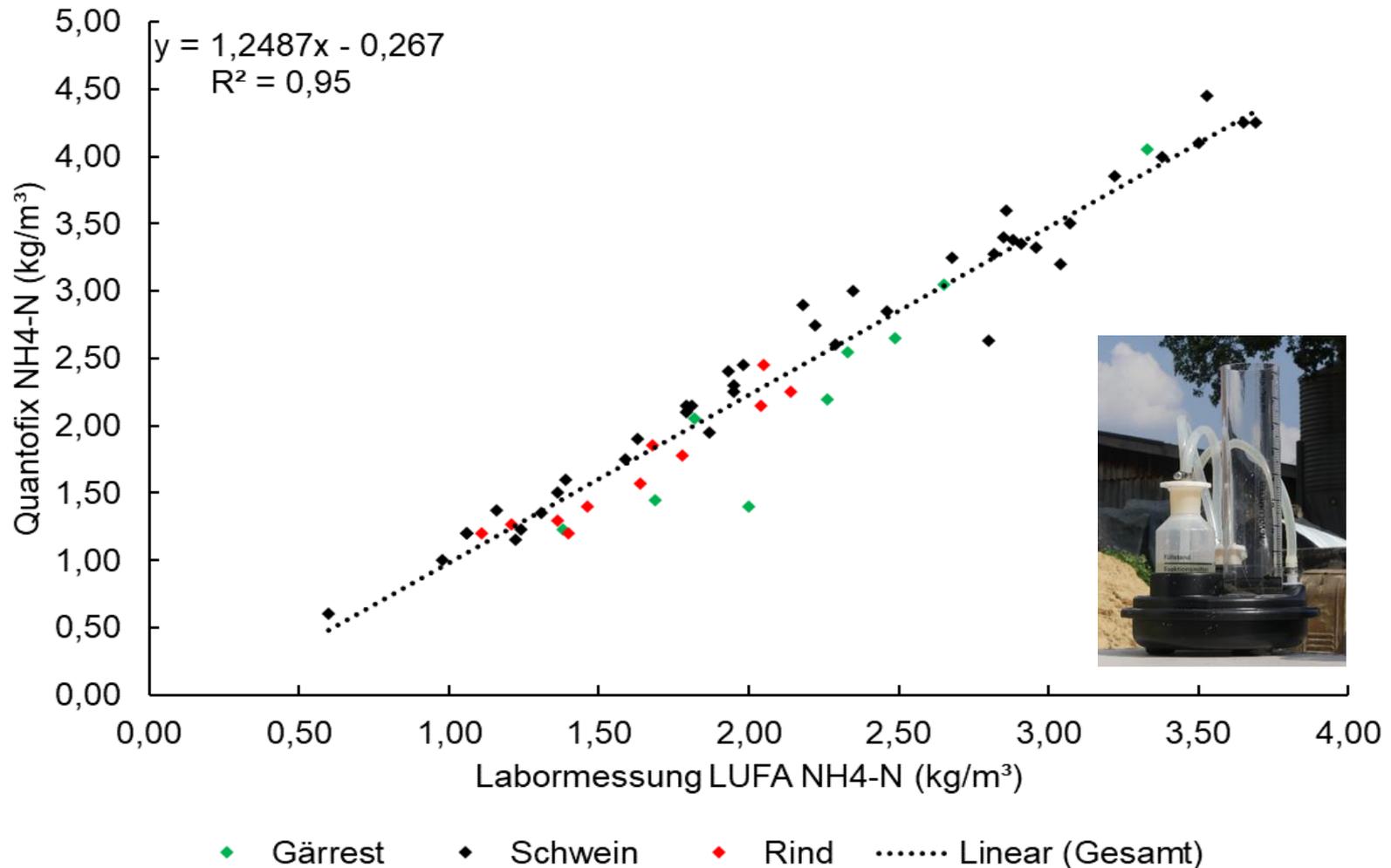
Quantofix N-Volumeter



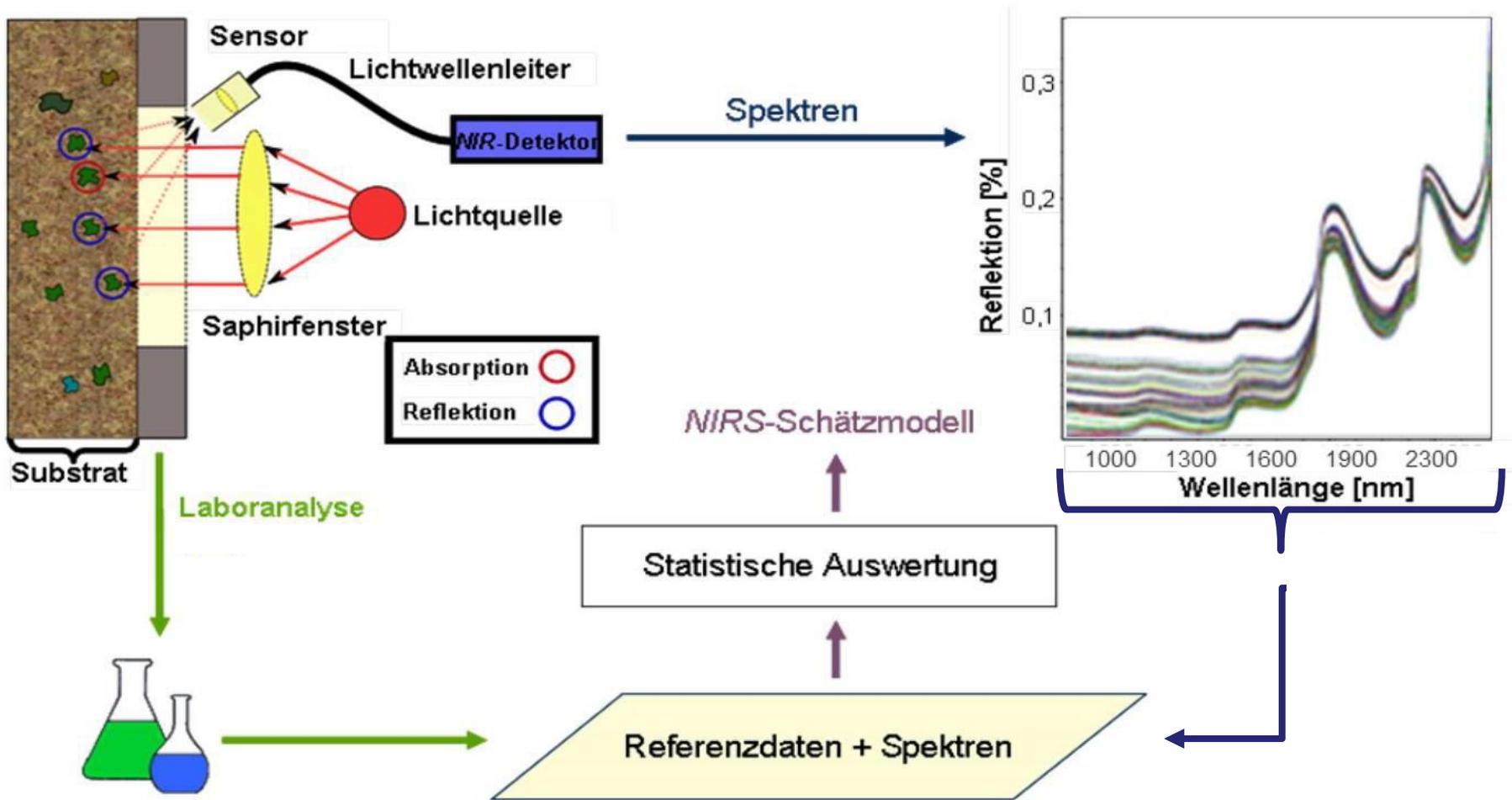
- Vorteile
 - leicht zu bedienen
 - sofortiges Ergebnis
 - Gerätekosten ca. 250 €
 - Analysekosten 1,50 €/Probe
- Nachteil
 - erfasst nur NH_4 -Gehalt



Ammonium: Labor versus Schnelltest Quantofix



Nährstoff-Bestimmung in Gällen mittels NIRS-Technik

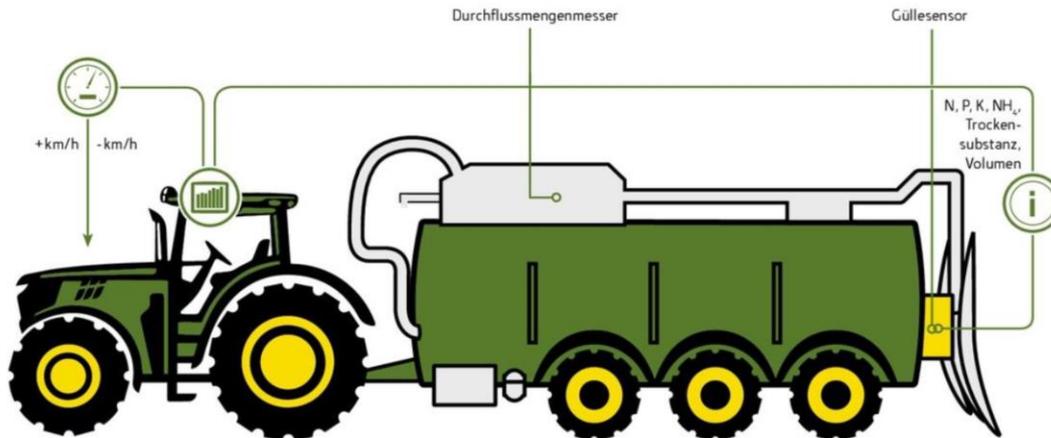
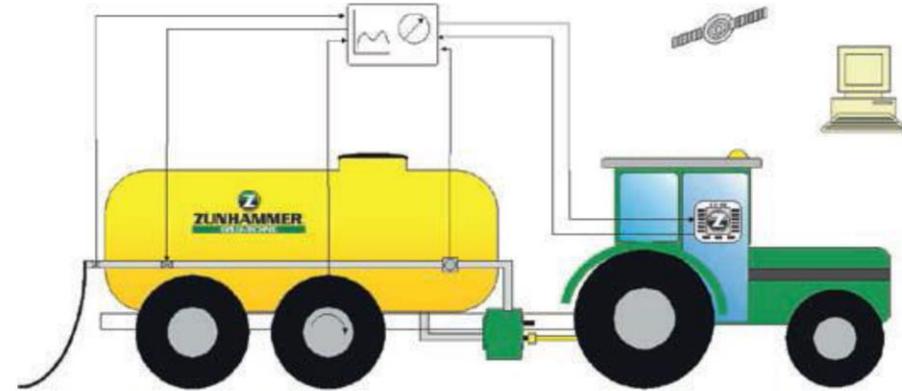


Lichti (2021) verändert



Komponenten von NIRS-Güllefassern

- NIRS-Sensor
- Durchflussmesser
- Anzeigeeinheit
- Regelung der Ausbringmenge



Variation der Ausbringmenge

- Fahrgeschwindigkeit
- Durchflussmenge
(Pumpendrehzahl / Bypass)

Technow (2021) verändert



DLG Überprüfung von NIRS-Sensoren

Inhaltsstoffe	Rindergülle*			Schweinegülle*			Gärrest*	
	MUT	John Deere	Dinamica Generale	MUT	John Deere	Dinamica Generale	MUT	John Deere
TS (%)	+	+	o	++	+	**	o	**
N-ges (kg/m ³)	o	++	+	o	o	o	+	+
NH ₄ (kg/m ³)	o	++	**	o	**	**	+	o
P ₂ O ₅ (kg/m ³)	o	o	o	o	o	**	o	**
K ₂ O (kg/m ³)	++	o	**	-	**	o	-	o

++ = sehr gut (4/5 Wertepaare innerhalb einer Gülleart <= 10 % u. keine > 20 % rel. Abweichung)

+ = gut (4/5 Wertepaare innerhalb einer Gülleart <= 15 % u. keine > 25 % rel. Abweichung)

o = bestanden (3/5 Wertepaare innerhalb einer Gülleart <= 25 % u. keine > 35 % rel. Abweichung)

- = nicht bestanden

** = Keine Beurteilung

Technow (2021) verändert



Gülle-Nährstoffgehalte

Vergleich der Handlungsoptionen

System	Vorteile	Nachteile/Probleme	Kosten
Tabellenwerte	<ul style="list-style-type: none"> ▪ schnell 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ genau genug? 	umsonst
Handprobe + Laboranalyse	<ul style="list-style-type: none"> ▪ genau 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zeit bis zum Ergebnis ▪ Homogenisierung 	50 - 70 €/Probe
NIRS-Sensoren	<ul style="list-style-type: none"> ▪ schnell ▪ genau (genug?) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ (noch) nicht alle Sensoren für alle Nährstoffe geeignet ▪ (noch) sehr teuer 	> 20.000 € pro System
Schnelltests	<ul style="list-style-type: none"> ▪ schnell ▪ (günstig?) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ nicht für alle Nährstoffe genau (genug?) ▪ Homogenisierung 	???



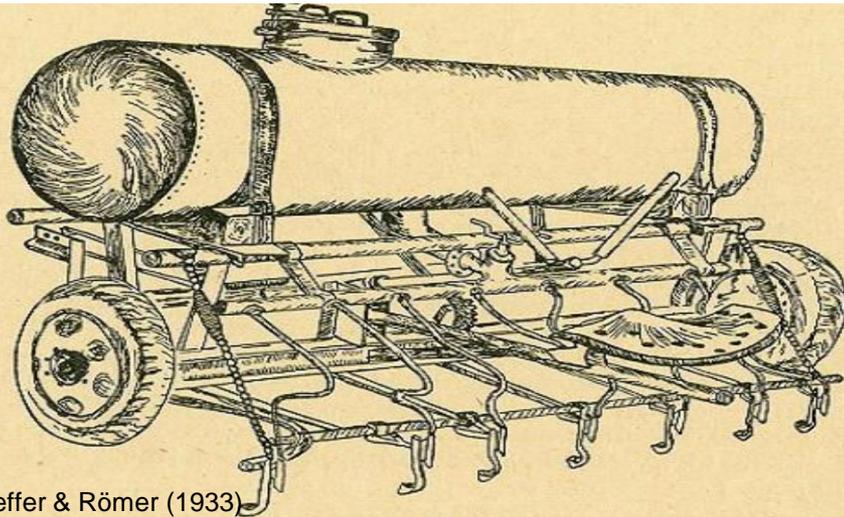
Ein kurzer Überblick

- Dünge-VO und Wirtschaftsdünger
- Was ist drin in der Gülle?
- **Welche Ausbringverfahren sollten verwendet werden?**
- Fazit



Ausbringetechniken für flüssige Wirtschaftsdünger

Ein kurzer nostalgischer Blick zurück



Scheffer & Römer (1933)



Kowalewsky (2011)

Einzelachse mit Hochdruckreifen



Ausbringetechniken für flüssige Wirtschaftsdünger

Welche Techniken sind seit dem 01.01.2016 verboten?

- Gülle- und Jauchewagen mit freiem Auslauf auf den Verteiler
- zentrale Prallverteiler, die nach oben abstrahlen
- schräg stehende Prallteller
- Güllewagen mit senkrecht angeordneter, offener Schleuderscheibe als Verteiler
- Drehstrahlregner zur Verregnung von unverdünnter Gülle

Begründung:

- ✓ pflanzenbedarfsgerechte Düngung nicht möglich
- ✓ hohe Windanfälligkeit
- ✓ keine ausreichend genaue Querverteilung
- ✓ hohe Verluste an Ammoniak



Ausbringetechniken für flüssige Wirtschaftsdünger

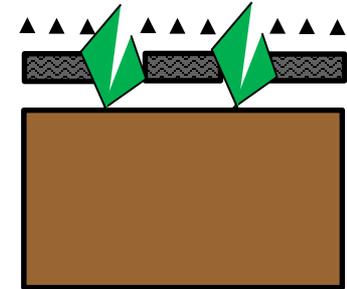
Prallköpfe (nach unten abstrahlend) oder Schwenkdüsen

- **verboten seit dem 01.02.2020 auf bestelltem Ackerland**
- **erlaubt auf Grünland bis 31.01.2025**
- **erlaubt auf unbestellten Acker bei Einarbeitung innerhalb von 4 Std. (ab 01.02.2025 innerhalb von 1 Std.)**

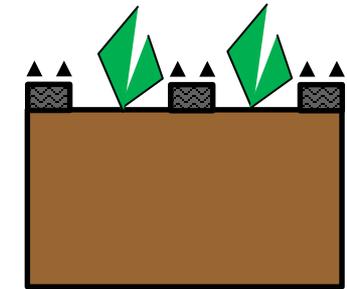


Schematischer Vergleich verschiedener Applikationstechniken

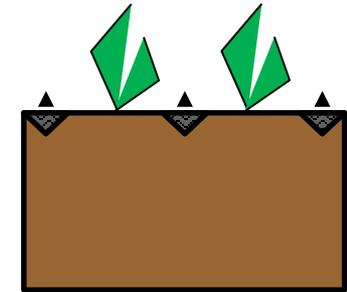
Schleppschlauch



Schleppschuh



Schlitzscheibe



Howind (2021) DLG Online Forum (verändert)



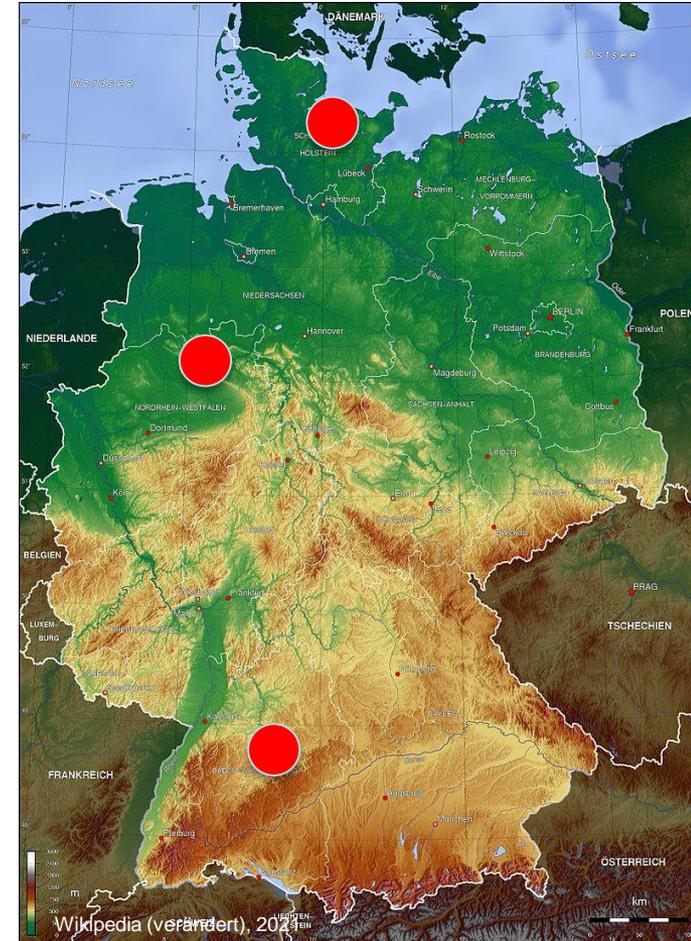
Projekt GülleBest (2019-2021)

➤ **Feldversuchsnetzwerk** an verschiedenen Winterweizen/Grünland Standorten in 2019 und 2020

- Kiel / Schleswig-Holstein (2 Versuchsstandorte)
- Osnabrück / Niedersachsen
- Stuttgart-Hohenheim / Baden-Württemberg

➤ **Ziel:** Ganzheitliche Betrachtung verschiedener Wirtschaftsdünger-Ausbringungstechniken

- Ammoniak- und Treibhausgasemissionen
- Erträge und N-Entzüge



Düngevarianten Winterweizen

- Ausbringung zu 2 Terminen im Frühjahr (jeweils 85 kg N_{ges}/ha)
- 4 Wiederholungen in einer randomisierten Blockanlage

Substrat	Variante
Keine Düngung	Kontrolle
Mineraldünger	Kalkammonsalpeter
Rindergülle	Schleppschlauch
Rindergülle	Schleppschlauch + Säure
Rindergülle	Schlitz
Rindergülle	Schlitz + Nitrifikationsinhibitor



Düngevarianten Winterweizen

- Ausbringung zu 2 Terminen im Frühjahr (jeweils 85 kg N_{ges}/ha)
- 4 Wiederholungen in einer randomisierten Blockanlage

Substrat	Variante
Keine Düngung	Kontrolle
Mineraldünger	Kalkammonsalpeter
Rindergülle	Schleppschlauch
Rindergülle	Schleppschlauch + Säure
Rindergülle	Schlitz
Rindergülle	Schlitz + Nitrifikationsinhibitor
Gärrest	Schleppschlauch
Gärrest	Schleppschlauch + Säure
Gärrest	Schlitz
Gärrest	Schlitz + Nitrifikationsinhibitor

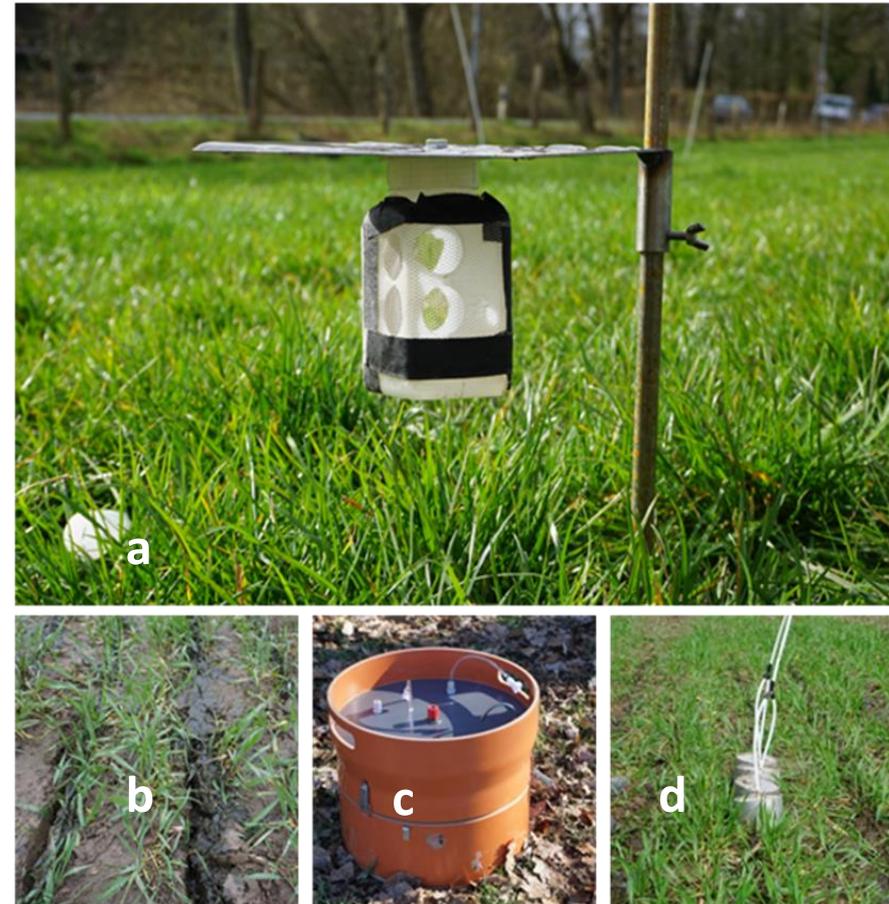


Gülle-Ausbringtechnik für Parzellenversuche



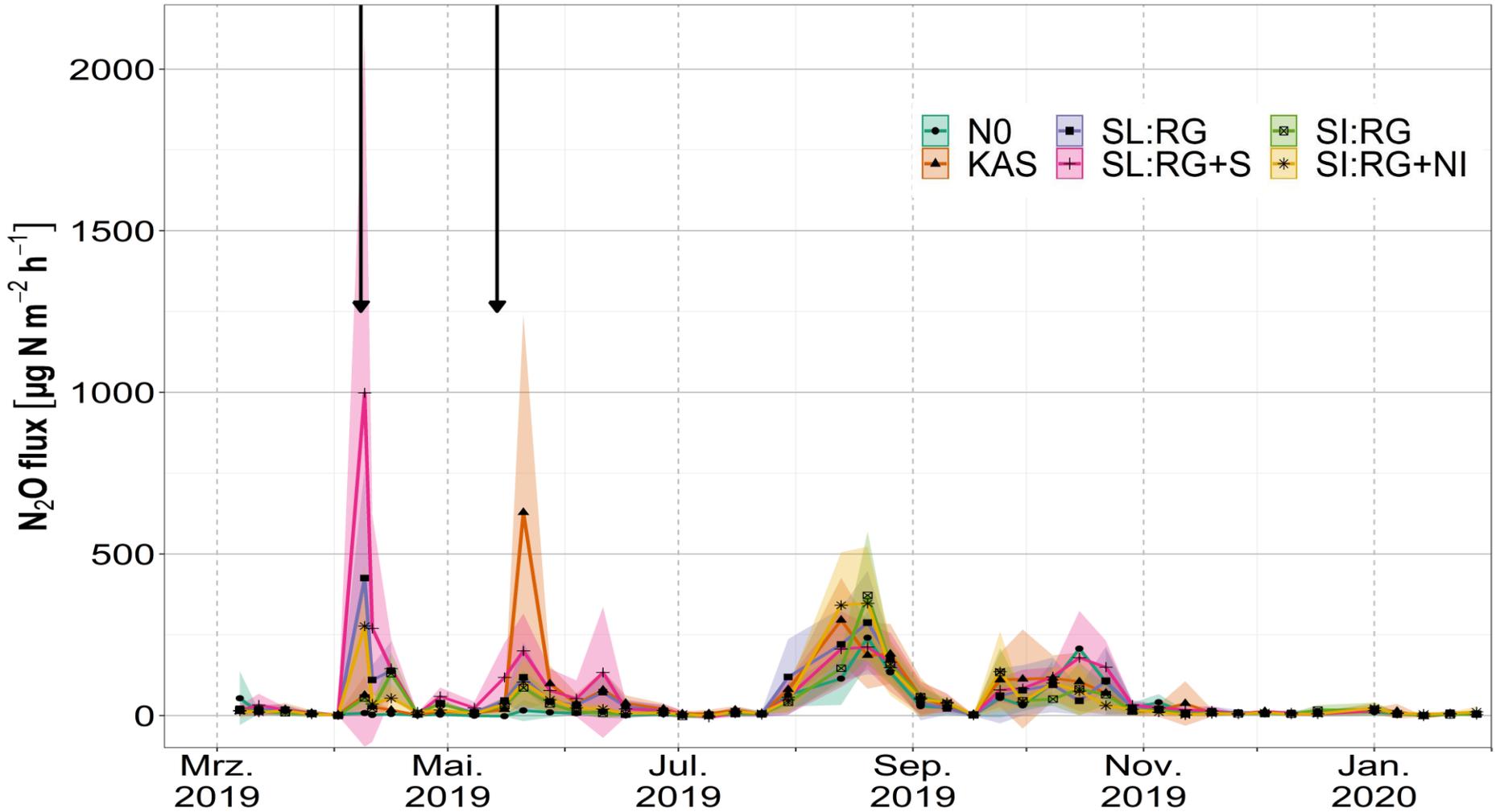
Messprogramm

- NH_3 -Emissionen nach Gülle- und Gärrestausbringung
 - Träger-Tube Methode
 - Passivsammler
- N_2O -Emissionen, ganzjährig (geschlossene Bodenhauben)
- N_{min} -Bodendynamik
- Ertrags- und Qualitätsparameter

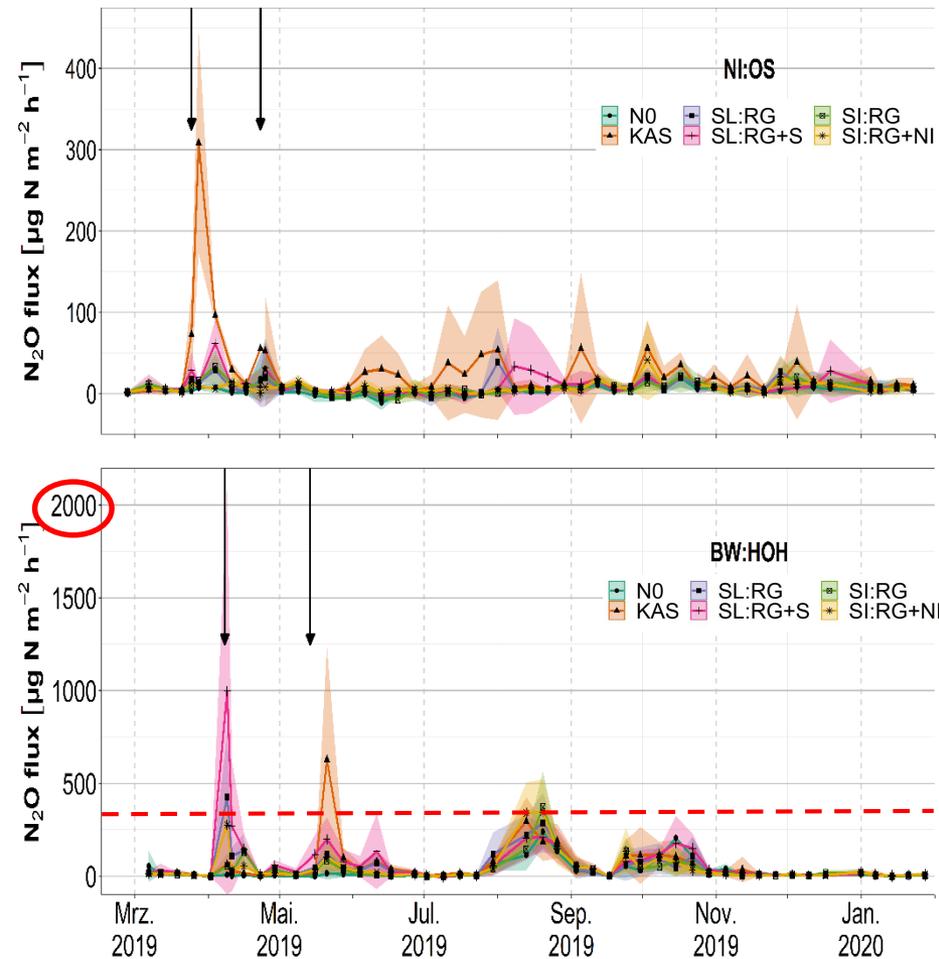
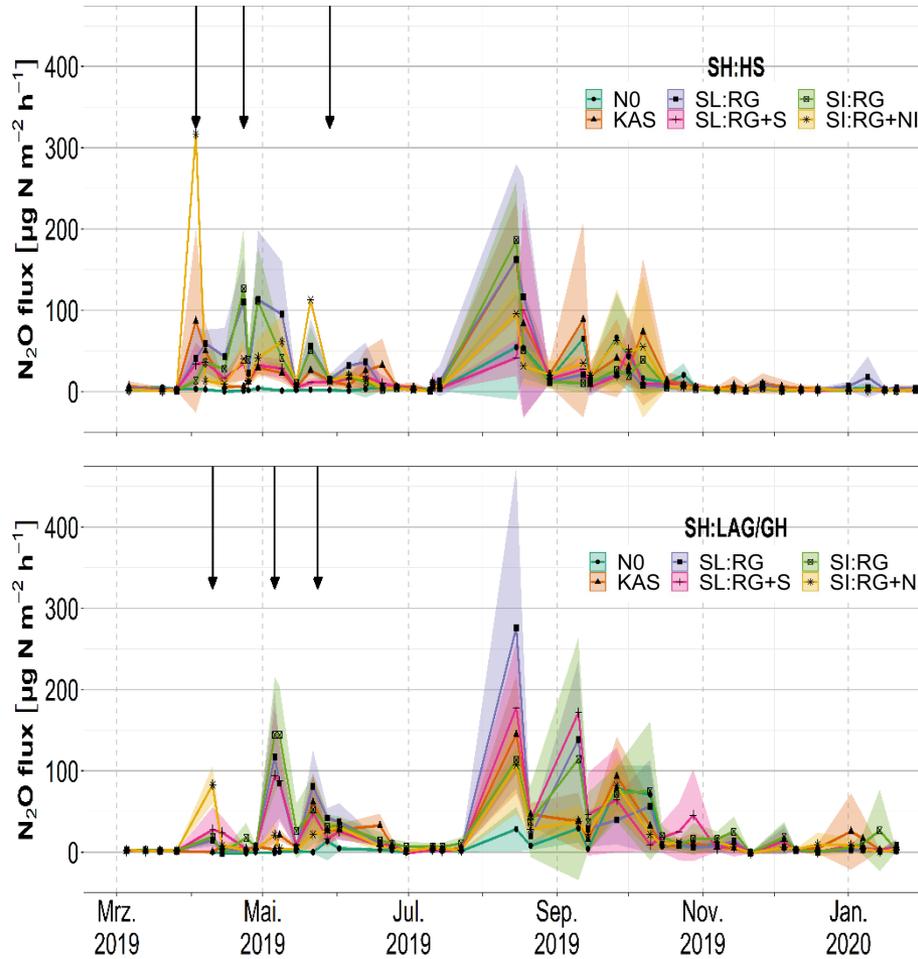


(a) Passivsammler, (b) Gülleinjektion mit Scheibenschlitz, (c) N_2O Messhaube, (d) Träger-Tube Methode

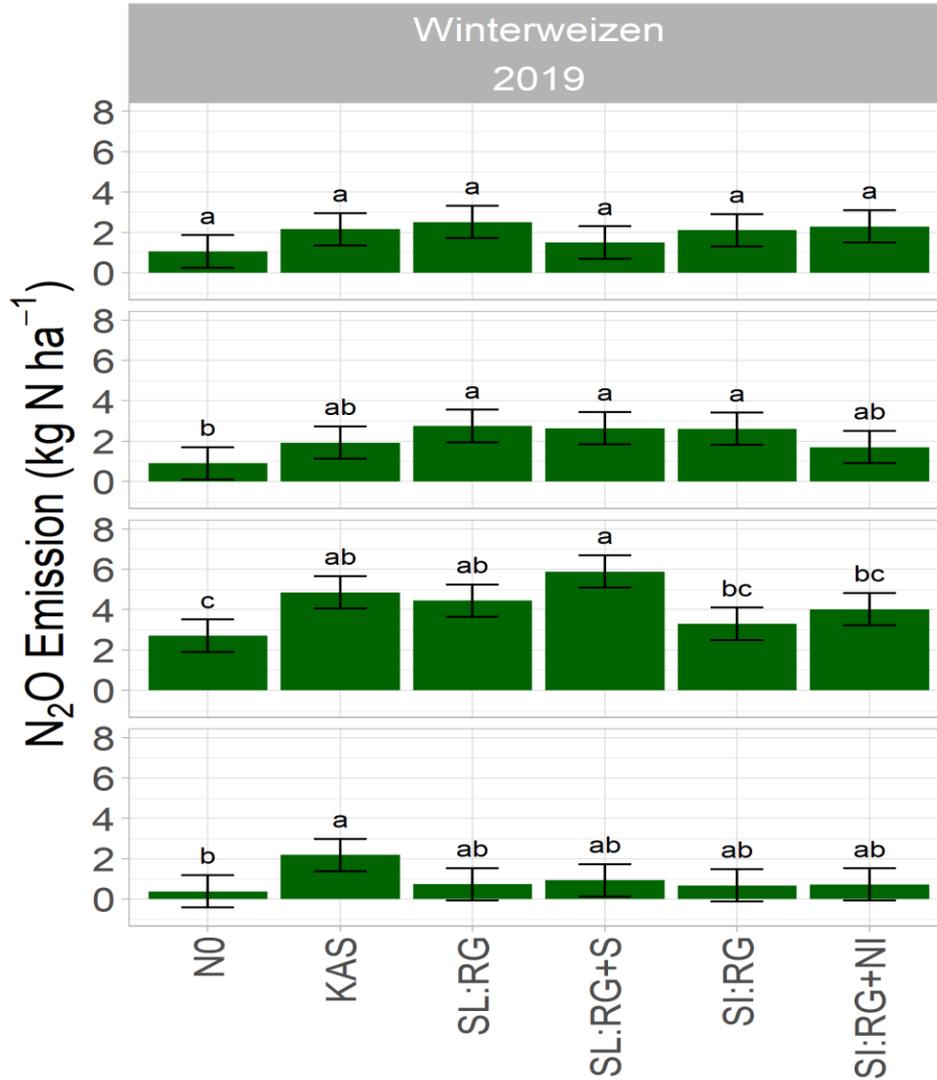
N₂O-Emissionen



N₂O-Emissionen



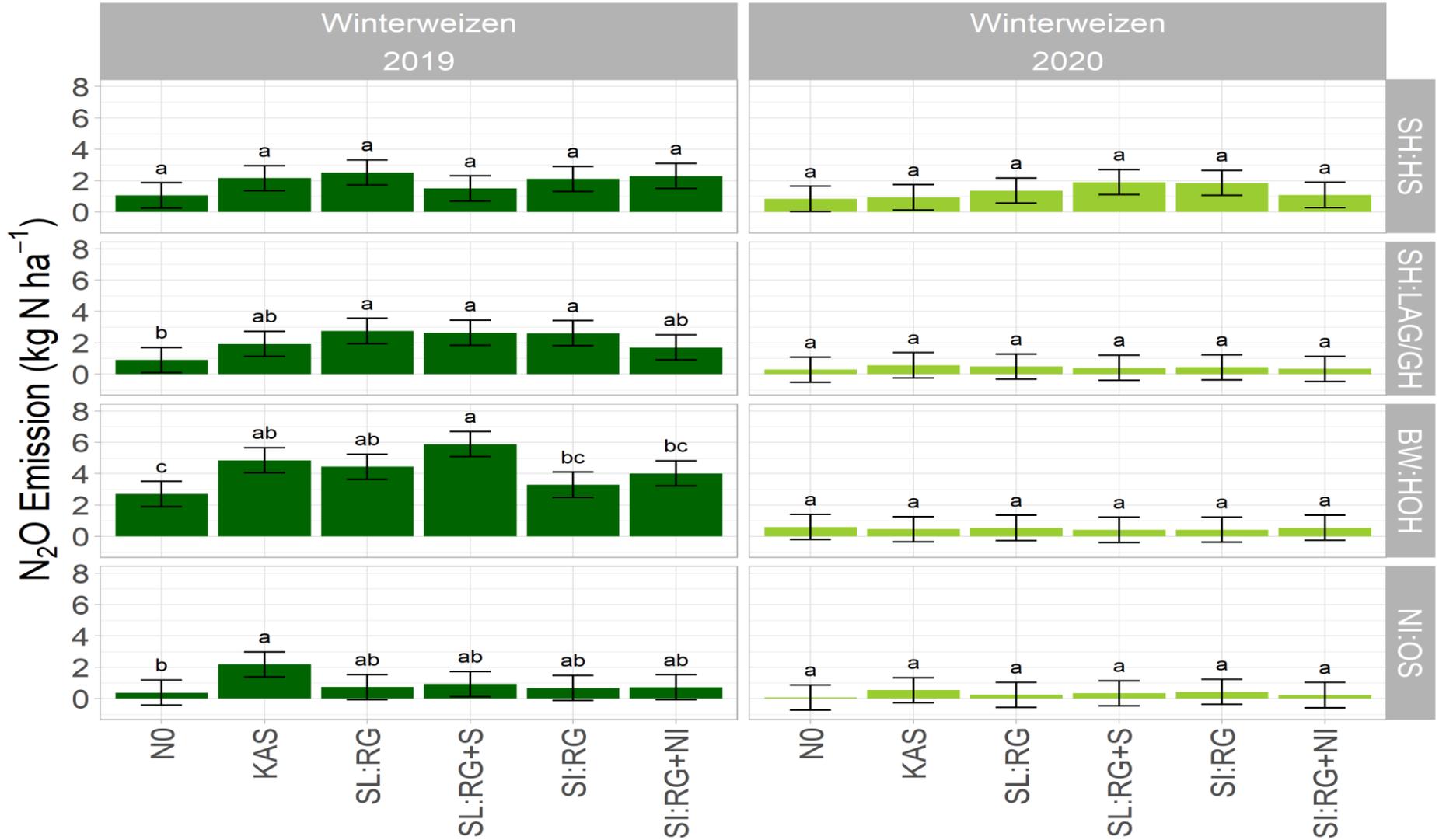
N₂O-Emissionen



SH:HS
SH:LAG/GH
BW:HOH
NI:OS

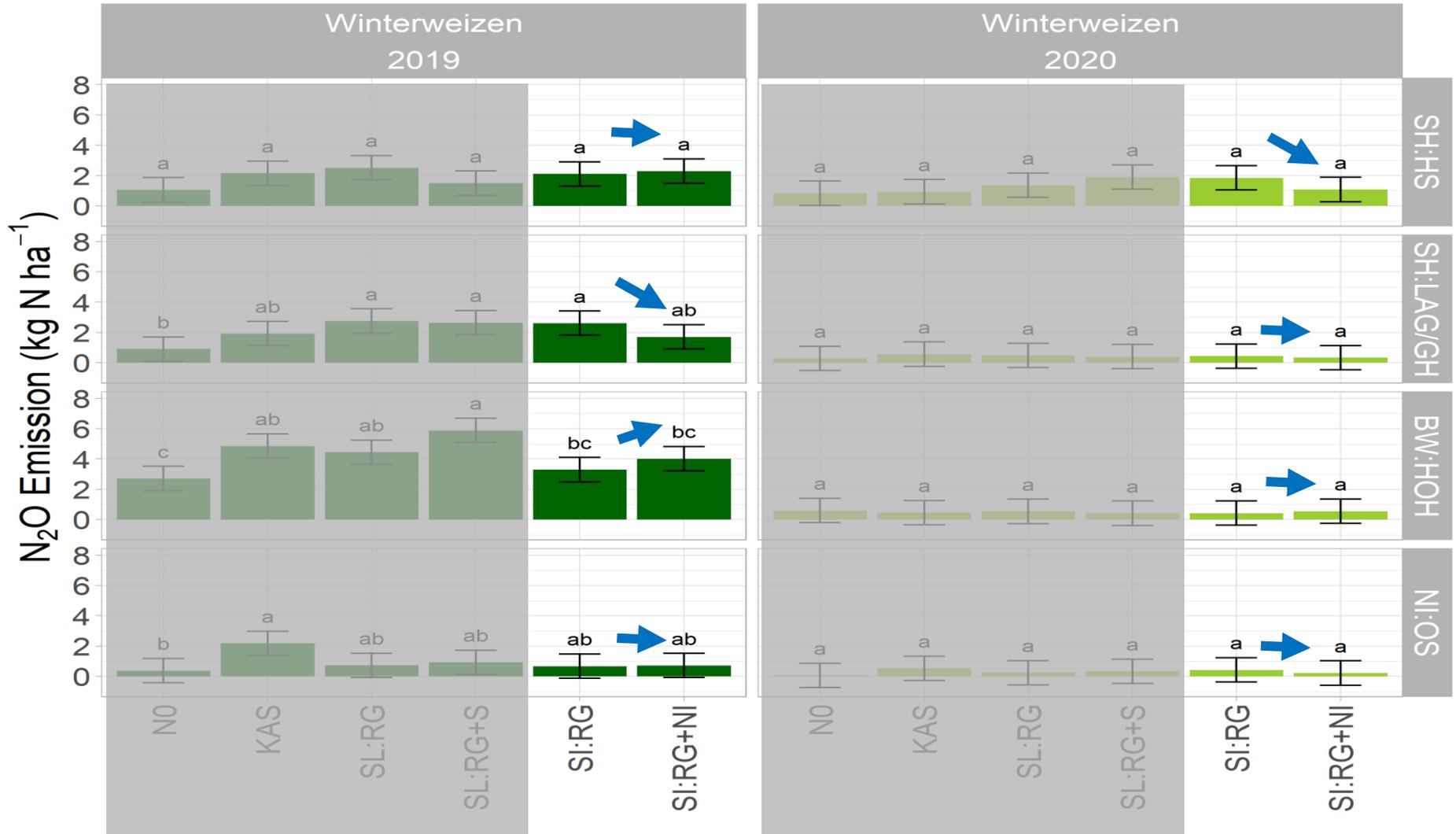


N₂O-Emissionen



N₂O-Emissionen

Wirkung der NI-Zugabe



N₂O-Emissionen

Das bleibt festzuhalten:

- **große Jahreseffekte**
- **große Standorteffekte**
- **keine klaren Effekte durch**
 - **Applikationstechnik**
 - **NI-Zugabe**
 - **Gülleart (Rindergülle vs. Gärrest)**



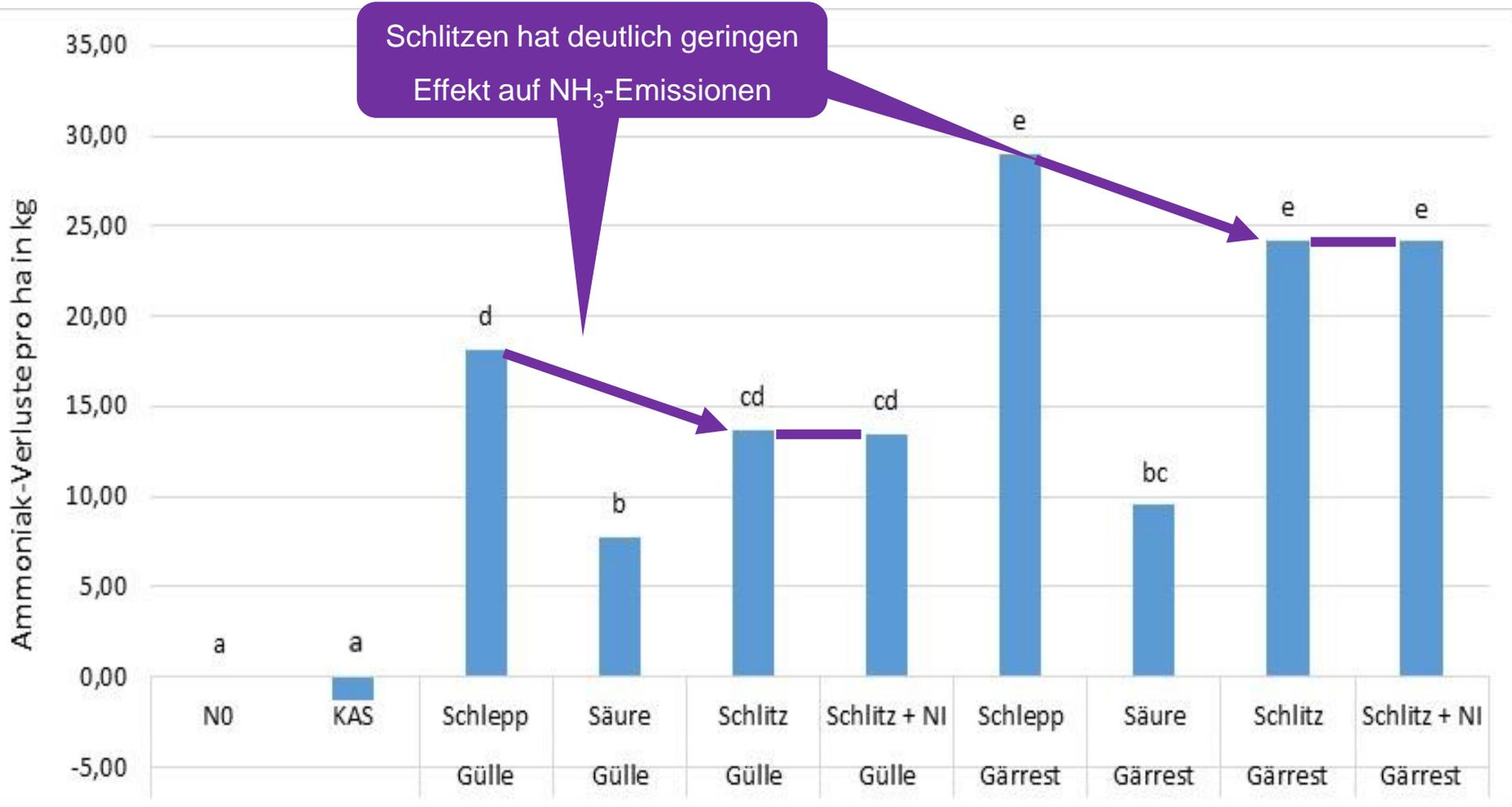
Ammoniak-Emissionen

Auswertung: 10 Varianten / alle Standorte



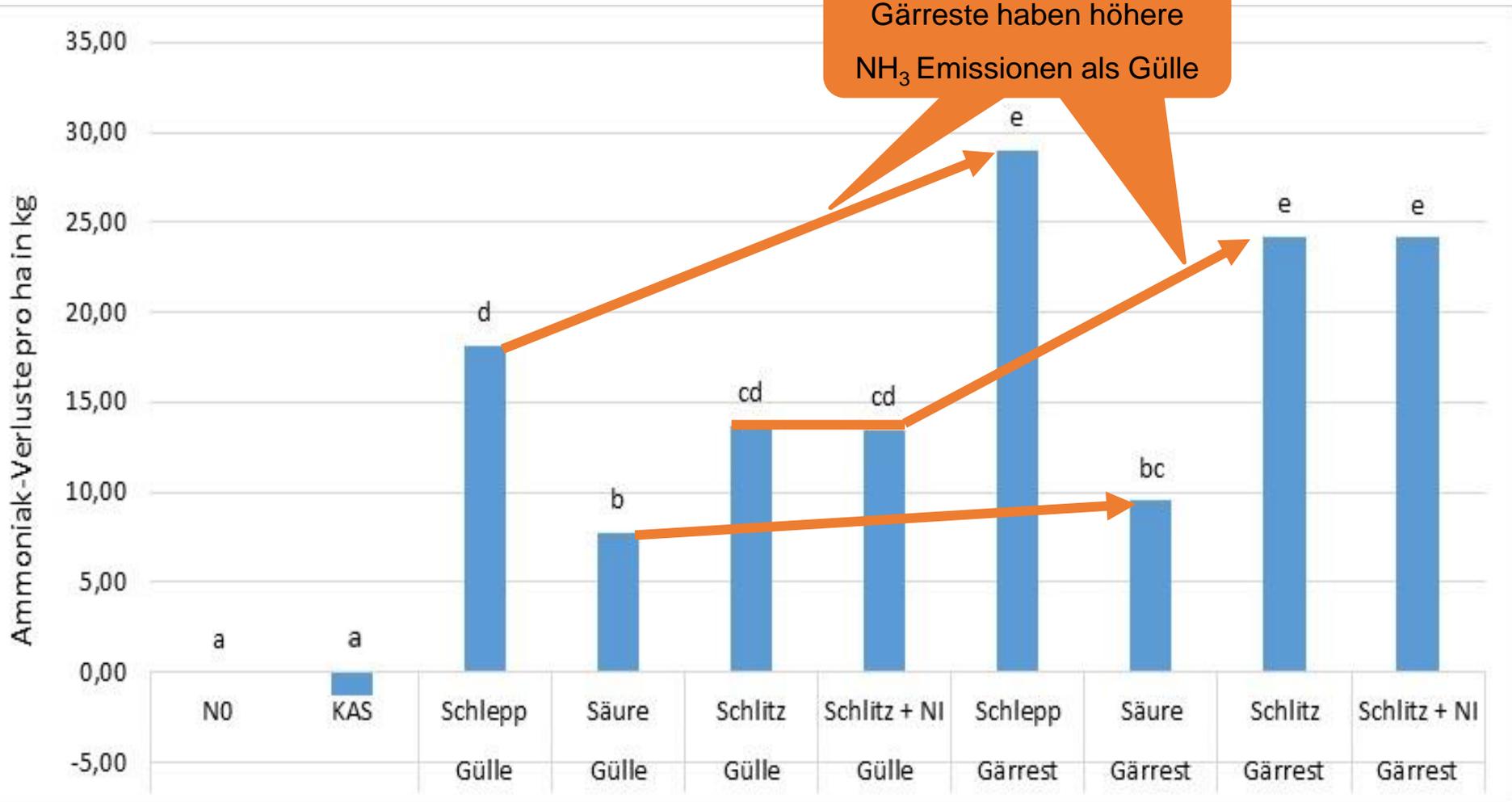
Ammoniak-Emissionen

Auswertung: 10 Varianten / alle Standorte



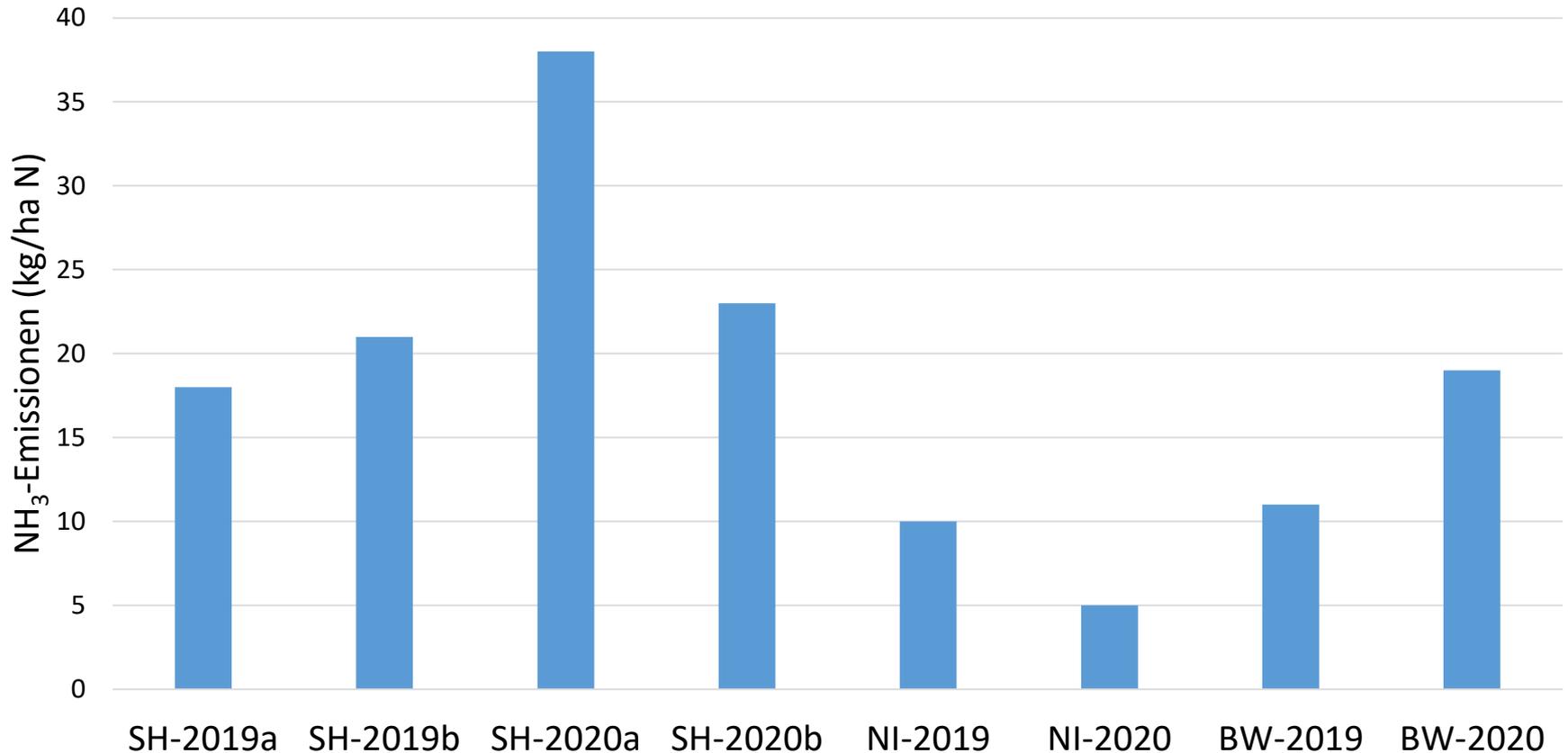
Ammoniak-Emissionen

Auswertung: 10 Varianten / alle Standorte



Ammoniak-Emissionen

Standorteffekt



- sehr große Standortunterschiede
- Erklärungsansatz: mehr Wind in SH => relevant für Umrechnung auf Emissionsdaten



NH₃-Emissionen

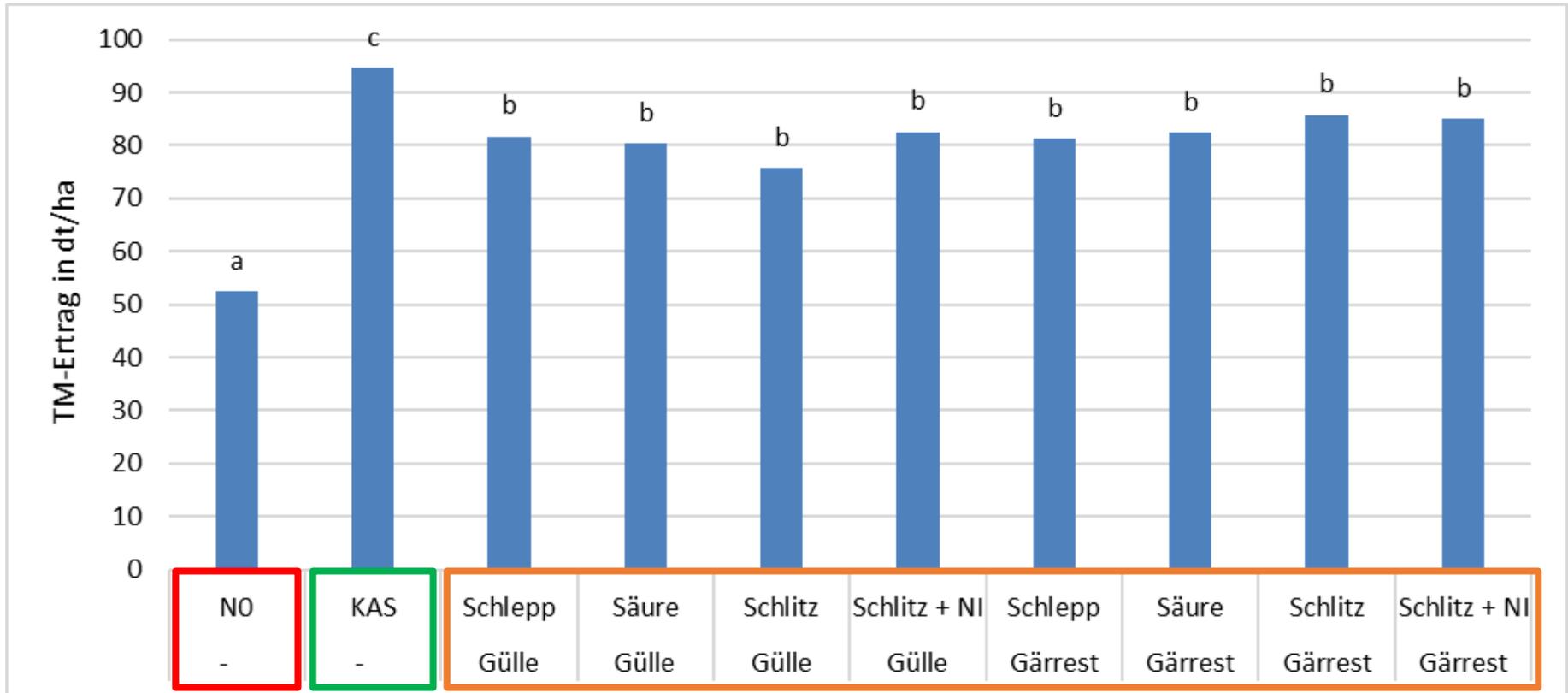
Das bleibt festzuhalten:

- **Ansäuerung vermindert NH₃-Emissionen deutlich**
- **Schlitzen hat nur geringen Effekt auf NH₃-Emissionen**
- **Gärreste haben höhere NH₃-Emissionen als Gülle**
- **sehr große Standort- und Jahresunterschiede**



Winterweizen: Ertrag

Auswertung: 10 Varianten / alle Standorte

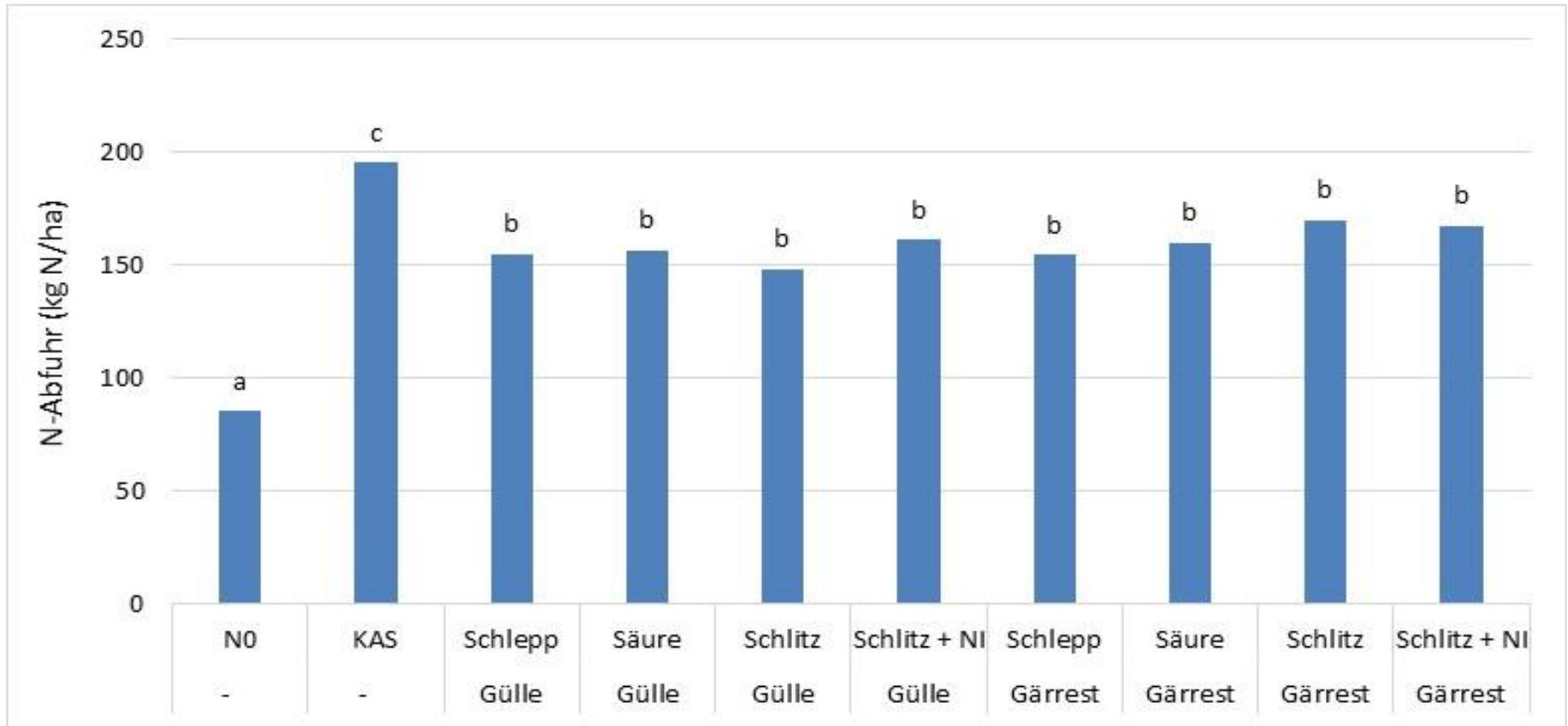


- Kontrolle geringste Erträge / KAS höchste Erträge
- Organisch gedüngte Varianten keine Unterschied



Winterweizen: N-Abfuhr

Auswertung: 10 Varianten / alle Standorte



Ansäuerung von Gülle zur Minderung der Ammoniak-Emissionen

- Für Lagerung und Transport benötigt man spezielle doppelwandige IBC-Tanks
- spezielle Schulungen für den Umgang mit Gefahrstoffen notwendig
- Ziel pH 6,0 – 6,5 in der Gülle



Säureeinsatz: Kosten-Nutzen-Rechnung

- **Mehrkosten für Ausbringung**

- Pauschalsatz für System 18 €/ha
- Kosten für Säure je nach Aufwandmenge
- Beispiel: 25 m³/ha, 4l Säure/m³, 0,30 €/l Säure 30 €/ha

48 €/ha Mehrkosten

- **Kosteneinsparung bei Mineraldüngern**

- Min. Schwefeldüngung ersetzt: 30kg S/ha * 0,5 € 15 €/ha
- Min. Stickstoffdüngung reduziert durch höhere Ausnutzung:
 - 10% bessere Ausnutzung bei 170 kg N/ha
 - 17 kg N Einsparung: 17 kg N/ha * 2,00€ 34 €/ha

49 €/ha Einsparung

- **Mögliche Mehrerträge unberücksichtigt**
- **Mögliche Qualitätseffekte unberücksichtigt**
- **Betriebsindividuelle Besonderheiten unberücksichtigt:**
 - z. B. Auswirkungen auf Nährstoffabgabe

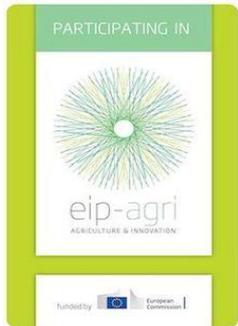


Projekt AmmonMind



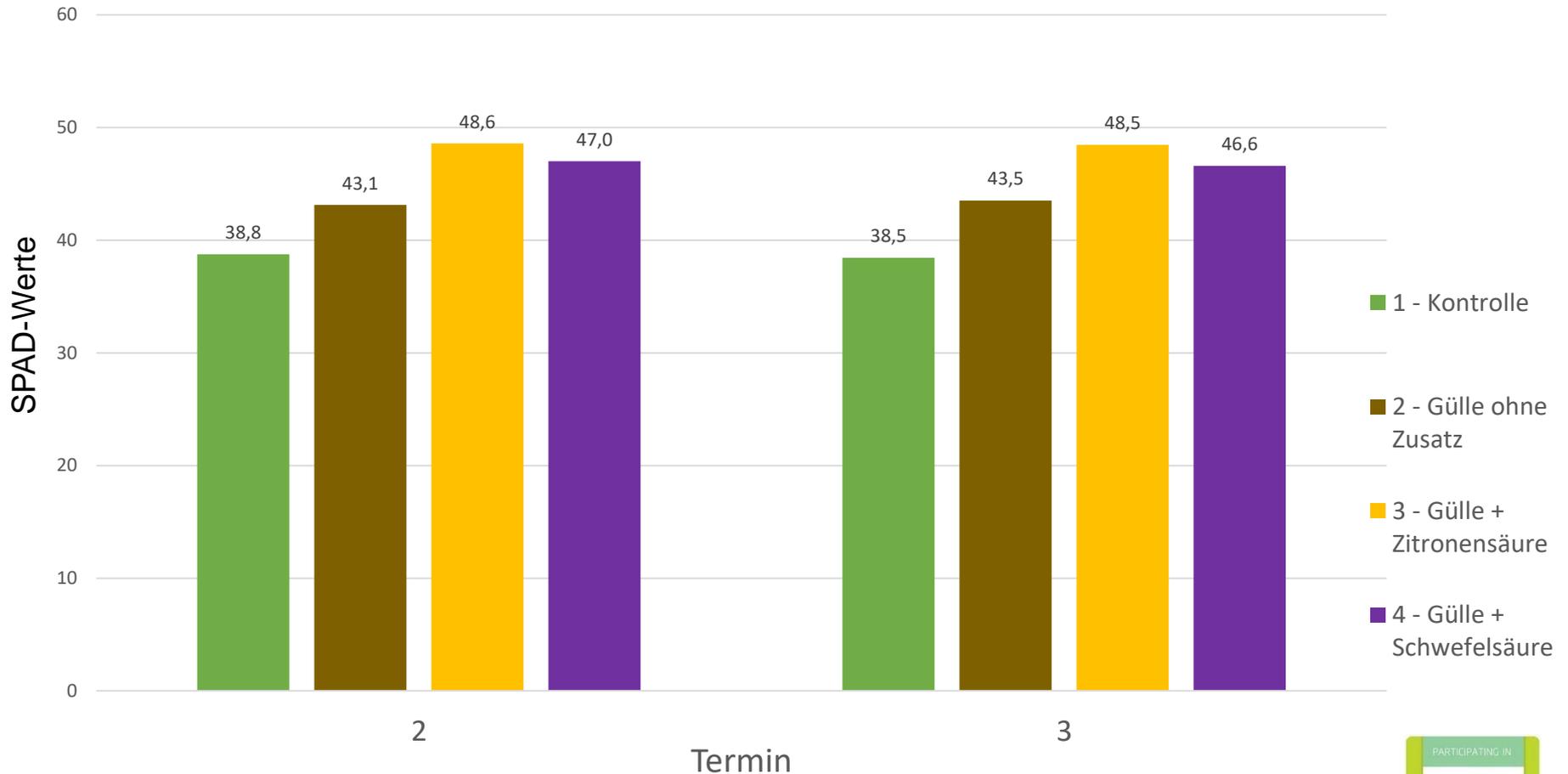
EUROPÄISCHE UNION

Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums - ELER
Hier investiert Europa in die ländlichen Gebiete

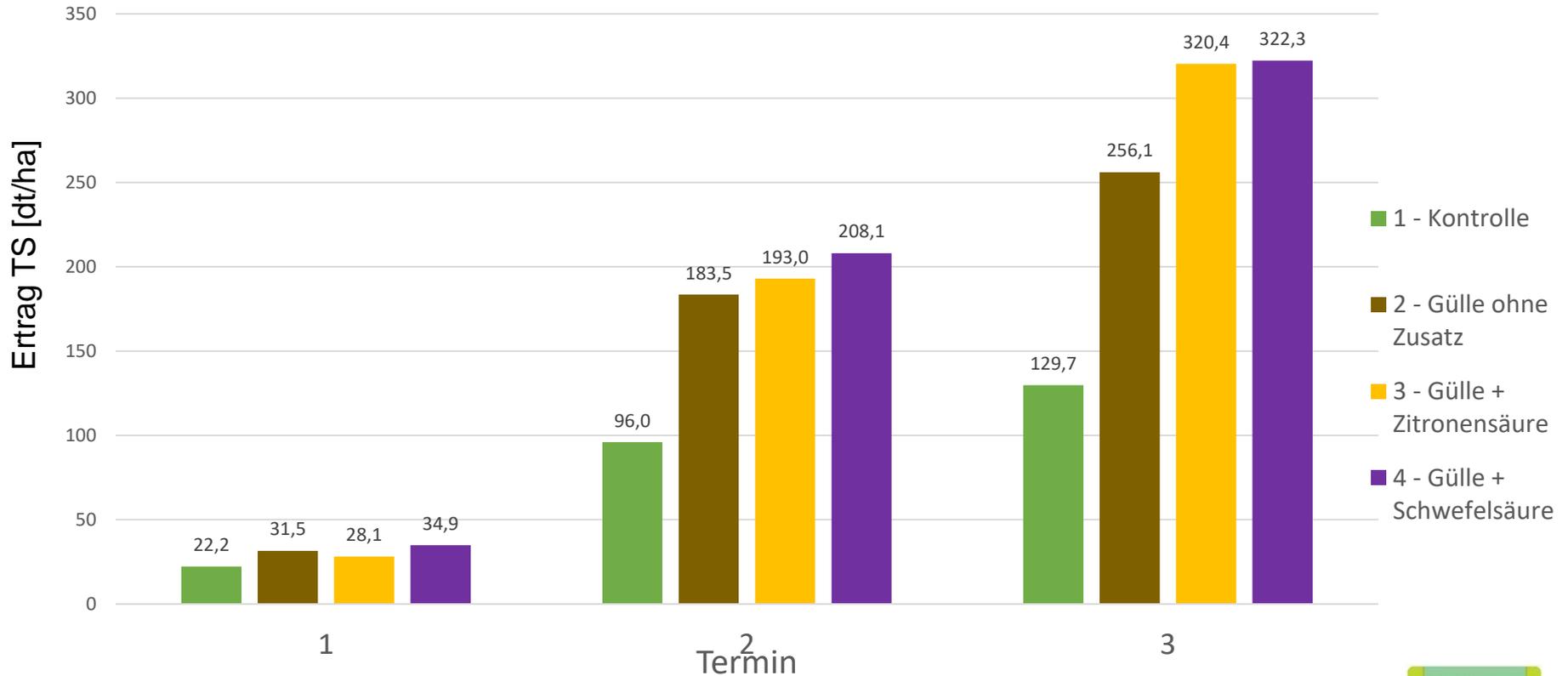


N-Status Winterweizen

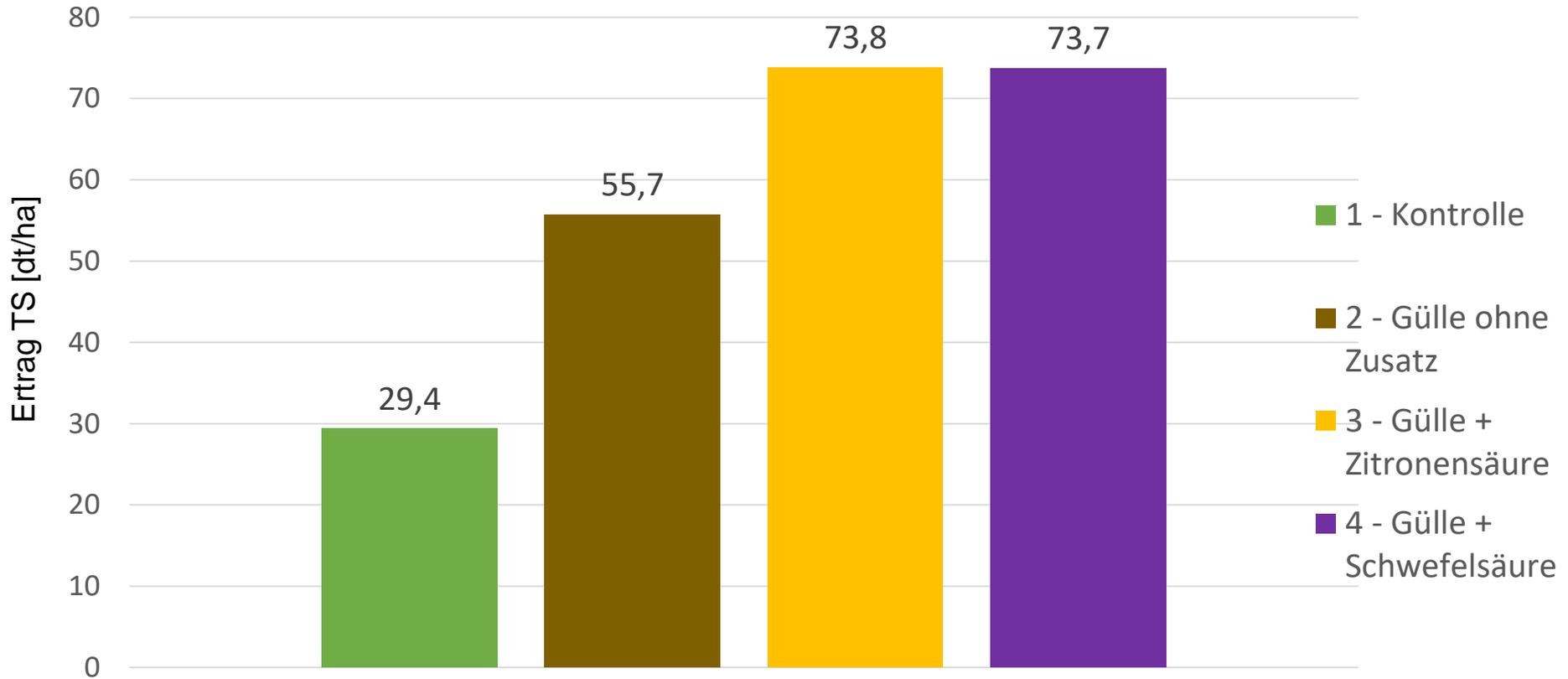
(SPAD-Werte zum 2. und 3. Termin)



Entwicklung der Trockenmasseerträge (Zwischenschnitte)



Winterweizen Kornertrag



Fazit Applikationstechnik Gülle

Wie wirkt sich der Einsatz unterschiedlicher Verfahren bei der Applikation flüssiger Wirtschaftsdünger im Winterweizen aus?

➤ **N₂O-Emissionen**

- ✓ **große Standorteffekte**
- ✓ **keine klaren Effekte durch**
 - **Applikationstechnik**
 - **Ni-Zugabe**
 - **Gülleart (Rindergülle vs. Gärrest)**

➤ **NH₃-Emissionen**

- ✓ **signifikant reduziert durch Säurezugabe**
- ✓ **Schlitzen hat nur geringen Effekt**
- ✓ **Gärreste führen im Vergleich mit Gülle zu höhere NH₃ Emissionen**

➤ **Ertrag und N-Entzug i.d.R. nicht beeinflusst**



Was bleibt festzuhalten?

- Wertschätzung und Einsatz von Wirtschaftsdüngern im Ackerbau wird zunehmen
- strenge Rahmenbedingungen durch Dünge-VO 2022 vorgegeben
- Wissen über Nährstoffgehalte ist wichtig
- Auswahl der Applikationstechnik muss individuell angepasst werden
- N_2O -Verluste haben nur geringen Einfluss auf N-Effizienz, aber sind sehr umweltrelevant
- Um N-Effizienz zu verbessern, müssen NH_3 -Verluste deutlich reduziert werden

