

# Humus und Bodenfruchtbarkeit für nachhaltige Bewirtschaftungssysteme

---

Dr. Norman Gentsch  
Institut für Bodenkunde  
Leibniz Universität Hannover



Humus als Klimaanpassungsstrategie und Steuergröße  
für  
Bodenfunktionen und Bodenfruchtbarkeit

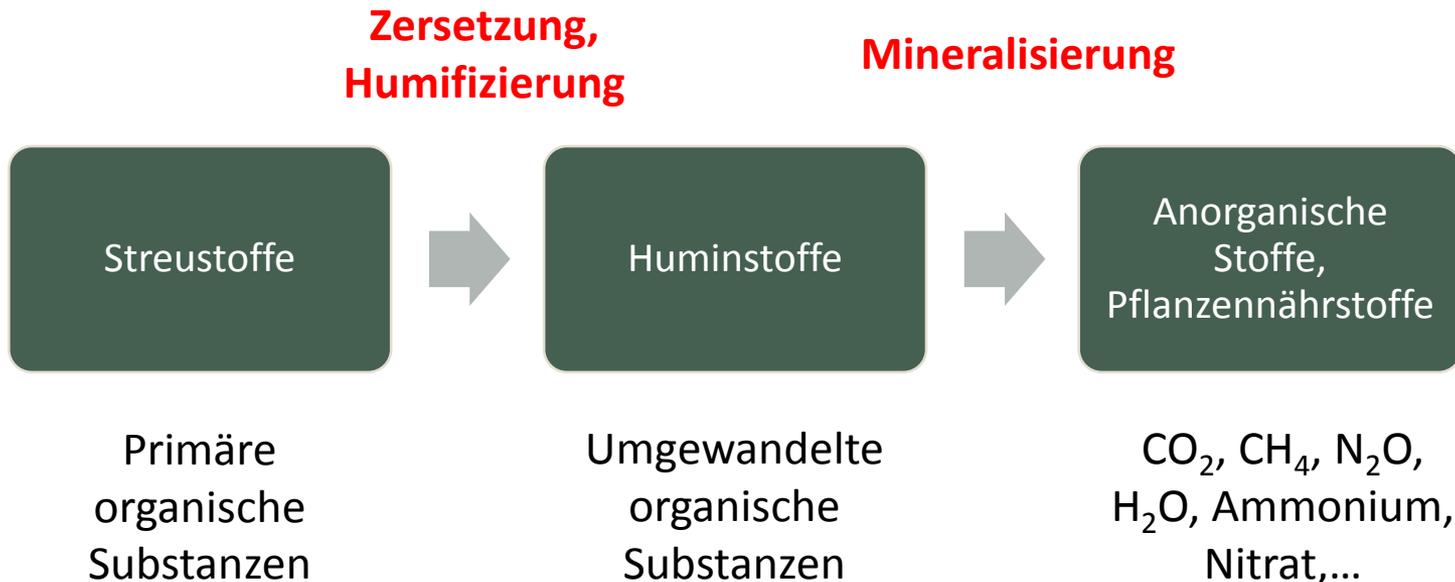
# Begriffsdefinitionen

---

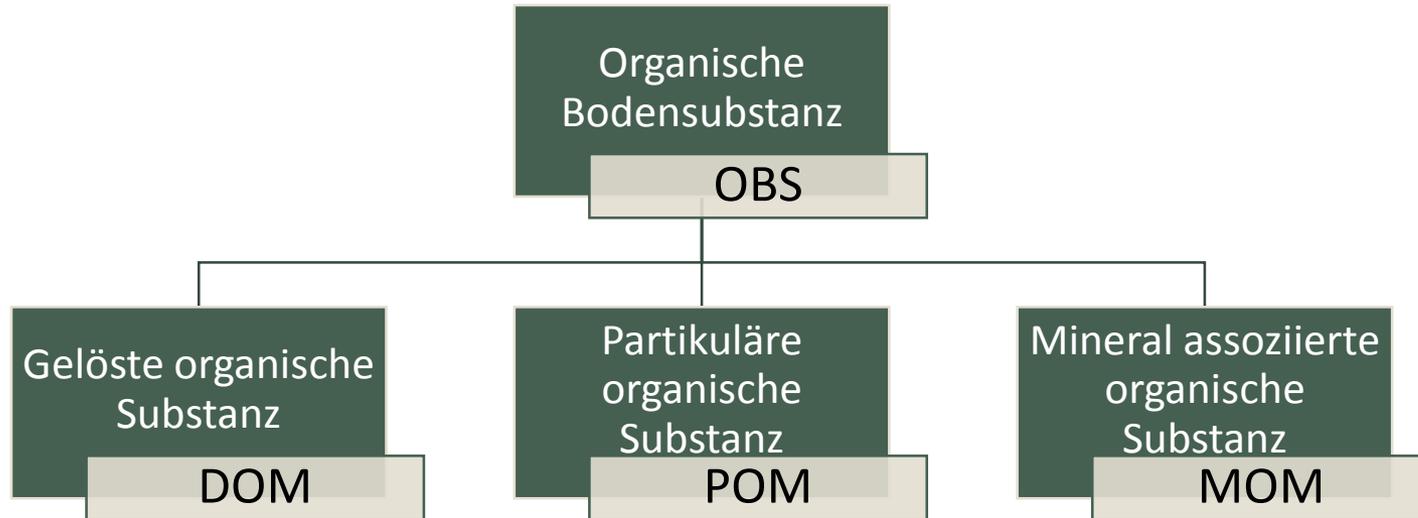
**Humus = Organische Bodensubstanz (OBS):**

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

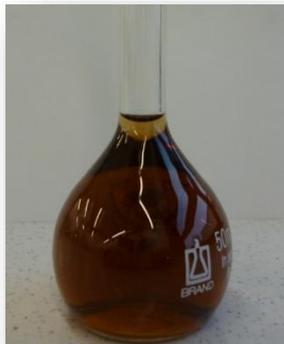
## Abbau der organischen Substanz im Boden



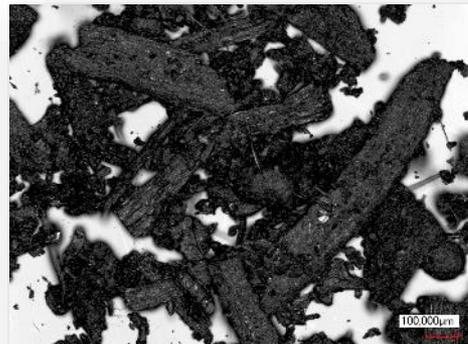
# Organische Bestandteile im Boden



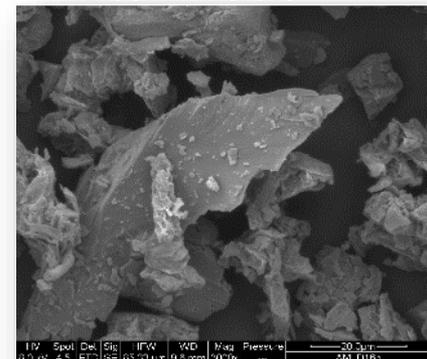
Ausscheidungen von Pflanzen und Mikroorganismen, lösliche Bestandteile



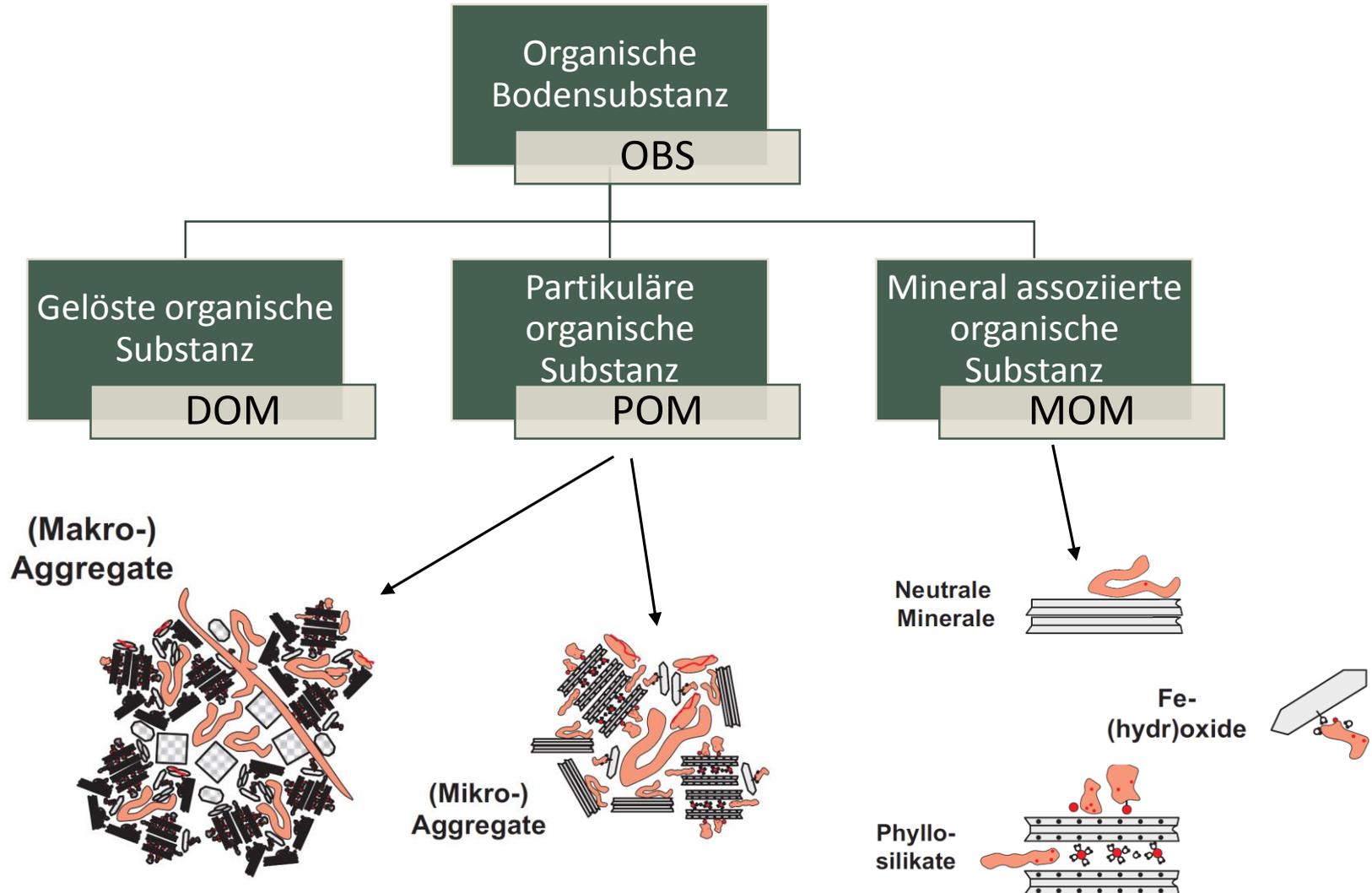
Streustoffe, tote Wurzeln, - Laub, Ernterückstände, Holzkohle



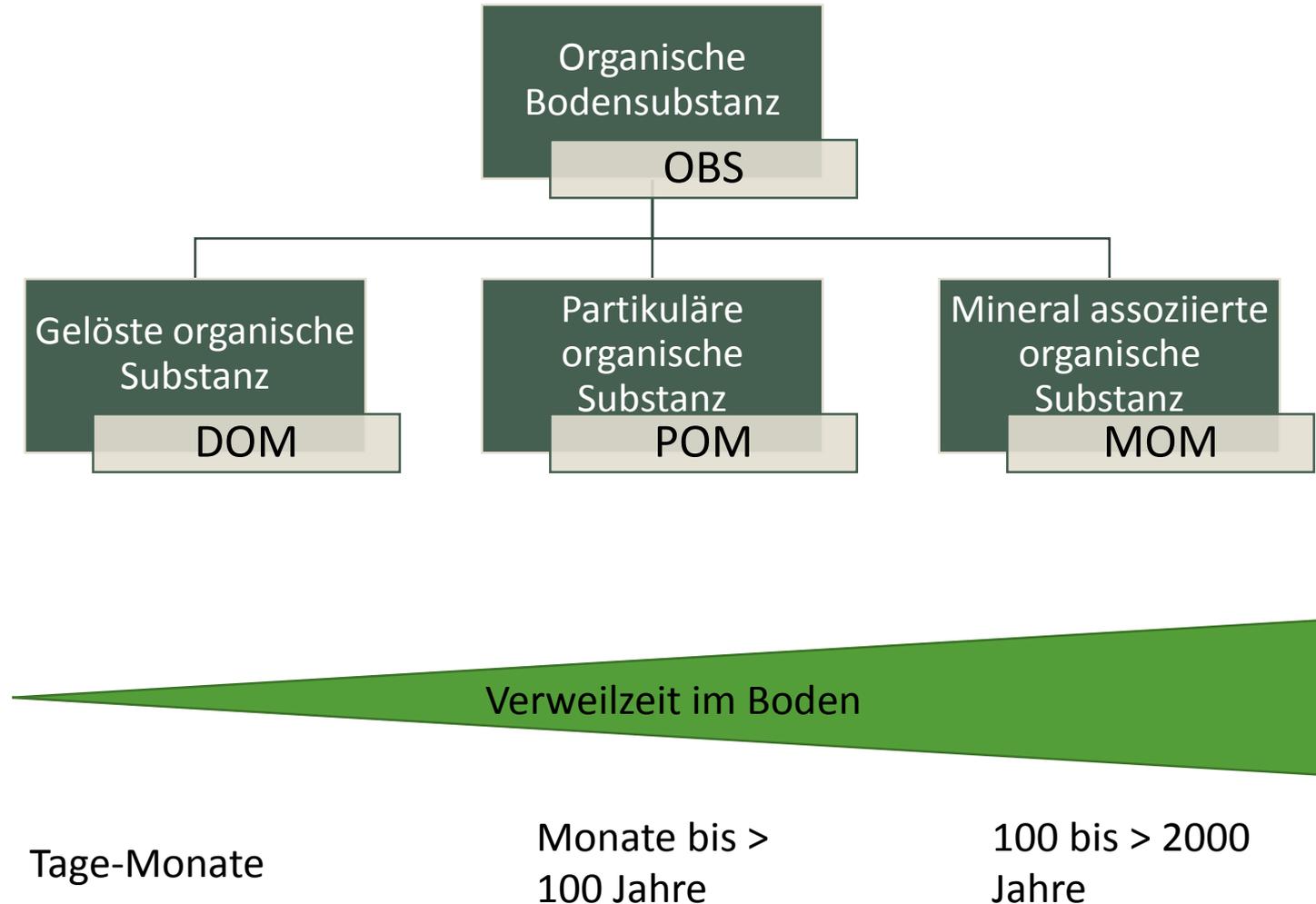
Organo-mineralische Verbindungen, mikrobiell transformierte OBS. Z.B. Komplexierung mit Ton- oder Eisenmineralen



# Stabilisierung der organischen Substanz

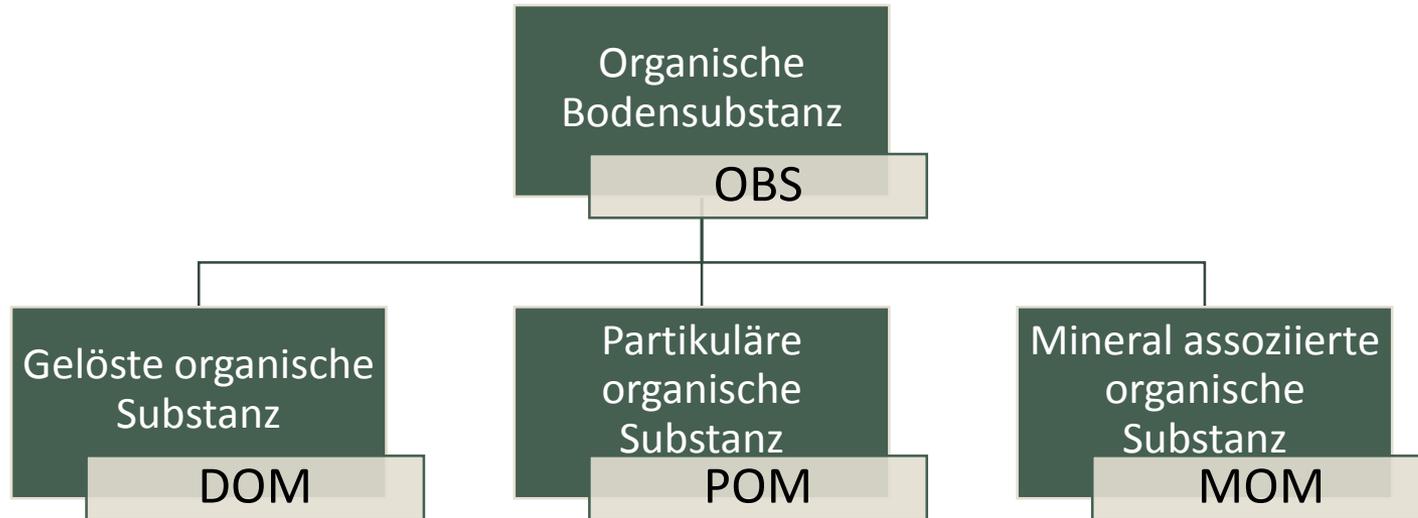


# Stabilisierung der organischen Substanz



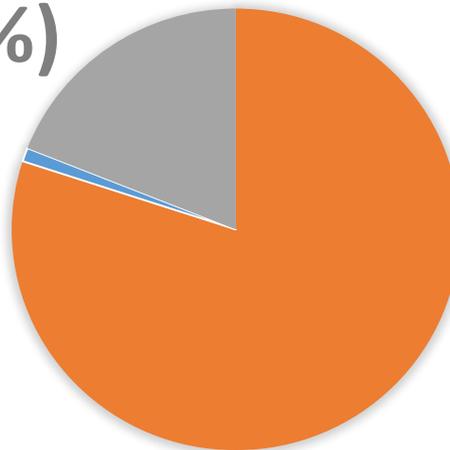
# Zusammensetzung der organischen Substanz

---



**POM 19 % (5-40%)**

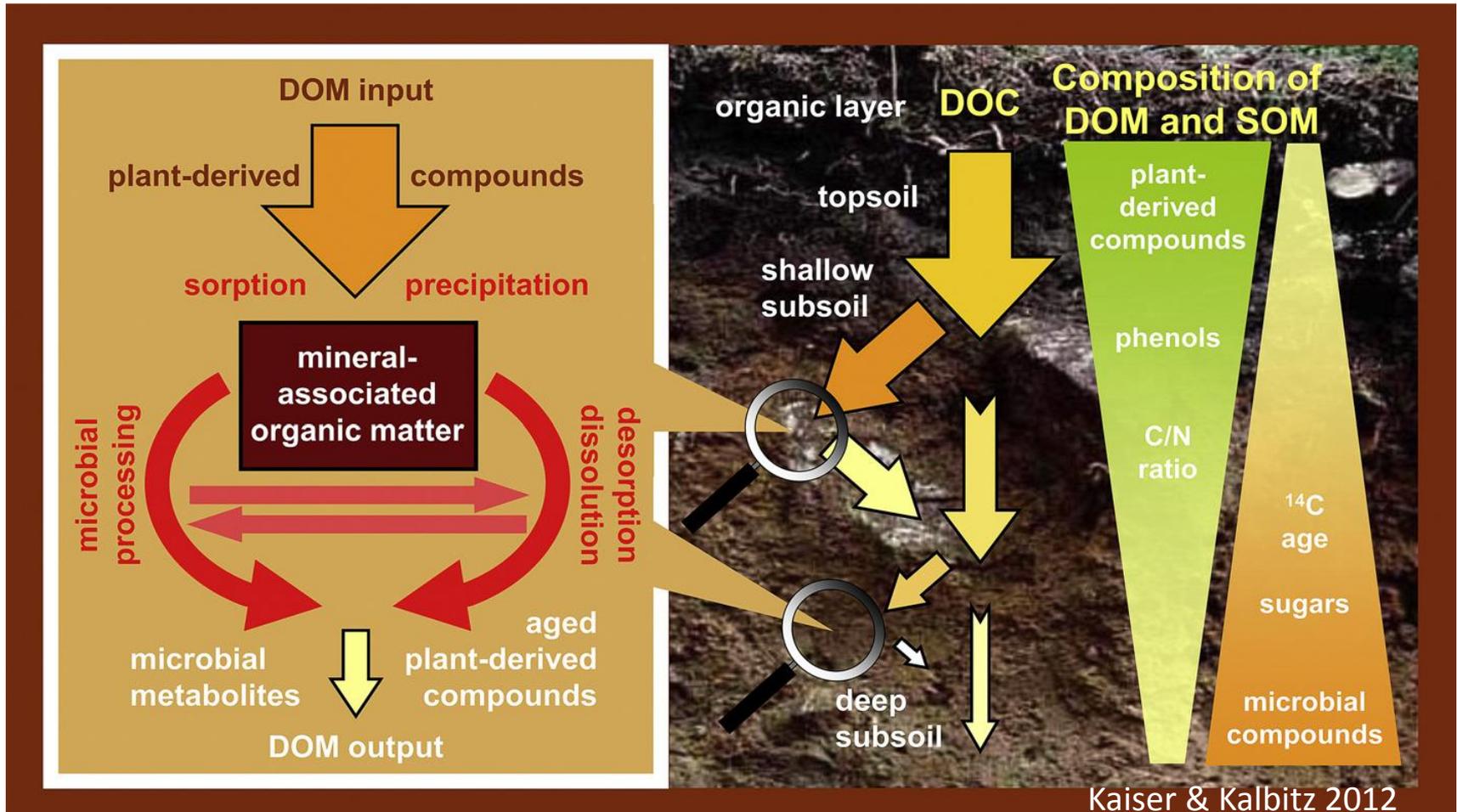
**DOM >1%**



**MOM 80% (70-95%)**

# Gradient der Bodentiefe

- OBS ist im Boden kontinuierlicher Umwandlung, Transport, Sorption und Desorption unterworfen



# Dauerhumus

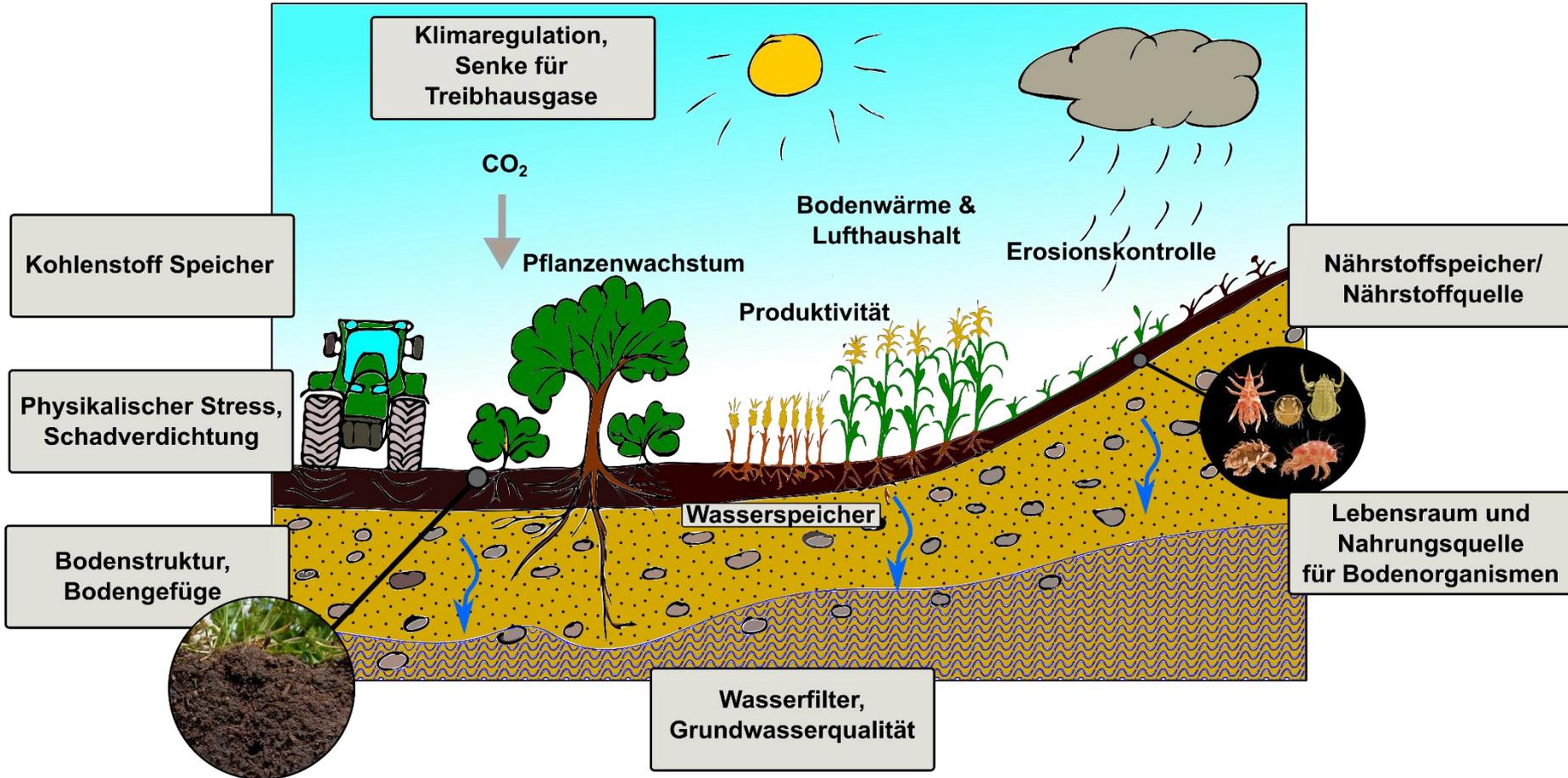
---

**Für Böden deren abiotische Bedingungen (T, W) nicht zur Einschränkung der Organismen-tätigkeiten führt:**

- Dauerhumus ist der Anteil organischer Substanz im Boden der kontinuierlich genährt und langsam abgebaut wird
- Dauerhumus ist nicht inert und kontinuierlicher Transformation durch Bodenorganismen unterworfen
- Dauerhumus kann durch eine hohe Zufuhr organischer Substanz, starke Durchwurzelung, hohe Organismen-tätigkeit und Aktivierung von Transportprozessen in den Unterboden gesteigert werden

# Bedeutung für Bodenfunktionen

## Funktionen der Organischen Bodensubstanz



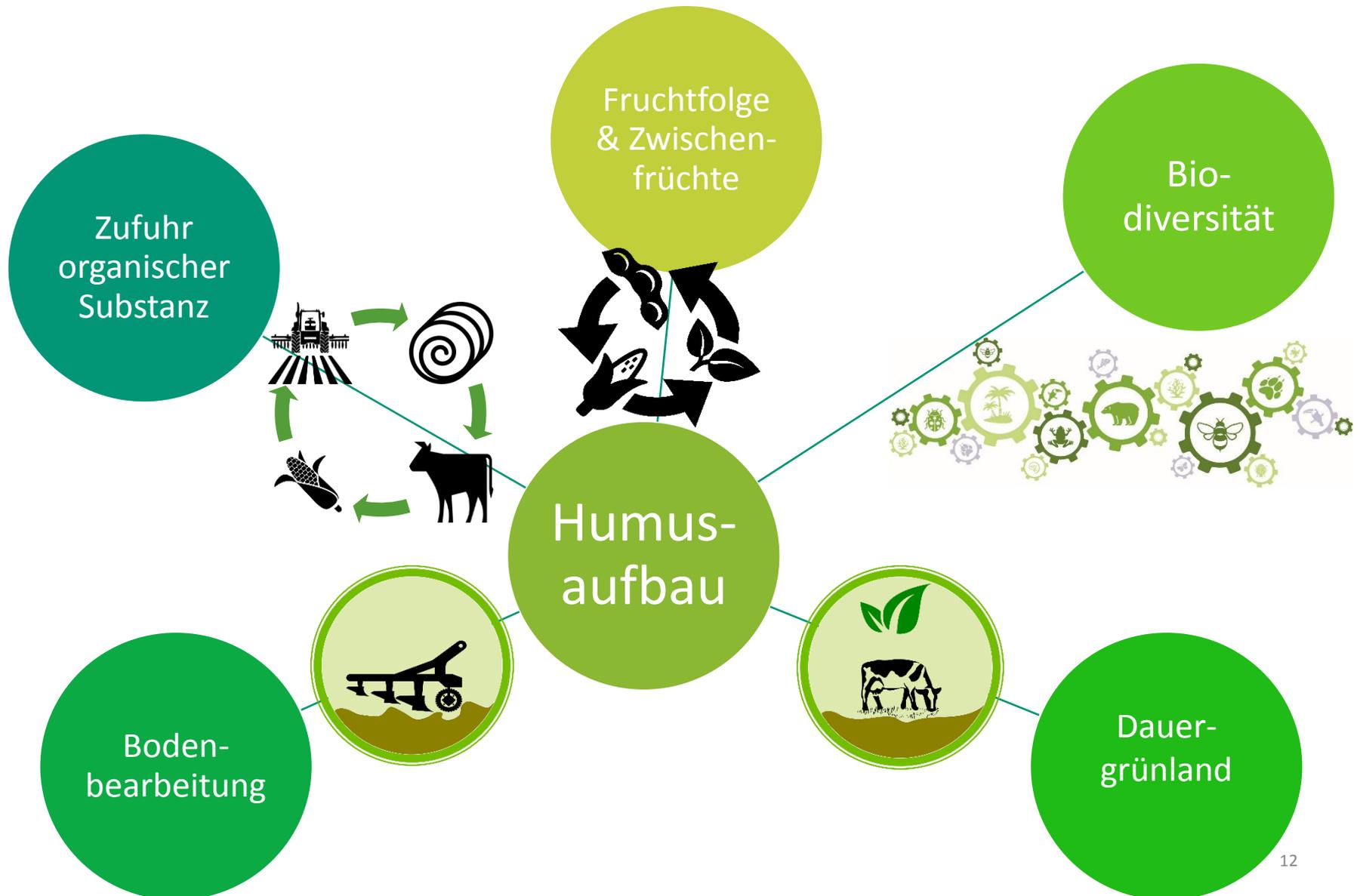
# Verlust organischer Bodensubstanz

---

- ❖ Bodenerosion
- ❖ Art der Landnutzung/  
Bodenbearbeitung
- ❖ Humus zehrende Fruchtfolge/  
Entnahme der Ernterückstände
- ❖ Verlust an Bodenleben/  
mikrobielle Biomasse



# Humusaufbau durch Management

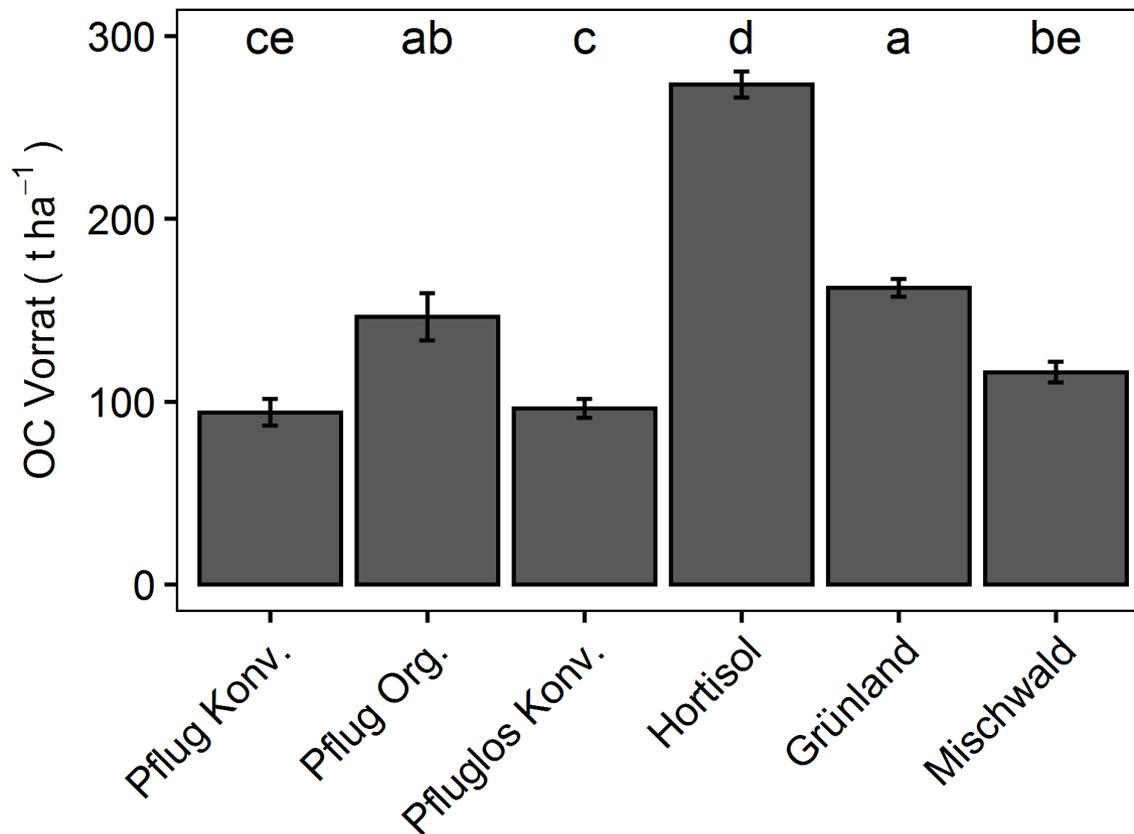


# Landnutzung

- Landnutzungsgradient entlang einer Bodensequenz im Thüringisch-Sächsischem Lößhügelland

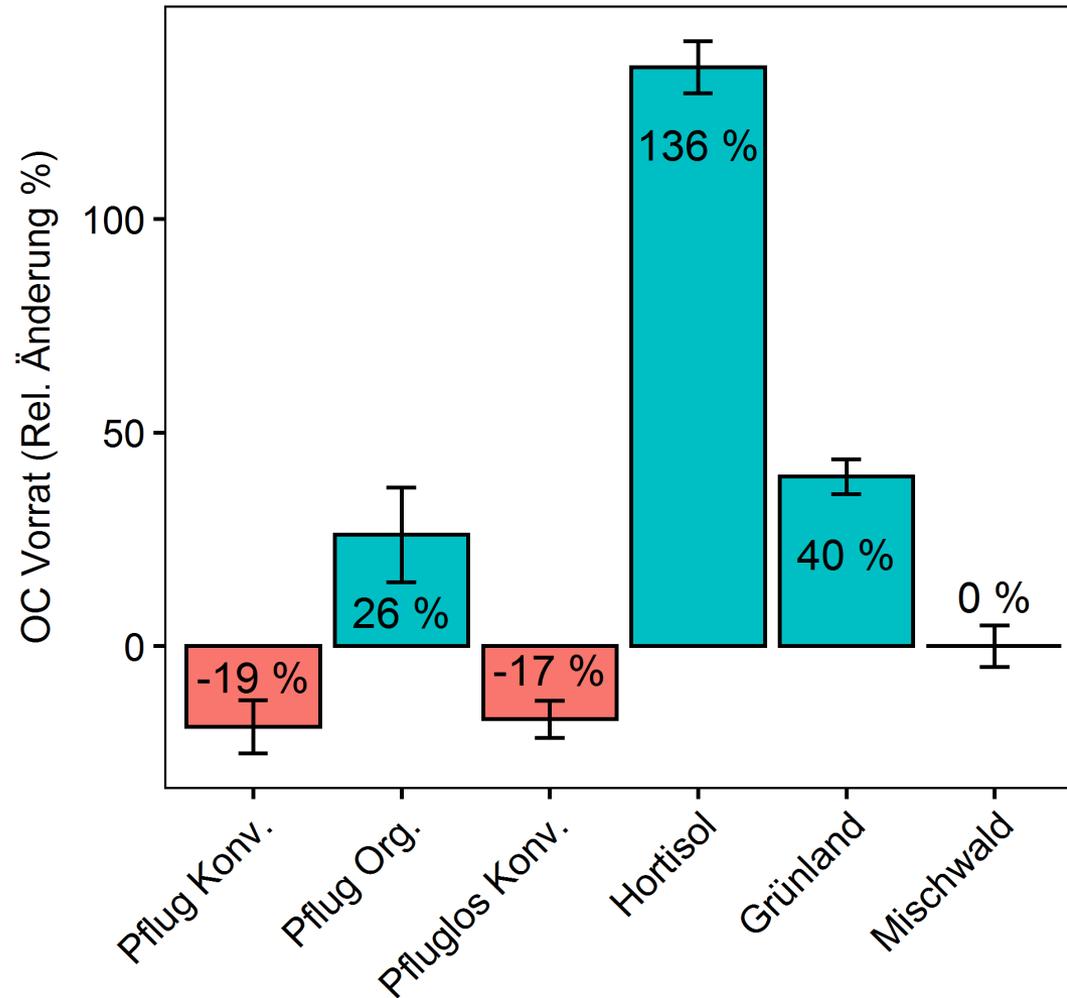


# Organische Kohlenstoffvorräte



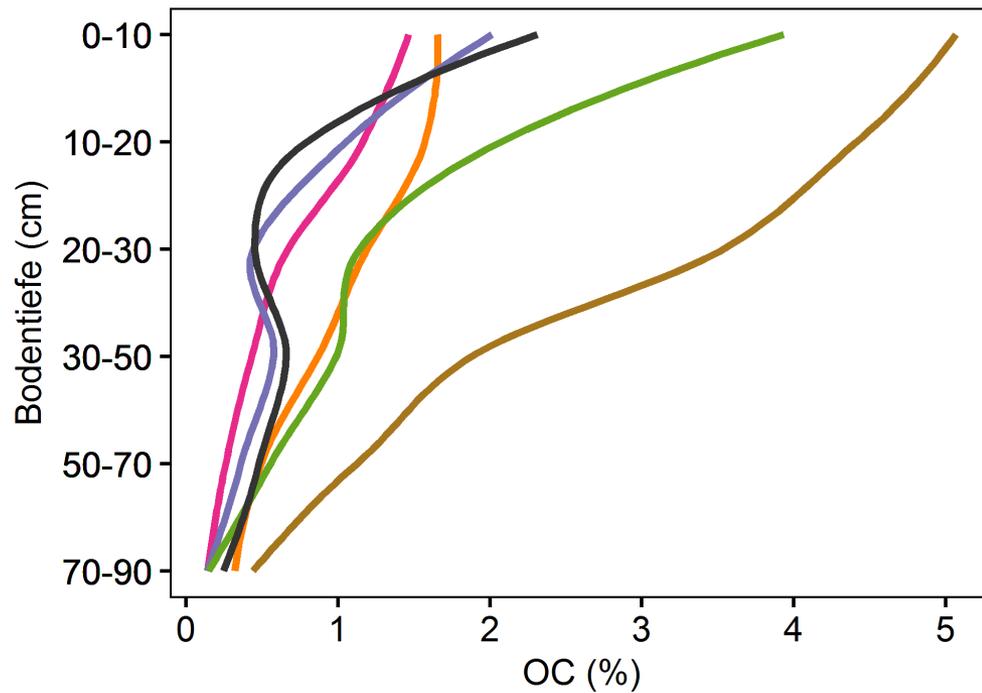
- Kleinbuchstaben zeigen signifikant unterschiedliche Gruppen ( $p < 0.05$ )
- OC Vorrat aufsummiert bis 1 m Bodentiefe
- Mittelwerte aus 4 Parzellen  $\pm$  SE

# Relative Änderung durch Bodenmanagement



- Relative Änderung der OC Vorräte durch unterschiedliche Managementsysteme
- Mischwald als Referenz für ein naturnahes Ökosystem
- Mittelwerte aus 4 Bohrkernen  $\pm$  SE

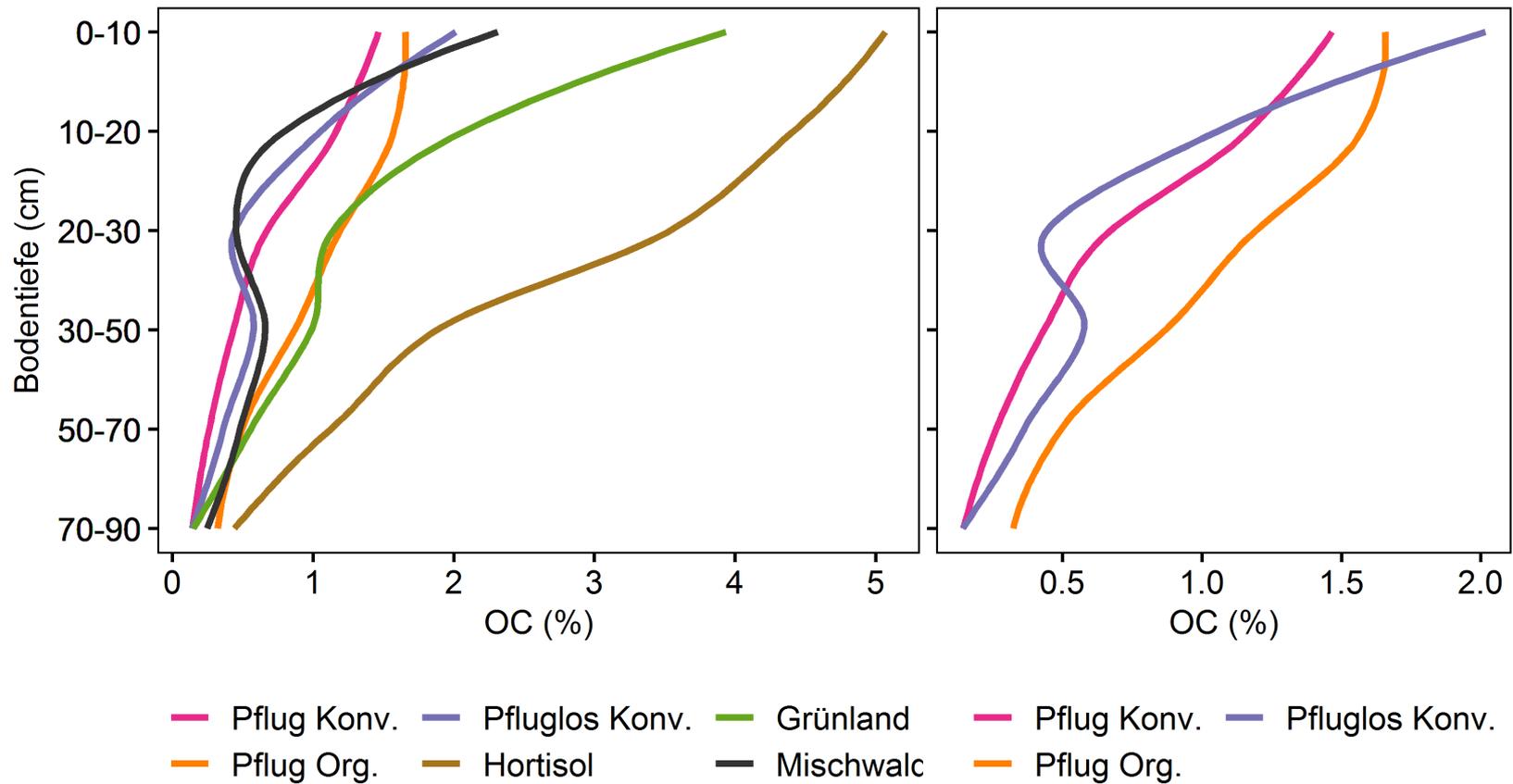
# OC Konzentrationen mit der Tiefe



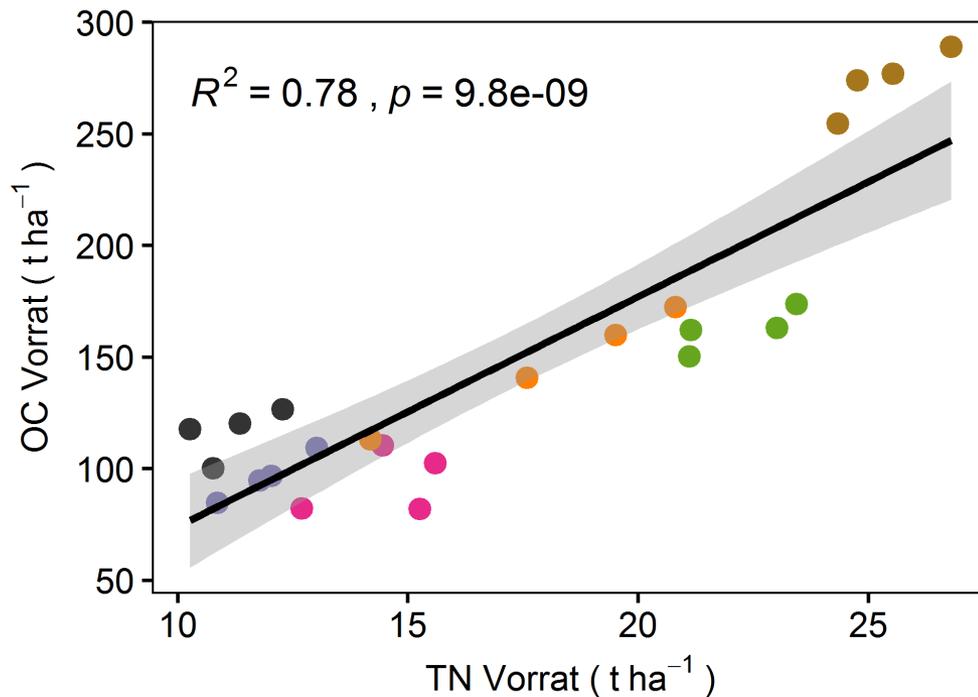
- Linien zeigen Mittelwerte von 4 Replikaten
- Ohne Werte der organische Auflage im Wald

— Pflug Konv.    — Pfluglos Konv.    — Grünland  
— Pflug Org.    — Hortisol    — Mischwald

# OC Konzentrationen mit der Tiefe



# OC und TN

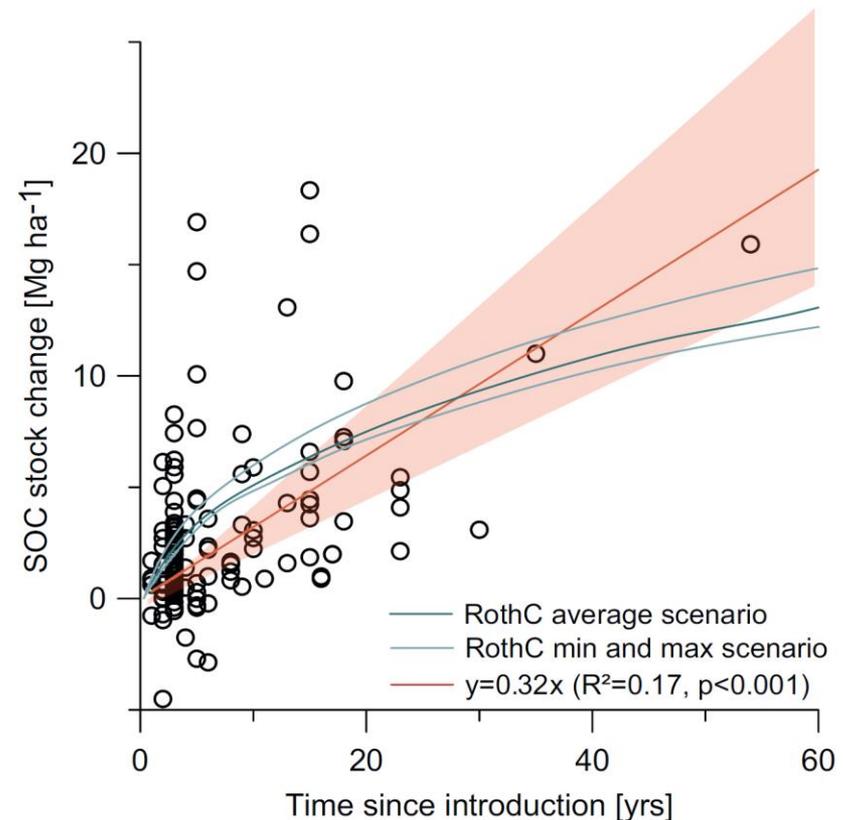


- Pflug Konv.
- Pfluglos Konv.
- Grünland
- Pflug Org.
- Hortisol
- Mischwald

- Wenn organischer C im Boden aufgebaut werden soll, müssen gleichzeitig die gesamt N Vorräte steigen
- Konfliktpotential mit DüV z.B. bei Düngung mit hohen Kompostraten

# Fruchtfolge & 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)

# Einfluss der Biodiversität am Beispiel Zwischenfrüchte



Brache



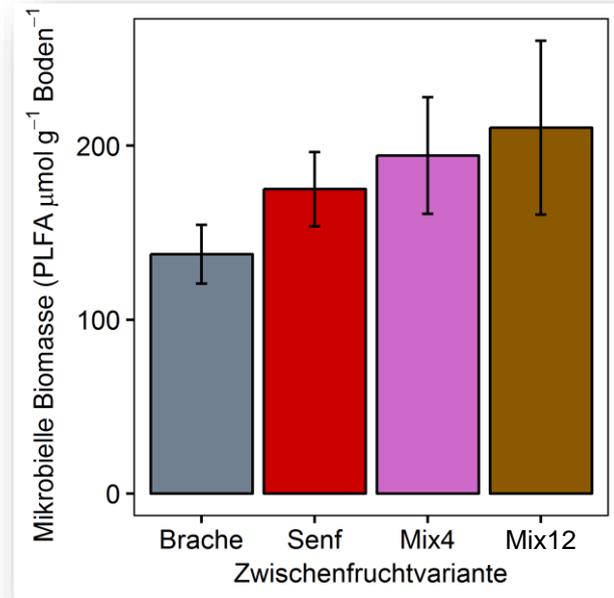
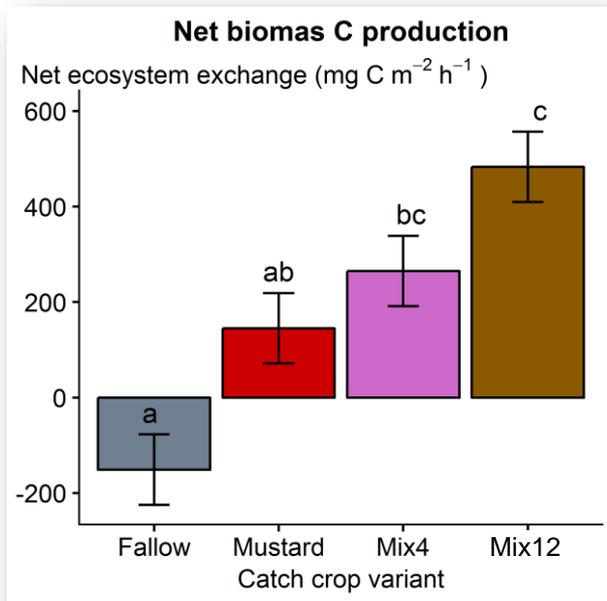
Gelbsenf als  
Reinsaat



4 Komponenten



12 Komponenten



# Bodenbedeckung

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



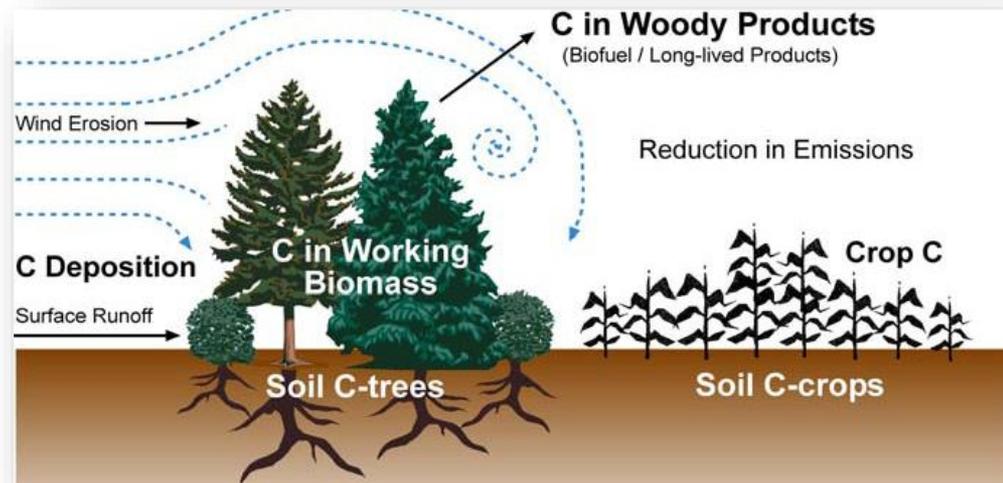
Mais als Mulchsaat



Mulch Ausbringung auf Kartoffeldämmen

# Agroforstwirtschaft

- ❖ 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.



Schoeneberger et al. (2009)



# Zusammenfassung

---

Um organische Bodensubstanz als Mittel zur nachhaltigen Verbesserung der Bodenqualität und als Klimaanpassungsstrategie zu nutzen, müssen:

- ❖ die Einträge organischer Substanz erhöht
- ❖ die Bodenbearbeitung reduziert
- ❖ die natürlichen und landwirtschaftlichen Stoffkreisläufe optimal genutzt
- ❖ und die Artenvielfalt auf und im Boden erhöht werden.



*Danke für ihre  
Aufmerksamkeit*

# Referenzen

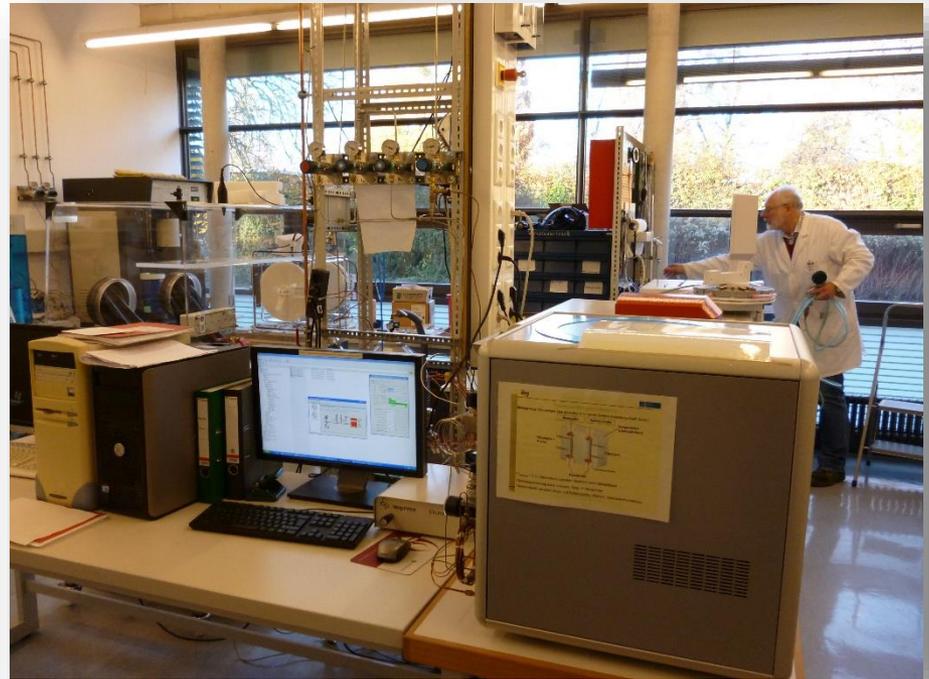
---

- Rees, R.M., Ball, B., Watson, C. & Campbell, C. 2000. *Sustainable management of soil organic matter*. CABI.
- Schoeneberger, M.M. 2009. Agroforestry: working trees for sequestering carbon on agricultural lands. *Agroforestry Systems*, **75**, 27–37.
- Hudson, B.D. 1994. Soil organic matter and available water capacity. *Journal of Soil and Water Conservation*, **49**, 189–194.
- Zibilske, L.M., Bradford, J.M. & Smart, J.R. 2002. Conservation tillage induced changes in organic carbon, total nitrogen and available phosphorus in a semi-arid alkaline subtropical soil. *Soil and Tillage Research*, **66**, 153–163.
- Treseder, K.K. 2004. A meta-analysis of mycorrhizal responses to nitrogen, phosphorus, and atmospheric CO<sub>2</sub> in field studies. *New Phytologist*, **164**, 347–355.
- Tsiafouli, M.A., Thébault, E., Sgardelis, S.P., de Ruiter, P.C., van der Putten, W.H., Birkhofer, K., Hemerik, L., de Vries, F.T., Bardgett, R.D., Brady, M.V., Bjornlund, L., Jørgensen, H.B., Christensen, S., Hertefeldt, T.D., Hotes, S., Gera Hol, W. h., Frouz, J., Liiri, M., Mortimer, S.R., Setälä, H., Tzanopoulos, J., Uteseny, K., Pižl, V., Stary, J., Wolters, V. & Hedlund, K. 2015. Intensive agriculture reduces soil biodiversity across Europe. *Global Change Biology*, **21**, 973–985.
- Poeplau, C. & Don, A. 2015. Carbon sequestration in agricultural soils via cultivation of cover crops – A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **200**, 33–41.
- Birkhofer, K., Bezemer, T.M., Bloem, J., Bonkowski, M., Christensen, S., Dubois, D., Ekelund, F., Fließbach, A., Gunst, L., Hedlund, K., Mäder, P., Mikola, J., Robin, C., Setälä, H., Tatin-Froux, F., Van der Putten, W.H. & Scheu, S. 2008. Long-term organic farming fosters below and aboveground biota: Implications for soil quality, biological control and productivity. *Soil Biology and Biochemistry*, **40**, 2297–2308.
- Ottow, J.C. 2011. *Mikrobiologie von Böden: Biodiversität, Ökophysiologie und Metagenomik*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Gomez, E., Ferreras, L. & Toresani, S. 2006. Soil bacterial functional diversity as influenced by organic amendment application. *Bioresource Technology*, **97**, 1484–1489.
- Soane, B.D. 1990. The role of organic matter in soil compactibility: A review of some practical aspects. *Soil and Tillage Research*, **16**, 179–201.

# 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:  $\text{Organische Bodensubstanz} = \text{Organischer Kohlenstoffgehalt} \times 2$

# Pflanzkohle

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

