



**150 JAHRE
NACHHALTIG
VORAUSSCHAUEN**
1872 - 2022

UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR WIEN

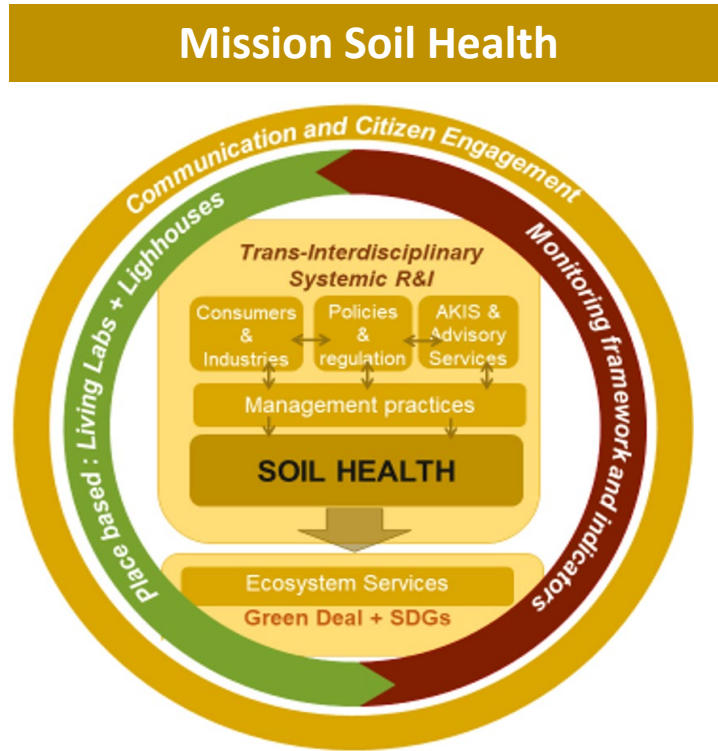
Boden.Pioniere – Potenziale für Bodengesundheit und Humusaufbau landwirtschaftlicher Pionierbetriebe

Katharina KEIBLINGER, Christoph ROSINGER, Axel MENTLER,
Sabine HUBER, Orracha SAE-TUN, Luca BERNARDINI,
Magdalena BIEBER, Bernhard SCHARF,
Gernot BODNER

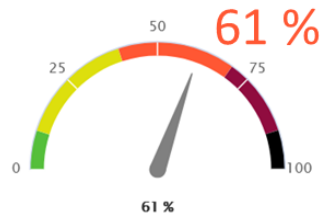
Bodengesundheit

European Green Deal

...Umsetzungen für die Bodengesundheit



Anteil an degradierten Böden in der EU



Fortschritte in der Wirksamkeit Die Umsetzung von Bodengesundheitsmaßnahmen erfordert



Wissenschaftliches Wissen relevanter Indikatoren und Standardmethoden



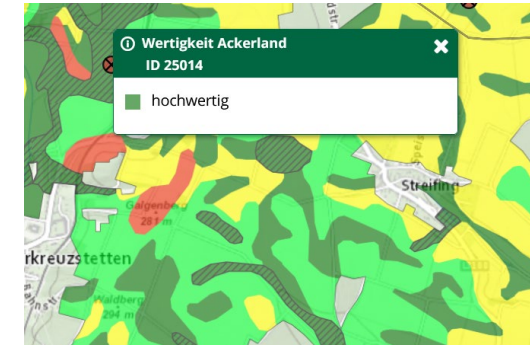
Großflächige Anwendbarkeit für ein umfassendes Monitoring und Umsetzbarkeit durch Anwender

Was ist Bodengesundheit ?



Unveränderliche Standorteigenschaften

- Bodentextur
- Profiltiefe
- Ausgangsmaterial
- Bodenalter



Veränderbare Management-Faktoren

- Organische Bodensubstanz
- Bodenmikrobiom
- Bodenstruktur

↳ Die meisten managebaren Bodengesundheits-Eigenschaften hängen mit der organischen/ biologischen Seite des Bodens zusammen.

Säulen der Bodengesundheit



Eine Futterquellen



Mikrobielle Biomasse & Aktivität



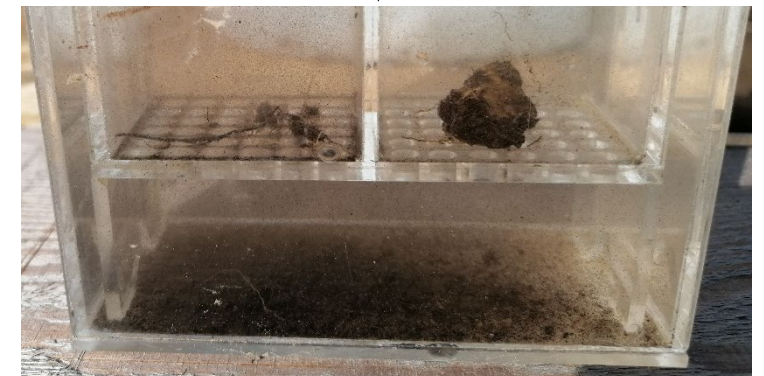
Humus

z.B. Wurzelverstrickungen

z.B. Verklebung durch EPS

Management:

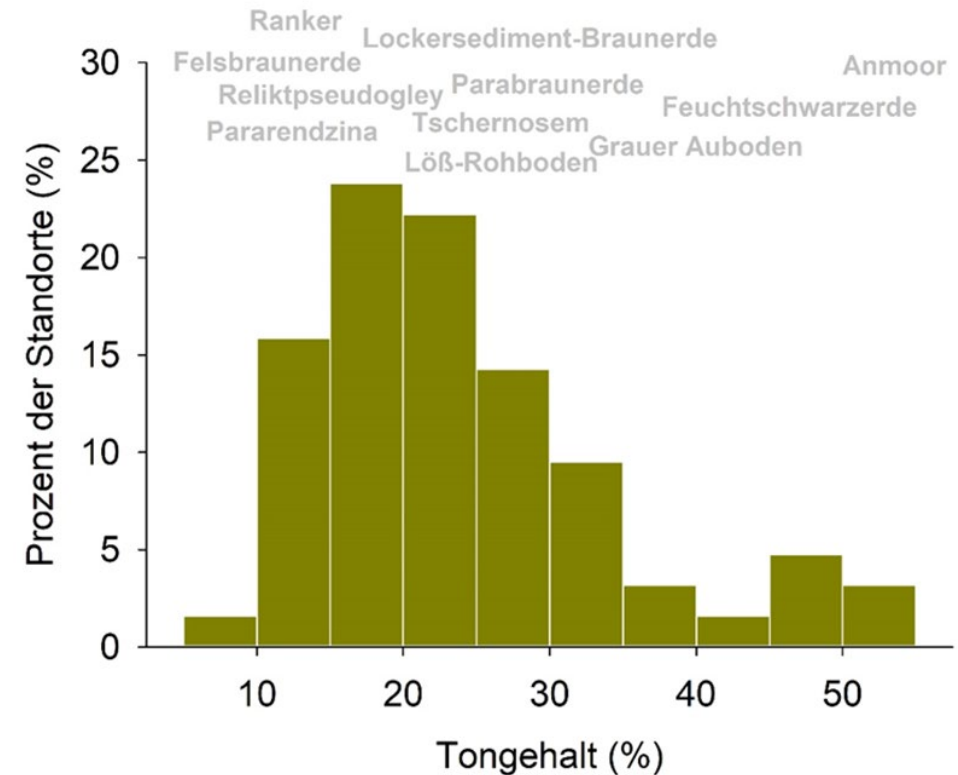
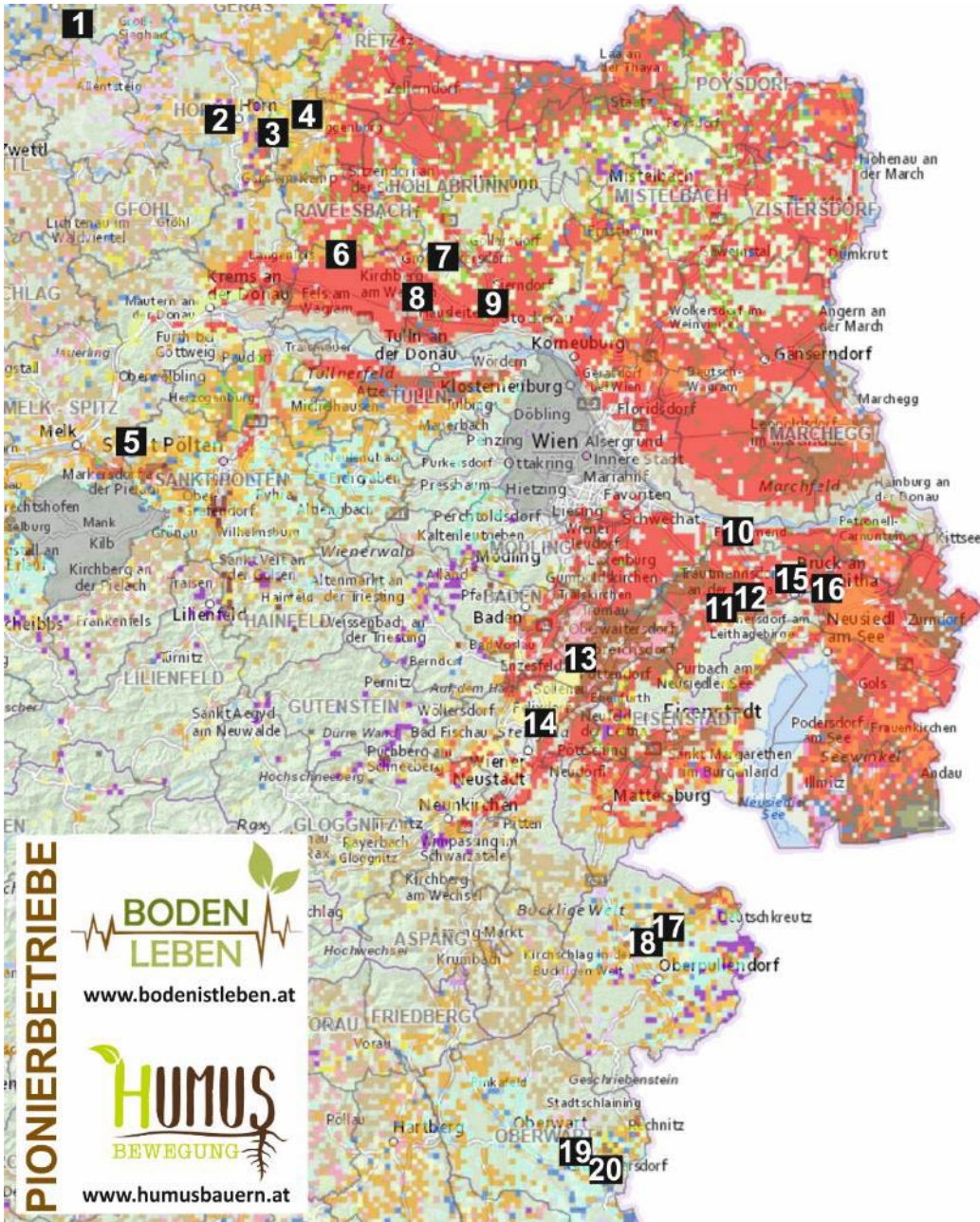
- Maximierung der Futterquellen: Integration von Zwischenfrüchten, Vielfalt von Zwischenfrüchten und Hauptfruchtfolge.
- Verbesserung der mikrobiellen Biomasse und Aktivität: Minimierung mechanischer Störungen



Physikalische Bodenfunktionen

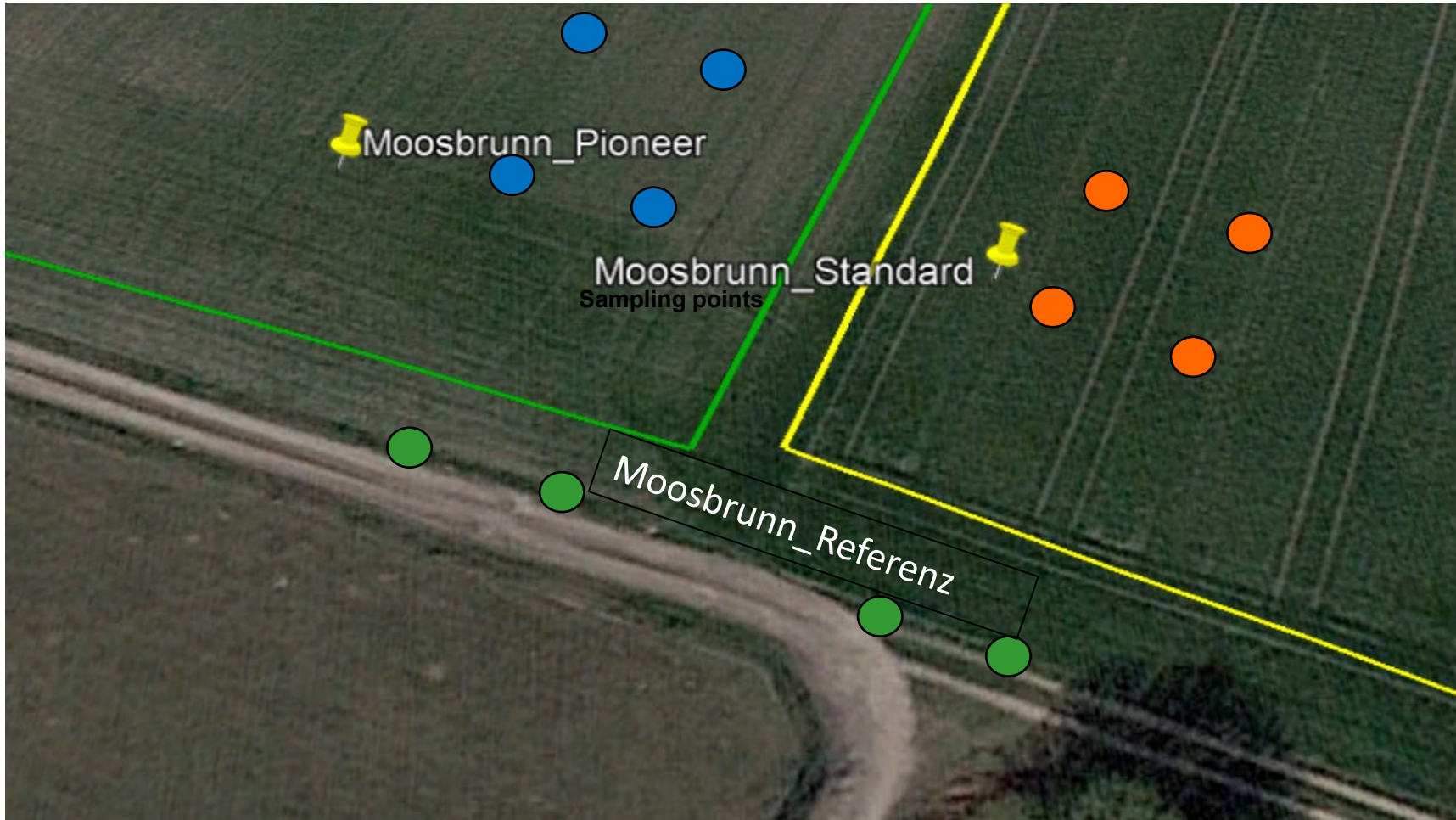
Boden.Pioniere

Systemansatz: Innovative Betriebe (biologisch und konventionell) mit bodenaufbauenden Systemen durch z.B. intensiver Zwischenfruchtbau, minimierte Bodenbearbeitung, diverse Fruchtfolgen, organische Dünger, Biostimulanzen.



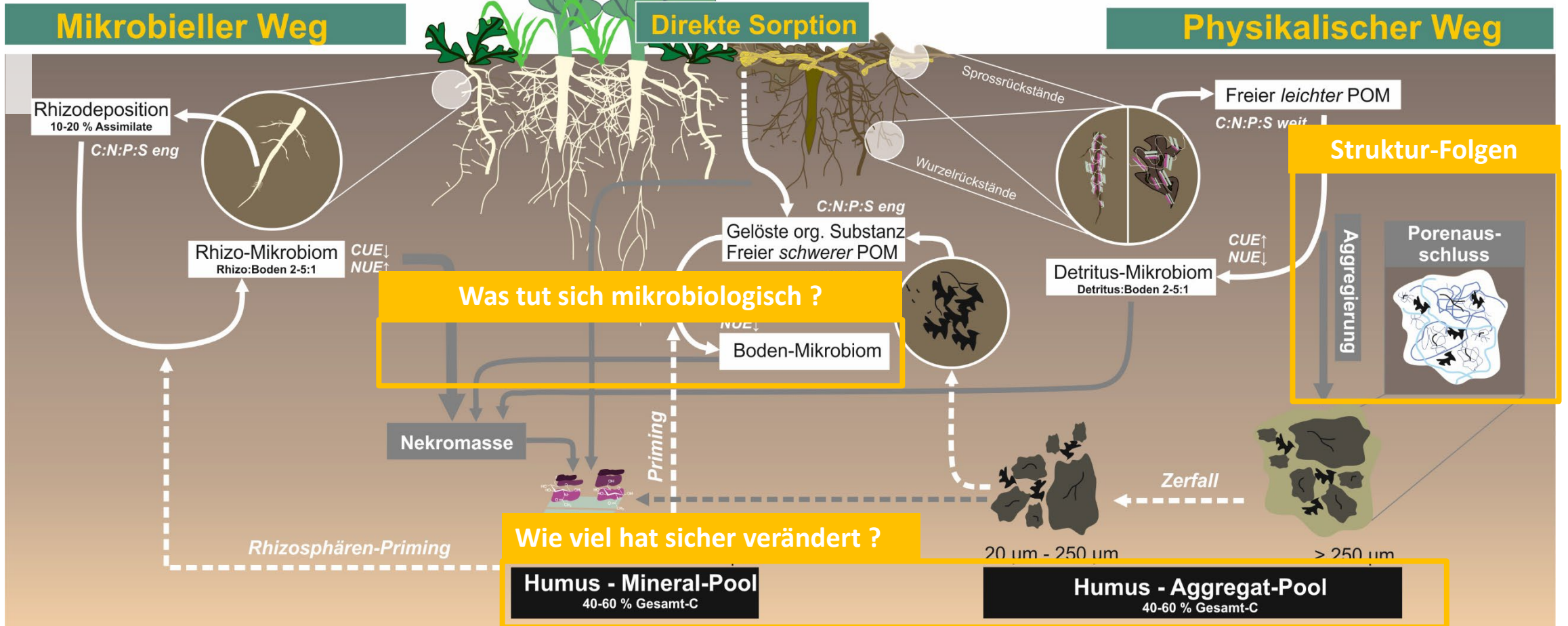


Beispiel für die Boden Probennahme



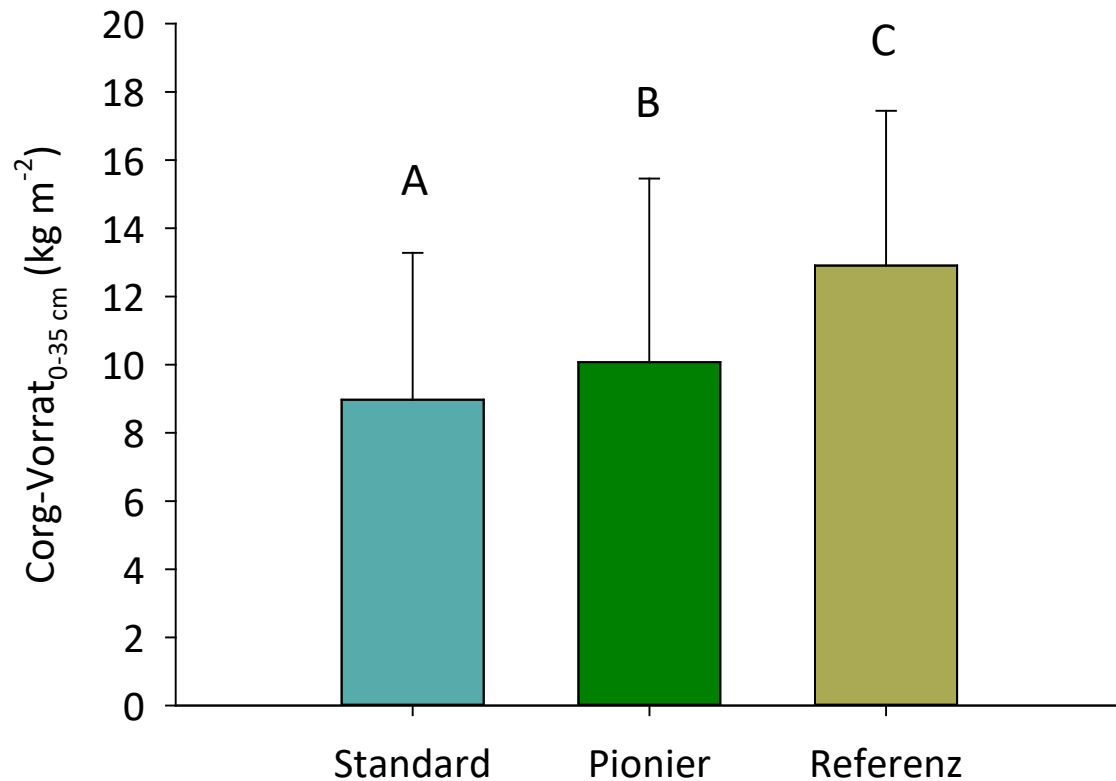
Mikrobiologie

Veränderungen in der Praxis

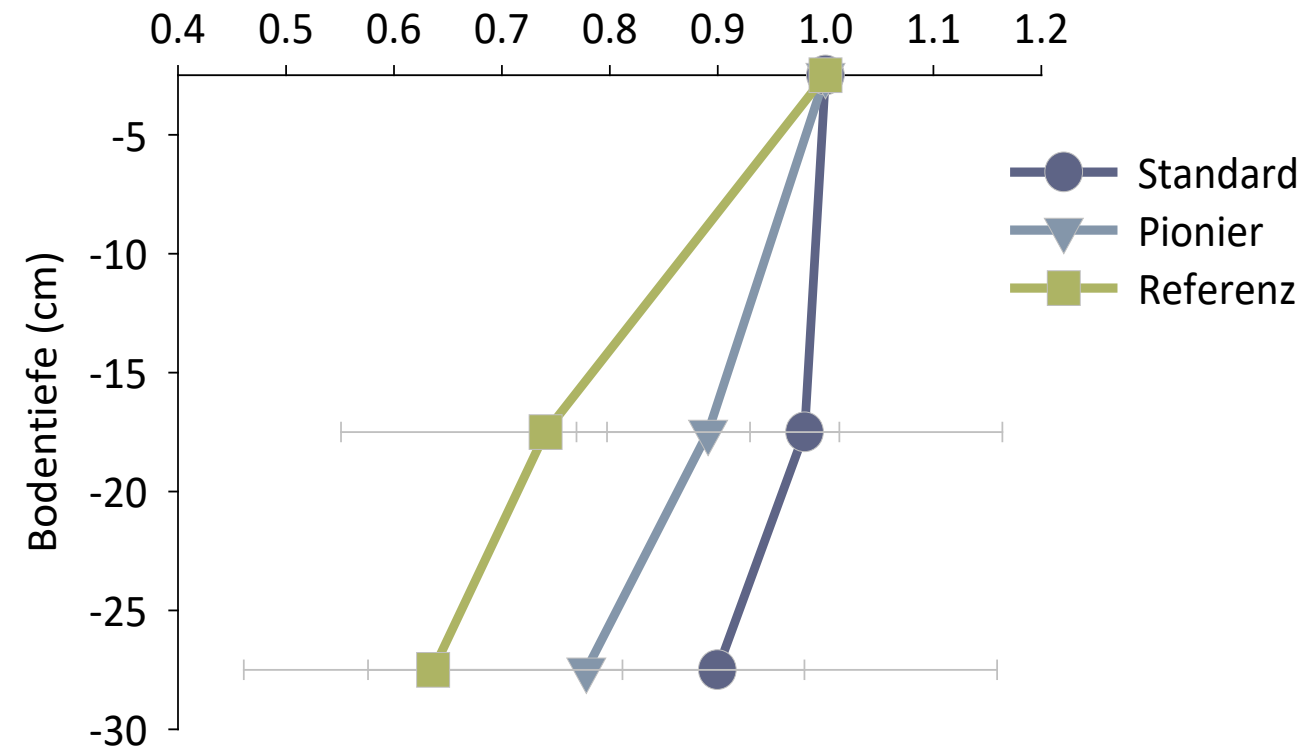


Boden.Pioniere

Humusbildungspotentiale

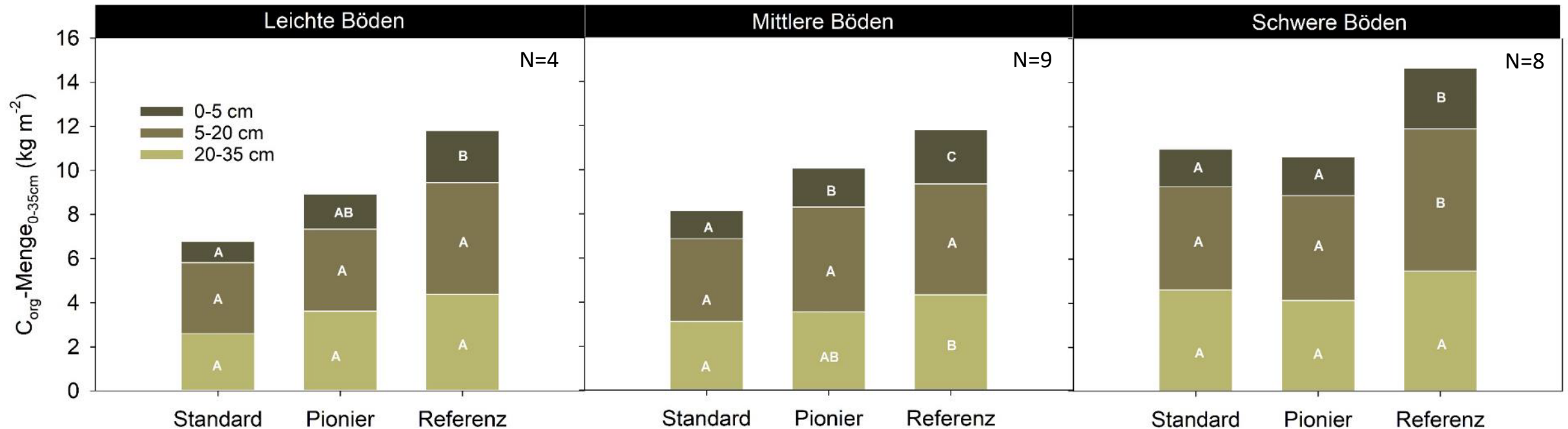


Abnahme C_{org} (relativ zu 0-5 cm Tiefe)



Median: + 22 % Erhöhung der Humusvorräte
bei 5 Standorten (24%) Abnahme; Top 10%: +51 %

Humusmengen



Veränderungspotenzial

Leichte Böden < 15 % Ton

Pionier vs. Standard: +37 %

Referenz vs. Standard: + 95 %

Mittlere Böden 15 – 25 % Ton

Pionier vs. Standard: +26 %

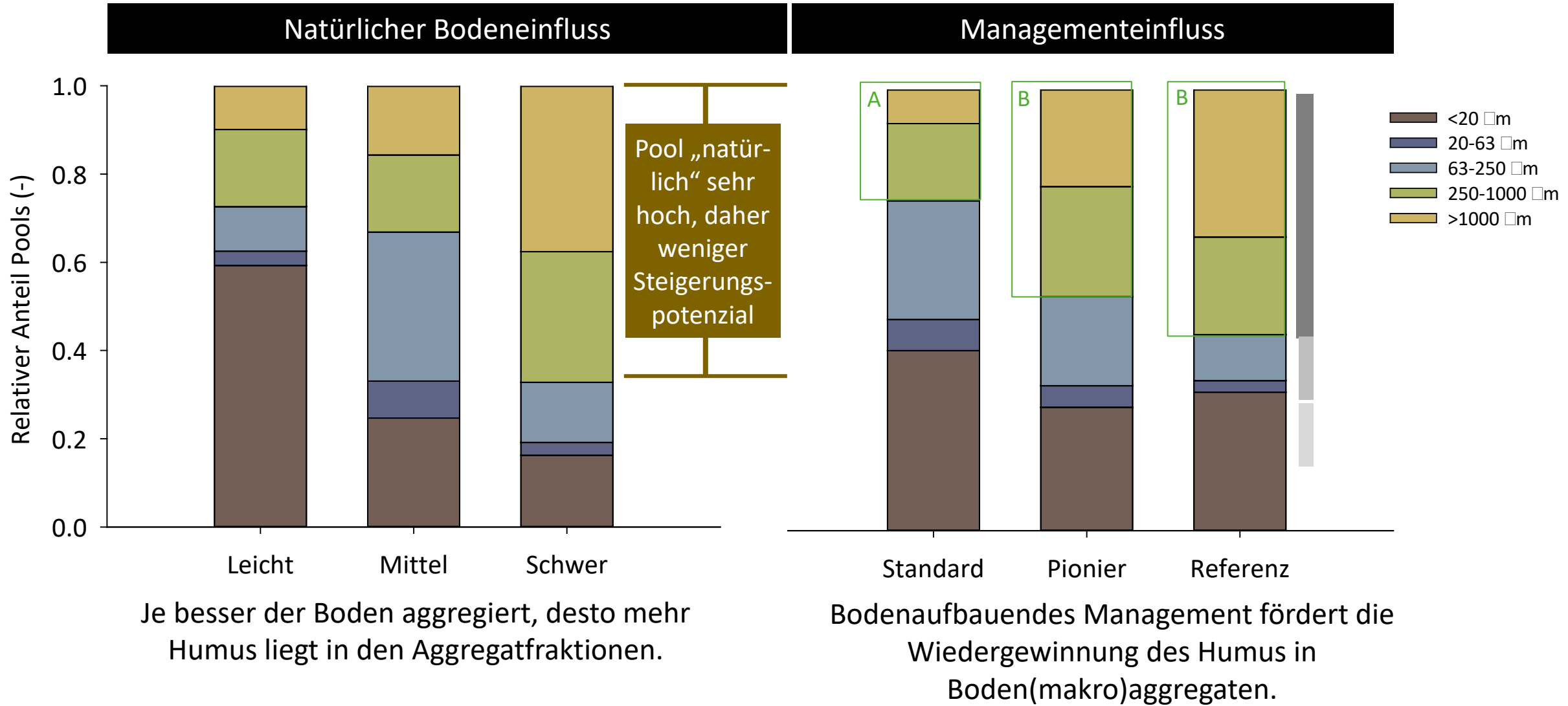
Referenz vs. Standard: + 56 %

Schwere Böden > 25 % Ton

Pionier vs. Standard: - 2 %

Referenz vs. Standard: + 38 %

Humus-Sättigung ?



„Aggregat-Humus“

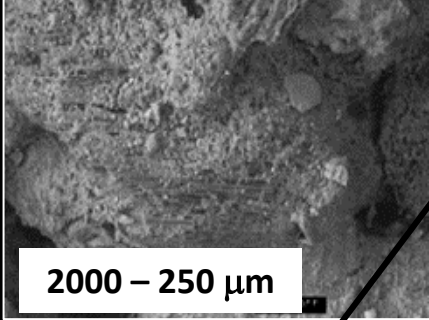


150 JAHRE
NACHHALTIG
VORAUSSCHAUEN
1872 - 2022

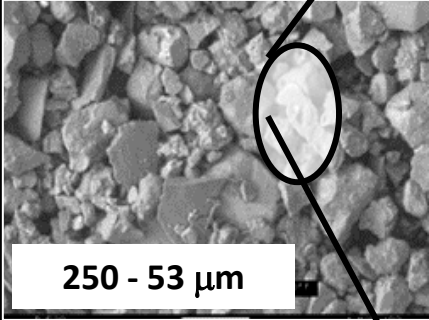
FÜR BODENKULTUR WIEN



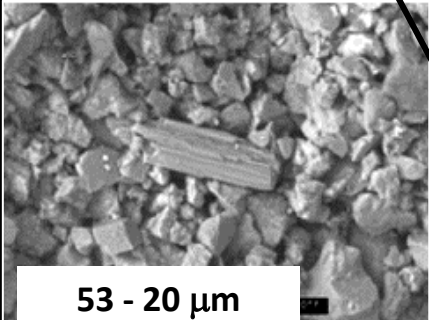
Foto: Bodner



2000 – 250 μm

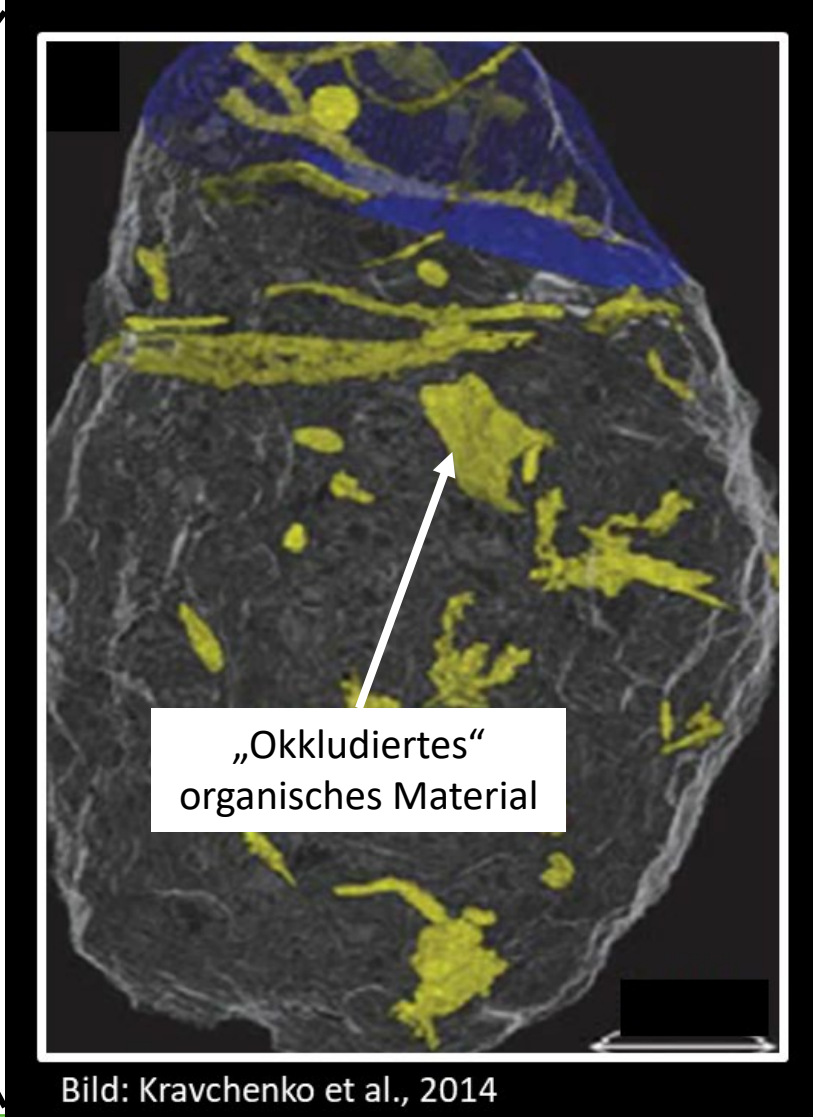


250 - 53 μm



53 - 20 μm

Bilder: Kim and Crowley (2013). J Agric Chem Environ 2

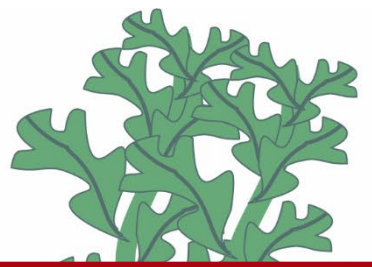


„Okkludiertes“
organisches Material

Bild: Kravchenko et al., 2014

Boden.Pioniere

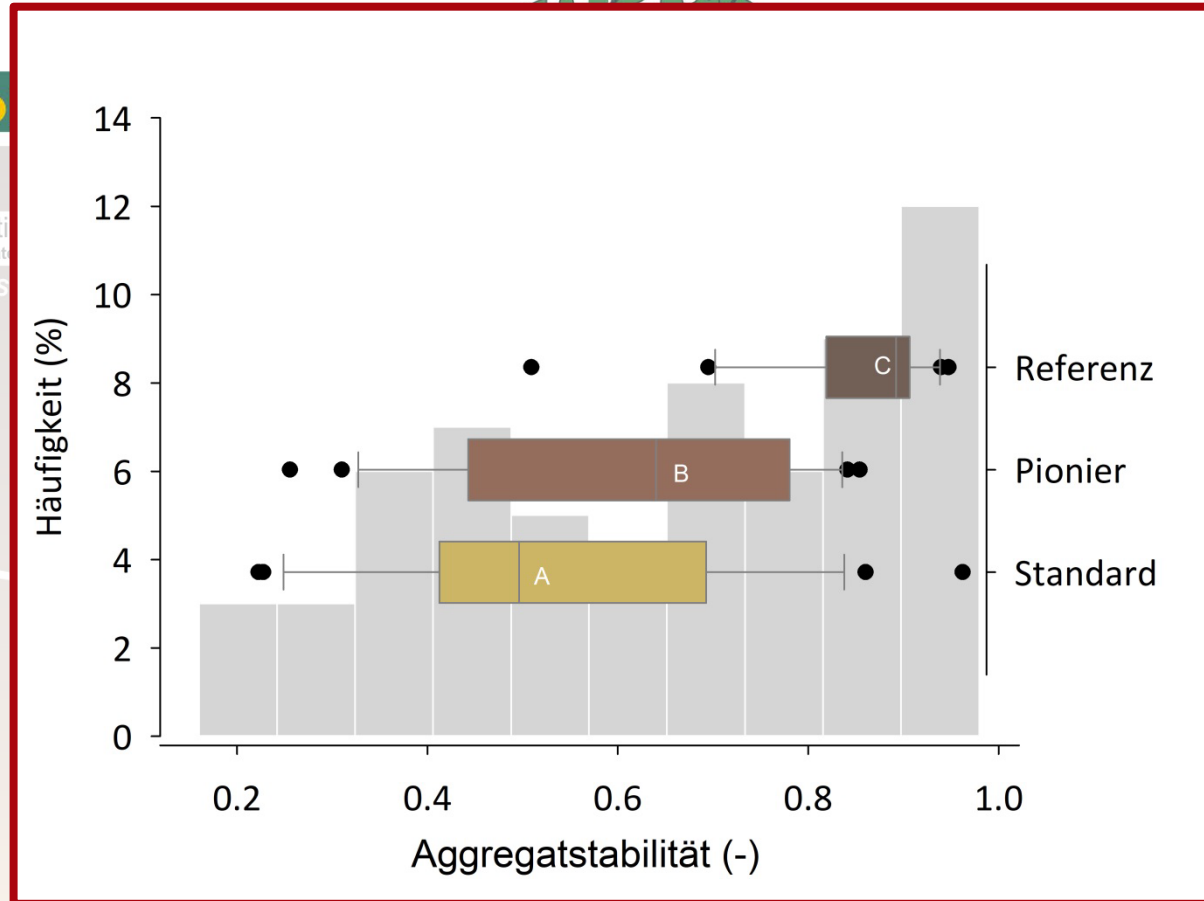
Physikalische Potentiale



Mikro

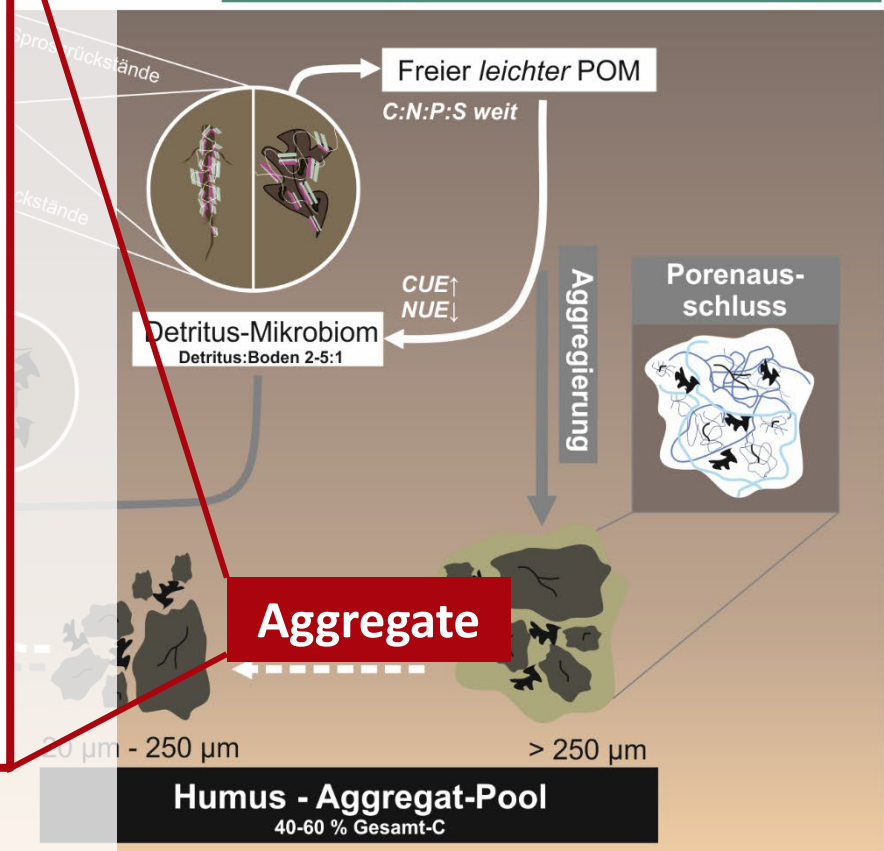
Rhizodeposit
10-20 % Assimilat

C:N:P:S



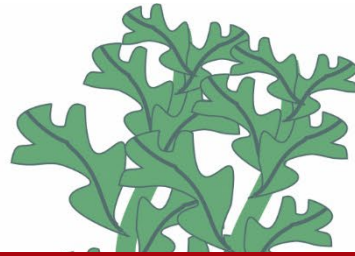
Humus - Mineral-Pool
40-60 % Gesamt-C

Physikalischer Weg



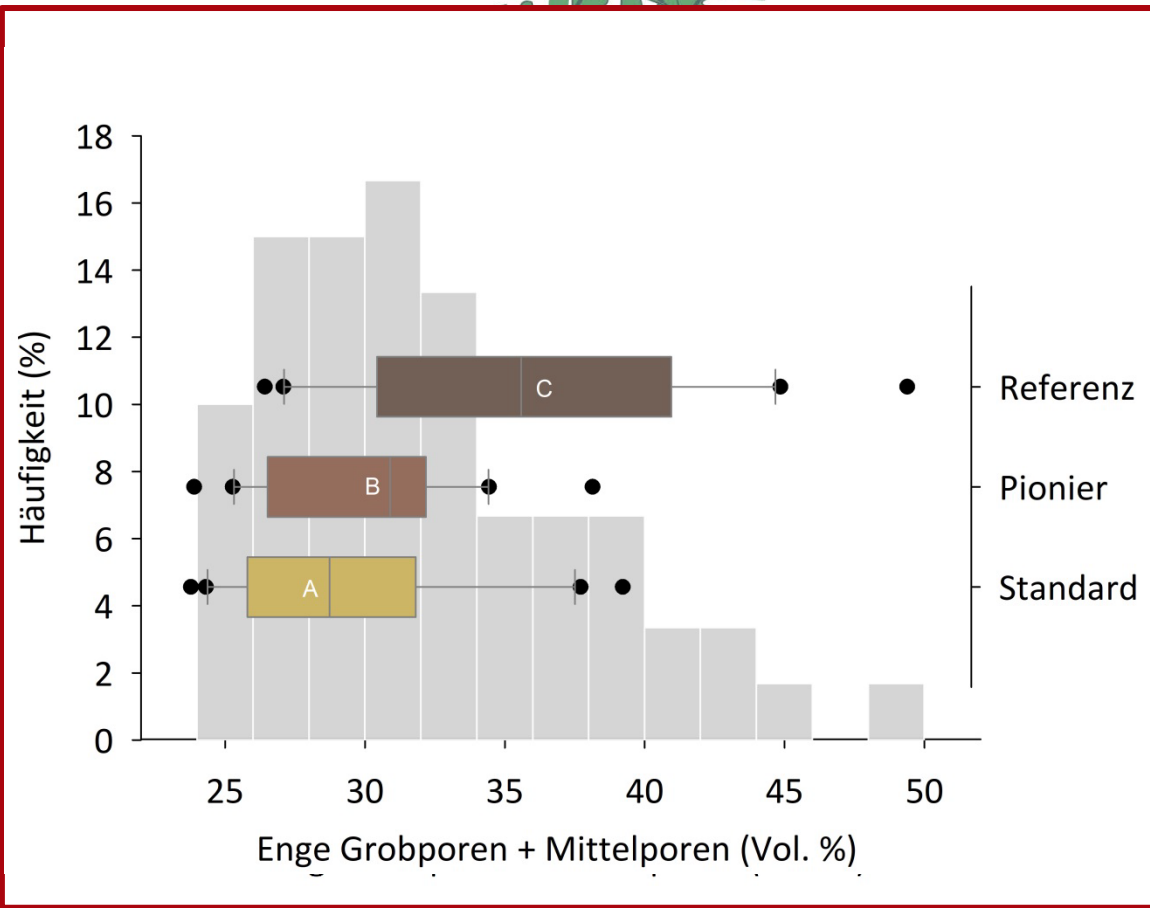
Boden.Pioniere

Physikalische Potentiale



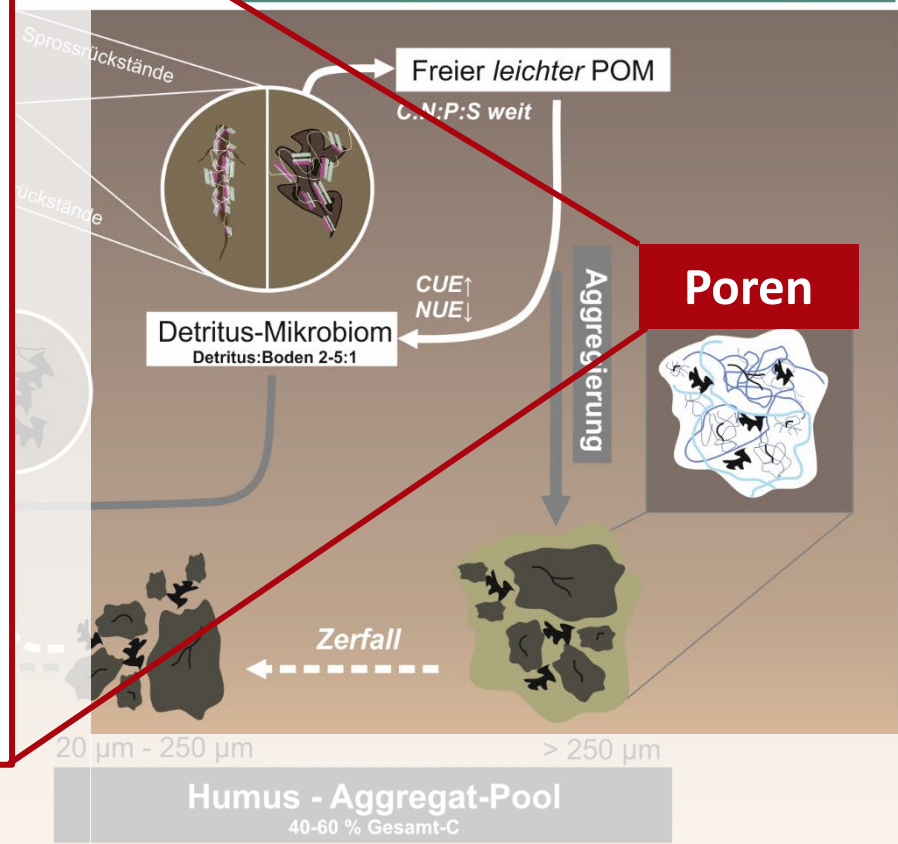
Mikrob

Rhizodeposition
10-20 % Assimilate
C:N:P:S er



Humus - Mineral-Pool
40-60 % Gesamt-C

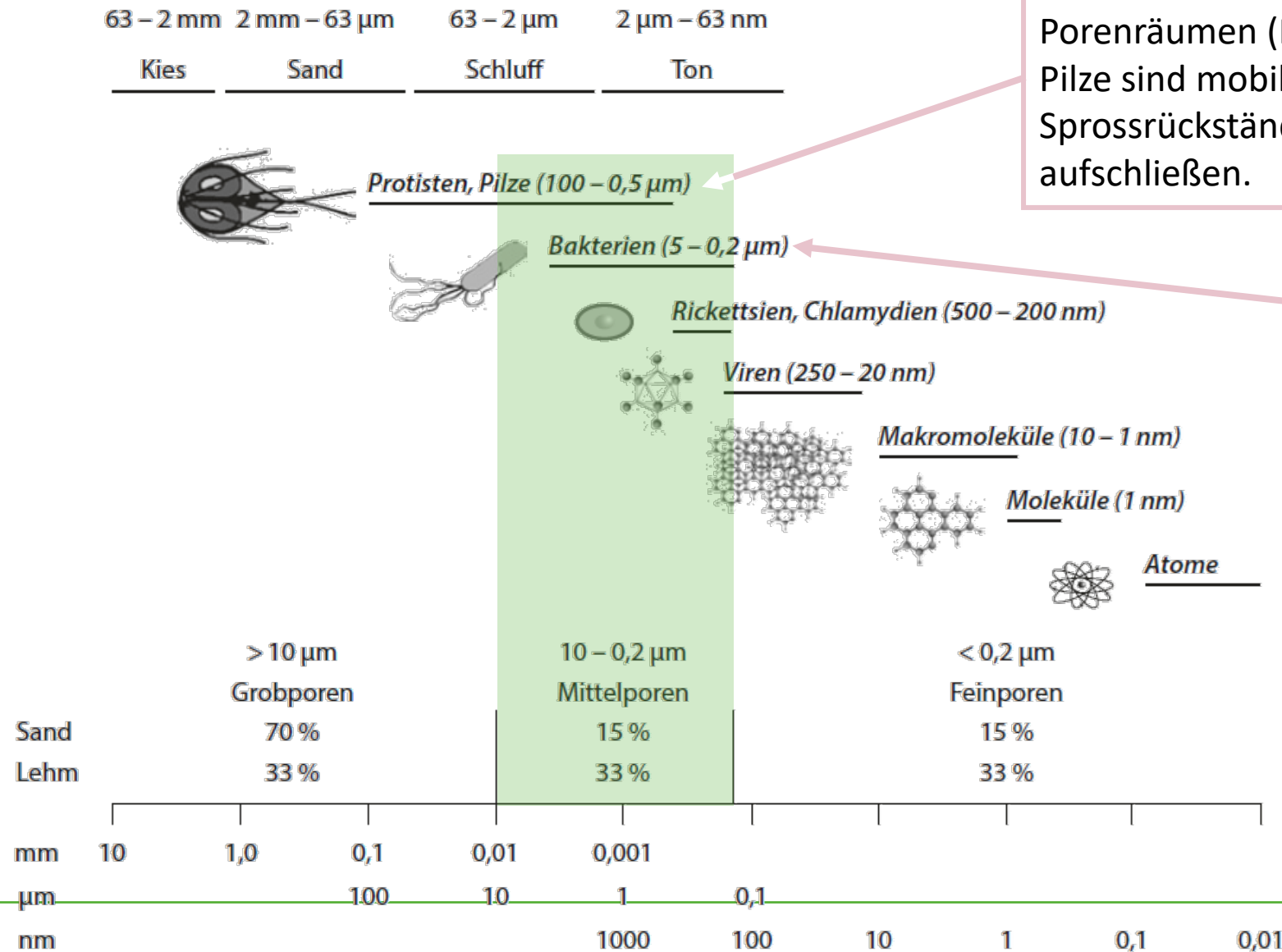
Physikalischer Weg



Die Rolle der Poren

Größenbedarf an Wohnraum

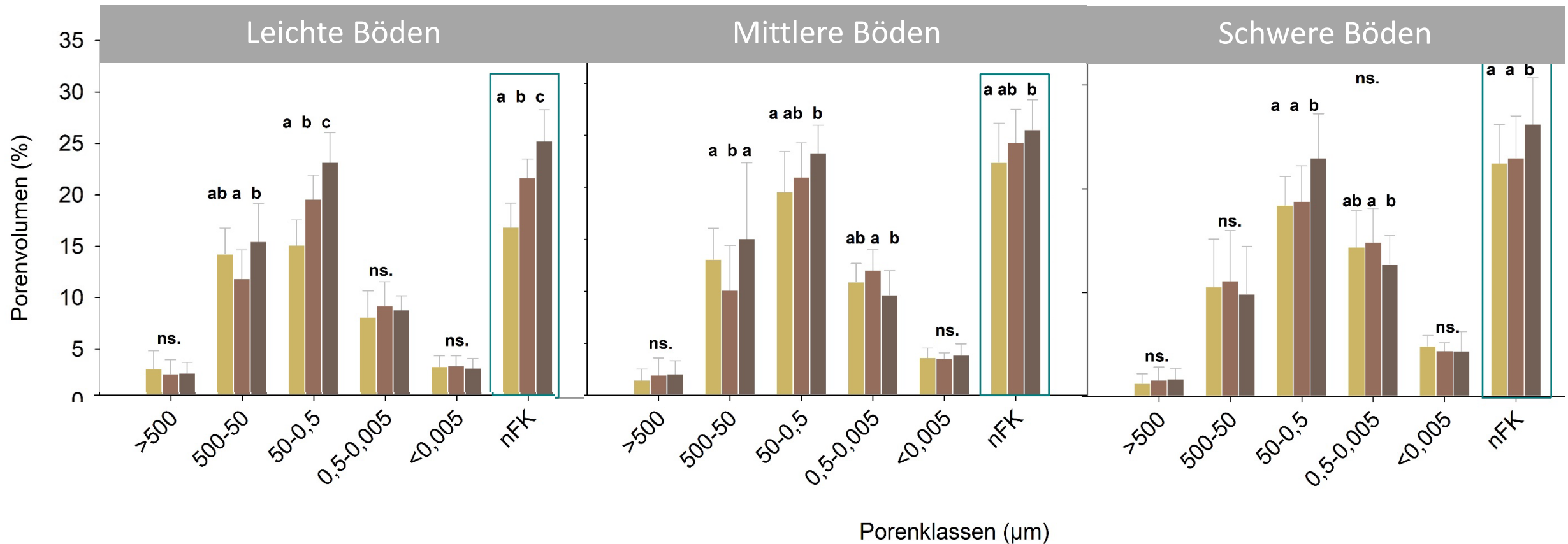
Aus Scheffer/Schachtschabl, 17. Auflage



Bodenpilze mit Hyphen (ca. 1 – 50 µm) durchziehen den Boden in größeren Porenräumen (Mittelporen-feine Grobporen). Pilze sind mobiler und können besser Sprossrückstände (auch Stroh mit weitem CN) aufschließen.

Bodenbakterien leben vornehmlich in Wasserfilmen an der Oberfläche von Mineralteilchen (Mittelporen > 0.2 µm). Bakterien sind kaum mobil und konzentrieren sich an Hotspots (Rhizosphäre).

Boden.Pioniere



Pflanzenverfügbare Wassermenge (nFK)

Leichte Böden (< 15 % Ton)

Standard vs. Pionier: + 29.5 %
Pionier vs. Referenz: + 13.4 %

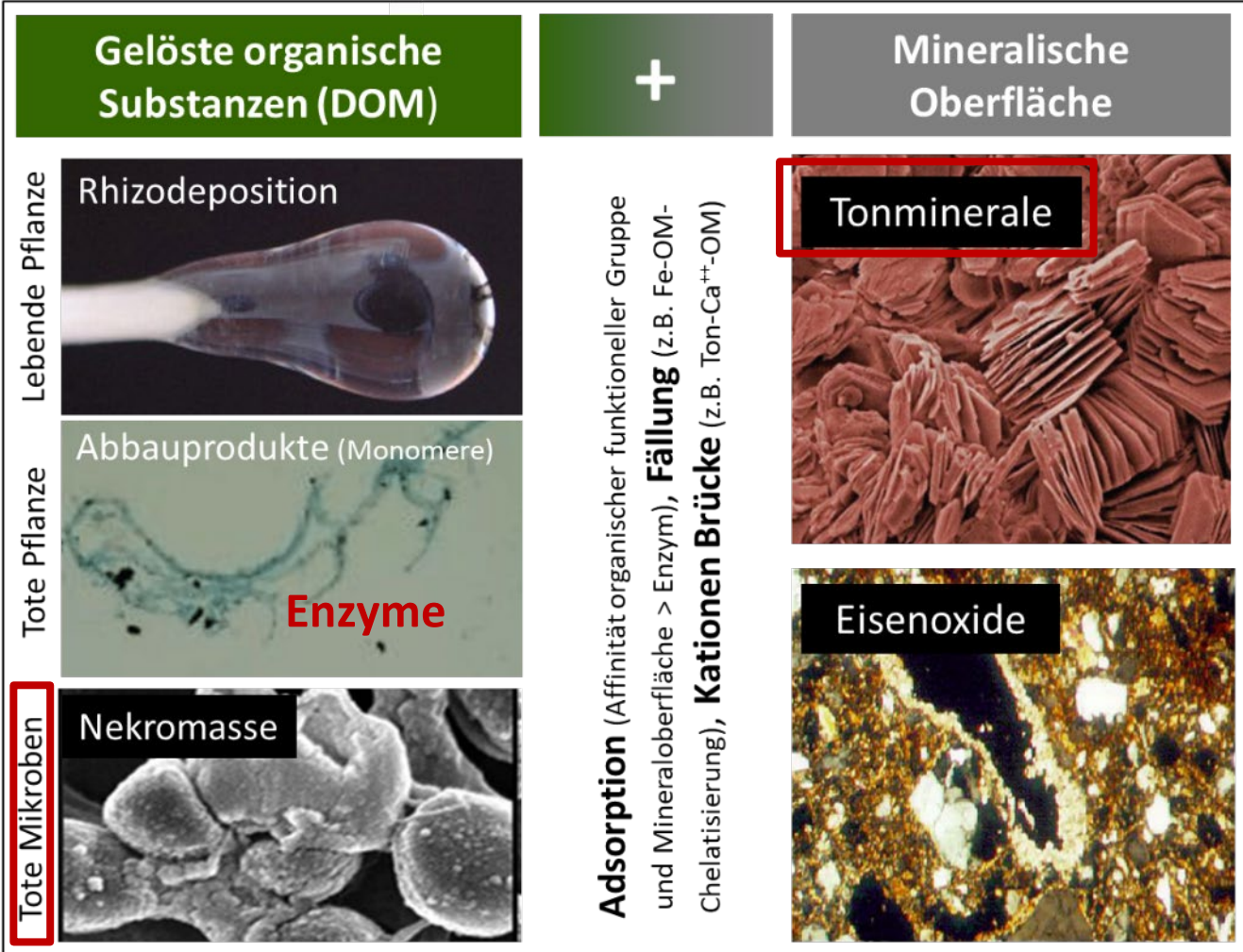
Mittlere Böden (15 – 25 % Ton)

Standard vs. Pionier: + 7.7 %
Pionier vs. Referenz: + 6.4 %

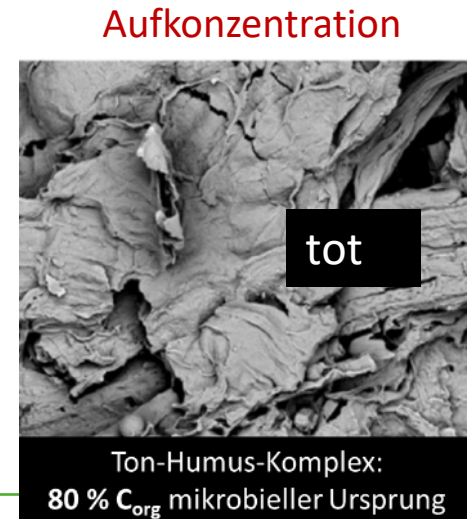
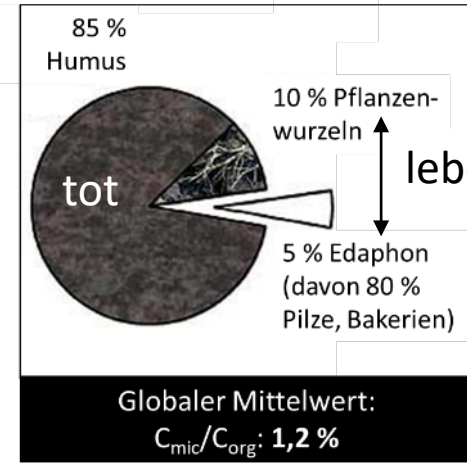
Schwere Böden (> 25 % Ton)

Standard vs. Pionier: + 0.3 %
Pionier vs. Referenz: + 10.8 %

Bildungspfade für C_{org}



Mikrobielle Kohlenstoffpumpe



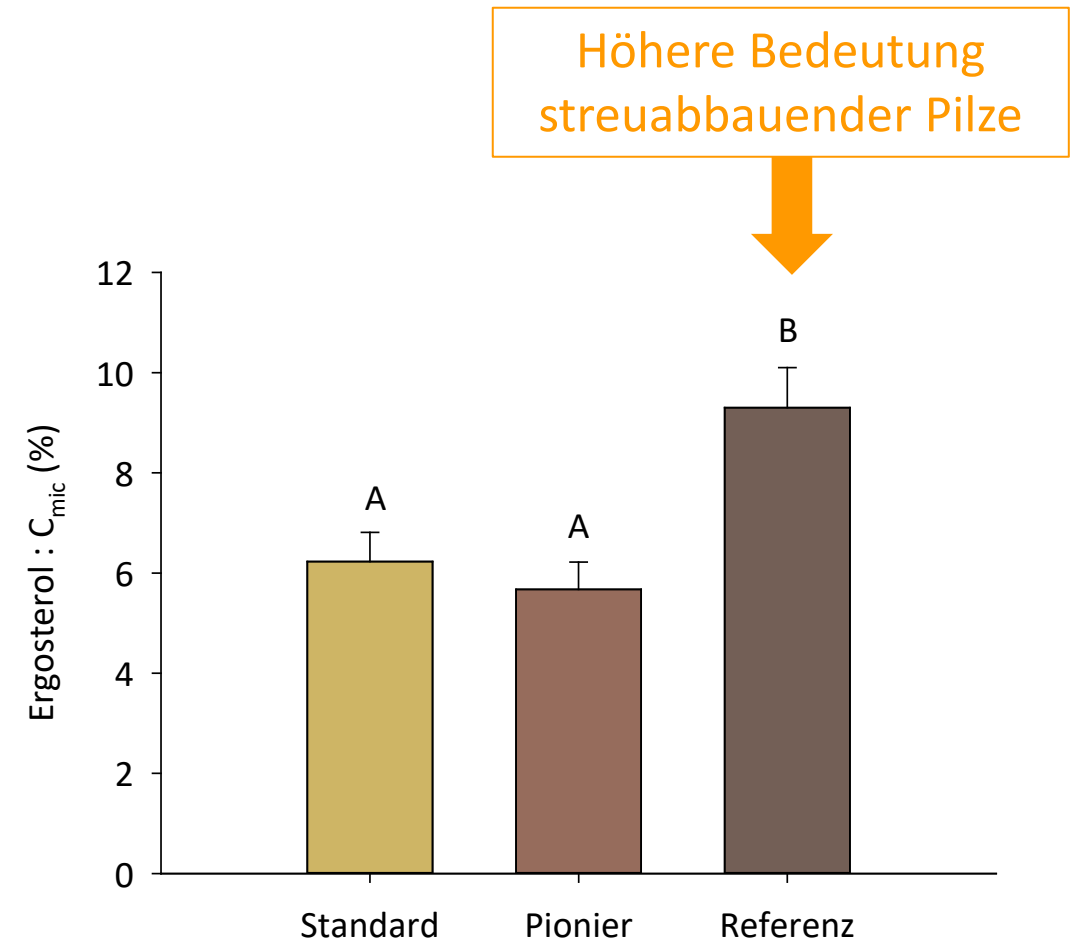
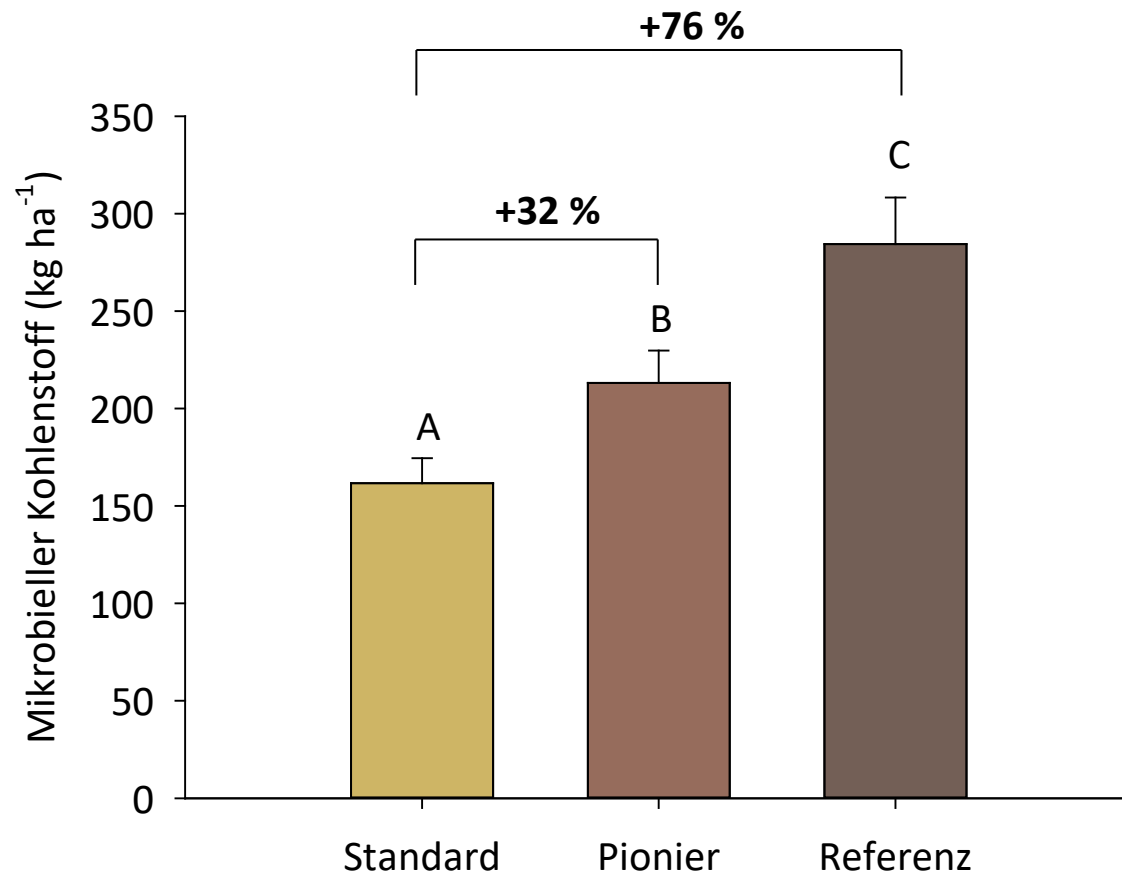
lebendig

Vom Klimastandpunkt:
„A schene Leich...“

... mit hohen mittleren Verweilzeiten im Boden, da die starke Bindung an Mineraloberflächen den Kannibalismus erschwert.

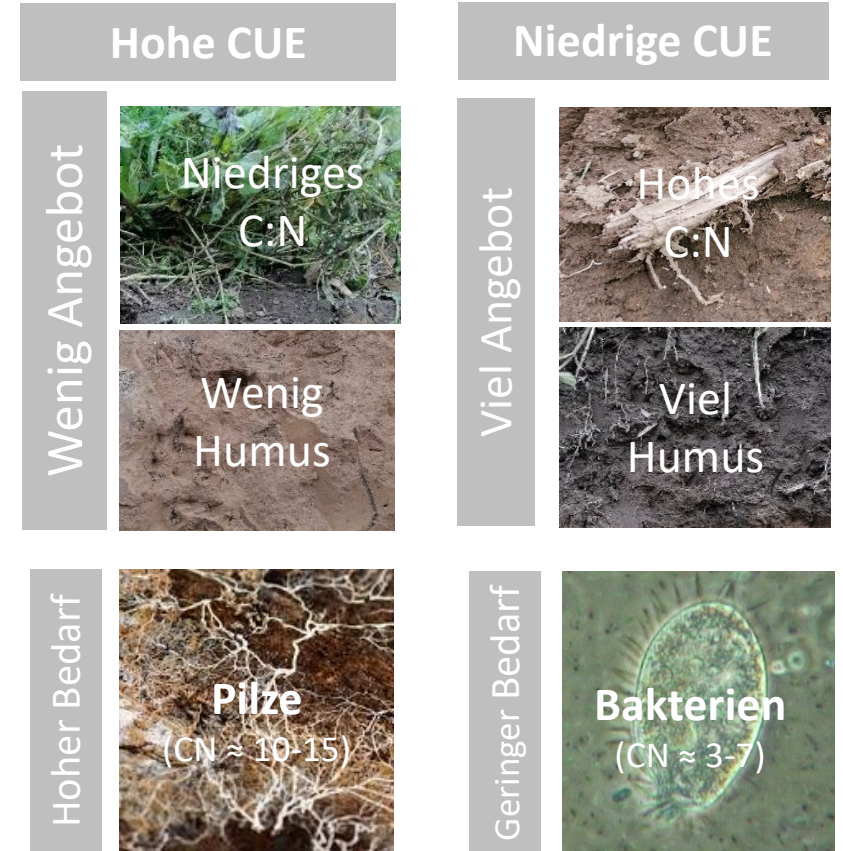
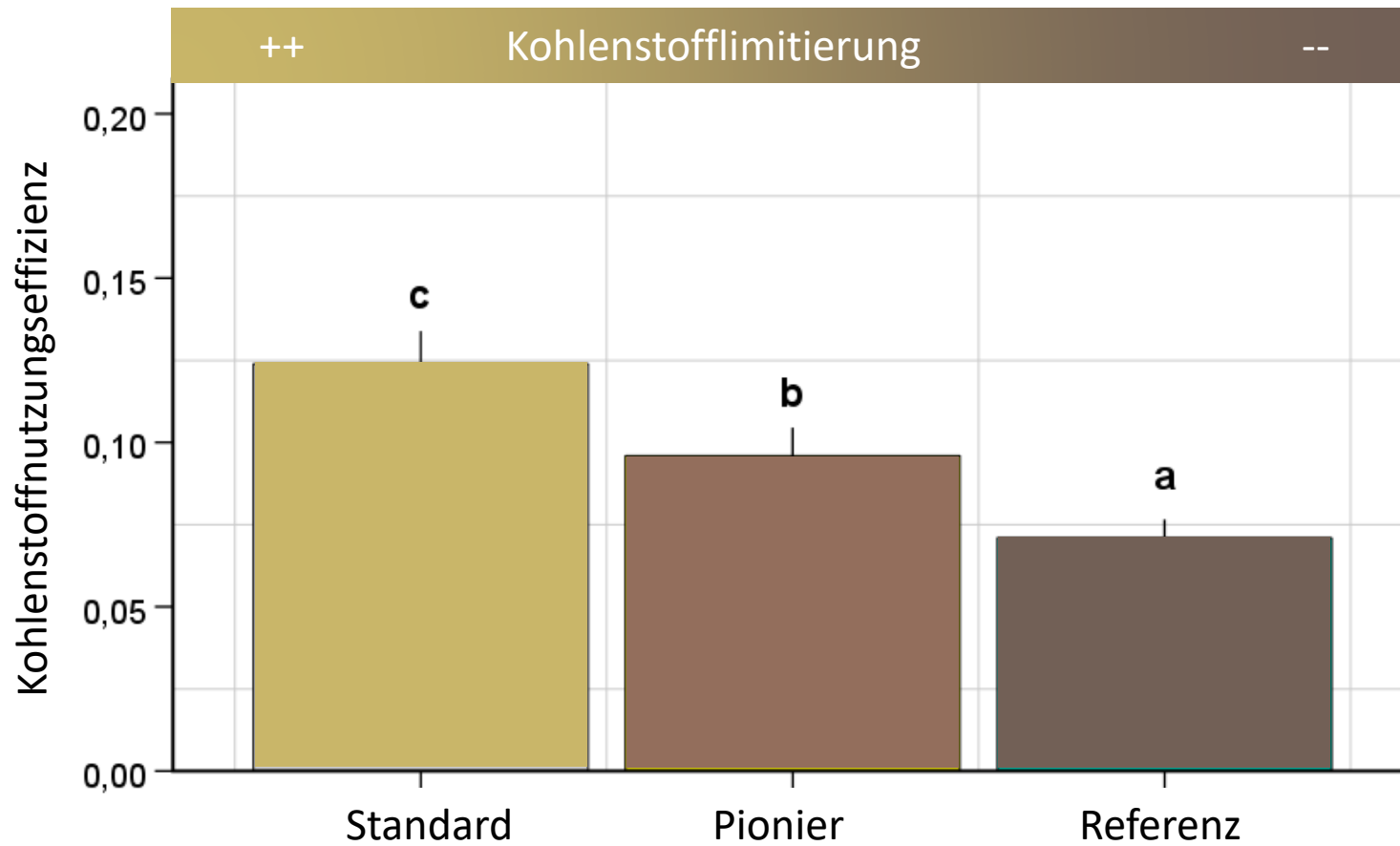
Liang and Balser 2011. Nature Reviews Microbiology 9;
Zhu et al. 2020, Global Change Biology 26

Was ändert sich im Bodenleben?



Verarbeitungseffizienz

Definition: Kohlenstoffnutzungseffizienz = $\text{Atmung} / \text{Wachstum}$



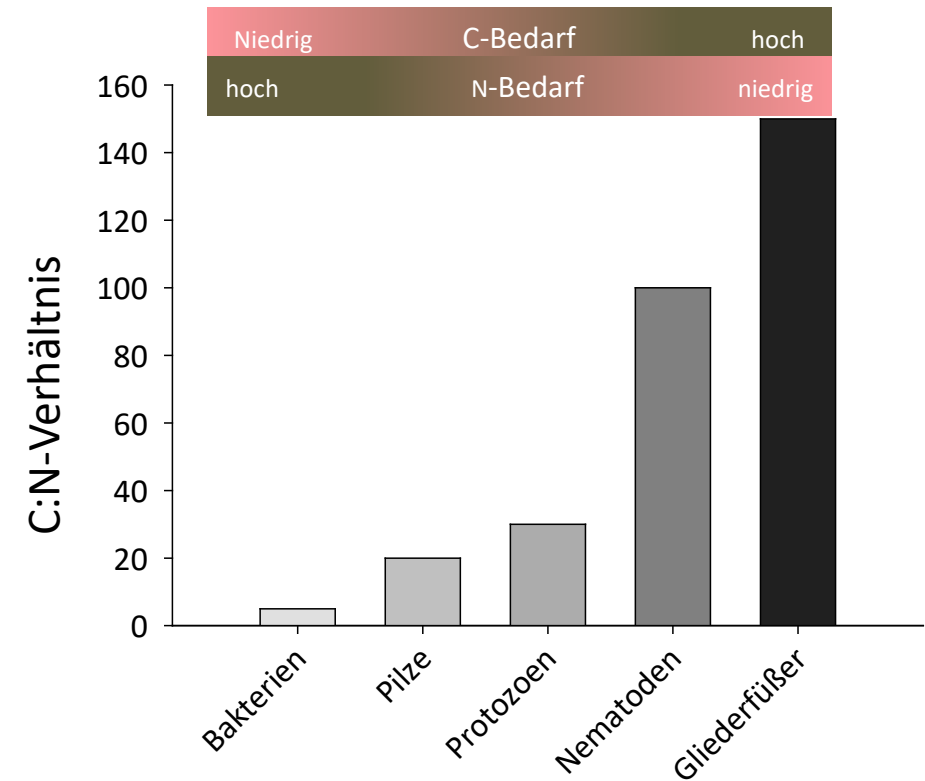
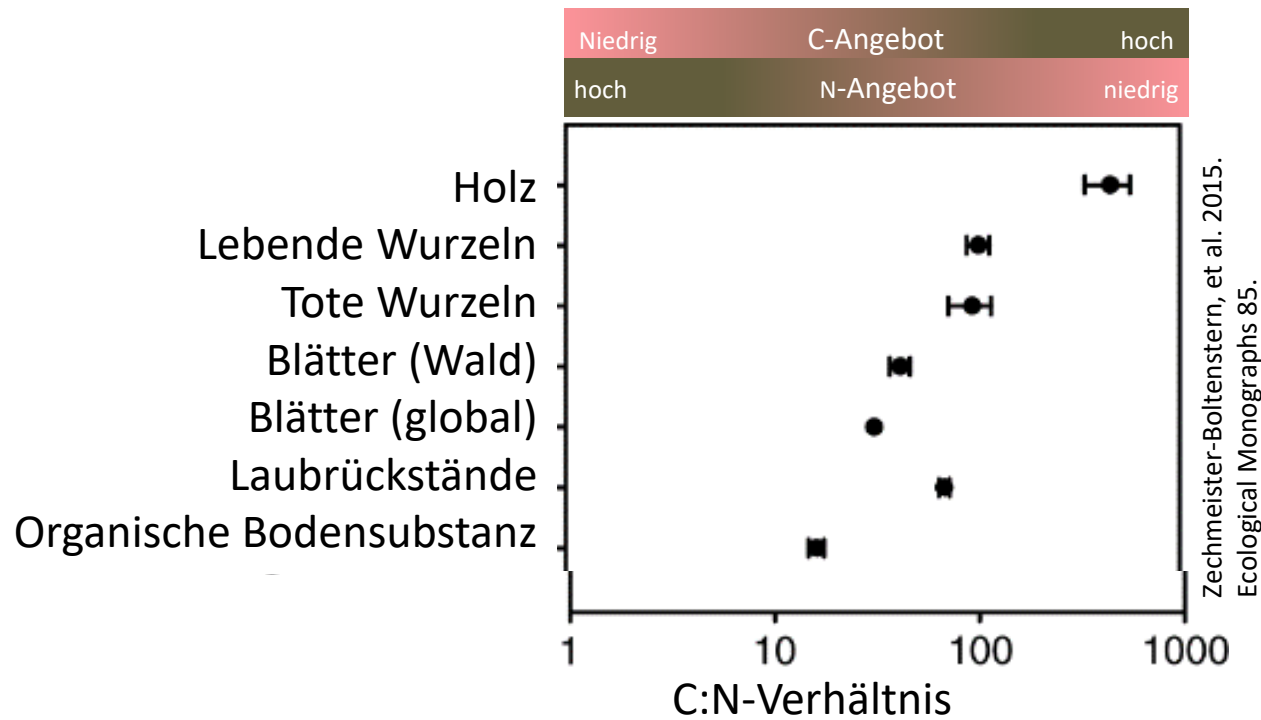
...nicht die Stickstoffseite vergessen

Kohlenstoff und mehr Stoffe

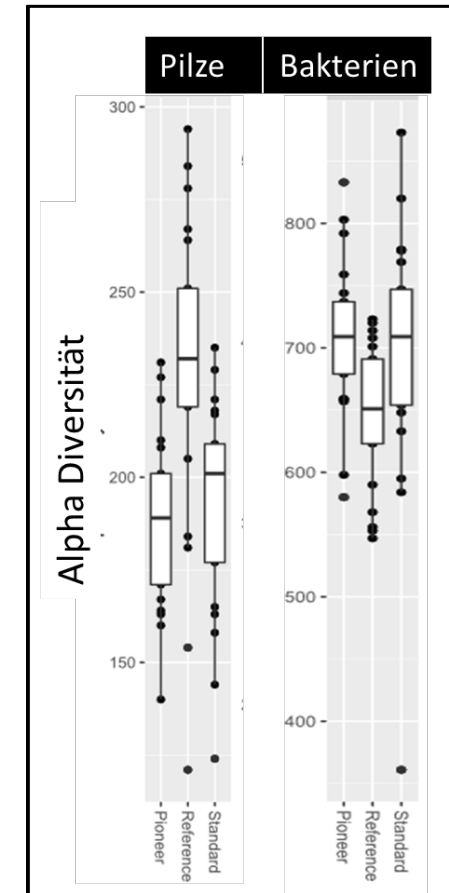
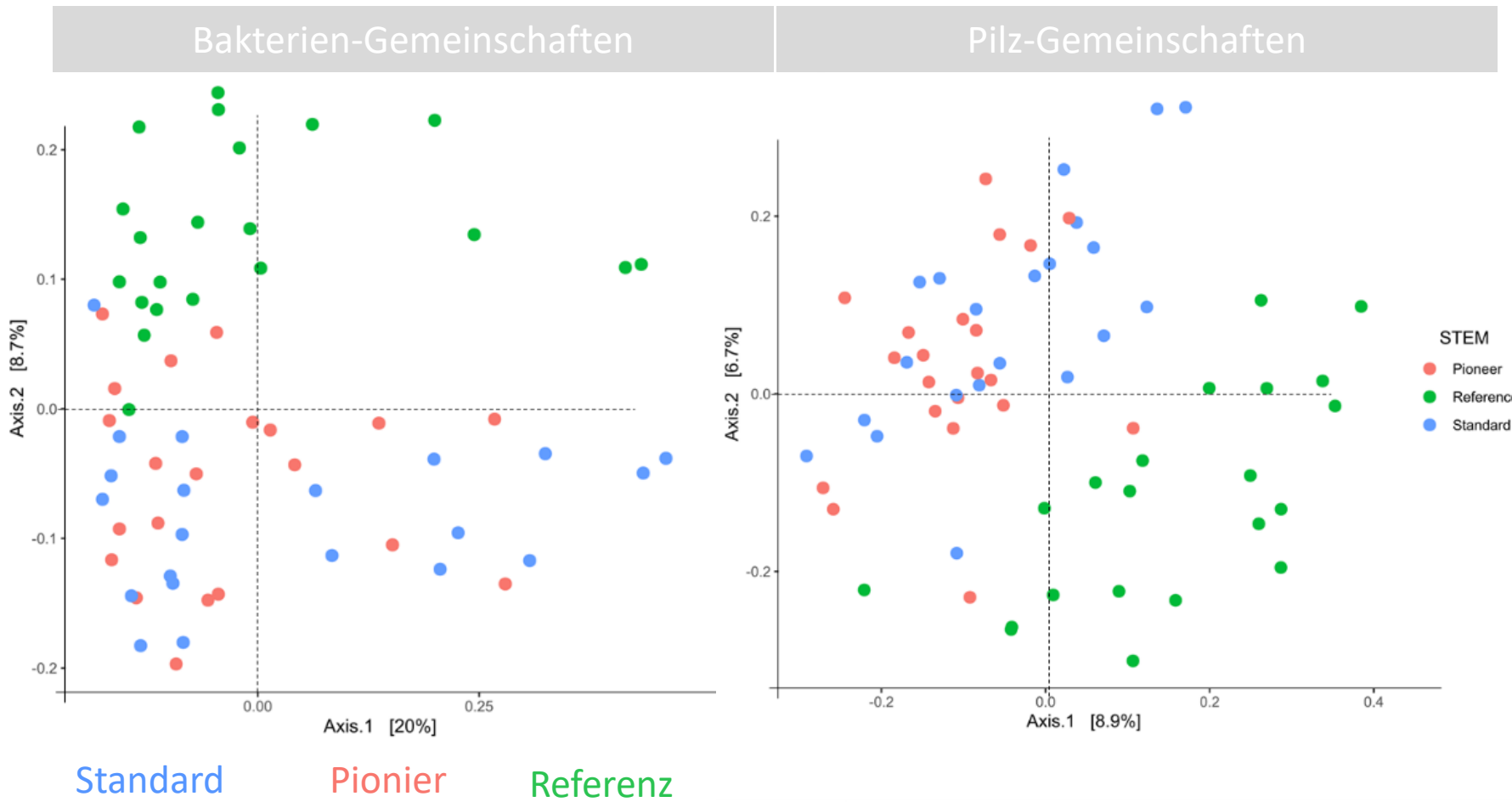


AGROKULTUR WIEN

Materialien Position in der Nahrungskette



Weil keiner zu viel von dem fressen will, was er schon hat



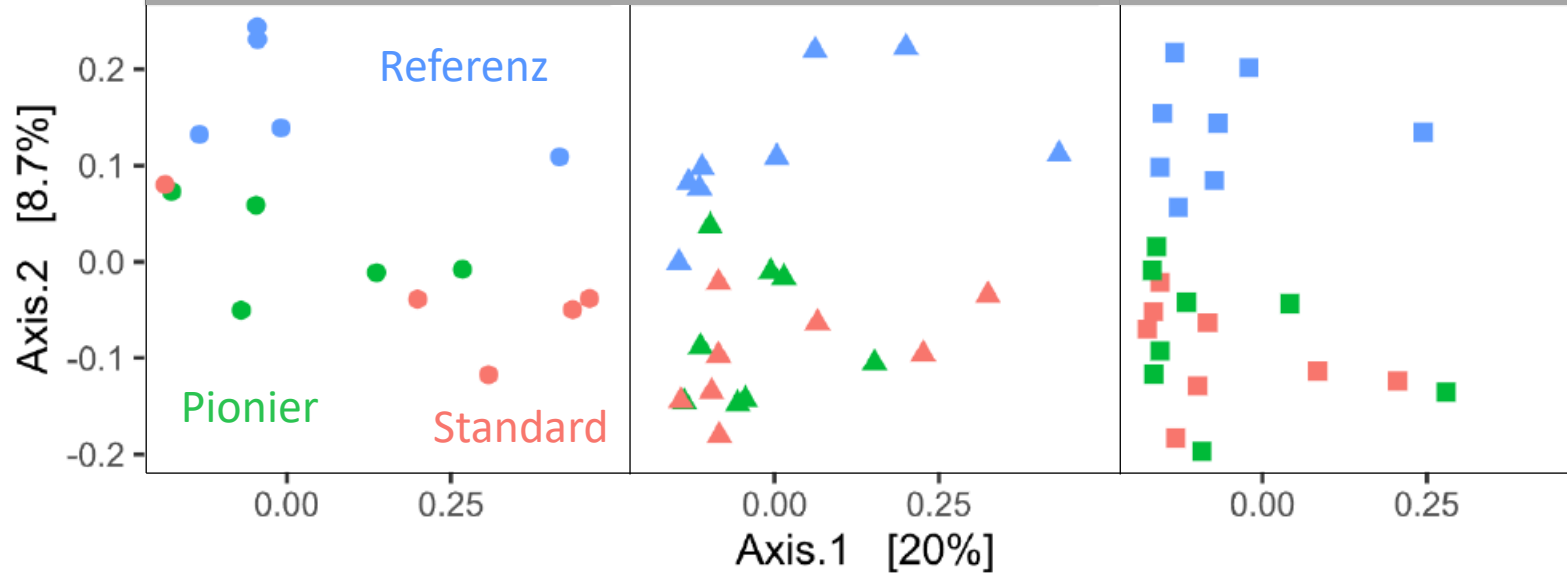
Unterschiedliche Gemeinschaften zwischen ackerbaulichen Systemen und nicht ackerbaulichen Flächen. Hinweise auf unterschiedliche Effekte bei Pilzen und Bakterien.

Bakterien-Gemeinschaften

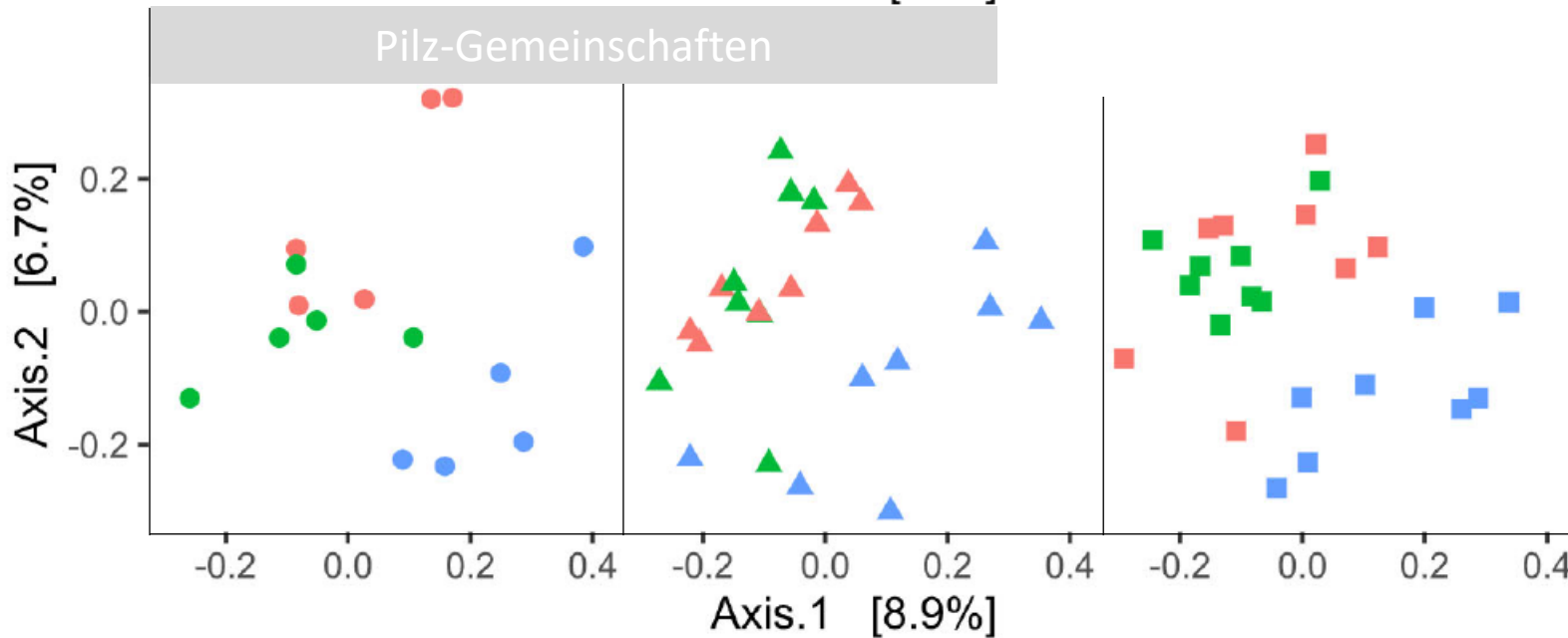
Leichte Böden

Mittlere Böden

Schwere Böden

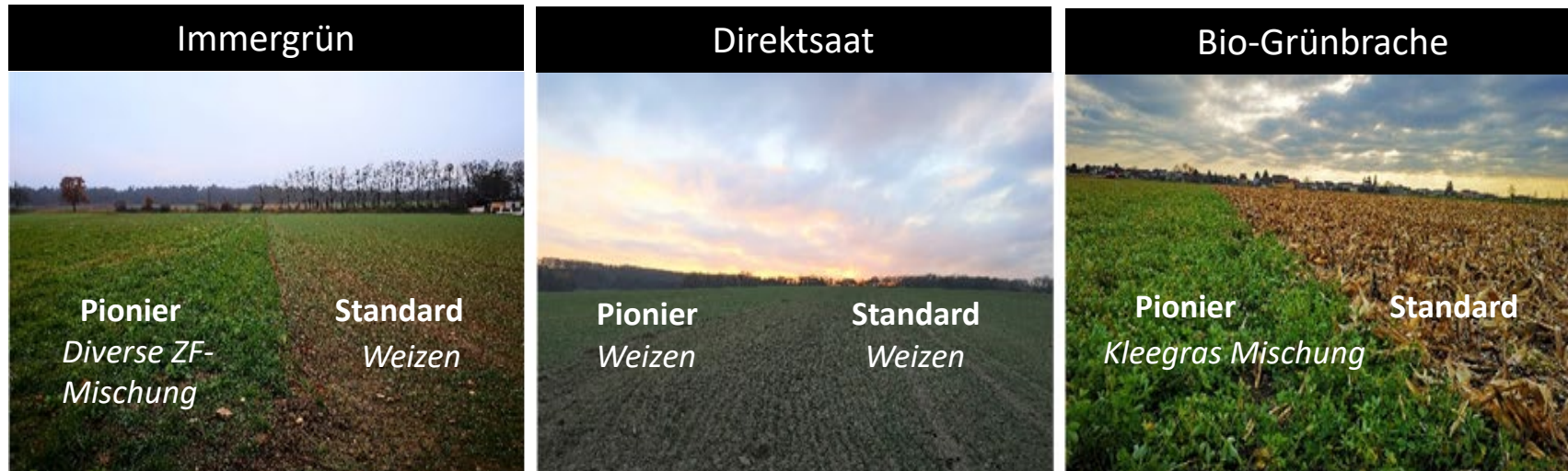


Pilz-Gemeinschaften



Hinweise auf unterschiedliche Effekte bei Pilzen und Bakterien vor allem in sandigen Böden

Labor vs. Feldmethoden für Bodengesundheit



	Leichter Boden	Mittlerer Boden	Schwerer Boden
Bodentyp	Braunerde	Regosol	Tschernozem
Corg (%)	1.28 (P) / 0.75 (St)	1.91 (P) / 1.83 (St)	3.34 (P) / 2.12 (St)
Textur	Lehmiger Sand	Lehmiger Schluff	Schluffiger Lehm

— **Beprobung:** Oberboden (0-10 cm), 5 Einstiche entlang eines Transekts —

Oxidierbarer Kohlenstoff



↪ PoxC Messung
Auswertung von
Bildpunkten

Mikrobielle Aktivität



↪ Atmung mit günstigem
NDIR Raumluftgütesensor

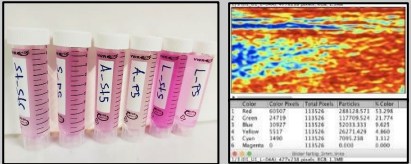

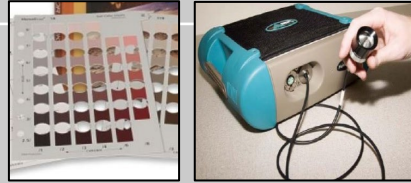
Organischer Kohlenstoff



↪ Humus Anschätzung mit
Munsell Karte

Idee

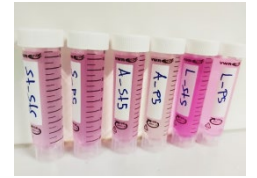
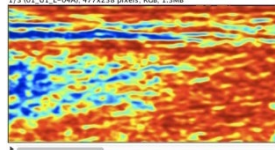
- Sind Feldmethoden in der Lage Managementunterschiede zu erfassen?
- Wie sieht der Vergleich mit Laborergebnissen aus?

Parameter	Methode	Anwendung	
Oxidierbarer Kohlenstoff PoxC	Pixel Farbauswertung	Feld	
	Photometer bei 550 nm	Labor	
Mikrobielle Aktivität	NDIR - Luftsensor	Feld	
	SIR – GC	Labor	
Organischer Kohlenstoff Corg	Munsell Farbkarte ASD FeldSpec*	Feld	
	Elementar Analysator	Labor	

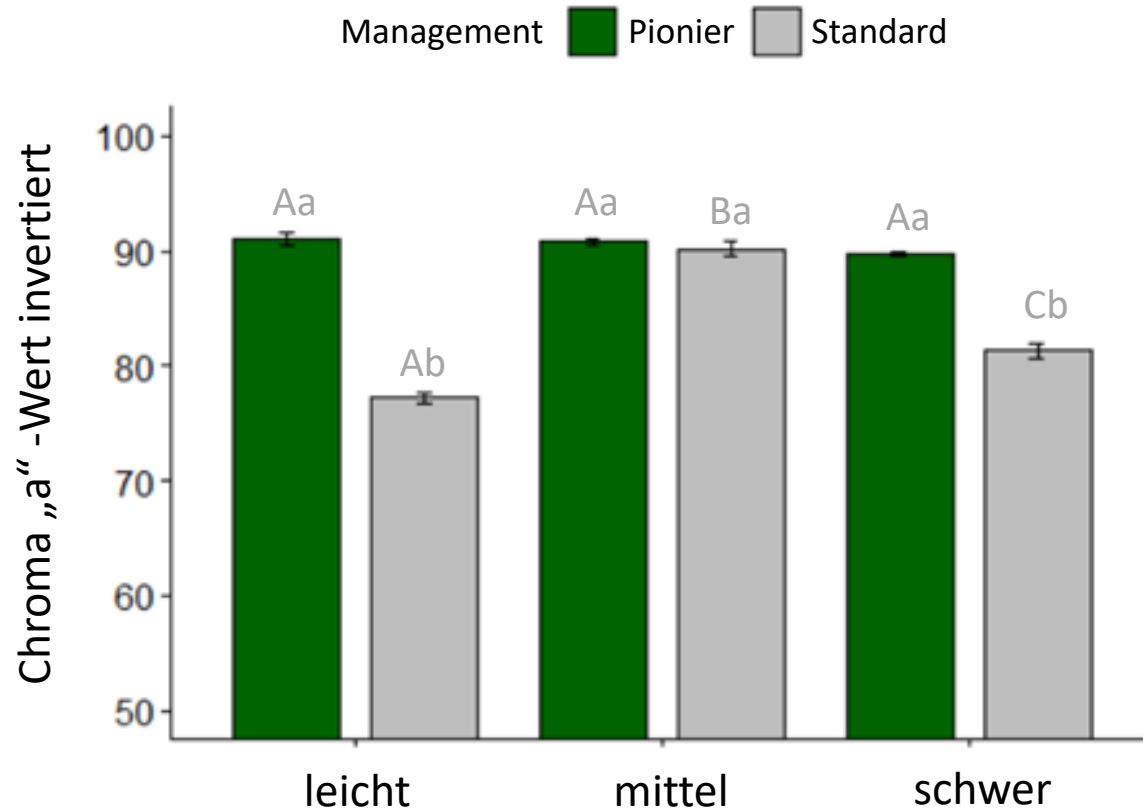
**Vergleich mit allen Boden.Pionier Proben*

Statistische Auswertung: Robuste ANOVA nach Wilcox (2017)

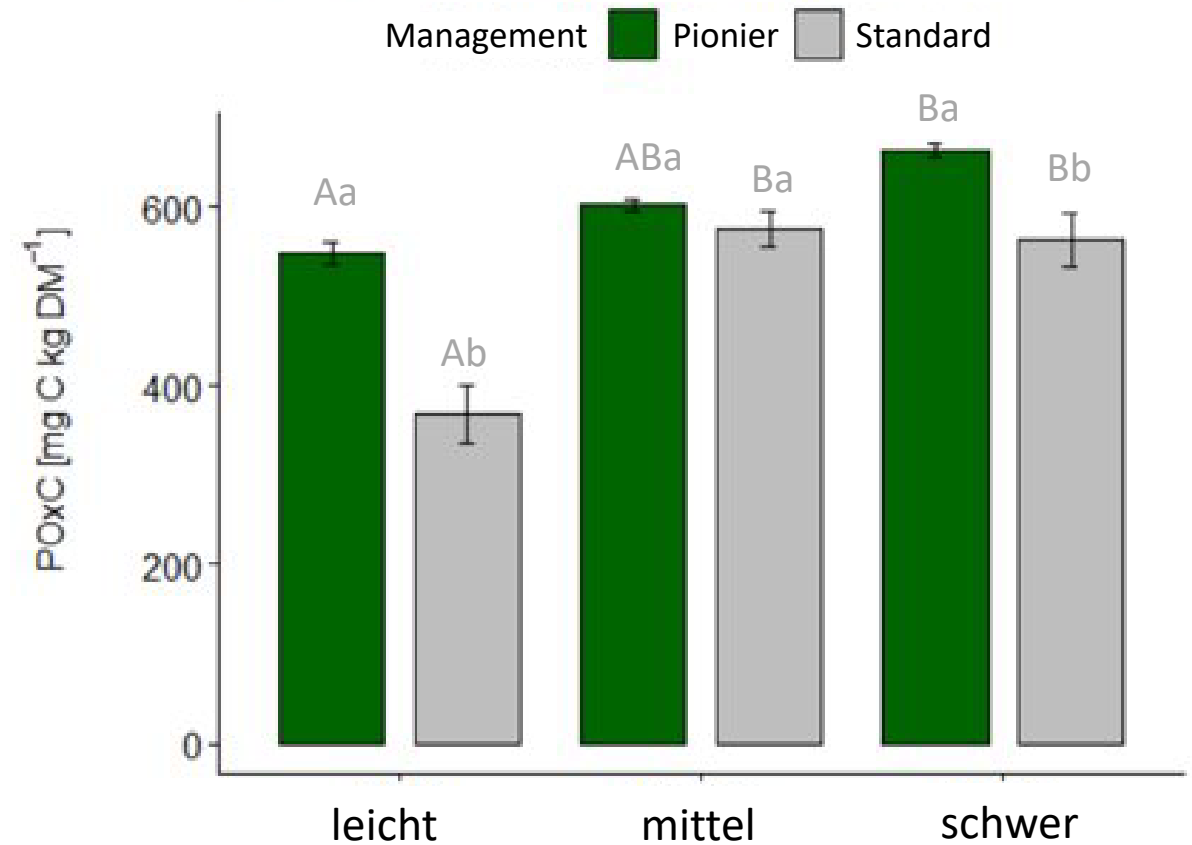
Oxidierbarer Kohlenstoff (POxC)



Feld Methode (Farbe)



Labor Method (Photometer)

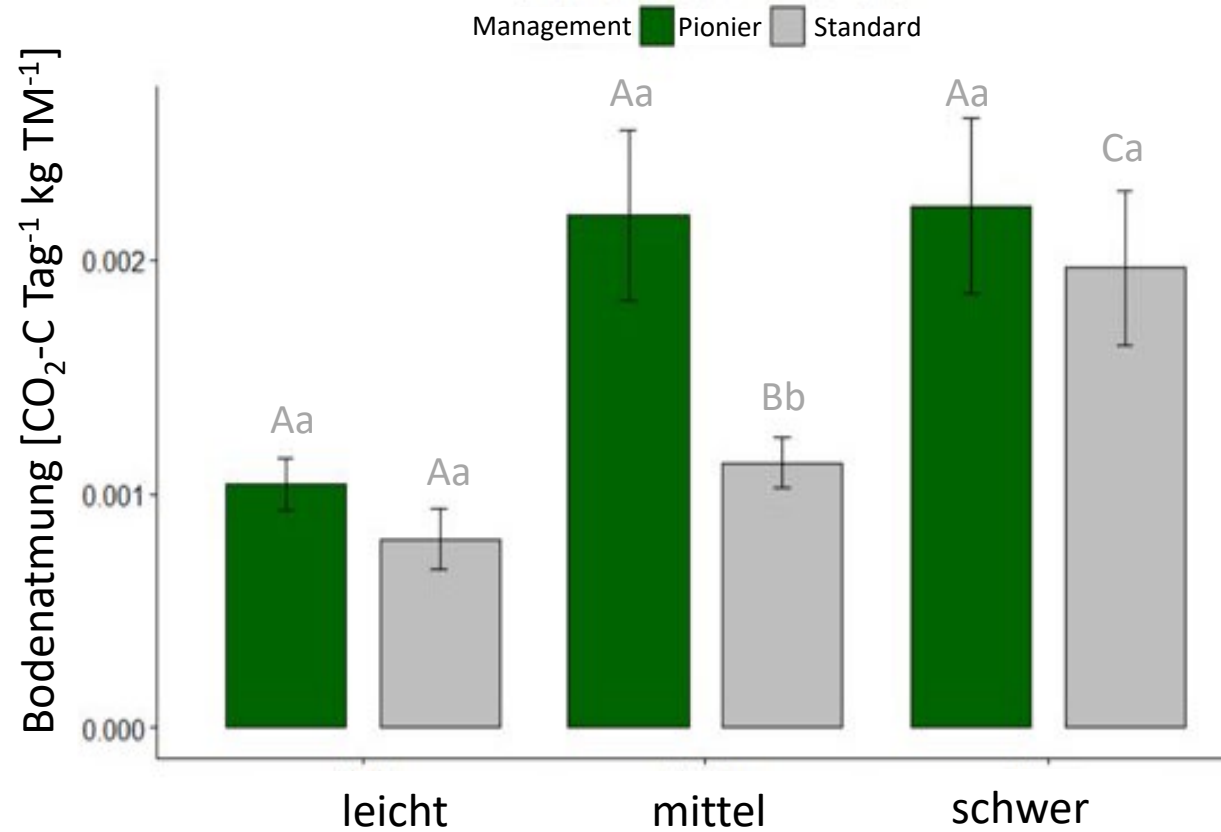


Großbuchstaben geben Unterschied zwischen Standorten (Textur), Kleibuchstaben geben signifikante Unterschiede im Management an (LSD, p=0.05).

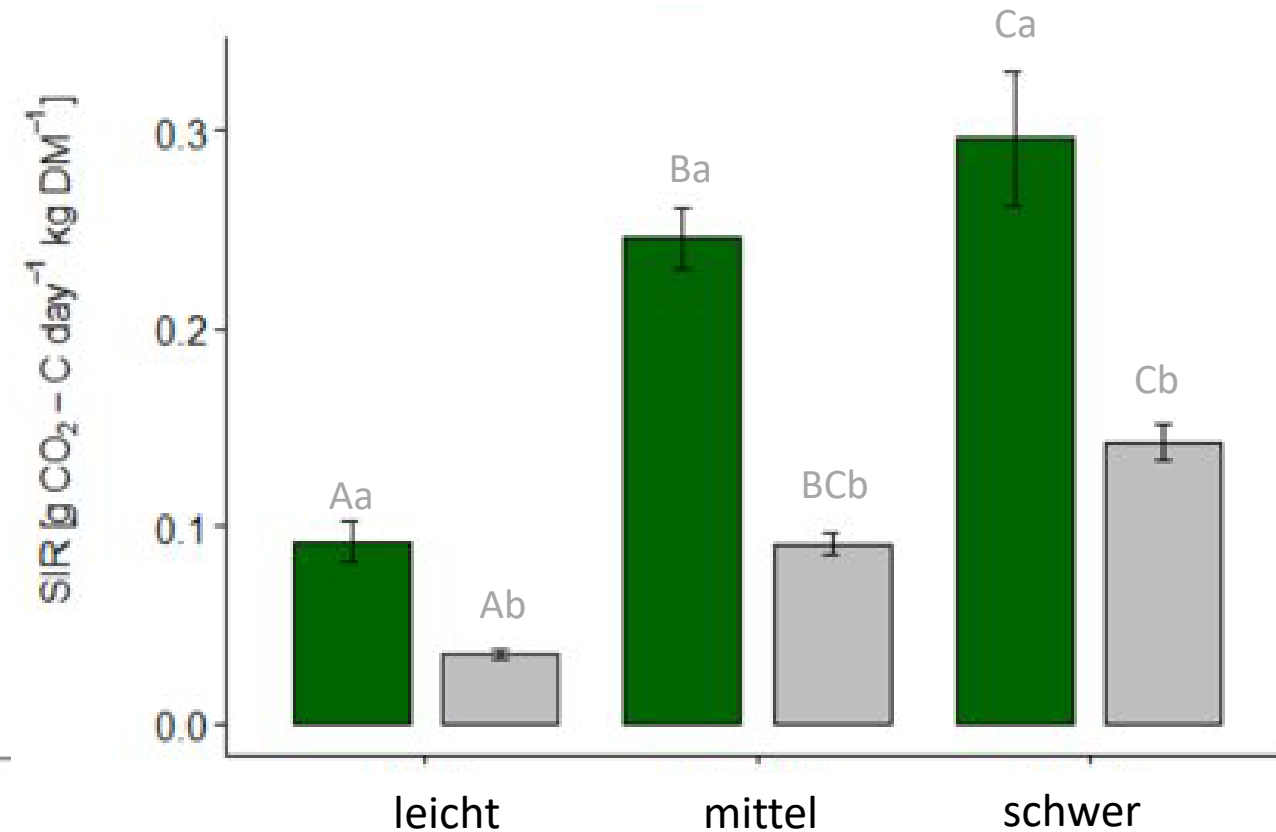
Bodenatmung



Feld Methode (NDIR - Luftsensor)



Labor Methode (SIR - GC)



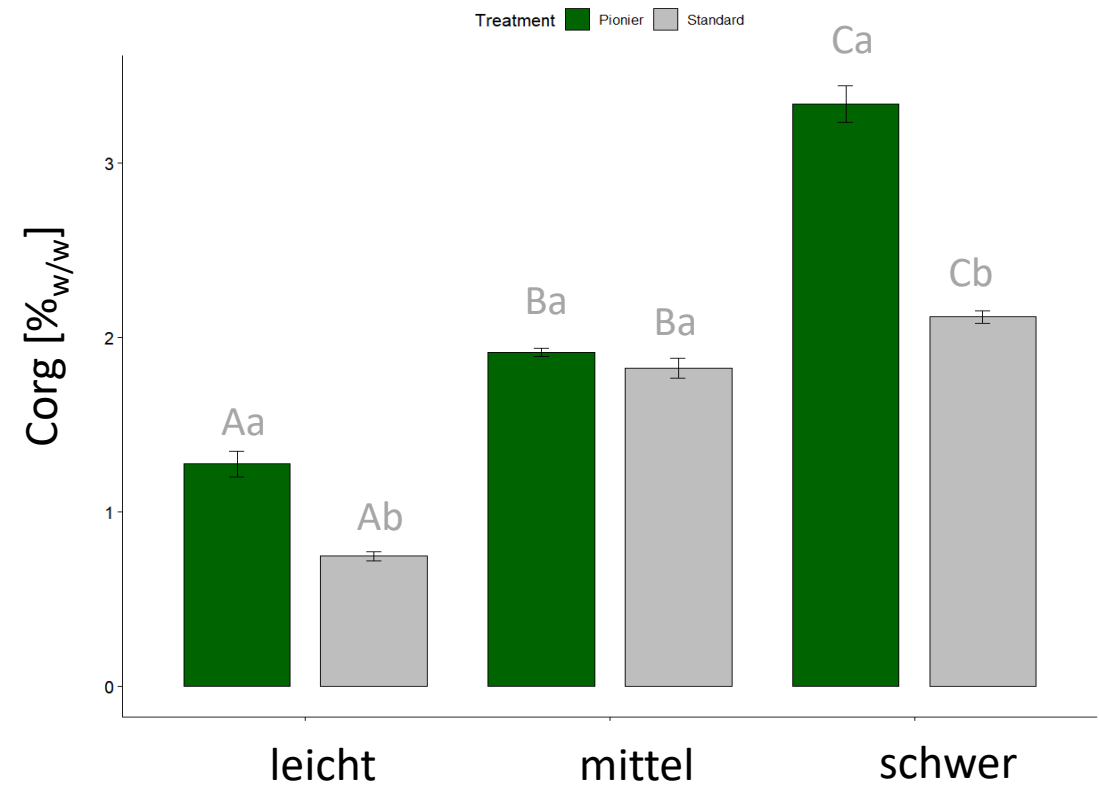
Großbuchstaben geben Unterschied zwischen Standorten (Textur), Kleibuchstaben geben signifikante Unterschiede im Management an (LSD, $p=0.05$).

Organischer Kohlenstoff (Corg)

Feld Methode (Munsell Farbkarte)



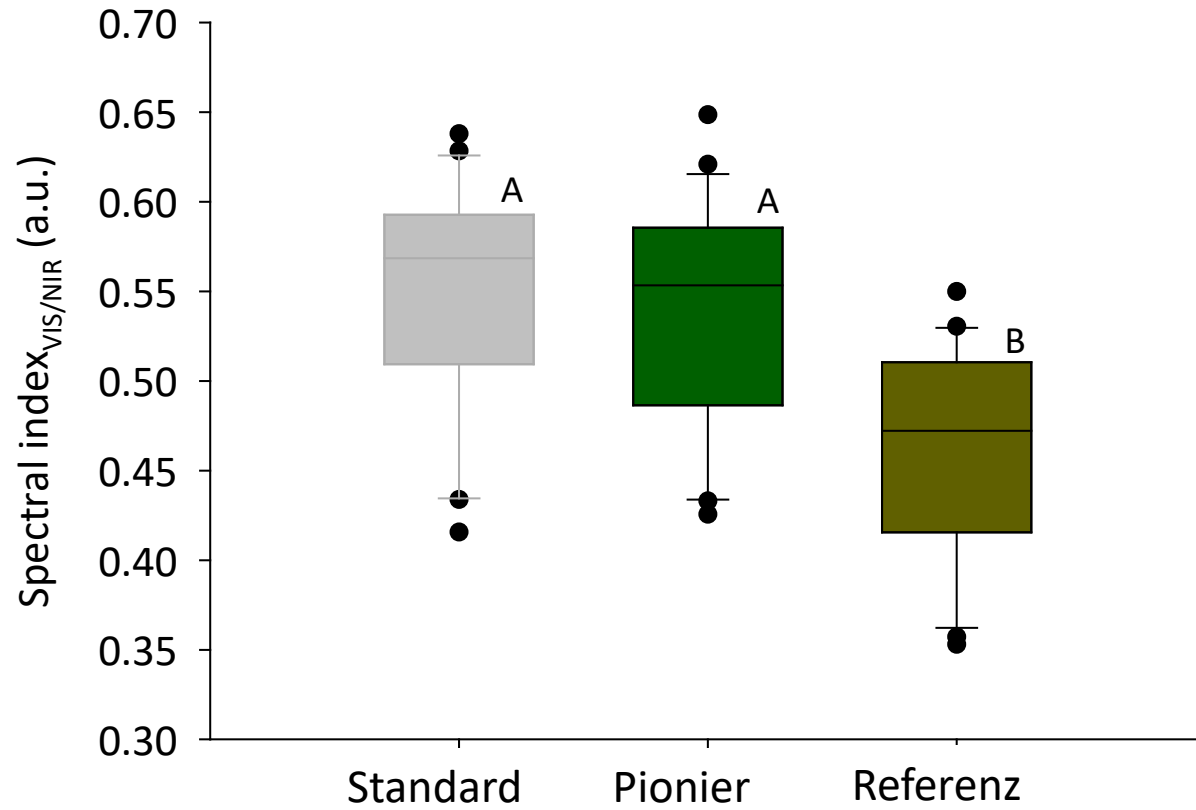
Labor Methode (Elementar Analysator)



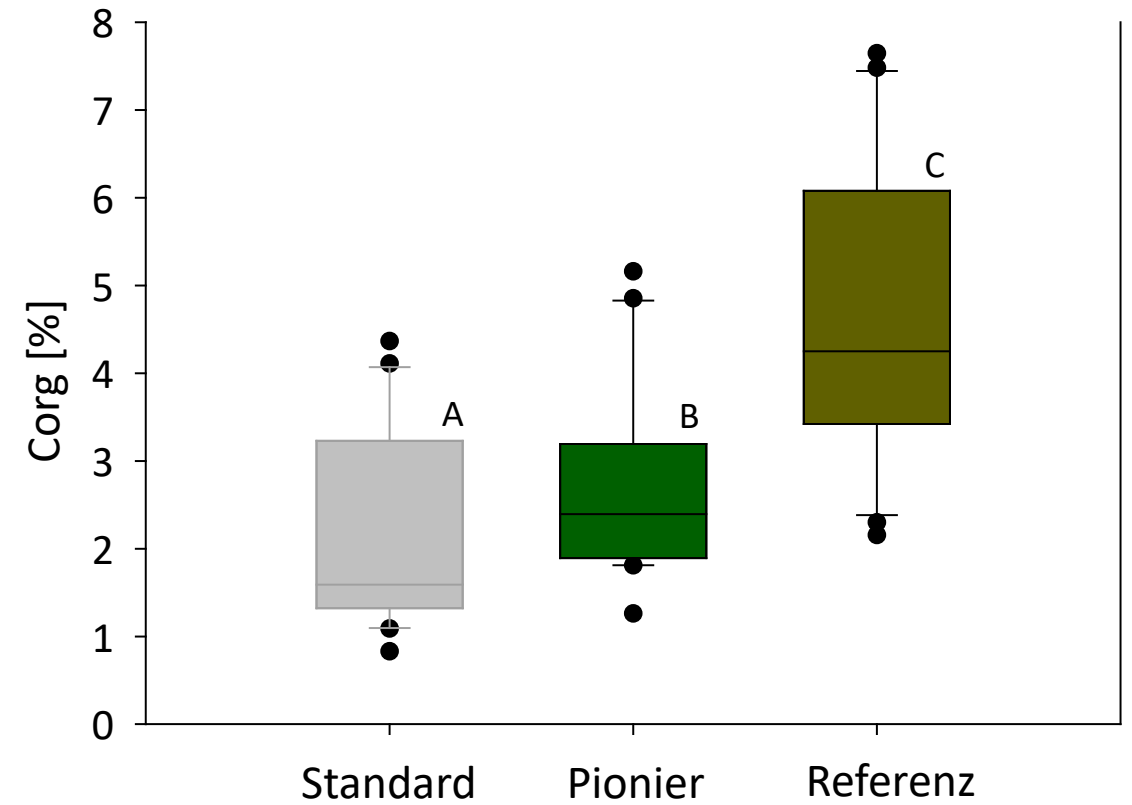
Großbuchstaben geben Unterschied zwischen Standorten (Textur),
Kleibuchstaben geben signifikante Unterschiede im Management an (LSD, $p=0.05$).

Organischer Kohlenstoff (Corg)

Feld Method (ASD FieldSpec)



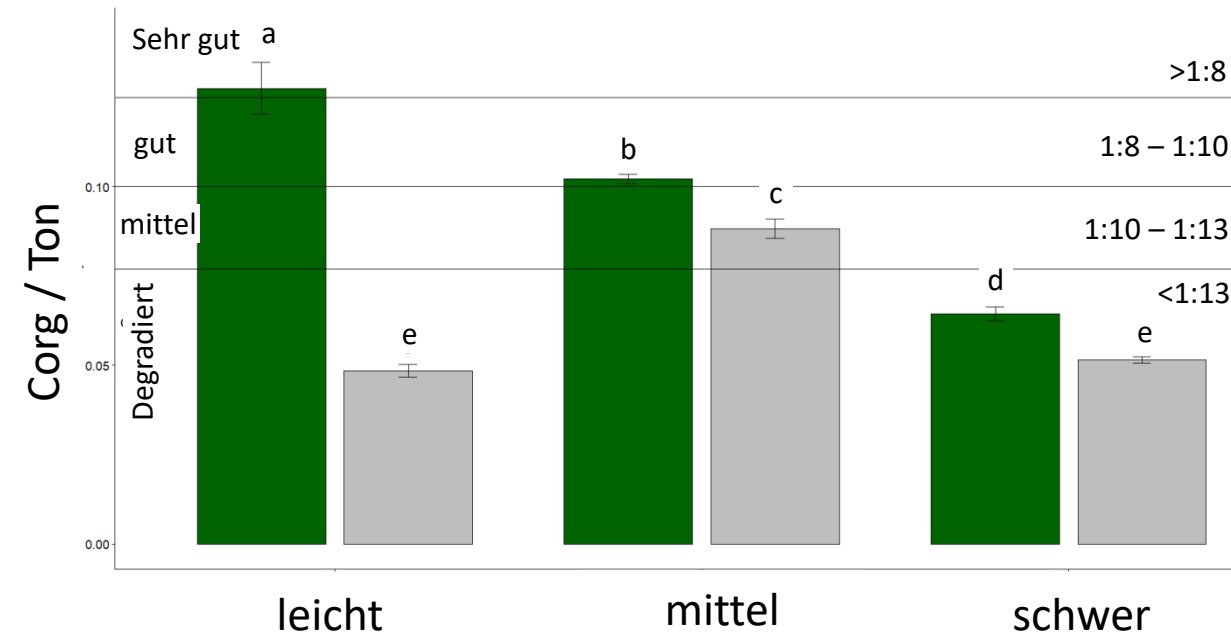
Labor Method (Elementar Analysator)



Verhältnisse / Parameter für die Ermittlung gesunder Böden

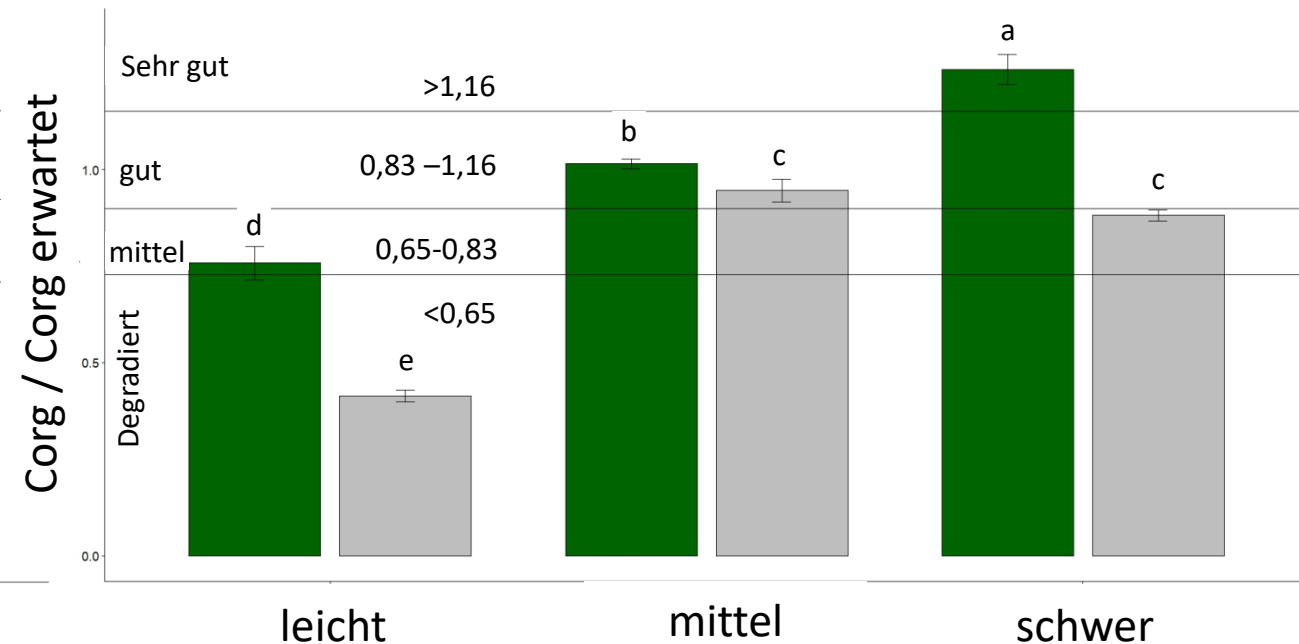
Corg/Ton (nach Johannes et al., 2017)

<https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.04.021>

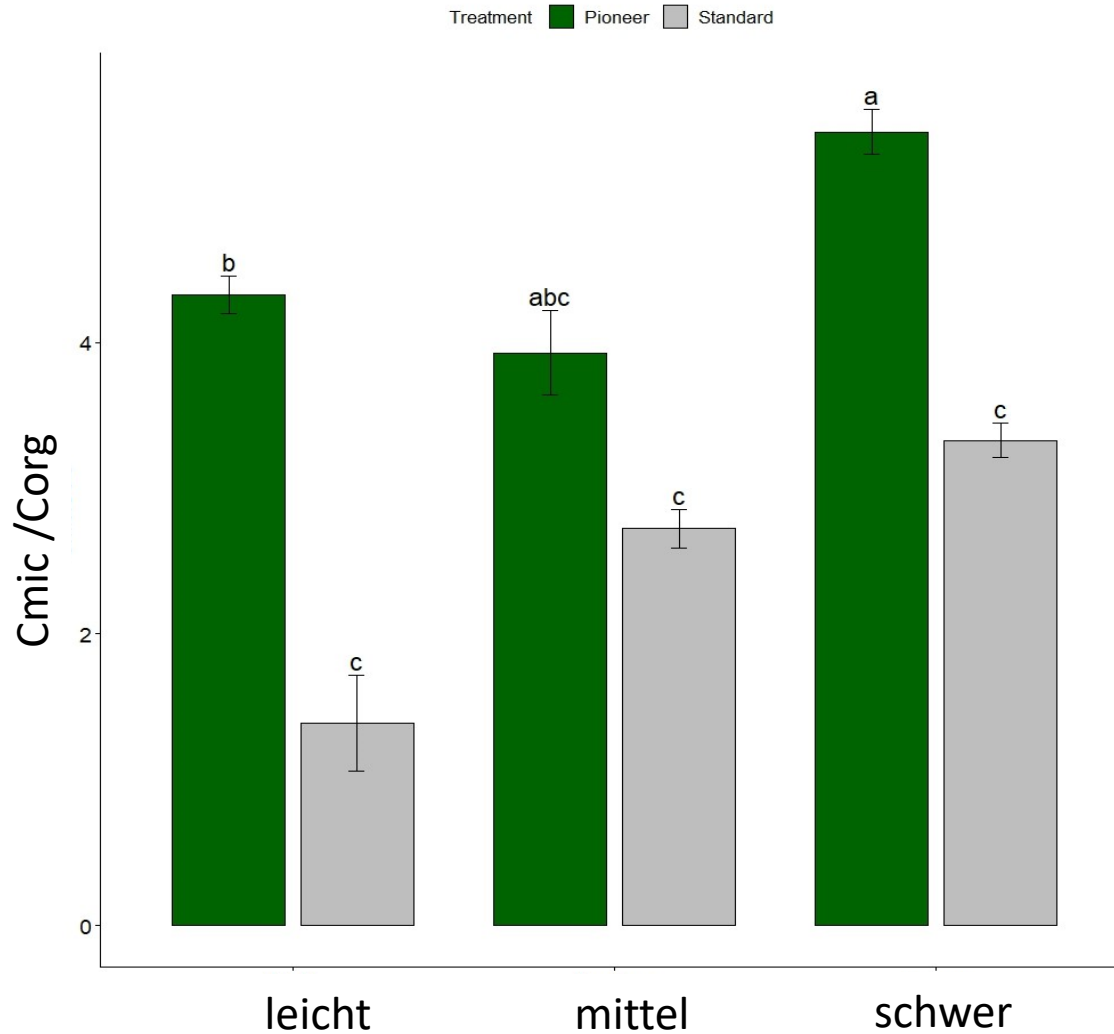


Corg/Corg_{erwartet} (nach Poeplau&Don 2023)

<https://doi.org/10.1111/sum.12921>



Strukturparameter zeigt solide Werte bei leichteren Böden, problematisch für hohe Tongehalte.
Alternative: Corg/Corg_{erwartet}



- Gute Differenzierung für Managementunterschiede
- Ähnliche Ergebnisse wie Corg/Corg erwartet
- ABER: frische Böden für Analyse wichtig!

Schlussfolgerungen



- Pionierbetriebe können im Mittel den Humusgehalt **um 22% steigern**, mit den **höchsten Steigerungspotentialen** auf **leichten Böden**
- Der **labile Kohlenstoff** als Futterquelle für Bodenmikroorganismen steigt in ähnlichem Ausmaß wie das **Bodenleben** und dessen **Nekromasse**, mit signifikant **höheren** Werten auf Pionierbetrieben.
- Feldmethoden können teilweise Bodengesundheit durch Management vorhersagen.
- Die Grenzen für die **Anwendbarkeit von Bodengesundheitsindikatoren** sollten immer berücksichtigt werden
- **Realistische Abschätzung** von Humusaufbau Potentialen kann durch „on-farm“ **Forschung** abgebildet werden. Die bisherigen Ergebnisse stellen dabei die **Bodengesundheit** in den Vordergrund.



150 JAHRE
NACHHALTIG
VORAUSSCHAUEN
1872 - 2022

UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR WIEN

Universität für Bodenkultur Wien

Department für Wald und Bodenwissenschaften
Institut für Bodenforschung
Katharina Keiblinger

Peter Jordan Strasse 82
A-1190 Wien
Tel: +43 1 47654 91141
Email: katharina.keiblinger@boku.ac.at



Danke für die finanzielle Unterstützung:



GESELLSCHAFT FÜR
**FORSCHUNGS
FÖRDERUNG**
NIEDERÖSTERREICH



UMWELTFONDS

Fonds zur Förderung einer nachhaltigen Entwicklung
der Region rund um den Flughafen Wien