

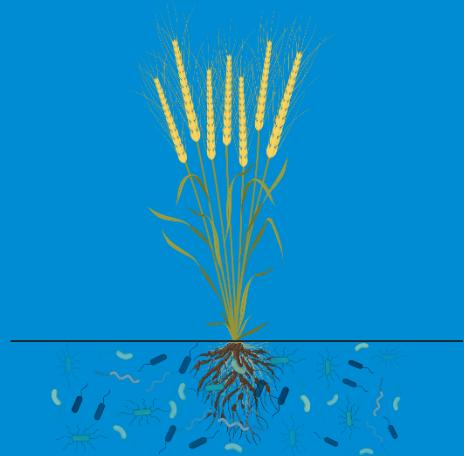
MONITORING DES BODENMIKROBIOMS

Christoph C. Tebbe

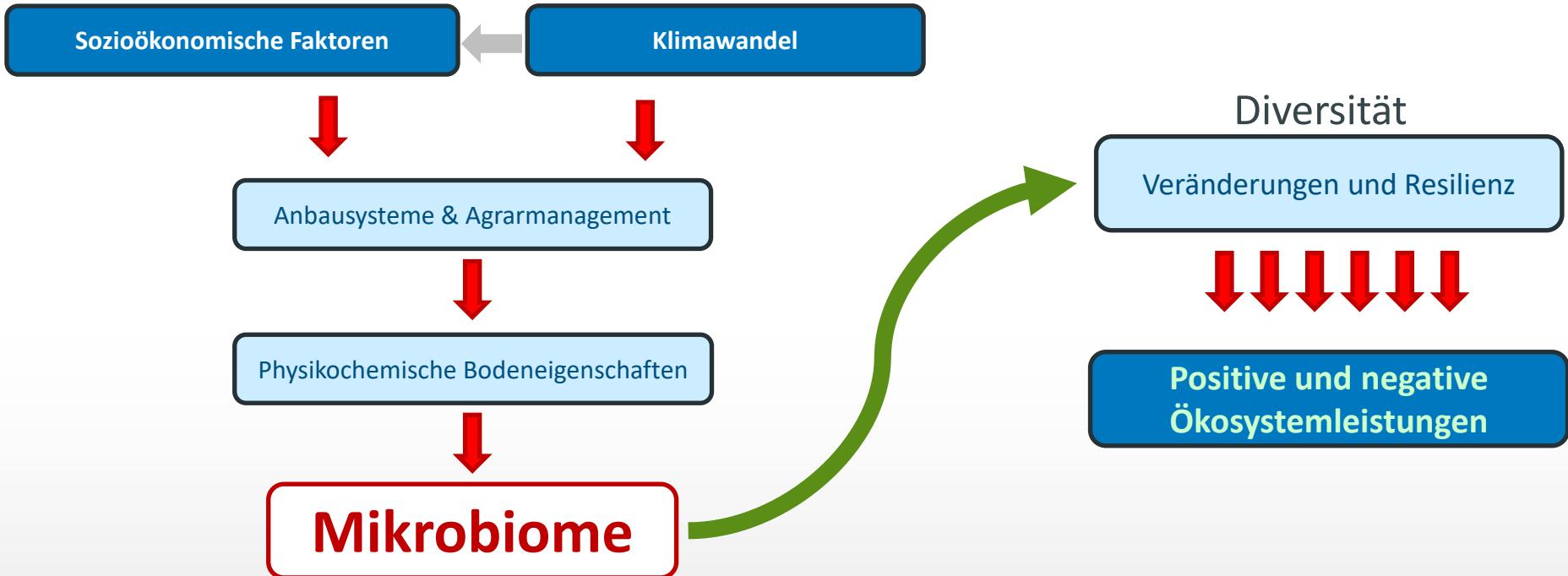
Thünen Institut für Biodiversität



Erfahrung aus dem MonViA Projekt



Boden-Mikrobiome verändern sich



Mikrobiomforschung in MonViA

- *Wie sinnvoll ist es, das Bodenmikrobiom in Monitoring-Programme einzubinden?*
- *Wie lässt sich ein Mikrobiom Monitoring technisch (proportional) umsetzen?*

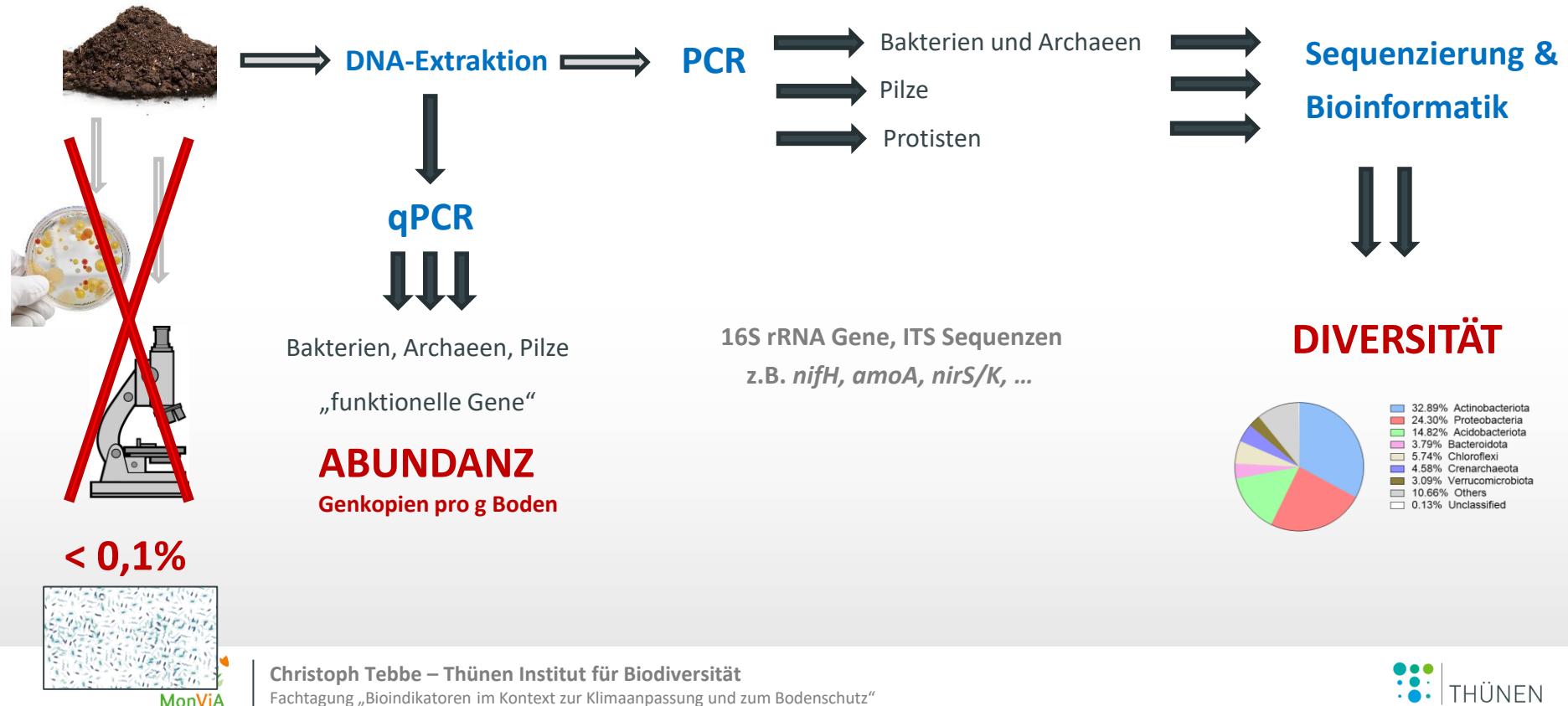
Praxistaugliche Monitoring-
Methoden mit Boden-DNA

Flächenauswahl für
Langzeitmonitoring

Abiotische und biotische
Einfluss-Faktoren

Zeitliche Variabilität von
Boden-Mikrobiomen

Abundanz und Diversität von Bodenmikrobiomen



Einfluss auf Mikrobiom - Biodiversitätsanalysen



5 x Wald / Acker



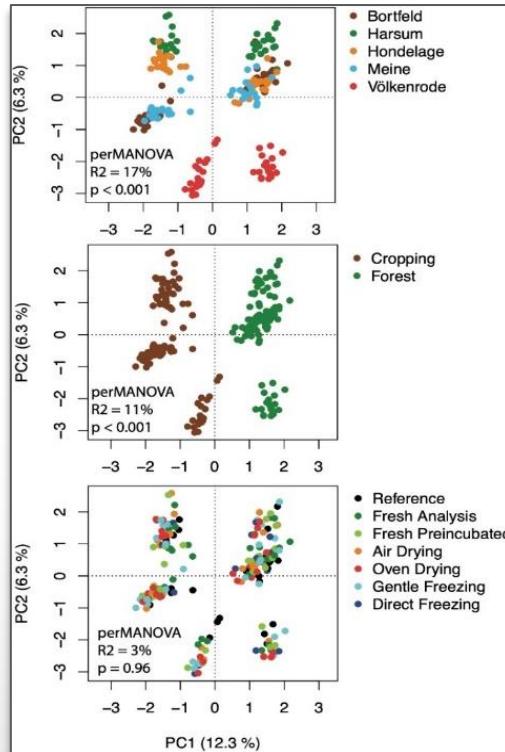
ABUNDANZ / DIVERSITÄT

Pilze / Bakterien /Archaeen



Vom Feld zum Labor ... zur DNA-Analyse

Einfluss auf Mikrobiom - Biodiversitätsanalysen

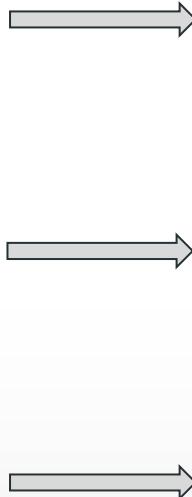


- Alle 7 Methoden können Sites und Landnutzung unterscheiden
- Boden sieben erhöht die DNA Ausbeute aus frischen und gefrorenen Proben, nicht aus getrockneten
- Das Sieben erniedrigt die Anzahl der nachgewiesenen „Arten“
- Im Vergleich zu Ackerböden reagieren Pilze aus Waldböden empfindlicher auf verschiedene Methoden
- Basidiomyceten dominieren in Wald-, Ascomyceten in Ackerböden
- Auch bei Bakterien reagieren taxonomische Gruppen unterschiedlich empfindlich auf Vorbehandlungsmethoden
- Am besten frische Bodenproben analysieren, wenn nicht möglich: Gentle freezing**

Finn et al., 2023

Archivierte Bodenproben für DNA-Analysen

Reaktivierung von Mikrobiomem aus getrockneten Bodenproben

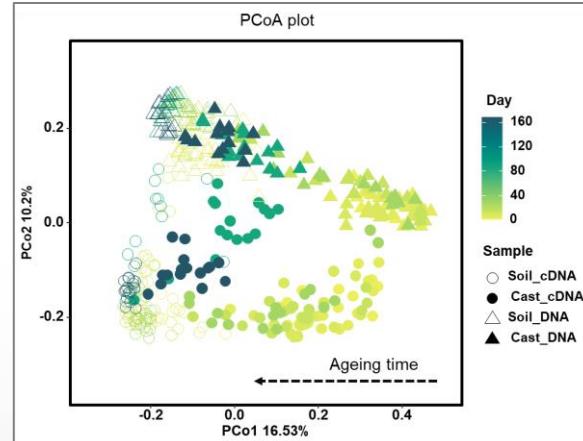


- 20 unterschiedliche Böden aus BZE I Agrar
- Getrocknete Bodenproben für 0,8 bis 2,2 Jahre bei Raumtemperatur gelagert
- Anfeuchten auf 50% WHC
- Inkubation bei 12 bzw. 20°C für 60 Tage
- Mikrobiome verändern sich in Abundanz und Vielfalt
- Archaeen ändern sich kaum, bei Bakterien einige Gruppen stark (Proteobacteria, Firmicutes), andere jedoch nicht
- Stärkeres Wachstum bei einigen Pilzgruppen
- **Empfehlung: kurze Inkubation (7 d max.) bei 12°C**

Einfluss biotischer Faktoren

Legacy Effekte – Alterung von Regenwurm-Kot (DNA und RNA Level)

- Darmpassage erhöhen die Abundanz von Bakterien und Pilzen, reduzieren aber Archaeen
- Darmpassagen erhöhen **Bacteroidota**, erniedrigen aber **Acidobacteriota** und **Crenarchaeota**
- Die meisten Unterschiede zwischen Kot und Bodenmikrobiom verschwinden nach 168 Tagen
- Feucht-trocken Zyklen verlangsamen aber den Angleichungsprozess

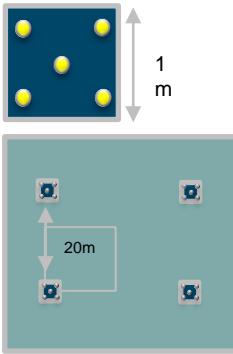


Yang et al., 2024



Zeitliche Dynamik

Farm-scale Hochfrequenz Monitoring



- Wie wichtig ist der Probenahme Zeitpunkt im Jahresverlauf?
- Probenahmen über 2 Jahre alle 14 Tage ($n=52$)
- Abundanz Bakterien, Archaeen und Pilze
- Diversität von Prokaryonten, Pilzen und Protisten
- Untersuchung von Schwankungsbreiten, Einfluss landwirtschaftlicher Praxis und möglicher charakteristischer Dynamiken der unterschiedlichen Mikroorganismen-Gruppen

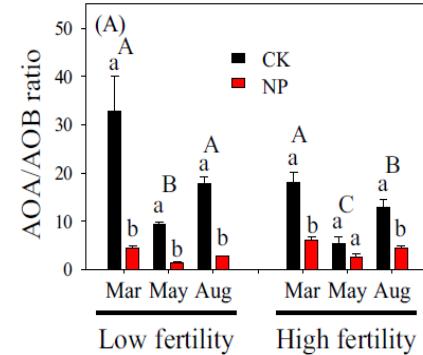
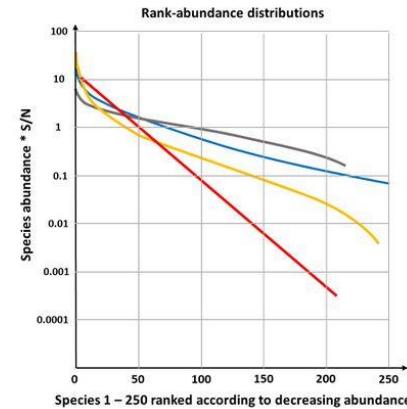
Bodenmikrobiom-Monitoring

Auf der Suche nach geeigneten Indikatoren

- Abundanz?
- Artenreichtum?
- Diversitäts-Indices??
- Indikator-Arten?
- Funktionelle Marker-Gene?
- Quotienten: z.B. Baktieren/Pilz Verhältnis?
- Quotienten: z.B. AOA/AOB ratio*

* $\text{amoA}_{\text{Bacteria}} / \text{amoA}_{\text{Archaea}}$

Wang et al. 2019. Plant Soil 440:443-456



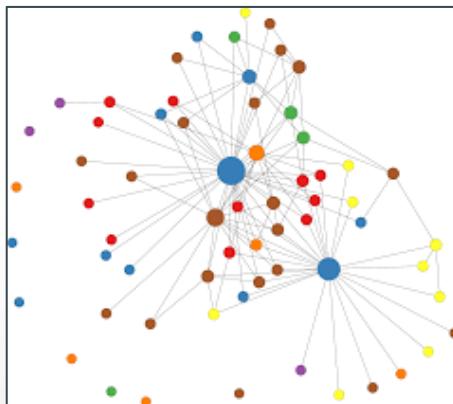
$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Bodenmikrobiom-Monitoring

Auf der Suche nach geeigneten Indikatoren – Machine learning

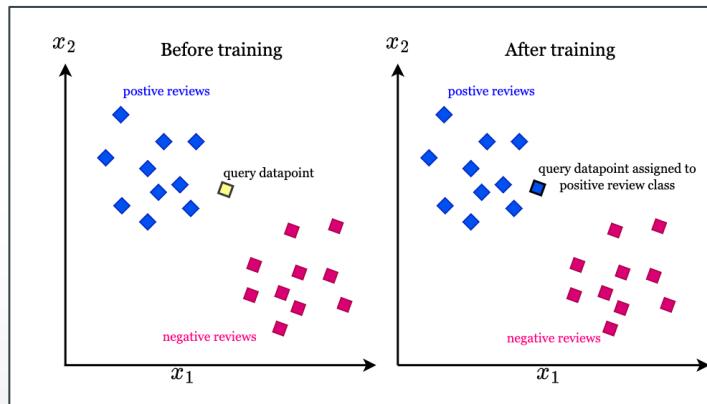
Komplexe Datensätze (absolute und relative Abundanz), Data mining

Maschinelles Lernen – Mustererkennung



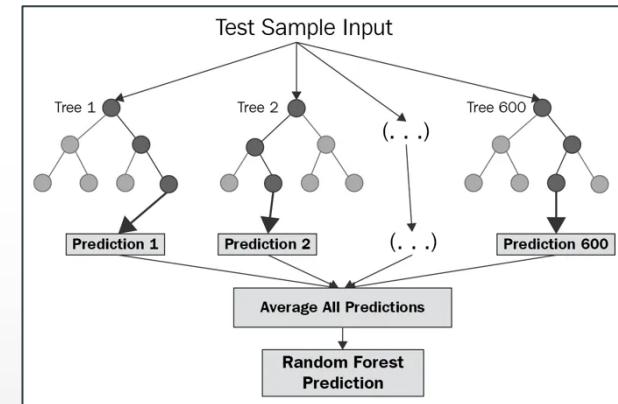
Netzwerk-Analysen

keystone taxa, hubs, edges, ...



k-nearest neighbour

supervised classification, training set, ...

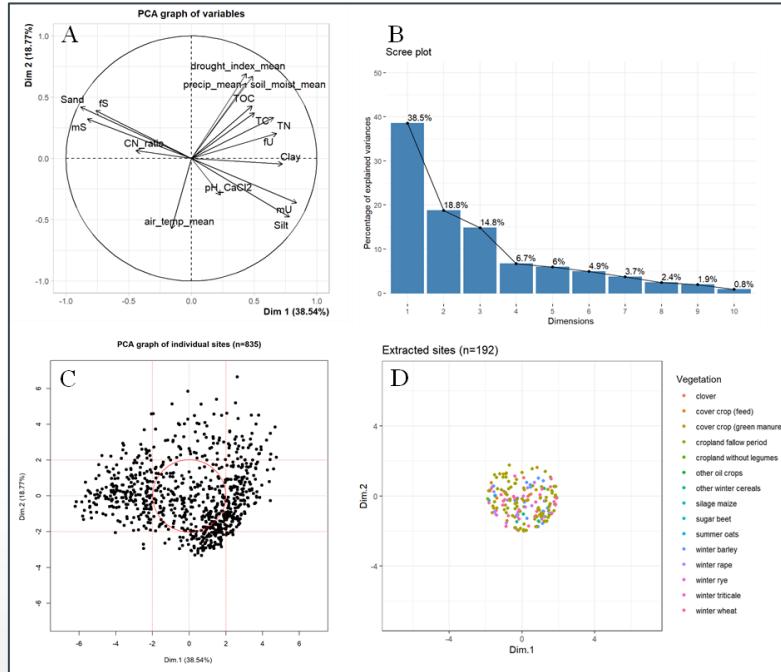
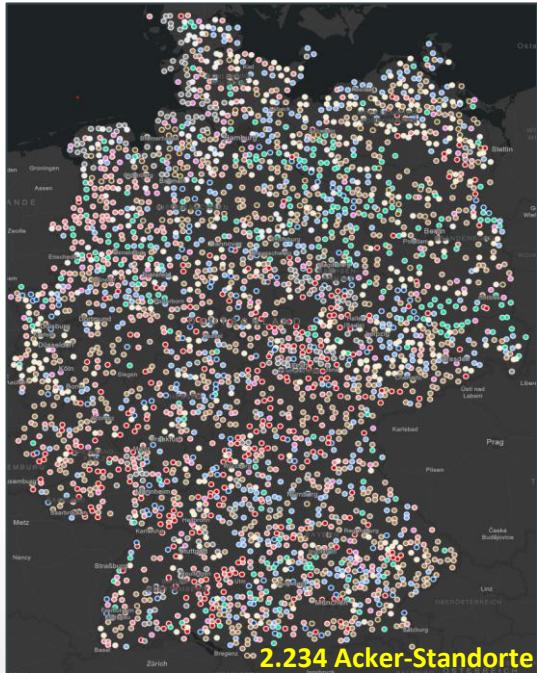


Random forest

supervised, trees, predictions tested

Auswahl von Böden: Indikator für Nutzungsintensität

Repräsentative BZE LW Standorte für ein nationales Monitoring



Samad et al., 2024

Auswahl von 192 Standorten für Mikrobiom Monitoring im Kontext of BZE II (Agrar)

Publikationen

Soil Biology and Biochemistry 184 (2023) 109077



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Soil Biology and Biochemistry

journal homepage: www.elsevier.com/locate/soilbio

Importance of sample pre-treatments for the DNA-based characterization of microbiomes in cropland and forest soils

Damien R. Finn ^{a,1}, Julia Schroeder ^{b,1}, Md Sainur Samad ^a, Christopher Poeplau ^b,
Christoph C. Tebbe ^{a,*}

^a Thünen Institute of Biodiversity, Germany

^b Thünen Institute of Climate Smart Agriculture, Braunschweig, Germany

Selection of cropland sites for long-term monitoring soil microbiomes as indicators for soil health in context of the German Agricultural Soil Inventory (BZE-LW)

Sainur M. Samad, Christopher Poeplau, Axel Don, Christoph C. Tebbe

OpenAgrar, Göttingen.

<https://doi.org/10.3220/DATA20240322093234-0>

Soil Biology and Biochemistry 190 (2024) 109294



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Soil Biology and Biochemistry

journal homepage: www.elsevier.com/locate/soilbio

Legacy effects of earthworms on soil microbial abundance, diversity, and community dynamics

Jingjing Yang, Stefan Schrader, Christoph C. Tebbe *

Thünen Institut für Biodiversität, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, Braunschweig, Germany

Weitere Manuskripte eingereicht bzw. in Vorbereitung

- (1) Nachweis von Protisten-Vielfalt aus Bodenproben
- (2) Einfluss von Protisten auf Diversität von Bodenbakterien
- (3) Zeitlich dynamische Veränderung der strukturellen bzw. der
- (4) funktionellen Diversität von Bodenmikroorganismen,
- (5) Reaktivierung archivierter Bodenproben

christoph.tebbe@thuenen.de



Unterschätzen Sie die Mikroorganismen nicht!!!

