

CARBON FARMING – HYPE ODER HOPE

Tagung am 27. Oktober 2023

Humus und seine Bedeutung für Bodenleben und -fruchtbarkeit

Georg Guggenberger and Norman Gentsch

**Leibniz Universität Hannover, Germany
Institut für Bodenkunde
guggenberger@ifbk.uni-hannover.de**



Themen des Vortrags

Was ist Humus?

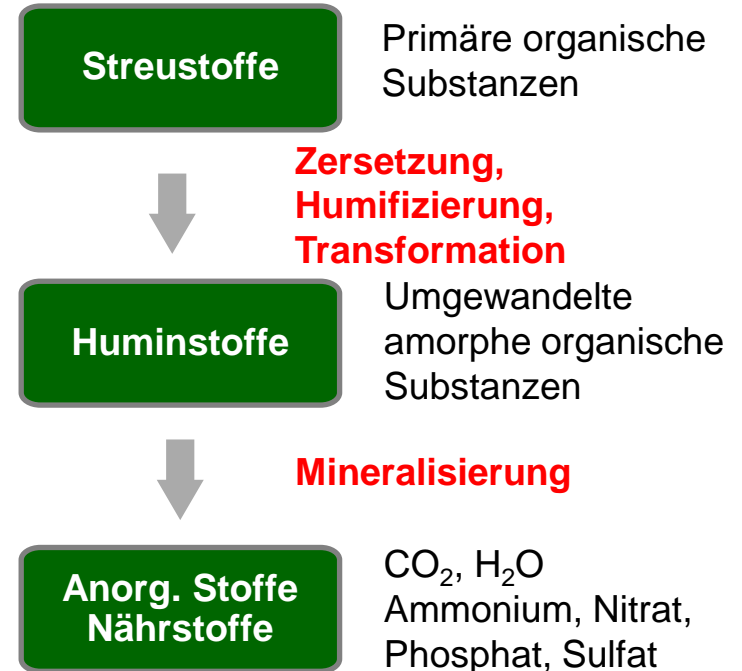
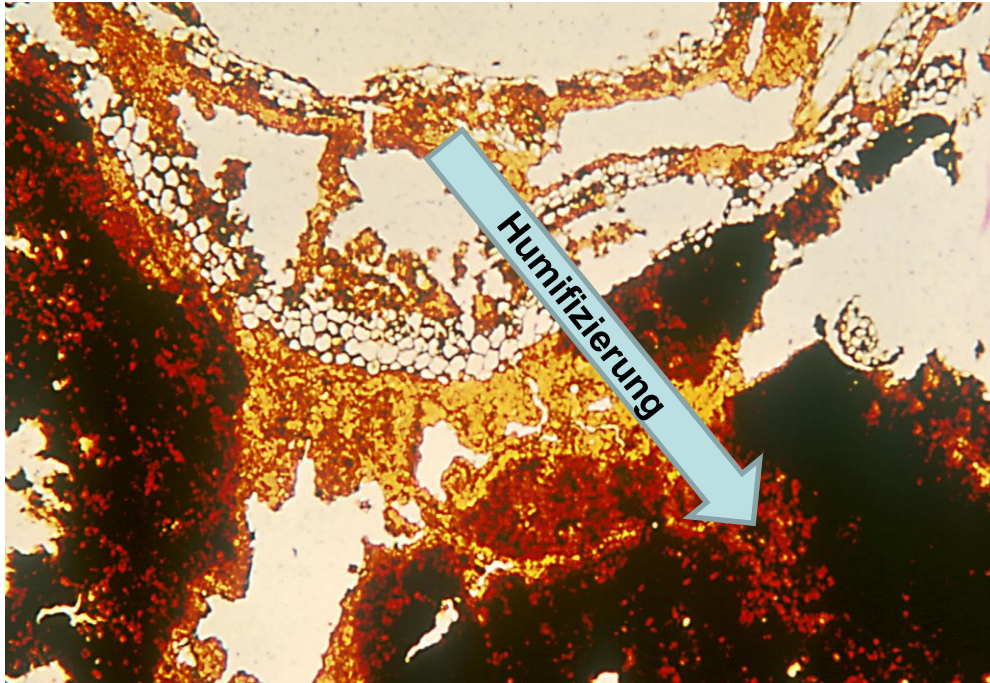
Funktionen des Humus

Humusmanagement über Biodiversität

Was ist Humus?

Humus = **organische Bodensubstanz**

Gesamtheit der toten **Streustoffe** und deren **mikrobiellen Umwandlungsprodukte**



Traditionelle Vorstellung der Bildung von Humus

- Abbau von Streu
- Bildung von reaktiven Abbauprodukten
- Abiotische Kondensation zu hochmolekularen Strukturen

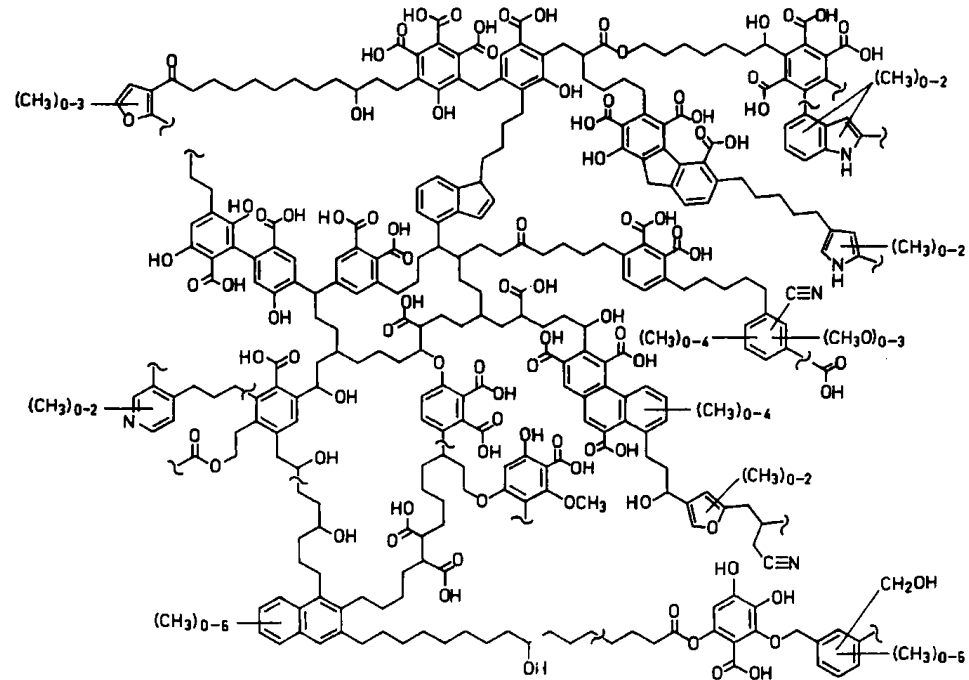
- Ureigene Stabilität der gebildeten „Huminstoffe“?
- Lignin als Vorläufer von Huminstoffen?

Wurde widerlegt!

- Lignin reichert sich im Boden nicht an.
- Ohne „Stabilisierung“ nur Umsatzzeit von Jahrzehnten!

Schmidt et al. (2011) Nature
Lehmann und Kleber (2015) Nature Communications

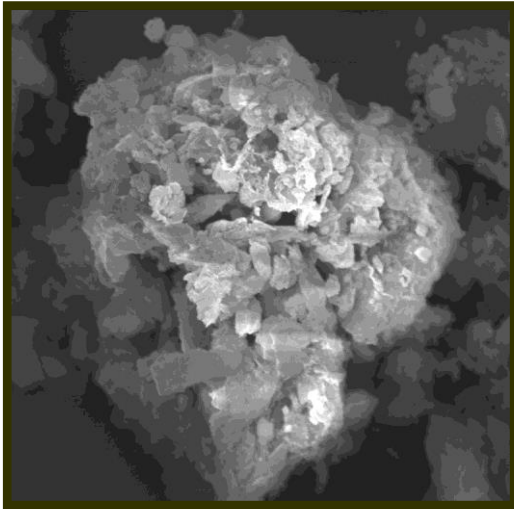
Altes Modell von Humus



Schnitzer und Schulten (1993) Naturwissenschaften

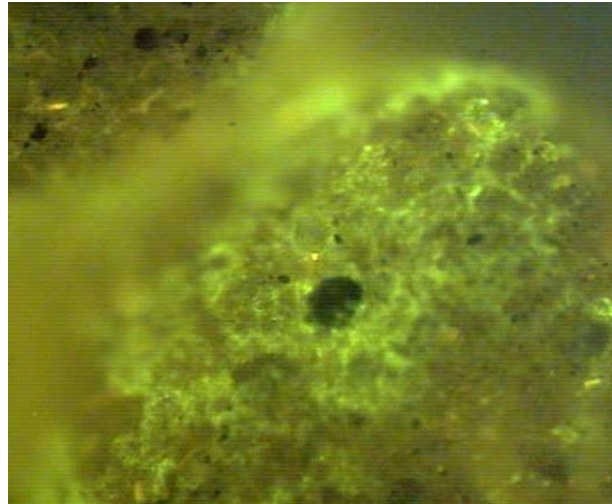
Neuere Vorstellung von Humus

Organische Substanz
eingeschlossen in Aggregat



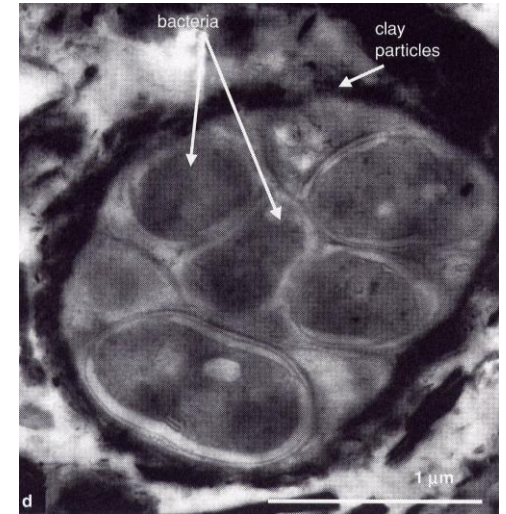
Kaiser (2008)

Aggregat gebildet durch
pilzliches Glomalin (Glycoprotein)



Wright (2002)

Bakterienkolonie umgeben
von Tonmineralen

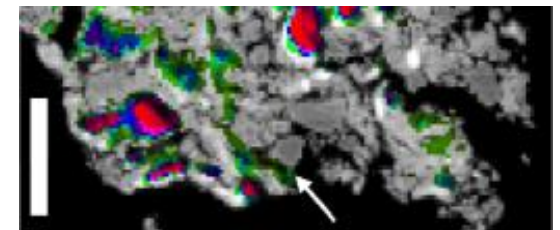
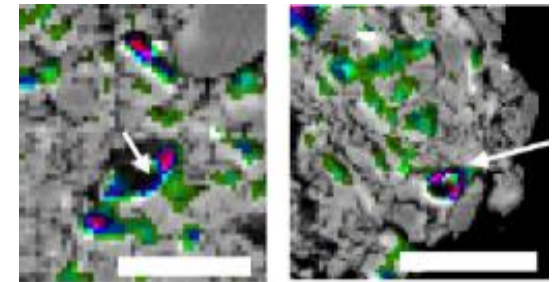
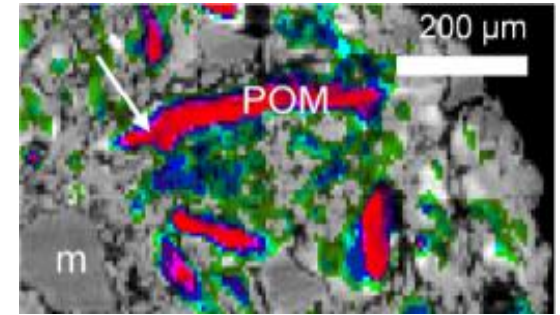
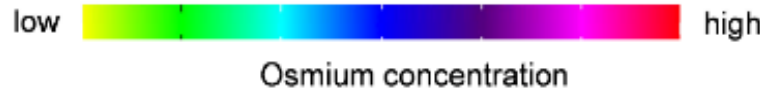
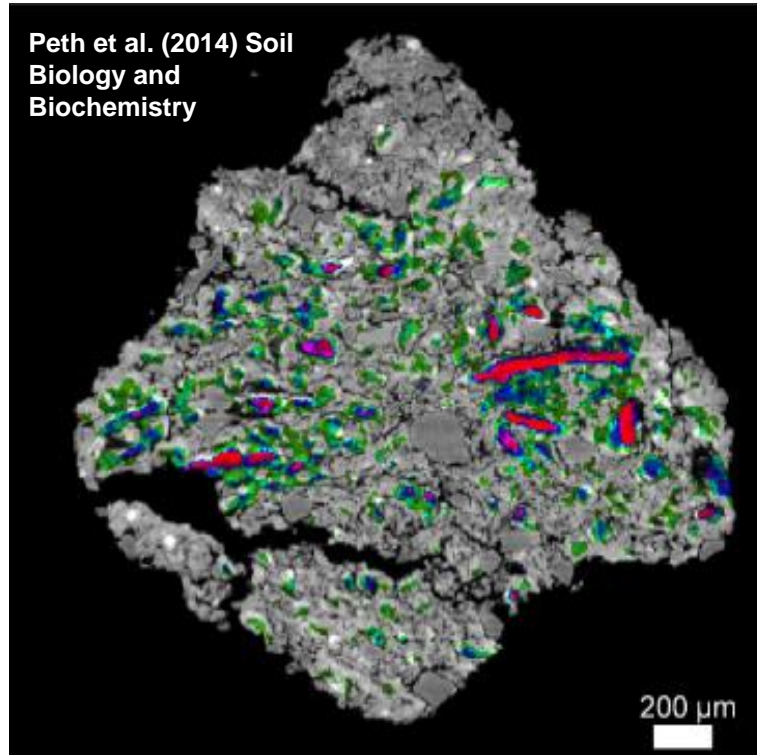


Chenu und Stotzky (2002)

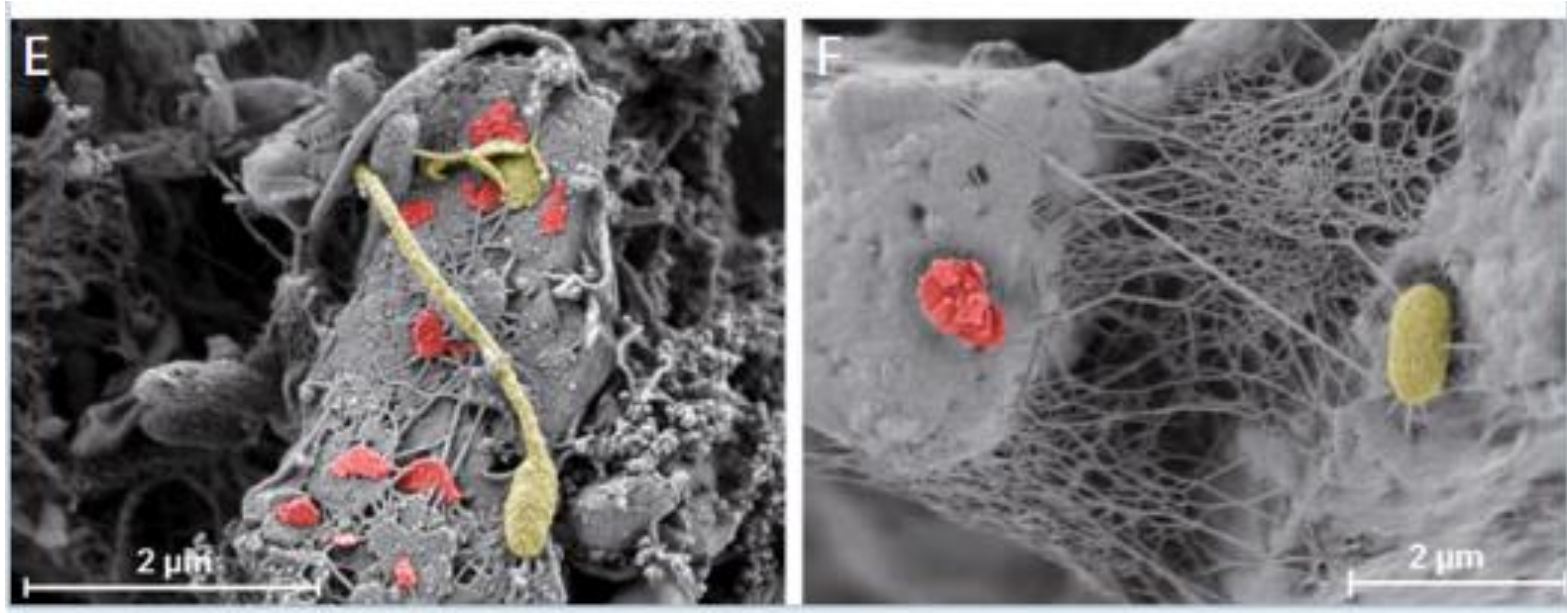
Neuere Vorstellung von Humus

Organische Substanz eingeschlossen in Bodenaggregaten

POM = partikuläre organische Substanz (kaum abgebaute Pflanzenrückstände stabilisiert in Bodenaggregaten)



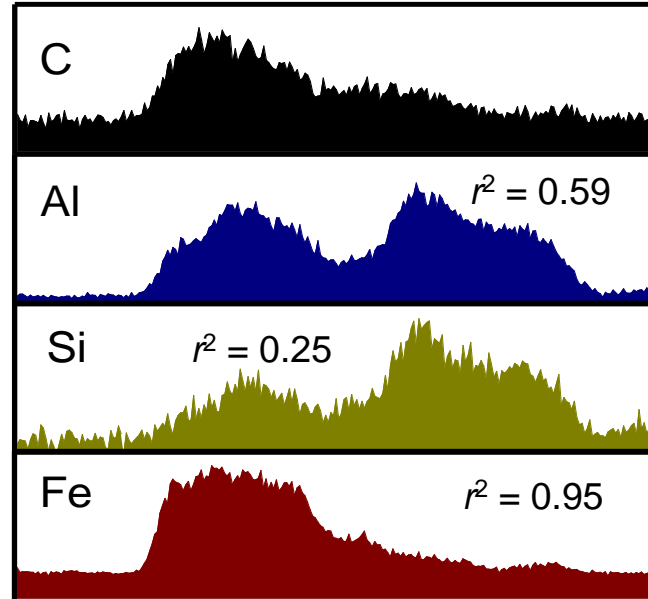
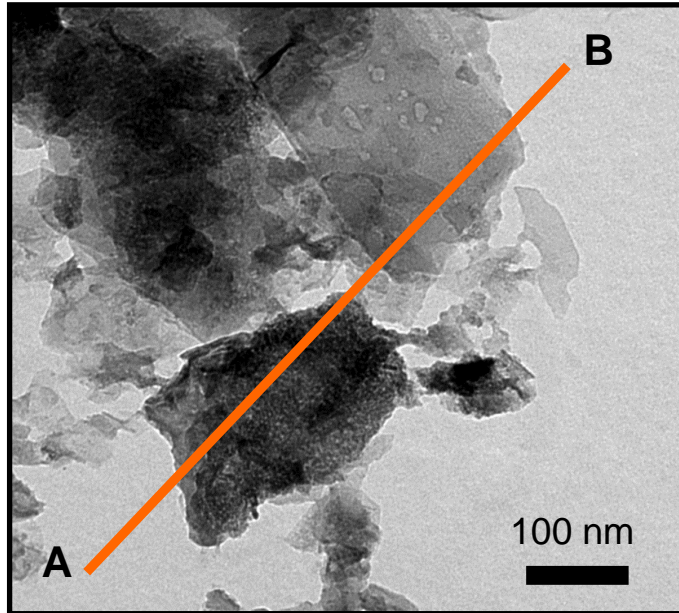
Bodenpartikel kolonisiert von Bakterien mit Bakterienrückständen und extrapolymere Substanzen



Miltner und Kästner (2014) BIoSpektrum

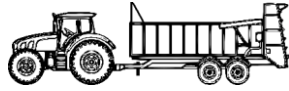
Neuere Vorstellung von Humus

Nanometer-skalige Heterogenität organischen Kohlenstoffs sorbiert auf Mineralen (**stabil!**)

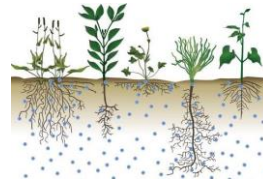


Mikutta et al. (2007)
Biogeochemistry

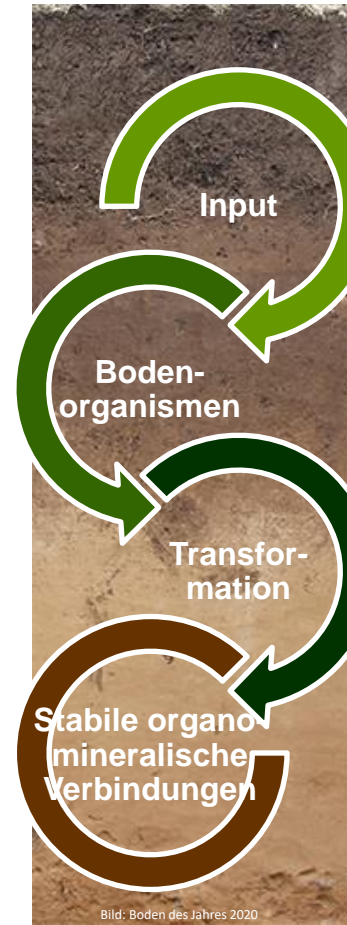
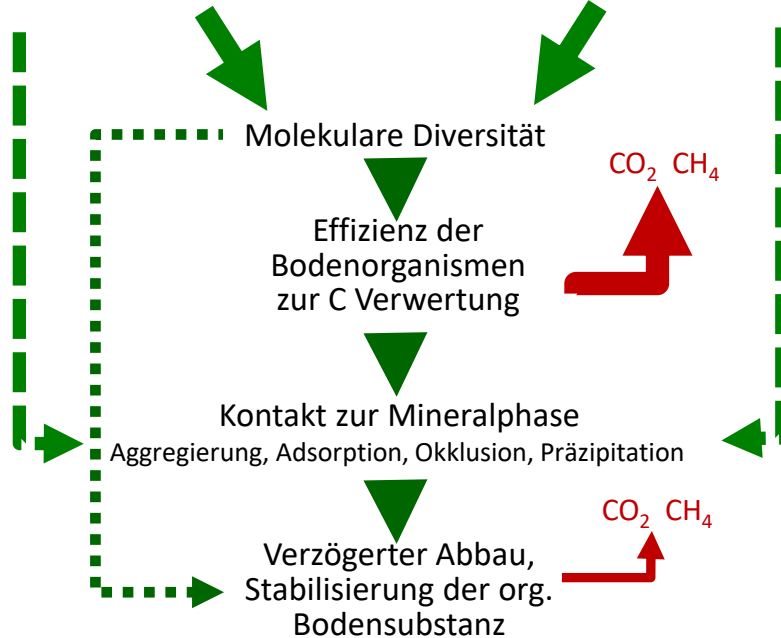
Pfade der Bildung von Humus



Direkter Einfluss
Erntereste, organische Düngung, Gründüngung, Streustoffe, Wurzelreste



Indirekter Einfluss
Wurzelsekrete, Mikrobielle Ausscheidungen, Nekromasse



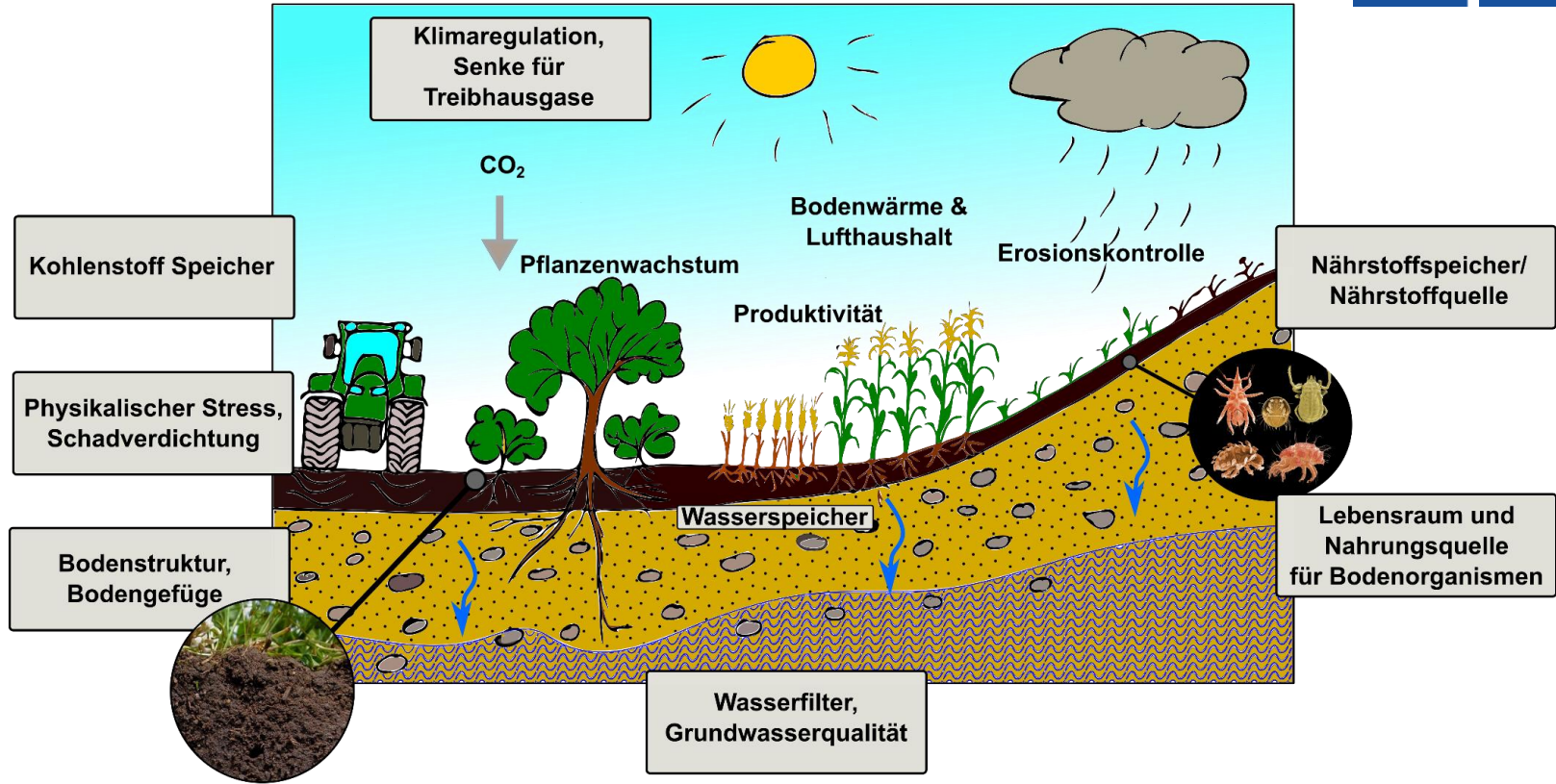
Tage-
Monate

Monate bis
> 100 Jahre

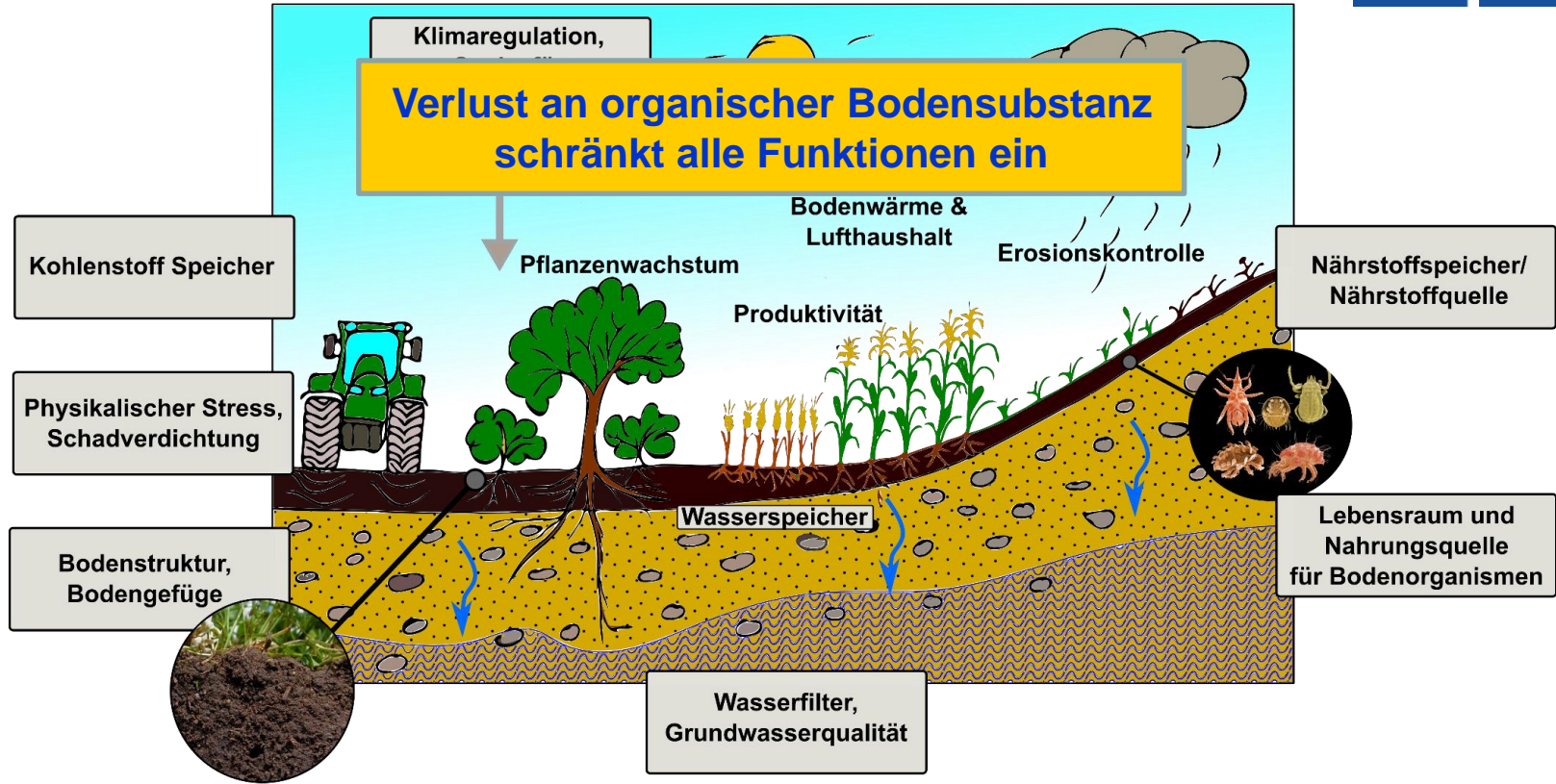
100 bis >
2000 Jahre



Funktionen der organischen Bodensubstanz



Funktionen der organischen Bodensubstanz

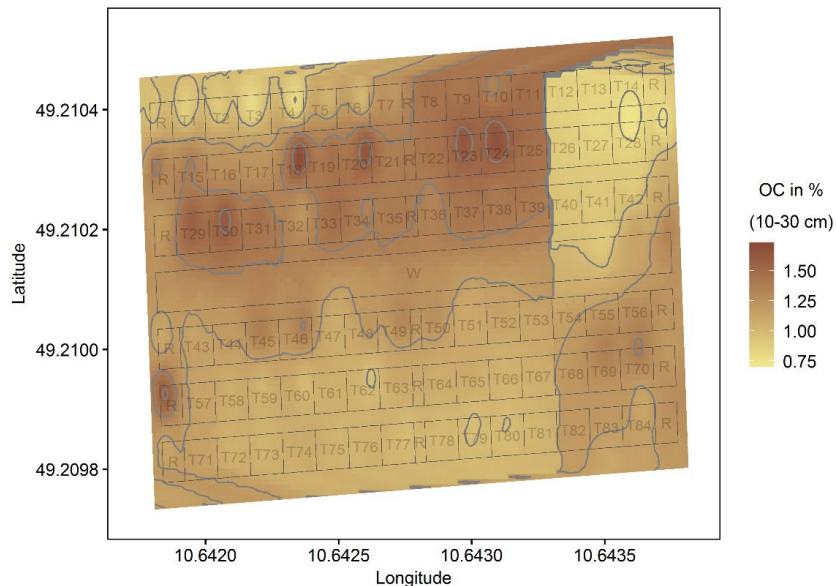


Funktionen der organischen Bodensubstanz

Nährstoffspeicherleistung

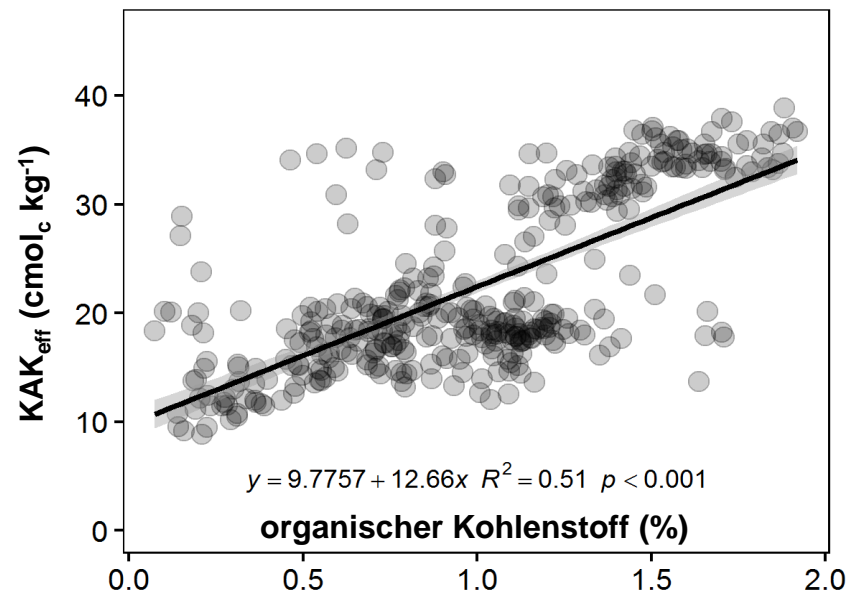
Standort: Dauerversuchsfläche CATCHY, Triesdorf, Bayern

Kleinskalige Variabilität der organischen Substanz



Gentsch et al. (unveröffentlicht)

Kationenaustauschkapazität (KAK)



Funktionen der organischen Bodensubstanz

Weizenerträge bei optimaler Pflanzenversorgung mit Mineraldünger

(220 kg N ha⁻¹; 130 kg K₂O ha⁻¹, 80 kg P₂O₅ ha⁻¹)

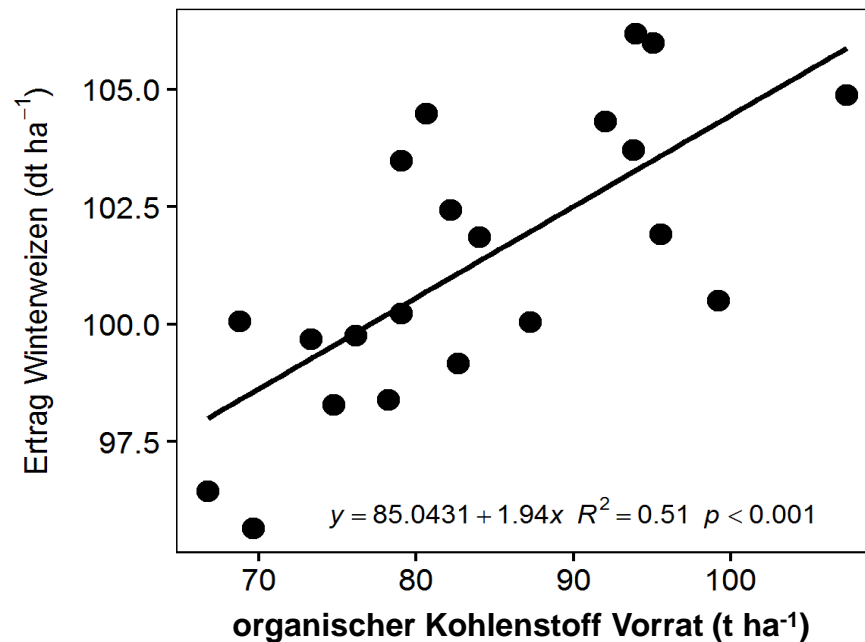
Standort: Dauerversuchsfläche CATCHY, Triesdorf, Bayern



Leibniz
Universität
Hannover



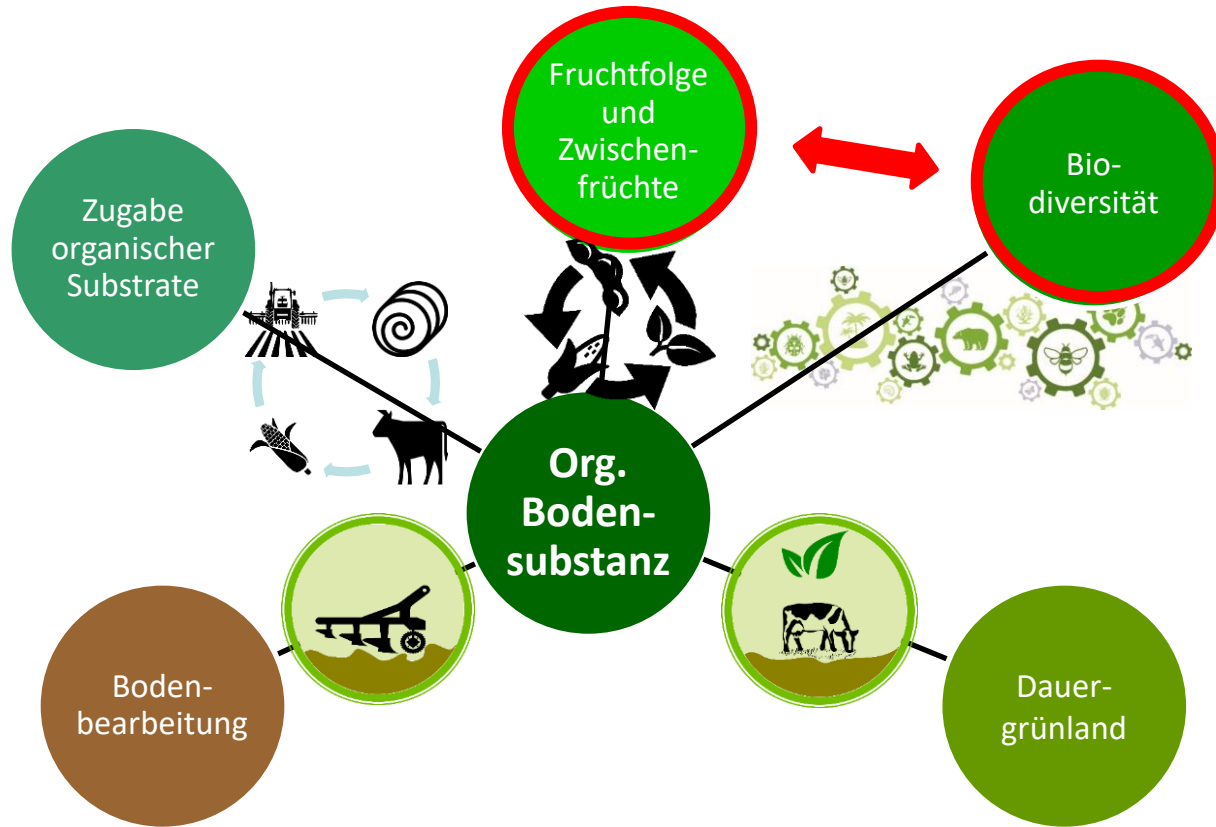
Gentsch et al. (unveröffentlicht)



Managementoptionen für den Humusaufbau



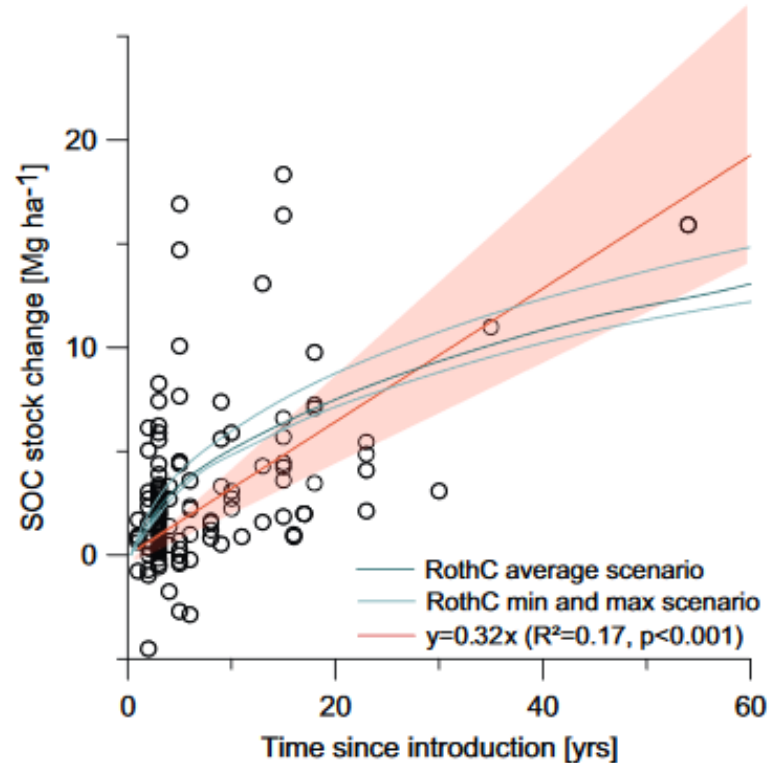
Managementoptionen für den Humusaufbau



Zwischenfrüchte für den Humusaufbau

Globale Metastudie

- Zwischenfrüchte können zu einer Kohlenstoffsequestrierung von 0,3 t pro ha und Jahr führen
- Die maximale Menge beträgt 16,7 t C pro ha in einem Zeitraum von 100 Jahren



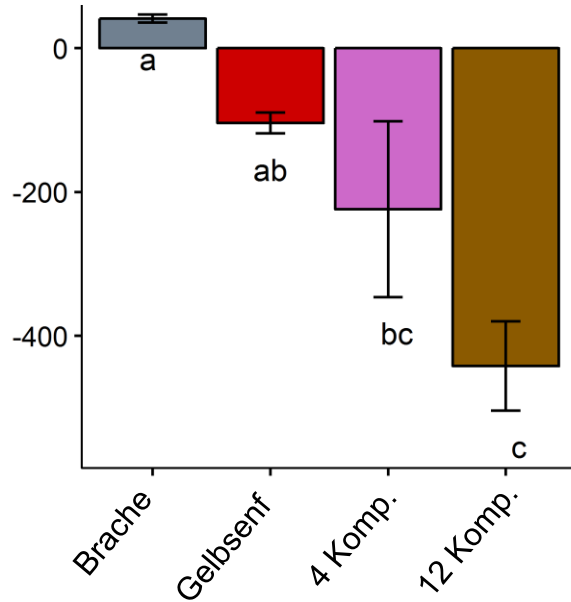
Poepflau und Don (2015) Agriculture,
Ecosystem and Environment

Zwischenfrüchte für den Humusaufbau



Kohlenstofffluss zwischen Atmosphäre und Zwischenfruchtkulturen

Netto Kohlenstofffluss mit Atmosphäre
(mg CO₂-C m⁻² h⁻¹)



Brache



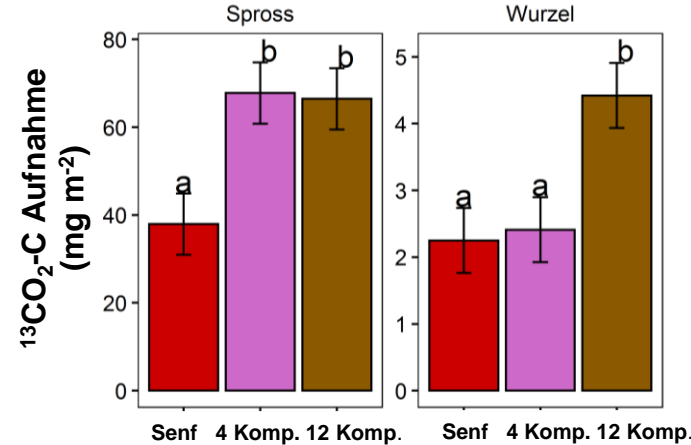
Gelbsenf



4 Komponenten



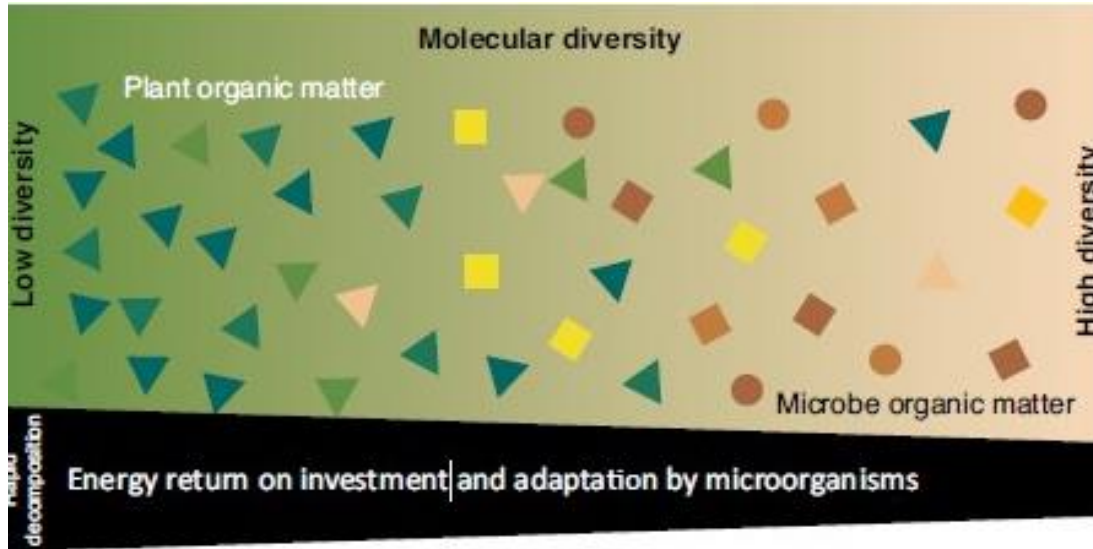
12 Komponenten



Gentsch et al. (2020)
Biology and Fertility
of Soils

Funktionale Diversität der organischen Bodensubstanz

Diversität pflanzenbürtiger und mikrobieller organischer Moleküle



Geringe Diversität
Schneller Abbau

Hohe Diversität
Stabilisierung der org. Substanz

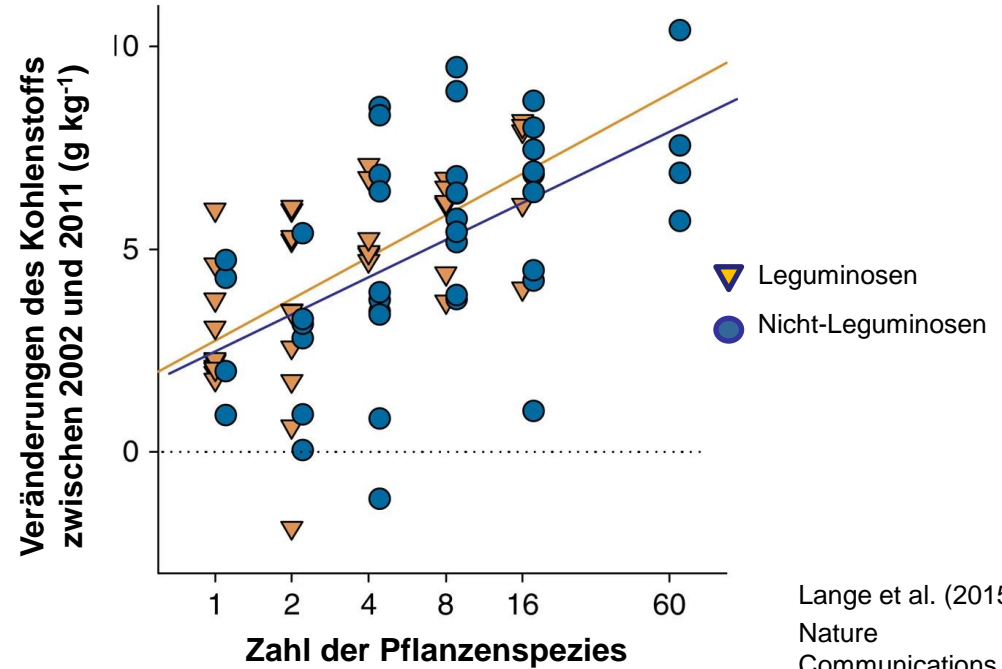
- Organische Substanz wird durch spezifische Enzyme abgebaut
- Kostet den Mikroorganismen viel Energie
- Bei viel gleichen organischen Molekülen ‚findet‘ das Enzym die Moleküle leicht und der Abbau ist effizient
- Bei **hoher Diversität** organischer Moleküle ist der Energieaufwand hoch und die Abbaueffizienz gering

Lehmann et al. (2020) Nature Communications

Biodiversität für den Humusaufbau

Einfluss von Pflanzenvielfalt auf die Veränderungen der Vorräte an organischem Kohlenstoff in Graslandböden

Das „Jena Experiment“



Lange et al. (2015)
Nature
Communications

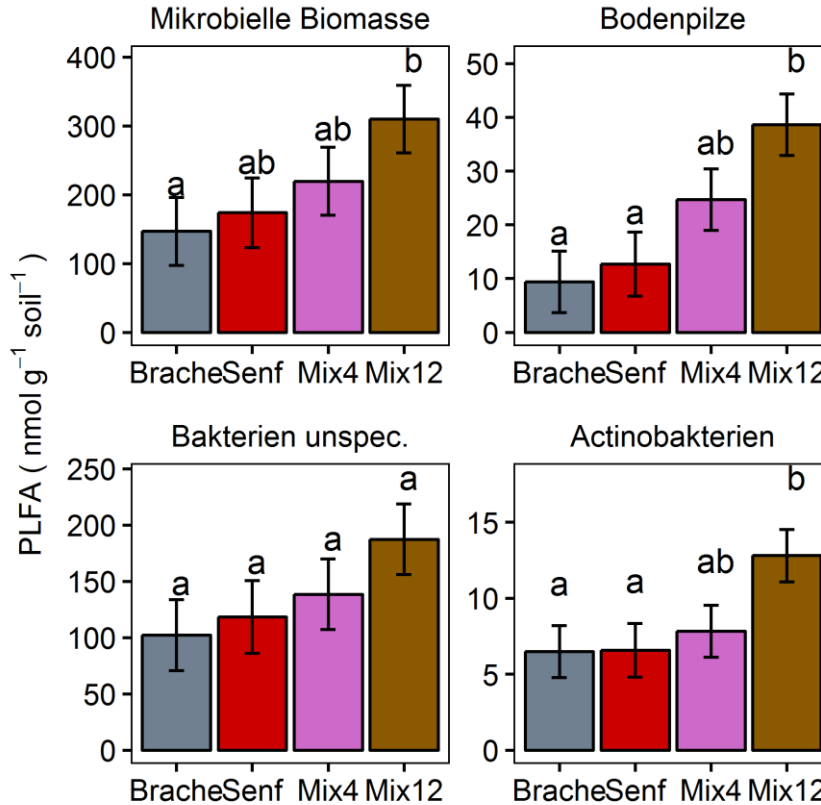
Zwischenfrüchte und Mikroorganismen im Boden



Brache



Gelbsenf



4 Komponenten (Mix 4)



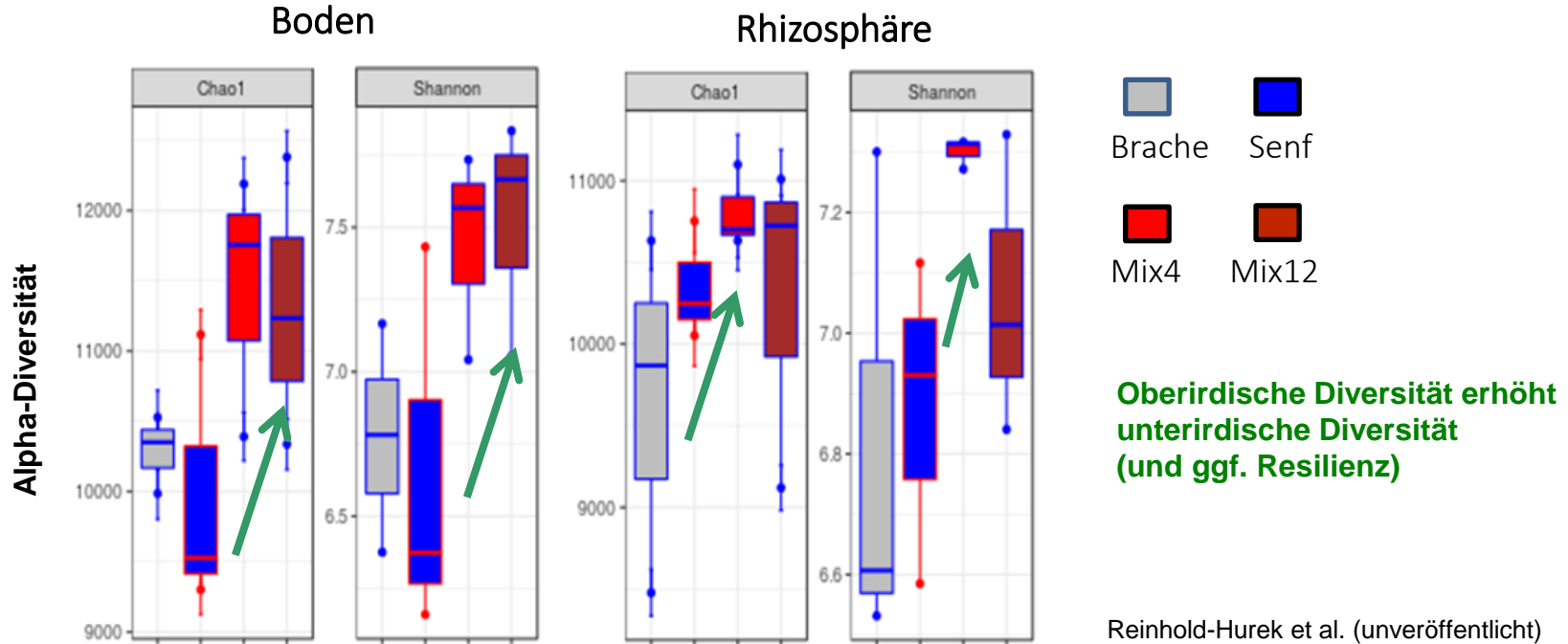
12 Komponenten (Mix 12)

Gentsch et al. (2020)
Biology and Fertility of Soils

Bakterielle Diversität im Maisboden nach Zwischenfrüchten



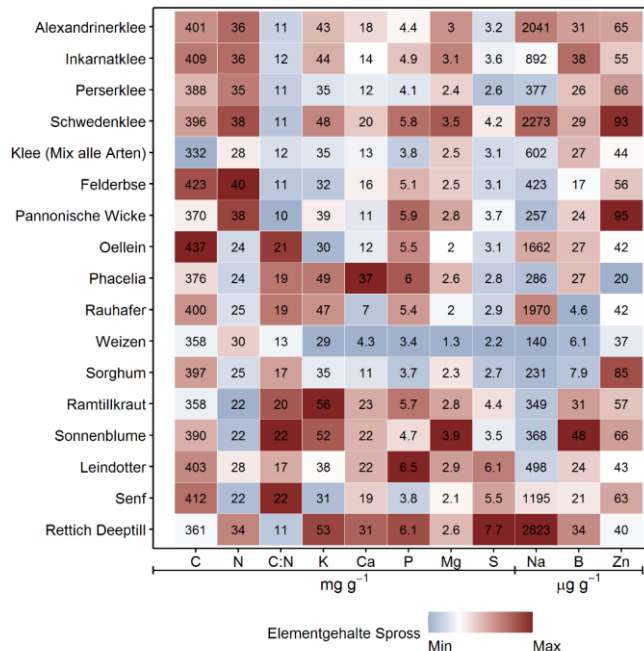
Diversität des aktiven Mikrobioms (RNA) in Böden unter unterschiedlich diversen Zwischenfrüchten



Biogeochemische Charakteristika von Pflanzen

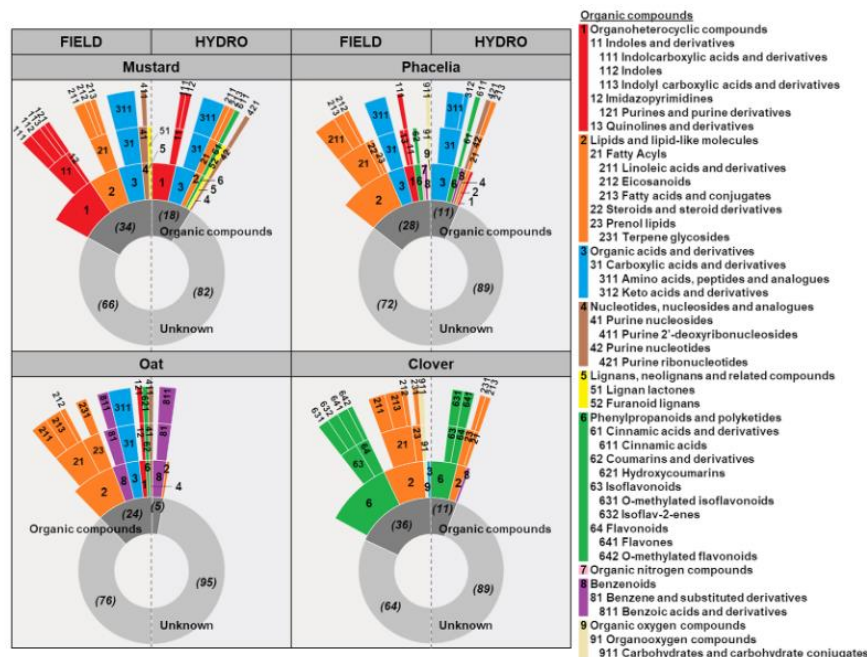


Charakteristische Zusammensetzung von Inhaltsstoffen unterschiedlicher Zwischenfrüchte



Gentsch et al. (unveröffentlicht)

Wurzelexudate in der Rhizosphäre unterschiedlicher Zwischenfrüchte



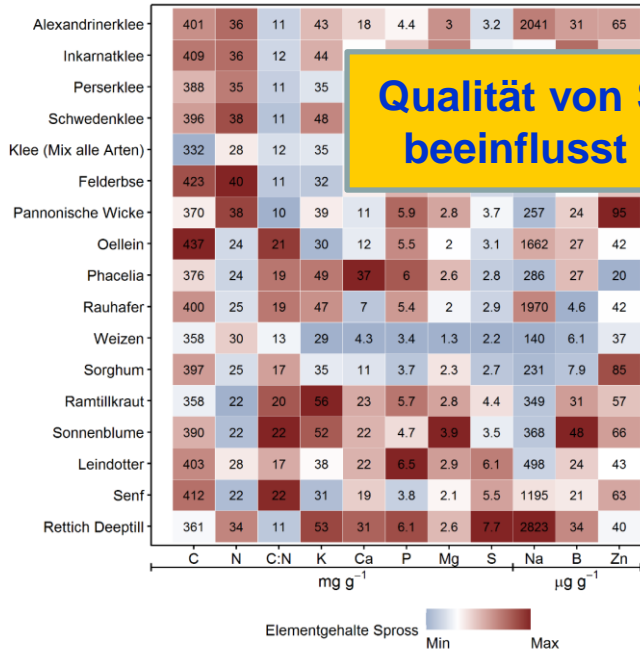
Heuermann et al. (2023) Frontiers in Plant Sciences

Biogeochemische Charakteristika von Pflanzen

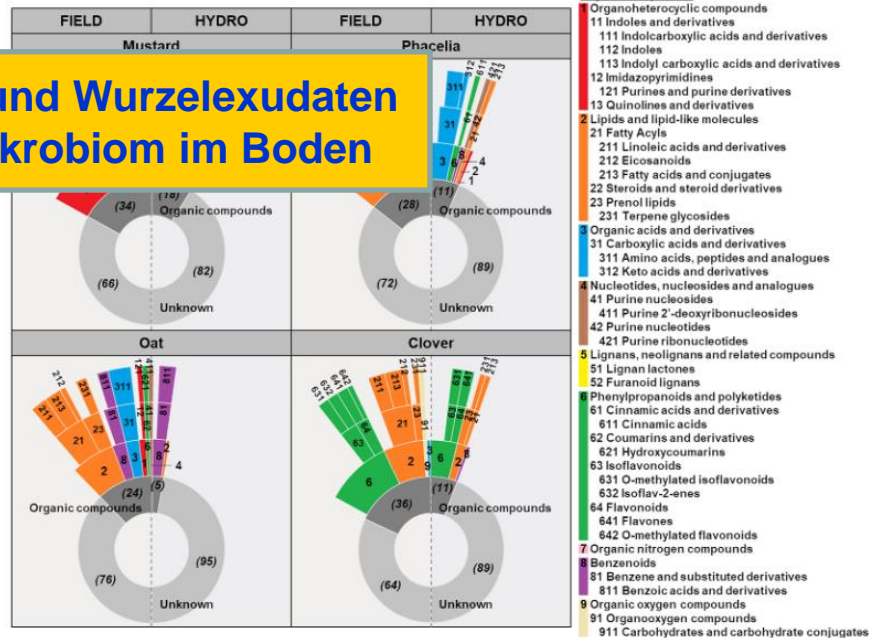


Charakteristische Zusammensetzung von Inhaltsstoffen unterschiedlicher Zwischenfrüchte

Wurzelexudate in der Rhizosphäre unterschiedlicher Zwischenfrüchte



Qualität von Streu und Wurzelexudaten beeinflusst das Mikrobiom im Boden



Gentsch et al. (unveröffentlicht)

Heuermann et al. (2023) Frontiers in Plant Sciences

Schlussfolgerungen

Humus besteht v.a. aus mikrobiellen Resten

Mikrobielle Prozesse können genutzt werden, um Humus anzureichern

Zusammensetzung und Diversität von Mikroorganismen können gemanagt werden



CARBON FARMING – HYPE ODER HOPE

Tagung am 27. Oktober 2023

Humus und seine Bedeutung für Bodenleben und -fruchtbarkeit

Georg Guggenberger and Norman Gentsch

**Leibniz Universität Hannover, Germany
Institute für Bodenkunde
guggenberger@ifbk.uni-hannover.de**

CARBON FARMING – HYPE ODER HOPE

Tagung am 27. Oktober 2023

Bedeutung des Bodenlebens für den Humus und die Bodenfruchtbarkeit

Georg Guggenberger and Norman Gentsch

**Leibniz Universität Hannover, Germany
Institute für Bodenkunde
guggenberger@ifbk.uni-hannover.de**