

Einfluss von Biokohle auf Pflanzenwachstum und Treibhausgasemissionen im Feldversuch mit Mais und Weizen

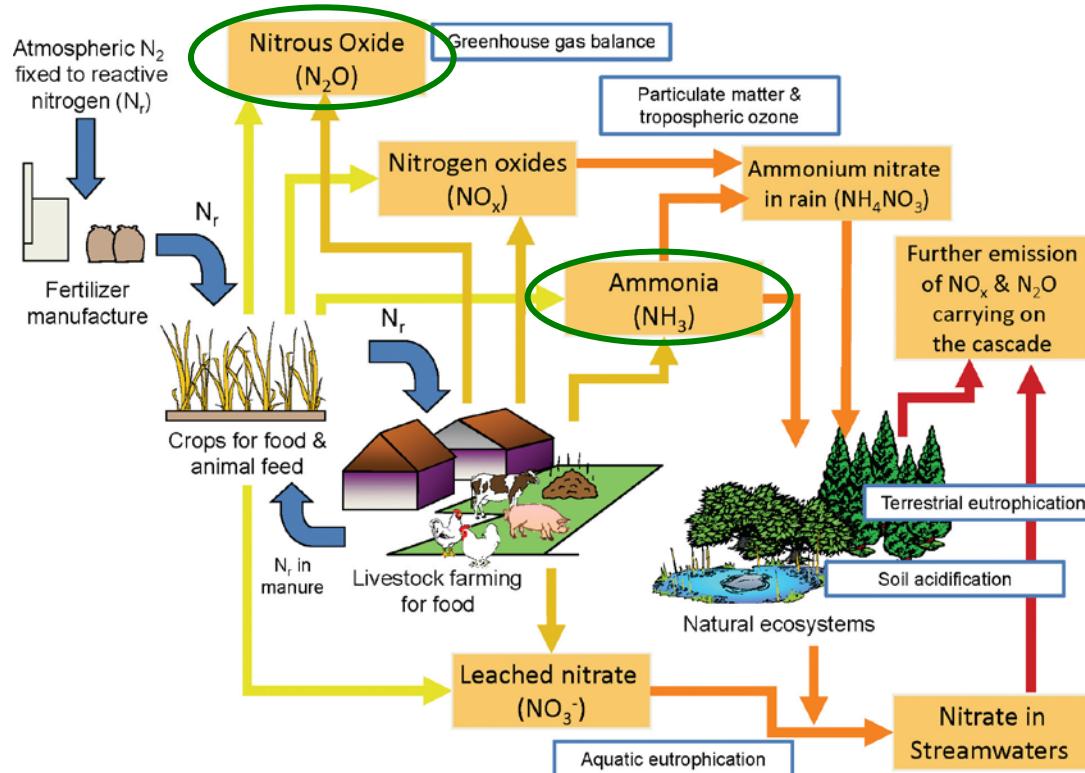
Priv.-Doz. Rebecca Hood-Nowotny, MBA Ph.D.

Ferdinand Hartmann, MSc.

Priv.-Doz. Dr. Heide Spiegel

Dipl.-Ing. Dr. Gerhard Soja, MSc.

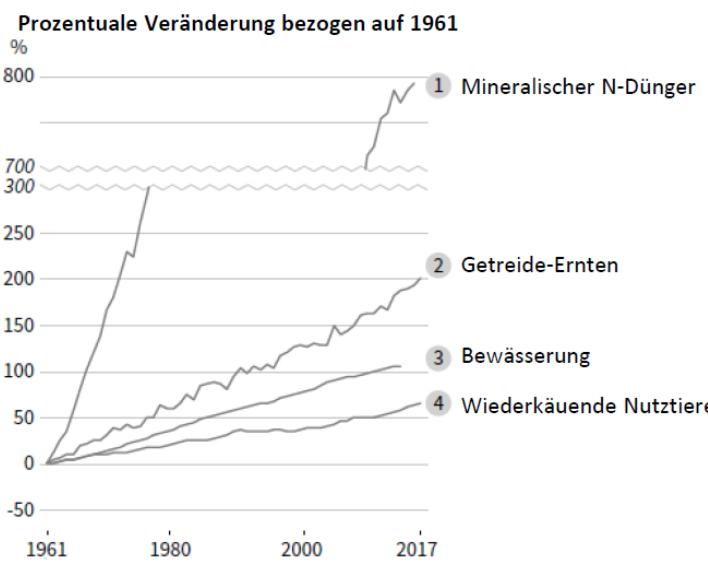
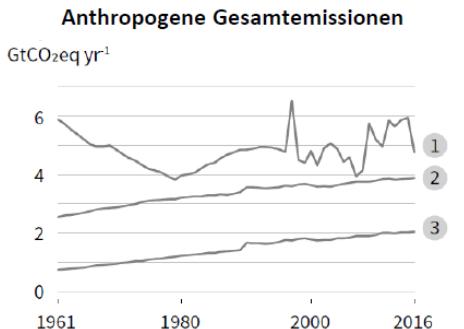
Der Stickstoffkreislauf in Agroökosystemen



The European Nitrogen Assessment, 2011

- N-Düngung in der Landwirtschaft kann große ökologische Auswirkungen auf lokaler und globaler Ebene mit sich bringen
- Schadwirkungen:
 - Treibhauseffekt (N₂O)
 - Eutrophierung
 - Bodenversauerung
 - Abbau von Ozon

Distickstoffmonoxid (N_2O , Lachgas)



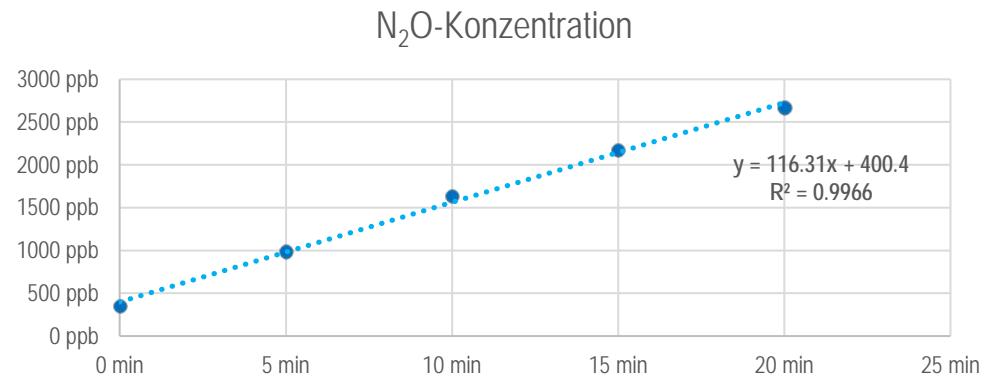
IPCC, 2019 (modified)

- N_2O ist **265-Mal** so potent als CO₂ bezogen auf deren Treibhauseffekt
- Abbau von Ozon in der Stratosphäre
- Einsatz von mineralischem N-Dünger drastisch gestiegen
- Landwirtschaft für ca. **78%** der anthropogenen N₂O-Emissionen verantwortlich (entspricht **4-5%** des anthropogen verursachten Treibhauseffekts) (IPCC, 2019)

Ammoniak-Gas (NH_3) als Schadstoff

- Synthetische N-Dünger (insbesondere Harnstoff) haben großes Potential zur NH_3 -Emittierung
- NH_3 kein Treibhausgas, allerdings kann durch erneuten Kontakt mit Boden zu N_2O -Bildung, als Nebenprodukt von Nitrifikation und Denitrifikation, führen
- Versauerung und Eutrophierung von aquatischen und terrestrischen Ökosystemen
- NH_3 kann zu $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ reagieren und zur Feinstaubbelastung (< 2,5 μm) beitragen (Anderson et al. 2003)

Messmethoden - N₂O



- 20 Minuten Inkubationszeit
- Annahme einer linearen Konzentrationserhöhung an N₂O in der Kammer
- Messung der N₂O-Konzentration mit dem N₂O-Isotopen Analyzer von Los Gatos Research (zur Verfügung gestellt von IAEA [Internationale Atomenergie-Organisation])

Messmethoden - NH_3



0,5 L-PET Flasche

Filterpapier-Streifen versiegelt in Teflon (PTFE)

20 mL-Fläschchen gefüllt mit 5 ml 2,5M
Kaliumbisulfat-Lösung (KHSO_4)

- Vom Boden freigesetztes NH_3 reagiert mit der Säure und löst sich in Form von Ammonium (NH_4)
- Messung der NH_4 -Konzentration in der Lösung

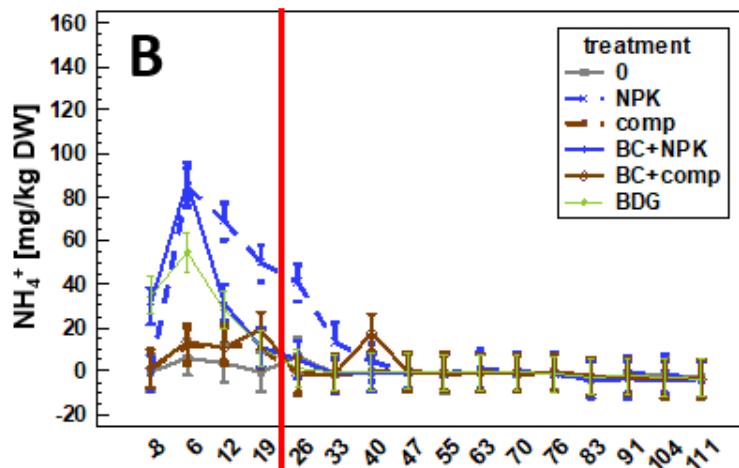
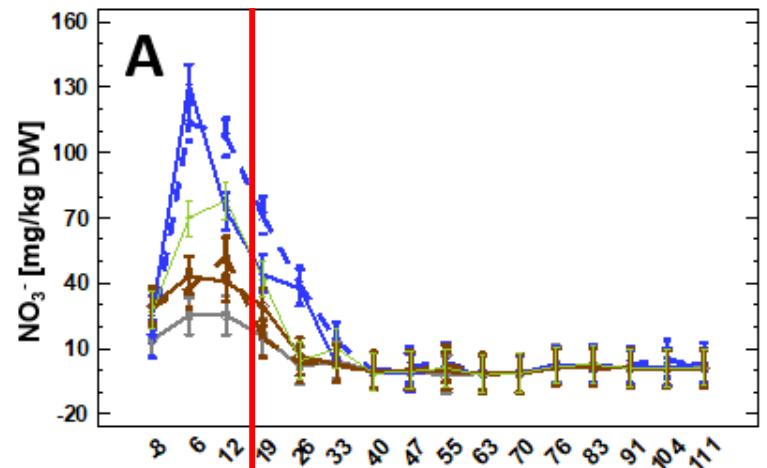
Feldversuch in Grabenegg 2022



- Anbau von Silomais
- Randomisierte Parzellen (5x8m)
- Treatments:
 1. Nulldüngung
 2. NPK (175 kg N, 90 kg P₂O₅, 225 kg K₂O/ha)
 3. Kompost (35 t/ha entspricht ca. 350kg N/ha)
 4. NPK + Biokohle (NPK wie 2. + 7t/ha Biokohle aus Hartholz)
 5. Kompost + Biokohle (gleiche Mengen wie 3. & 4.)
 6. Biogasgülle (aus Abfallanlage)

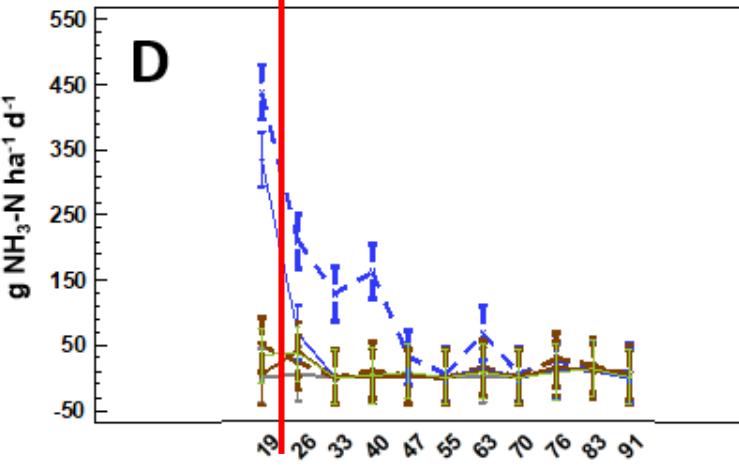
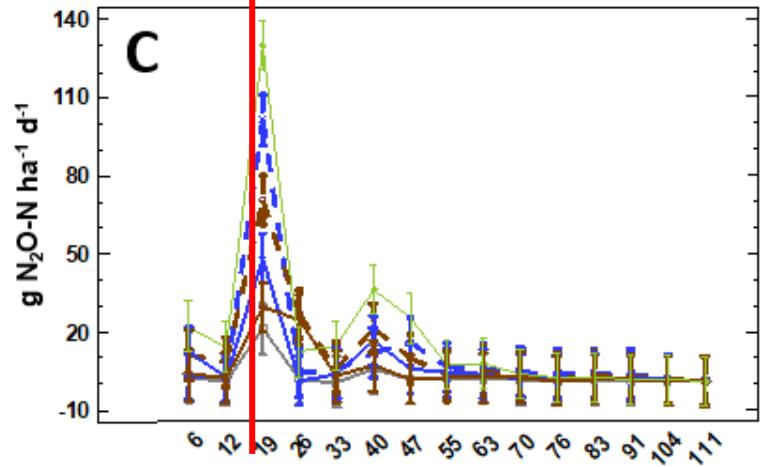
D									
	7	5	8	6	3	1	4	2	
C									
	4	3	2	1	8	7	6	5	
B									
	8	6	7	5	4	2	3	1	
A									
	1	2	3	4	5	6	7	8	
44,55	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65
39,60	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95
									42,00

Zusammenfassung Ergebnisse 2022



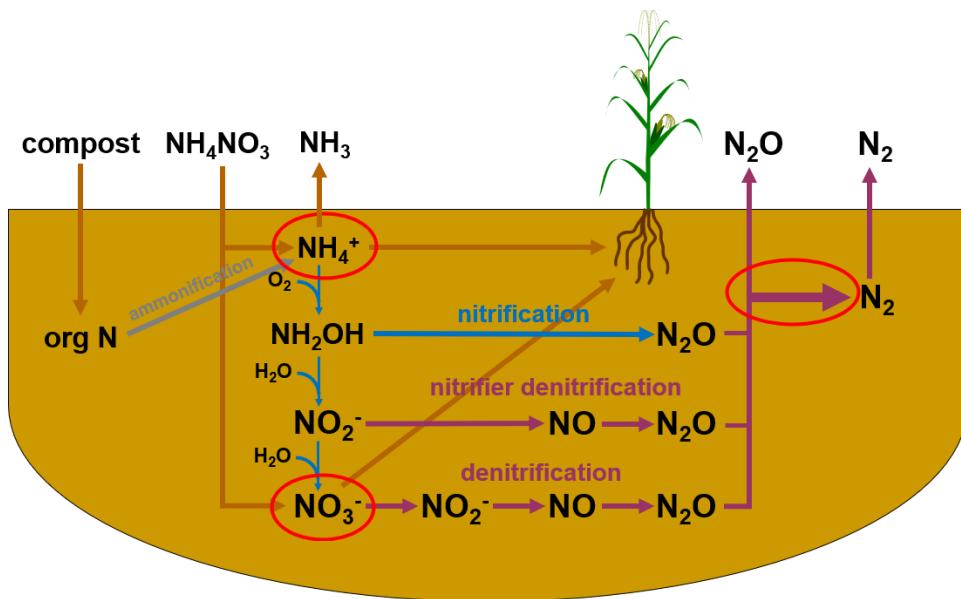
Emissionsreduktion:

	N_2O	NH_3
NPK	37.8 %	56.1 %
compost	52.3 %	40.1 %



Ergebnisse/Schlussfolgerungen

Schematischer Stickstoffkreislauf:



- Mögliche Ursachen der Emissionsreduktion durch Biokohle:

- Liming-Effekt: pH-Erhöhung
- Bodendurchlüftung
- Konzentration des verfügbaren NO_3^- und NH_4^+
- Gehalt an organischem Kohlenstoff

Schlussfolgerungen des Biokohle-Effekts:

1. Verringerung der Gesamtmenge an N die nitrifiziert/denitrifiziert werden kann
2. Erhöhung der Reaktion von N_2O zu N_2 (Distickstoffmonoxid-Reduktase)

Versuchsstation Grabenegg: Saison 2023

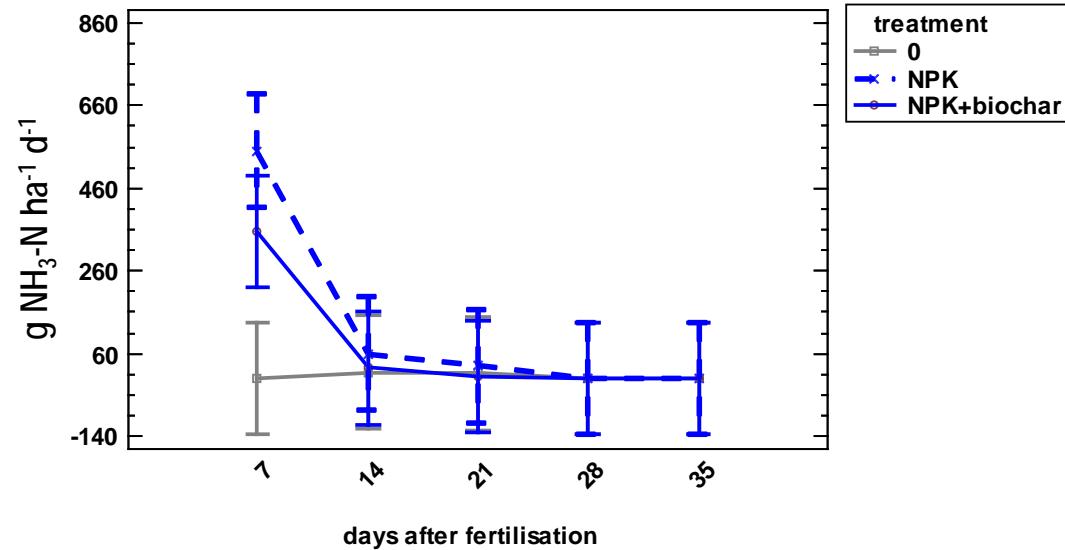
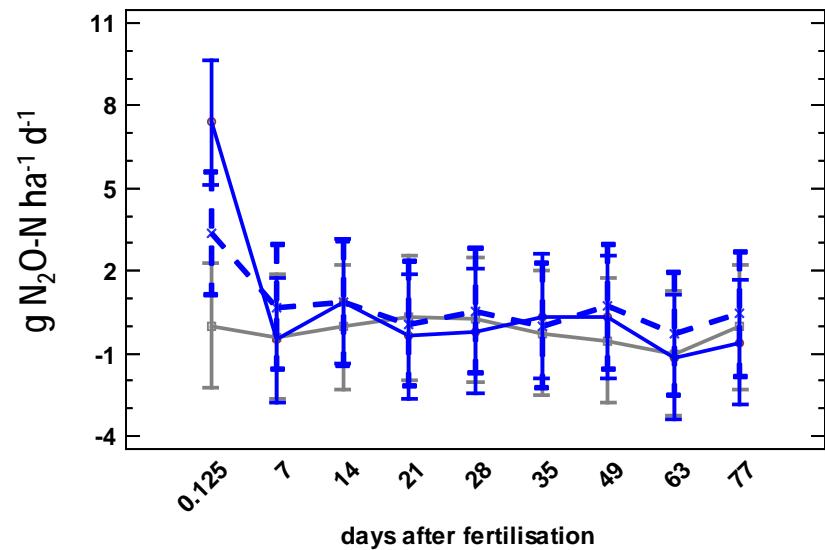


- Anbau von Sommerweizen
 - Erneute Düngung von NPK, keine neue Applikation von Biokohle
 - Treatments:
1. Nulldüngung
 2. NPK (60 kg/ha N, 30 kg/ha P, 40 kg/ha K and 18 kg/ha Ca)
 3. NPK + Biokohle von 2022 (NPK wie 2. Biokohle aus Jahren davor Hartholz)

D									
	7	5	8	6	3	1	4	2	
C									
	4	3	2	1	8	7	6	5	
B									
	8	6	7	5	4	2	3	1	
A									
	1	2	3	4	5	6	7	8	
44,55	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65
39,60	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95

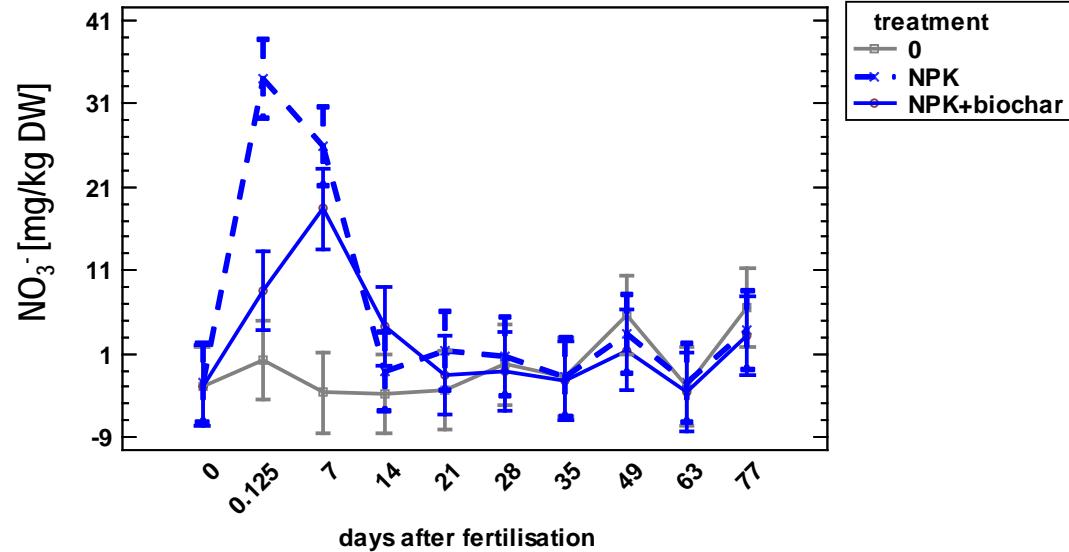
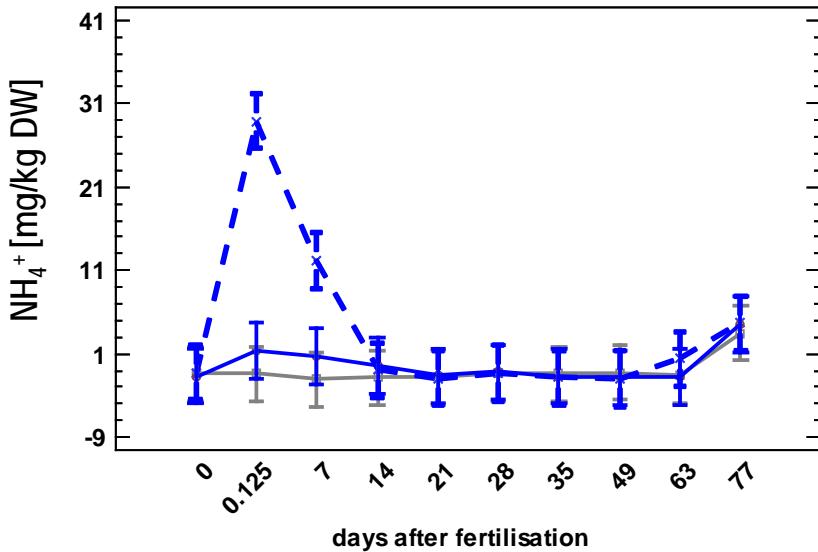
42,00

Erste Ergebnisse 2023



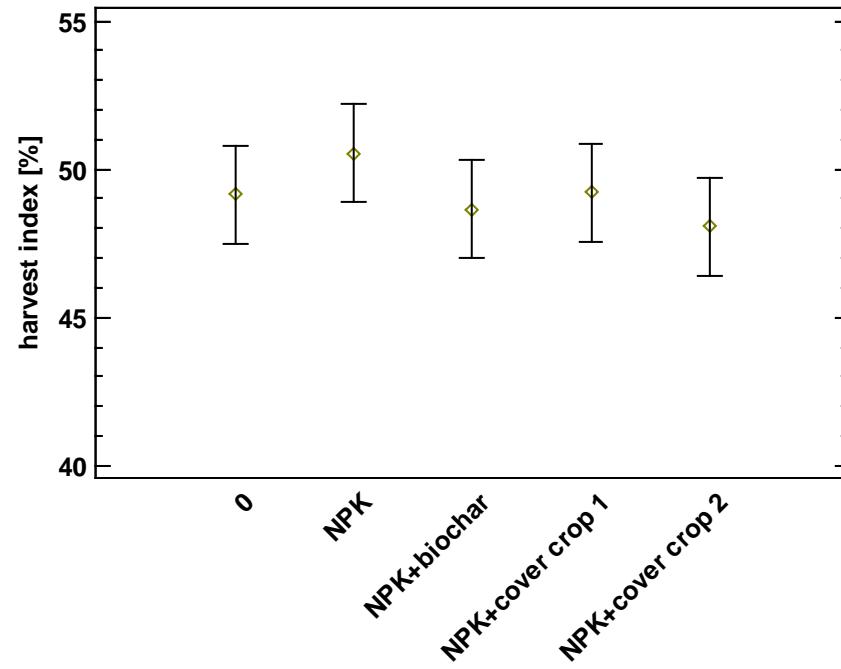
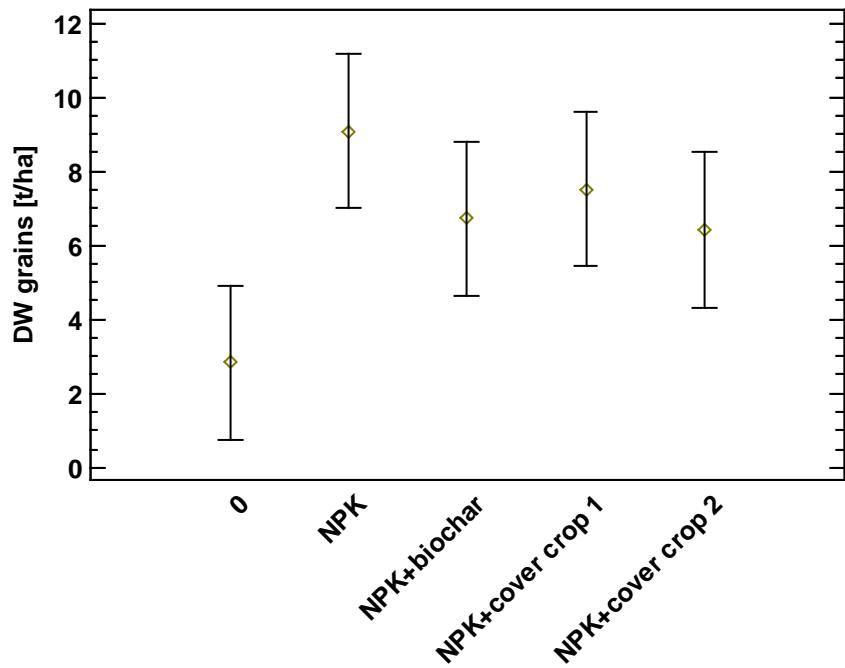
- N_2O Emissionen sind grundsätzlich im Vergleich zum Vorjahr deutlich niedriger, bzw. keine so hohen spitzen am Anfang nach der Düngung.
- NH_3 Emissionen sind vergleichbar zum Vorjahr und Biokohle konnte die Emissionswerte immer noch senken, allerdings nicht mehr so stark wie im ersten Jahr

Erste Ergebnisse 2023



- Die hohen Spitzen von leicht verfügbarem NH_4^+ bzw. NO_3^- werden durch Biokohle genommen
→ Nach wie vor starker Immobilisierungs-Effekt

Sommerweizen Ernte

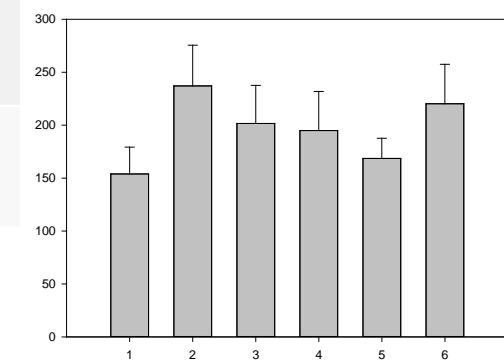


Ernteerträge (Trockengewicht)

	Düngungs-Varianten	Silomais- Erträge t ha ⁻¹ 2022, n=4	Sommerweizen- Erträge t ha ⁻¹ 2023, n=4
1	Nulldüngung	14.5	1.64
2	Optimale mineralische NPK (SGD)	18.7	5.80
3	Kompost (33 t/ha entspricht ca. 350kg N/ha)	16.4	1.96
4	Biokohle + NPK (7,8 t/ha Biokohle aus Hartholz+NPK wie 2.)	17.8	5.78
5	Kompost + Biokohle (gleiche Mengen org. Dünger wie 3. & 4.	15.3	1.87
6	Biogasgülle (aus Abfallanlage) (66 t ha ⁻¹ 350 kg total-N)	18.1	1.99
7	NPK (SGD) + Zwischenfrüchte: 3 Mischungspartner	18.1	6.06
8	NPK (SGD) + Zwischenfrüchte: viele Mischungspartner	18.7	5.76

N Ernteerträge (Trockengewicht)

	Düngungs-Varianten	Silomais- Erträge N Kg ha ⁻¹ 2022, n=4	N difference
1	Nulldüngung	153 a	
2	Optimale mineralische NPK (SGD)	237 b	83
3	Kompost (33 t/ha entspricht ca. 350kg N/ha)	201 b	47
4	Biokohle + NPK (7,8 t/ha Biokohle aus Hartholz+NPK wie 2.)	194 b	41
5	Kompost + Biokohle (gleiche Mengen org. Dünger wie 3. & 4)	168 a	14
6	Biogasgülle (aus Abfallanlage) (66 t ha ⁻¹ 350 kg total-N)	218 b	64



Schlussfolgerungen/Ausblick

- Ersatz von Mineraldüngern durch organische Dünger im 1. Anwendungsjahr erfolgreich => regional möglich - großflächig fraglich
- Im Nachwirkungsjahr signifikant geringere Erträge in den alleinigen organischen Düngungsvarianten
- Biokohle kann – zumindest im 1. Anwendungsjahr - N₂O- und NH₃-Emissionen reduzieren
- CO₂-Sequestrierung mit dem Einsatz von organischen Düngern wird stark diskutiert

Referenzen

1. <https://populationmatters.org/population-numbers>
2. <https://www.diabetologie-online.de/a/uebergewicht-und-adipositas-neue-studien-belegen-gefahren-durch-uebergewicht-1829720>
3. <https://www.br.de/radio/bayern2/sendungen/iq-wissenschaft-und-forschung/bodenversiegelung-ansaetze-fuer-einen-geringeren-flaechenverbrauch-100.html>
4. <https://www.eagrovision.com/wp-content/uploads/2019/09/15632761188-1.png>
5. Sutton, Howard, C. M., Erisman, J. W., Billen, G., Bleeker, A., Grennfelt, P., van Grinsven, H., & Grizzetti, B. (2011). The European Nitrogen Assessment. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511976988>
6. IPCC, 2019: Summary for Policymakers. In: Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems [P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.- O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley, (eds.)]. In press.
7. Anderson, N., R. Strader, and C. Davidson. 2003. Airbone reduced nitrogen: Ammonia emissions from agriculture and other source. Environ. Int. 29:277–286. doi:10.1016/S0160-4120(02)00186-1
8. Baggs, E. M. Soil microbial sources of nitrous oxide: Recent advances in knowledge, emerging challenges and future direction. Curr. Opin. Env. Sust. 3, 321–327 (2011).
9. United States Geological Survey (USGS). 2018. Nitrogen statistics and information. Available online at <https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/nitrogen> (verified on February 14, 2019).