



## Düngungseinflüsse auf das Bodenmikrobiom

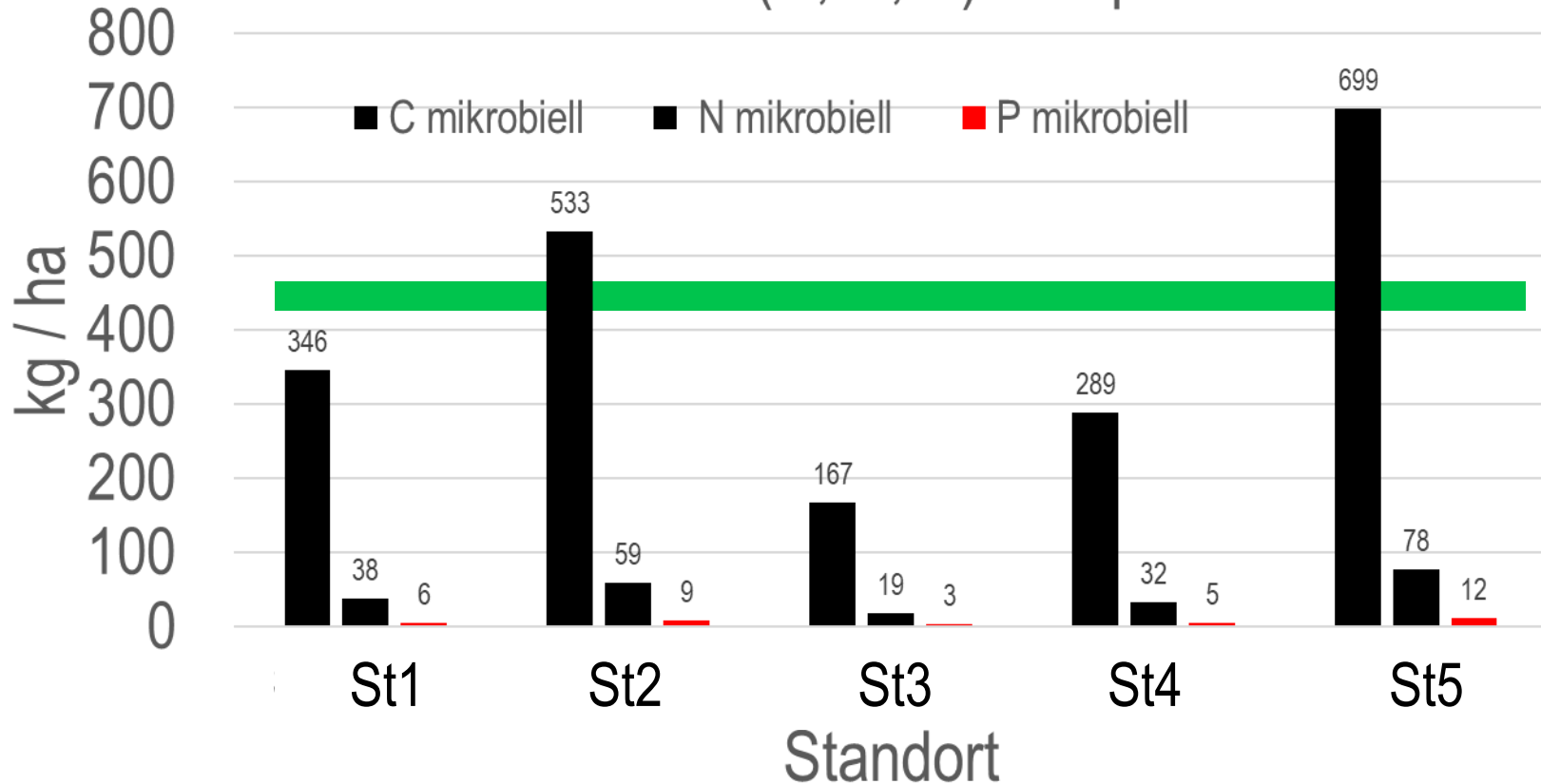
*Universität Rostock – Bodenkunde, Pflanzenbau: C. Baum, M. Peine, N. Vitow, A. Zacher,  
B. Eichler-Löbermann, P. Leinweber  
TU München / HZ – Umweltgenomik: M. Grafe, S. Schulz, M. Schlöter*

## Düngung als Nährstoffzufuhr für die Bodenmikroorganismen (das Bodenmikrobiom)

- Das Bodenmikrobiom ist ein **labiler Nährstoffpool** (Schutz vor Nährstoffauswaschung und –festlegung).
- Das Bodenmikrobiom ist die **wichtigste Kontrollgröße des Nährstoffrecyclings** im Boden.
- In der **aktuellen Düngungsplanung** sind nur die Pflanzen und der Boden berücksichtigt, dies wird aktuell korregiert (Vogel et al. 2024).

# Nährstoffpool mikrobielle Biomasse

## Mikrobielle Biomasse (C, N, P) im Ap-Horizont

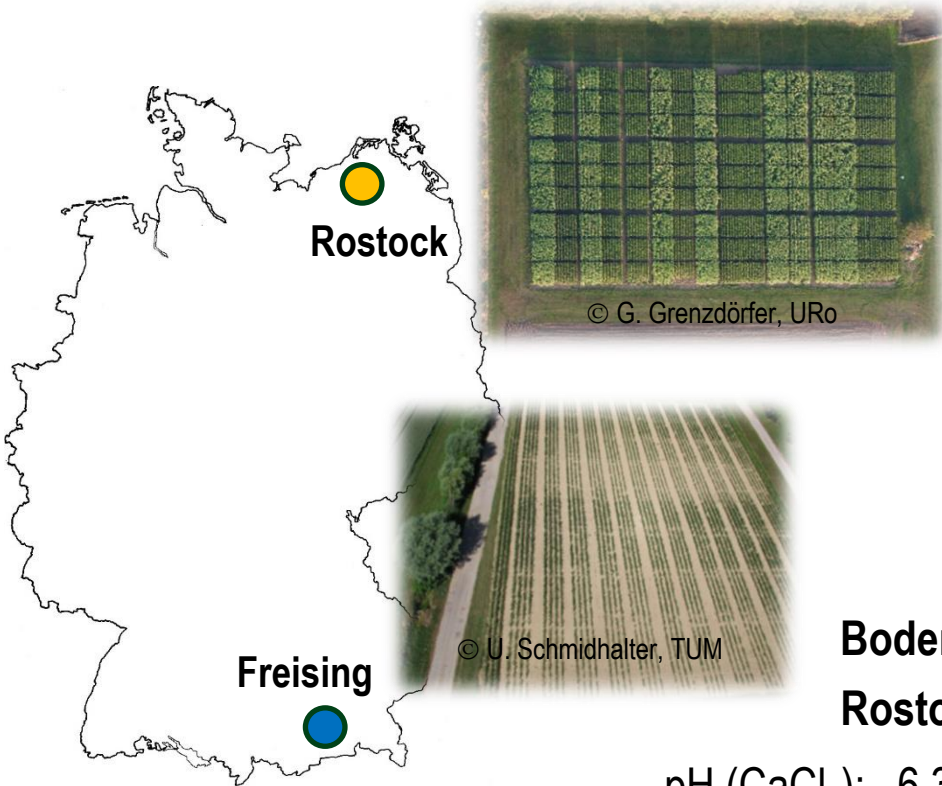


C/N ca. 10

C/P ca. 60

ca. 15% der labilen Nährstoffvorräte sind in mikrobieller Biomasse gespeichert

## Versuchsflächen:



Rostock

Freising

© G. Grenzdörfer, URo

© U. Schmidhalter, TUM

### Einheitliche Düngungsvarianten:

- C** Kontrolle, keine P-Düngung
- ORG** Kompost / Gründüngung
- MIN** Triplesuperphosphat
- OMI** Kompost / Gründüngung + Triplesuperphosphat

### Bodeneigenschaften:

**Rostock**

**Freising**

pH (CaCl<sub>2</sub>): 6,3

6,6

Bodentyp: Parabraunerde

Parabraunerde

## Parameter und Methoden:

Untersuchung von  
Boden (0-10 cm) und Pflanzen (Spross  
und Wurzeln von Mais)



**Bodenenzymaktivitäten &  
mikrobielle Biomasse**

**Enzymaktivitäten** (photometrische Messung)  
Saure und alkalische Phosphomonoesterasen (ACP, ALP)  
Phosphodiesterasen (PDE);  
 $\beta$ -Glucosidase (GLC)

**Mikrobielle Biomasse:** Cmic, Pmic (Fumigation-Extraktionsmethode)

**P-Status Boden & Pflanze**

**P total** (KöWa-Aufschluss), **P pflanzenverfügbar** (DL, CAL-Extrakt) , **Ertrag**

**Mikrobielle Diversität**

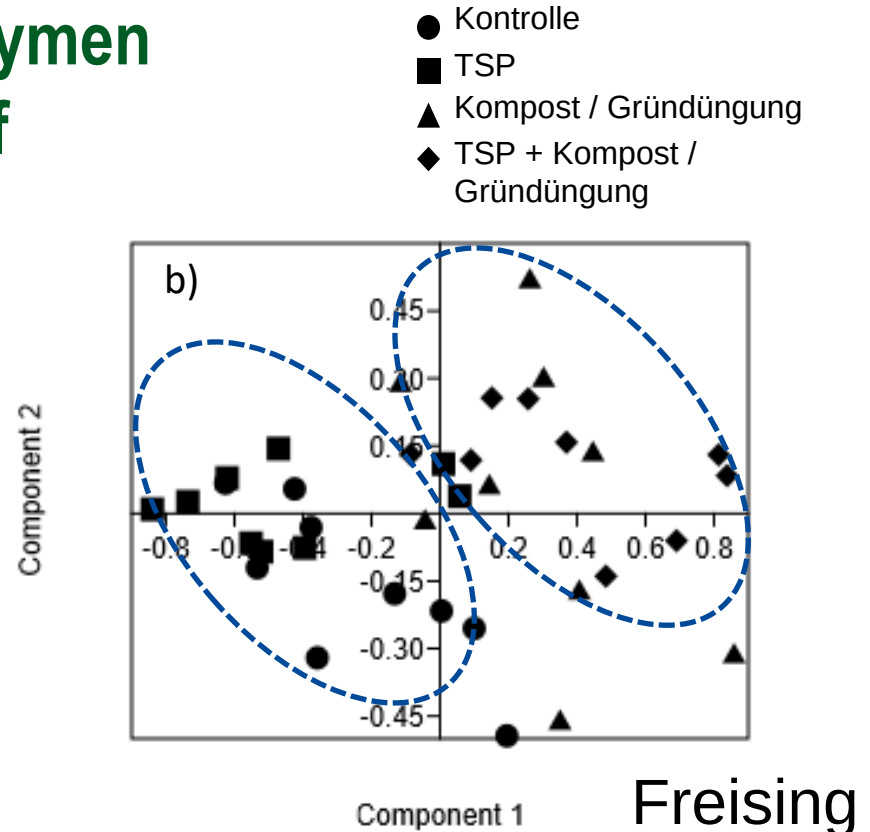
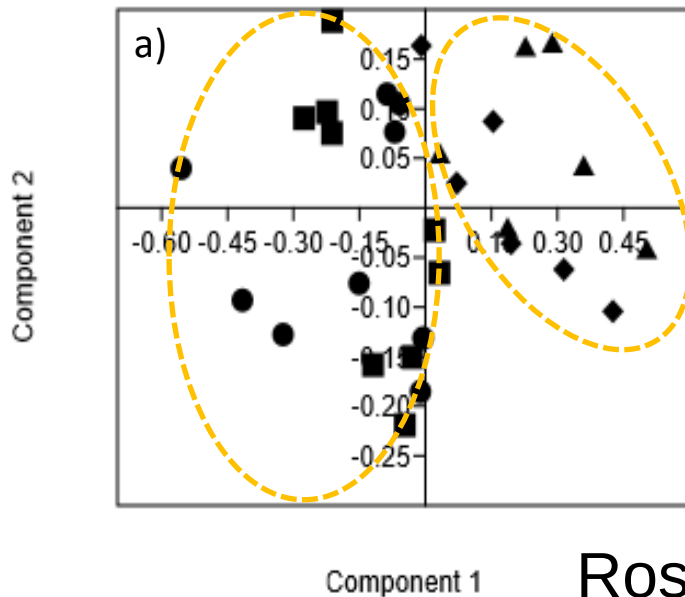
**Bakterien** (Metagenomics), **arbuskuläre Mykorrhizapilze** (Molekulares Fingerprinting)

# Enzymaktivitätspotenziale (in $\mu\text{mol Produkt g}^{-1} \text{ TM Boden h}^{-1}$ )

|      | ROSTOCK           |                    |                   |                   |                    |                   |                    |                    | FREISING          |                    |                    |                    |                    |                   |                    |                    |
|------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
|      | Frühling          |                    |                   |                   | Herbst             |                   |                    |                    | Frühling          |                    |                    |                    | Herbst             |                   |                    |                    |
| 2015 | C                 | MIN                | ORG               | OMI               | C                  | MIN               | ORG                | OMI                | C                 | MIN                | ORG                | OMI                | C                  | MIN               | ORG                | OMI                |
| ACP  | 1.33 <sup>b</sup> | 1.39 <sup>b</sup>  | 1.70 <sup>a</sup> | 1.65 <sup>a</sup> | 2.11 <sup>ab</sup> | 1.90 <sup>c</sup> | 1.99 <sup>bc</sup> | 2.19 <sup>a</sup>  | 1.59 <sup>b</sup> | 1.63 <sup>b</sup>  | 2.04 <sup>a</sup>  | 2.14 <sup>a</sup>  | 1.79 <sup>a</sup>  | 1.97 <sup>a</sup> | 1.99 <sup>a</sup>  | 1.98 <sup>a</sup>  |
| ALP  | 0.26 <sup>b</sup> | 0.30 <sup>b</sup>  | 0.50 <sup>a</sup> | 0.41 <sup>a</sup> | 0.21 <sup>bc</sup> | 0.22 <sup>c</sup> | 0.31 <sup>ab</sup> | 0.34 <sup>a</sup>  | 1.99 <sup>b</sup> | 1.72 <sup>c</sup>  | 2.32 <sup>a</sup>  | 2.37 <sup>a</sup>  | 1.95 <sup>a</sup>  | 1.18 <sup>c</sup> | 1.63 <sup>b</sup>  | 1.42 <sup>bc</sup> |
| PDE  | 0.11 <sup>b</sup> | 0.11 <sup>b</sup>  | 0.21 <sup>a</sup> | 0.23 <sup>a</sup> | 0.11 <sup>b</sup>  | 0.08 <sup>c</sup> | 0.14 <sup>a</sup>  | 0.13 <sup>ab</sup> | 0.57 <sup>a</sup> | 0.50 <sup>b</sup>  | 0.53 <sup>ab</sup> | 0.59 <sup>a</sup>  | 0.55 <sup>a</sup>  | 0.43 <sup>b</sup> | 0.51 <sup>ab</sup> | 0.48 <sup>ab</sup> |
| GLA  | 0.41 <sup>b</sup> | 0.44 <sup>ab</sup> | 0.51 <sup>a</sup> | 0.50 <sup>a</sup> | 0.43 <sup>b</sup>  | 0.45 <sup>b</sup> | 0.53 <sup>a</sup>  | 0.49 <sup>ab</sup> | 0.69 <sup>b</sup> | 0.65 <sup>b</sup>  | 0.81 <sup>a</sup>  | 0.87 <sup>a</sup>  | 0.76 <sup>a</sup>  | 0.84 <sup>a</sup> | 0.86 <sup>a</sup>  | 0.82 <sup>a</sup>  |
| 2016 | C                 | MIN                | ORG               | OMI               | C                  | MIN               | ORG                | OMI                | C                 | MIN                | ORG                | OMI                | C                  | MIN               | ORG                | OMI                |
| ACP  | 1.92 <sup>b</sup> | 2.14 <sup>ab</sup> | 2.20 <sup>a</sup> | 2.45 <sup>a</sup> | 1.06 <sup>b</sup>  | 1.08 <sup>b</sup> | 1.32 <sup>a</sup>  | 1.02 <sup>b</sup>  | 2.68 <sup>a</sup> | 2.32 <sup>ab</sup> | 2.25 <sup>b</sup>  | 2.25 <sup>b</sup>  | 1.76 <sup>ab</sup> | 1.65 <sup>b</sup> | 1.85 <sup>ab</sup> | 1.85 <sup>a</sup>  |
| ALP  | 0.31 <sup>b</sup> | 0.36 <sup>b</sup>  | 0.55 <sup>a</sup> | 0.49 <sup>a</sup> | 0.25 <sup>a</sup>  | 0.24 <sup>a</sup> | 0.31 <sup>a</sup>  | 0.25 <sup>a</sup>  | 2.35 <sup>a</sup> | 1.95 <sup>b</sup>  | 2.02 <sup>b</sup>  | 1.98 <sup>b</sup>  | 1.92 <sup>a</sup>  | 1.86 <sup>a</sup> | 2.09 <sup>a</sup>  | 1.88 <sup>a</sup>  |
| PDE  | 0.19 <sup>c</sup> | 0.19 <sup>c</sup>  | 0.31 <sup>a</sup> | 0.26 <sup>b</sup> | 0.06 <sup>a</sup>  | 0.07 <sup>a</sup> | 0.08 <sup>a</sup>  | 0.07 <sup>a</sup>  | 0.81 <sup>a</sup> | 0.74 <sup>ab</sup> | 0.68 <sup>b</sup>  | 0.72 <sup>ab</sup> | 0.44 <sup>a</sup>  | 0.44 <sup>a</sup> | 0.44 <sup>a</sup>  | 0.47 <sup>a</sup>  |
| GLA  | 0.34 <sup>b</sup> | 0.36 <sup>b</sup>  | 0.44 <sup>a</sup> | 0.47 <sup>a</sup> | 0.28 <sup>ab</sup> | 0.31 <sup>a</sup> | 0.23 <sup>bc</sup> | 0.20 <sup>c</sup>  | 0.95 <sup>a</sup> | 0.85 <sup>a</sup>  | 0.84 <sup>a</sup>  | 0.91 <sup>a</sup>  | 0.68 <sup>a</sup>  | 0.67 <sup>a</sup> | 0.70 <sup>a</sup>  | 0.74 <sup>a</sup>  |



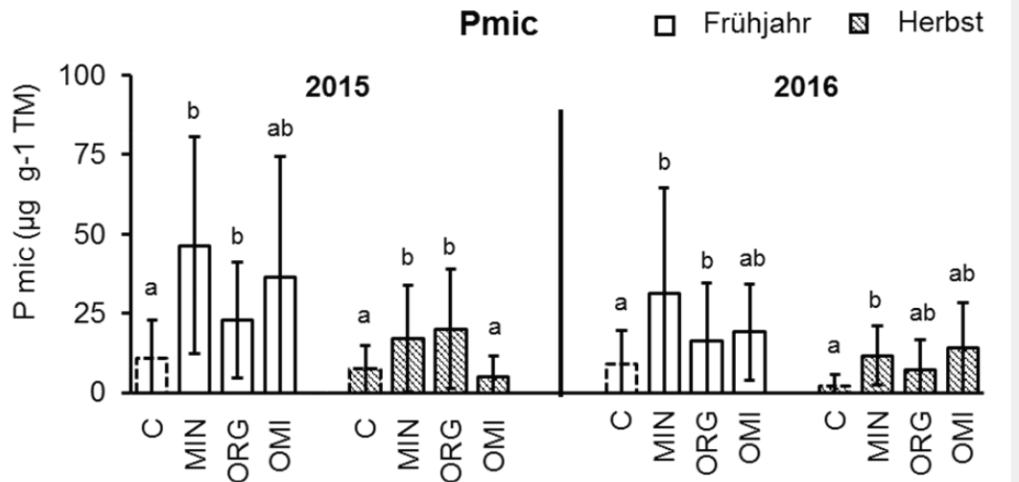
## Aktivitäten von Bodenenzymen im P- und C-Kreislauf



Principal Component Analysis (PCA) der Aktivitäten von 4 Bodenenzymen (saure und alkalische Phosphatase, Phosphodiesterase,  $\beta$ -Glucosidase) bei unterschiedlicher Düngung für Frühjahr 2015

Peine et al. (2019)

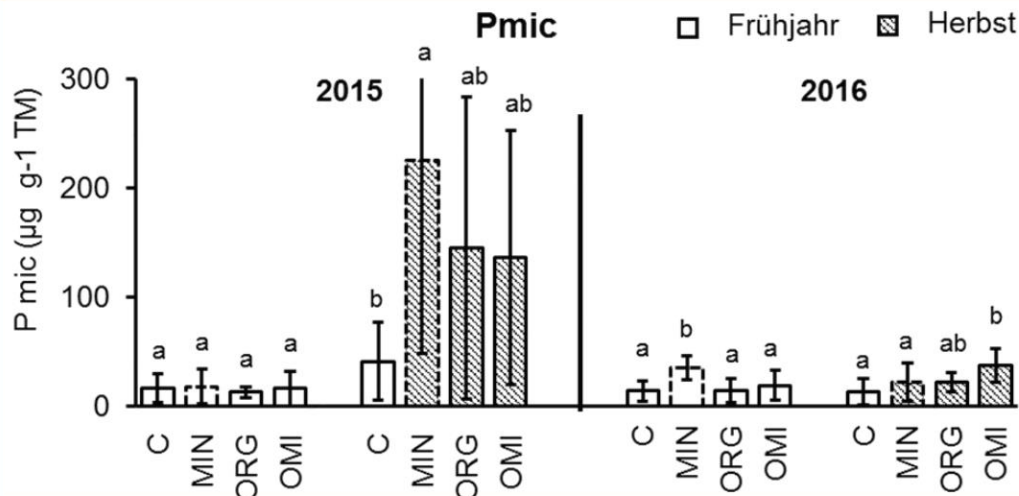
## Mikrobielle Biomasse (P) in 0-10 cm Bodentiefe



### Düngungsvarianten:

- C** Kontrolle, keine P-Düngung
- ORG** Kompost / Gründüngung
- MIN** Triplesuperphosphat
- OMI** Kompost / Gründüngung + Triplesuperphosphat

Standort: Rostock



**zeitweise erhöhte  
mikrobielle P-Speicherung  
nach Düngung**

Standort: Freising

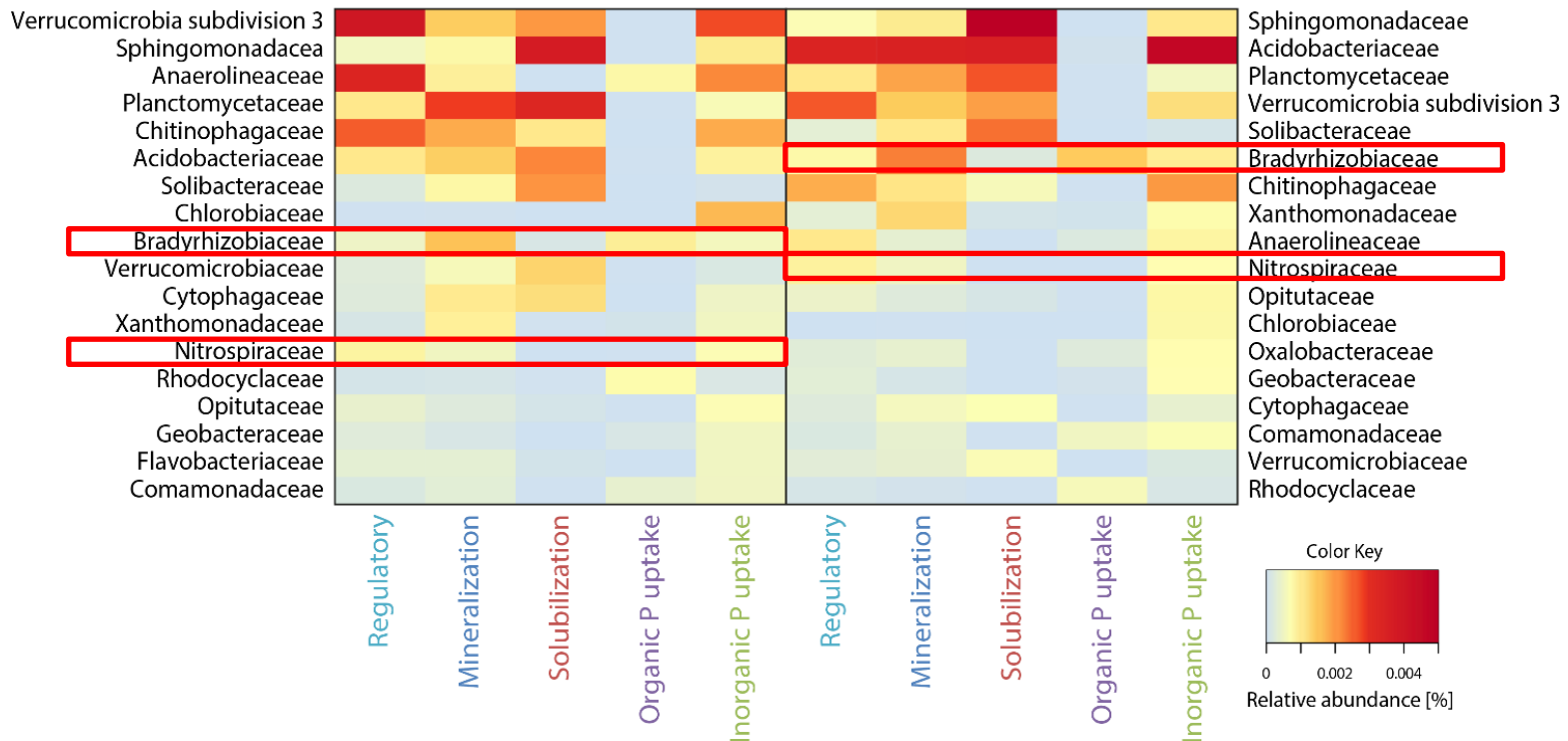
Peine et al. (2019)



## Zusammensetzung der bakteriellen Gemeinschaft

Freising 2015

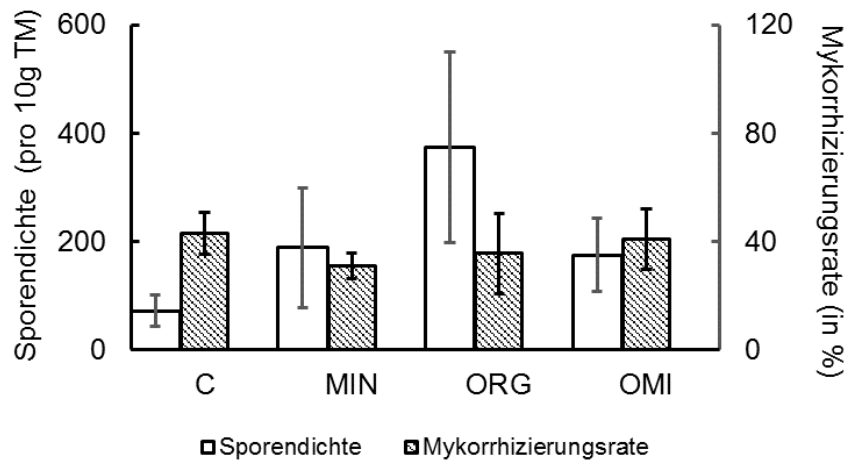
Rostock 2015



→ standortspezifische Unterschiede, Bradyrhizobiaceae und Nitrospiraceae:  
gemeinsame Funktion im N- und P-Kreislauf

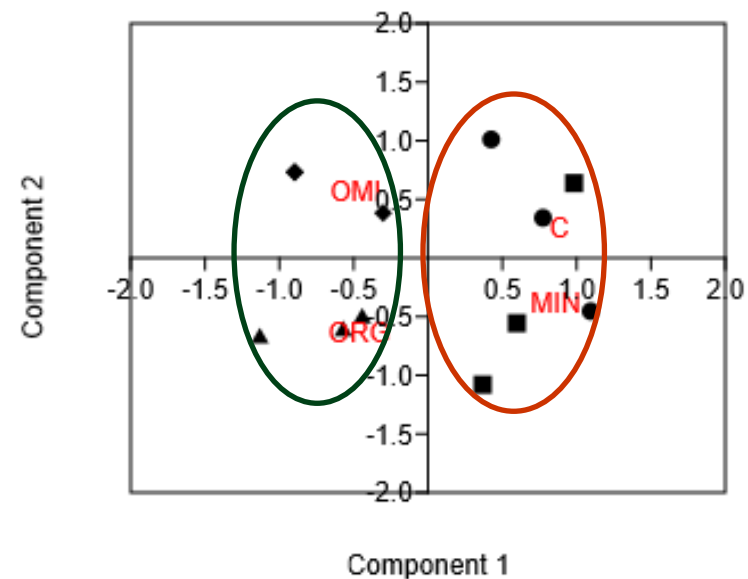
Grafe et al. (2018)

# Abundanz und Diversität der arbuskulären Mykorrhizierung



Sporendichte (Frühjahr 2015) &  
Mykorrhizierungsrate (Herbst 2015)

- Kontrolle
- TSP
- ▲ Kompost / Gründüngung
- ◆ TSP + Kompost / Gründüngung



Hauptkomponentenanalyse der  
genetischen Fingerprints der arbuskulären  
Mykorrhizapilze unter Mais auf dem  
Feldversuch Rostock

## Zusammenfassung:

- **Düngung erhöht die mikrobielle Nährstoff-Speicherung**
- **Organische Düngung erhöht das mikrobielle Potenzial zur Nährstoffmobilisierung**
- **Düngung steigert die Vermehrung von Mykorrhizapilzen als wertvolle Symbionten**
- **Signifikante Standortunterschiede in der mikrobiellen Diversität: daher standortspezifische Optimierung notwendig**
- **Kopplung mikrobieller Umsetzungen in den Stoffkreisläufen**

## ...für Ihre Aufmerksamkeit! ...unseren Kooperationspartnern:



**DSV**



HelmholtzZentrum münchen  
Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt



NICOLAUS COPERNICUS  
UNIVERSITY  
IN TORUŃ

Projekt:  
InnoSoilPhos

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



**BONARES**



Projekt: TriSick



Projekträger Bundesanstalt  
für Landwirtschaft und Ernährung

Das Team Bodenbiologie an der Universität Rostock: Anika Zacher, Elisa Machmüller, Nora Vitow, Nico Krüger, Denny Wiedow, Christel Baum, Frederik Guerndt, Felix Beske