

# Humus und Bodenfruchtbarkeit für nachhaltige Bewirtschaftungssysteme

---

Dr. Norman Gentsch , Prof. Dr. Georg Guggenberger

Institut für Bodenkunde

Leibniz Universität Hannover

# 2018: Ein klimatisches Ausnahmejahr?

---

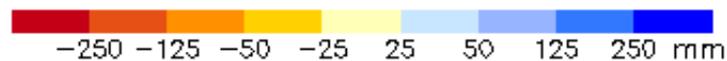
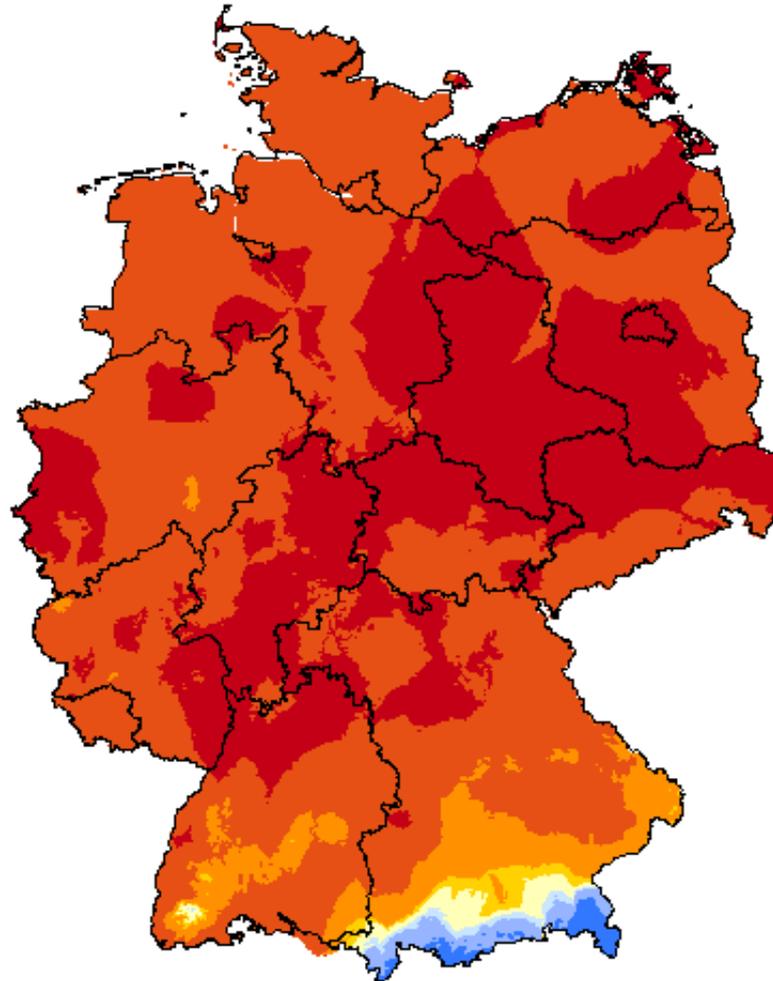


Trockenschäden und Winderosion in Deutschland August 2018



# Niederschlagsdefizit Sommer 2018

Wasserbilanz 01.06.2018 – 31.08.2018

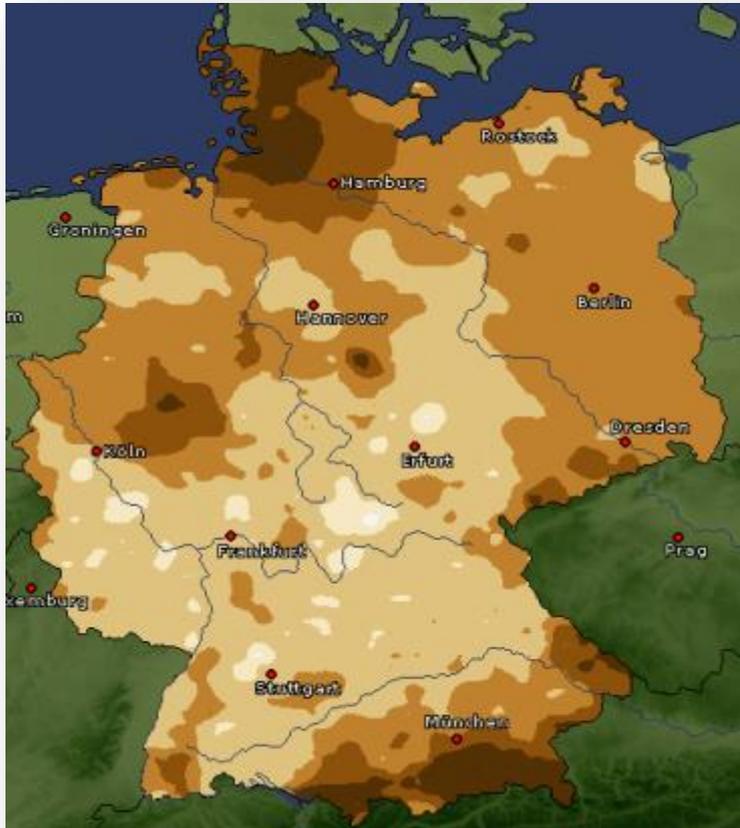


Deutscher Wetterdienst (erstellt 5.9.2018 6:17 UTC)  
Geobasisdaten © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie ([www.bkg.bund.de](http://www.bkg.bund.de))

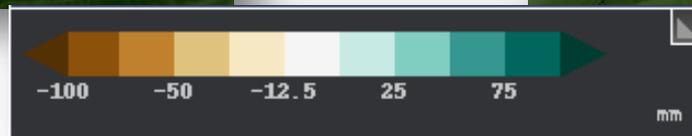


# Klimaprojektionen

Niederschlagsprojektion 2041-2050  
Sommer

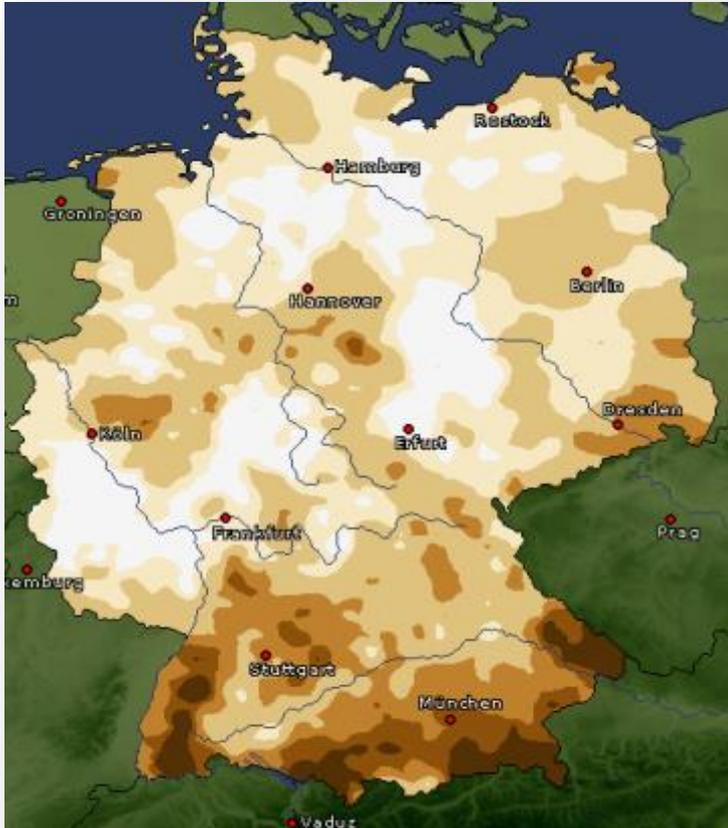


Niederschlagsprojektion 2041-2050  
Winter

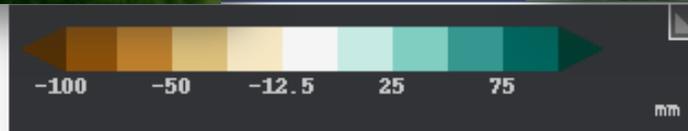
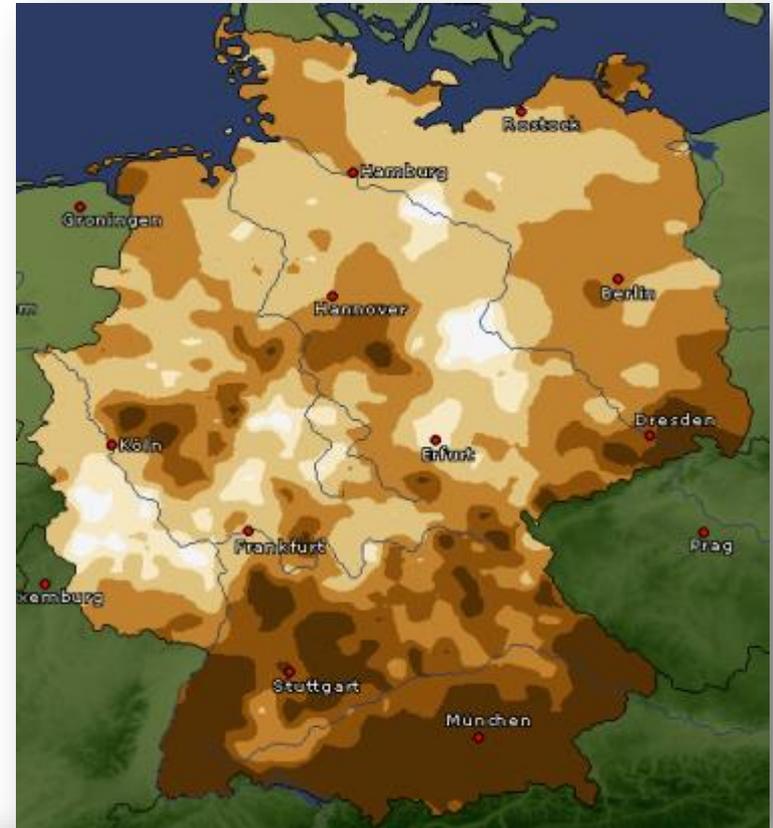


# Klimaprojektionen

Niederschlagsprojektion 2041-2050  
Jahresniederschlag



Niederschlagsprojektion 2071-2100  
Jahresniederschlag





# Humus als Klimaanpassungsstrategie und Steuergröße für Bodenfunktionen

# Begriffsdefinitionen

---

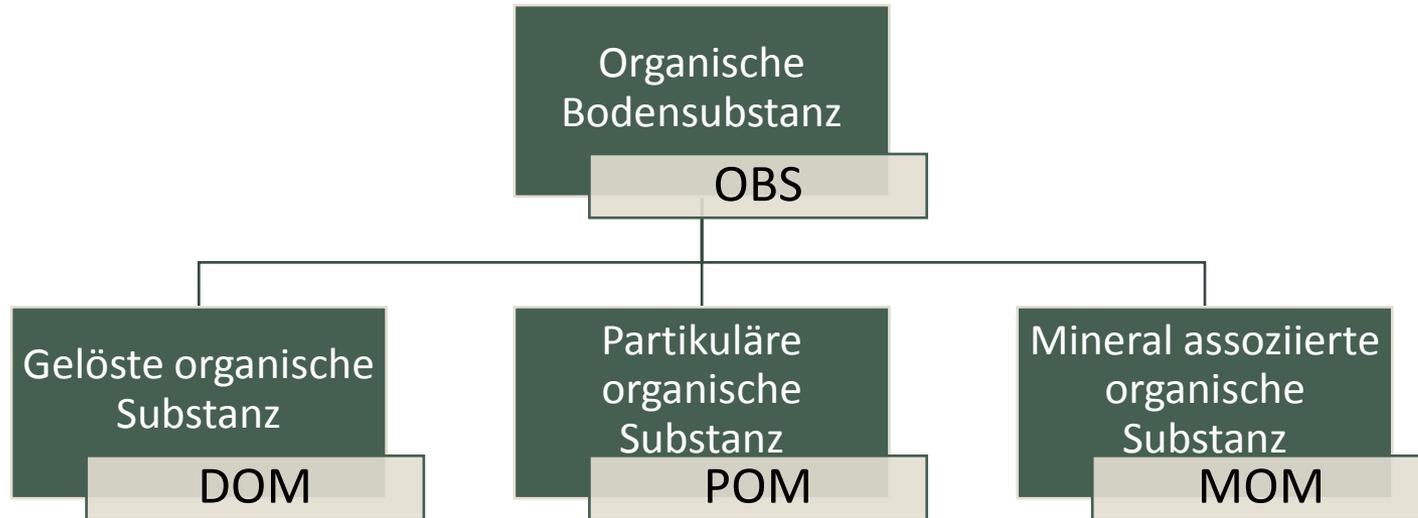
**Humus = Organische Bodensubstanz (OBS):**

Gesamtheit der **toten** pflanzlichen und tierischen Streustoffe und deren **organische** Umwandlungsprodukte

## Abbau der organischen Substanz im Boden



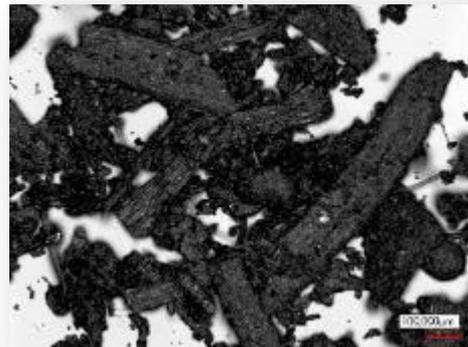
# Organische Bestandteile im Boden



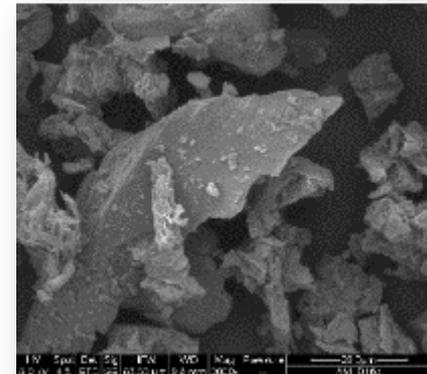
Ausscheidungen von Pflanzen und Mikroorganismen, lösliche Bestandteile



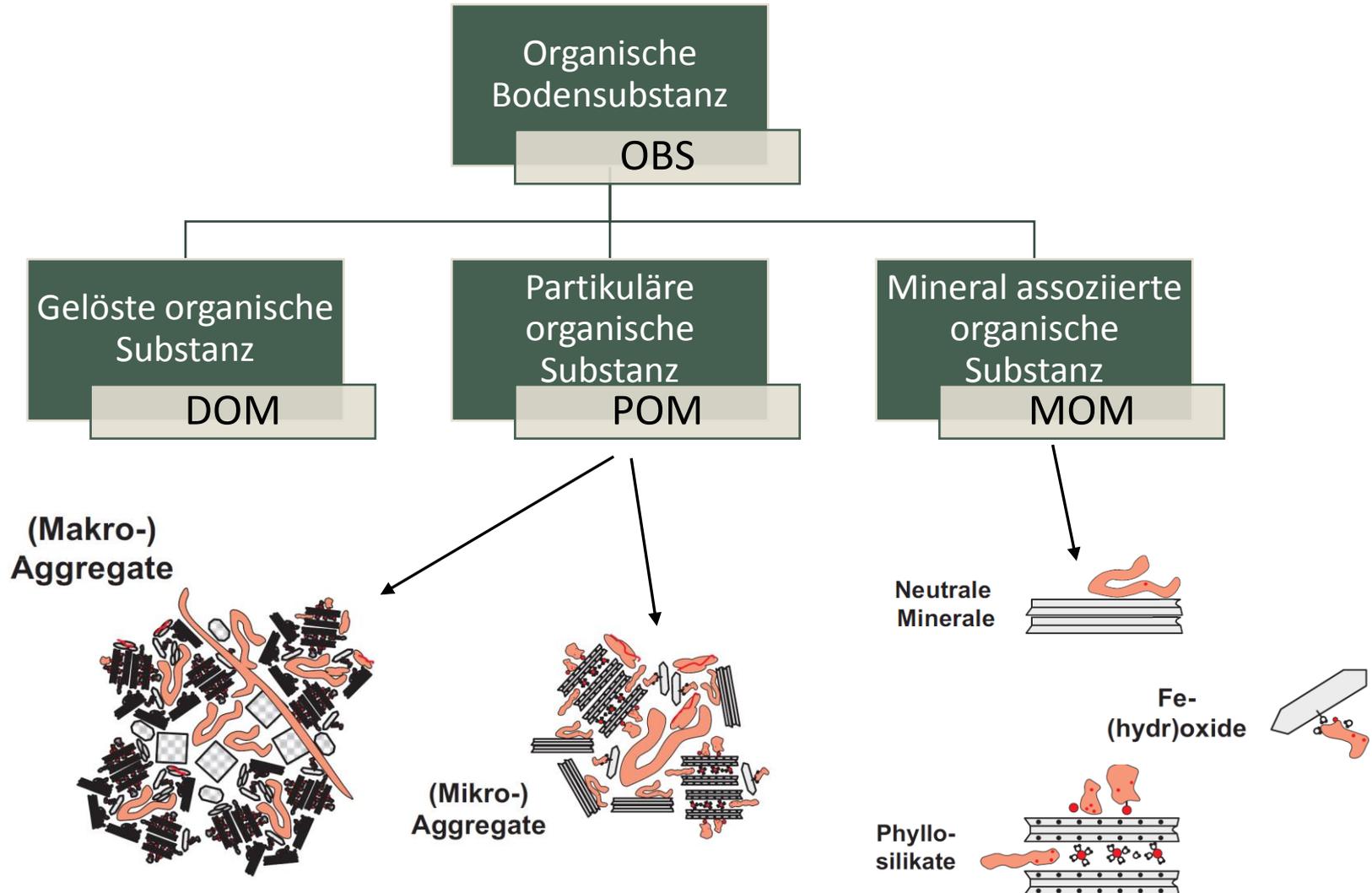
Streustoffe, tote Wurzeln, - Mikroorganismen, Laub, Ernterückstände



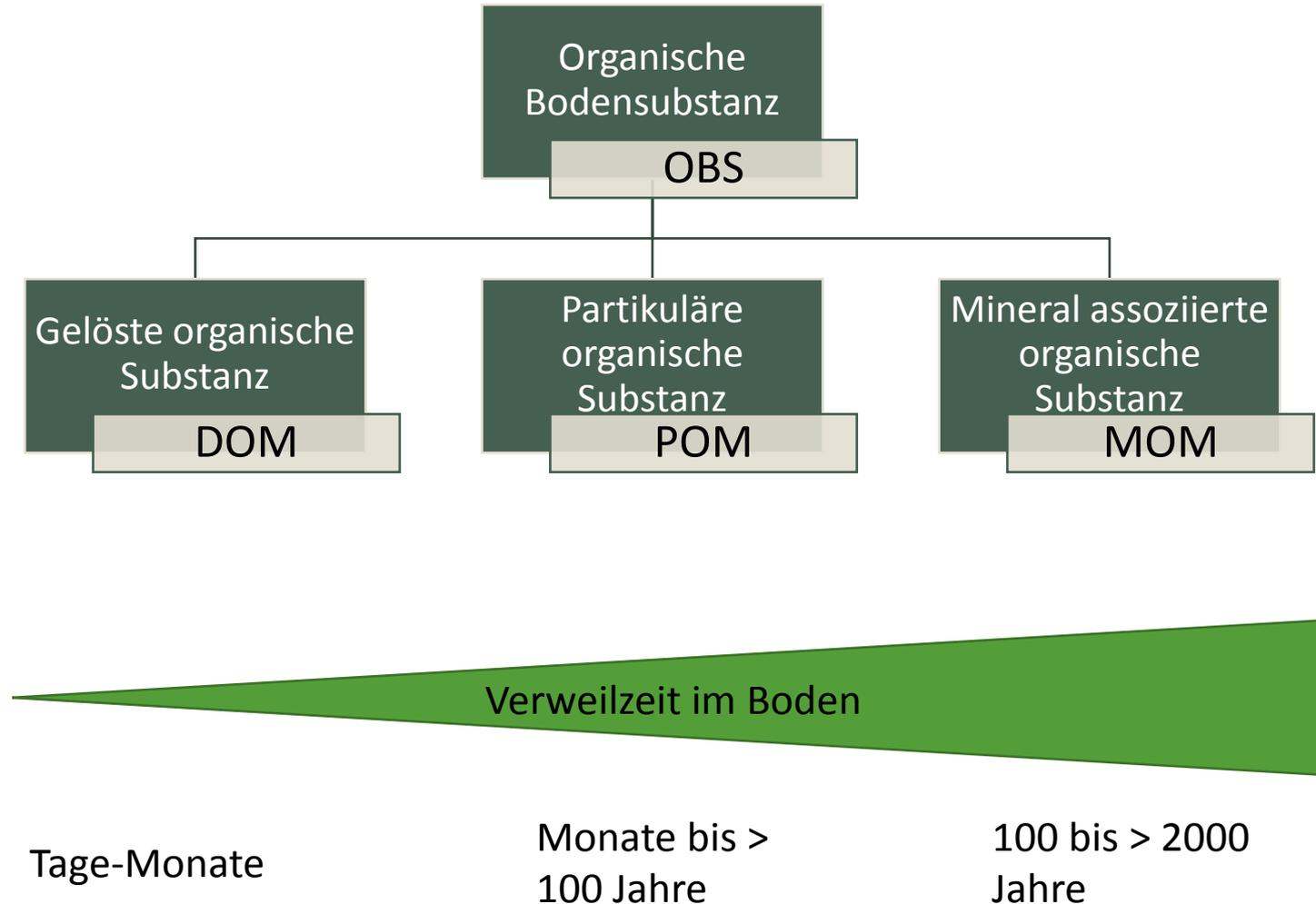
Organo-mineralische Verbindungen z.B. Komplexierung mit Ton- oder Eisenmineralen



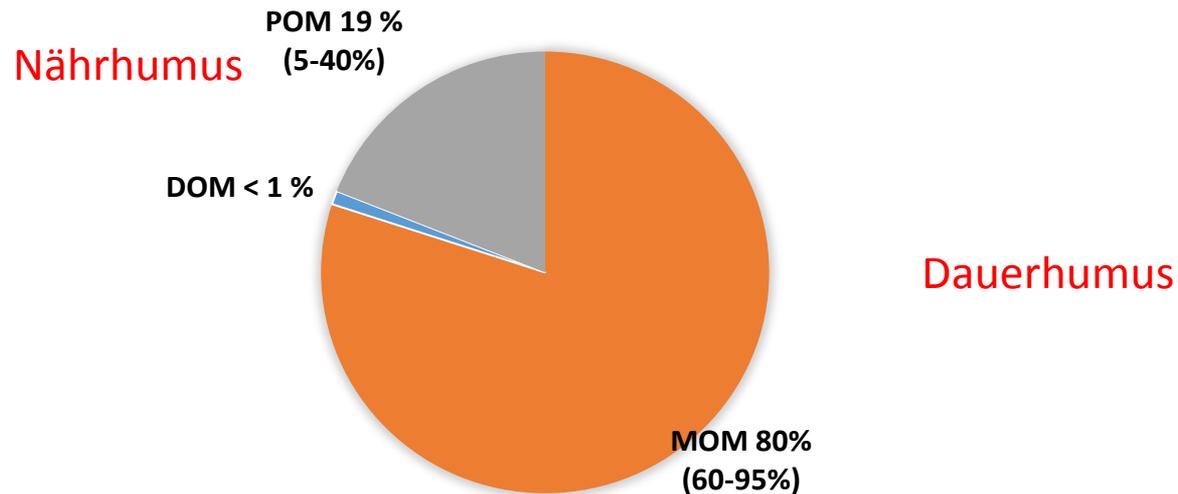
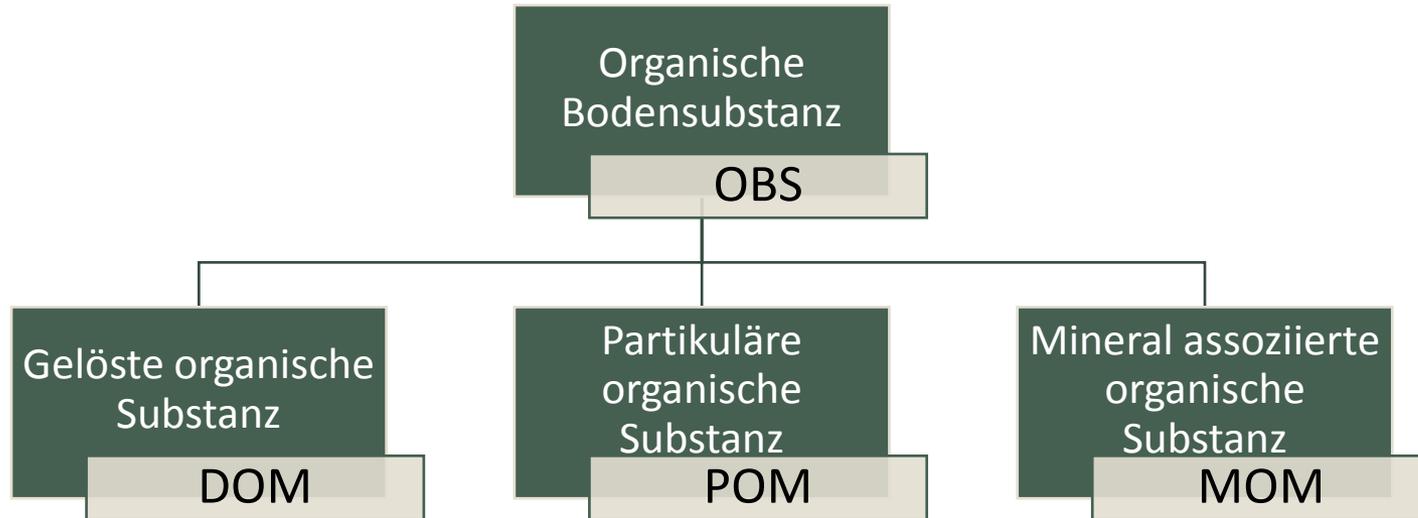
# Stabilisierung der organischen Substanz



# Stabilisierung der organischen Substanz



# Zusammensetzung der organischen Substanz



# Bestimmung der Organischen Substanz

---

Organische Bodensubstanz besteht zu zwischen 40 – 70% aus **organischem Kohlenstoff** (im Durchschnitt  $\sim 57\%$ )

Umrechnungsfaktor:  
Van Bemelen Faktor 1,724



Elementar Analysator für gesamt Kohlenstoff (C) und Stickstoff (TN), Institut für Bodenkunde Hannover

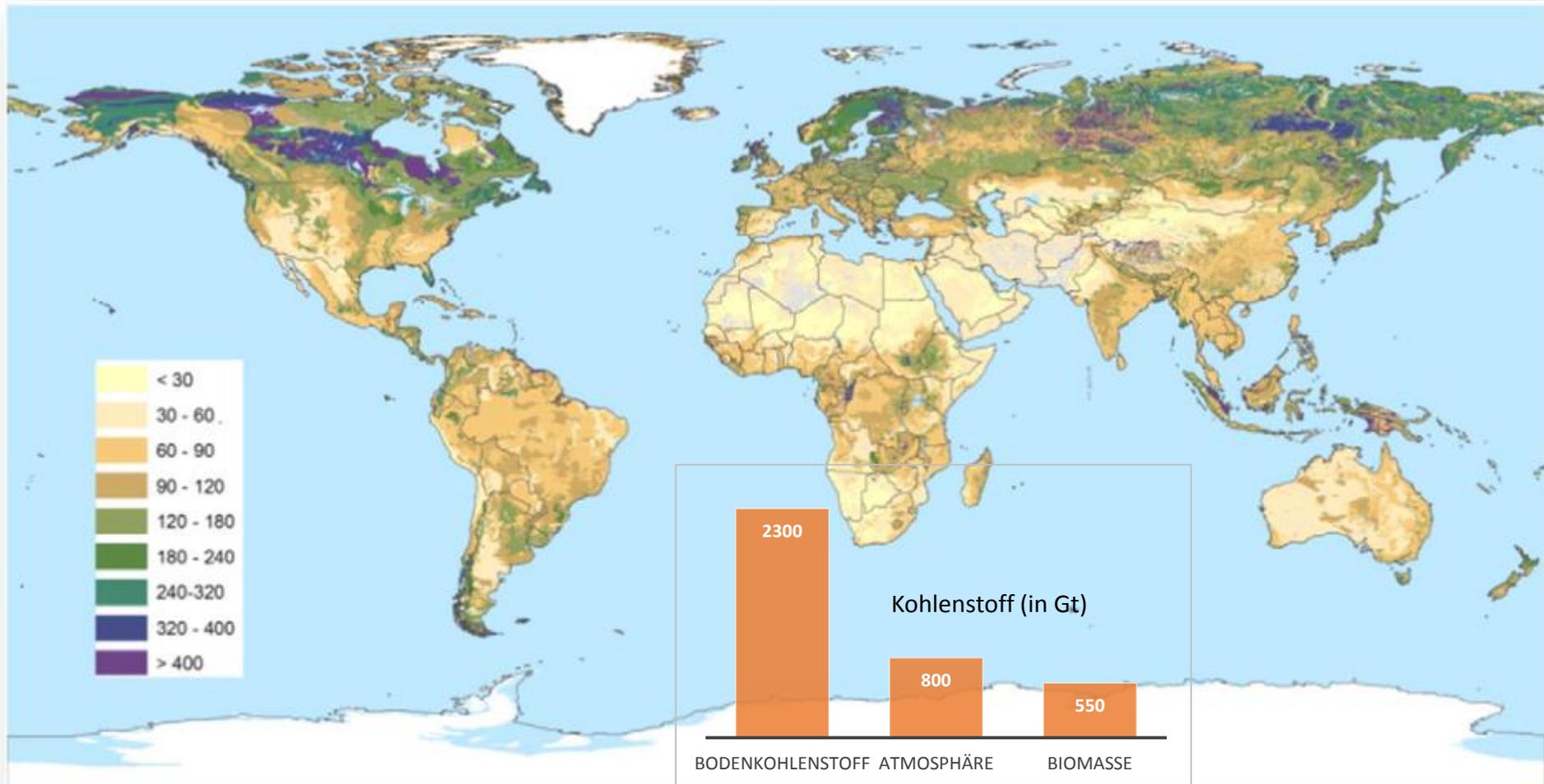
**Faustformel: Organische Bodensubstanz = Organischer Kohlenstoffgehalt x 2**

---

# Einfluss der Organischen Substanz auf Bodeneigenschaften

# Organische Bodensubstanz als C Speicher

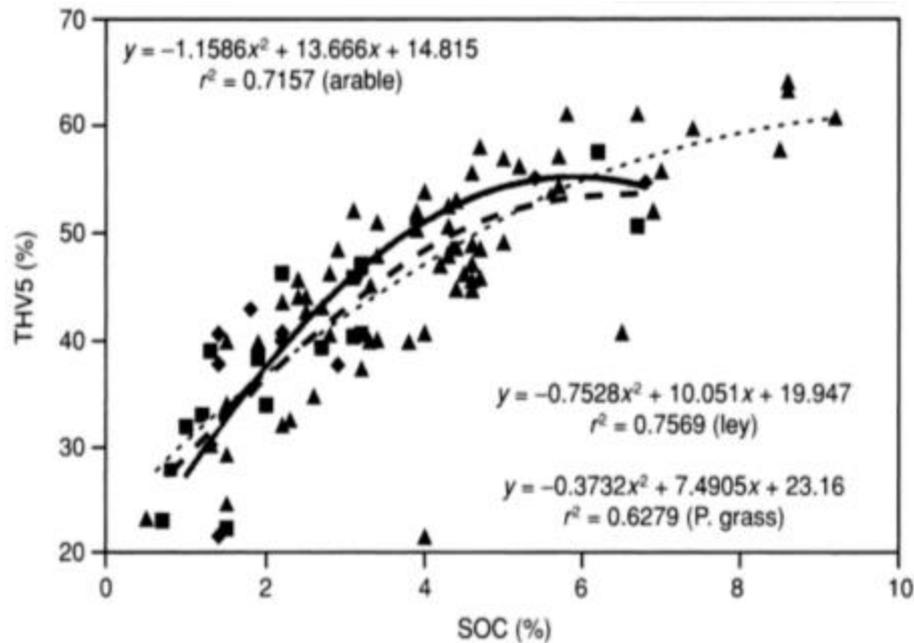
Räumliche Verteilung der organischen Kohlenstoffvorräte in Böden bis 1 m Tiefe (in t ha<sup>-1</sup>).



# Bodenwasser

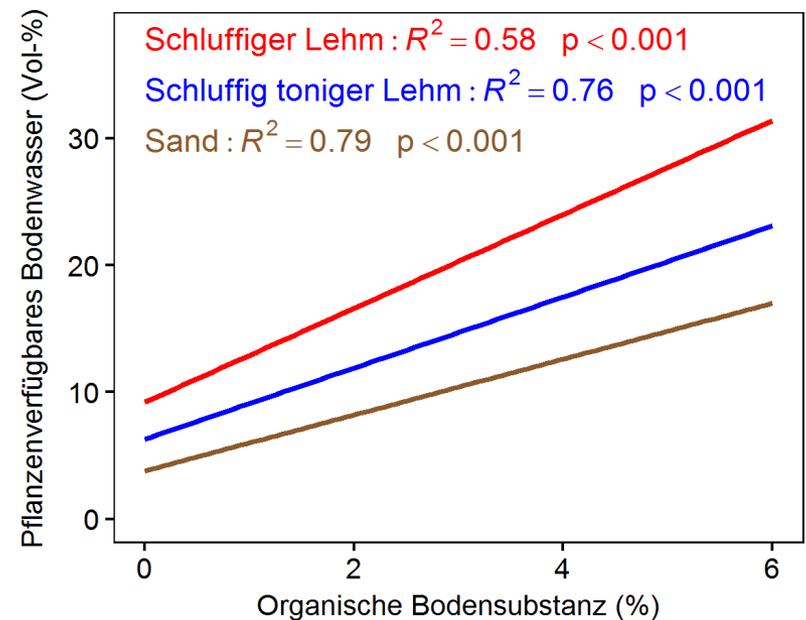
- Organische Bodensubstanz erhöht die Wasserspeicherleistung

Volumetrischer Wassergehalt bei -5kPa  
Wasserspannung (Vol%)



Rees (2000), Sustainable management of soil organic matter

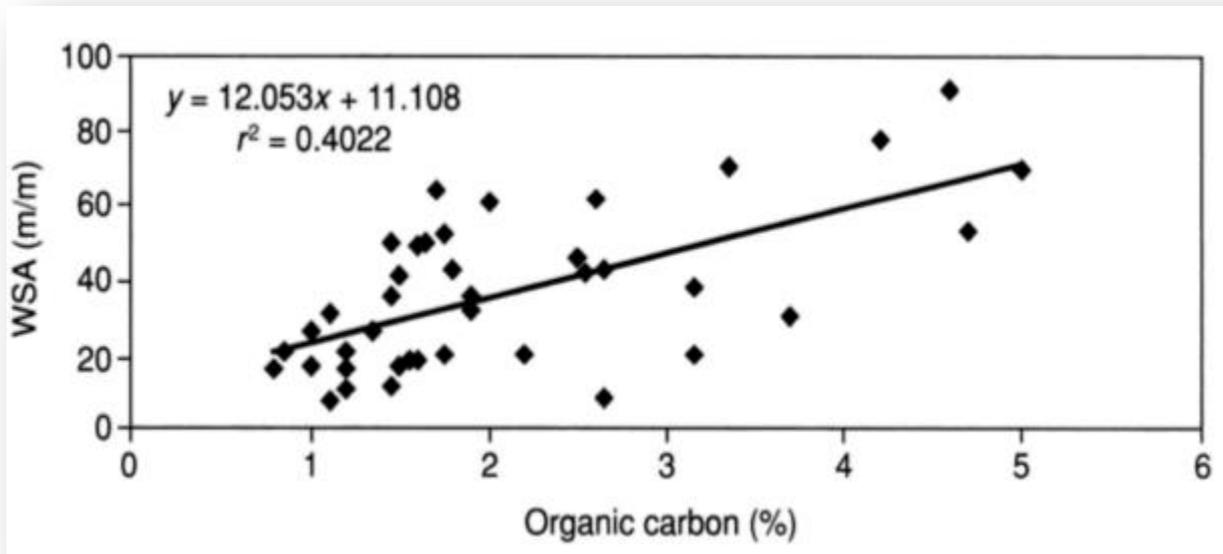
Pflanzen verfügbares Bodenwasser in  
Abhängigkeit von organischer Bodensubstanz  
und Textur



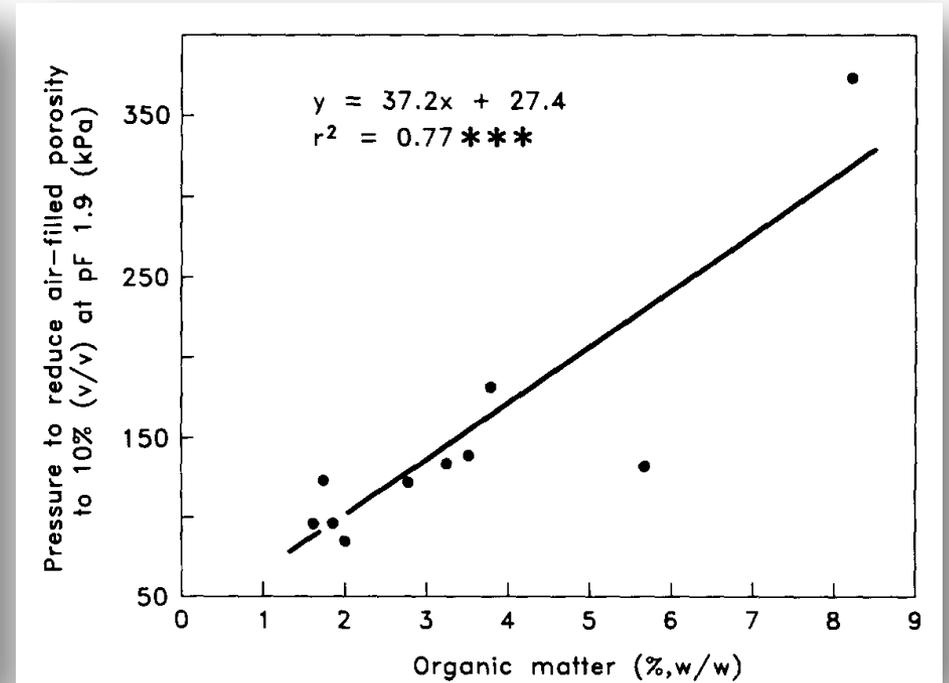
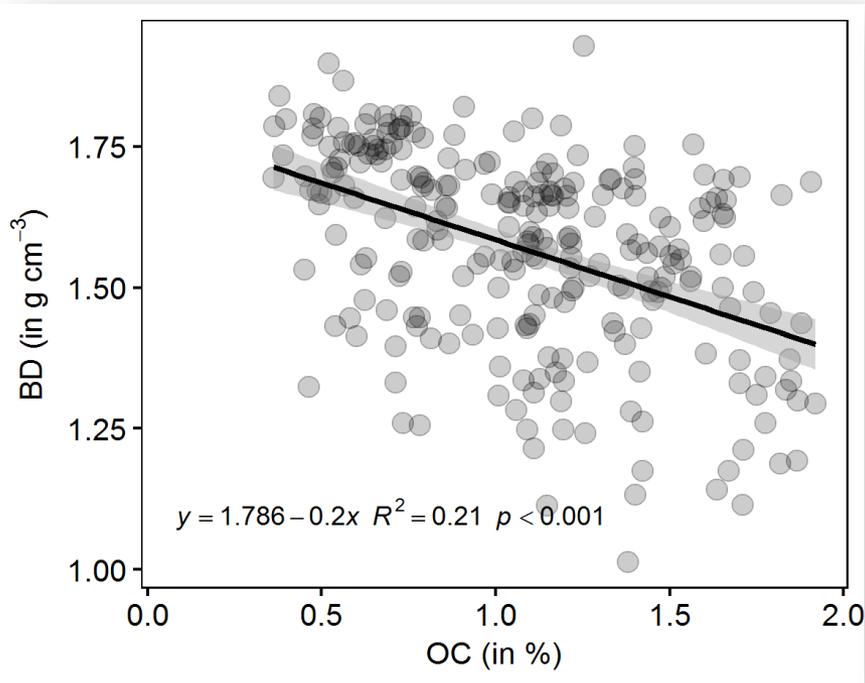
Hudson (1996), Soil organic matter and available water capacity. Rewiev

# Bodengefüge

Die Stabilität der Bodenaggregate ist  
Propotional zum organischen Kohlenstoff



# Bodendichte



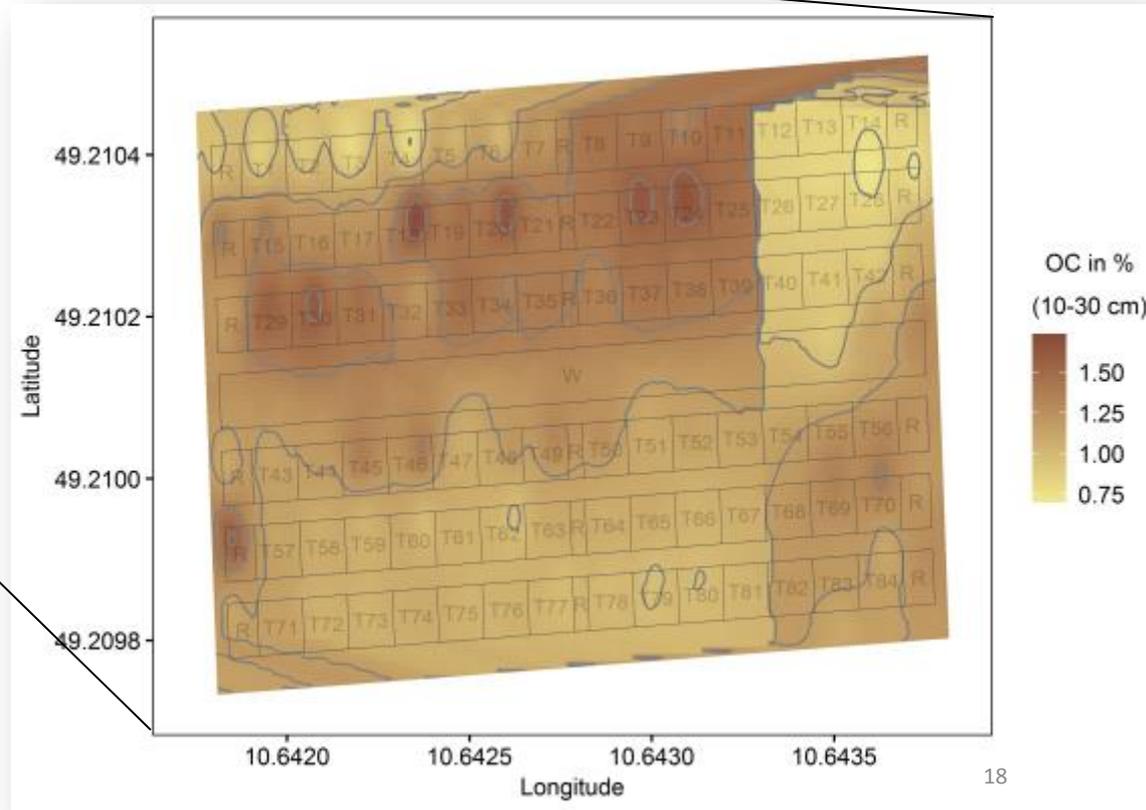
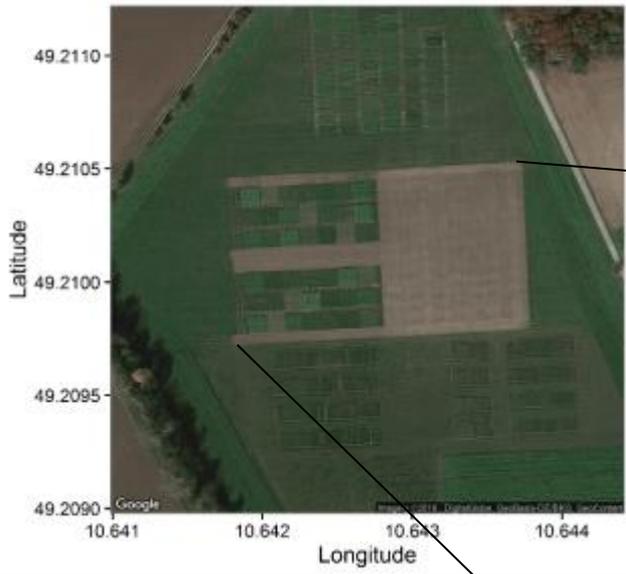
Gentsch (2018)

**Standort:** Dauerversuchsfläche CATCHY, Triesdorf, Bayern

Soane (1990)

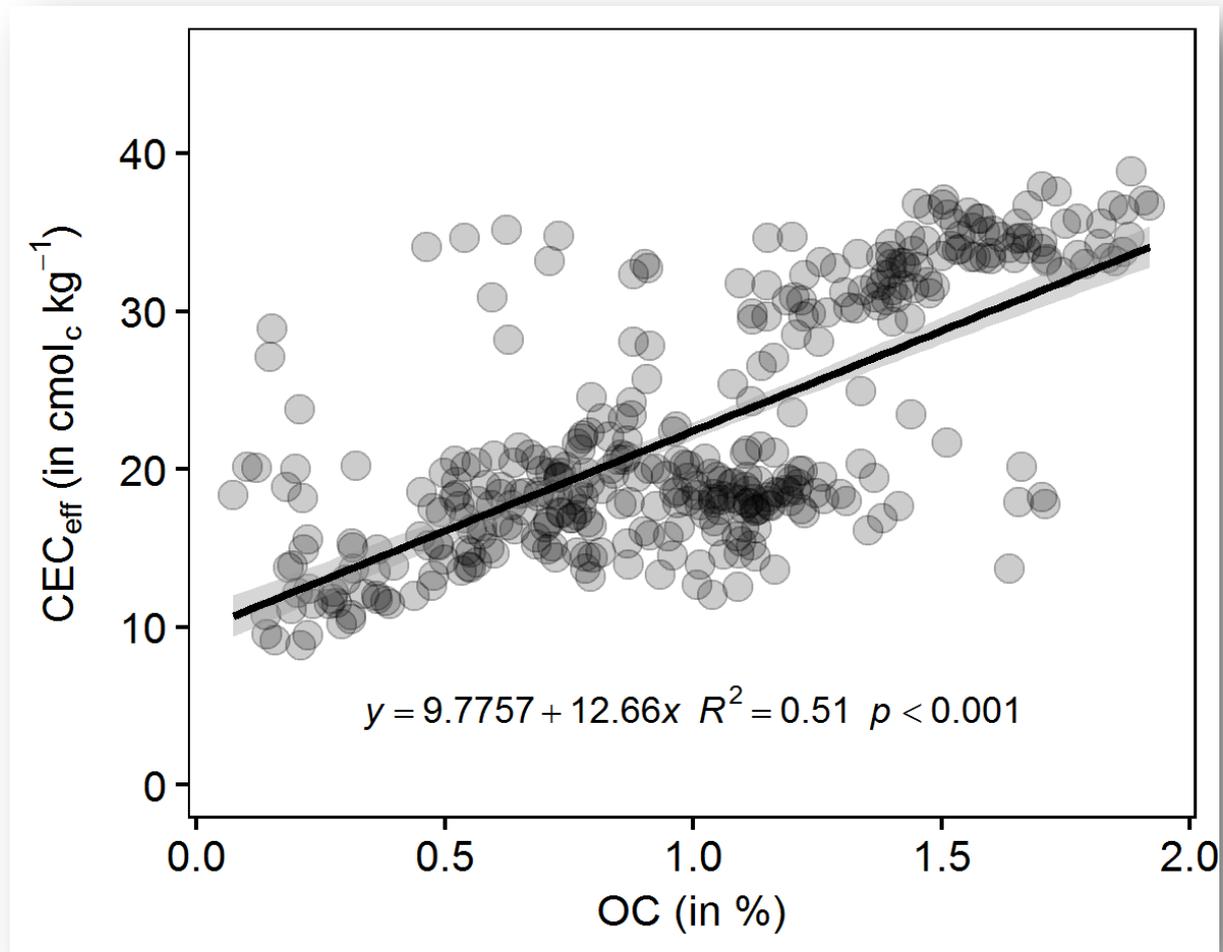
# Heterogenität der Organischen Bodensubstanz

**Standort:** Dauerversuchsfläche CATCHY  
Triesdorf, Bayern  
1,12 ha (140 m x 80 m)



# Pflanzenverfügbare Nährstoffe

**Standort:** Dauerversuchsfläche CATCHY, Triesdorf, Bayern

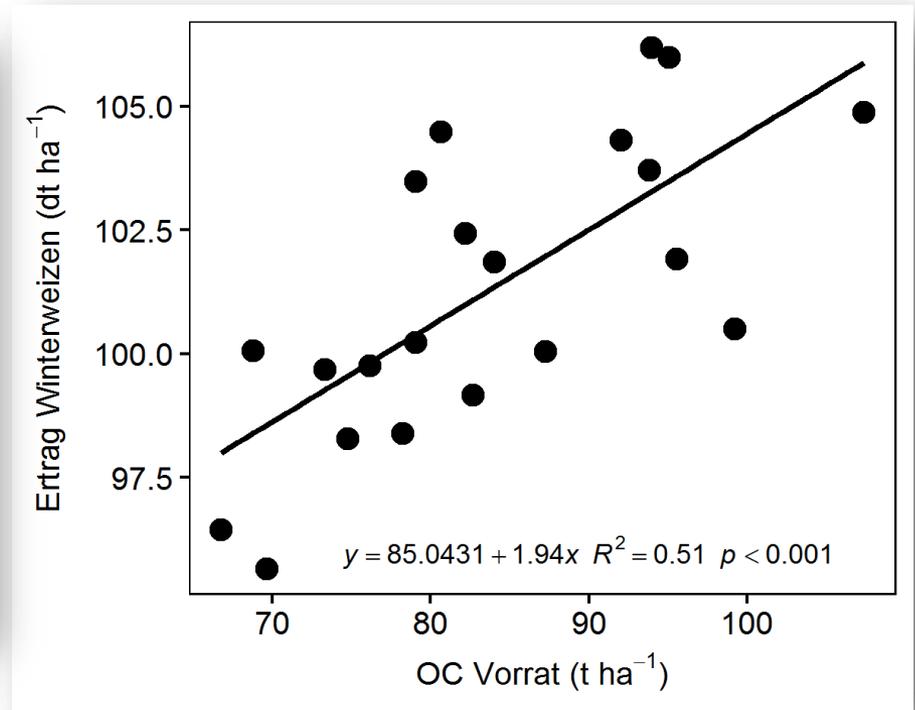


# Organische Substanz und Produktivität

## Weizenerträge bei optimaler Pflanzenversorgung mit Mineraldüngern:

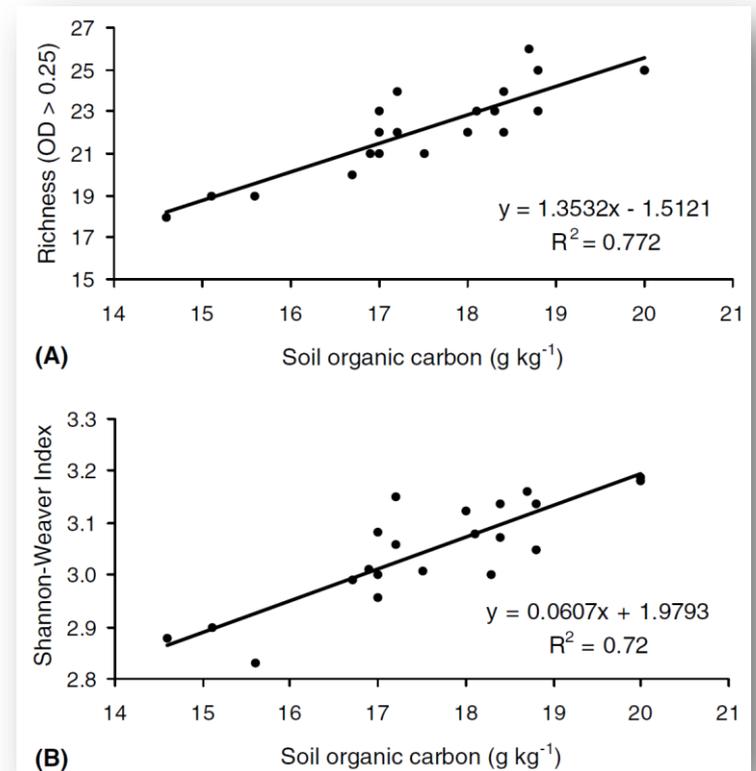
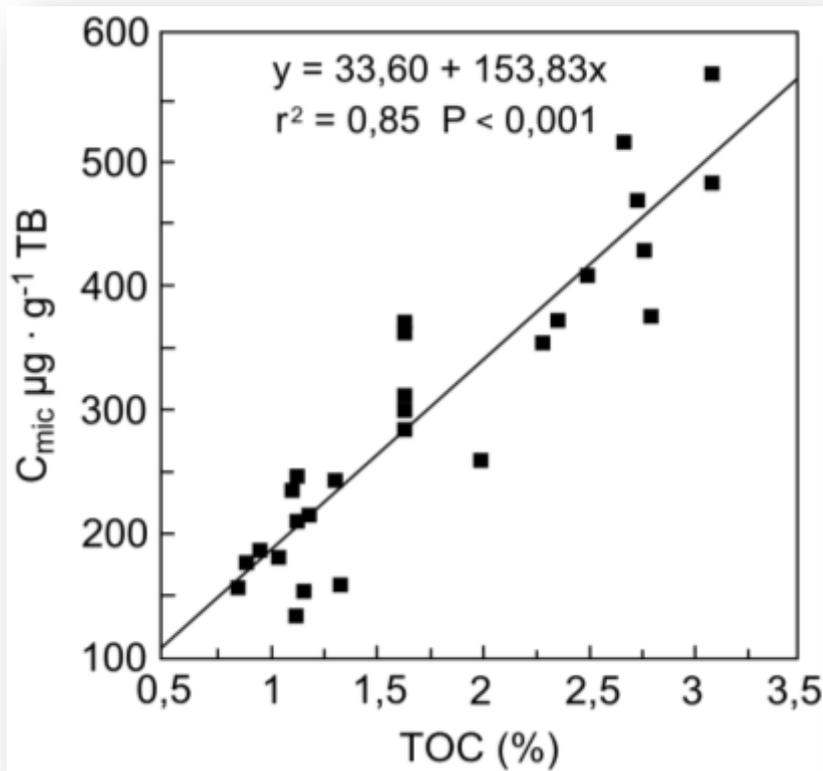
N-Gesamt 220 kg /N/ha, K-Gesamt 130 kg/K<sub>2</sub>O/ha, P- Gesamt 80 kg/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha

**Standort:** CATCHY Dauerversuchsfläche Triesdorf



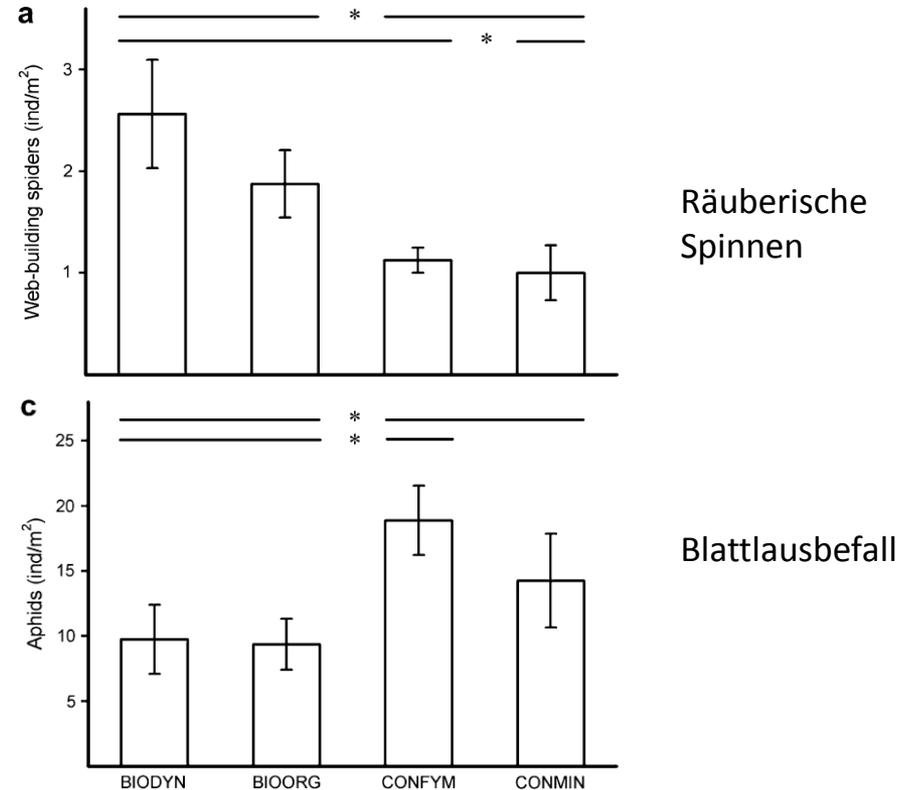
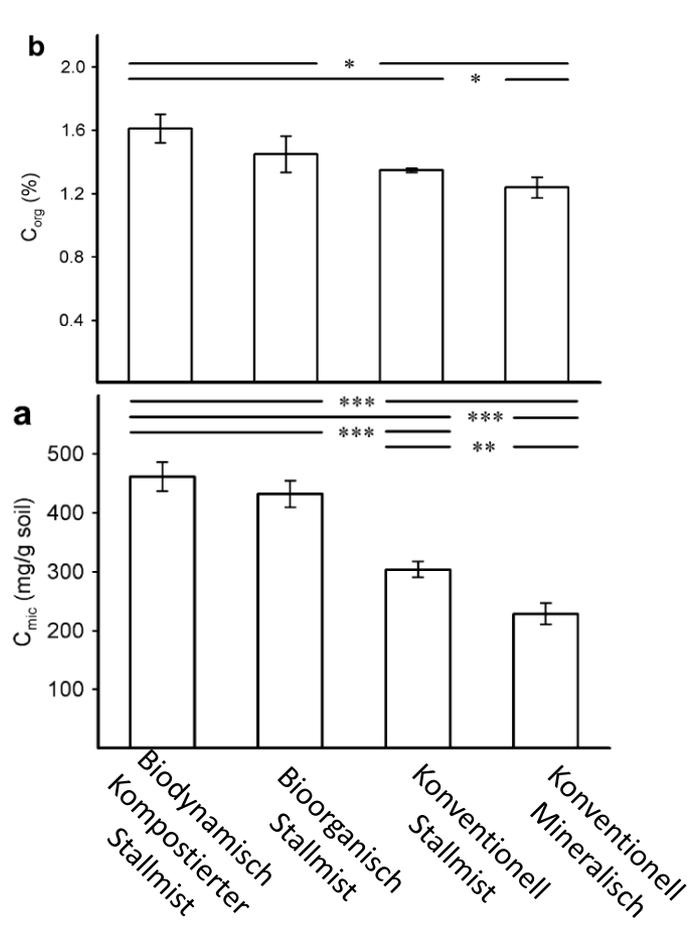
# Organische Substanz als Lebensgrundlage für Bodenorganismen

- Mikrobielle Biomasse und Diversität steigt mit dem Gehalt an organischer Bodensubstanz



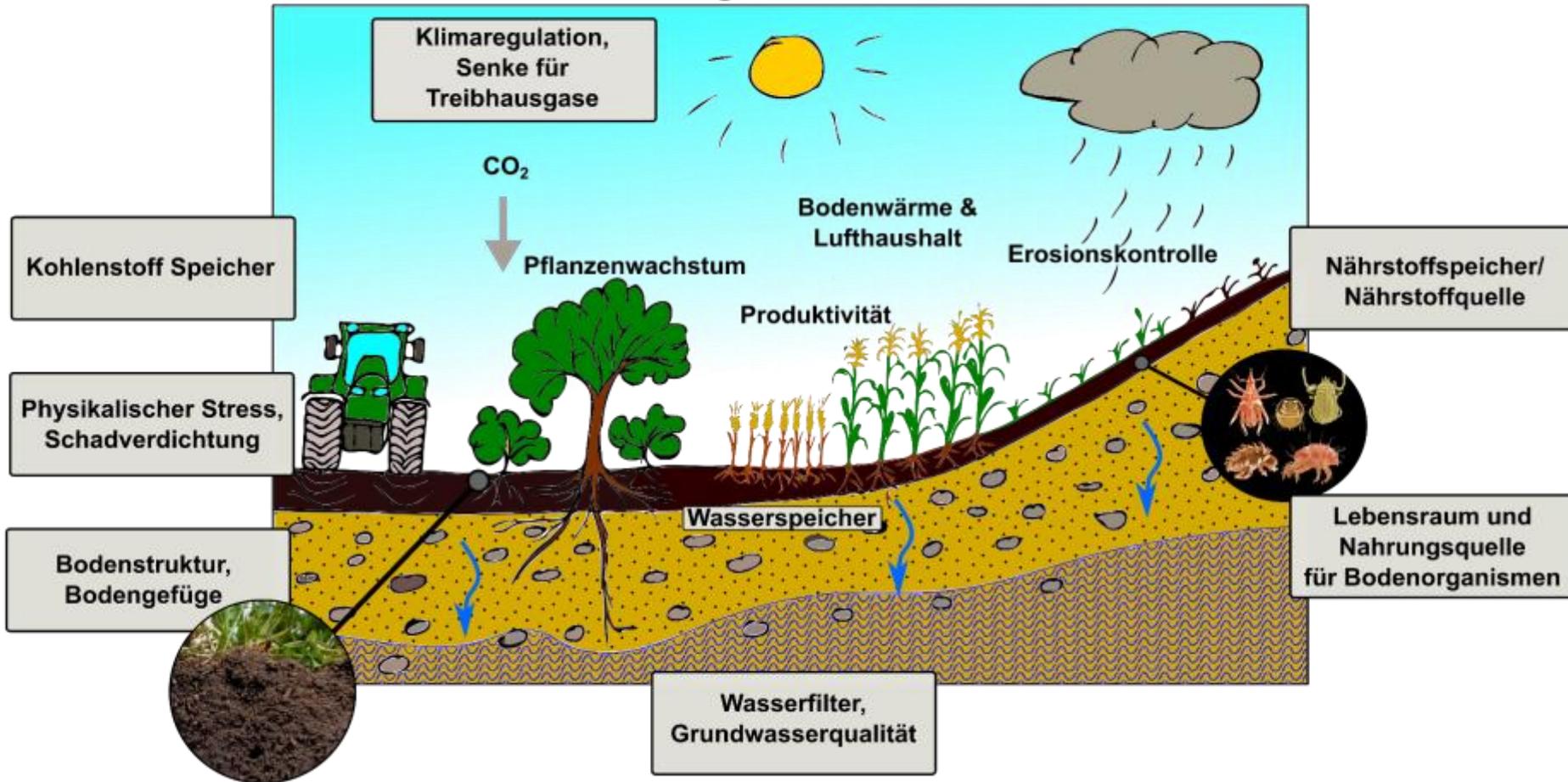
# Organische Bodensubstanz und Pflanzenschutz

- Größere Widerstandskraft gegen Schädlinge und Pflanzenkrankheiten (Birkhofer et al. 2008)
- Organische Düngung unterstützt die biologischen Interaktionen und natürlichen Nahrungsketten im Boden und auf der Oberfläche



# Bedeutung für Bodenfunktionen

## Funktionen der Organischen Bodensubstanz



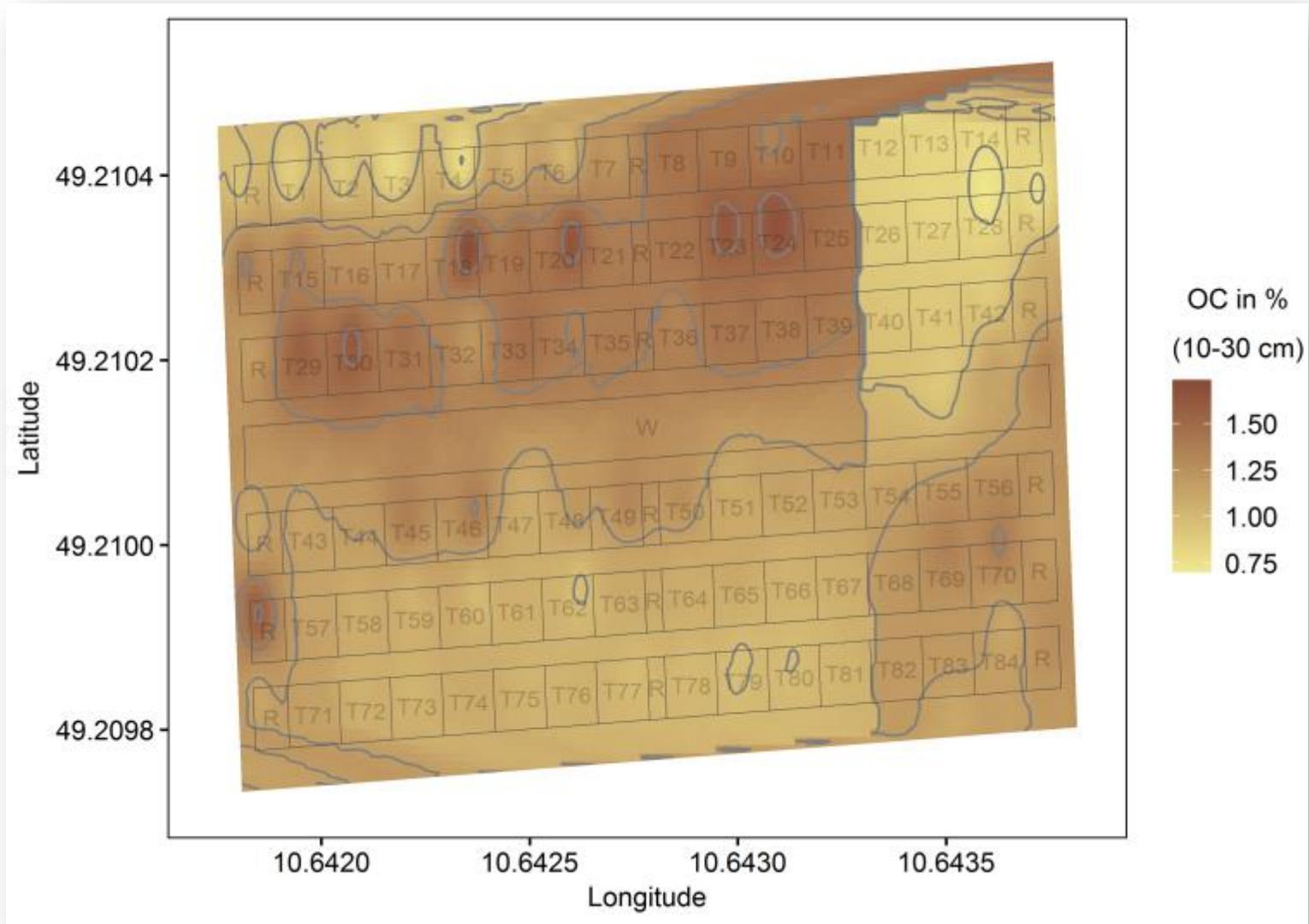
# Verlust organischer Bodensubstanz

---

- Bodenerosion
- Bodenbearbeitung / Pflügen
- Entnahme der  
Ernterückstände/  
Ganzpflanzenernte
- Verlust an Bodenleben/  
mikrobielle Biomasse

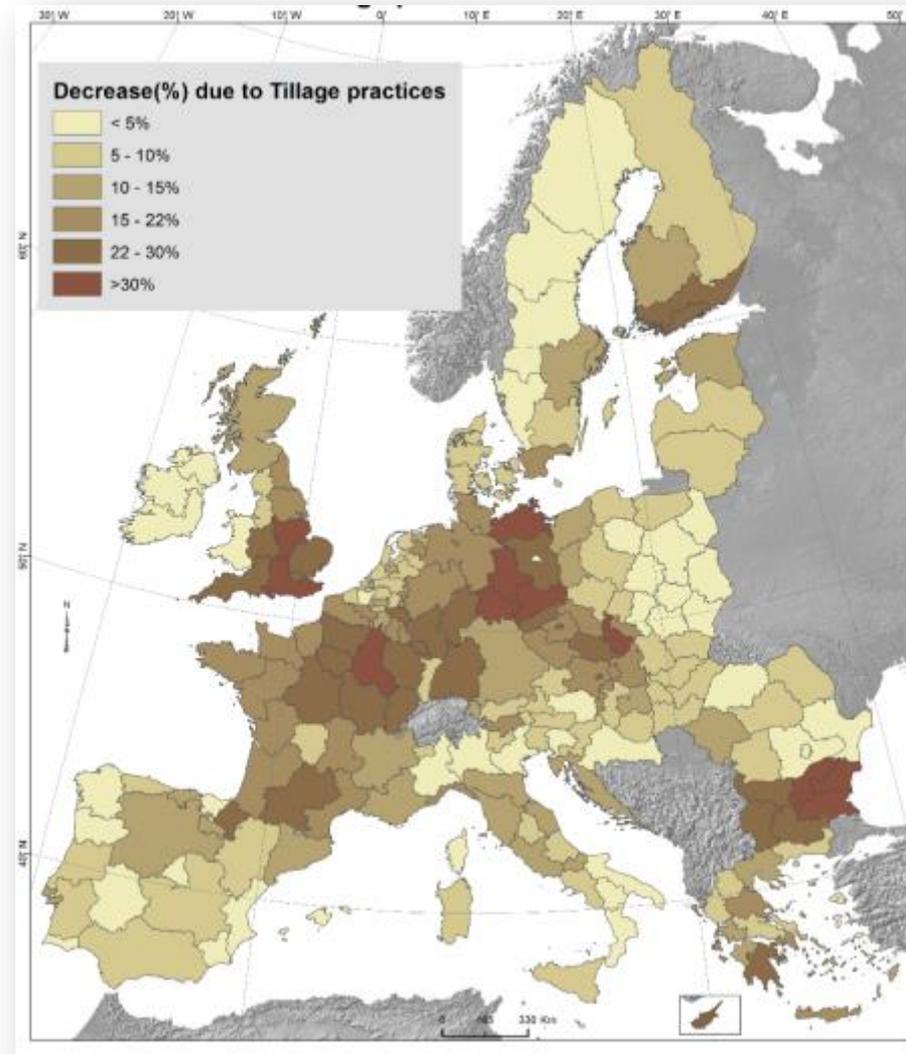


# Verlust organischer Bodensubstanz



# Verlust organischer Bodensubstanz

Einfluss der Bodenbearbeitung auf die OC Degradation der Böden



# Aufbau organischer Bodensubstanz

---

- Erntereste belassen
- Organische Düngung => Kreislaufwirtschaft
- Bodenbedeckung & Zwischenfrüchte

# Bodenbedeckung

Mulchsaat oder Mulch  
Ausbringung trägt zum Aufbau  
organischer Bodensubstanz bei,  
reduziert die Verdunstung und  
stimuliert das Bodenleben.



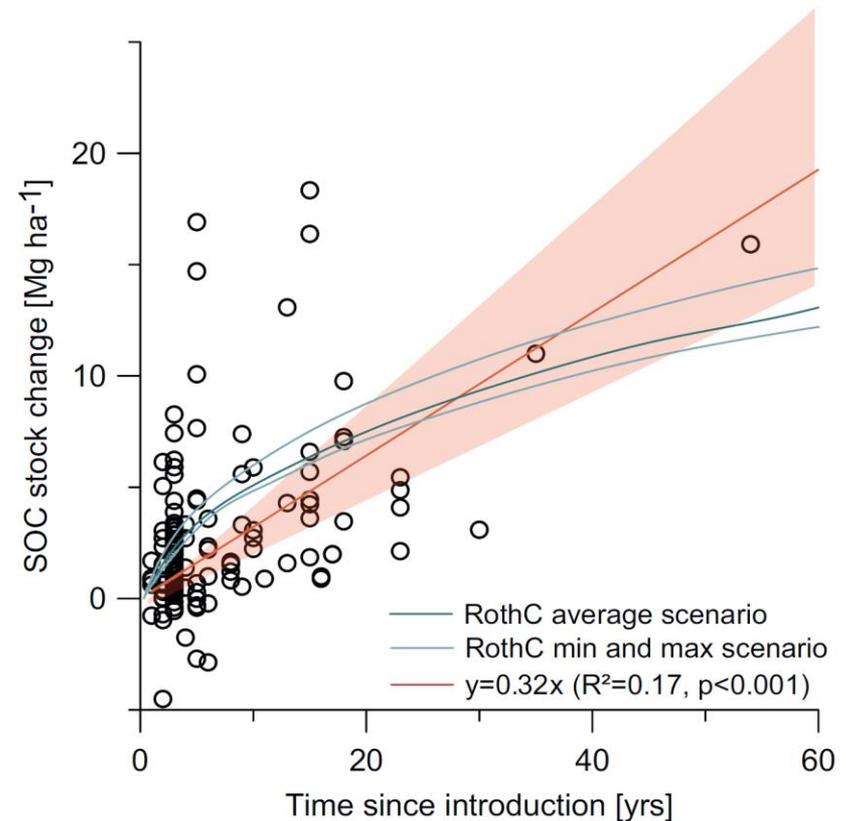
Mais als Mulchsaat



Mulch Ausbringung auf Kartoffeldämmen

# Zwischenfrüchte

- Poeplau & Don (2015) fanden das sich durch die weltweite Anwendung von Zwischenfrüchten eine Kohlenstoffsequestrierung von 0,3 t C pro ha und Jahr erreicht werden kann.
- Die maximale Menge von 16,7 t C pro ha kann in etwa 100 Jahren erreicht sein.



Poeplau & Don (2015)

# Aufbau organischer Bodensubstanz

---

- Erntereste belassen
- Organische Düngung => Kreislaufwirtschaft
- Bodenbedeckung & Zwischenfrüchte
- Erhöhung der Biodiversität

# Einfluss der Biodiversität am Beispiel Zwischenfrüchte



Brache



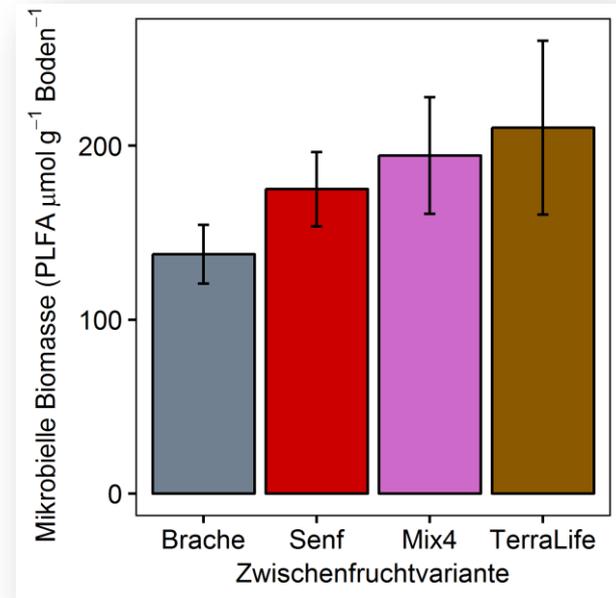
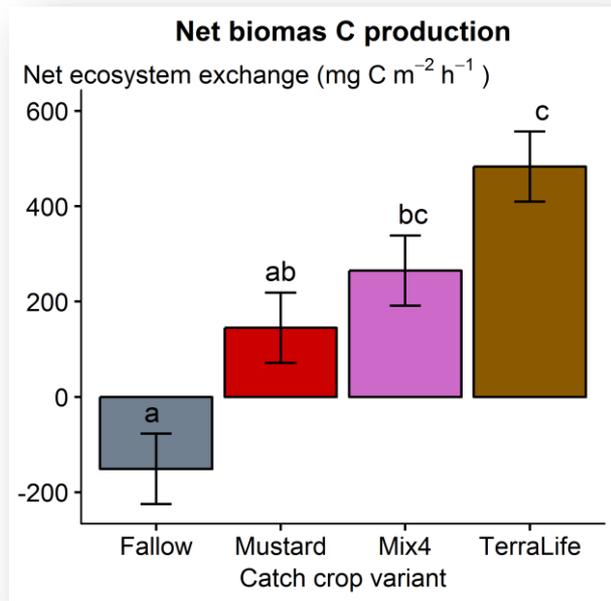
Reinsaat



4 Komponenten



12 Komponenten



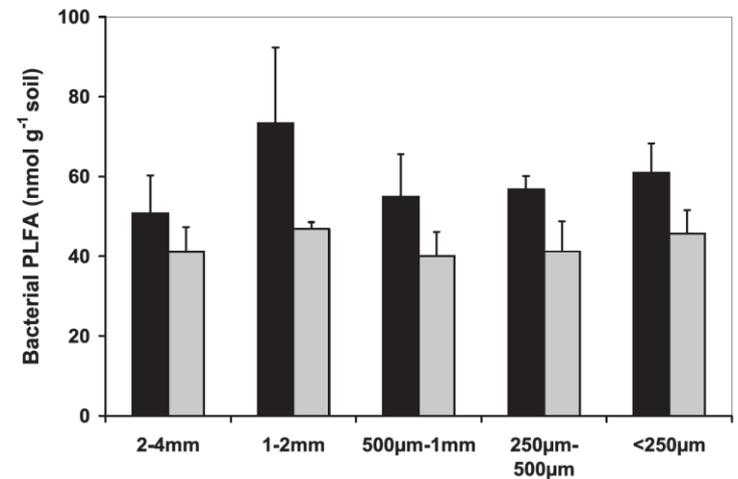
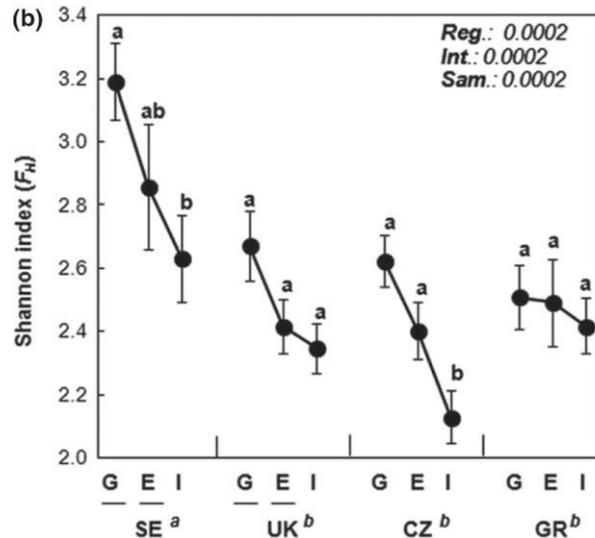
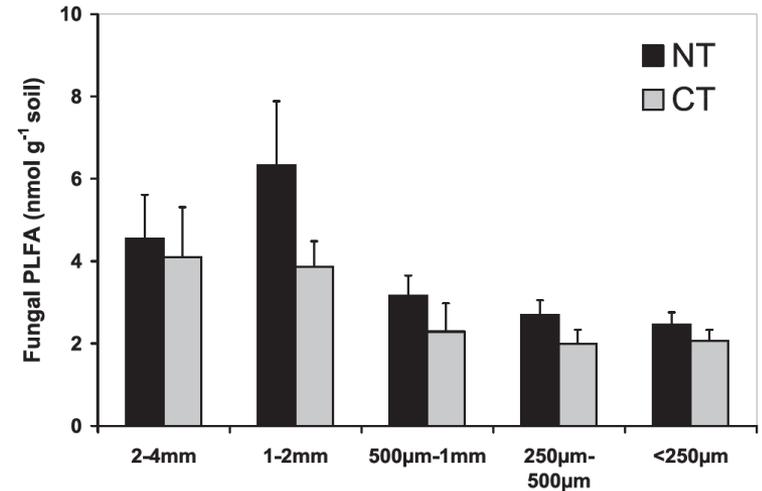
# Aufbau organischer Bodensubstanz

---

- Erntereste belassen
- Organische Düngung => Kreislaufwirtschaft
- Bodenbedeckung & Zwischenfrüchte
- Erhöhung der Biodiversität
- Stimulierung der Mikrobiellen Biomasse / Bodenleben

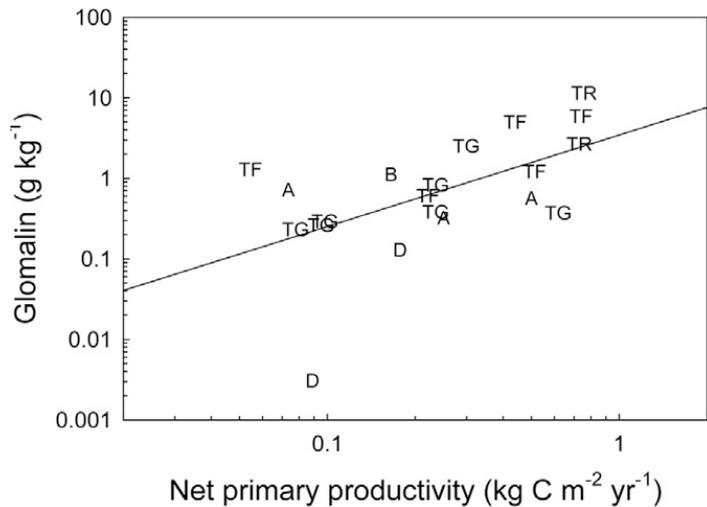
# Steigerung des Bodenlebens und der mikrobiellen Biomasse

- Pilze und Bakterien sind die Hauptakteure bei der Umwandlung organischer Substanz in stabilere organischer Verbindungen und Pflanzennährstoffe
- Die mikrobielle Biomasse beträgt 1-4% des Bodenkohlenstoffs
- Diversität und Biomasse sinkt mit zunehmender Nutzungsintensität und Bodenbearbeitung

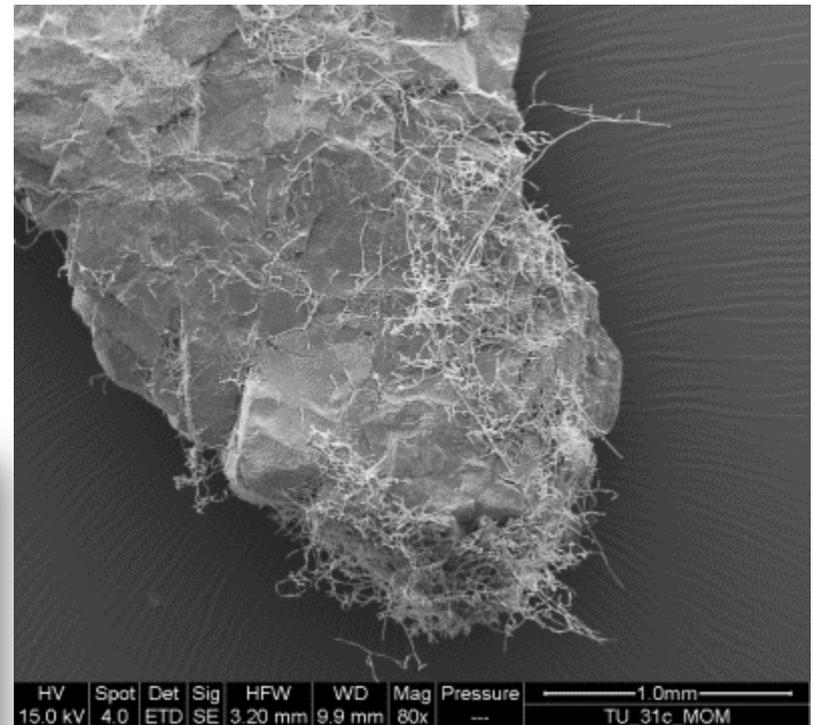
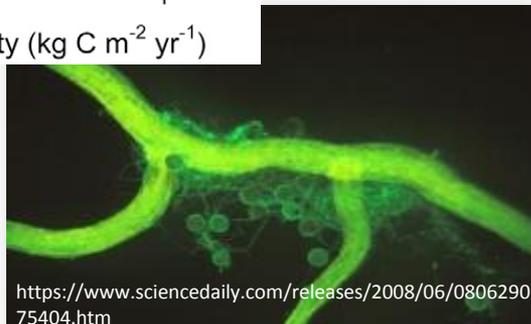


# Beitrag von Pilzen zur Bildung organischer Bodensubstanz

- Pilze stellen 70% der mikrobiellen Biomasse im Boden mit Hyphenlängen zwischen 3-300 m pro g Boden
- Ca. 85% aller Pflanzen bilden Lebensgemeinschaften mit Pilzen (Mykorrhiza)
- Mycorrhiza Pilze produzieren Glomalin, eine Glycoprotein das lange Verweilzeiten im Boden aufweist
- Der Glomalin Anteil an der organischen Bodensubstanz beträgt etwa 5%



Tresender & Turner (2007)



Aufnahme: Jens Boy, Institut für Bodenkunde Hannover

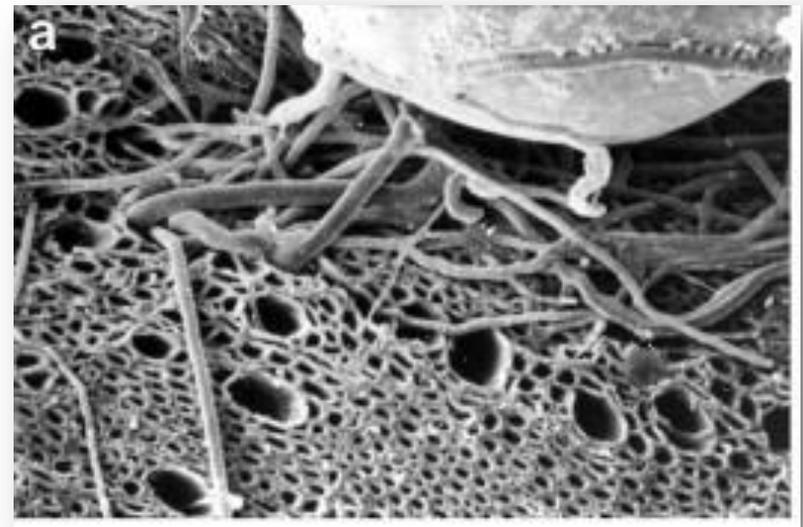
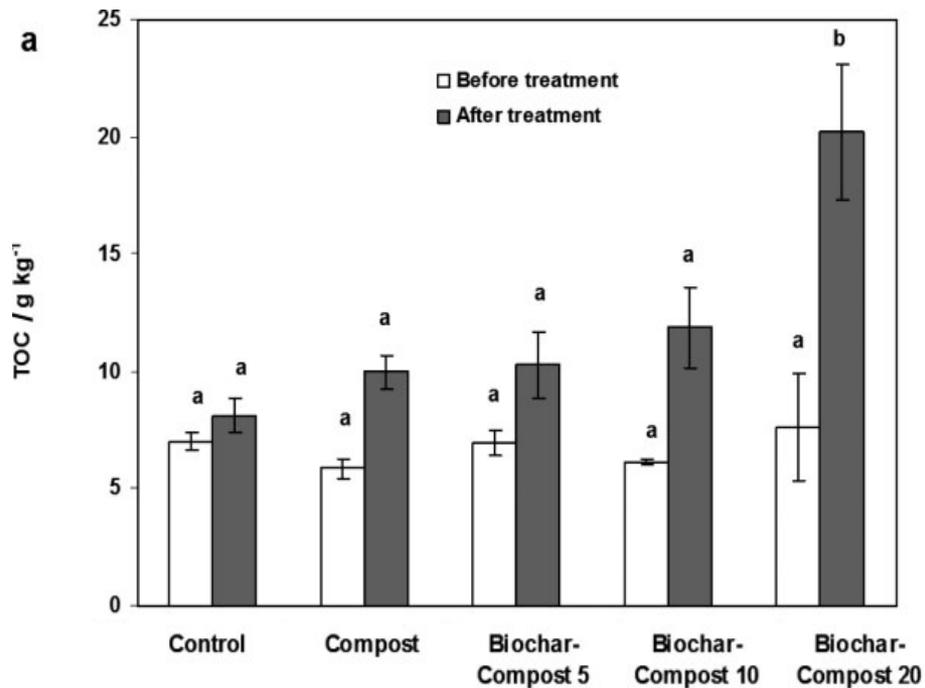
# Aufbau organischer Bodensubstanz

---

- Erntereste belassen
- Organische Düngung => Kreislaufwirtschaft
- Bodenbedeckung & Zwischenfrüchte
- Erhöhung der Biodiversität
- Stimulierung der Mikrobiellen Biomasse / Bodenleben
- Pflanzenkohle

# Pflanzenkohle

- Die Beimischung von Pflanzenkohle zu Kompostgaben steigert den Aufbau organischer Bodenkohlenstoffs um das 2.5 Fache (von 0.8 auf 2%, Liu & Glaser 2012)
- Hohes Porenvolumen der Pflanzenkohle bietet großes Potential zur Nährstoffspeicherung und Lebensraum für Mikroorganismen



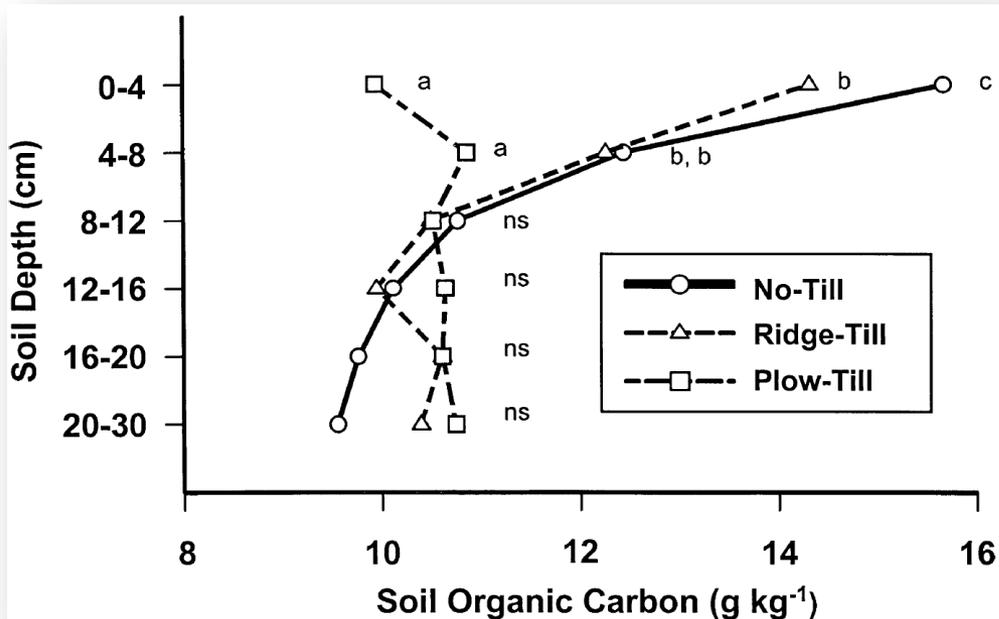
# Aufbau organischer Bodensubstanz

---

- Erntereste belassen
- Organische Düngung => Kreislaufwirtschaft
- Bodenbedeckung & Zwischenfrüchte
- Erhöhung der Biodiversität
- Stimulierung der Mikrobiellen Biomasse / Bodenleben
- Pflanzenkohle
- Bodenbearbeitung

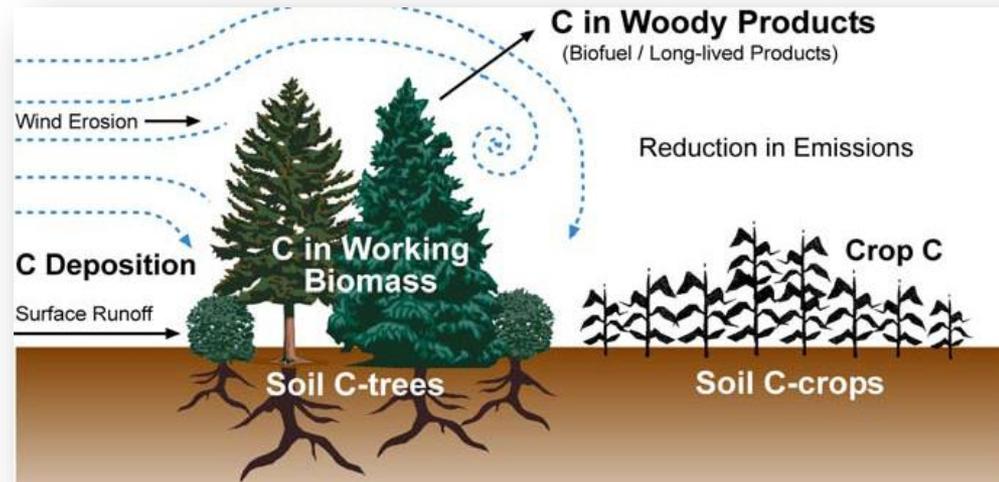
# Bodenbearbeitung

- Einfluss der Bodenbearbeitungsintensität wird sehr kontrovers diskutiert
- Neue Übersichtsstudien zeigen dass konservierende Bodenbearbeitung die OC Vorräte im Boden um etwa 1% steigern lässt
- Vorteile für Wasser- und Nährstoffhaushalt ergeben sich jedoch von der erhöhten organischen Substanz in den obersten 10 cm
- Zusätzlich steigt das Bodenleben



# Agrarforstwirtschaft

- Agrarforstsysteme tragen direkt über ihre Biomasseproduktion und indirekt, durch Optimierung von Nährstoffkreisläufen und Bodenparametern zur OC Sequestrierung bei.
- Aufbau von organischer Bodensubstanz wird insbesondere in tieferen Bodenhorizonten erreicht und durch Mikrobielle Biomasse.



# Schlussfolgerung

---

Um organische Bodensubstanz als Mittel zur nachhaltigen Intensivierung und als Klimaanpassungsstrategie zu nutzen, muss:

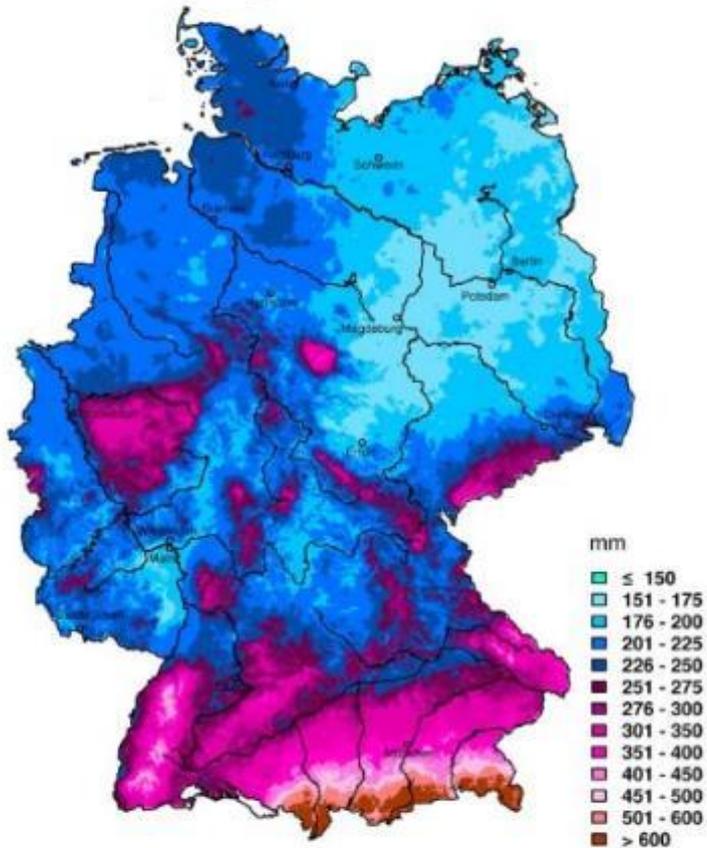
- die Bodenbearbeitung reduziert
- die Einträge organischer Substanz erhöht
- die natürliche Stoffkreisläufe genutzt
- und die Artenvielfalt auf und im Boden erhöht werden



*Danke für ihre  
Aufmerksamkeit*

# Niederschlagsdefizit Sommer 2018

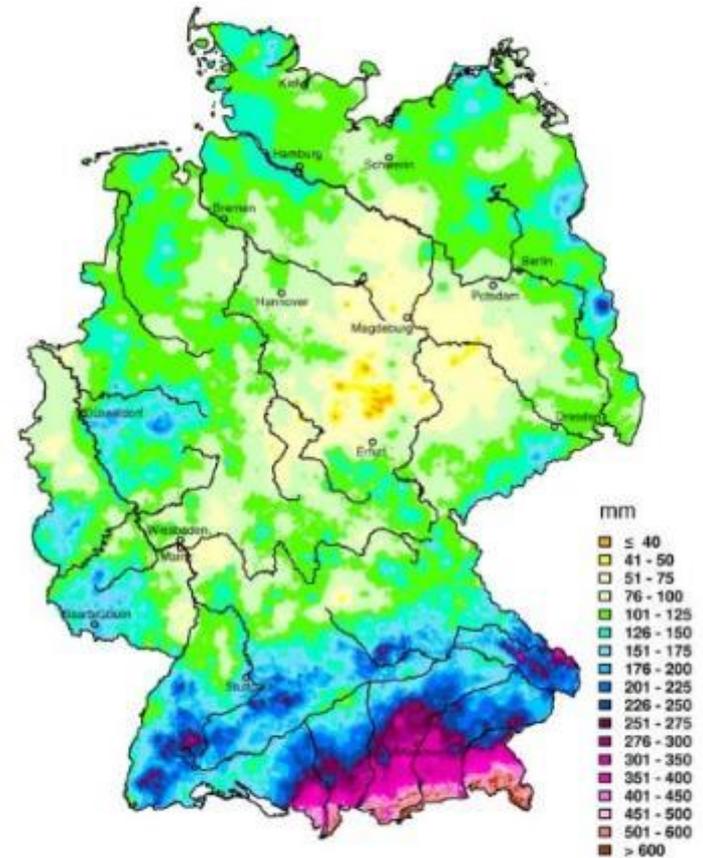
Niederschlagshöhe Sommer  
 vieljähriger Mittelwert 1961-1990  
 Precipitation Summer  
 long-term mean 1961-1990



© Deutscher Wetterdienst 2018

Diese Karte wurde am 23.05.2018 mit den Daten aller Stationen aus den Messnetzen des DWD erstellt.  
 This chart was produced on May 23, 2018 using data of all stations of the networks of DWD.

Niederschlagshöhe Sommer 2018  
 Precipitation Summer 2018



© Deutscher Wetterdienst 2018

Diese Karte wurde am 02.09.2018 mit den Daten aller Stationen aus den Messnetzen des DWD erstellt.  
 This chart was produced on September 02, 2018 using data of all stations of the networks of DWD.

# 2018: Ein klimatisches Ausnahmejahr?

---



Starkniederschläge und  
Überschwemmungen in  
Steppengebieten Kasachstans  
Sommer 2018

