



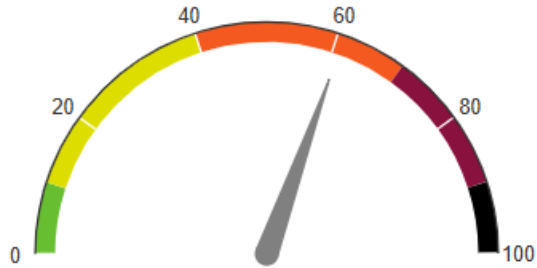
Das Bodenmikrobiom

Unsichtbare Architekten eines gesunden Ökosystems

Das **Humus-Team** an der Universität für Bodenkultur Wien

Katharina KEIBLINGER, Christoph ROSINGER, Sabine HUBER, Niklas BRUHN, Juliana JÄGGLE, Martin SCHNEIDER, Axel MENTLER, Lea Wellinger, Luca BERNARDINI, Orracha SAE-TUN, Sebastian WIESER, Magdalena BIEBER, Gernot BODNER

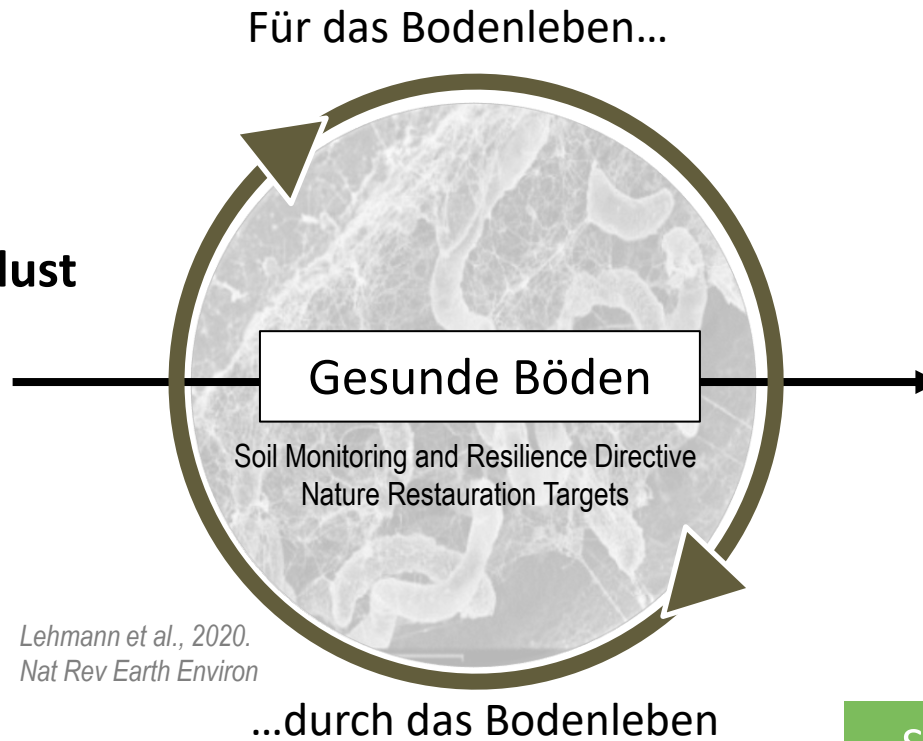
Böden im Green Deal



<https://esdac.jrc.ec.europa.eu/esdacviewer/euso-dashboard/>

Bodengefährdungen

- **Bodenbiodiversitätsverlust**
- Nährstoffverluste
- Humusverlust
- Bodenversauerung
- Bodenerosion
- Bodenverdichtung
- Bodenversiegelung
- Bodenverschmutzung



<http://www.soilnavigator.eu/>

Sicherstellung von Bodenfunktionen

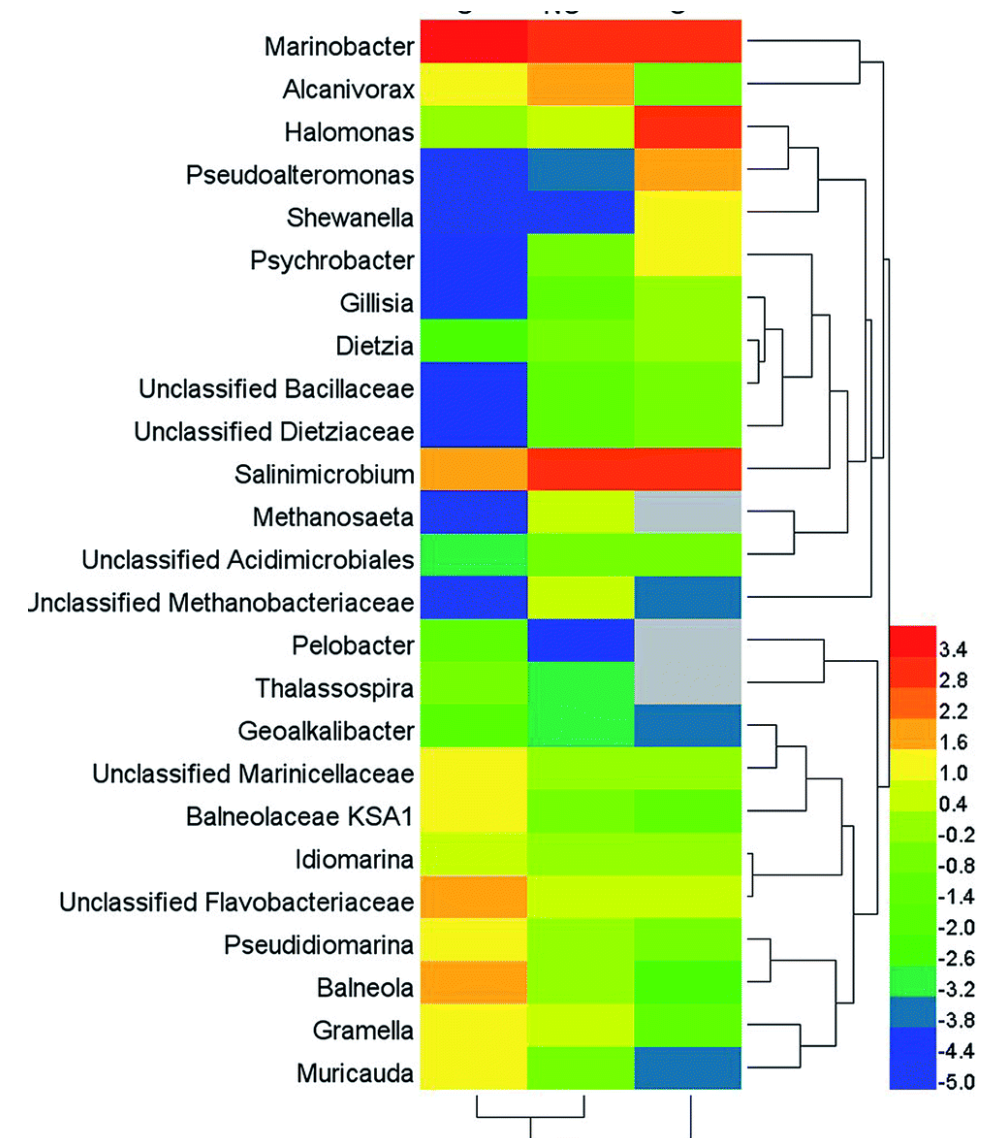
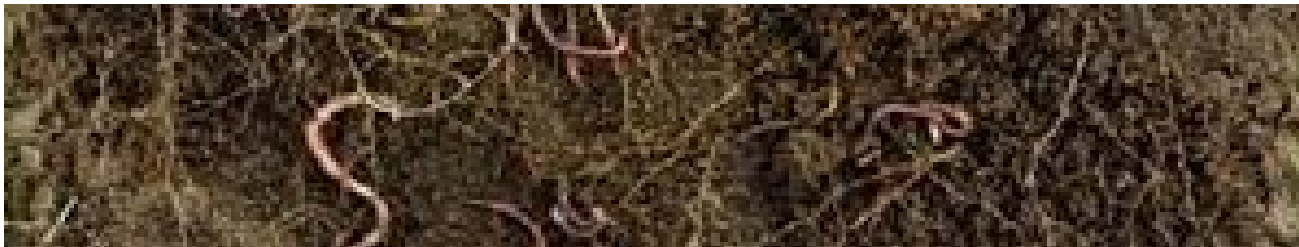


Das Bodenmikrobiom: Die BASIS multifunktionaler (Agrar)Ökosysteme

Ertragsfunktion: Stabile Erträge unter vermehrtem Klima-Stress; qualitative Nahrungsmittel.

Klimaschutzfunktion: Bindung von CO₂ im Bodenhumus, geringe Treibhausgas-Emissionen vom Acker.

Filterfunktion: Geschlossene Nährstoffkreisläufe ohne belastenden Nährstoff-Verluste ins Grundwasser.



Das Bodenmikrobiom im Überblick

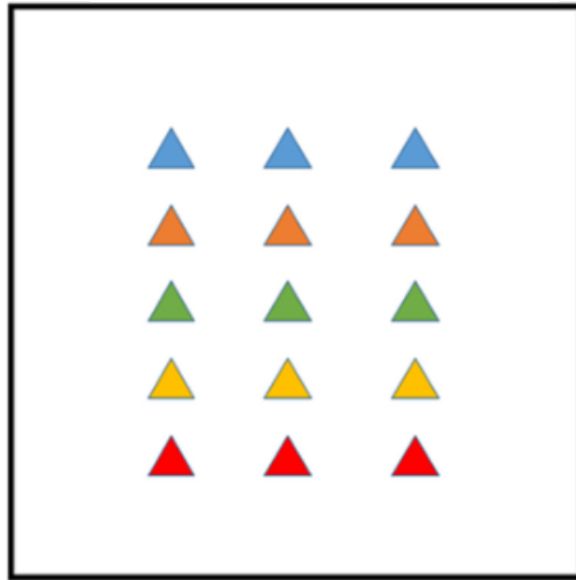
Gemeinschaft aller Mikroorganismen im Boden, einschließlich Bakterien, Pilze, Algen und Einzeller



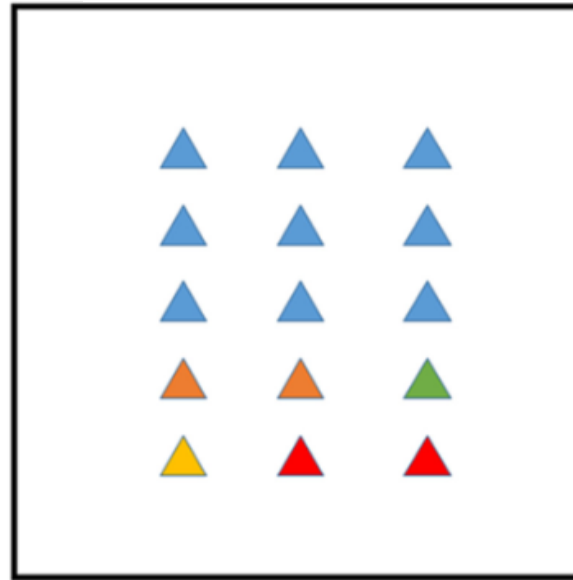
Der Boden ist ein **unsichtbarer Hotspot der Biodiversität**

Das Bodenmikrobiom - Diversität

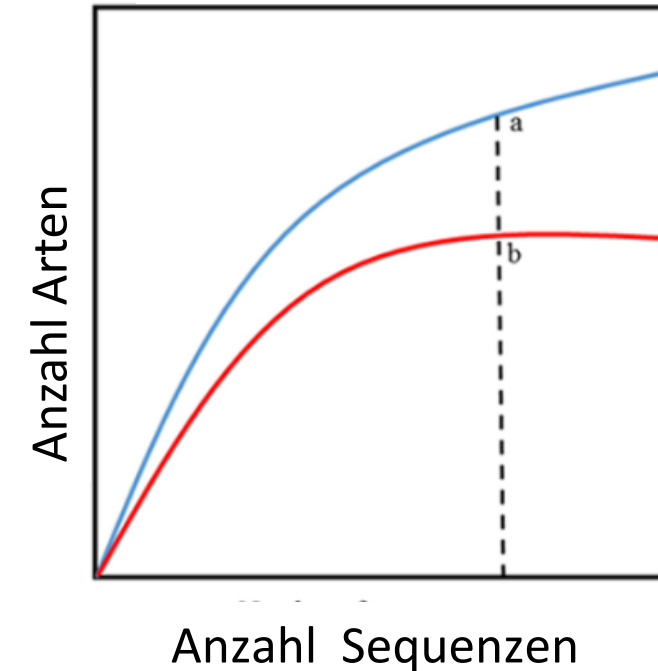
A Artenreichtum



B Ausgeglichenheit



c Rarefizierungskurve



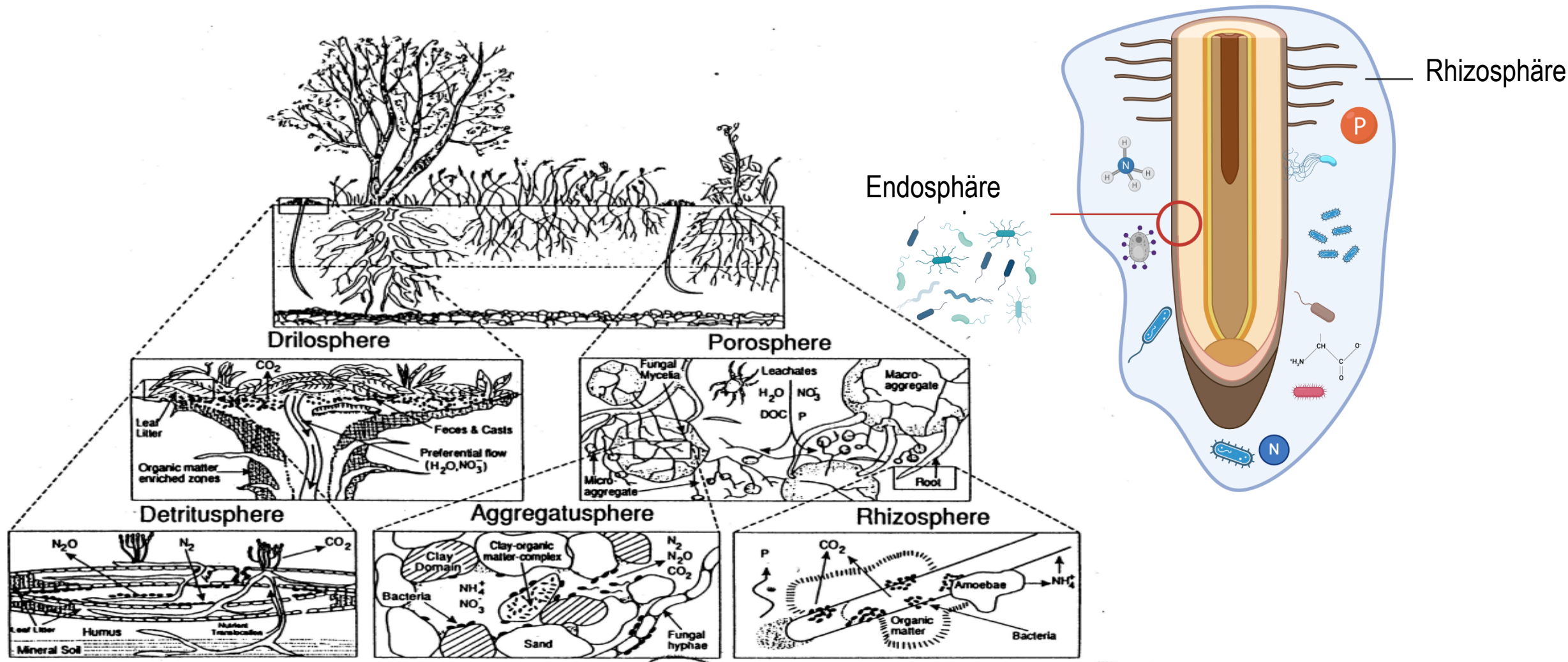
<https://doi.org/10.4014/jmb.1709.09027>

Dreiecke zeigen Bakterienarten
Unterschiedliche Arten, sind durch die Farbe gekennzeichnet

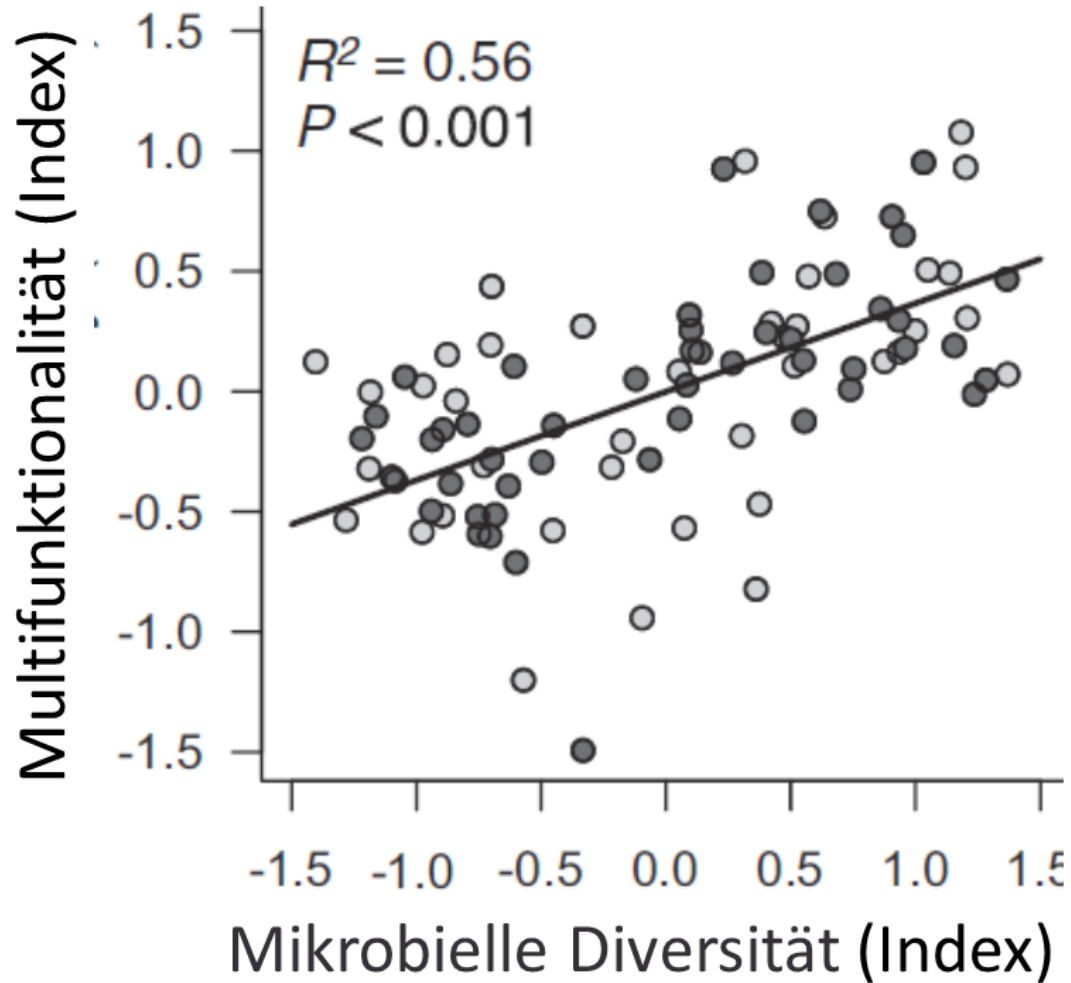
Artenreichtum: $A = B$

Ausgeglichenheit: A ist ausgeglichener als B

Lebensräume im Boden – Interaktion mit der Pflanze



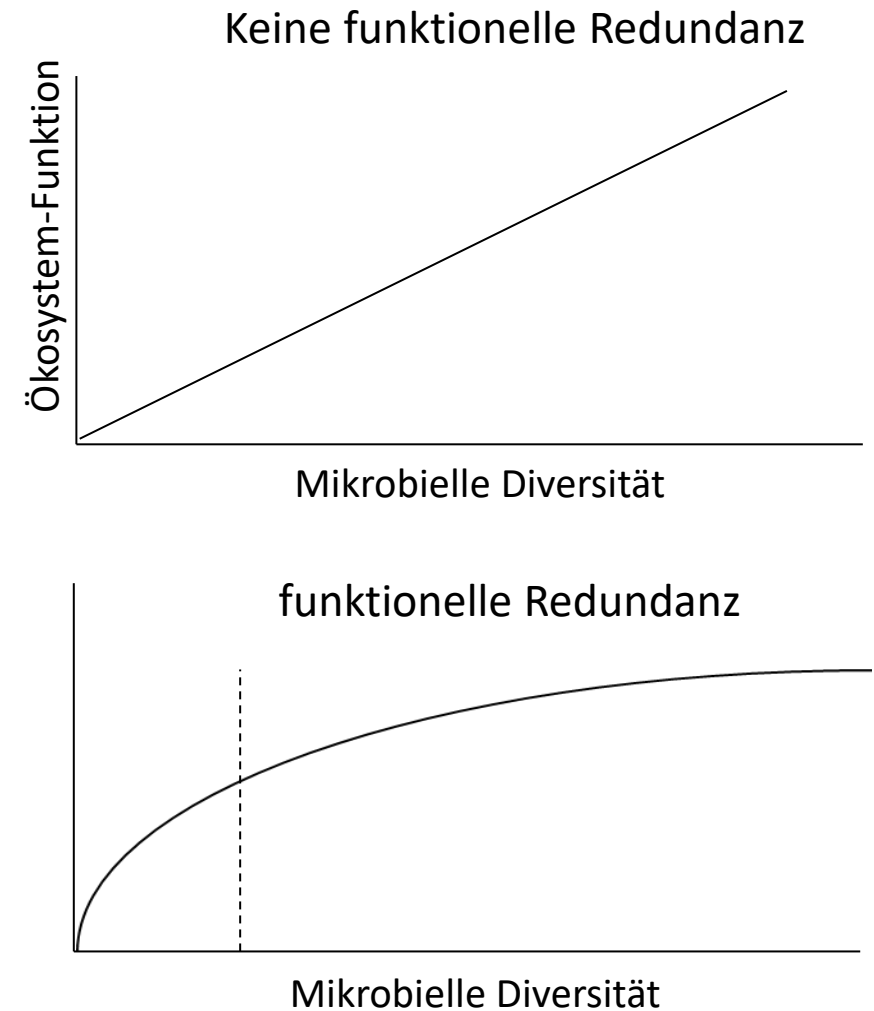
Die Annahme: Gesunde Ökosysteme brauchen Diversität



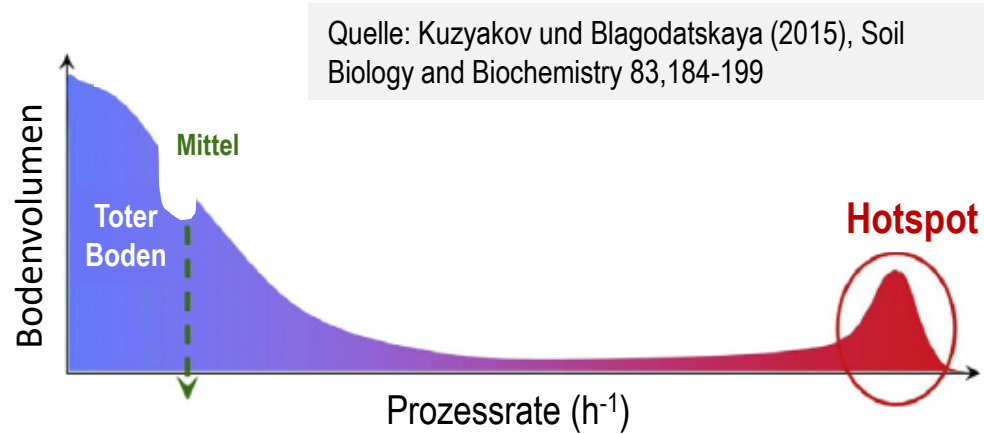
Wagg et al., (2014) PNAS

„funktionelle Redundanz“

...aber wieviel (für was)?



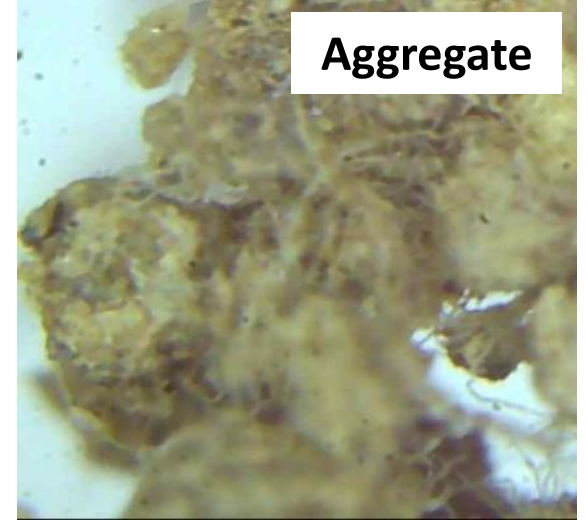
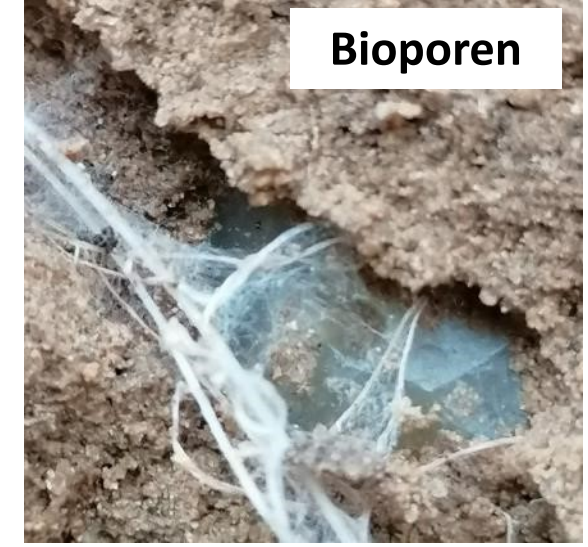
Aktives Bodenmikrobiom



	„Toter“ Boden	Hotspots
Relatives Volumen	10...100	1
Prozessrate	1	10...100

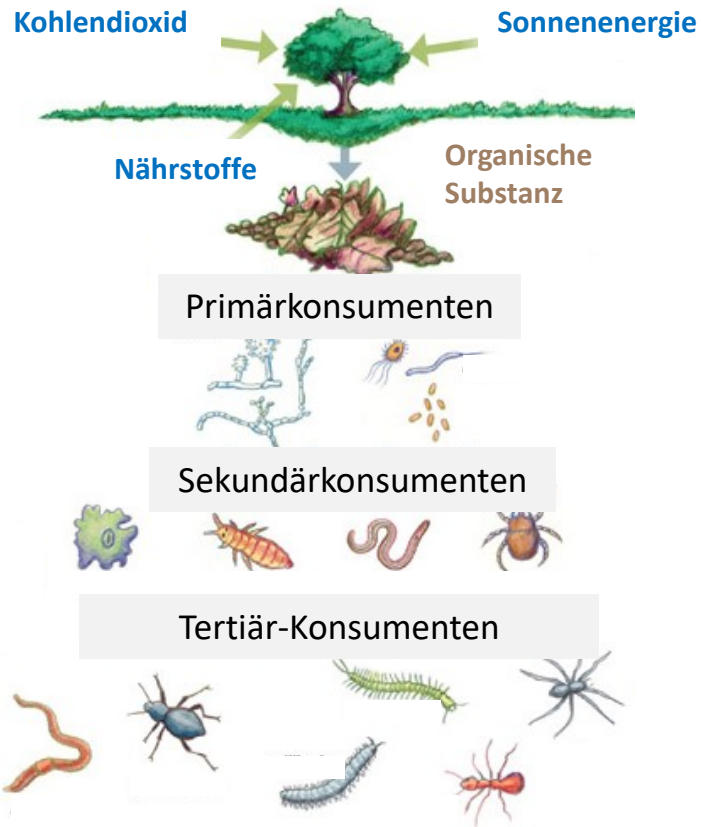
Bodenmikroorganismen leben hochkonzentriert in ca. 1 bis 10 % des Bodenraums und nur etwa zu 10-20 % sind physiologisch aktiv.

Mikrobielle Hotspots



Mikrobielle Struktur und Funktion

Struktur



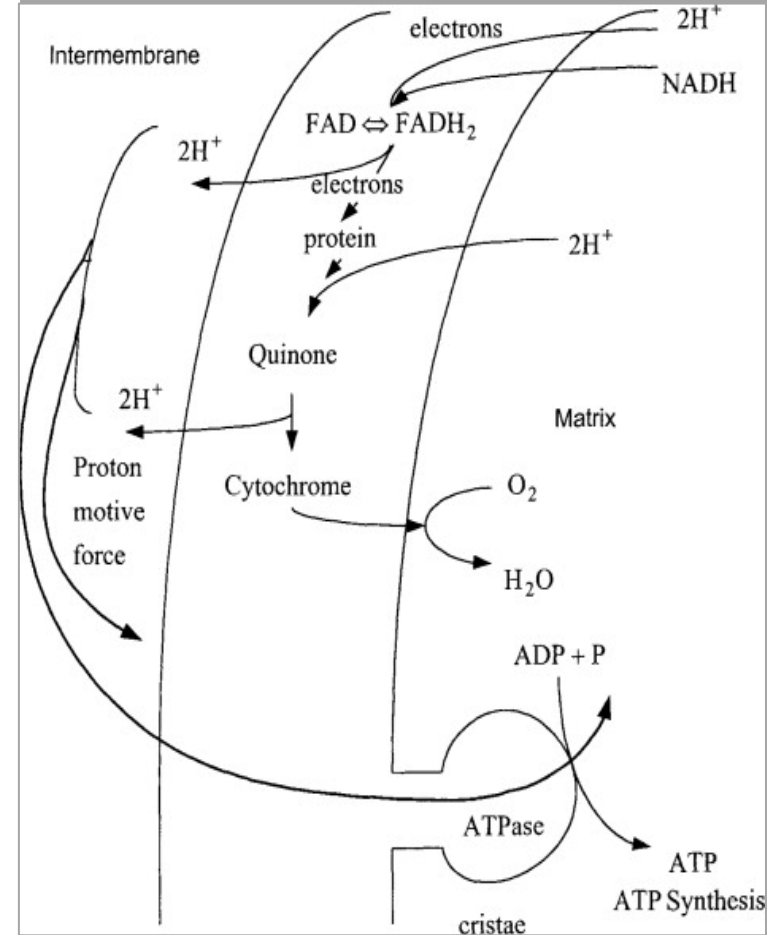
Trophiestufen
(Stellung im Nahrungsnetz)

Artgruppen
(z.B. Pilze, Bakterien, Protozoen...)

Stämme
(z.B. Acidobakterien, Pseudomonaden,...)

Kerngruppen
(z.B. Rhizobien, Ascomycota,...)

Funktion



Stoffkreisläufe
(z.B. Kohlenstoff, Stickstoff,...)

Energiequelle
(z.B. autotroph, heterotroph,...)

Lebensraum
(z.B. aerob, anaerob, thermophil,...)

Lebensform
(z.B. Zersetzer, Symbiont, Parasit)

Struktur – Der Stammbaum

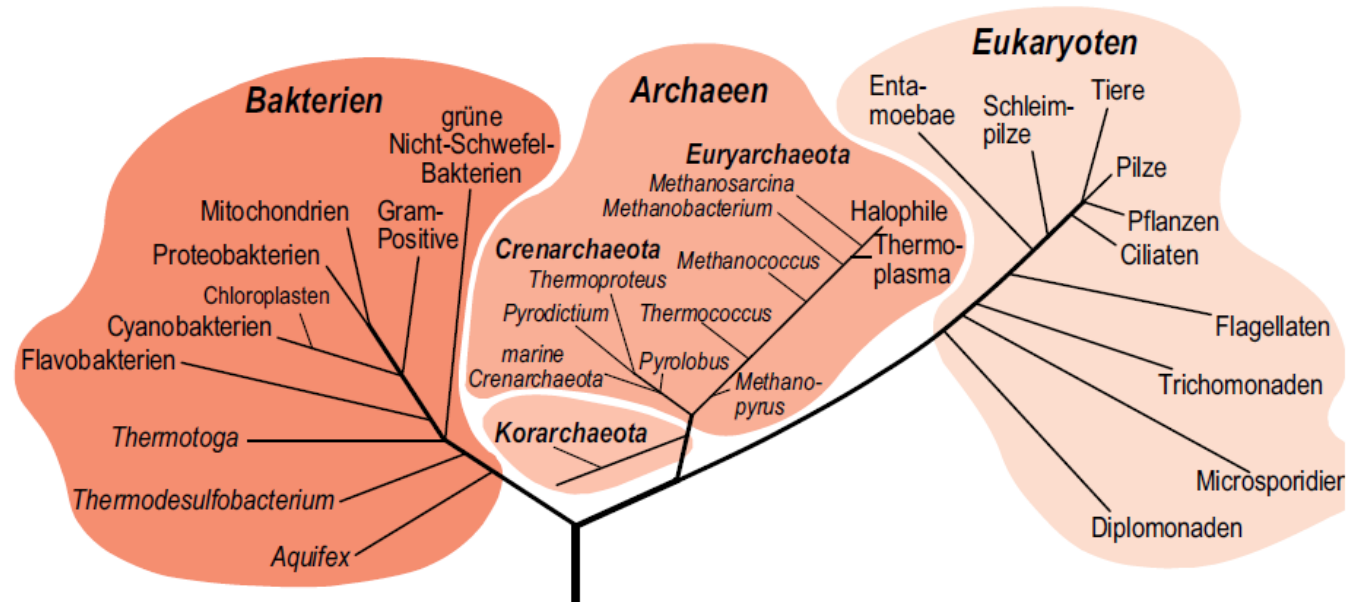
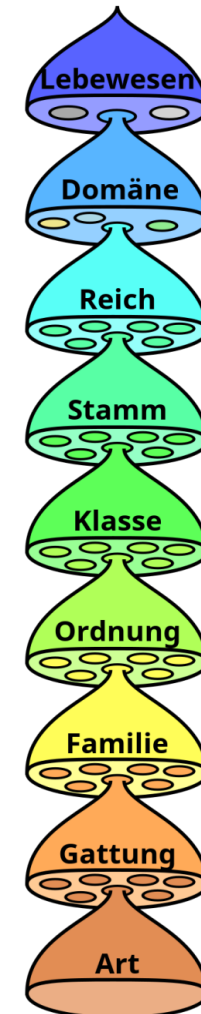


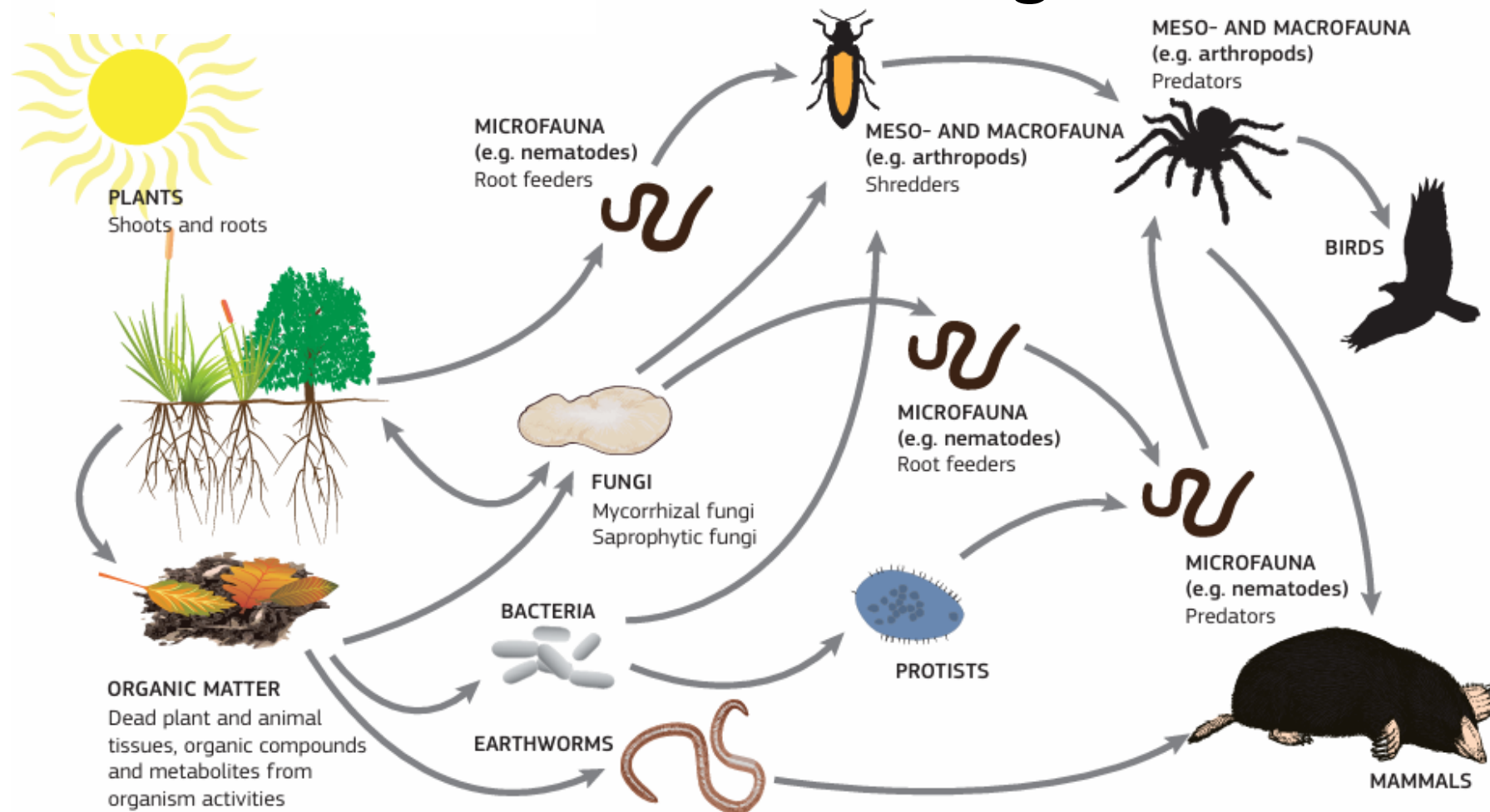
Abb. 4.1–3 Phylogenetischer Stammbaum der Organismen. Die Länge der Äste stellt ein Maß für die Veränderung der ribosomalen DNA-Gene dar, deren Sequenzvergleich diesem Stammbaum zugrunde liegt (nach FUCHS & SCHLEGEL, 2007).

... an den Knoten sieht man gemeinsame Vorfahren

... an den Zweigen die unterschiedliche Entwicklung



Trophiestufen – Ebenen im Nahrungsnetz



1st TROPHIC LEVEL:
Primary producers

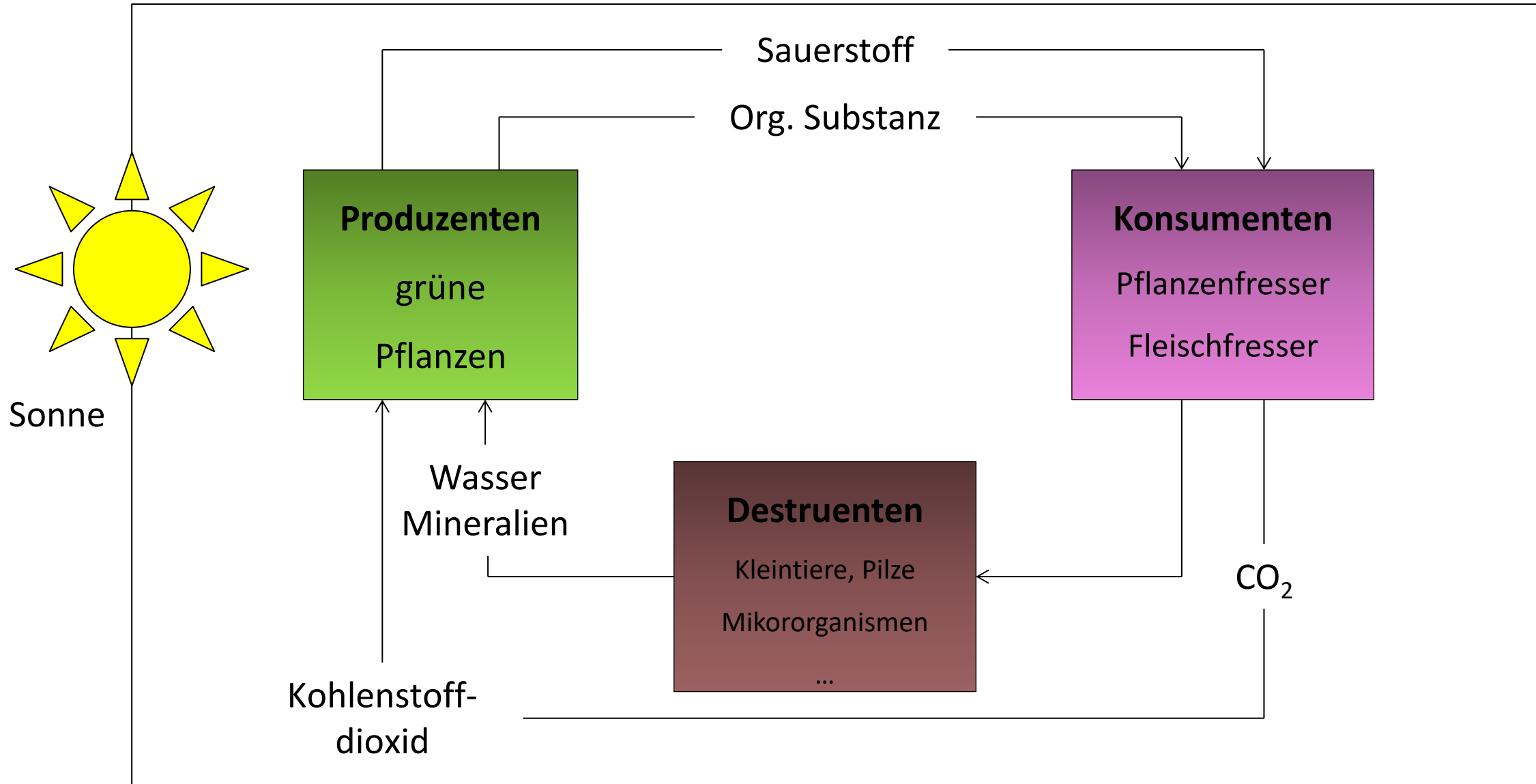
2nd TROPHIC LEVEL:
Decomposers, litter and
soil organic matter feeders
Mutualists
Pathogens and parasites
Root feeders

3rd TROPHIC LEVEL:
Shredders
Predators
Grazers

4th TROPHIC LEVEL:
Higher-level predators

**5th and higher
TROPHIC LEVEL:**
Higher-level predators

Trophiestufen – Energiequellen



Lebensformen – Beispiel Symbiose

Mykorrhiza-Leistungen

1. Nährstoffaufnahme

- Besserer Zugang zu (wenig mobilen) Nährstoffen

Hyphendurchmesser 20-50 μm

Feinwurzel: ca. 100 μm

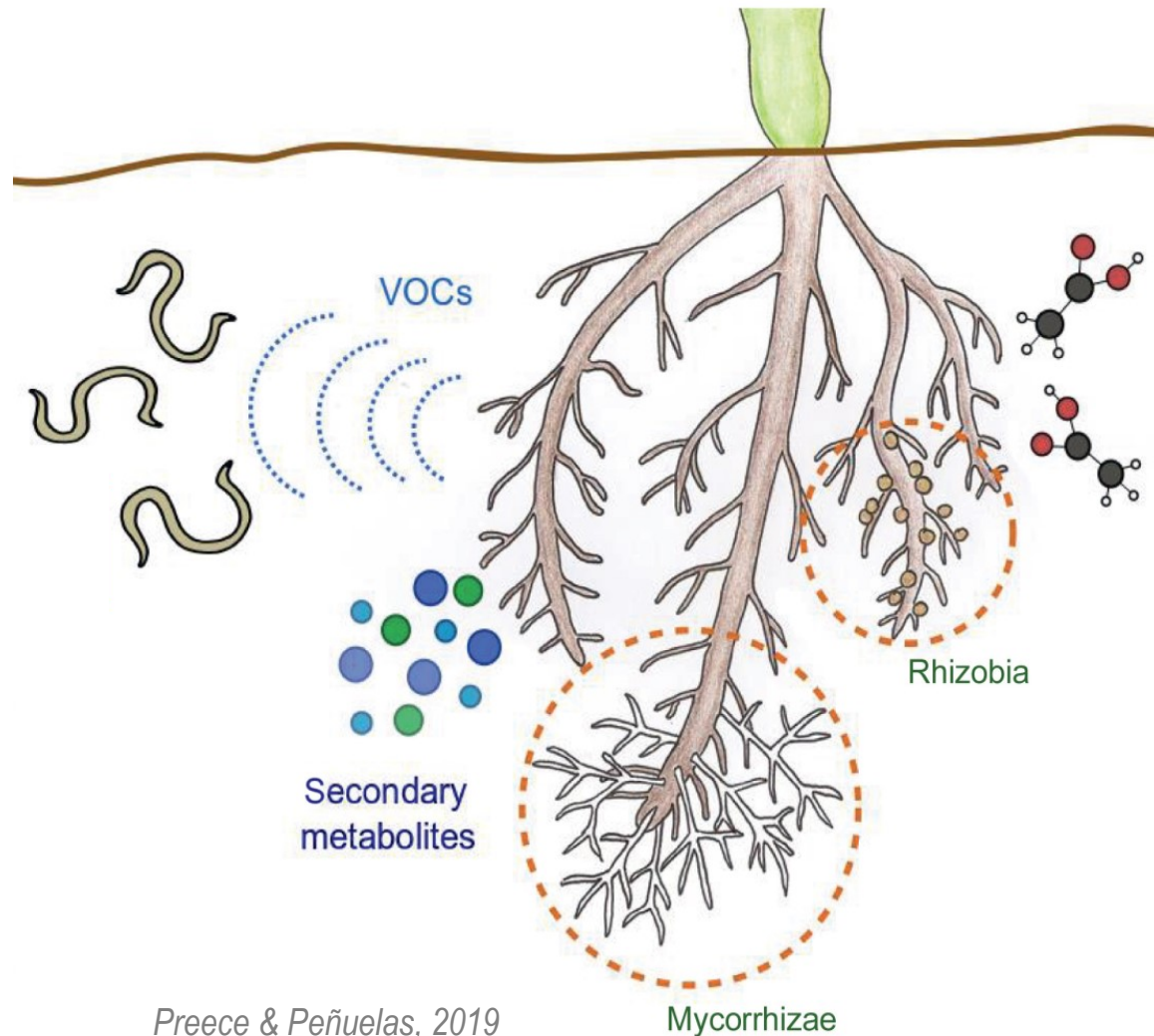
- Bessere Lösung gebundener Nährstoffe durch Ausscheidungen (organische Säuren)

- Vor allem Phosphor und Zink

2. Bodenstruktur

- Vernetzung durch Hyphen
- Verklebung durch Ausscheidungen
- Vor allem feinere Aggregate (20-200 μm)

Sonstige Leistungen: Pathogen-Abwehr, Wasserversorgung...



Preece & Peñuelas, 2019

Wie erforscht man das Bodenmikrobiom?

Mikroskopisch

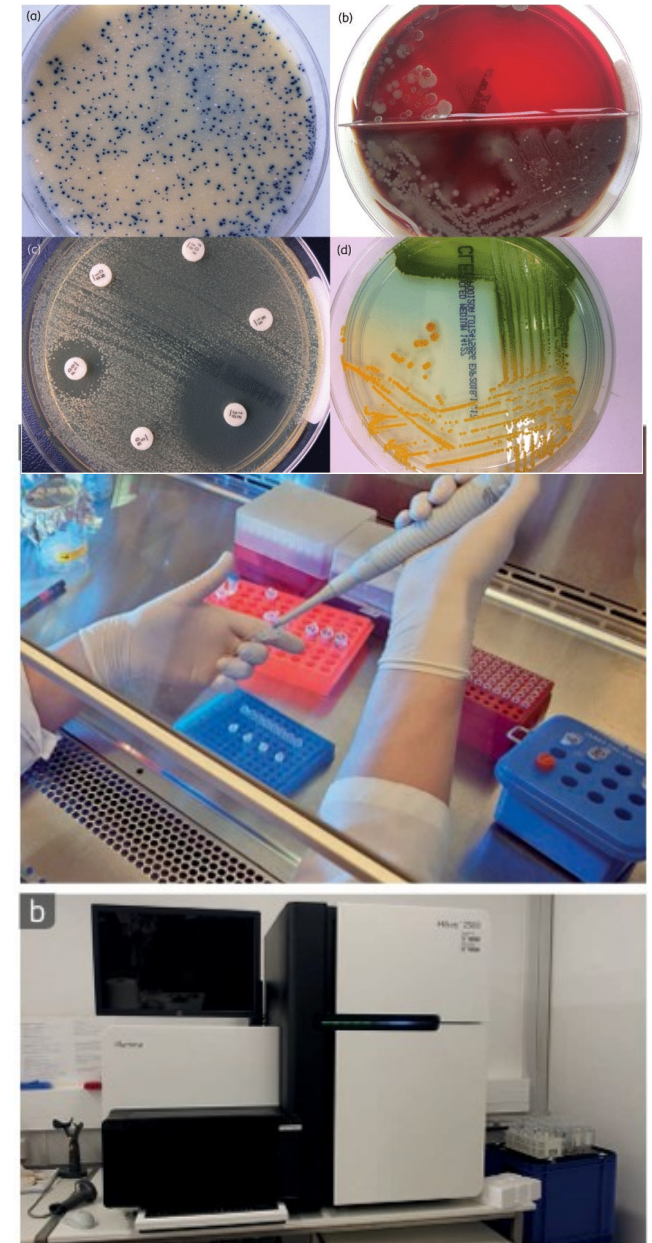
- Zählen von Einzelorganismen
- oder Kolonie bildende Einheiten

Aktivität

- Atmung
- Abbauprozess (z.B. Ernterückstände)
- Umsetzung, Nitrifikation, Mineralisation

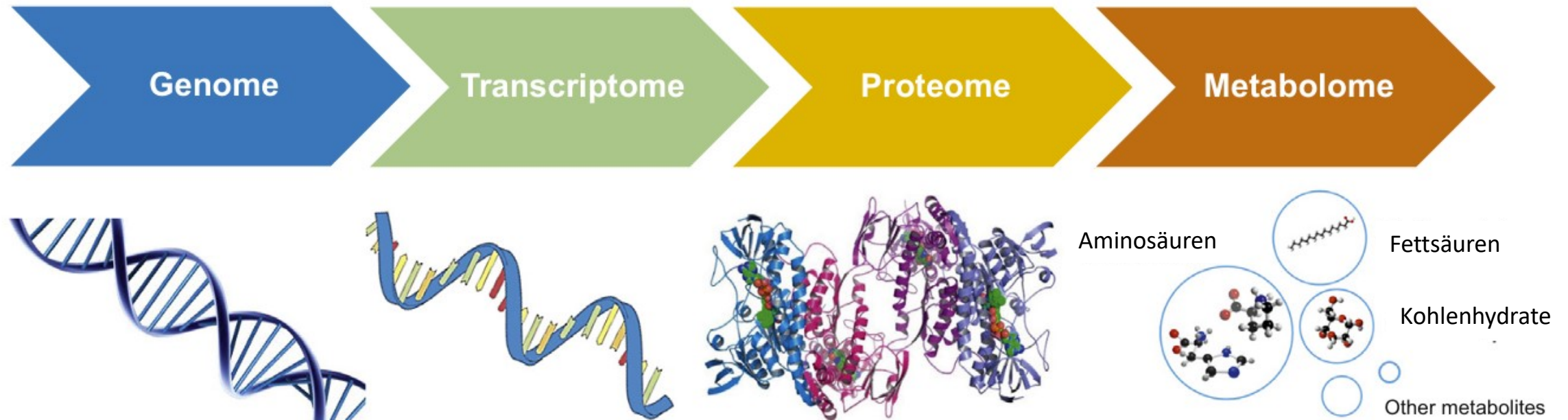
Zellwandbestandteile

- Biomass C, N, or P
- Enzyme / Proteine
- Fette z.B. Phospholipids – PLFAs
- Ergosterol
- DNA und RNA



(a) A researcher working on DNA in a laboratory. (b) One of the high technology instruments currently used to sequence DNA. (UMS, KF)

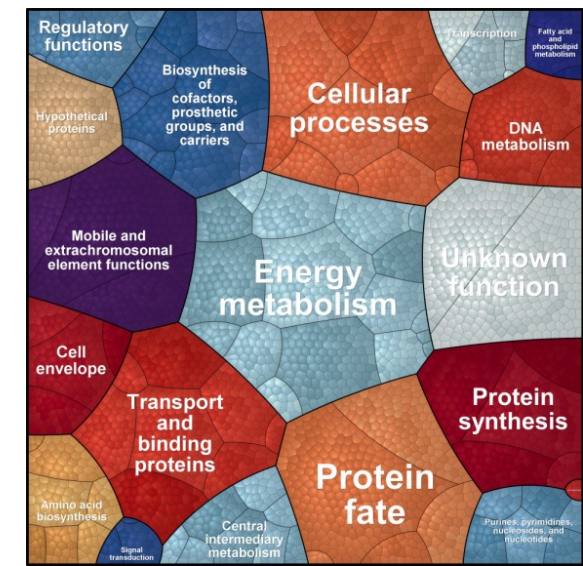
Was sind diese Omics überhaupt?



Wang, Z., & Yu, B. (2019). *Metabolomics, Proteomics, and Genomics*. doi:10.1016/b978-0-323-54835-9.00015-6



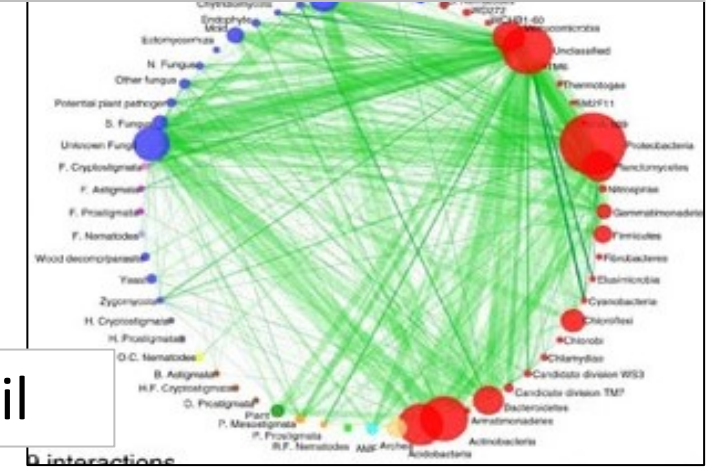
**Ein Genom –
zwei Proteome**



Hohe stehende Biomasse – komplexe vernetzte Strukturen – viel gespeicherte Energie



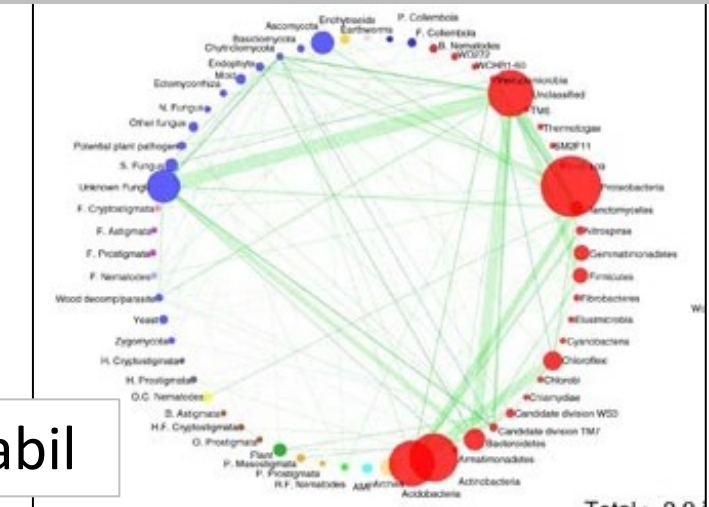
Gereiftes Ökosystem: Ruhig und stabil



Schnell wachsende Biomasse – einfache Strukturen – hoher Energieumsatz



Junges Ökosystem: Schwankend und labil



Fortschritt im Management des Bodenmikrobioms

...in innovativer Praxis

durch moderne Wissenschaft



Management der Diversität in Ackerbausystemen

Wie kann das auf was im Boden wirken ?



➡ Mehr Photosynthese (Blattflächendauer, Lichtnutzungseffizienz)

➡ Verschiedene Qualität der Pflanzenreste (CN, Verholzung)



➡ Intensivere Durchwurzelung (Dichte, Dauer)

➡ Verschiedene Wurzelsysteme (Pfahlwurzler, Büschelwurzler)

➡ Mehr Rhizodeposition („liquid carbon“, v.a. Primärmetaboliten)

➡ Vielfältigere Biochemie der Rhizodeposition (Sekundärmetaboliten)



➡ Andere Zusammensetzung des Mikrobiomes (Arten, funktionelle Gruppen)

➡ Andere Funktion desselben Mikrobiomes (Arten, funktionelle Gruppen)

Management: Zwischenfrüchte und Kalk

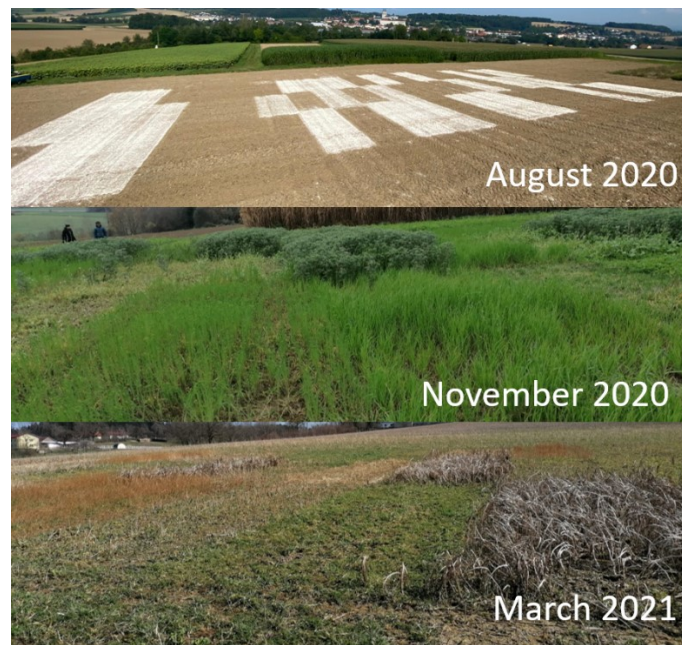
....Rhizosphärenmikrobiom

Textur: lehmiger Schluff

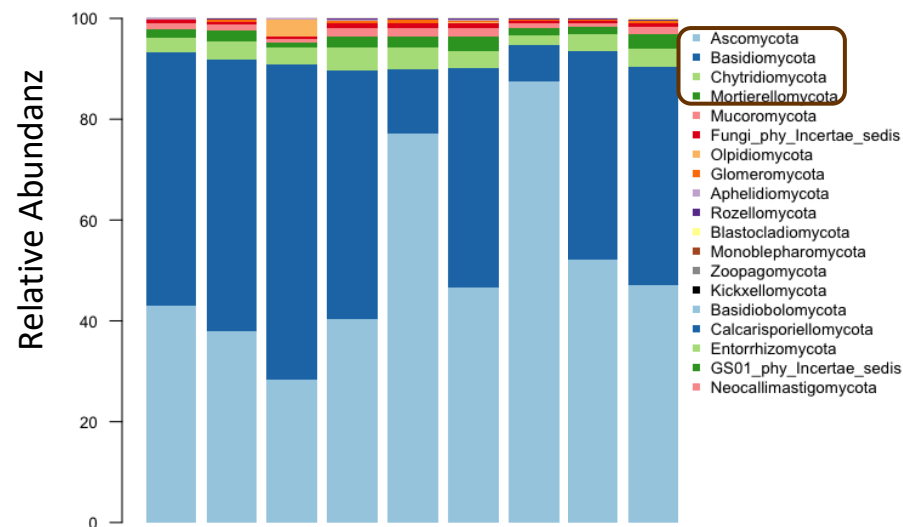
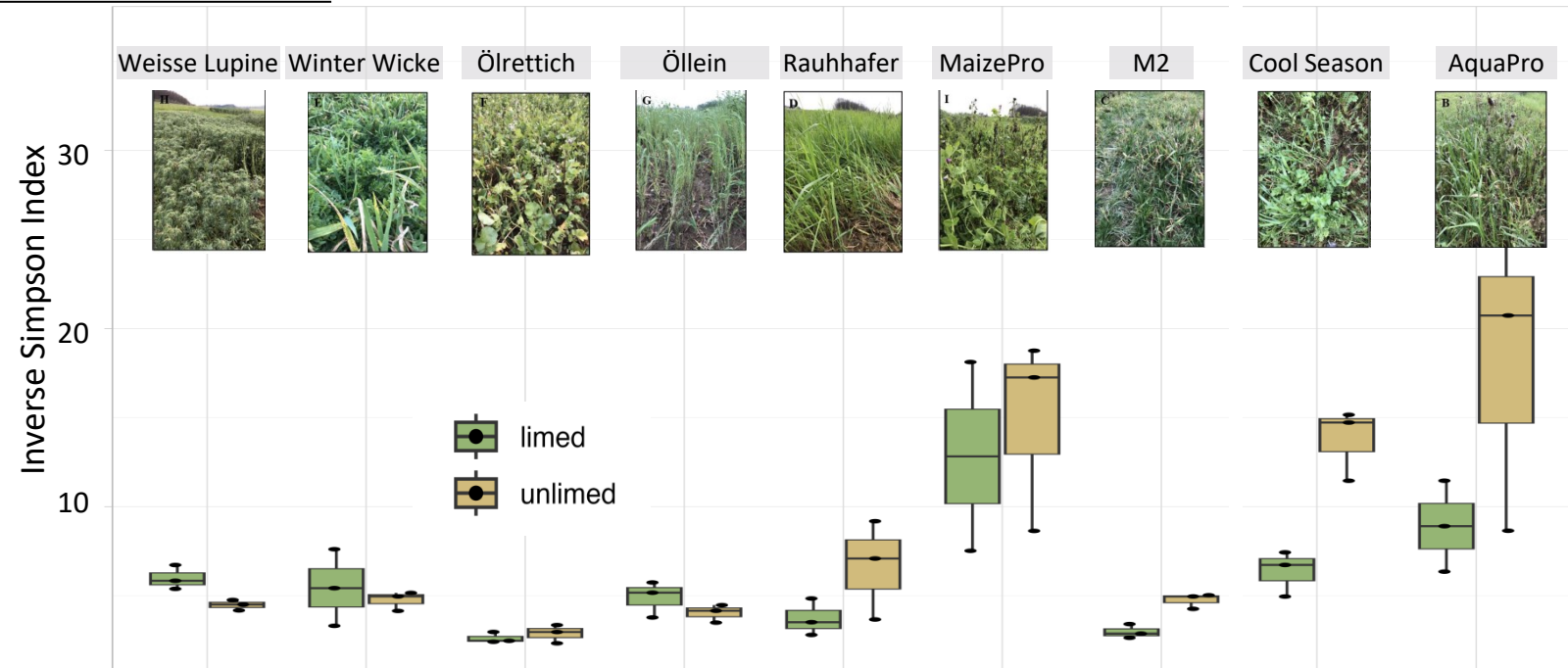
Klima: MAT 9.1 C°, MAP: 790 mm

Kalk: 2.5 t ha⁻¹ >60% CaO, <3% MgO.

pH 6.9 mit Kalk,
pH 6.1 ohne Kalk,



Diversität



- Mehr Sorten Trend zu höherer Diversität
- mehr Ascomycota bei Gräsern

Management: Einfluss auf Diversität und Trophiestufen

Standard



Pionier



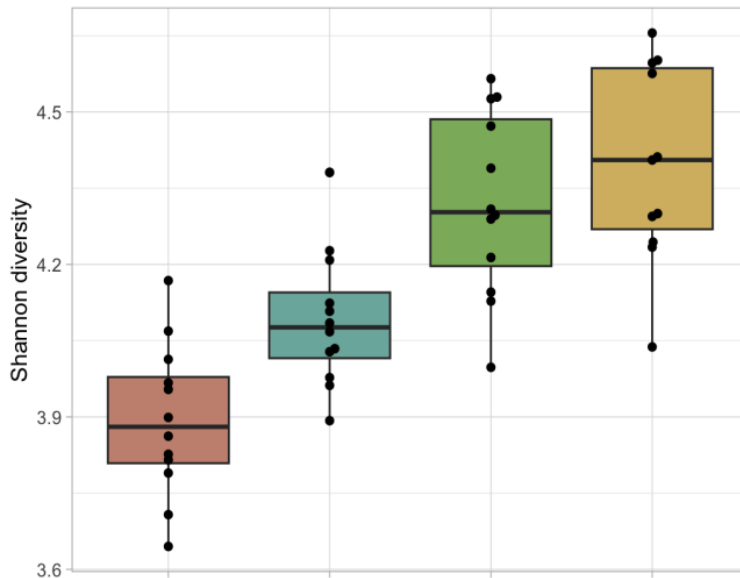
Ackerrand



Market Gardening



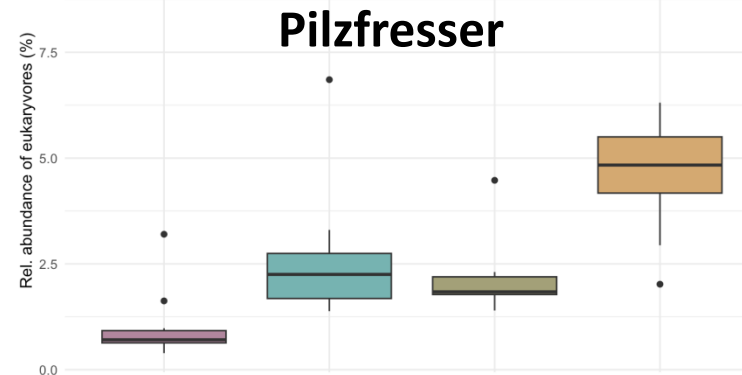
Diversität



Bakterienfresser



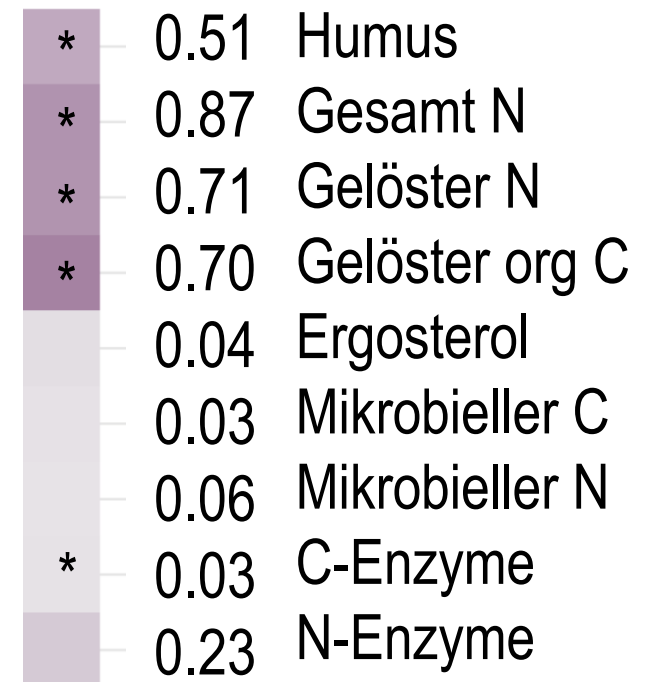
Pilzfresser



- Keiblinger -

Was beeinflusst Cercozoa

* $p < 0.05$



Vielfalt zulassen

Natur

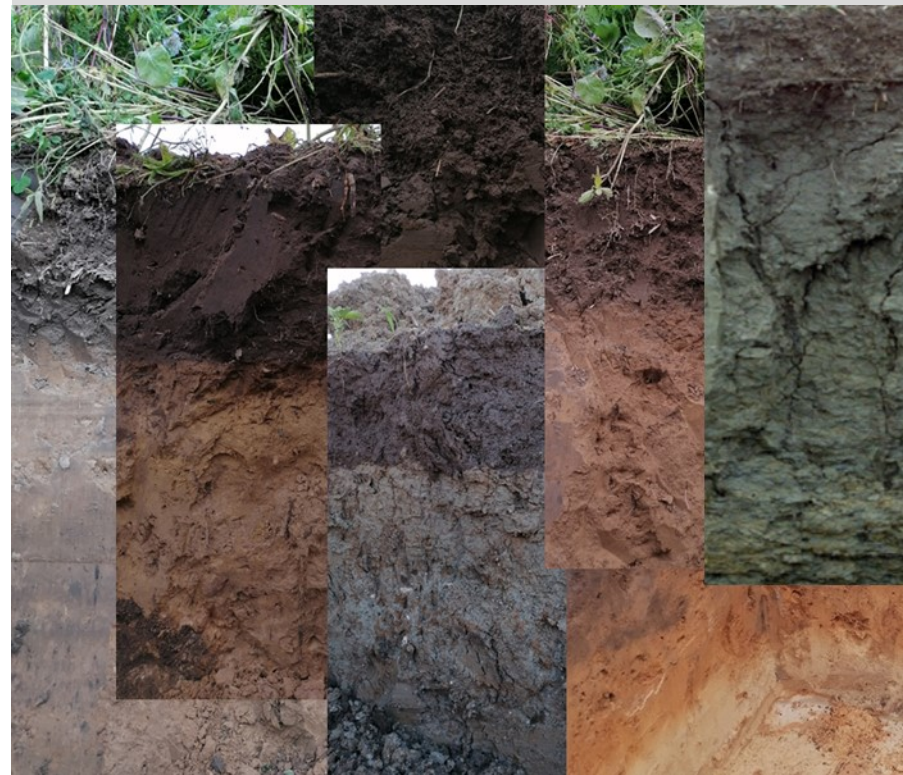
Nahrungsnetz



Prozesse verstehen und unterstützen.

Mensch

Landwirt



In der Praxis experimentieren, statt einheitlichen Vorgaben verordnen !

Gesellschaft

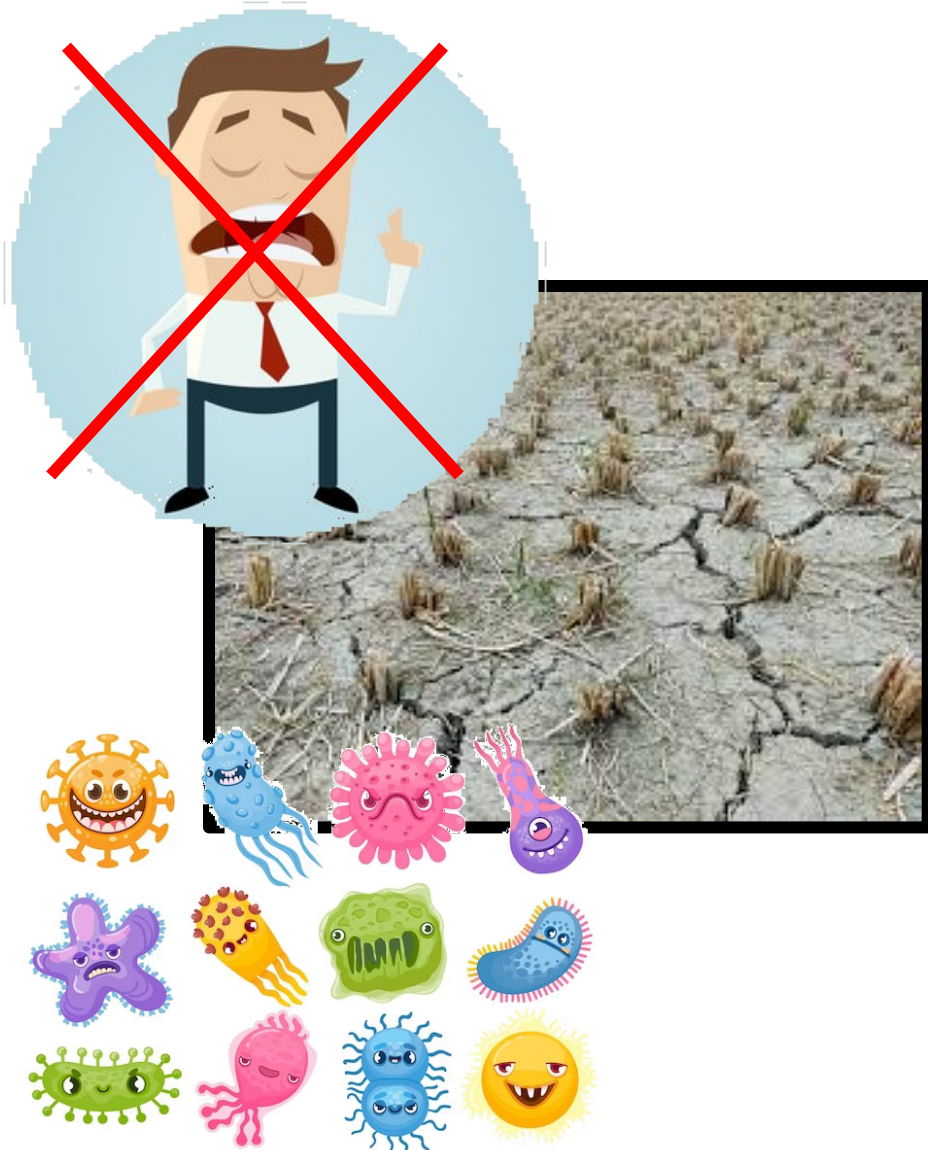
Politik



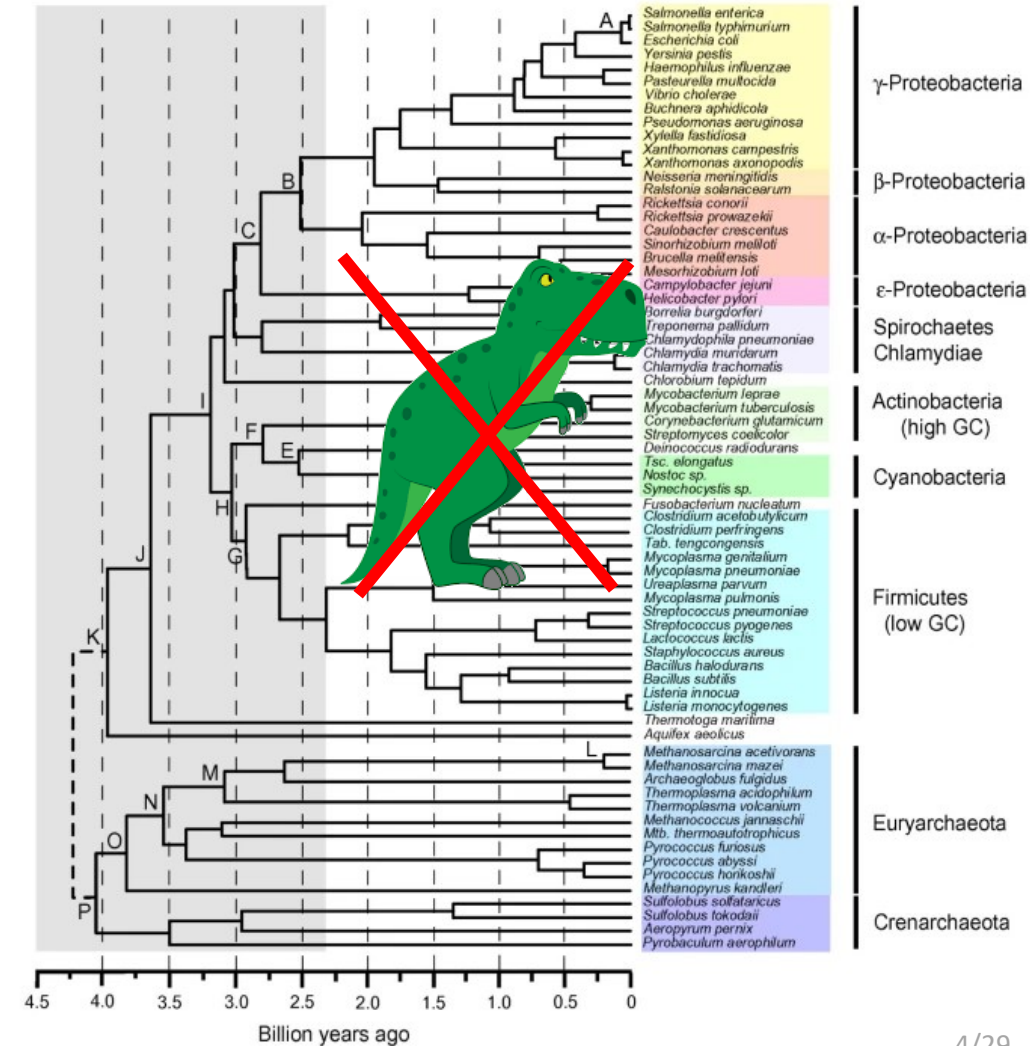
Räume gestalten und ordnen, um individuelle Lösungen zu ermöglichen.

Anthropozän...trisch?

Mensch zentraler Einflussfaktoren auf biologischen, geologischen und atmosphärischen Prozesse auf der Erde



Die „vulnerablen Gruppen“ sind die obersten Stufen im Nahrungsnetz, die eine geringere Anpassungsfähigkeit an „Kipppunkte“ der Erdschichte haben.



Danke für die Aufmerksamkeit!

Universität für Bodenkultur Wien

Department für Ökosystemmanagement, Klima und Biodiversität
Institut für Bodenforschung

Priv. Doz. DI Dr. Katharina Keiblinger

Peter Jordan Straße 82, A-1190 Wien
Katharina.keiblinger@boku.ac.at, www.boku.ac.at

<https://boku.ac.at/bodenpioniere>