

Verbundprojekt RESOURCE:

N-Düngewirksamkeit und N-Emissionen von Gärresten in Marktfrucht- und Nährstoffüberschussregionen

Linda Tendler, Sebastian Wolter, Johannes Kühne, Jorita Krieger, Jörg-Michael Greef



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

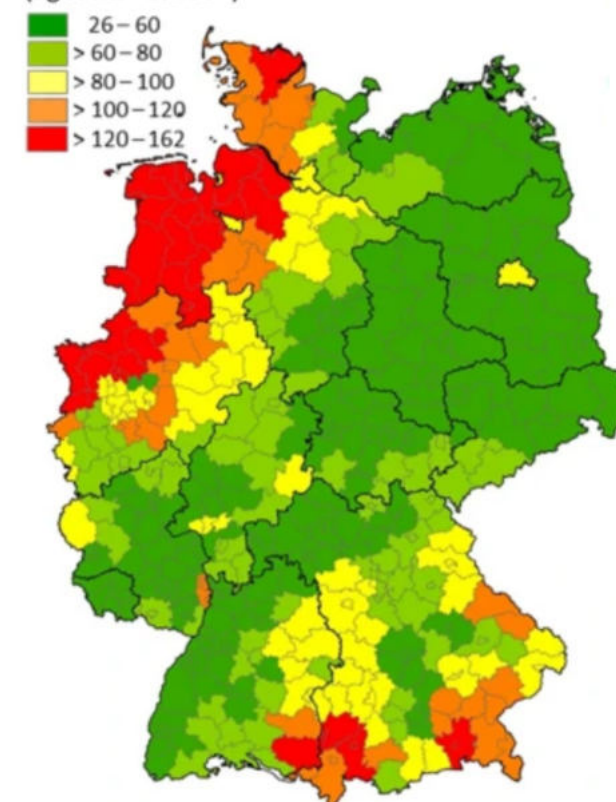
Die Förderung des Verbundvorhabens „Gärreststrategien zur Optimierung von Nährstoffeffizienz, Wasser- und Klimaschutz im Pflanzenanbau – Akronym: RESOURCE“ unter dem Förderkennzeichen 2220NR018 erfolgt aus Mitteln des Zweckvermögens des Bundes bei der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

Hintergrund

- regional konzentrierter Anfall von organischen Düngern und regional hohe N-Überschüsse
 - vorwiegender Einsatz von energieintensiv synthetisierten Mineraldüngern in Ackerbauregionen
- Substitution von Mineraldüngern durch organische Dünger schließt Nährstoffkreisläufe und entlastet die Schutzgüter Wasser, Luft/Klima und Biodiversität



Nitrogen surplus, mean 2015-2017
(kg N ha⁻¹ UAA a⁻¹)



Mittlerer N-Überschuss 2015 - 2017,
Häußermann et al. (2020)

Hintergrund

Ackerbaulicher Einsatz von organischen Düngern ist herausfordernd!

- Befahrbarkeit toniger Böden im Frühjahr (Lorenz et al. 2016)
- schwierige Logistik bei *just in time*-Verbringungen
- Vorbehalte in der Bevölkerung aufgrund von Verkehr, Lärm- und Geruchsbelastung (Beiß-Delkeskamp et al. 2019)
- Standortabhängige N-Düngewirkung von 30-70 % N_{gesamt} (Matuschek et al. 2012, Lichti & Wendland 2012, Reinhold & Zorn 2015)



Fragestellung

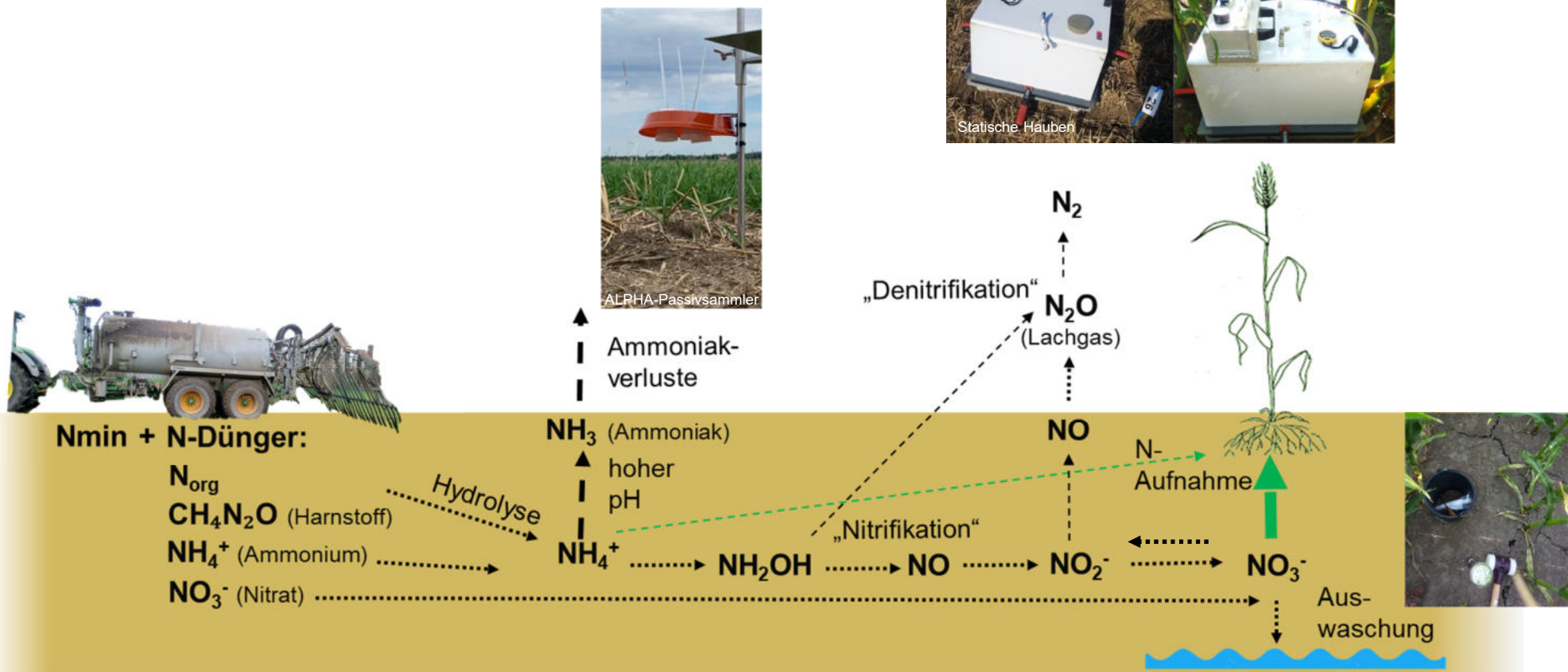


Bodenprofil Pelosol-Pseudogley, Ackerbaustandort

- Wie hoch ist die N-Düngewirkung eines NaWaro-Gärrests in einer Mais-Getreide-Fruchtfolge auf tonigem Boden mit langjährig mineralischer Düngehistorie?
- Kann die Höhe der N-Düngung ohne Ertragseinbußen reduziert werden?
- Wie hoch sind die N-Emissionen (Nitratauswaschung, Ammoniak- und Lachgasverluste) in Abhängigkeit von Düngeform und N-Düngehöhe?
- Welche Maßnahmen wirken emissionsmindernd?



N-Umsetzungsprozesse im Boden



Lazcano et al. (2021), verändert

Versuchsaufbau

Standorte der Feldversuche



Standort Biogas:

Sandiger Boden, langjährige Abwasserverregnung,
Fruchtfolge: Ackergras – Silomais – GPS-Roggen
Versuch ab 04/2023



Standort Ackerbau:



toniger Boden, langjährig ausschließl. mineralisch
gedüngt, keine Bewässerung,
Fruchtfolge: W.-Gerste – Silomais – W.-Weizen
Versuch ab Frühjahr 2022

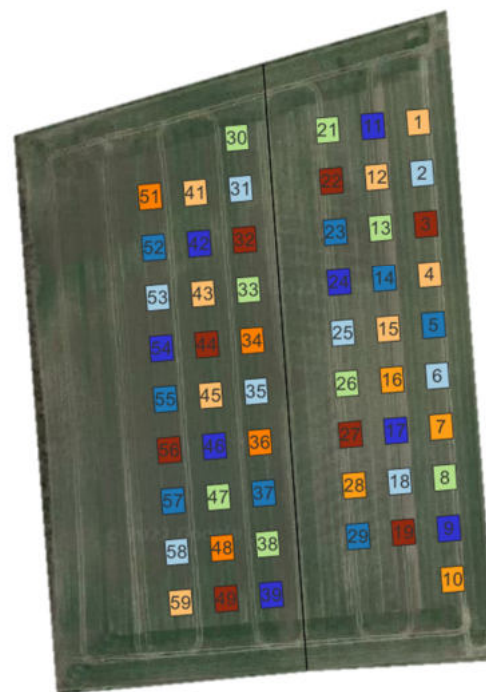


Versuchsaufbau

Ackerbaustandort

- Einsatz praxisüblicher Technik in Großparzellen (12 x 12 m²)
- N-Düngevarianten in W.-Gerste und Silomais

Variante	N-Düngung in kg ha ⁻¹			
	Gesamt	Gabe1	Gabe 2	
 Gärrest	DüV + 20 %	170	85	85
	DüV	135	68	67
	DüV – 20 %	100	100	-
 Mineraldünger	DüV + 20 %	170	85	85
	DüV	135	68	67
	DüV – 20 %	100	100	-
Kontrolle	0	-	-	-
Gärrest	DüV + 20 %	200	200	-
	DüV	160	160	-
	DüV – 20 %	120	120	-
Mineraldünger	DüV + 20 %	200	200	-
	DüV	160	160	-
	DüV – 20 %	120	120	-
Kontrolle	0	-	-	-



NawaRo-Gärrest: 4,4 N_{gesamt}, 2,2 NH₄⁺-N in kg ha⁻¹, pH = 7,7



Min.-Dünger: KAS + TSP + Kali (W.-Gerste) / KAS + DAP (Silomais)

Versuchsaufbau

Ackerbaustandort

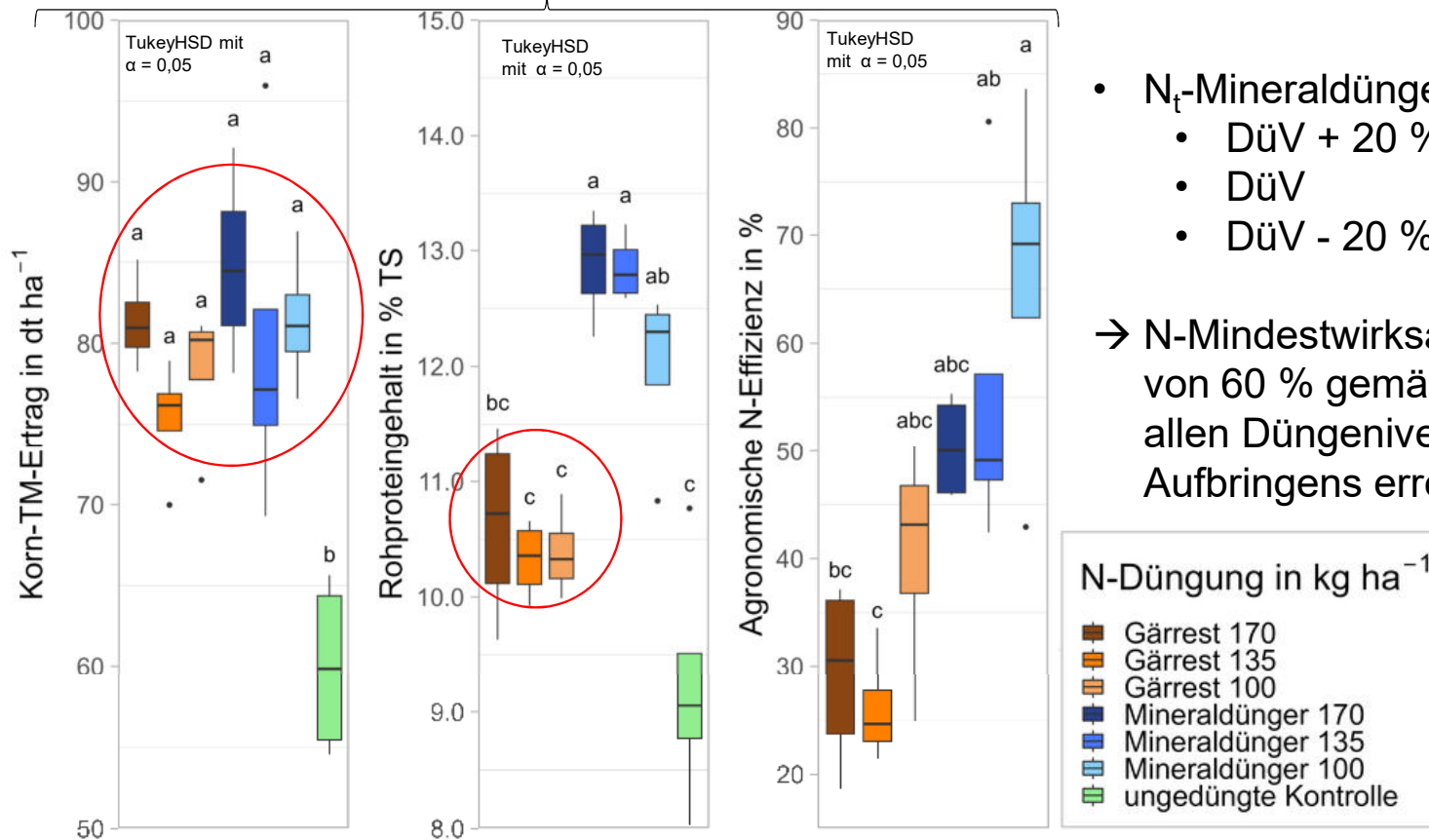
- erster Düngzeitpunkt zu Getreide in Abhängigkeit der Befahrbarkeit (21.03.22 / 24.04.23)
- zweiter Düngetermin zu Schossbeginn (EC 30/31)
- Praxisübliches Management (Pflanzenschutz, Bodenbearbeitung, ...)



Ergebnisse

N-Düngewirkung, Ackerbaustandort

1. Versuchsjahr (2022)

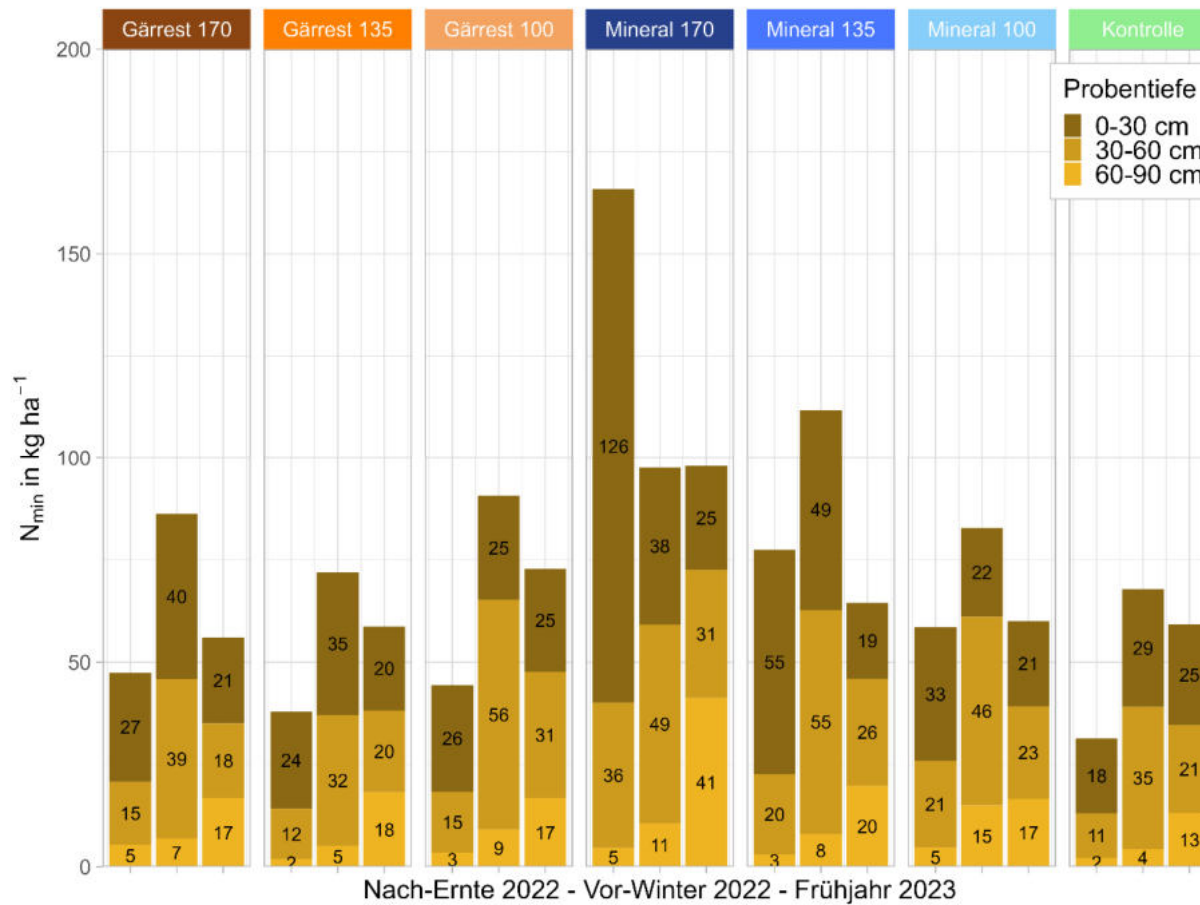


- N_t-Mineraldüngeräquivalente:
 - DüV + 20 % = 58 %
 - DüV = 47 %
 - DüV - 20 % = 61 %

→ N-Mindestwirksamkeit des Gärrests von 60 % gemäß DüV wird nicht in allen Düngeniveaus im Jahr des Aufbringens erreicht!

Ergebnisse

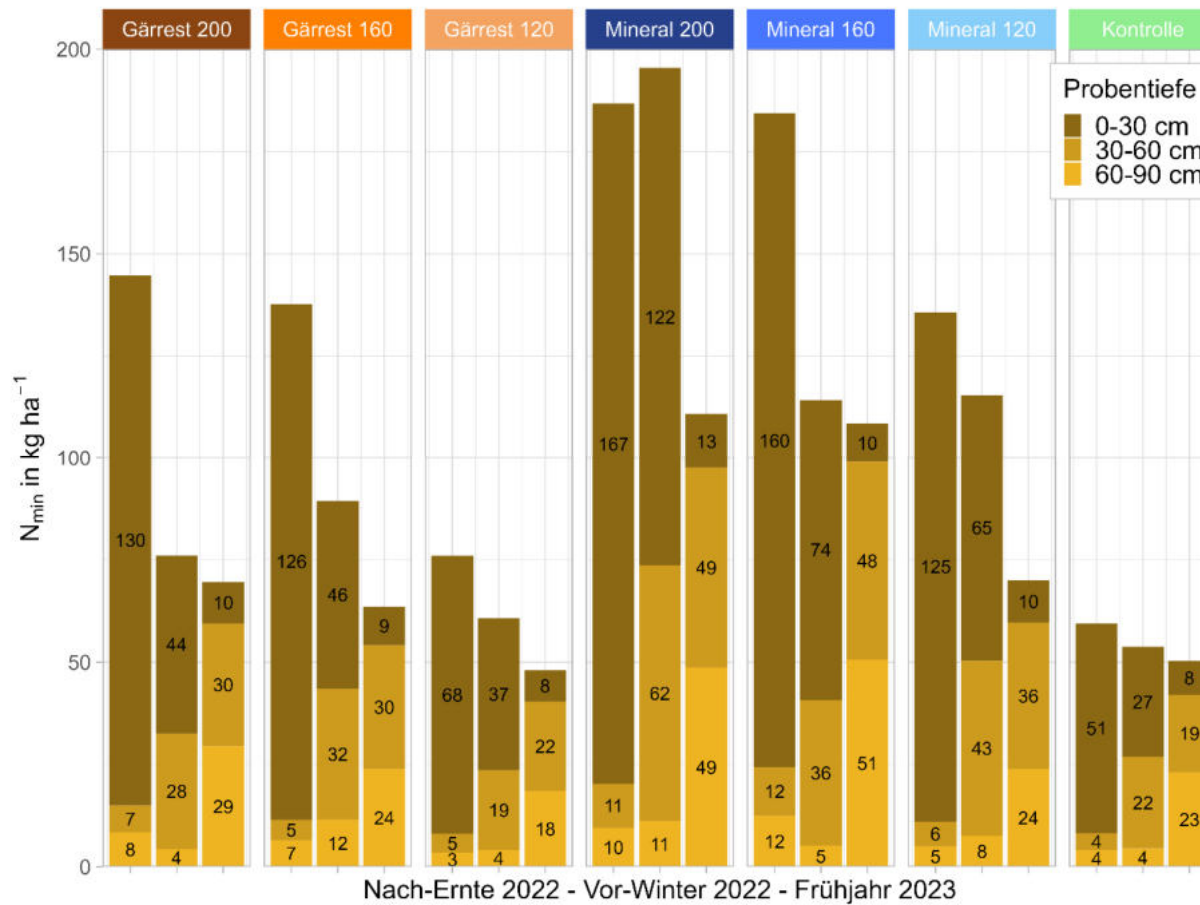
Nitratauswaschung, Ackerbaustandort



- Sehr hohe Ernte- und Vor-Winter-N_{min}-Gehalte
- Besonders hohe N_{min}-Gehalte in Mineraldüngervarianten
- Tiefenverlagerung des Nitrats über Winter
→ Auswaschungsgefährdung!

Ergebnisse

Nitratauswaschung, Ackerbaustandort



- Sehr hohe Ernte- und Vor-Winter-N_{min}-Gehalte
- Besonders hohe N_{min}-Gehalte in Mineraldüngervarianten
- Tiefenverlagerung des Nitrats über Winter
→ Auswaschungsgefährdung!

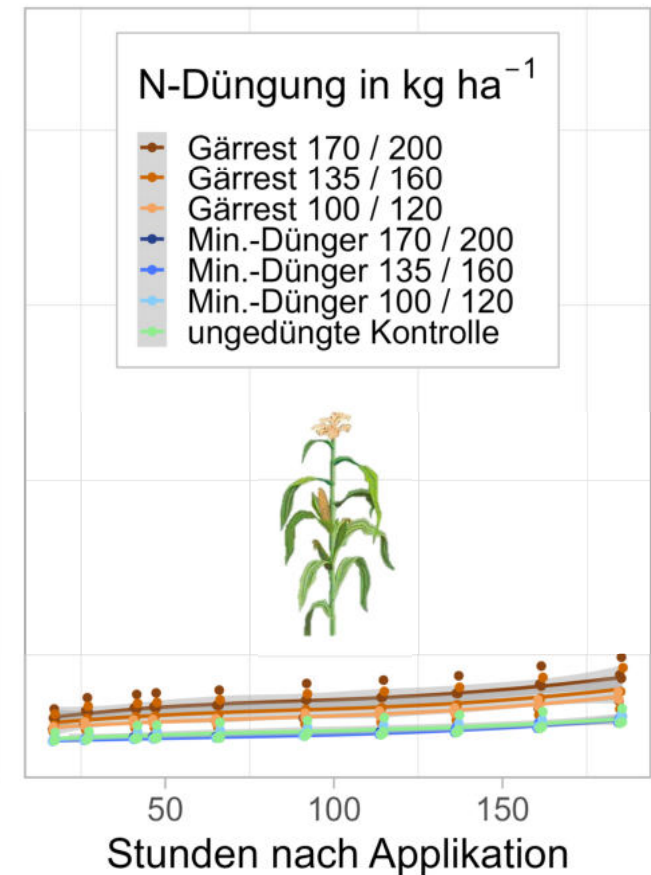
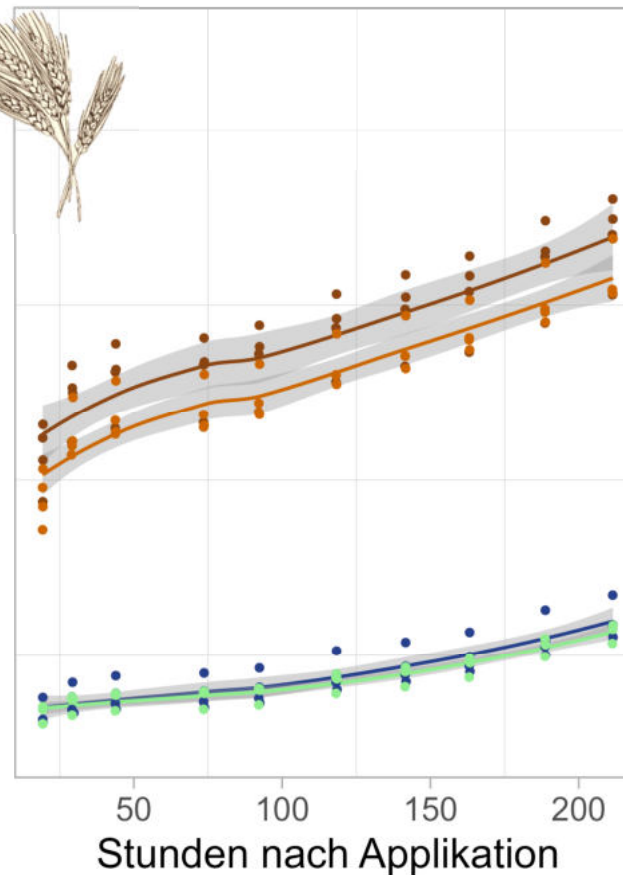
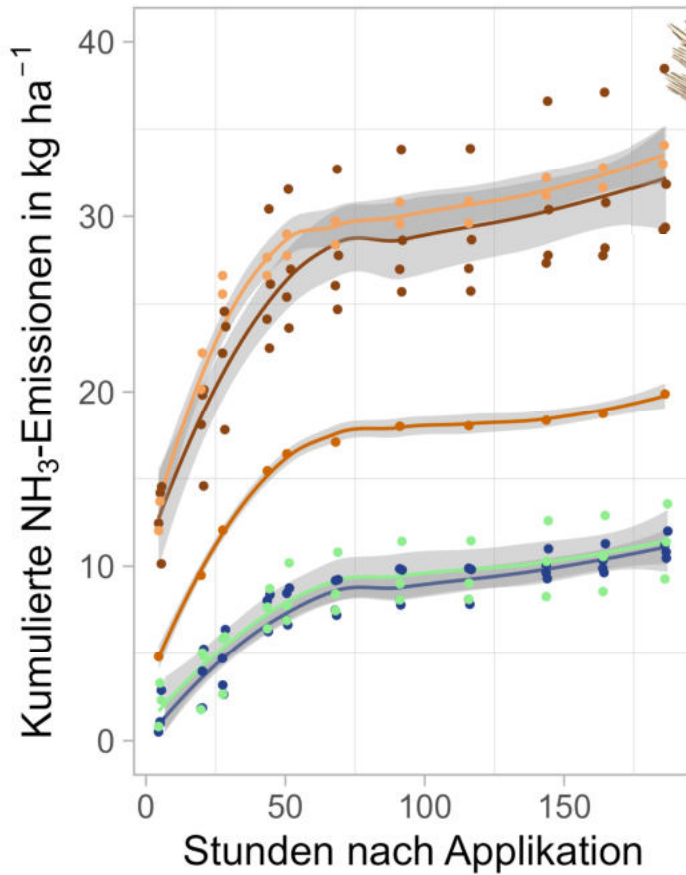
Ergebnisse

Ammoniakemissionen, Ackerbaustandort

1. Düngung (21.03.2022)

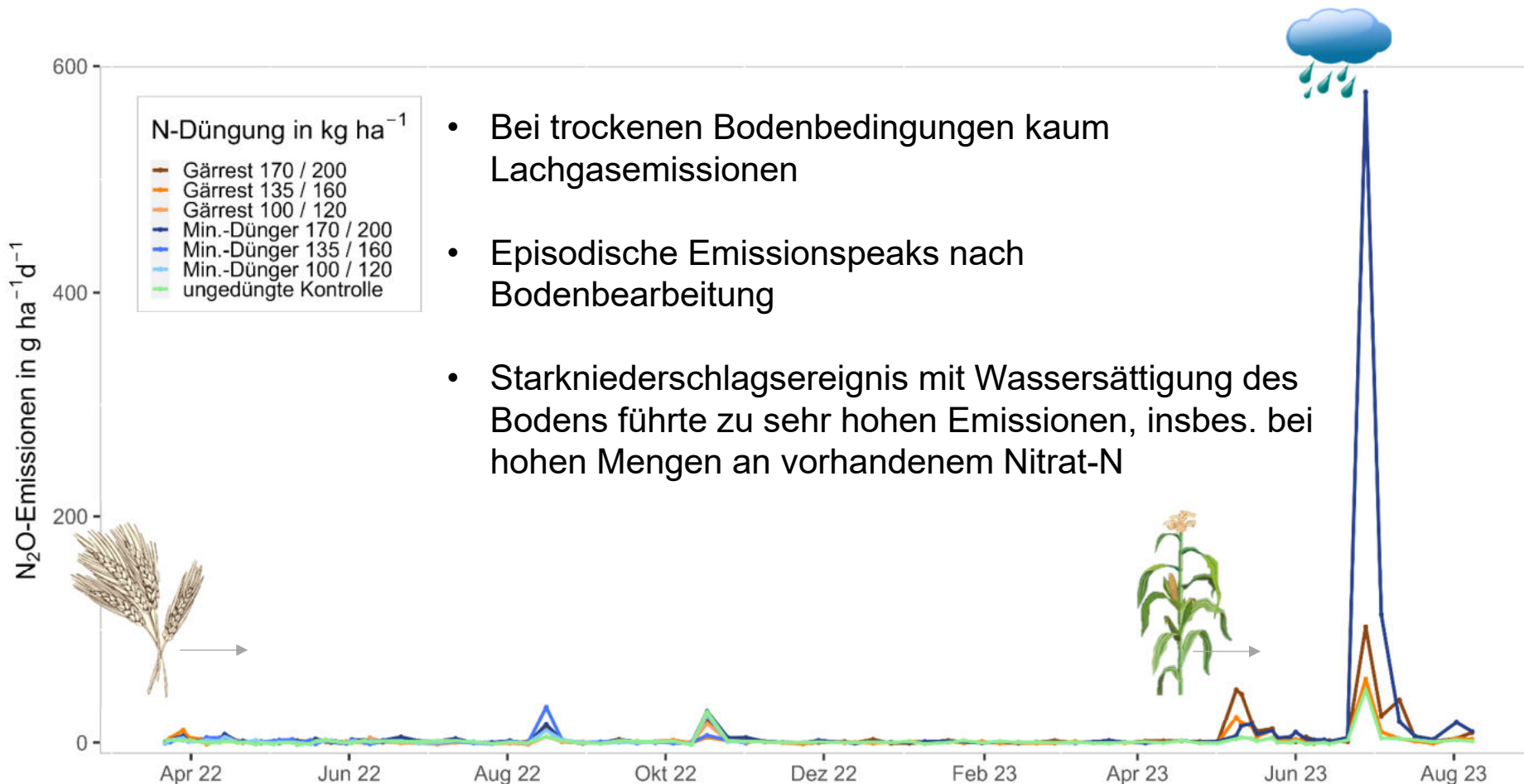
2. Düngung (04.05.2022)

Düngung + sofortige Einarbeitung



Ergebnisse

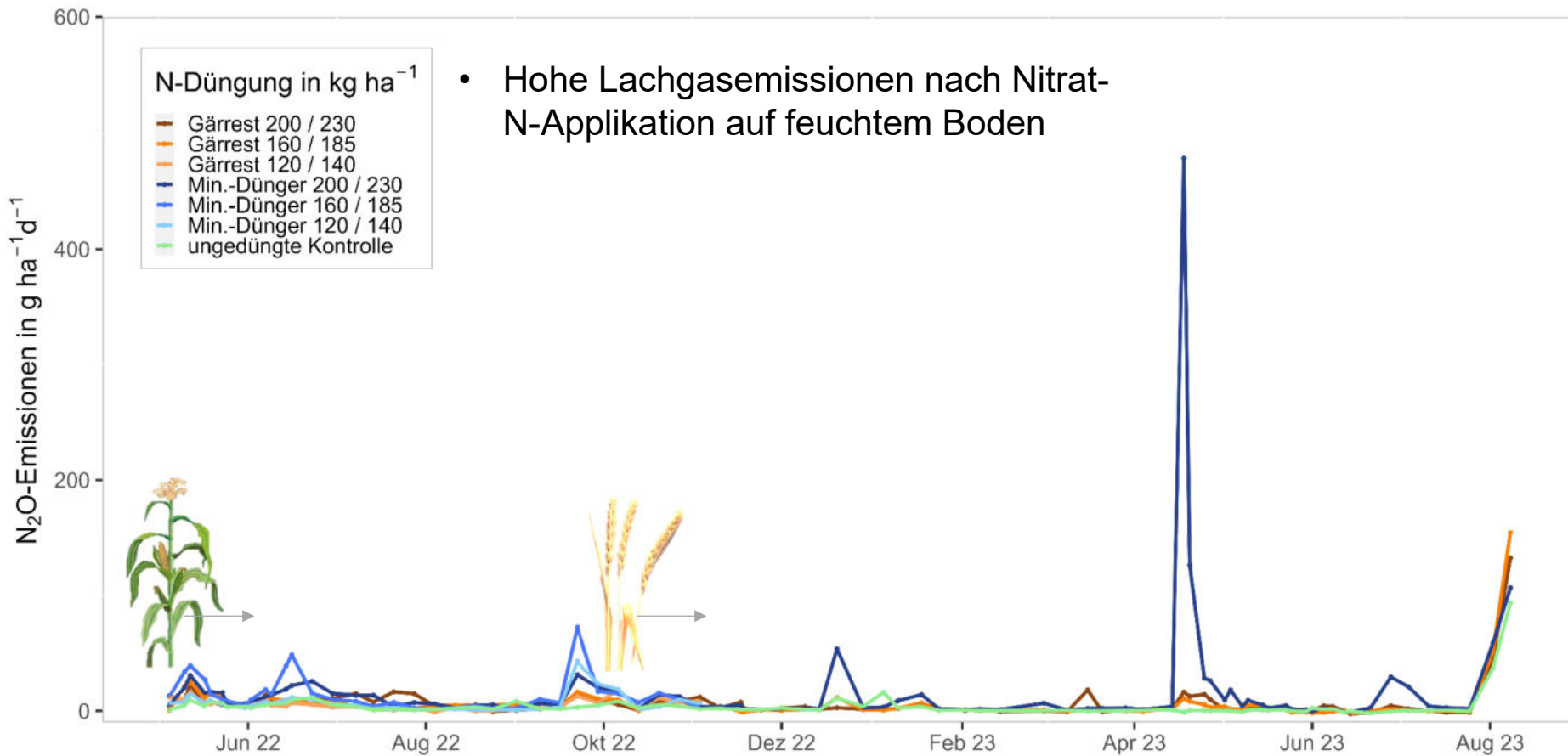
Lachgasemissionen, Ackerbaustandort



- Bei trockenen Bodenbedingungen kaum Lachgasemissionen
- Episodische Emissionspeaks nach Bodenbearbeitung
- Starkniederschlagsereignis mit Wassersättigung des Bodens führte zu sehr hohen Emissionen, insbes. bei hohen Mengen an vorhandenem Nitrat-N

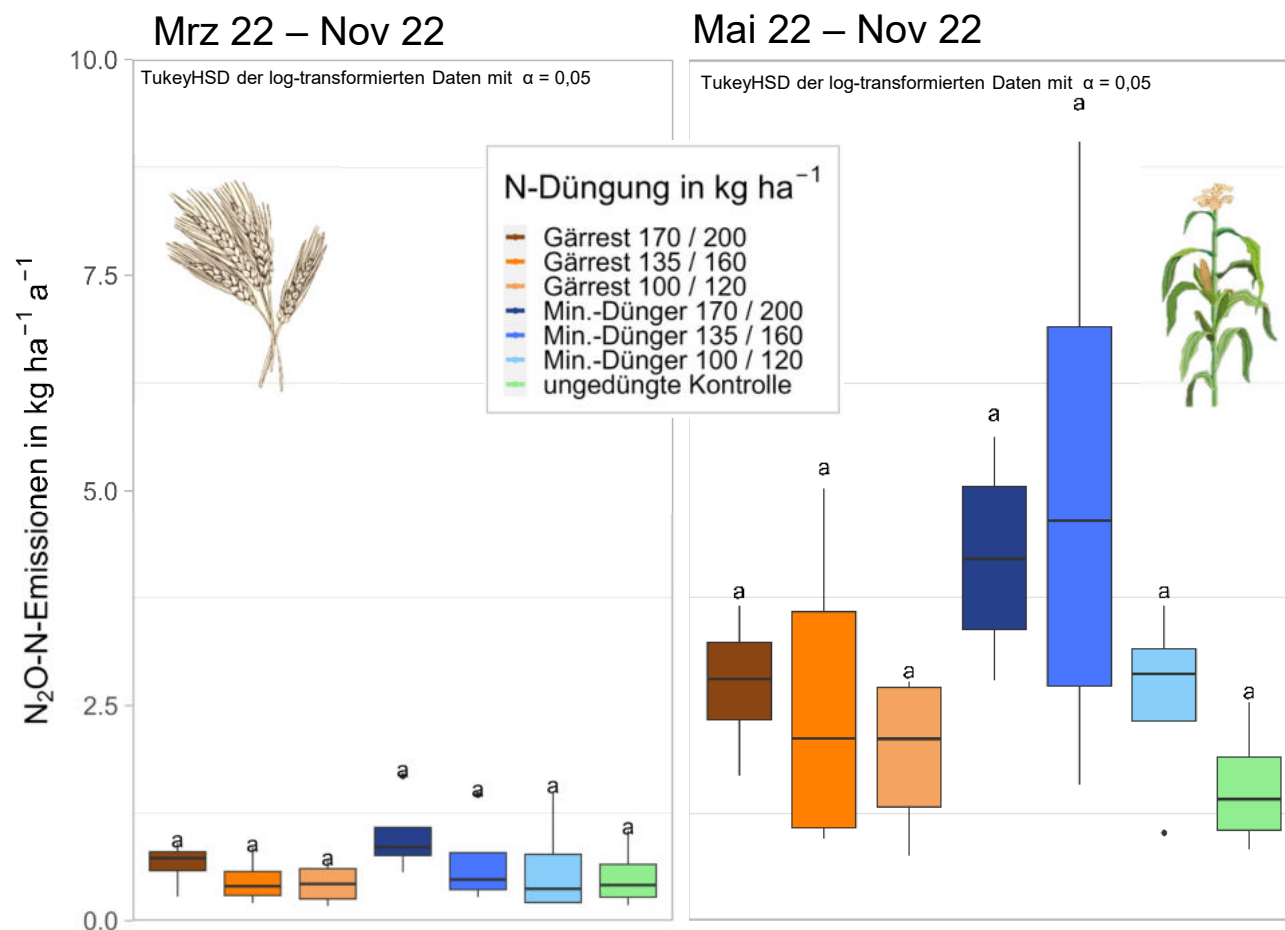
Ergebnisse

Lachgasemissionen, Ackerbaustandort



Ergebnisse

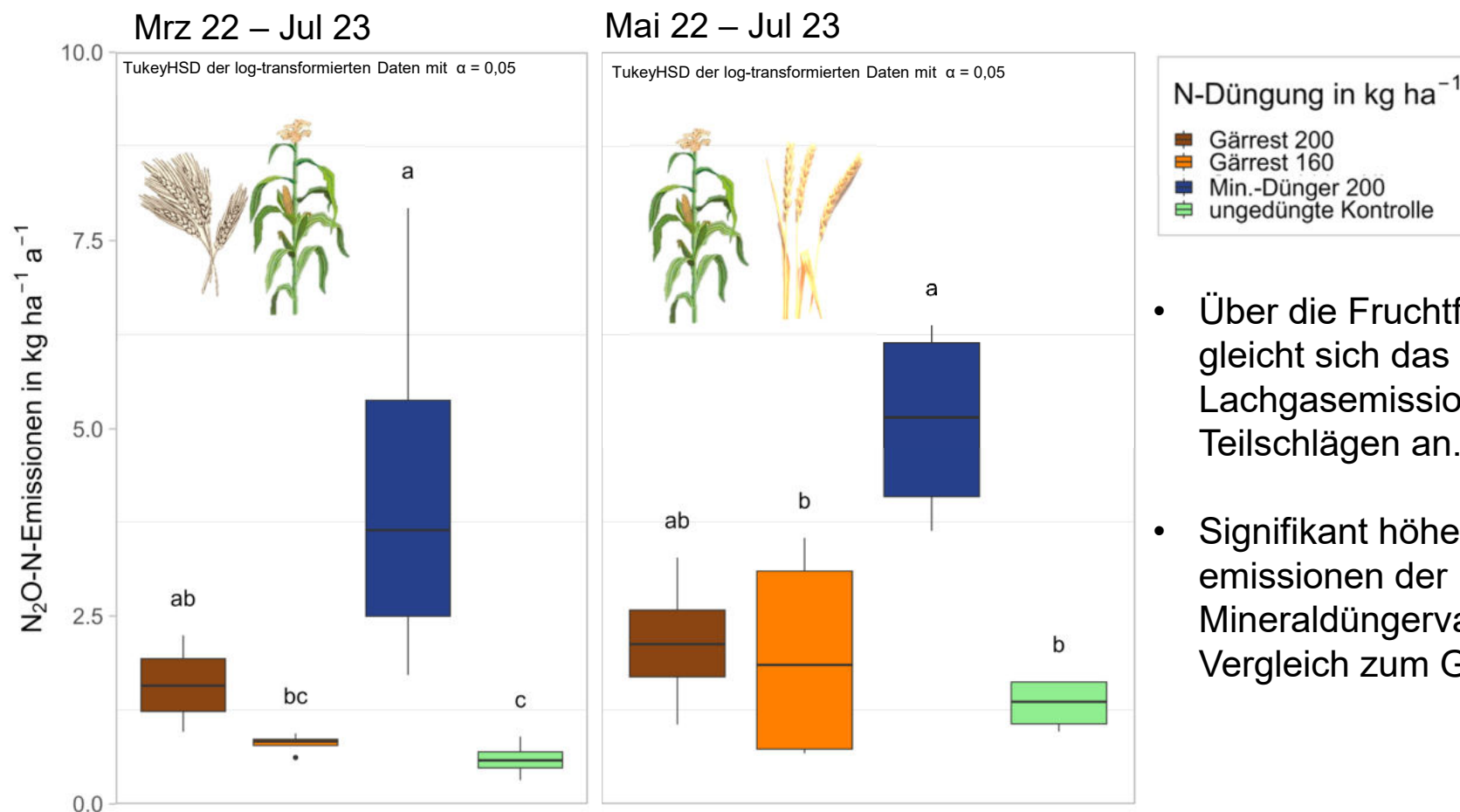
Lachgasemissionen, Ackerbaustandort



- Auf ein Jahr extrapolierte mittlere Lachgasemissionen unterscheiden sich fruchtartspezifisch
- Tendenziell höhere Lachgasemissionen in Mineraldüngervarianten

Ergebnisse

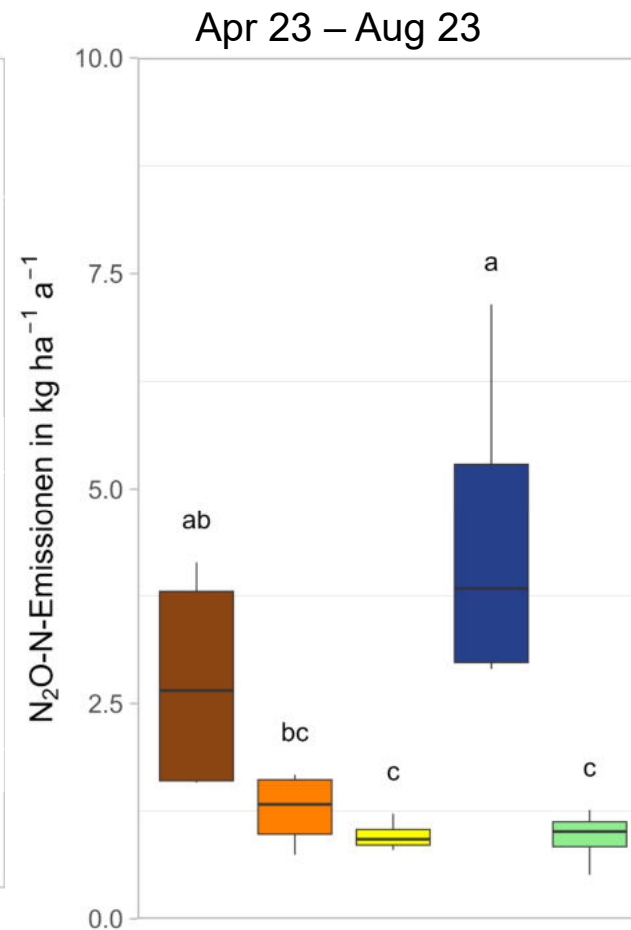
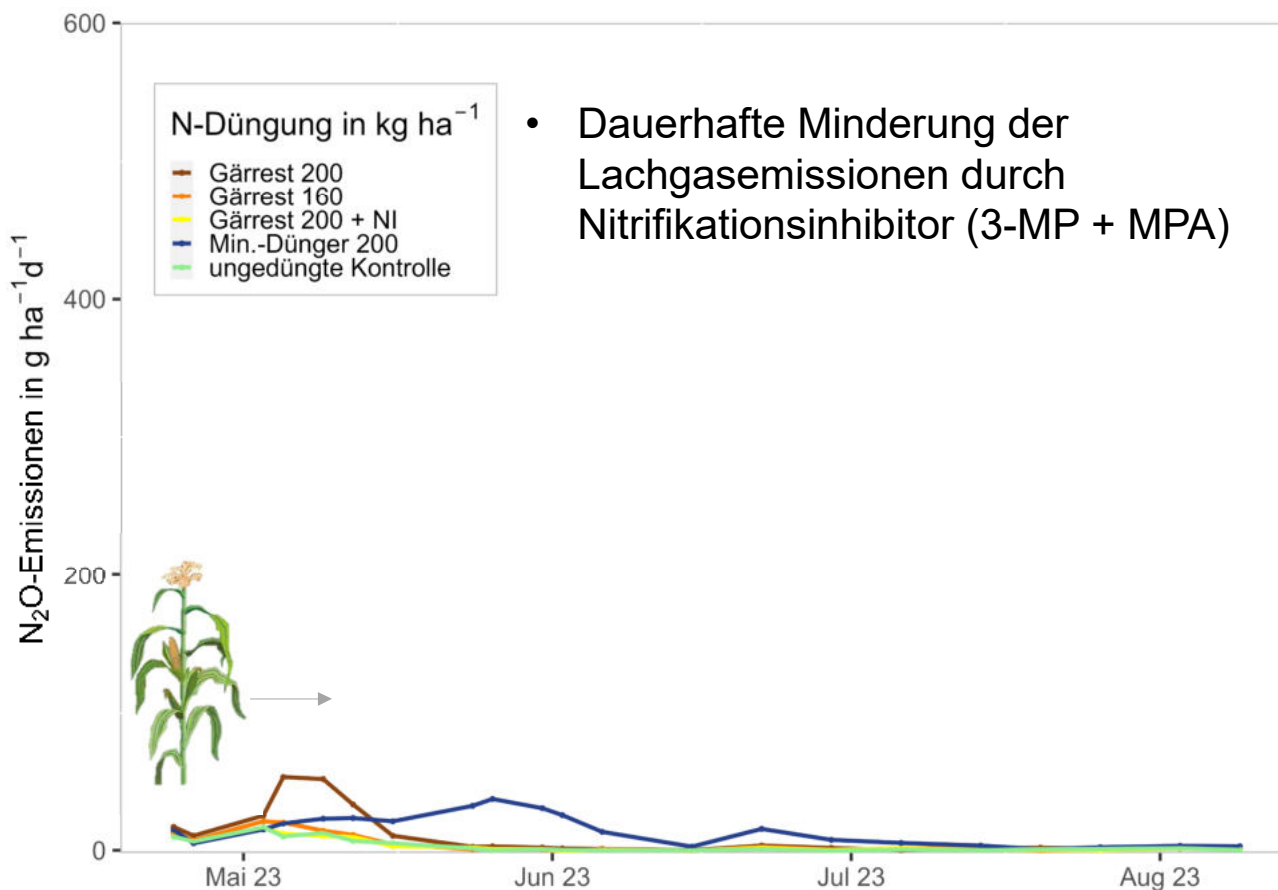
Lachgasemissionen, Ackerbaustandort



- Über die Fruchtfolge gesehen gleicht sich das Niveau der Lachgasemissionen auf beiden Teilschlägen an.
- Signifikant höhere Lachgasemissionen der Mineraldüngervarianten im Vergleich zum Gärrest!

Ergebnisse

Lachgasemissionen, Biogasstandort



Feldversuche

Praxisversuche in Hessen und Schleswig-Holstein

Ähnliche Ergebnisse wie in den Exaktversuchen

- Anlage von streifenförmigen Praxisversuchen durch Ingenieurbüro IGLU auf unterschiedlichen Standorten
- Mangelnde Befahrbarkeit verzögert Frühjahrsdüngung
- Trockenheitsbedingt schlechte N-Ausnutzung
- Startbetonte N-Düngung bringt größten Ertragszuwachs
- Agronomische N-Effizienz der Gärrestvarianten von 38 - 55 %
- Kombinierte N-Düngung (min. + org.) führt zu verbesserter agronomischer Effizienz



Marktfruchtbetrieb
Vorfrucht: Winterweizen
Kultur 2022: Wintergerste
Kultur 2023: Winterraps



Braunerde

Biogasbetrieb
Vorfrucht: Hafer
Kultur 2022: Winterweizen
Kultur 2023: Silomais



Braunerde-Pseudogley

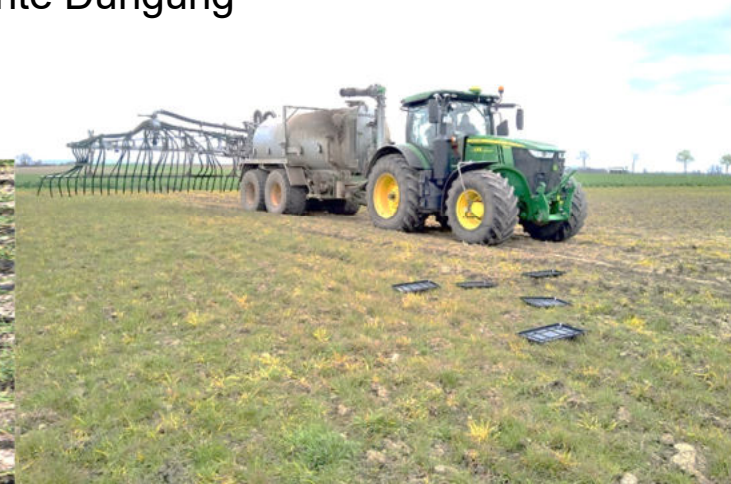
Zwischenfazit des laufenden Projekts (1)

- Gärrest-Frühjahrsausbringung mit Standard-Gülletechnik in Ackerbauregion nicht immer zeitgerecht möglich, Gefahr der Bodenverdichtung → Gülleverschlauchung?
- N-Düngewirkung der Gärreste wird im ersten Jahr der org. Düngung nicht (immer) erreicht
→ Kombination Mineraldünger + org. Dünger (Praxisversuche)
- Frühjahrstrockenheit mindert Ausnutzung der N-Düngung
→ frühe, startbetonte Düngung!
→ Reduktion der N-Düngung in vielen Kulturen möglich



Zwischenfazit des laufenden Projekts (2)

- Sehr hohe Ammoniakemissionen bei Gärrestdüngung von bis zu 20-30 kg ha⁻¹ und Düngegabe⁻¹
 - direkter Einarbeitung zu Sommerungen
 - Ansäuerung?
- Erhöhte Lachgasemissionsrisiko bei hohen Nitratkonzentrationen in Bodenlösung + wassergesättigtem Boden
 - Vermeidung von hohen N-Überschüssen, bedarfsgerechte Düngung
 - Drainagen funktionsfähig halten
 - Ammoniumbetonte Dünger und Nitrifikationsinhibitoren



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

Kontakt:

Linda Tandler

Julius Kühn-Institut (JKI)

Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen @Institut für Pflanzenbau und Bodenkunde (PB)

Bundesallee 58, D-38116 Braunschweig

Tel.: +49 (0) 531 596 2333

Mail: linda.tandler@julius-kuehn.de



Literaturquellen

- Beiß-Delkeskamp, T., Bokelmann, A., Tendler, L., Weber, C. (2019): Abschlussbericht des Verbundprojekts Wirtschaftsdünger-
management - Teilprojekt III, Ackerbauregion, Webcode: 01036417 oder https://www.lwk-niedersachsen.de/lwk/news/35221_Abschlussberichte_des_Verbundprojektes_%E2%80%9EWirtschaftsdüngermanagement_Niedersachsen%E2%80%9C_Teilprojekt_3_Ackerbauregion
- Häußermann, U., Klement, L.; Breuer, L.; Ullrich, A.; Wechsung, G.; Bach, M. (2020): Nitrogen soil surface budgets for districts in Germany 1995-2017, Environmental Sciences Europe 32, pp. 1-14, doi: <https://doi.org/10.1186/s12302-020-00382-x>
- Hu, H.-W., Chen, D., He, J.-Z. (2015): Microbial regulation of terrestrial nitrous oxide formation: understanding the biological pathways for prediction of emission rates, FEMS Microbiology Reviews 39, pp. 729-749, doi: 10.1093/femsre/fuv021
- Lazcano, C., Zhu-Barker, X., Decock, C. (2021): Effects of Organic Fertilizers on the Soil Microorganisms Responsible for N₂O Emissions: A Review, Microorganisms 9, 983, doi: <https://doi.org/10.3390/>
- Lichti, F. und Wendland, M. (2013): Einsatz von Gärresten aus der Biogasproduktion als Düngemittel, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.), 4. Aufl.
- Lorenz, M., Brunotte, J., Vorderbrügge, T., Brandhuber, R., Koch, H., Senger, M., Fröber, N., Löpmeier, F.J. (2016): Anpassung der Lasteinträge landwirtschaftlicher Maschinen an die Verdichtungsempfindlichkeit des Bodens – Grundlagen für ein bodenschonendes Befahren von Ackerland, Landbauforschung 66(2), pp.104-144, doi: 10.3220/LBF1473334823000
- Matuschek, D., Knieke, J., Hoffmann, A. (2012): Düngung mit Gärresten zu Wintergetreide, Winterraps und Zuckerrüben.
- Reinhold, G.; Zorn, W. (2015): Wirtschaftsdünger und Gärprodukte - Eigenschaften im Kontext der Biogaserzeugung und Düngung, Vortrag auf dem KTBL/FNR-Kongress "Biogas in der Landwirtschaft - Stand und Perspektiven, Potsdam