

# **Stickstoff-Dynamik in einem Feldversuch mit Biokohle und organischen/anorganischen Dünger-Kombinationen**

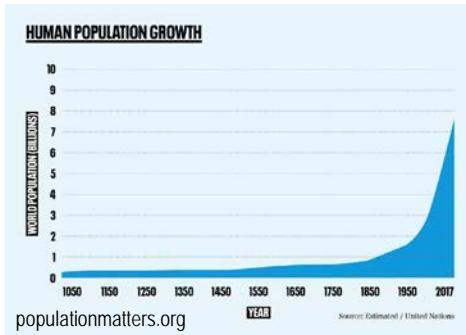
Ferdinand Hartmann, MSc.

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

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

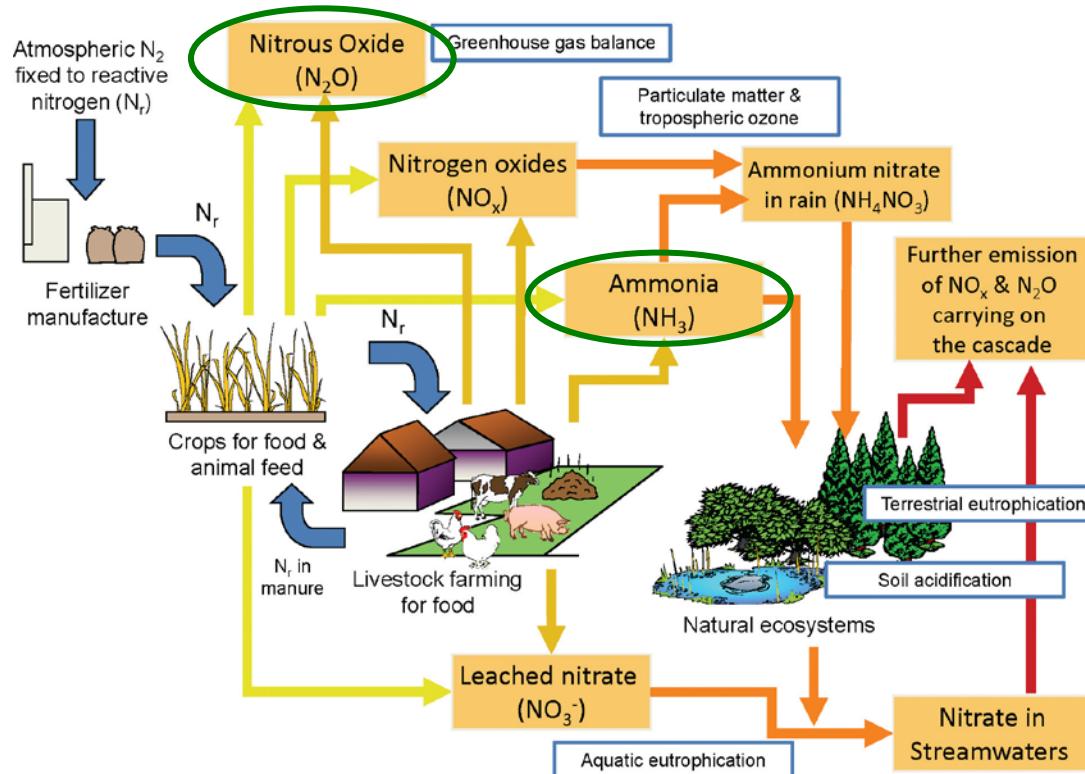
Priv.-Doz. Dr. Heide Spiegel

# Herausforderungen der Landwirtschaft im 21. Jhd.



- Wachsender Bedarf an Nahrungsmitteln:
  - Wachsende Weltbevölkerung
  - Anstieg an Ressourcen-intensiven Lebensmitteln
  - Pro-Kopf Konsum an Kalorien steigt
- Rückgang an landwirtschaftlich nutzbaren Flächen:
  - Wüstenbildung
  - Bodenversiegelung
- Erhöhte Ernteverluste:
  - Trockenheit
  - Krankheiten
  - Verlust an Bodenfruchtbarkeit/Erosion

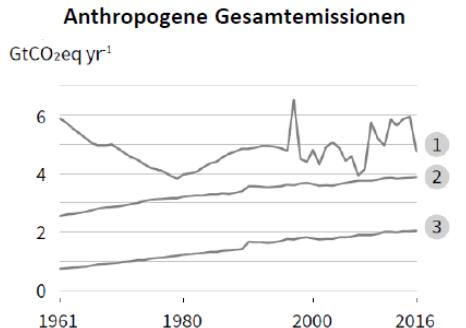
# Der Stickstoffkreislauf in Agroökosystemen



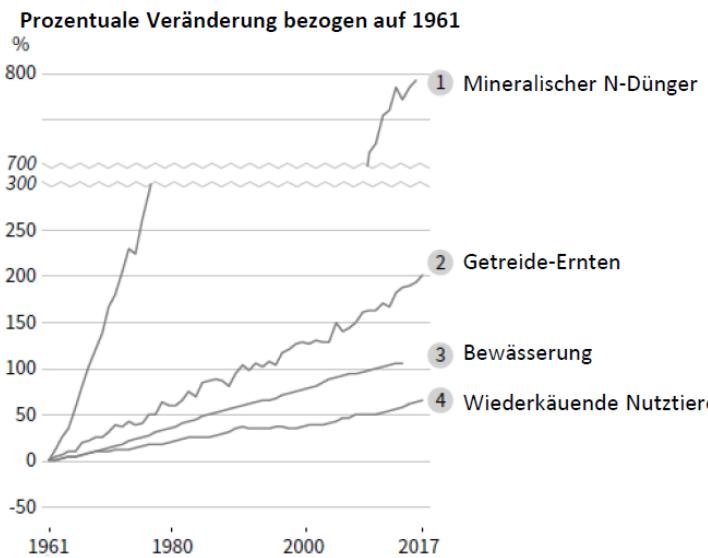
The European Nitrogen Assessment, 2011

- N-Düngung in der Landwirtschaft kann große ökologische Auswirkungen auf lokaler und globaler Ebene mit sich bringen
- Schadwirkungen:
  - Treibhauseffekt (N<sub>2</sub>O)
  - Eutrophierung
  - Bodenversauerung
  - Abbau von Ozon

# Distickstoffmonoxid ( $N_2O$ , Lachgas)



- $N_2O$  ist **265-Mal** so potent als CO<sub>2</sub> bezogen auf deren Treibhauseffekt
- Abbau von Ozon in der Stratosphäre
- Einsatz von mineralischem N-Dünger drastisch gestiegen
- Landwirtschaft für ca. **78%** der anthropogenen N<sub>2</sub>O-Emissionen verantwortlich (entspricht **4-5%** des anthropogen verursachten Treibhauseffekts) (IPCC, 2019)



IPCC, 2019 (modified)

## Ammoniak-Gas ( $\text{NH}_3$ ) als Schadstoff

- Synthetische N-Dünger (insbesondere Harnstoff) haben großes Potential zur  $\text{NH}_3$ -Emittierung
- $\text{NH}_3$  kein Treibhausgas, allerdings kann durch erneuten Kontakt mit Boden zu  $\text{N}_2\text{O}$ -Bildung, als Nebenprodukt von Nitrifikation und Denitrifikation, führen
- Versauerung und Eutrophierung von aquatischen und terrestrischen Ökosystemen
- $\text{NH}_3$  kann zu  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  reagieren und zur Feinstaubbelastung ( $< 2,5 \mu\text{m}$ ) beitragen (Anderson et al. 2003)

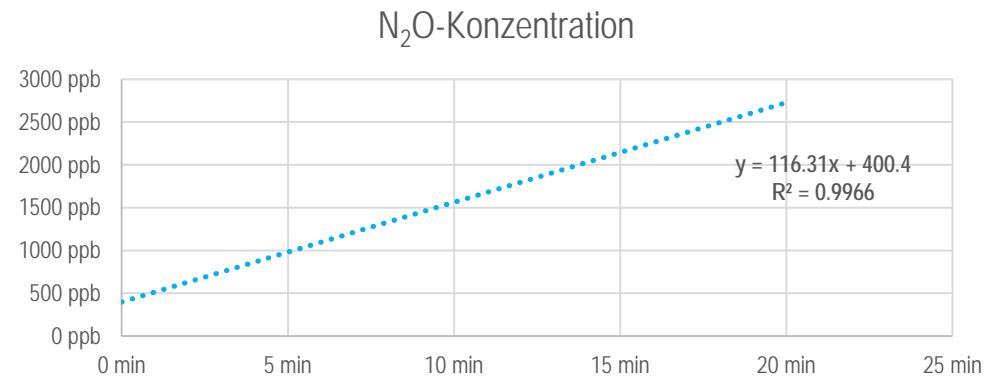
# Feldversuch in Grabenegg (AGES-Versuchsstation)



- 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

## Messmethoden - N<sub>2</sub>O



- 20 Minuten Inkubationszeit
- Annahme einer linearen Konzentrationserhöhung an N<sub>2</sub>O in der Kammer
- Messung der N<sub>2</sub>O-Konzentration mit dem N<sub>2</sub>O-Isotopen Analyzer von Los Gatos Research (zur Verfügung gestellt von **IAEA [Internationale Atomenergie-Organisation]**)

## Messmethoden - $\text{NH}_3$



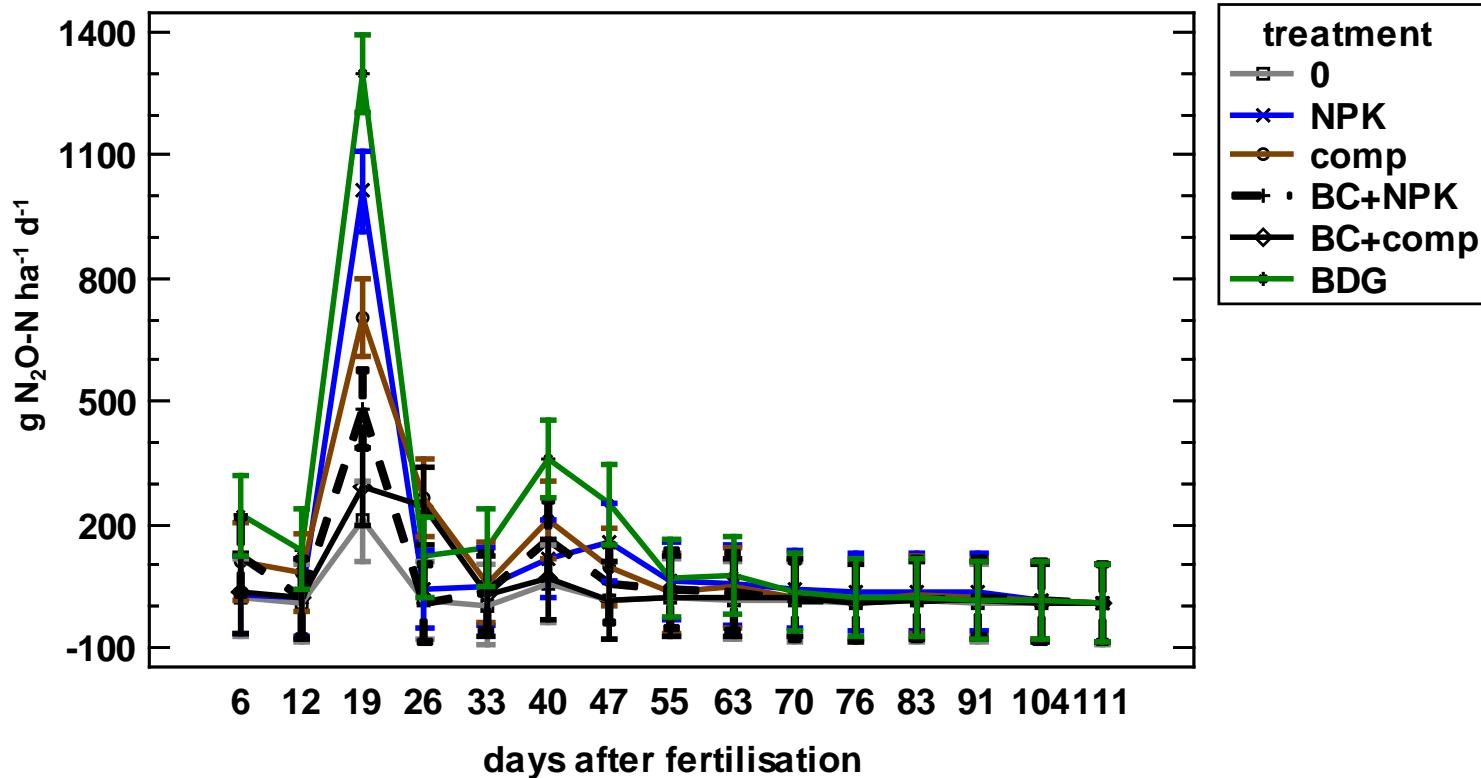
0,5 L-PET Flasche

Filterpapier-Streifen versiegelt in Teflon (PTFE)

20 mL-Fläschchen gefüllt mit 5 ml 2,5M  
Kaliumbisulfat-Lösung (KHSO4)

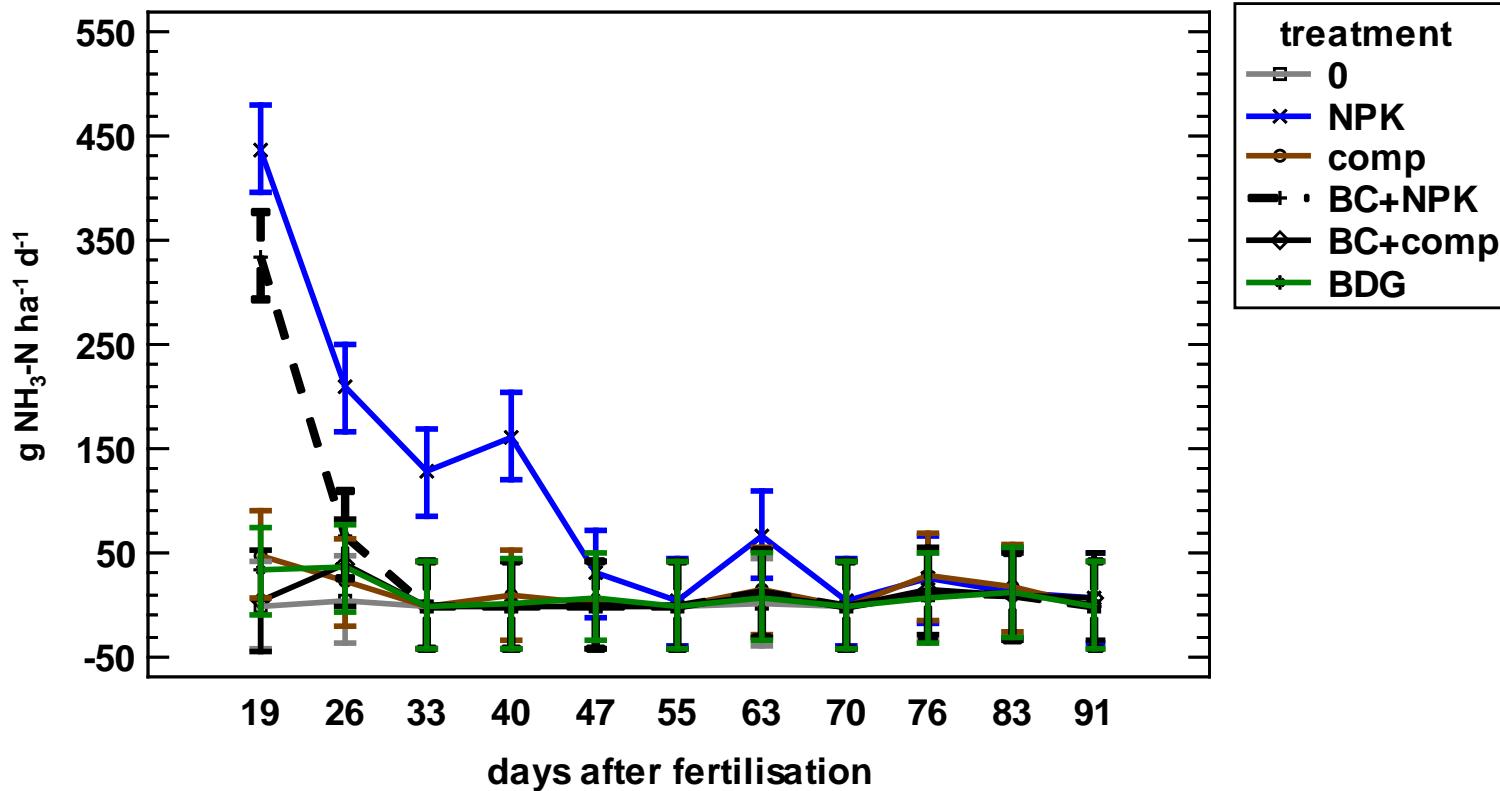
- Vom Boden freigesetztes  $\text{NH}_3$  reagiert mit der Säure und löst sich in Form von Ammonium ( $\text{NH}_4$ )
- Messung der  $\text{NH}_4$ -Konzentration in der Lösung

## Ergebnisse: $\text{N}_2\text{O}$



- Hohe Emissionswerte etwas zeitverzögert zur Düngung aufgrund von Trockenheit
- Signifikante Reduktion durch Biokohle-Applikation in den ersten Wochen

## Ergebnisse: $\text{NH}_3$



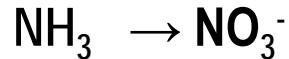
- Hohe Emissionswerte nach der Düngung für NPK Treatments
- Signifikante Reduktion durch Biokohle-Applikation in den ersten Wochen

## Schlussfolgerungen

- $\text{N}_2\text{O}$ -Emissionen in landwirtschaftlichen Systemen v.a. verursacht durch Denitrifikation:  
(Baggs 2011)



- $\text{NH}_3$ -Emissionen v.a. verursacht durch Nitrifikation:



- Reduktion der  $\text{N}_2\text{O}/\text{NH}_3$  Emissionen durch:
  1. Verringerung der Gesamtmenge an N die nitrifiziert/denitrifiziert wird
  2. Erhöhung der Reaktion von  $\text{N}_2\text{O}$  zu  $\text{N}_2$  (Distickstoffmonoxid-Reduktase)

## Schlussfolgerungen

- **Effekte der Biokohle auf eine reduzierte N<sub>2</sub>O-Emittierung können unterschiedliche Ursachen haben:**
  - **pH-Erhöhung:** pH-Optimum Denitrifikation pH 4-8; erhöhter pH fördert NH<sub>3</sub>-Emission
  - $$\frac{N_2O}{NO_2+NO_3^-}$$
  - $$\frac{N_2O}{N_2+N_2O}$$
- **Verfügbarkeit von NO<sub>3</sub><sup>-</sup> und organischem C:** Boden in Grabenegg relativ arm an organischem Kohlenstoff
- **Physikalische Veränderungen:** Reduzierte Bodenverdichtung, Absorbierung von überschüssigem Wasser
- Einfluss auf die mikrobielle Aktivität im Boden

## Schlussfolgerungen/Ausblick

- Nutzung von synthetischen N-Düngemitteln (150 Mio. t N p.a., USGS 2018) wird vermutlich hoch bleiben, bzw. weiter ansteigen
- Substitution durch organische Düngemittel sinnvoll, aber im großskalig schwer bzw. nur langsam umsetzbar
- Verbesserung der Nährstoffnutzungseffizienz bzw. Reduktion von Treibhausgasemissionen und Schadstoffen notwendig um schädliche Umweltauswirkungen zu vermeiden
  - Biokohle als möglicher Lösungsansatz
  - Weitere Forschung notwendig, für tiefgreifenderes Verständnis der Mechanismen um bessere Prognosen/Empfehlungen für unterschiedliche **Bodentypen** und **Landnutzungsformen**, v.a. in **Feldversuchen**

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

## 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).