

Die neue Humustheorie

Wie nutze ich die Erkenntnisse im Steinobstanbau?

Dr. Konrad Egenolf, FB61 - LWK NRW

49. Bundessteinobstseminar

05.12.2024

Die Relevanz des Bodens als Kohlenstoff-Speicher

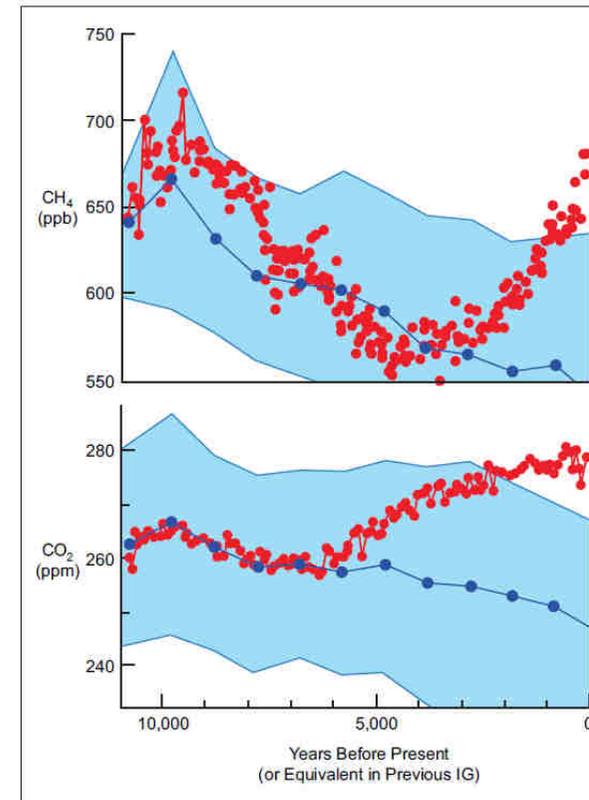
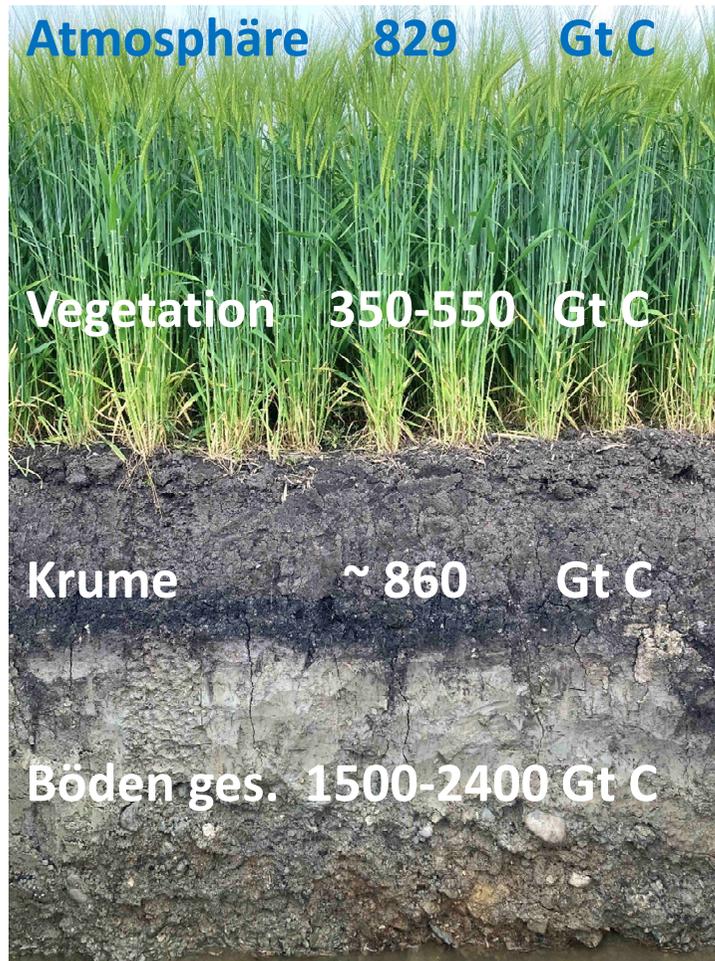
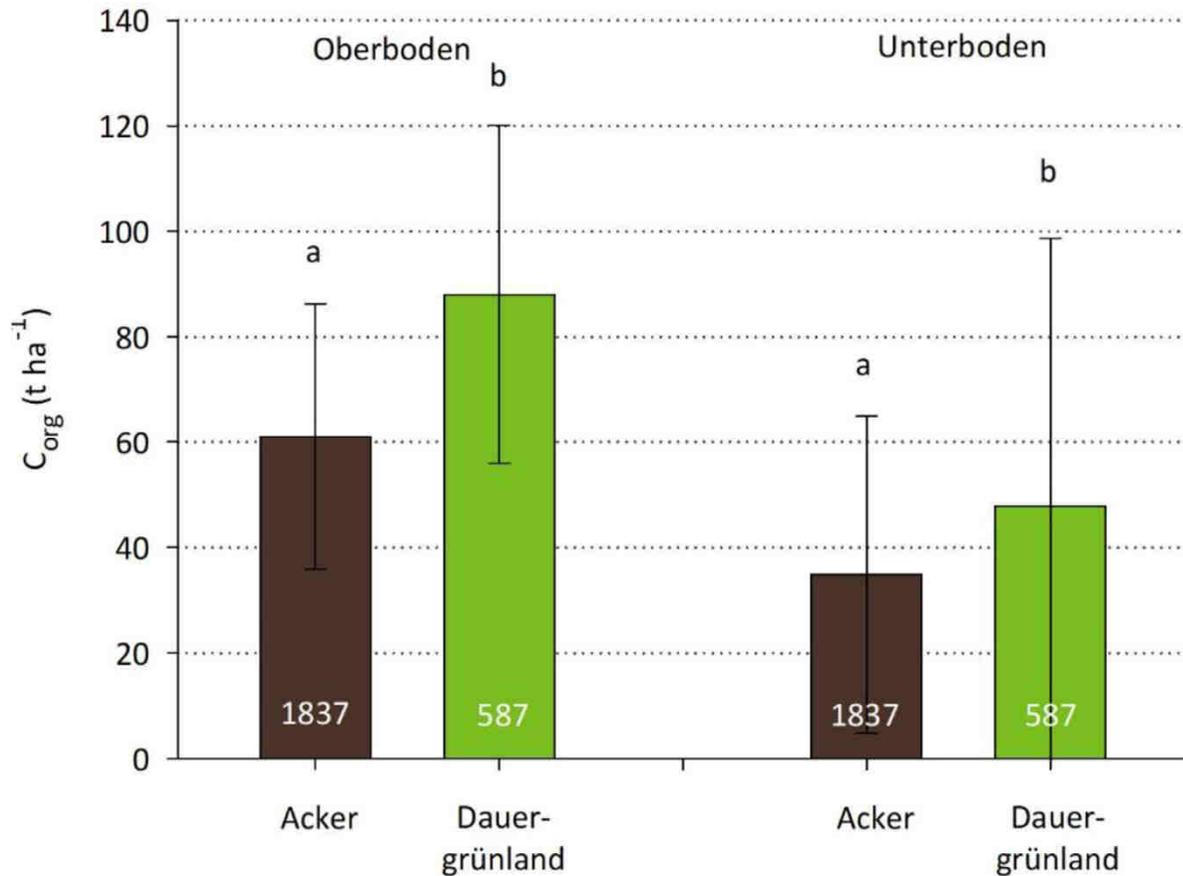
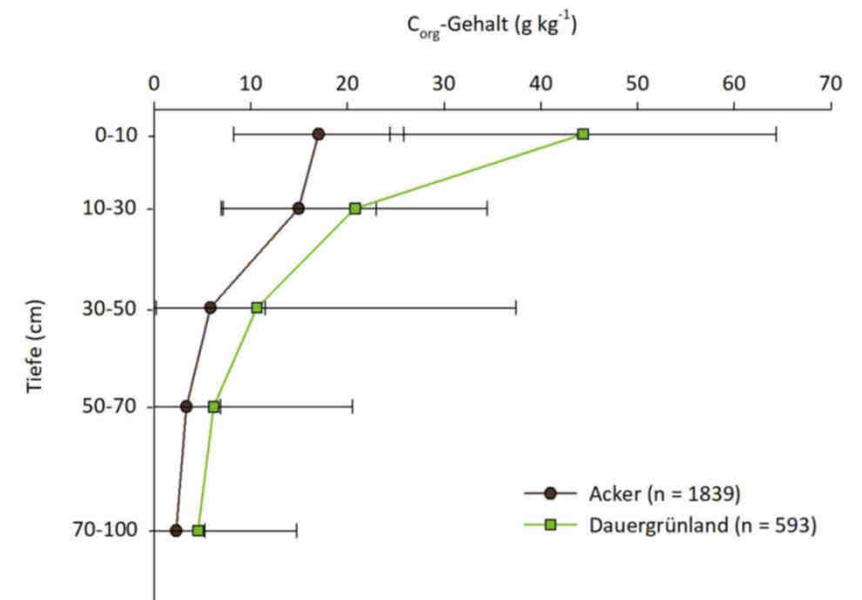


Figure 1. CO₂ and CH₄ trends during the current Holocene interglaciation (red) compared with the average (dark blue) and standard deviation (light blue) of previous interglaciations (Ruddiman et al., 2011). Source: CO₂ and CH₄ values taken from publications of EPICA Community Members (2004).

Mittlere Humusvorräte in Deutschland



Ackerland ~ 100 t C / ha
Grünland ~ 140 t C / ha



Entwicklung der Humusgehalte

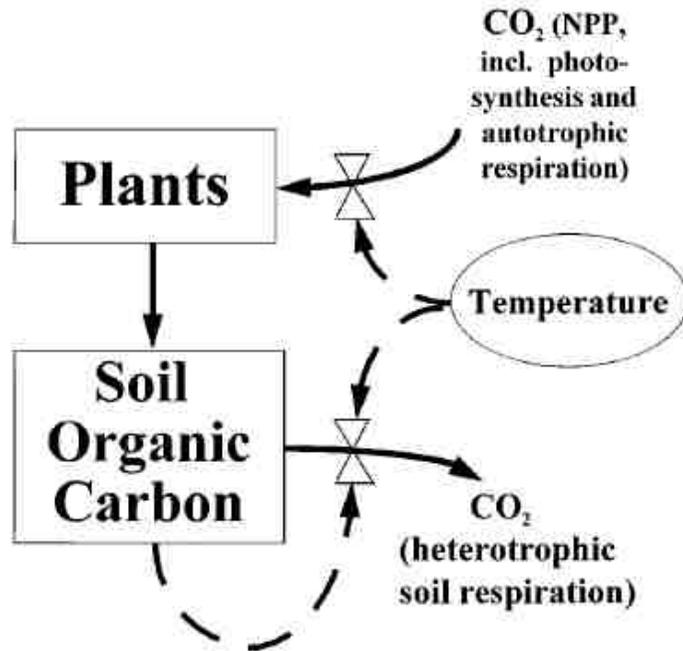
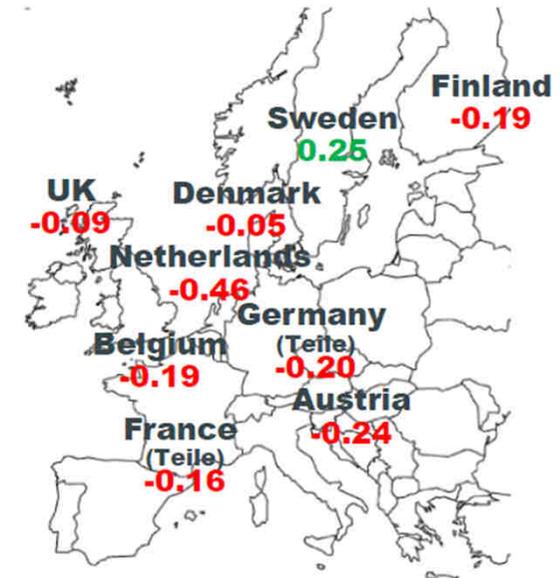


Figure 1. Diagrammatic representation of the basic relationship between carbon gain and carbon loss from whole ecosystems.

Temperaturerhöhung um 1°C → 3-10% Humusverlust

Trends der Bodenkohlenstoffvorräte im Acker

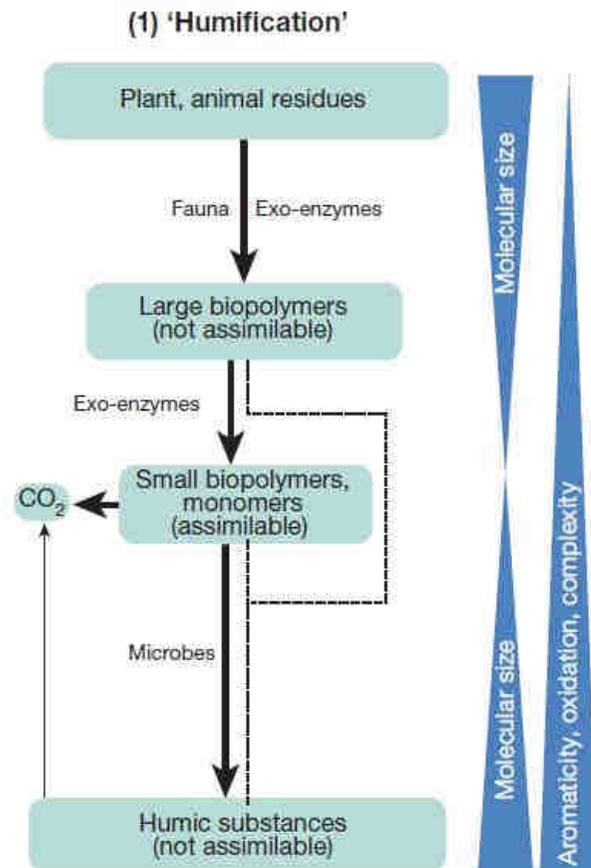


In t C ha⁻¹ a⁻¹ basierend auf wiederholten Bodeninventuren

Quellen: Heikkinen et al. 2013, Poeplau et al. 2015, Taghizadeh-Toosi et al. 2014, Lettens et al. 2005, Knotters et al. 2022, Dersch and Böhm 1997, Höper 2021, Antoni et al., 2008

Humustheorien

Die klassische Vorstellung der „Humifizierung“

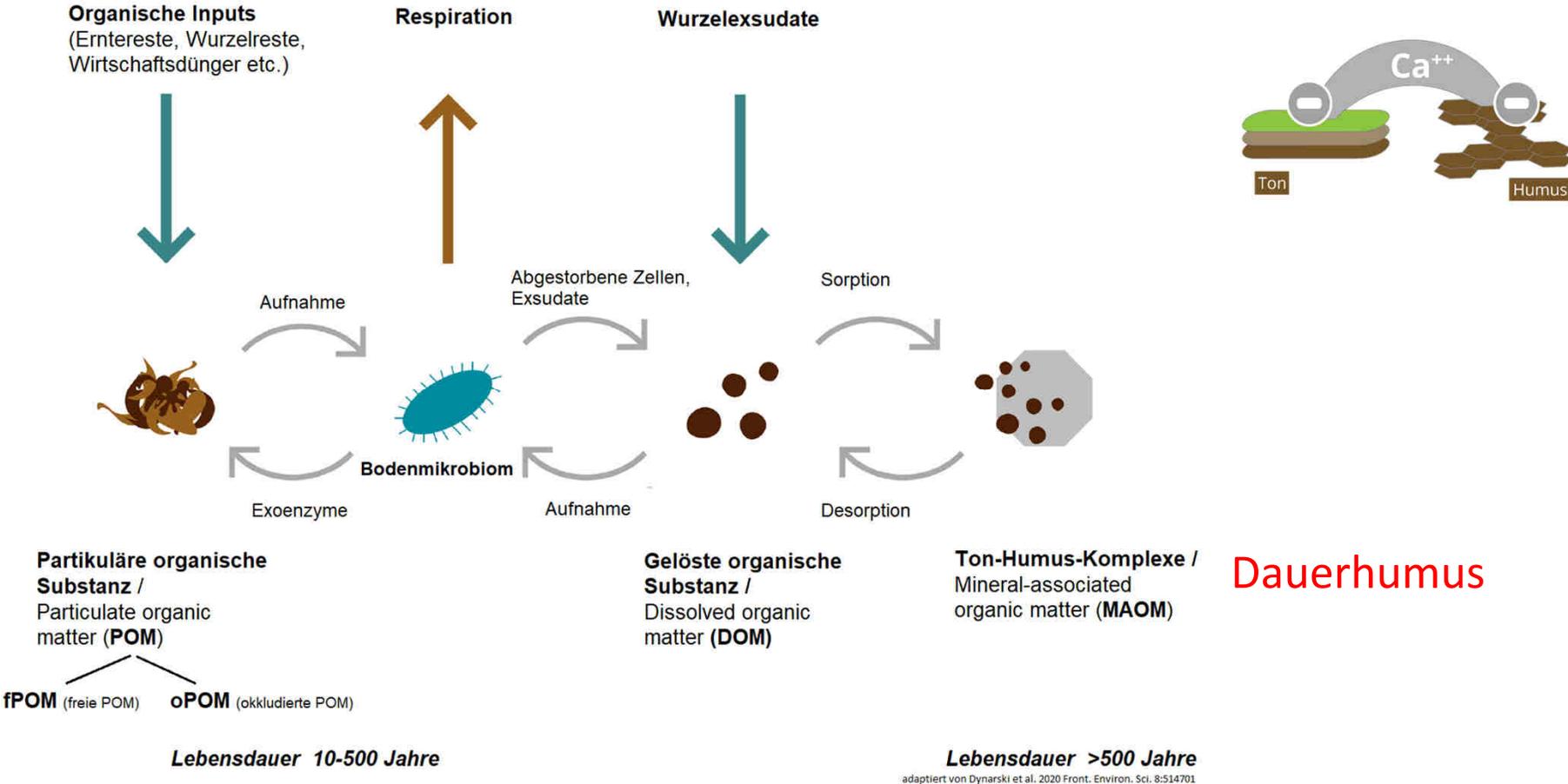


Streu → Nährhumus

Huminstoffe → Dauerhumus

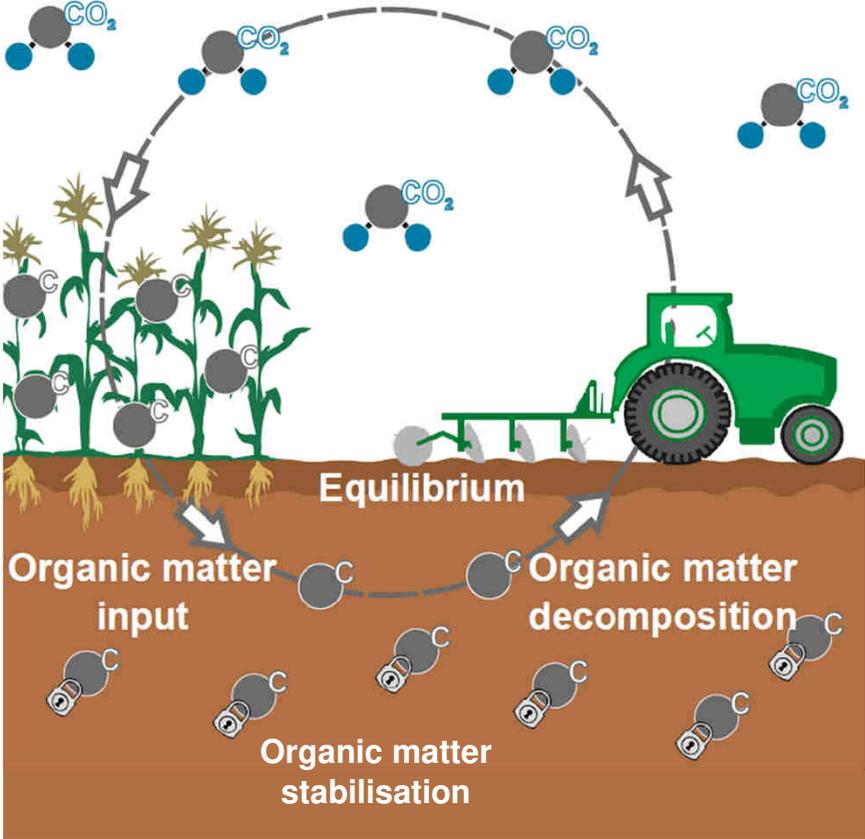
Humustheorien

Humusbildung nach der neuen Humustheorie



Humusaufbau

Humus als Fließgleichgewicht

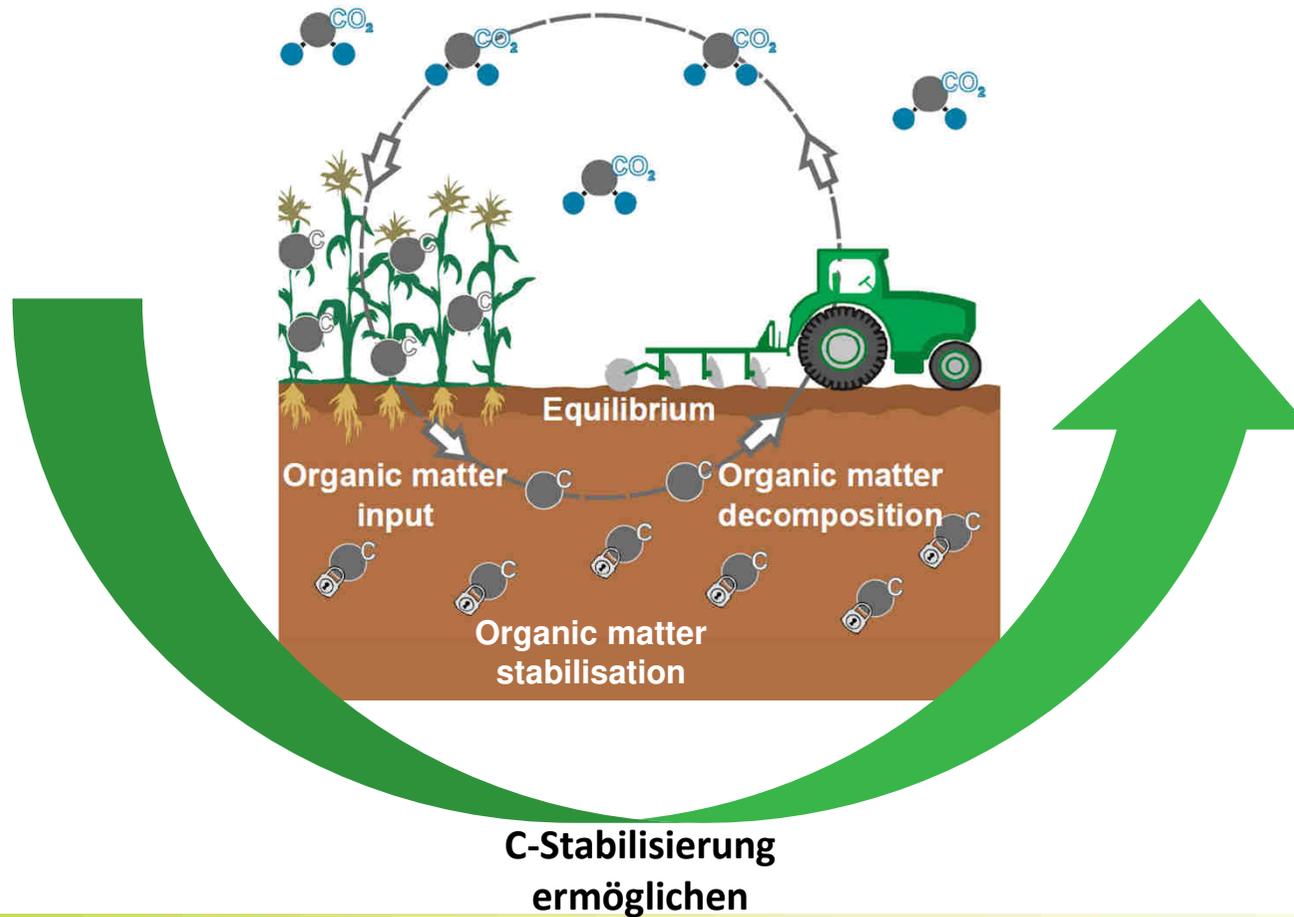


Humusaufbau

Wo können wir eingreifen?

C-Eintrag
maximieren

C-Abbau
minimieren



C-Effizienz
erhöhen

Humusaufbau

Wo können wir eingreifen?

C-Eintrag
maximieren

C-Abbau
minimieren

C-Effizienz
erhöhen



C-Stabilisierung
ermöglichen

C-Effizienz erhöhen

CUE (Carbon use efficiency)
Mikrobielle Kohlenstoffeffizienz

~ 15-75%

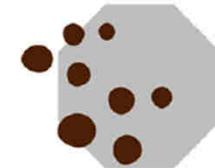


HE (Humification efficiency)
Humusreproduktionsleistung

~ 8-30%



Bodenmikrobiom

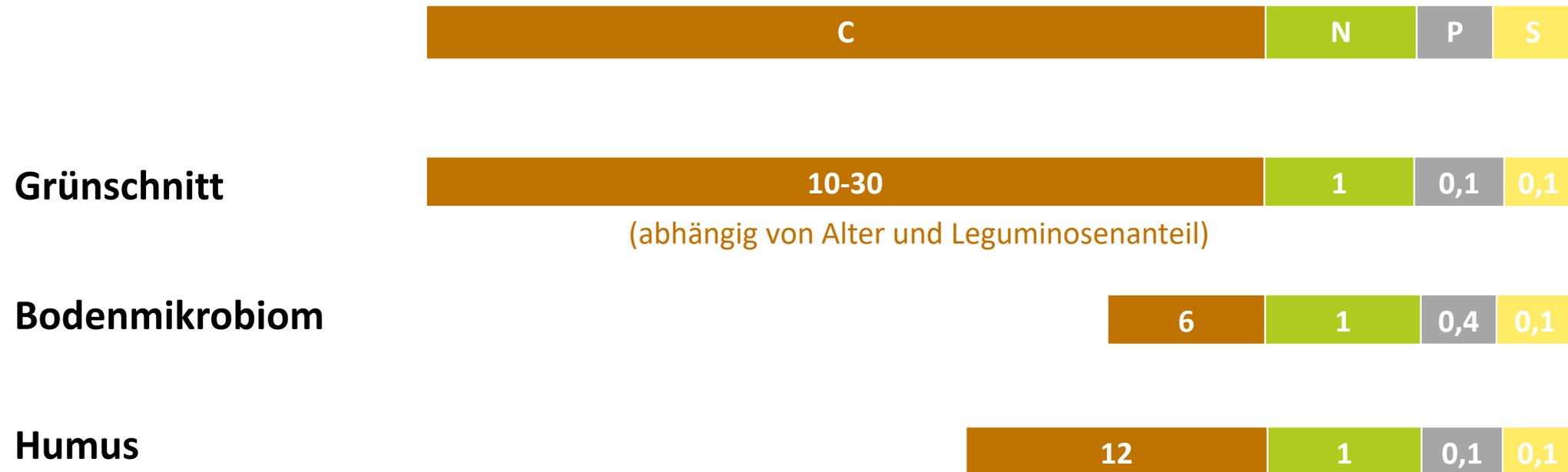


**Partikuläre organische
Substanz /**
Particulate organic
matter (**POM**)

Ton-Humus-Komplexe /
Mineral-associated
organic matter (**MAOM**)

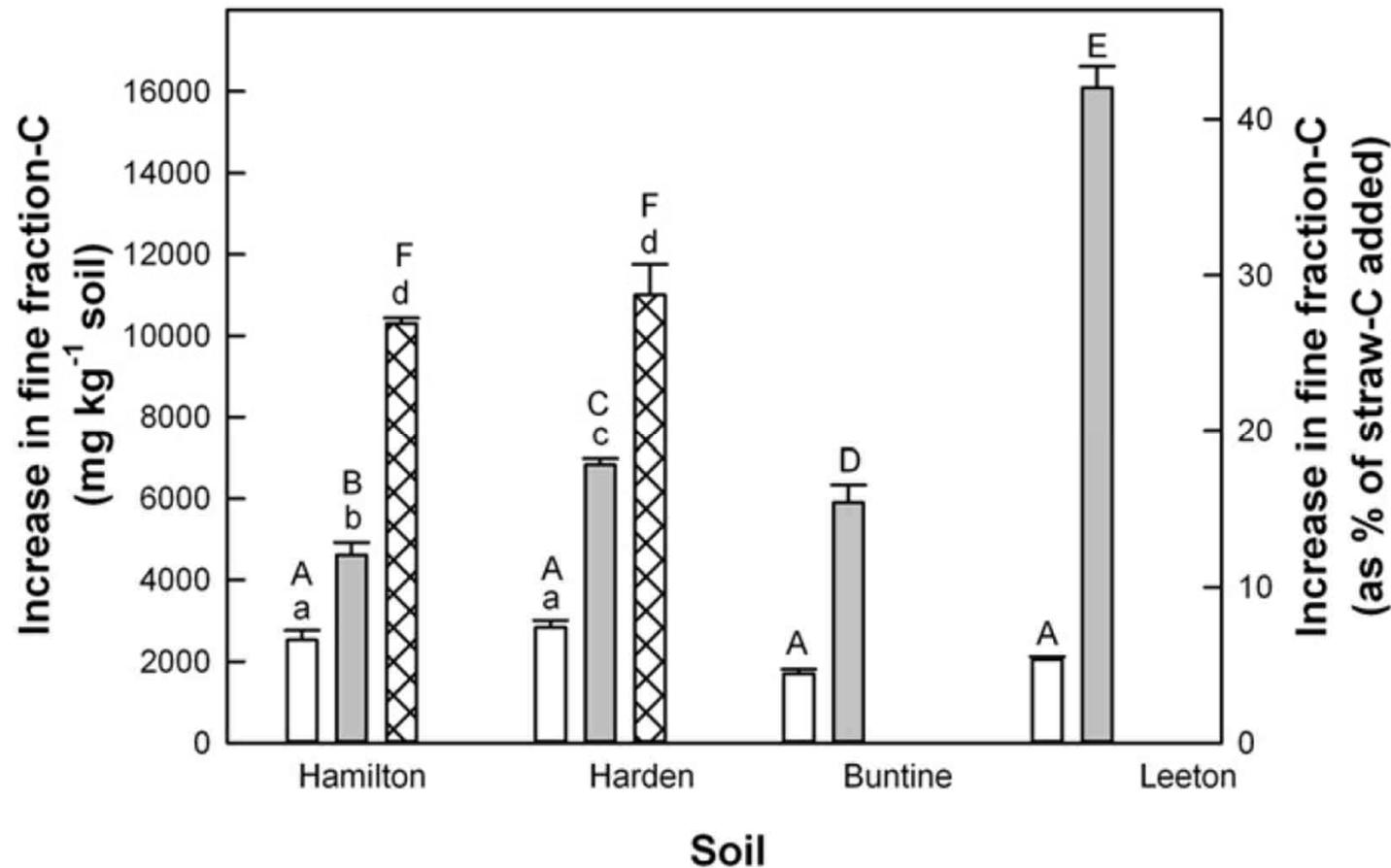
C-Effizienz erhöhen

Ist die C-Effizienz des Bodenmikrobioms Nährstoff-limitiert?



C-Effizienz erhöhen

Beispiel Strohhrottedüngung (Inkubationsstudie)



Strohhrottedüngung erhöhte die **Humusproduktion** um Faktor 3-4

Fig. 2. Effect of three nutrient treatments, (i) no addition (open bars) (ii) 1 × nutrient addition (shaded bars) or (iii) 2 × nutrient addition (hatched bars) on the change in FF-C levels, of four soils with added straw, after seven incubation cycles. LH axis = FF-C increase expressed as mg kg⁻¹ soil. RH axis = FF-C increase expressed as % of straw-C added. Data are means and SEM, *n* = 3. Significant differences between the soils and treatments are marked by different letters (*P* < 0.05). Due to the orthogonal nature of the experiment the data for the two soils receiving all three nutrient treatments were analysed as one block and differences are marked by lower case letters. Data for the soils receiving two nutrient treatments (all four soils) were analysed as a separate block and differences are marked by upper case letters.

C-Effizienz erhöhen

Humuswirksamkeit von Zwischenfrüchten steigt mit Artenreichtum

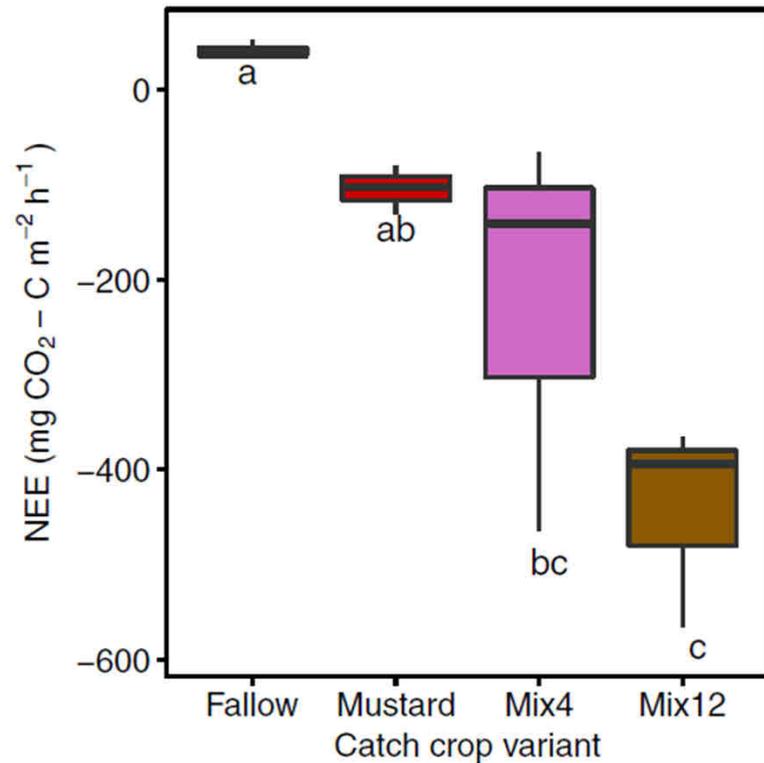
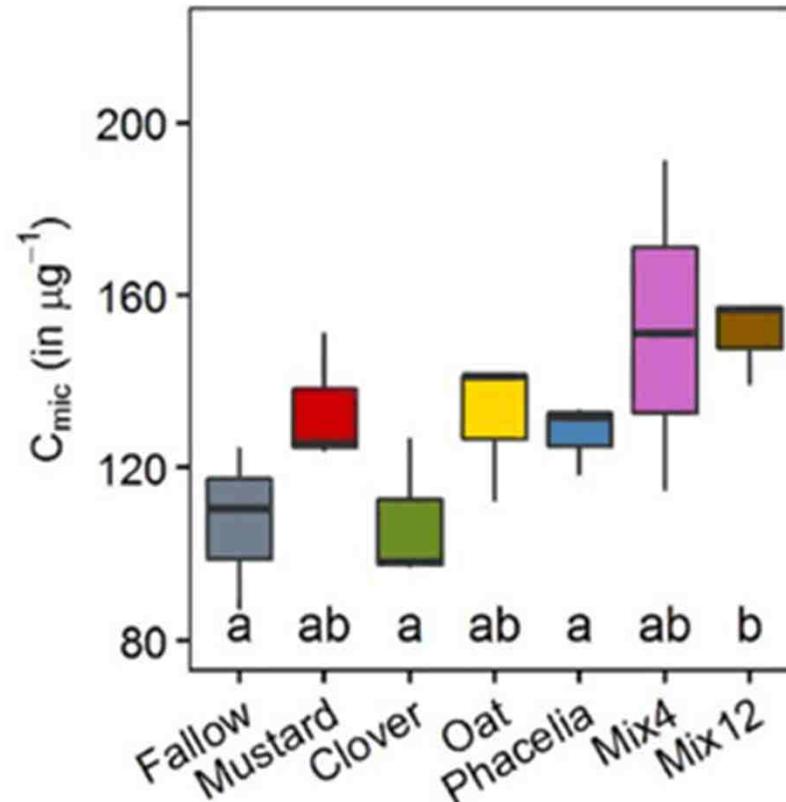


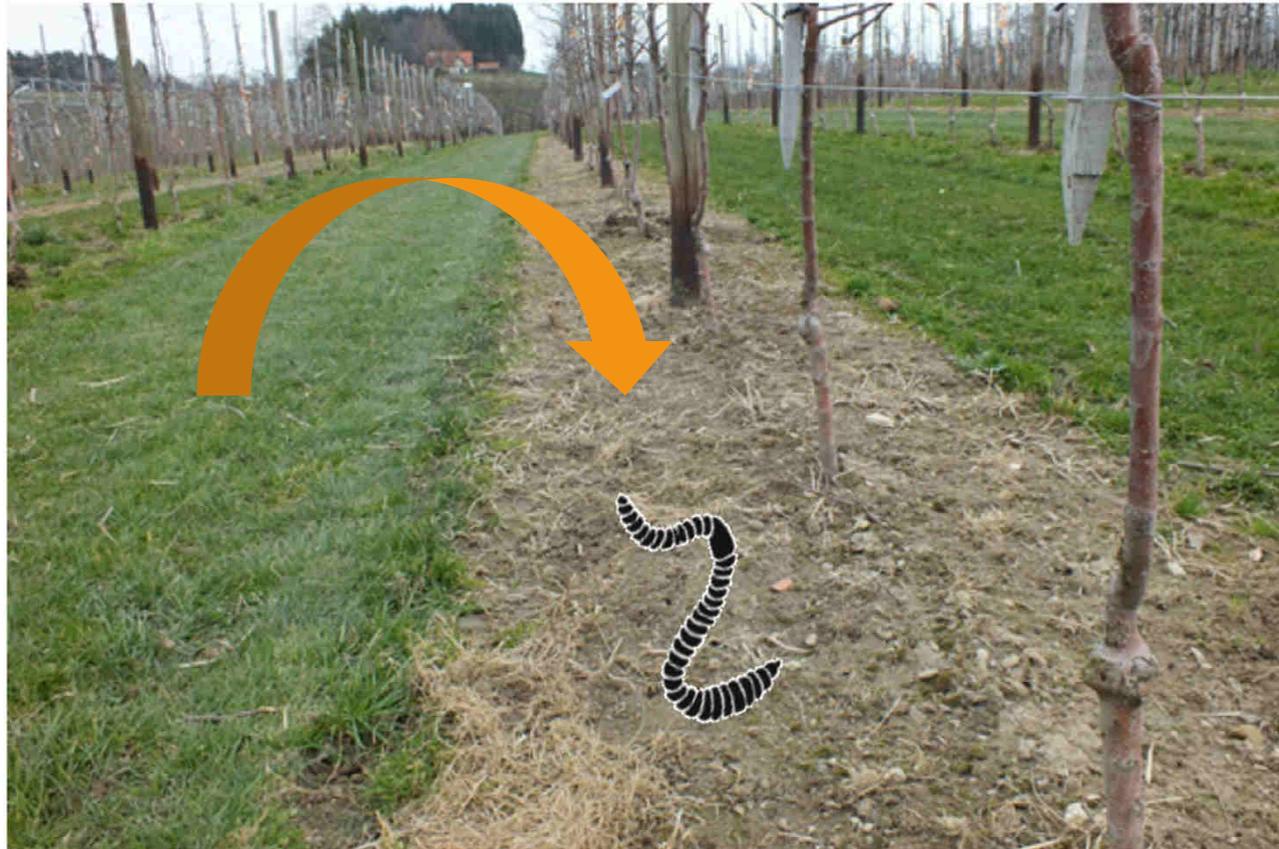
Fig. 1 Net ecosystem exchange (NEE) of C between catch crop treatments. Bars represent means \pm SE; lowercase letters denote significant differences ($p < 0.01$) between treatments



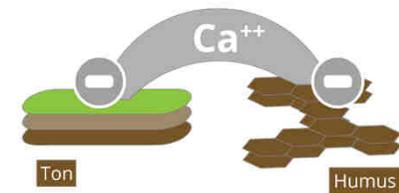
Artenreiche
Zwischenfruchtmischungen
zeigten

- höhere C-Assimilationsraten und
- höheren mikrobielle Biomassen

C-Stabilisierung ermöglichen



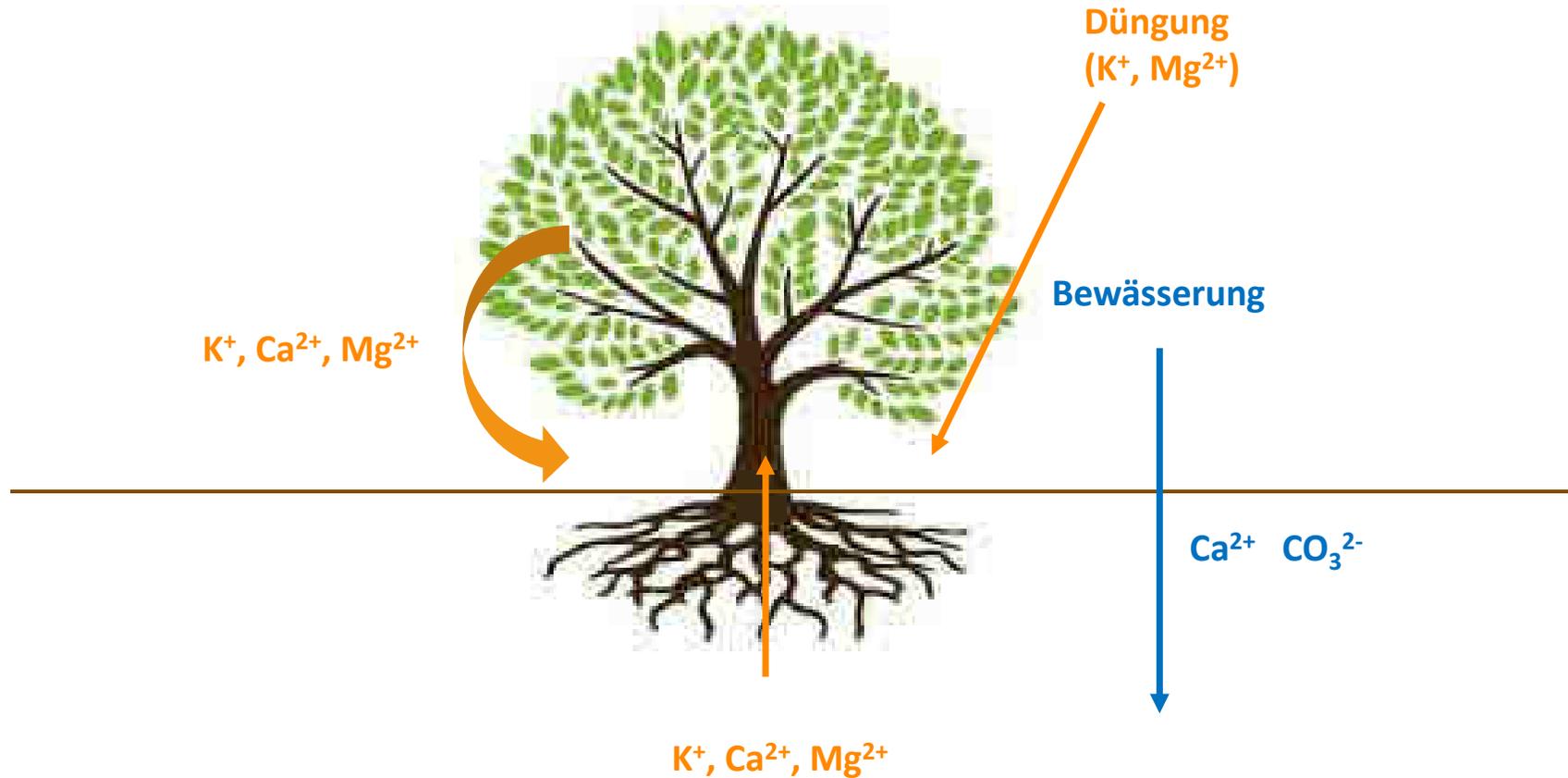
C-Stabilisierung
ermöglichen



C-Stabilisierung ermöglichen

Fahrgasse

Baumreihe



C-Stabilisierung ermöglichen

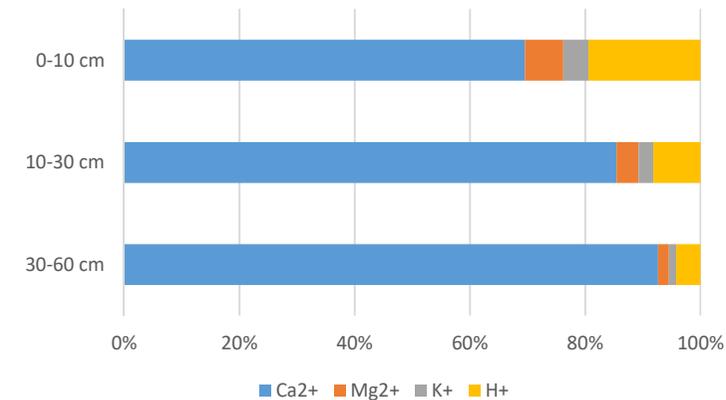
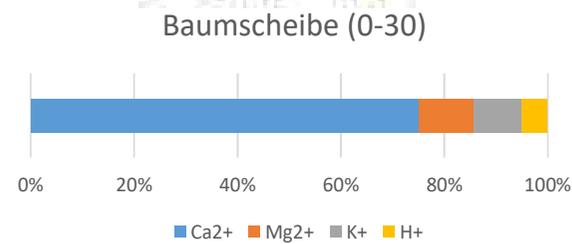
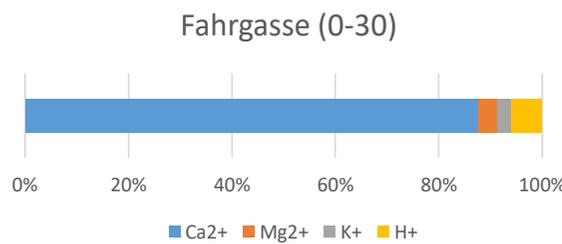
Fahrgasse

Baumreihe



Insbesondere die Baumreihen
verarmen im Oberboden mit der
Zeit an Ca^{2+}

Regelmäßige Erhaltungskalkung!



C-Stabilisierung ermöglichen

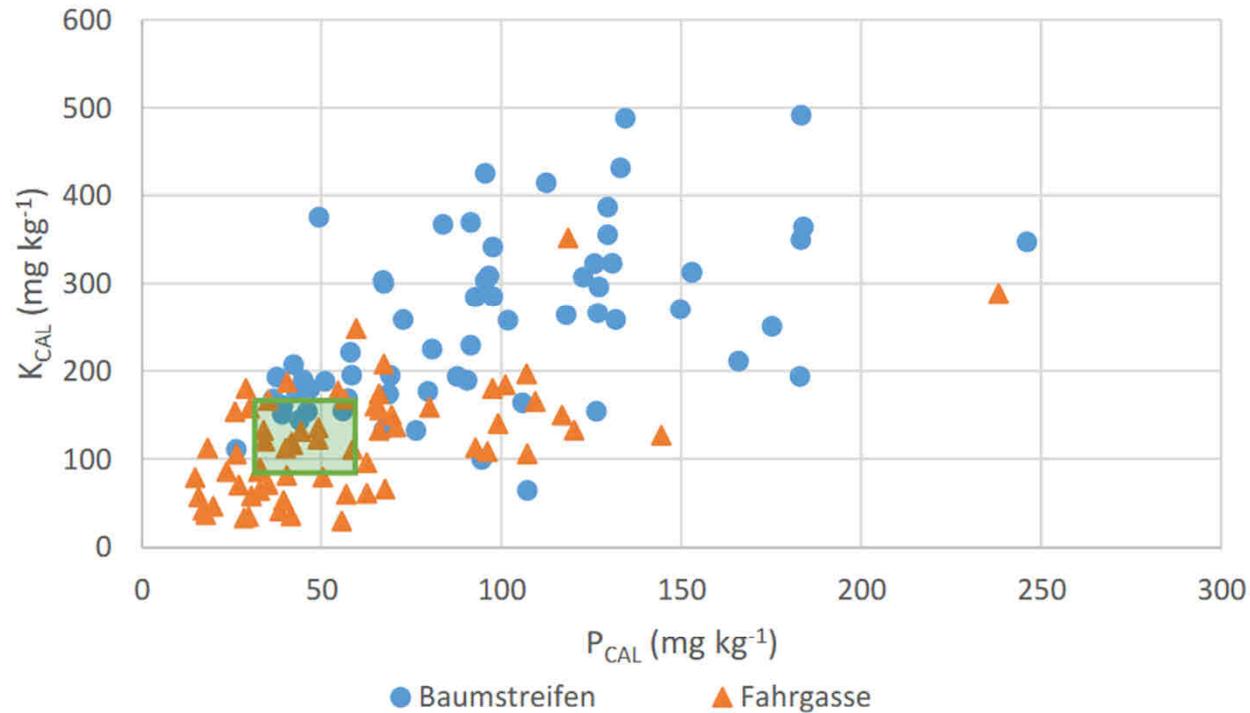


Abbildung 5: Verteilung der P_{CAL} - und K_{CAL} -Gehalte im Boden (0-30 cm) in 64 Obstanlagen in Baden-Württemberg und dem Alten Land mit Gehaltsklasse C (nach VDLUFA für mittlere und schwere Böden (KTBL, 2015; VDLUFA, 2018)) als grüner Kasten.

C-Abbau minimieren → Priming-Effekte minimieren

Definition

Priming = *kurzfristige & starke Veränderungen des Umsatzes der organischen Bodensubstanz verursacht durch vergleichsweise moderate Behandlungen des Bodens*

- Bodenbearbeitung → Belüftung & Zerstörung von Aggregaten
- Trocknung & Wiederbefeuchten → Absterben von Mikroorganismen
- Düngung (organisch/mineralisch) → Nährstoffungleichgewichte
- Wurzelexsudation (insbesondere C:N)

Zusammenfassung

- Baumreihen haben zusätzliches Humusaufbaupotenzial
- Bodenbearbeitung auf das absolut Notwendigste reduzieren
- Mineralische N-Düngung zugunsten organischer Düngung reduzieren (Priming)
- Etablierung einer artenreichen Fahrgassenbegrünung mit Leguminosenanteil
 - Verbesserung der Humusreproduktion
- Mulchtransfer aus der Fahrgasse in die Baumstreifen
 - Verbesserung des Wasserhaushalts und Förderung des Bodenlebens (insbesondere Regenwürmer)
 - Zielkonflikte: Beikrautregulierung, Wühlmäuse
- Regelmäßige Erhaltungskalkung (insbesondere in den Baumstreifen)
 - Ca^{2+} -Ionen als Grundlage für die Bildung von Ton-Humus-Komplexen

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**
