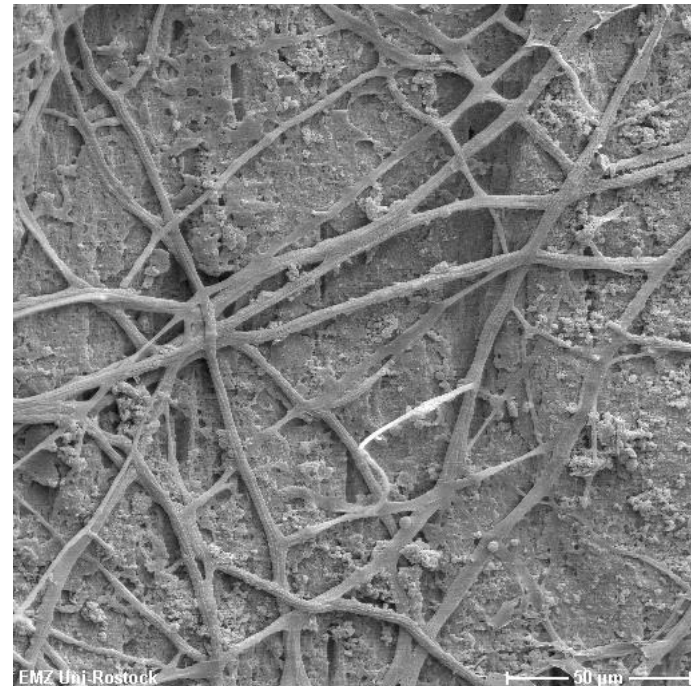


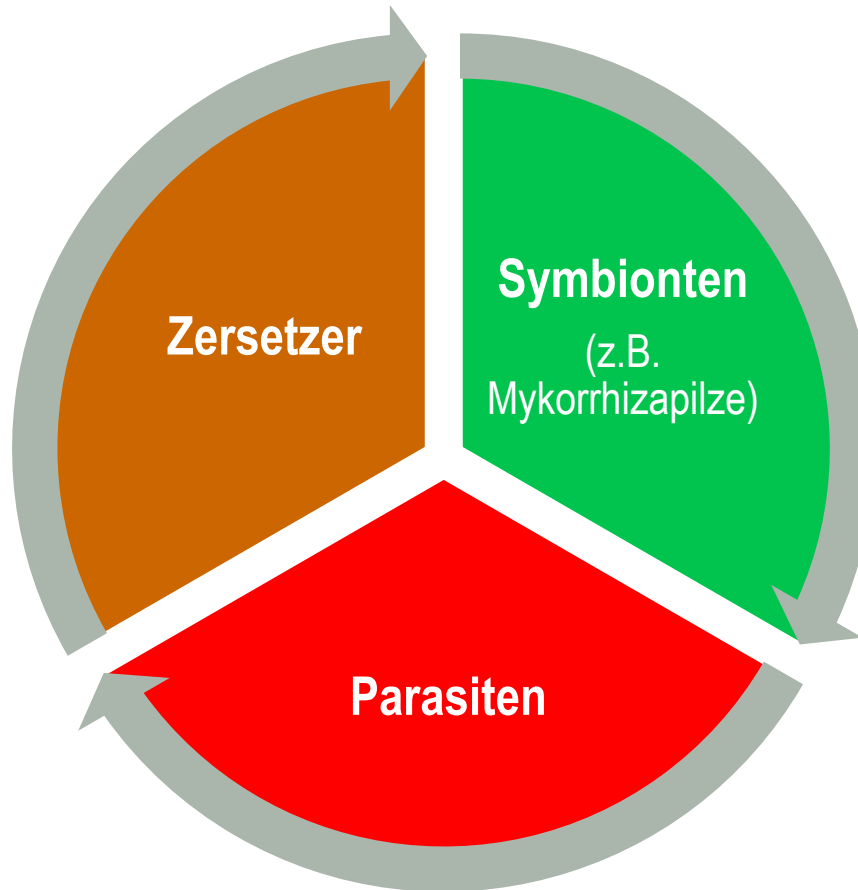
Düngungseinflüsse auf das Bodenmikrobiom



Christel Baum¹, Nora Vitow¹, Anika Zacher¹, Stefanie Schulz²
Michael Schlöter², Peter Leinweber¹
¹Universität Rostock, ²TU München

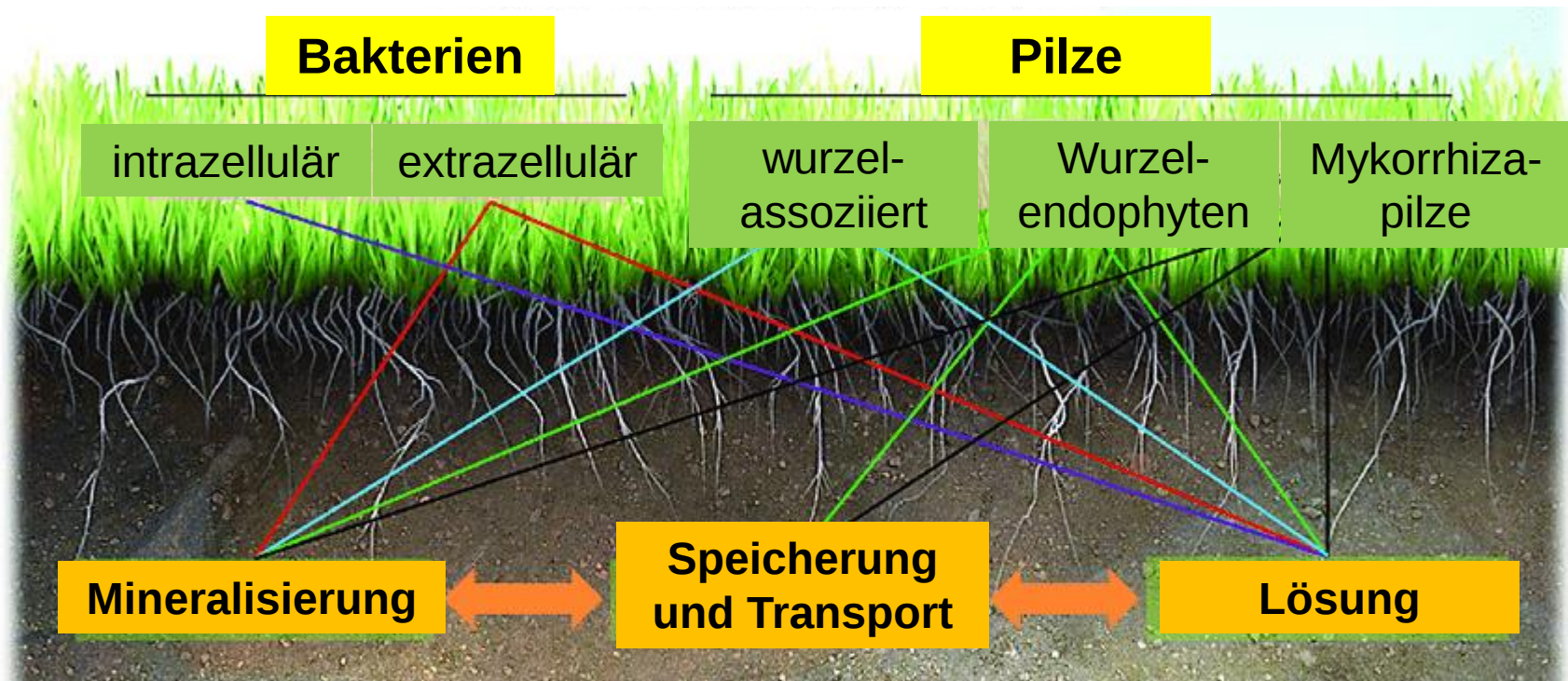
Funktionelle Einteilung des Bodenmikrobioms: mikrobielle Biomasse als labiler Nährstoffspeicher

Zersetzer stellen die Hauptfraktion der mikrobiellen Biomasse des Bodens und speichern ca. 15 % der pflanzenverfügbaren Nährstoffe labil.



Mykorrhizapilze stellen ca. $\frac{1}{3}$ der mikrobiellen Biomasse des Bodens und speichern ca. 5-10 % der pflanzenverfügbaren Nährstoffe labil.

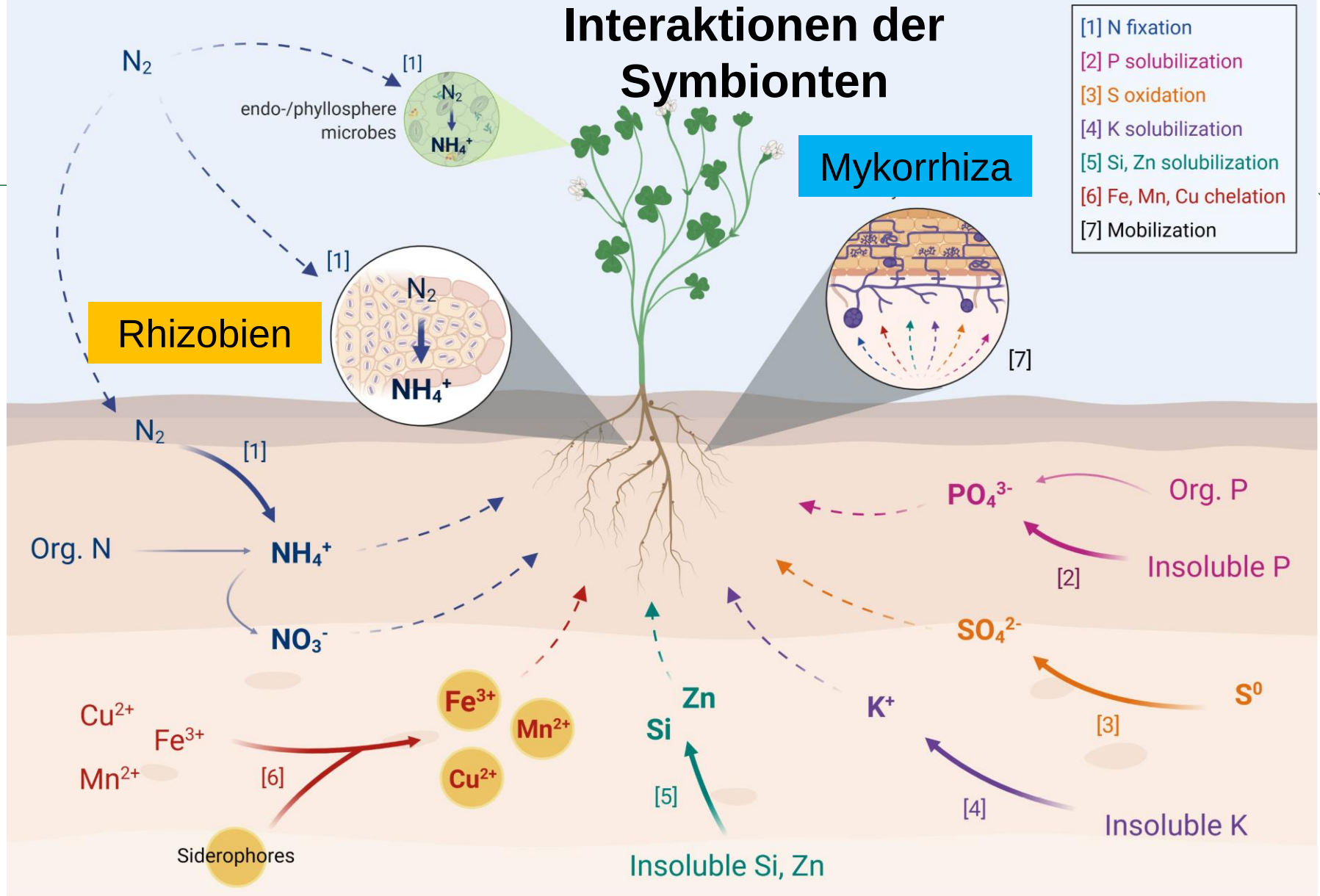
Funktionen des Bodenmikrobioms am Beispiel des P-Kreislauf



Pro Hektar sind ca. 10 – 30 kg P in der mikrobiellen Biomasse
des Bodens labil gespeichert

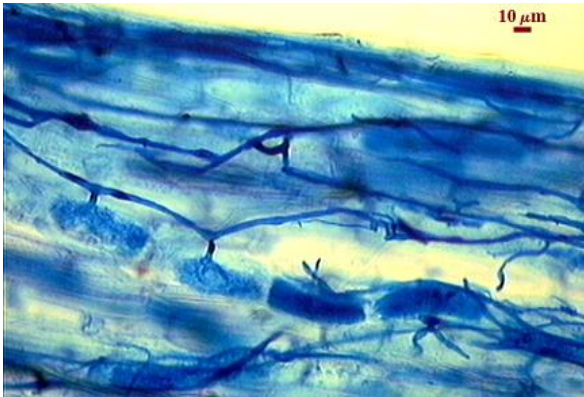
(kurzfristige 3- bis 5-fache Steigerung nach P-Düngung möglich;
25 bis >50% des pflanzenverfügbaren P im Boden)

Interaktionen der Symbionten

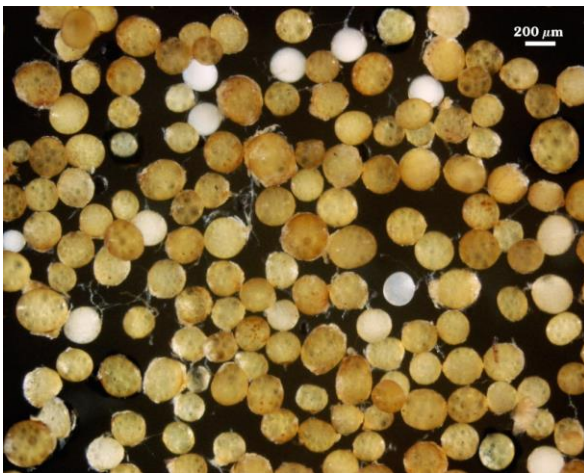


Mitter et al. (2021) Rethinking Crop Nutrition in Times of Modern Microbiology: Innovative Biofertilizer Technologies. Front. Sustain. Food Syst. 5:606815. doi: 10.3389/fsufs.2021.606815

Einleitung: Nutzen der Mykorrhizierung im Pflanzenbau



Mykorrhizierung
(Maiswurzel)



Pilzsporen ($\varnothing$ max. 1 mm)

Pflanzenernährung:

- verbesserte Versorgung mit **P, N, Zn und Wasser** besonders bei Nährstoffmangel und unter Stress

Bodenfruchtbarkeit:

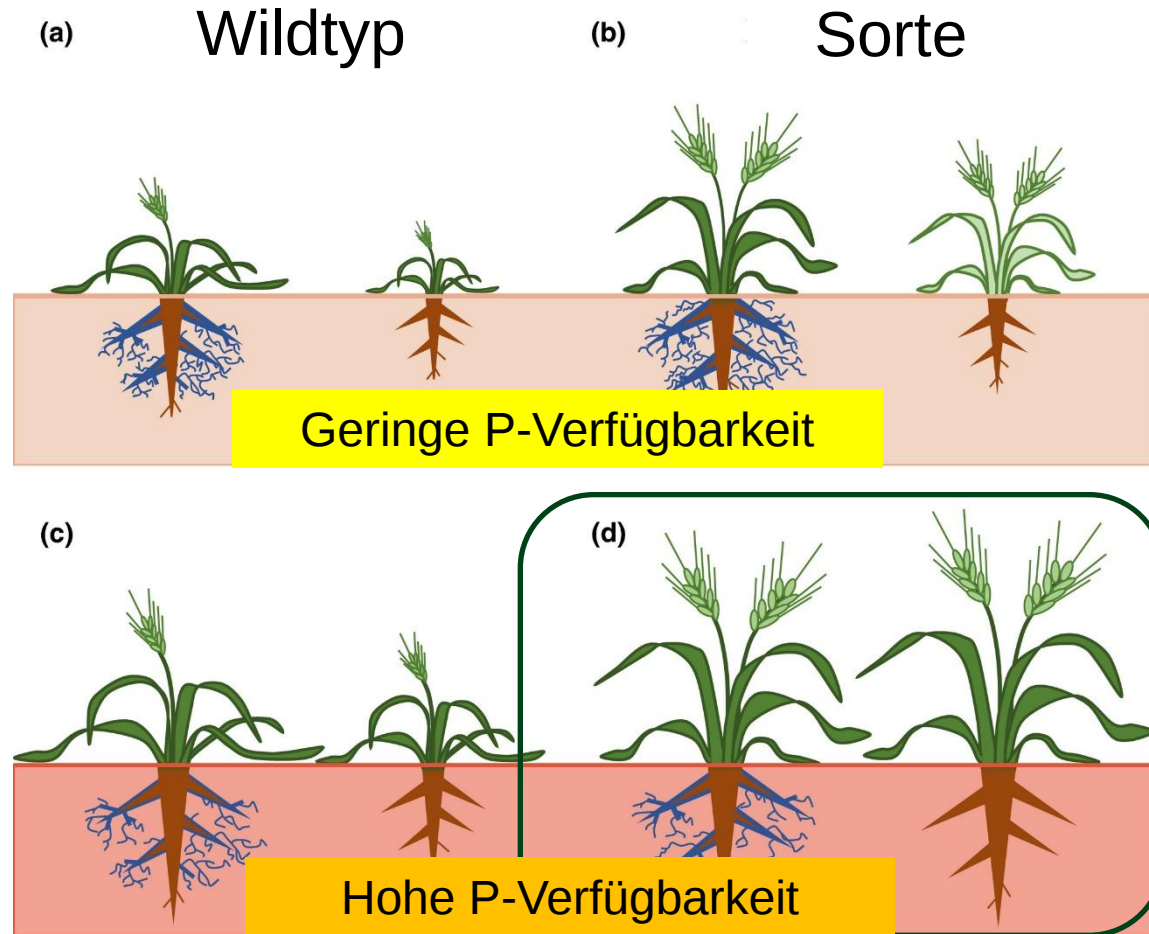
- erhöhte Aggregatstabilität
 - ▶ **Erosionsschutz**
- verbesserte Erschließung von Nährstoffen aus dem Unterboden
 - ▶ **reduziertes Austragsrisiko**

Quellen: Rillig und Mummey (2006)

Baum et al. (2015)

<http://fungi.invam.wvu.edu>

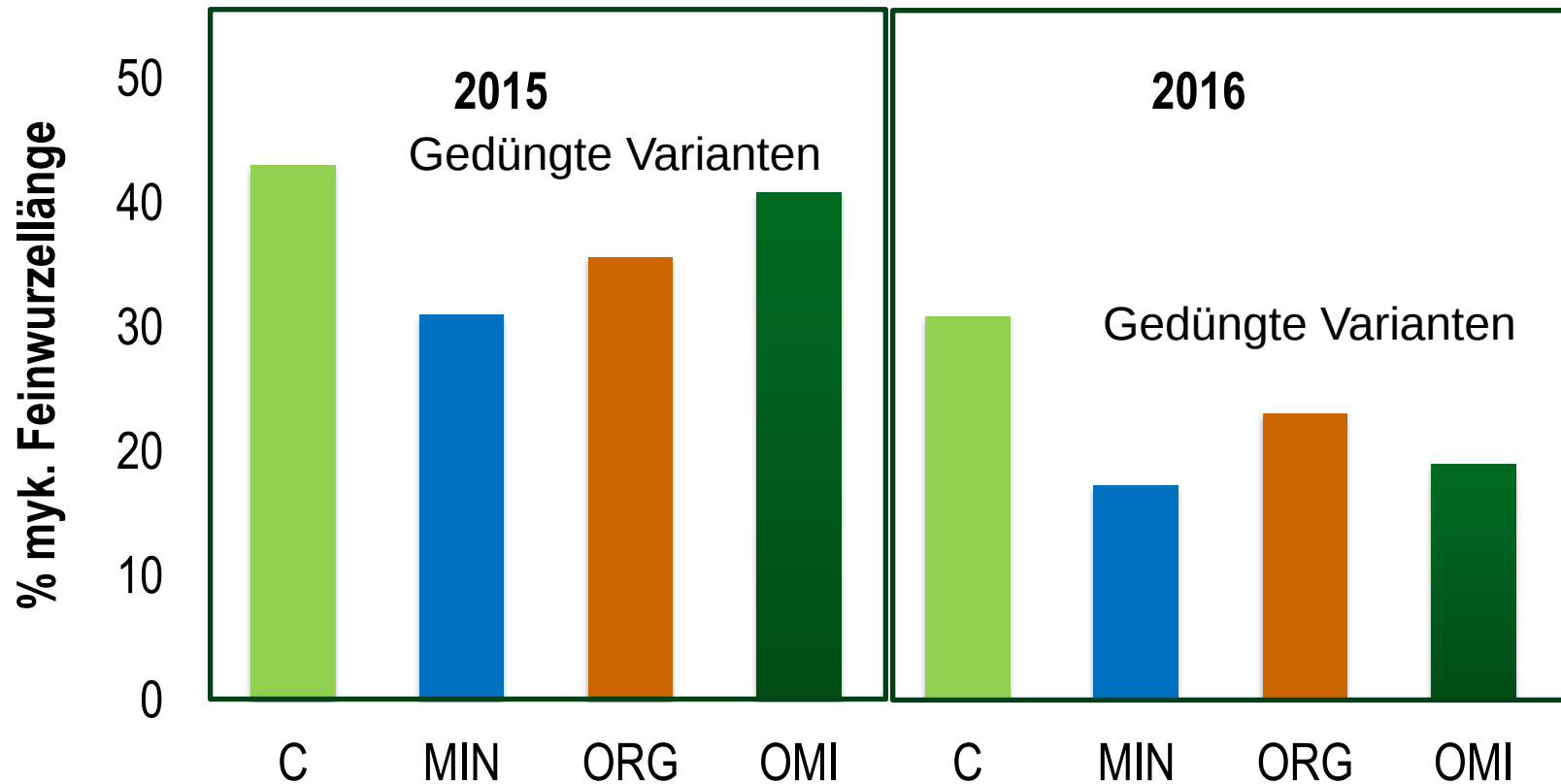
Einfluss von Pflanzenzüchtung und P-Verfügbarkeit auf die Wirkung der Mykorrhizierung



Martin-Robles et al. (2017) New Phytologist, DOI: 10.1111/nph.14962

Wirkung von P-Düngung auf die Mykorrhizierung

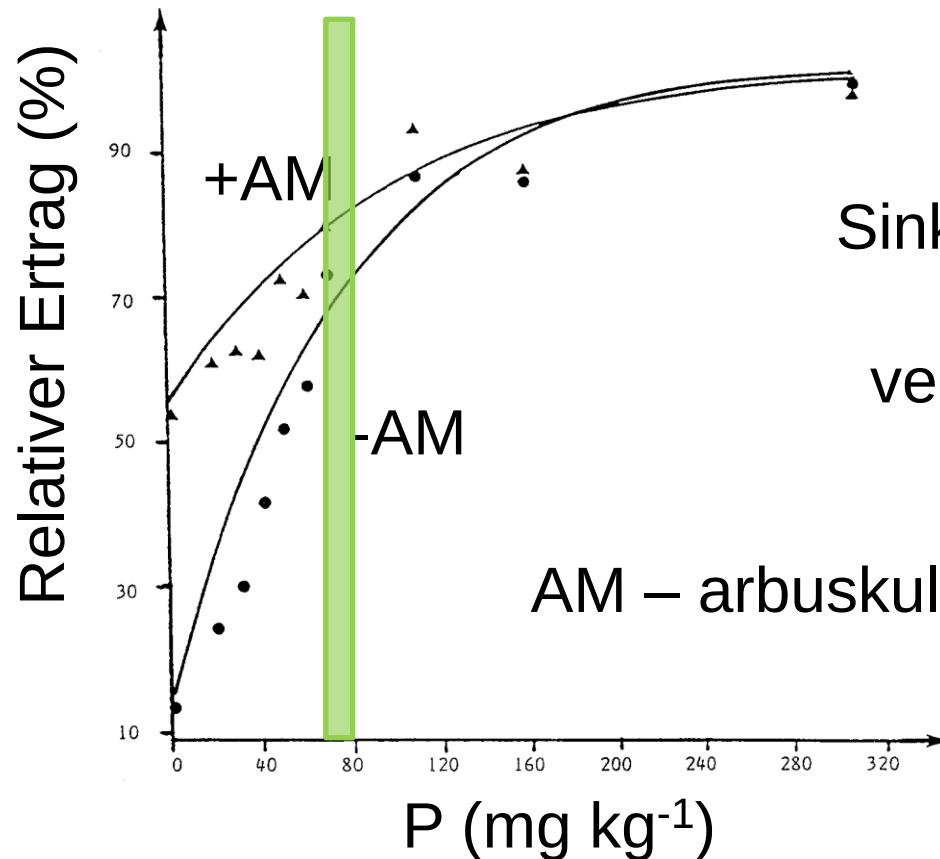
Mykorrhizierungsrate von Mais



Varianten: C keine P-Düngung, MIN + TSP, ORG + Kompost, OMI + TSP und Kompost
(Dauerdüngungsversuch Rostock, Peine et al. 2019)

Grenzen des Nutzens von Mykorrhizierung

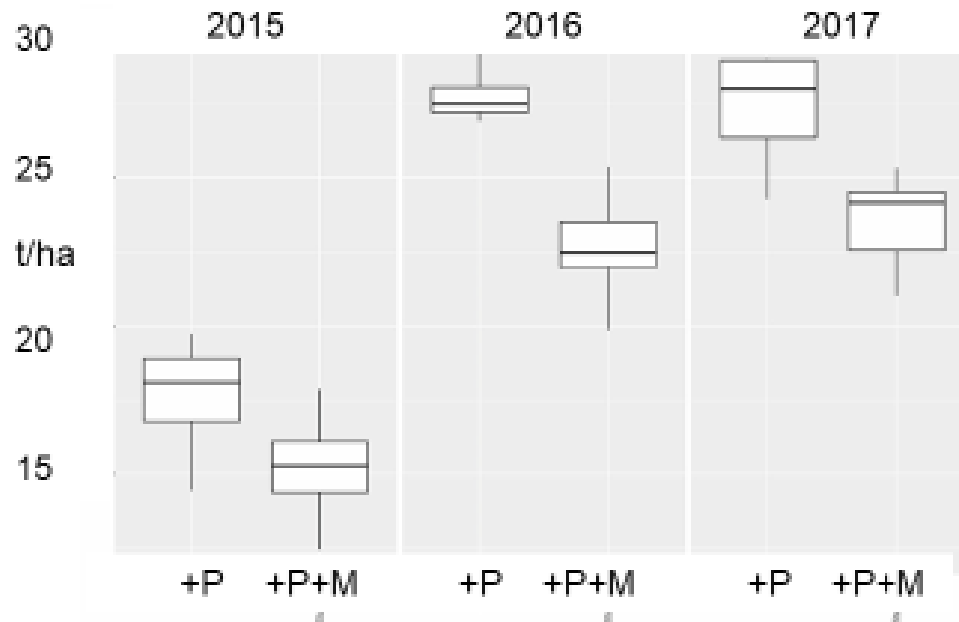
Beispiel : Sojabohne (mod. nach Plechette & Morel, 1996)



Sinkende Ertragswirkung von
Mykorrhizierung bei
verbesserter P-Versorgung

AM – arbuskuläre Mykorrhizierung

Mykorrhiza & P-Düngung



Ertragsdepression
bei Kombination
von
P-Düngung und
Mykorrhiza-
applikation am
Beispiel Mais

Thielicke, M.; Ahlborn, J.; Eichler-Löbermann, B.; Eulenstein, F. On the Negative Impact of Mycorrhiza Application on Maize Plants (*Zea mays*) Amended with Mineral and Organic Fertilizer. *Microorganisms* 2023, 11, 1663. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11071663>

5

h. C. Baur

Bodenschutz

Impfen für bessere Erträge

Ein Schweizer Forscherteam hat einen erfolgreichen Feldversuch mit Mykorrhiza-Pilzen durchgeführt.

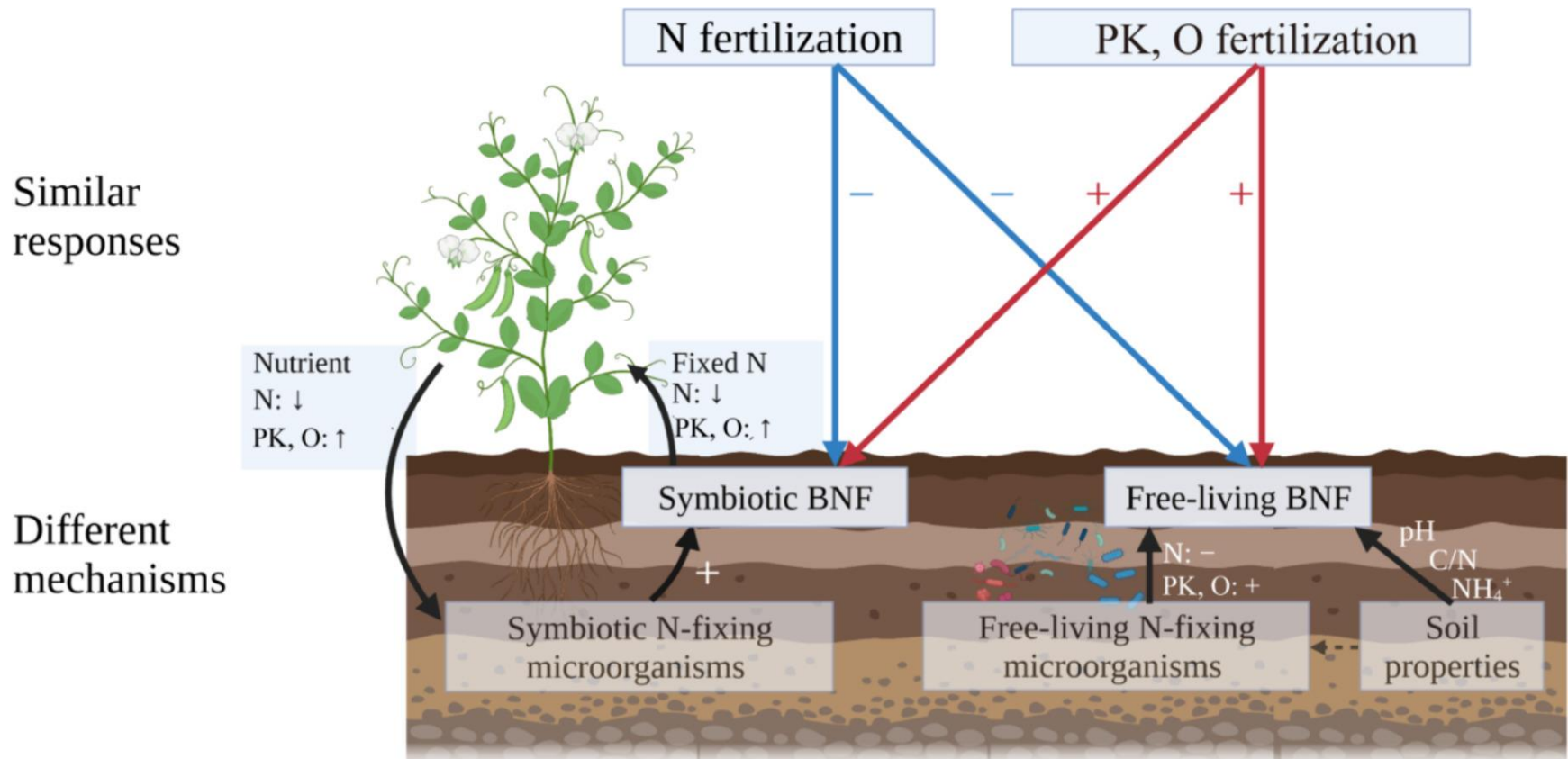
FRICK. Eine Impfung des Bodens mit Mykorrhiza-Pilzen kann helfen, den Ertrag ohne zusätzliche Düngung und Pflanzenschutzmittel zu erhalten oder sogar zu verbessern. Das hat jetzt ein Team von Wissenschaftlern der Universitäten Zürich und Basel, der Forschungsanstalt Agroscope sowie des Forschungsinstituts für biologischen Landbau (FiBL) erstmals großflächig aufgezeigt. Wie das FiBL mitteilte, haben die Wissenschaftler dazu auf 800 Versuchsflächen beziehungsweise 54 Maisfeldern in der Nord- und Ostschweiz die Pilze vor der Aussaat in den Boden eingearbeitet. Ziel der Studie war es, vorherzusagen zu können, unter welchen Bedingungen eine Mykorrhiza-Impfung funktioniert. Die Mykorrhiza-Pilze ermöglichten auf einem Viertel der Äcker einen bis zu 40% besseren Ertrag. Das ist enorm“, betonte Co-Studienleiter Marcel van der Heijden von Agroscope. Allerdings hatte die Sache einen Haken. Auf einem Drittel der Äcker gab es nämlich keine Ertragssteigerung oder sogar einen Ertragsrückgang. Dafür hatte das Forscher-Team zunächst keine Erklärung. Auf der Suche nach der Ursache analysierten die Forschenden dem FiBL zufolge eine Vielzahl chemischer, physikalischer und biologischer Bodeneigenschaften, darunter auch die Artenvielfalt der Bodenmikroben. „Wir haben herausgefunden, dass die Impfung vor allem dann gut funktioniert, wenn viele pilzliche Krankheitserreger im Boden vorhanden sind“, berichtete Co-Erstautorin Stefanie Lutz von Agroscope.

Schutzschild gegen Krankheitserreger

Laut Lutz wirken die Mykorrhiza-Pilze wie eine Art Schutzschild bei Krankheitserregern im Boden, welche die Pflanzen schwächen. In der Folge bleibe der normal hohe Ertrag erhalten, während ohne Mykorrhiza-Pilze Ernteverluste anfallen würden. Auf Äckern, die nicht mit Krankheitskeimen belastet seien, hätten Mykorrhiza-Pilze dagegen nur einen geringen Effekt. „Dort sind die Pflanzen ohnehin schon stark und wachsen hervorragend. Das Ausbringen von Mykorrhiza bringt hier keinen zusätzlichen Nutzen“, erklärte Co-Erstautorin Natacha Bodenhausen vom FiBL. Co-Studienleiter Klaus Schlöppi von der Universität Basel hob hervor, dass mit wenigen Bodenindikatoren - hauptsächlich Bodenpilzen - der Erfolg der Impfung in neun von zehn Feldern habe prognostiziert werden können, und damit bereits vor der Feldsaison der Ernteertrag. Diese Vorhersagbarkeit erlaube es, die Pilze gezielt in Äckern einzusetzen, wo diese auch funktionierten. Aus Sicht von Schlöppi wird das entscheidend sein, damit sich diese Technologie zu einer zuverlässigen landwirtschaftlichen Methode entwickeln kann. Van der Heijden zufolge sind noch weitere Forschungen dazu nötig, wie sich die Pilze am einfachsten großflächig ausbringen lassen. Er wertet die Ergebnisse dieses Feldversuchs aber schon jetzt als einen „großen Schritt in Richtung einer nachhaltigeren Landwirtschaft“. (<http://www.nature.com/articles/s41564-023-01520-w>)

AgE

Düngungswirkung auf die biotische N-Fixierung (BNF)

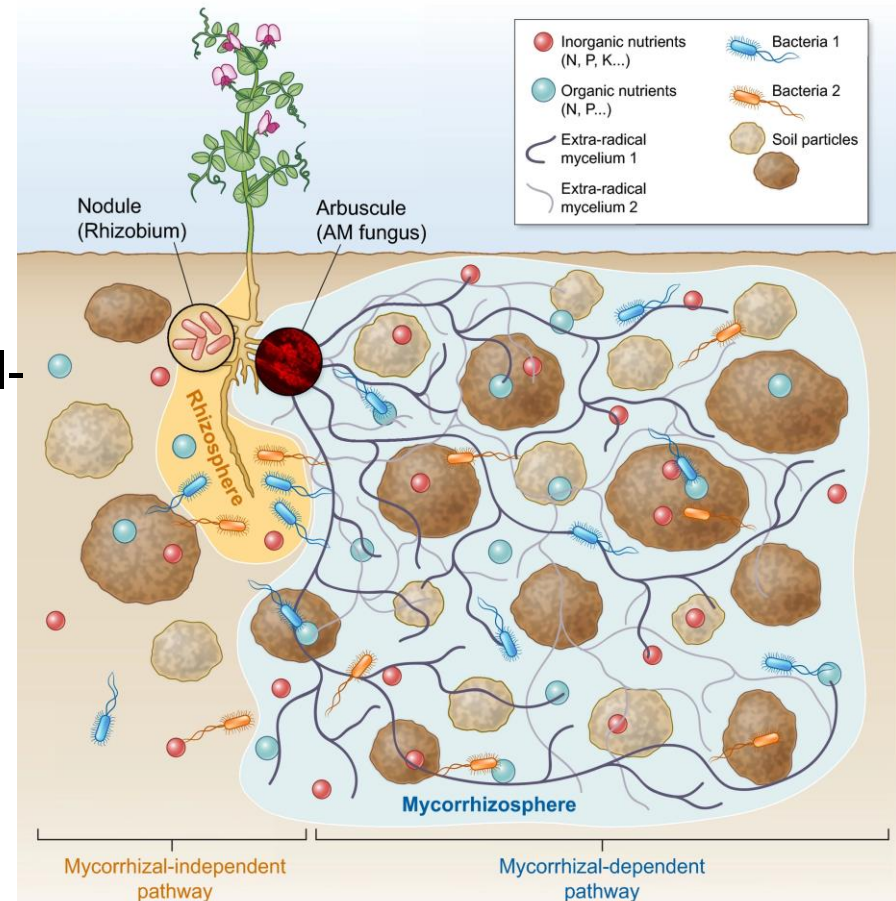


Dai et al. (2024): Fertilization effects on symbiotic and free-living biological nitrogen fixations: Similar effects but different mechanisms, *Applied Soil Ecology* 202, <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2024.105590>.

Nährstofftransfer und –speicherung durch das Bodenmikrobiom

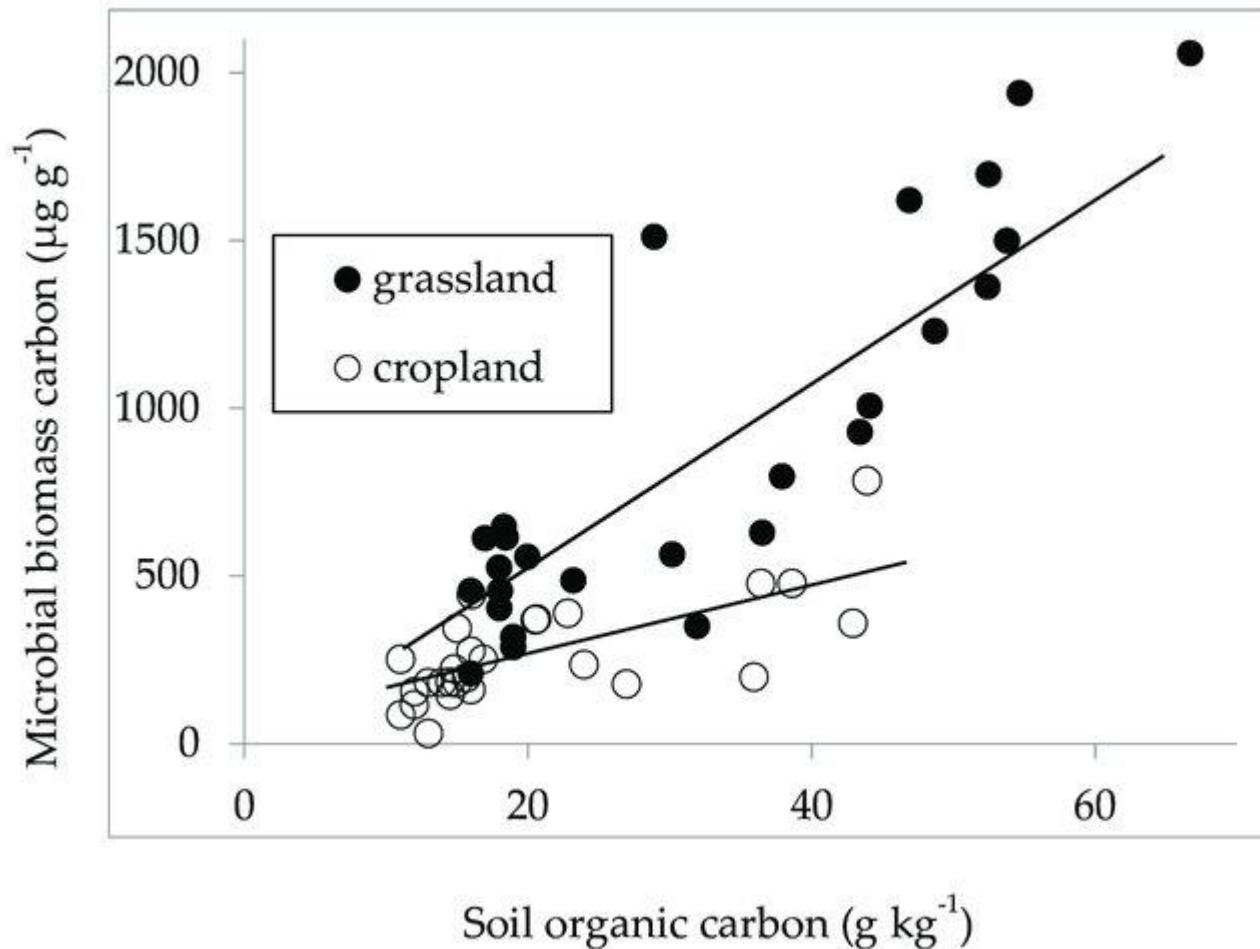
Optimierungsmöglichkeiten im Pflanzenbau:

1. **Düngung:** Menge, Qualität, Platzierung, Zeitpunkt der Ausbringung...
2. **Fruchtfolge:** Nutzung des Wurzel- und Rhizosphärenmikrobioms
3. **Zwischenfruchtanbau, Bei- und Untersaaten** zur Intensivierung der Interaktionen im Wurzelraum
4. **Biostimulanzen** mit hoher Rhizosphärenkompetenz



Wipf et al. 2019 New Phytol.

Korrelation des Bodenmikrobioms mit dem Kohlenstoff- (Humus-) Gehalt des Bodens



Quelle: McGonigle & Turner (2017) Agriculture 7, 57; doi:10.3390/agriculture7070057

Fazit

1. Ackerböden weisen ein **spezifisches Bodenmikrobiom** auf, das auf einen hohen Nährstoffumsatz spezialisiert ist.
2. **Düngung ernährt primär das Bodenmikrobiom** erst im Anschluss den Pflanzenbestand.
3. **N- und P-Düngung steigern die mikrobielle Biomasse** im Boden und **reduzieren die Neigung zur Bildung von Symbiosen** (N-Düngung: Knöllchenbakterien und P-Düngung: Mykorrhizapilze).
4. Mykorrhizapilze ersetzen keine P-Düngung.
5. **Organische Düngung ist essenziell** für eine hohe mikrobielle Biomasse.
6. **Mikrobielle Biomasse ist ein wichtiger labiler Nährstoffspeicher** zum Schutz vor Nährstoffausträgen.

Vielen Dank!

...für Ihre Aufmerksamkeit!

...allen Kooperationspartnern!

agro nord -
Kürzinger GbR



HanseAgro



DSV



JKI

Julius Kühn-Institut

Technische
Universität
München

TUM



InnoSoilPhos



BONARES

Projekt: InnoSoilPhos (No. 031A558)

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung