

Aktuelle Forschungsaktivitäten der LfL zur Gülleausbringung

Dr. Annette Freibauer, Dr. Michael Diepolder
Institut für Ökologischen Landbau,
Bodenkultur und Ressourcenschutz

Übersicht

- Wo Recht und Politik stehen
- Versuche der LfL am Spitalhof
- Versuche der LfL in Franken, Kooperation mit TUM
- Masterarbeit Güllezusatzstoffe

Wo Recht und Politik stehen

- EU Nitrat- und Wasserrahmenrichtlinie:
Vertragsverletzungsverfahren gegen D läuft:
→ mehr N-Effizienz, geringere N-Salden gefordert
- NEC-Richtlinie:
Vertragsverletzungsverfahren gegen D läuft
→ NH₃-Minderung dringend nötig!
 - 95% NH₃-Emissionen aus der Landwirtschaft
 - 550 kt NH₃-Obergrenze immer um mindestens 10% überschritten
 - Seit 2005 steigende NH₃-Emissionen, aber -5% bis 2020 gefordert
 - Bis 2030 -29% gegenüber 2005 gefordert
(= Überschreitung der critical N loads in nur noch 50% der sensiblen Ökosysteme in D)

Wo Recht und Politik stehen

- Deutsche Klimaziele: große Handlungslücke
NH₃ ist indirektes Treibhausgas (1% wird N₂O)
- DüV ist Hauptmaßnahme für
 - Nitrat- und WRRL (N-Effizienz, N-Salden u.a. durch emissionsarme Wirtschaftsdüngerausbringung),
 - NEC (emissionsarme Wirtschaftsdüngerausbringung)
 - Klimaschutz in der Landwirtschaft (N-Effizienz durch emissionsarme Wirtschaftsdüngerausbringung = weniger NH₃, weniger Mineraldünger)

DüV

- **DüV:** Flüssige Wirtschaftsdünger dürfen auf bestellten Flächen ab 2020 (A) bzw. 2025 (Grünland, mehrschnittiger Feldfutterbau) grundsätzlich nur noch streifenförmig auf den Boden ausgebracht oder direkt in den Boden eingebracht werden.
- Bayern konnte einen weiteren Einsatz der bisherigen Technik auf unbestellten Ackerflächen, eine lange Übergangsfrist für die bisherige Technik auf Grünland und Feldfutter sowie **Ausnahmemöglichkeiten** aufgrund von naturräumlichen oder agrarstrukturellen Besonderheiten verankern.
- Verfahren mit vergleichbar geringen Ammoniakemissionen können ebenfalls ausgenommen werden....aber erst nach Vorliegen belastbarer Versuchsergebnisse.

Hintergründe des neuen Projekts

- Ziel muss es sein, einen Großteil der NH_3 -Minderung über die **Wirtschaftsdüngerausbringung** abzudecken, da
 - Maßnahmen im Stall und bei der Lagerung (Abdeckung) in der Regel mit investiven Maßnahmen verbunden und teurer (z.B. Betriebskosten Abluftreinigung) sind.
 - Einige Maßnahmen noch ungeklärte Auswirkungen haben (z.B. Ansäuerung) oder offene Fragen in der Praxistauglichkeit bzw. Funktionssicherheit (z.B. perforierte Böden mit Klappen) bestehen.
- Es ist bereits wissenschaftlich nachgewiesen und bekannt, dass **emissionsmindernde Techniken (Schleppschlauch, Schleppschuh, Injektion)** Ammoniakverluste stark gegen gegenüber der bisher in der bayerischen Landwirtschaft gerade im Grünland noch überwiegend verbreiteten **Breitverteilungstechnik** reduzieren können – unabhängig von Witterungseinflüssen, TS-Gehalt und pH-Wert - .
- Neue Techniken werden in der Praxis im In- und Ausland schon von vielen Betrieben erfolgreich eingesetzt, bzw. sind teilweise bereits Pflicht.

Wie hoch können Ammoniakverluste sein?

Größenordnung möglicher Ammoniakverluste im Grünland bei in Prozent zum ausgebrachten Ammonium-N mit Rindergülle (ca. 7 % TS) mit Breitverteiler?

Nach 24 h	Nach 4 Tagen
15 - 70 %	40 - 90 % *

Quelle: nach Offenberger et al.; VDLUFA,-Kongressband 2017

* Entspricht ca. 20 - 45 % des Gesamt-N

Ausbringverluste $N_{\text{ges.}}$ von Gülle nach DüV 17,6 % bzw. ab 2020 11,8 %

N-Nutzungseffizienz bei unterschiedlichen Düngern

Düngewirkung nach LWK Niedersachsen:
Emissionsarme Ausbringung gilt als Standard auch im Grünland

Wirkung des Stickstoffs in organischen Nährstoffträgern (% von Gesamt-N) unter optimalen Bedingungen (Stand: 02.07.2017)

Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft bzw. org. Düngemittel		N-Anrechenbarkeiten gem. Empfehlungen Landwirtschaftskammer Niedersachsen [%] ¹⁾ (schlagbezogen)		Mindestanrechenbarkeiten gem. Düngeverordnung [%]
		1	2	3
		Getreide, Raps, Grünland ²⁾ , Zwischenfrüchte	Hackfrüchte Mais	alle Kulturen
Gülle	Rind	60%	70%	50%
	Schwein, Geflügel	70%	80%	60%

²⁾ auf Grünland und bei Ackergras können für die Ausbringung ab Juli die Anrechenbarkeiten um 10% reduziert werden.

<https://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/2/nav/341/article/15868.html>

Einfluss der Technik auf die Ammoniakreduktion im **Grünland** gegenüber Breitverteilung

	International (Webb et al., 2010)	Schweiz (Häni et al., 2016)
	Mittelwert (n; Streubereich)	Mittelwert (n; Streubereich)
Ausbringtechnik		
Schleppschauch	35 % (45; 0-74 %)	51 % (7; 22-68 %)
Schleppschuh	64 % (37; 57-70 %)	53 % (5; 36-71 %)
Schlitz-Injektion	80 % (56; 60-99 %)	76 % (1; -)

→ **Alternative Verfahren müssen 40-60% Emissionsminderung sicher erreichen.**

Quelle: nach Huguenin-Elie et al, 2018

Gülleausbringung mit neuen Versuchsfass am Spitalhof



Neuer Versuch ab 2017

- Technikvergleich
 - Breitverteilung (Prallteller)
 - Schleppschlauch
 - Schleppschuh
 - Injektion
- ferner
 - Güllezeitpunkt bei Schleppschuh
 - flache (4x) /tiefe (2x) Injektion
 - TS-Gehalt Gülle
 - Witterung
 - Mineraldüngervarianten



Umfang: 20 Varianten, 80 Parzellen

Neues LfL/IAB-Forschungsprojekt (2018 – 2024) * „Emissionsarmer Gülleinsatz Grünland Franken“

The screenshot shows a web browser window displaying the LfL website. The address bar shows the URL: <https://www.lfl.bayern.de/iab/gruenland/206637/index.php>. The page features a navigation menu at the top with links like 'Über uns - Institut', 'Kontakt - Institut', 'Publikationen', 'Presse', 'Stellen', 'Impressum', and 'Datenschutzerklärung'. The LfL logo is in the top left, and the Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft logo is in the top right. A search bar is located below the logos. The main content area has a large green field image. On the left, there is a sidebar menu with 'Grünland' selected. The main text area is titled 'Emissionsarmer Gülleinsatz Grünland Franken' with a green arrow pointing to it. Below the title is a small image of a field with a caption 'Streifenförmige Gülleausbringung im Grünland'. The text describes the research project, which aims to compare different manure application techniques (slurry spreading, injection) to reduce emissions. A 'Hintergrund' section explains the environmental impact of ammonia emissions. A 'Zielsetzung – offene Fragen' section lists the goals of the project.

<https://www.lfl.bayern.de/iab/gruenland/206637/index.php>

Zielsetzung

- **Klärung offener Fragen** zum optimalen Einsatz der nach Düngeverordnung nach DüV künftig geforderten neuen Ausbringtechnik. Diese betreffen u.a. Fragen zu realisierbaren **Ertragseffekten** (TM, N), Nährstoffeinsparung, Veränderungen des **Pflanzenbestandes** und der Grünlandnarbe bzw. Fragen zur nachhaltigen **Qualitätssicherung** hochwertigen Futters für die Milchviehhaltung.
- Untersuchung zur **Wirkung von (ausgewählten) Güllezusätzen** zur Verminderung der Ammoniakemission
- Erstellung eines **Leitfadens** für Praktiker aufgrund bereits in Praxisbetrieben gesammelten Erfahrungen und Versuchsergebnissen.

Neues Projekt: Emissionsarmer Gülleeinsatz Grünland Franken

Neue Versuchsserie an 3 Standorten in Franken 2019-2023

- **Technikvergleich mit Praxis-Ausbringungstechnik**
 - Breitverteilung (Prallteller, Schwenkkopfverteiler wenn präzise möglich)
 - Schleppschlauch
 - Schleppschuh
 - 2 Injektionstechniken
- **ferner**
 - Güllezeitpunkt bei Schleppschuh
 - flache (4x)/tiefe (2x) Injektion
 - TS-Gehalt Gülle
 - Witterung
 - Mineraldüngervarianten (Vergleich)



Umsetzung / Methodik / Partner

- I. **Befragung von Betrieben, die neue Technik im GL einsetzen.**
Zusammenarbeit mit [HSWT](#); seit Dezember 2018 angelaufen
- II. Umfangreiche **Grünlandversuche auf drei Standorten in Franken** mit 550-650 mm mittlerem Jahresniederschlag. Anschaffung eines von neuen Trägerfahrzeugs und verschiedenster Ausbringtechnik.
Partner: [AVB](#), [AQU](#), [ÄELF Versuchszentren Nordwest u. Nordost](#)
- III. Literaturlauswertung / Test von **Güllezusätzen** bei Lagerung und Ausbringung;
[IAB-L/ILT](#) mit [TUM](#) (Lehrstuhl Pflanzenernährung)
- IV. Anwendung und Weiterentwicklung von **Testmethoden** zur Messung von Ammoniakemissionen ([TUM](#), Lehrstuhl Pflanzenernährung)
- V. [weiterhin angedacht **ITE/IAB**: Thema Mikrobielle Belastung/Silierversuche]
- VI. [weiterhin angedacht **ILT/AQU**: mikrobielle Güllebehandlung]

Masterarbeit Güllezusätze (10/18 – 05/19)

- Literaturstudie zur Wirkung auf NH_3 und Geruch bei Lagerung und Ausbringung von Gülle und Gärresten:
 - EM, (Bio)kohle, Gesteinsmehl, Säure
 - Originalliteratur, Studienarbeiten, ...
- Vorläufiges Zwischenergebnis: die meisten reduzieren Geruch sicher, nur Säure erreicht sichere starke NH_3 -Minderung
- Lagerungsversuch nach Händlerangaben, mindestens 4 Wochen
- Ausbringungsversuch im April 2019



**Danke für Ihre
Aufmerksamkeit!**

Welche Faktoren spielen eine Rolle?

Grünland

Gülldüngung

N-Effizienz

Ammoniak (NH_3) Emission steigt mit:

- Hoher Temperatur, fehlendem Regen
- trockenem Boden, Sonne, Wind
- Großer Kontaktfläche (>> Technik)
- Hohem **pH-Wert** *, hohem TS-Gehalt

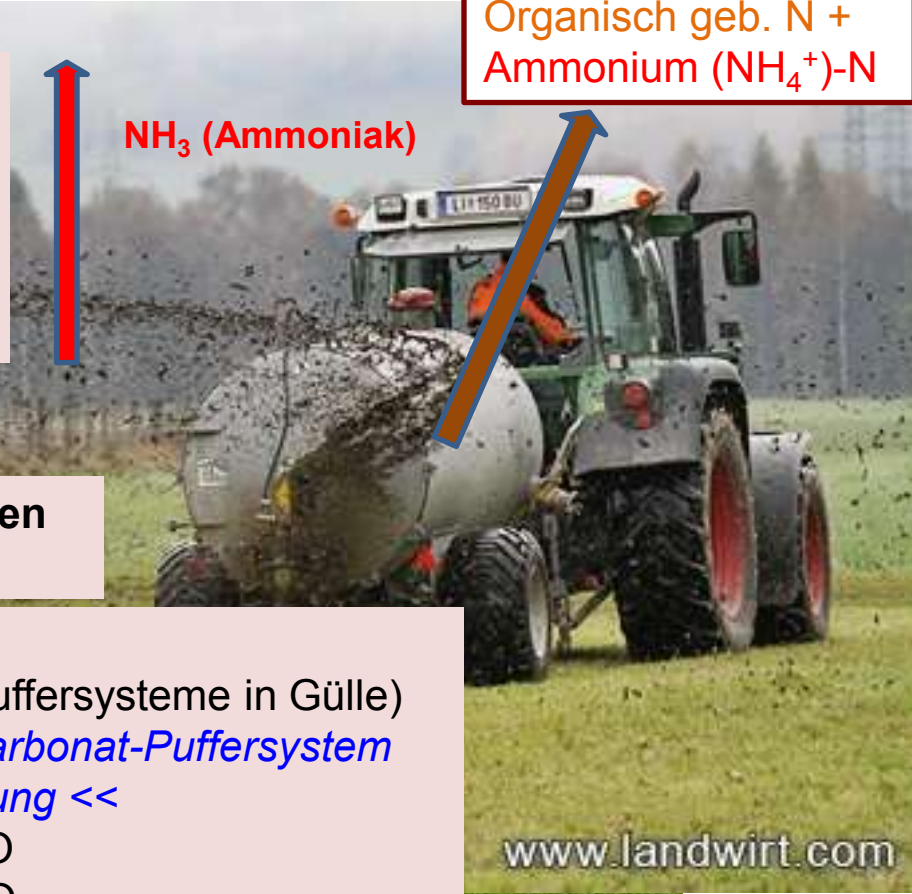
Dynamisches Gleichgewicht in Gülle zwischen Ammonium-Ion (NH_4^+) und Ammoniak (NH_3)

Reaktionen (vereinfacht):

- $2 \text{NH}_4^+ + \text{CO}_3^{2-} \leftrightarrow 2 \text{NH}_3 \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (Puffersysteme in Gülle)
- >> *nach der Ausbringung Änderungen im Carbonat-Puffersystem der Gülle, * pH-Anstieg infolge CO_2 -Ausgasung <<*
- Basisches Milieu: $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \leftrightarrow \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- Saures Milieu: $\text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+ \leftrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$
- Ammoniak löst sich - temperaturabhängig - sehr gut in Wasser, dabei auch $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
(Gleichgewicht auf linker Seite)

NH_3 (Ammoniak)

Organisch geb. N +
Ammonium (NH_4^+)-N



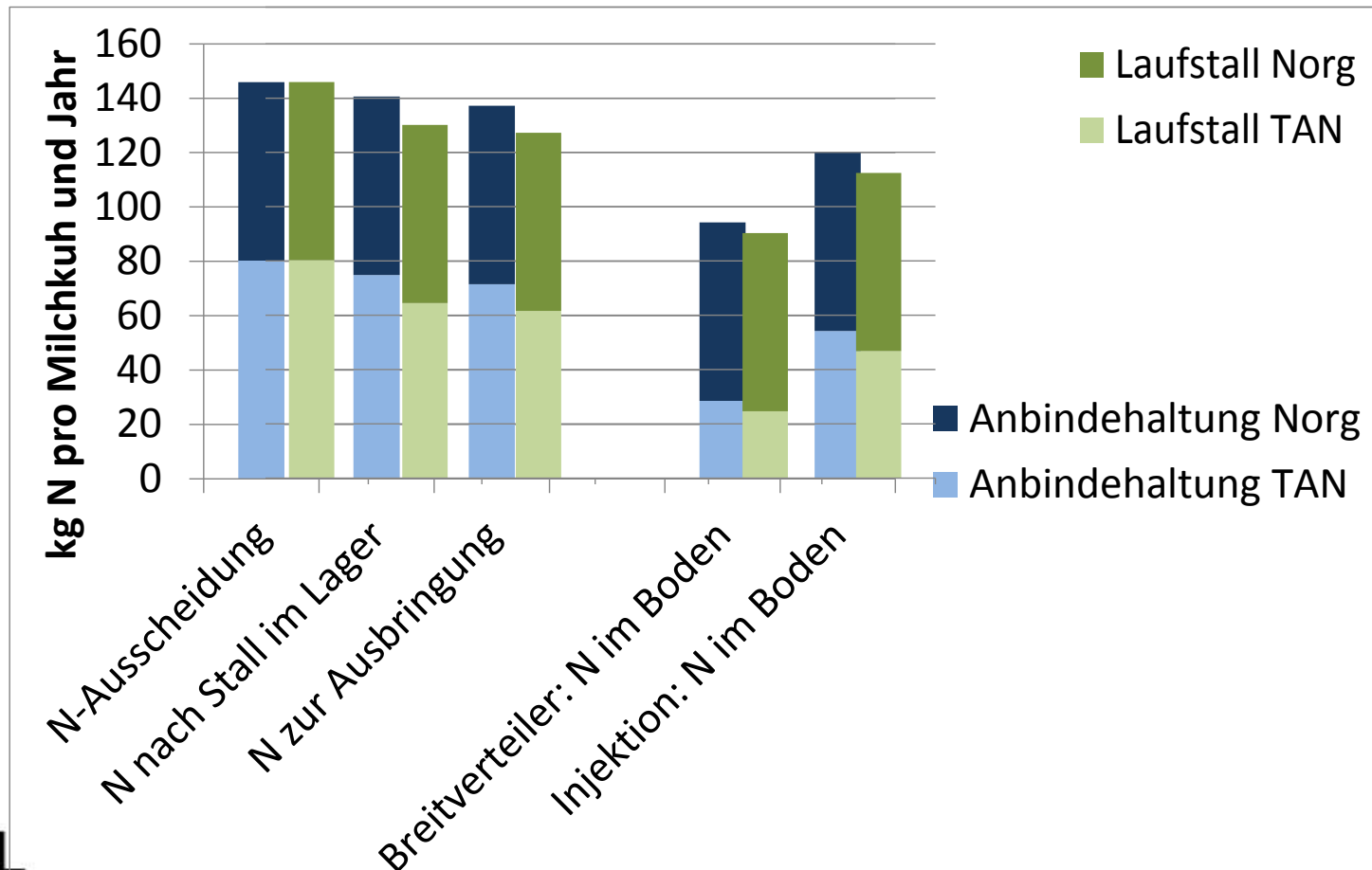
www.landwirt.com

Ammoniakemissionen im Milchviehbetrieb

Ammoniakemissionen = N-Verluste im LW Betrieb

Vergleich Anbindehaltung – Laufstall; Breitverteiler – Injektion

Extremszenario ohne Weidehaltung und Strohs

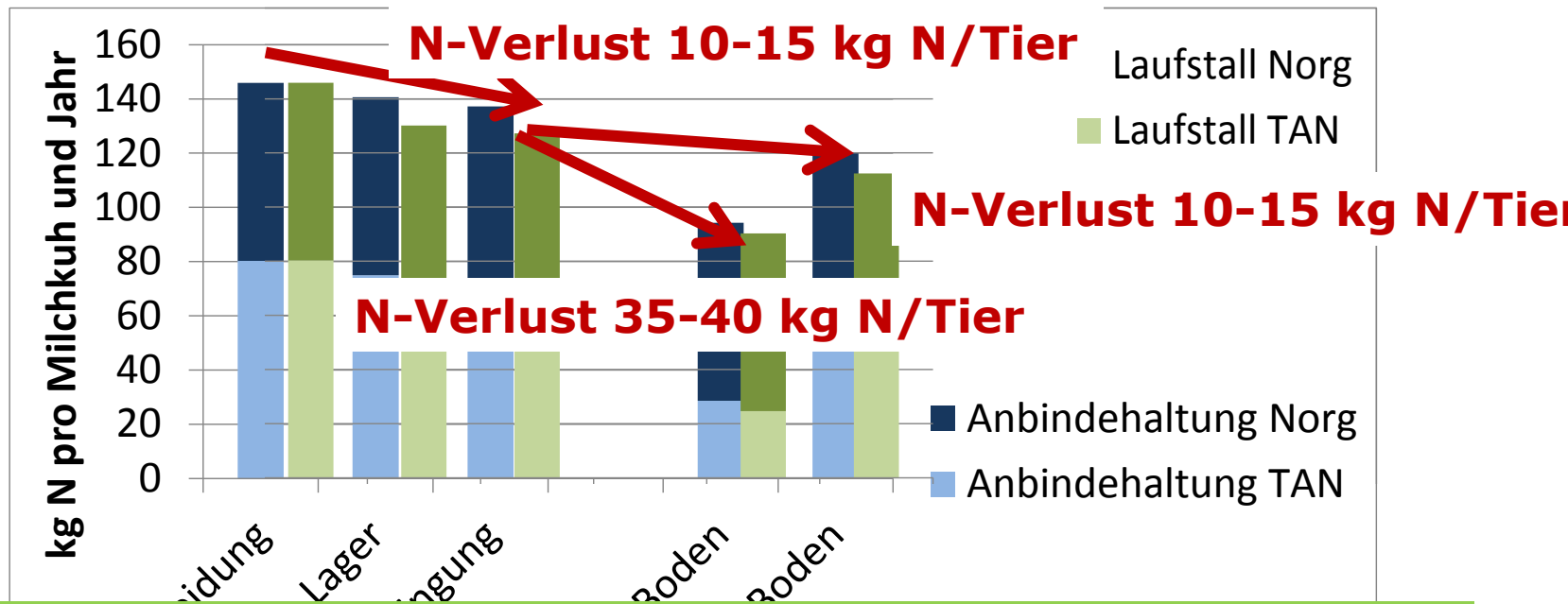


Ammoniakemissionen im Milchviehbetrieb

Ammoniakemissionen = N-Verluste im LW Betrieb

Vergleich Anbindehaltung – Laufstall; Breitverteiler – Injektion

Extremszenario ohne Weidehaltung und Strohs



Emissionsarme Ausbringung hält pro Kuh 25 kg N mehr im Betrieb (20% der N-Ausscheidung)

Bodennahe Gülle bringt nicht mehr Lachgas

- Senatsarbeitsgruppen der Bundesforschungseinrichtungen, Stand 2012:

Die Bewertung der Ausbringungstechnik hinsichtlich ihrer Wirkung auf die N_2O -Emission weist noch viele offene Fragen auf. Dies gilt sowohl für die unmittelbare Wirkung der Applikationstechnik als auch für die Bedeutung der ausbringungsinduzierten Emissionen für die N_2O -Jahresemission. Im Gegen-

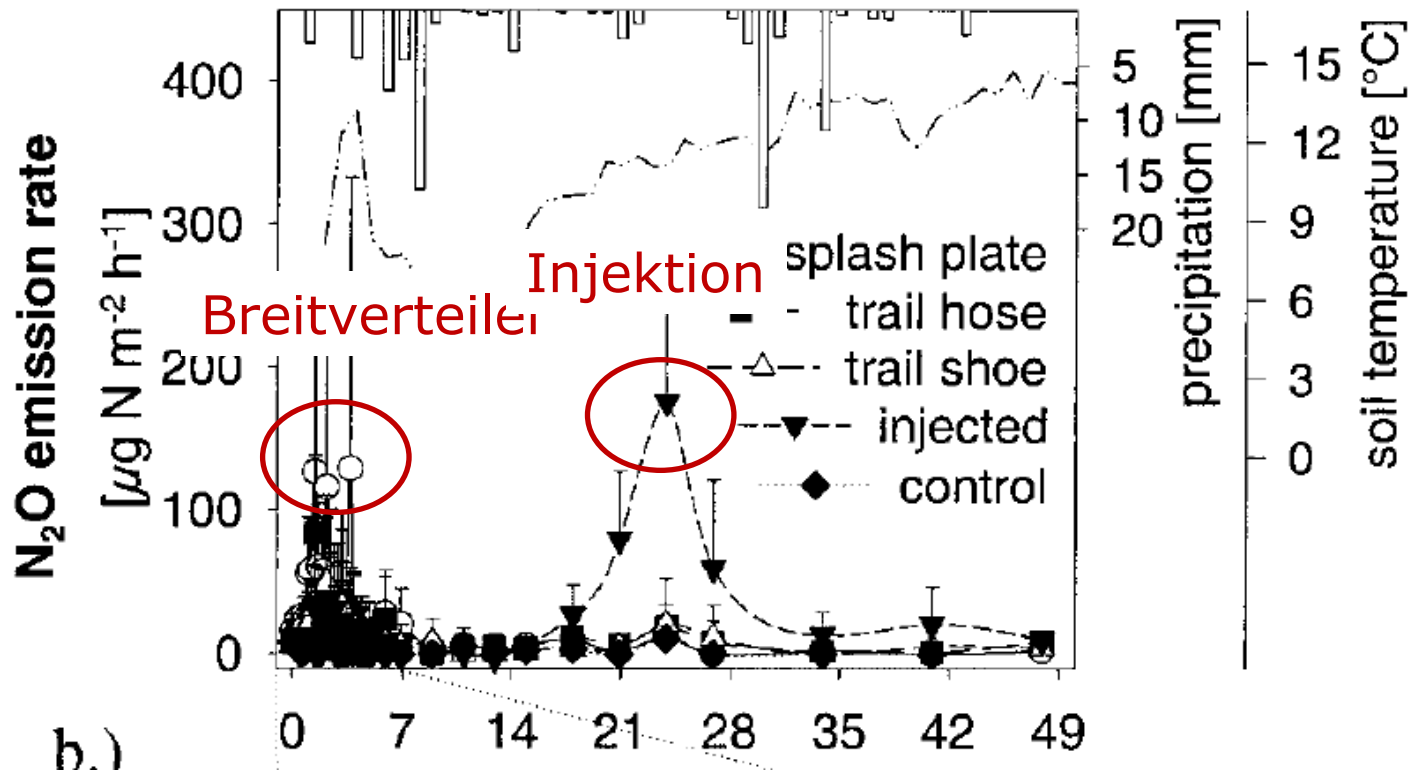
eine wichtige Rolle zu. Bezieht man die Verringerung des Düngerwerts durch NH_3 -Emissionen in die Bewertung ein, dann verschlechtert sich die Treibhausgasbilanz besonders bei den Verfahren, die hohe NH_3 -Emissionen aufweisen. Verfahren mit geringen NH_3 -Emissionen schneiden relativ günstiger ab. Die Er-



Einzelstudie Wulf et al. 2002, 7 Wochen gemessen

- 30 m³/ha vergorene Gülle (70% Rind, 30% Haushaltsabfälle)
114 kg N/ha bzw. 67 kg NH₄-N/ha
4,8% TM, pH 8,9
- Grünland: nasser Boden, kühl-nasse Witterung

- N₂O:



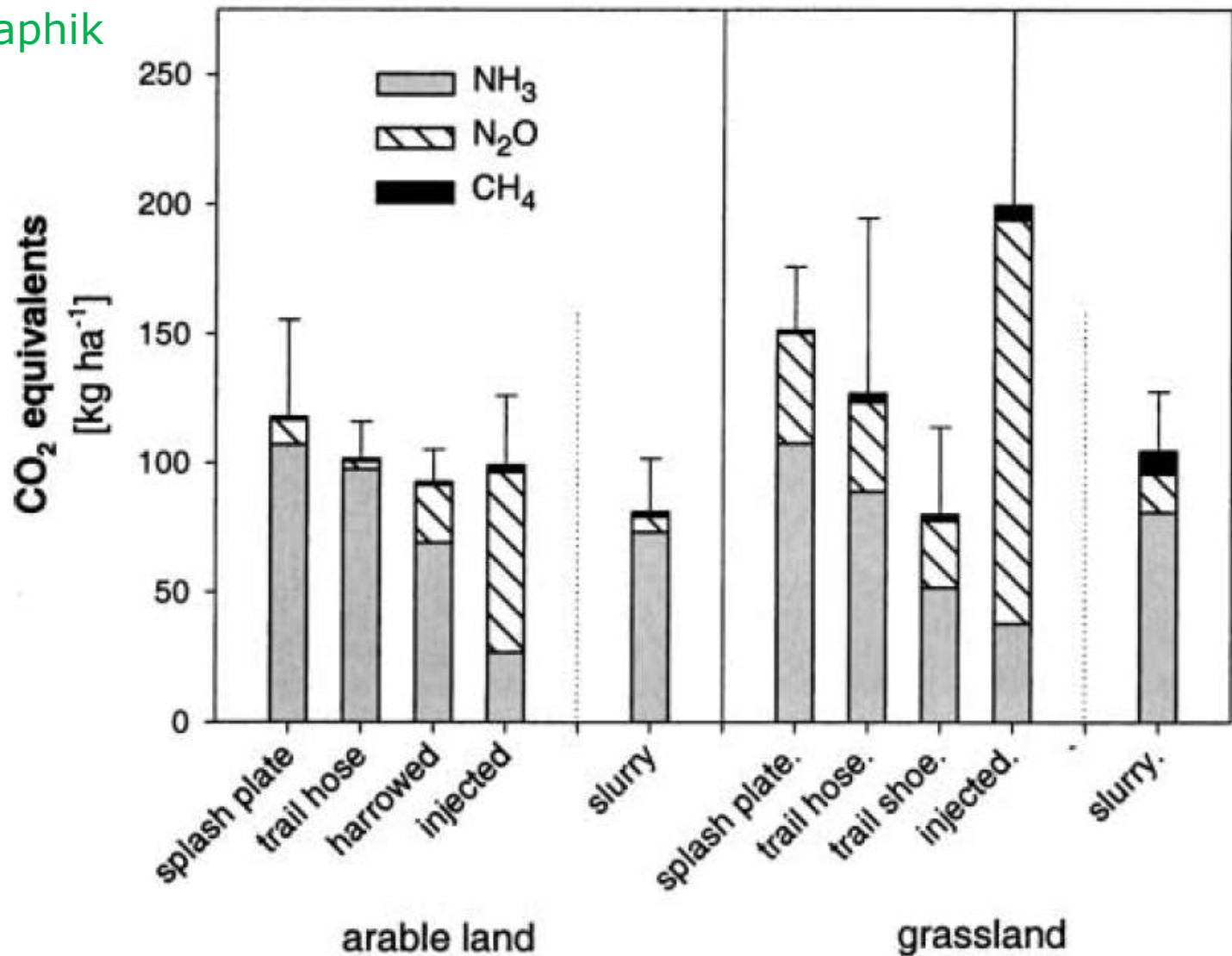
b.)

Wulf et al. J. Environ. Qual. 31:1795–1801 (2002).

21

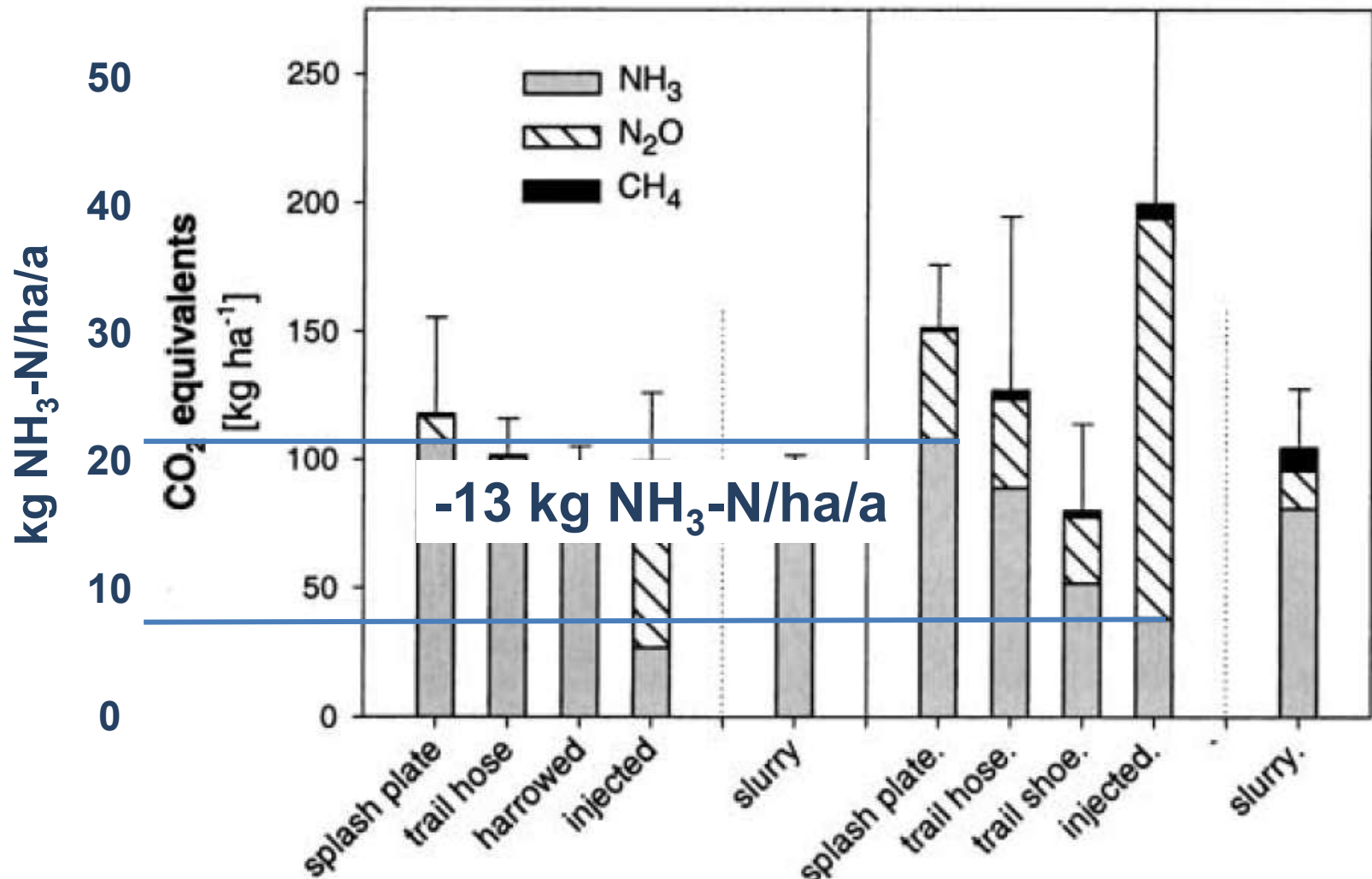
Einzelstudie Wulf et al. 2002, 7 Wochen gemessen

Originale Graphik



Einzelstudie Wulf et al. 2002, 7 Wochen gemessen

Umrechnung der indirekten N₂O-Emissionen aus NH₃ auf NH₃-Emissionen

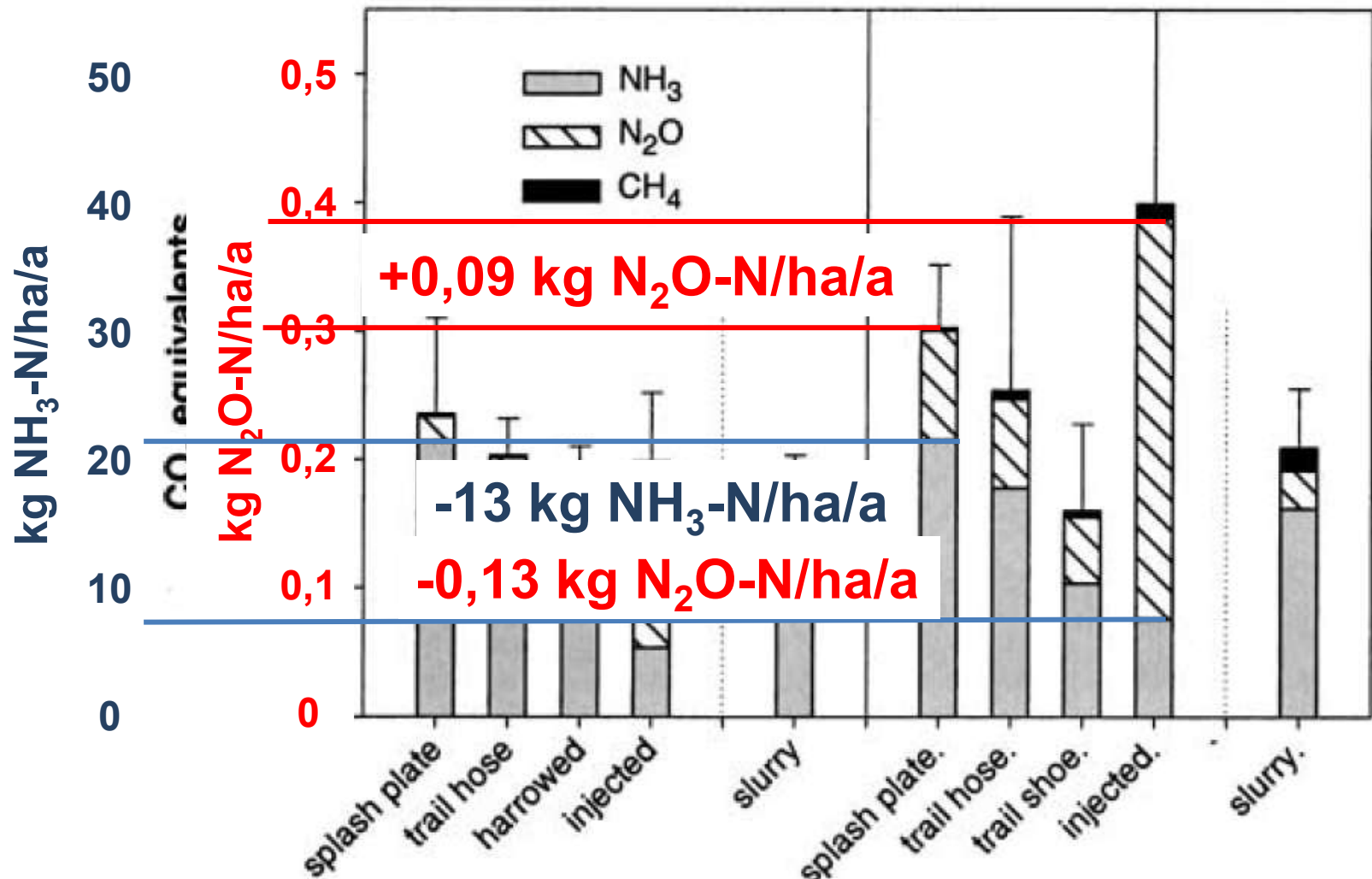


1 kg NH₃-N erzeugt 0,01 kg N₂O-N

grassland

Einzelstudie Wulf et al. 2002, 7 Wochen gemessen

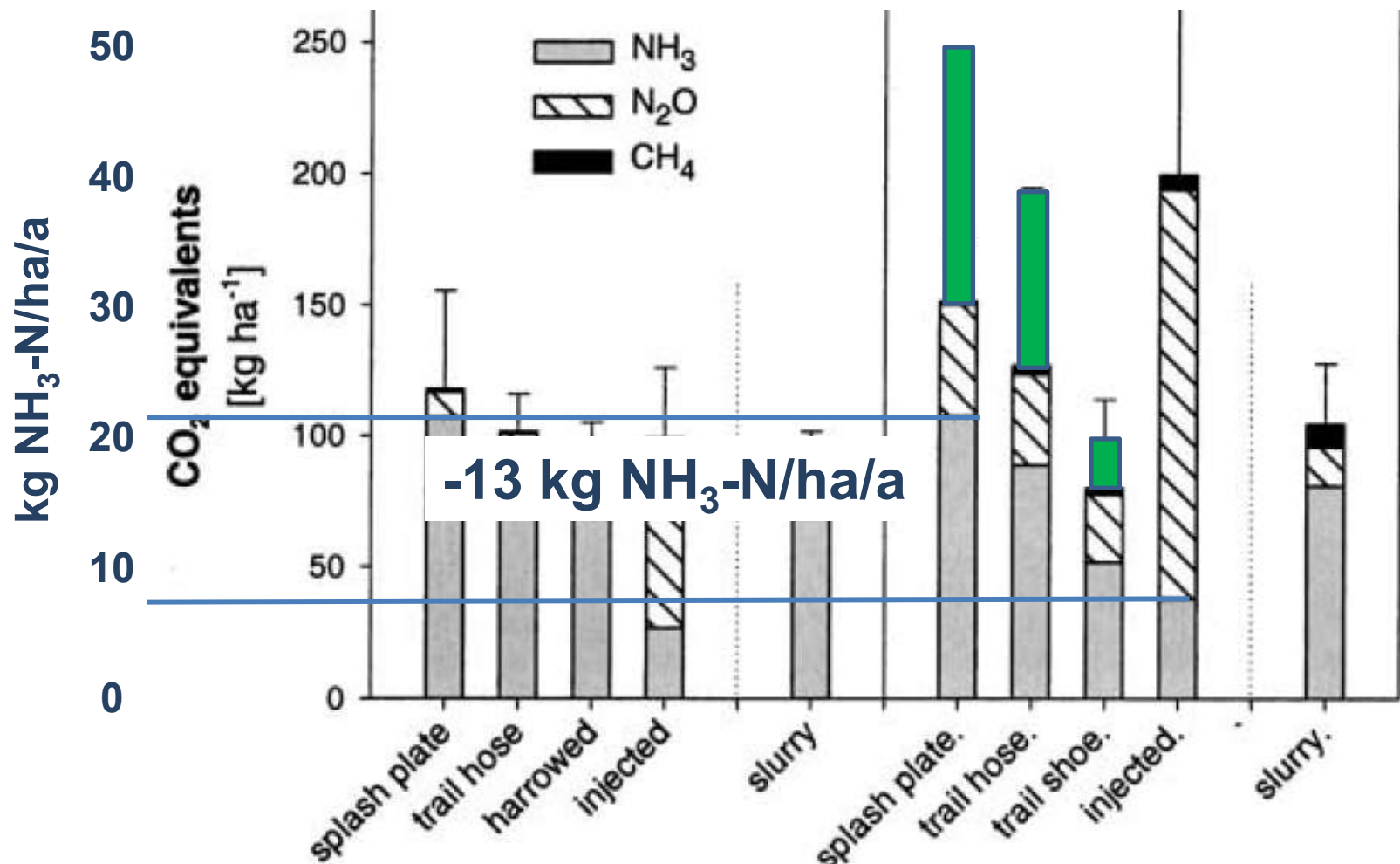
Umrechnung von CO₂-Äquivalenten auf N₂O-Emissionen



1 kg NH₃-N erzeugt 0,01 kg N₂O-N grassland

Einzelstudie Wulf et al. 2002, 7 Wochen gemessen

Berücksichtigung des Ersatzes von NH₃ durch Mineraldüngeräquivalente
 1 kg N-Mineraldünger = 7,5 kg CO₂-Äquivalente



1 kg NH₃-N erzeugt 0,01 kg N₂O-N grassland