Sitzen wir bald endgültig auf dem Trockenen?

Die Entwicklung unserer Böden unter zunehmender Trockenheit

Friederike Lang, Professur für Bodenökologie, Uni Freiburg

Fragen:

1. Wie reagieren Waldböden auf Trockenheit und was sind die Auswirkungen?
   1.1 Wasserabhängige Bodenprozesse
   1.2 Bestandesabhängige Bodenprozesse
2. Wie können wir negative Auswirkungen minimieren?

1.1 Wie reagieren Waldböden auf Trockenheit – **wasserabhängig Bodenprozesse**

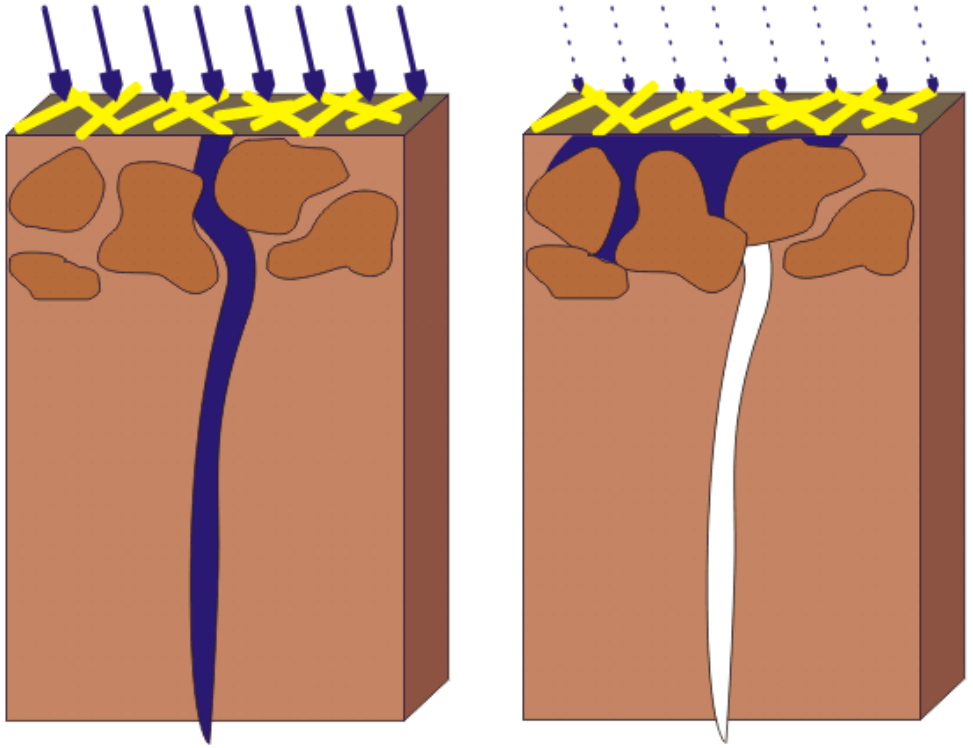
Bildung von Trockenrissen

Dr. Wolfgang Fleck, Regierungspräsidium Freiburg

Bildung von Trockenrissen

Verminderte Stoff- und Wasserrückhaltekapazität bei einsetzendem Regen

Verletzungsgefahr für Wurzeln
Kontakt zum Boden geht verloren

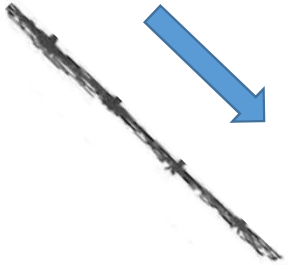


Nach Locke, 1997

Bodenoberflächen werden benetzungsgehemmt

Benetzungshemmung bei Wiederbefeuchtung nach Austrocknung

Oberflächenabfluss mit Export von organischer Substanz und Nährstoffen



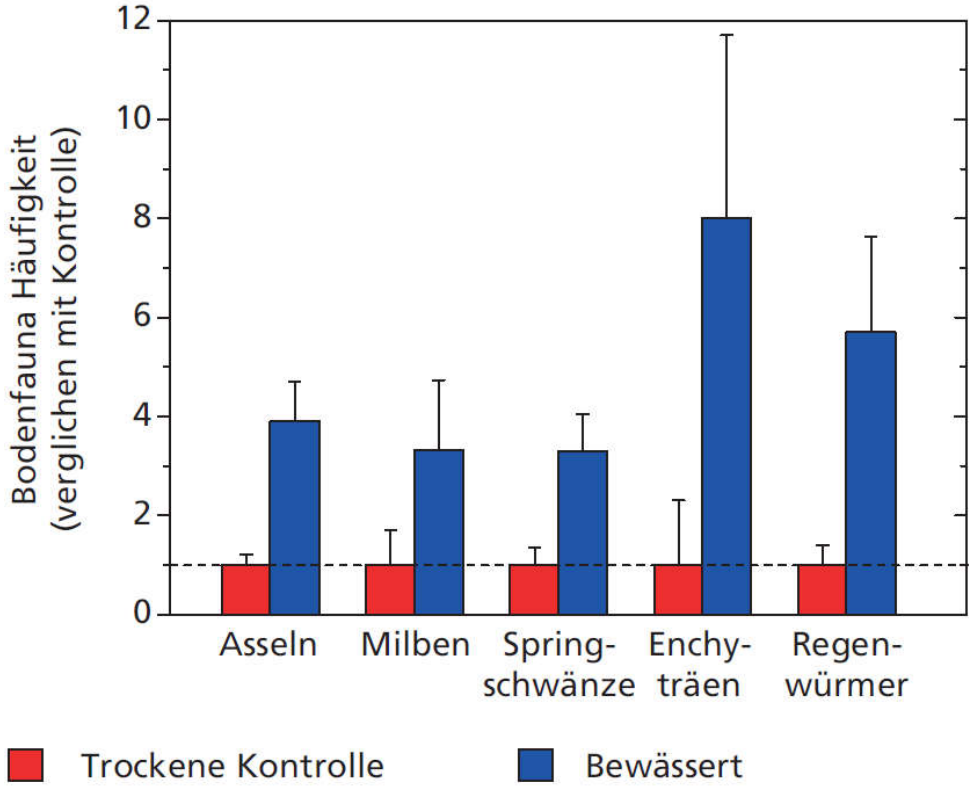
(Kalbitz et al. 2004, Gimbel et al. 2015, Dincher et al. 2020)

Biologische Aktivität im Boden nimmt ab

- Geringere Häufigkeit von Bodentieren
- Verminderte mikrobielle Aktivität

Konsequenz für die Kohlenstoffspeicherung in Böden???

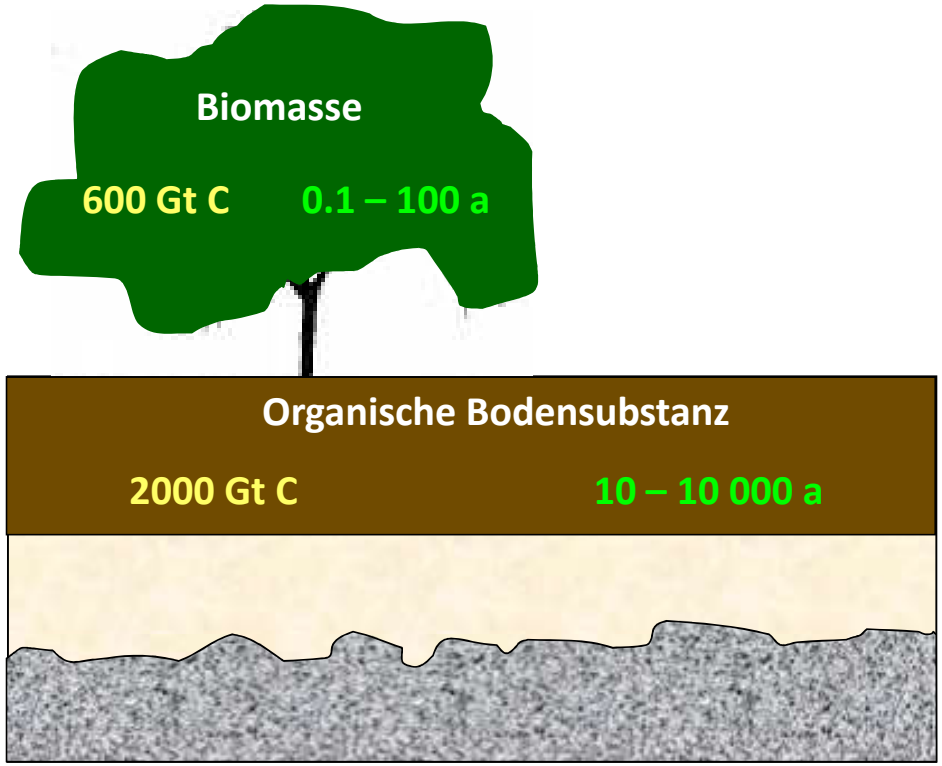
Bewässerung eines Kiefernbestandes im inneralpinen Trockental erhöht die Häufigkeit der Bodentiere um das bis zu 8-fache (Guidini et al. 2022)



Organische Bodensubstanz als bedeutendster CO_2 Speicher terrestrischer Ökosysteme

Kapazität

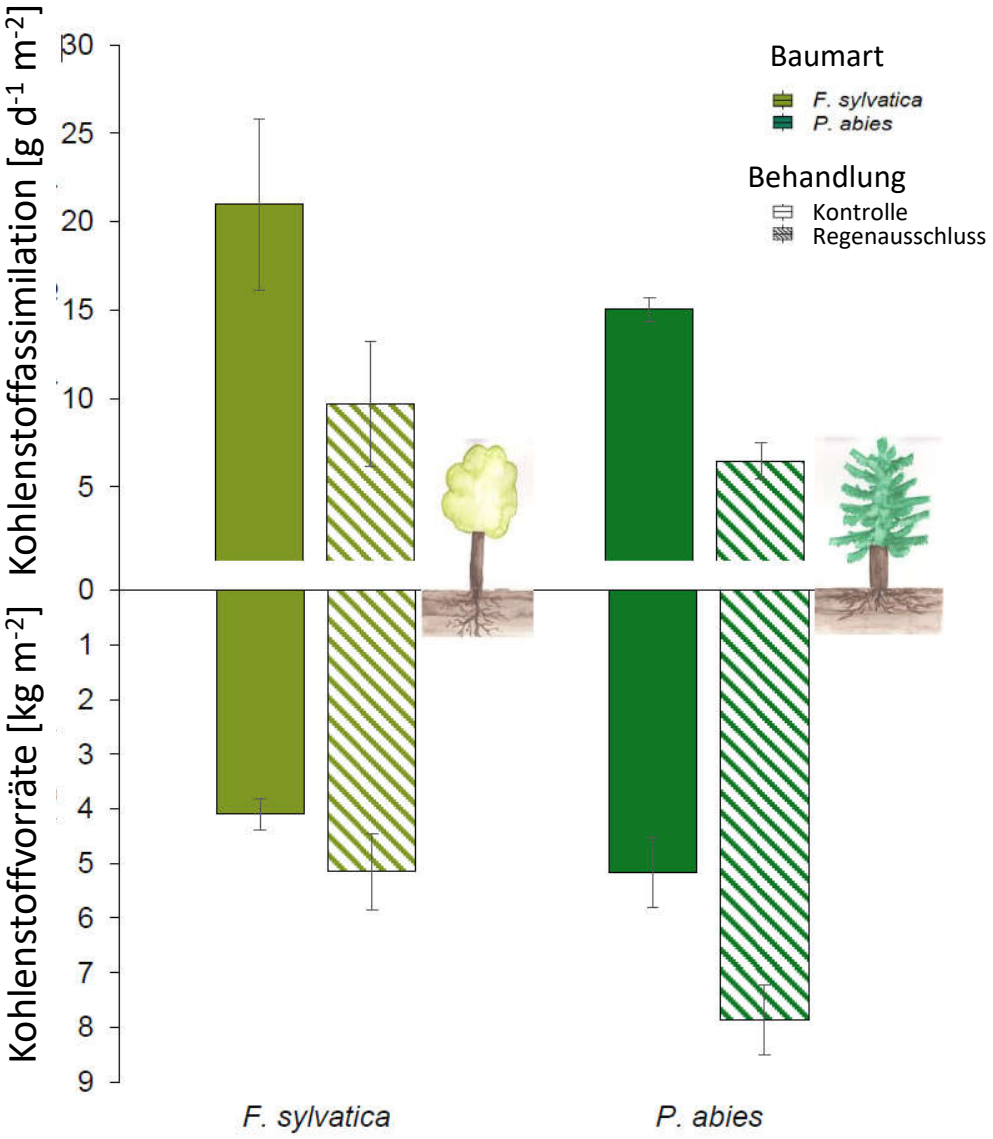
Verweilzeit



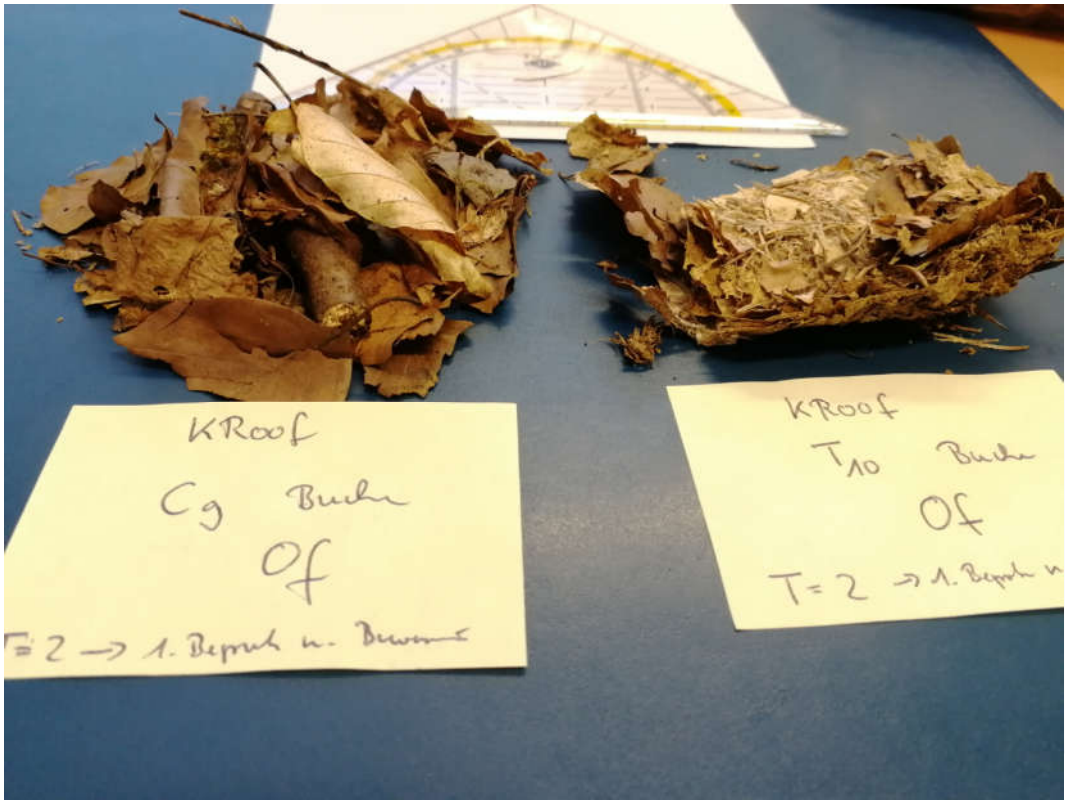
Swift 2001, Houghton 2005, Fontaine et al. 2007, Hamilton 2007, Hartmann und Kempe 2008

Wissensgenerierung im Regenausschlussexperiment

Kranzberger Roof Experiment KROOF – Hans Pretzsch TUM

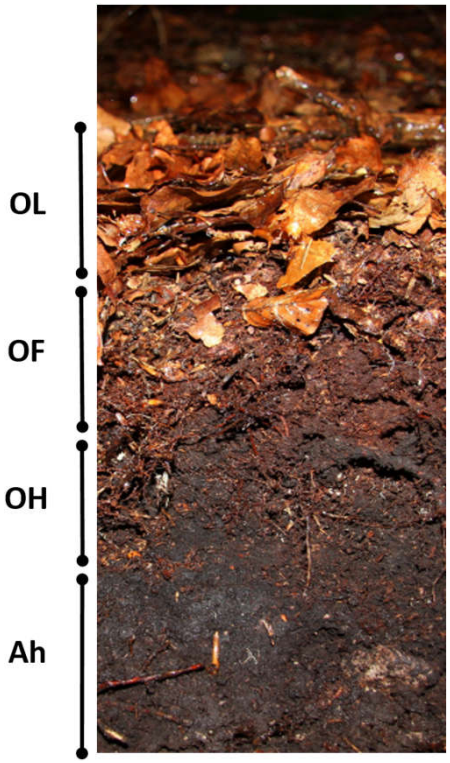


Akkumulation organischer Substanz bei Trockenheit?



Brunn et al., Geoderma, 2023

Humusauflage als charakteristischer Bestandteil von Waldböden

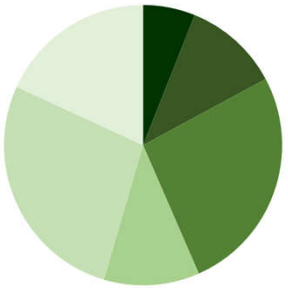


- **Humusauflage**:

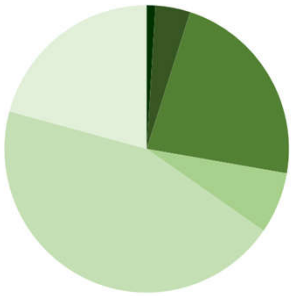
  Streu in unterschiedlichen Zersetzungsstadien, die dem Mineralboden aufliegt (mehr als 30% (w/w) sind organisch)

- **Zusammengesetzt** aus:
  - OL – wenig zersetzte Streu
  - OF – zerkleinerte Streu
  - OH – humifizierte Streu

Schmilzt die Humusauflage?



BZE BW 1990



BZE BW 2008

- Rohhumus
- Rohhumus-artiger Moder
- Typischer Moder
- Mull-artiger Moder
- F-Mull
- L-Mull

Abb. 2. Veränderung der Humusformenverteilung bei der Wiederholungsbeprobung der Standorte der Bodenzustandserhebung (BZE) in Baden-Württemberg (n=197; Daten aus Hartmann *et al.* 2016)

Anteil von Mull-Standorten an den BZE Punkten in Baden-Württemberg

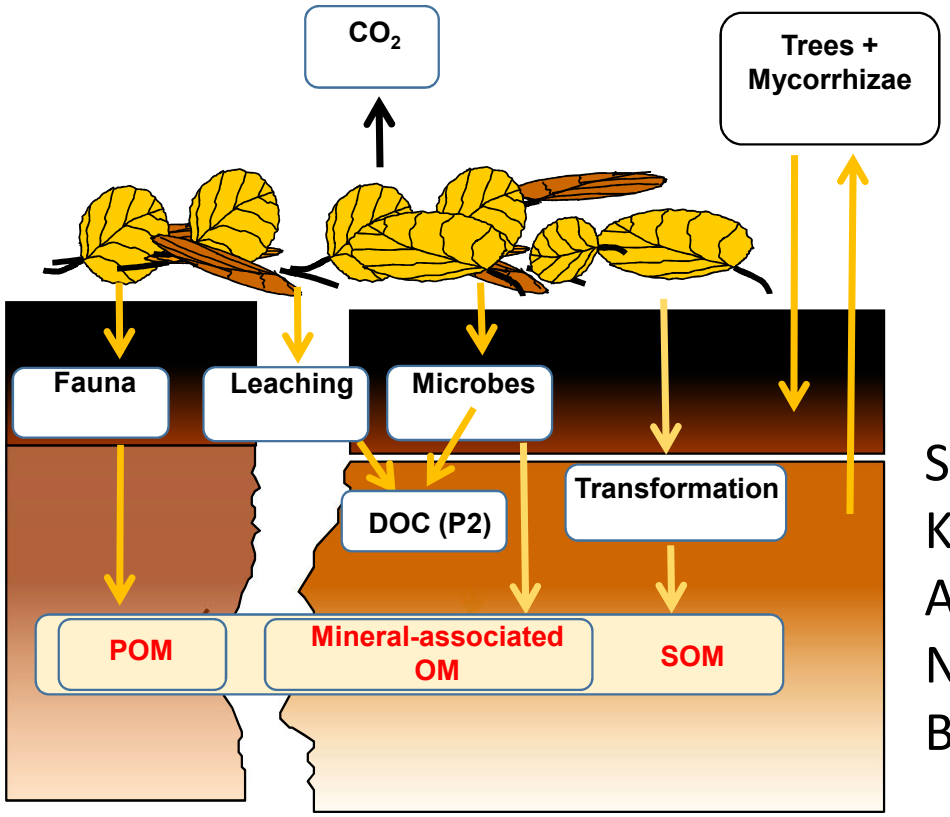
1990: 28%

2008: 45%

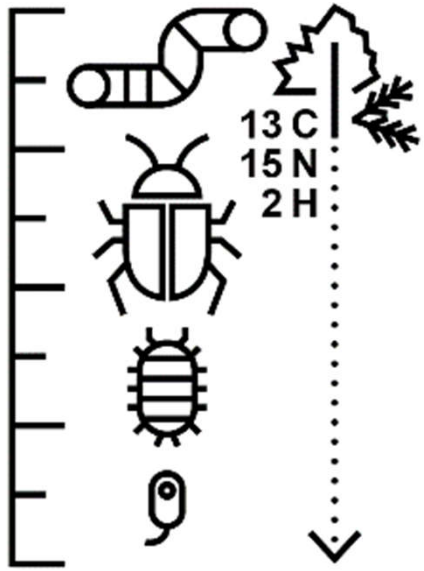
DFG Forschungsgruppe FOREST FLOOR

Forest Floor
FOR 5315

Functioning, Dynamics, and Vulnerability in a Changing World

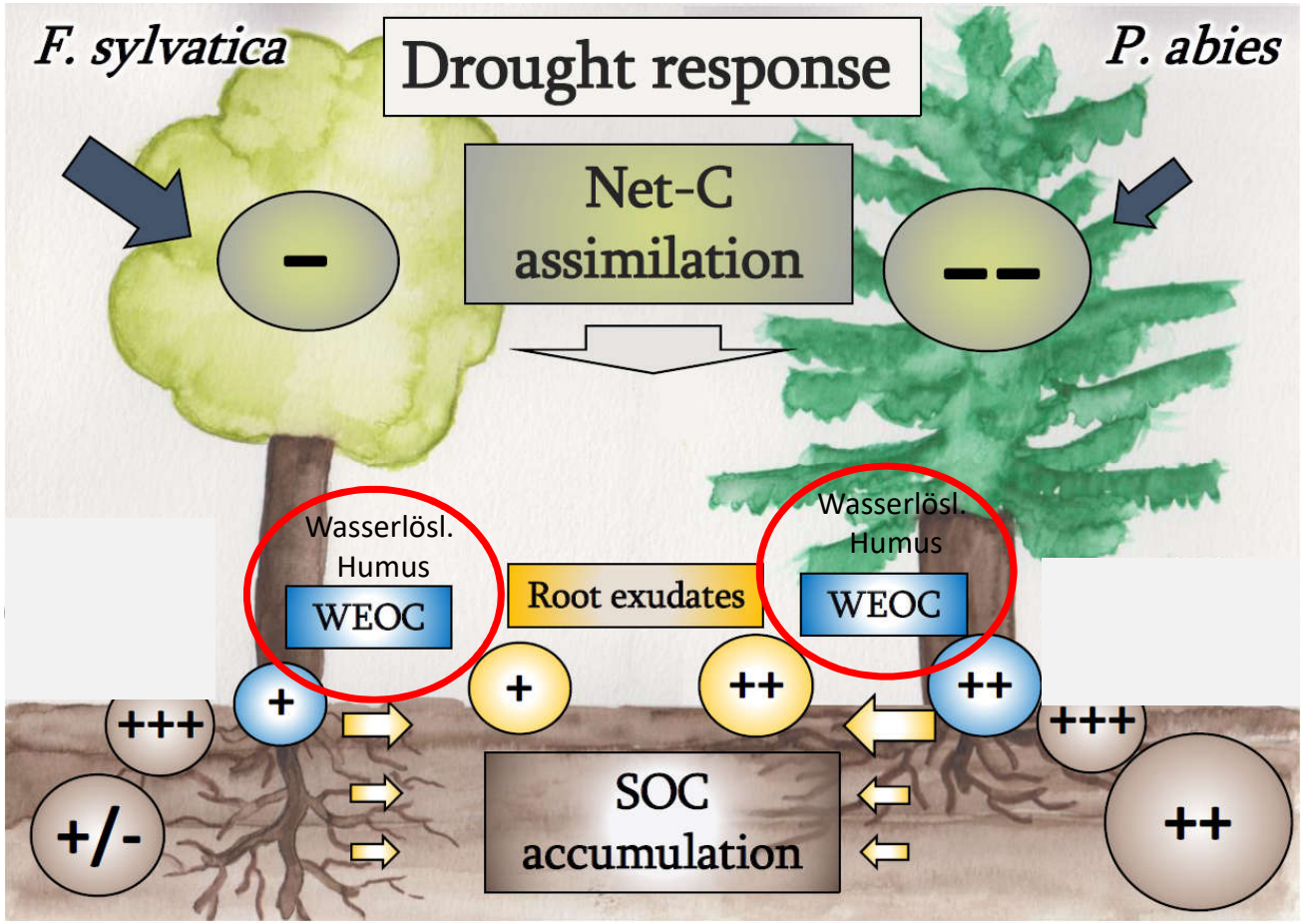


Schicksal von Stickstoff und Kohlenstoff aus Buchenstreu in Abhängigkeit von Temperatur, Nährstoffverfügbarkeit und Baumart



Frank Hagedorn

Kranzberger Forst Experiment – Die Frage nach mittelfristigen Wirkungen



Mineralisierungsschübe bei wiedereinsetzendem Regen

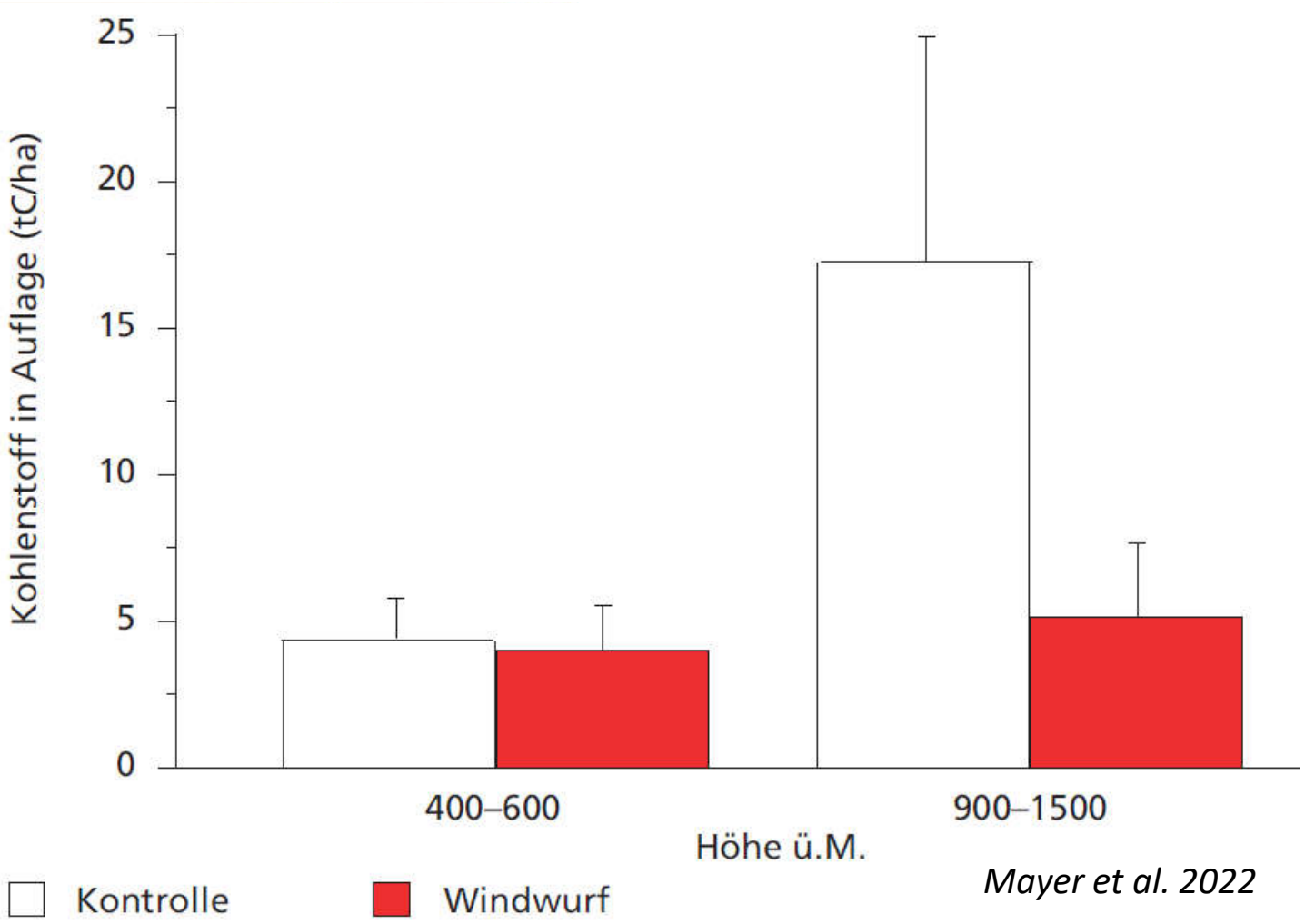
→ Erhöhte C-Mobilisierung (Brunn et al. 2023)
→ Schnelle Mobilisierung von Nährstoffen und Auswaschungsverluste (Brödlin et al. 2021)

Brunn et al., Geoderma 2023

1.2 Wie reagieren Waldböden auf Trockenheit – **bestandesabhängig Bodenprozesse**

- Veränderter Biomasse-Input in die Böden
- Verändertes Bestandesklima

Standortabhängigkeit des Einflusses von Bestandesstörungen auf den Humusvorrat



Mayer et al. 2022

Zusammenfassung: Auswirkungen

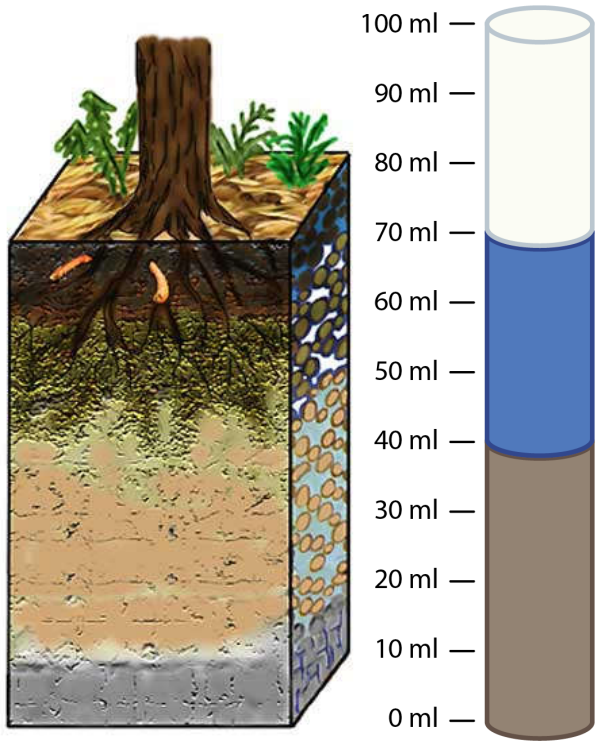
- Die Bodenstruktur und damit die Wasserhaltekapazität der Böden wird negativ beeinflusst
- Oberflächenabfluss von Wasser wird verstärkt
- Böden binden weniger CO_2 und bereits gebildete organische Bodensubstanz kann verstärkt abgebaut werden
- Es kommt zur Entkopplung von Nährstoffmobilisierung und Nährstoffaufnahme und dadurch zu Nährstoffauswaschung

2. Negative Einflüsse der Trockenheit auf Böden minimieren

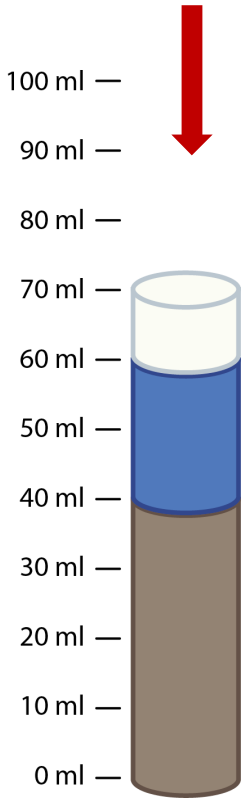
Wasserrückhaltekapazität der Böden schützen/optimieren…..

Humusauflage

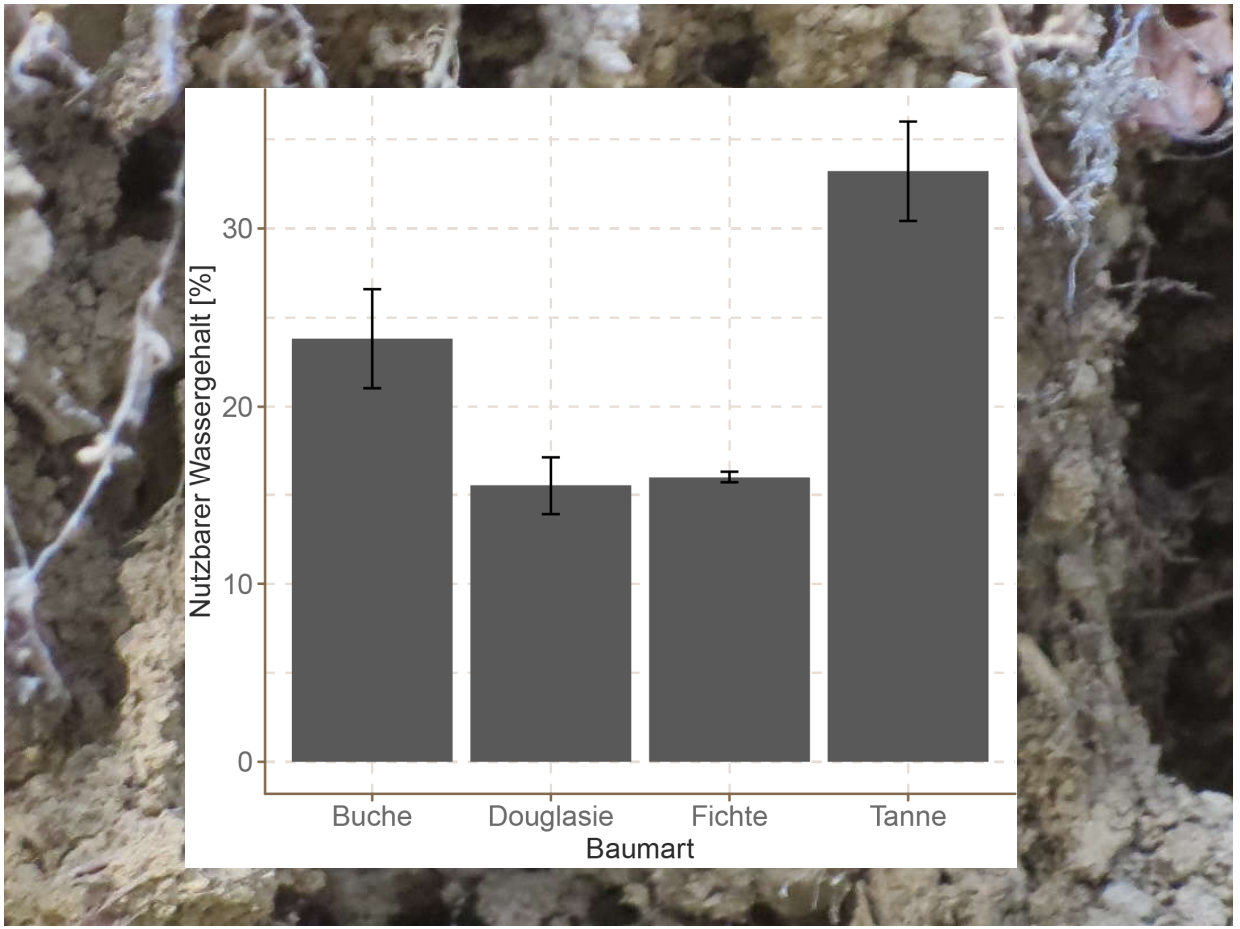
Mineralboden

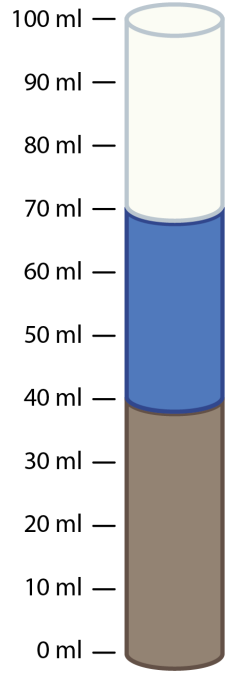


Bodenverdichtung



Baumart vs. Wasserspeichervermögen





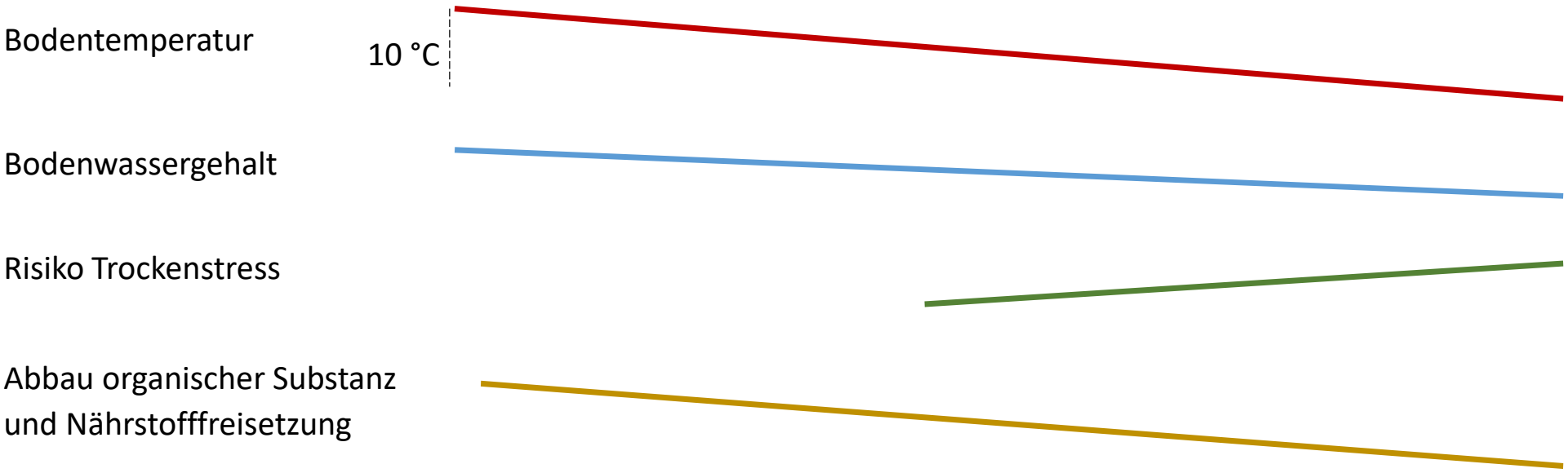
Forschungsprojekt (2016-2020), *BMEL FKZ 22029214*

Standort Kranzberger Forst

- Keine Entwässerungssysteme bei der Holzernte erzeugen
- Drainagegräben wo immer möglich rückbauen
- Wasser von Forstwegen zurück in den Wald leiten

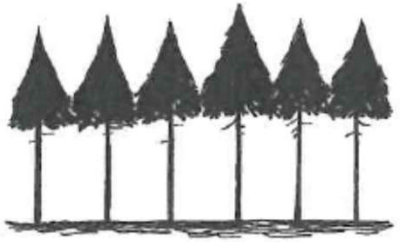
Wasser im Wald halten

Bestandesdichte anpassen



Rehfuess 1990, Zellweger et. al. 2020, Sohn et al. 2012, Gebhardt et al. 2014, Ringgaard et al. 2012, Bauhus et al. 2004, Brödlin et al. 2019

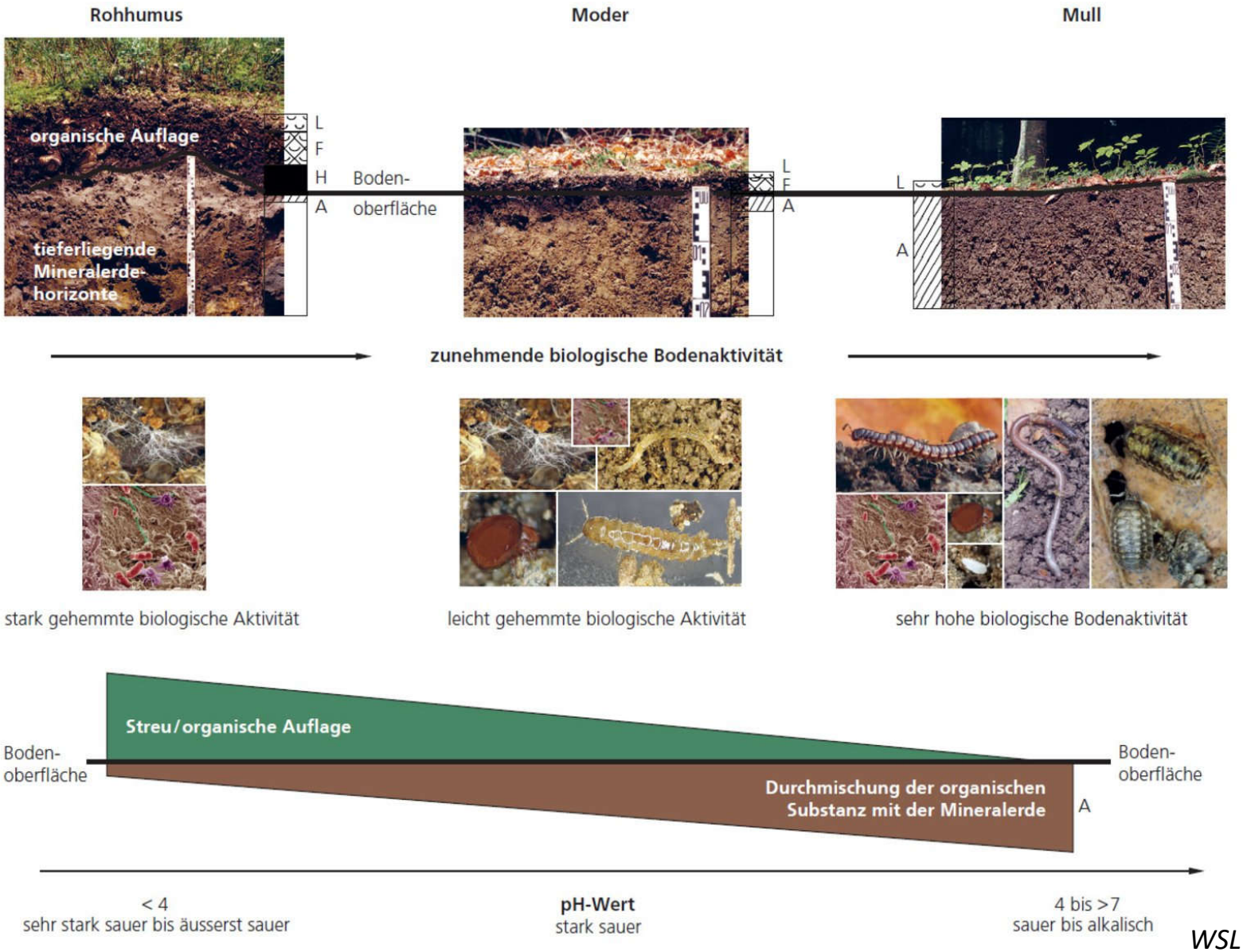
…und Verjüngung fördern



Stärkere Verjüngung schützt den Boden im Störungsfall

(s. auch Wohlgemuth et al. 2016, Lang und Kleinschmit 2022)

Zusatzfolien

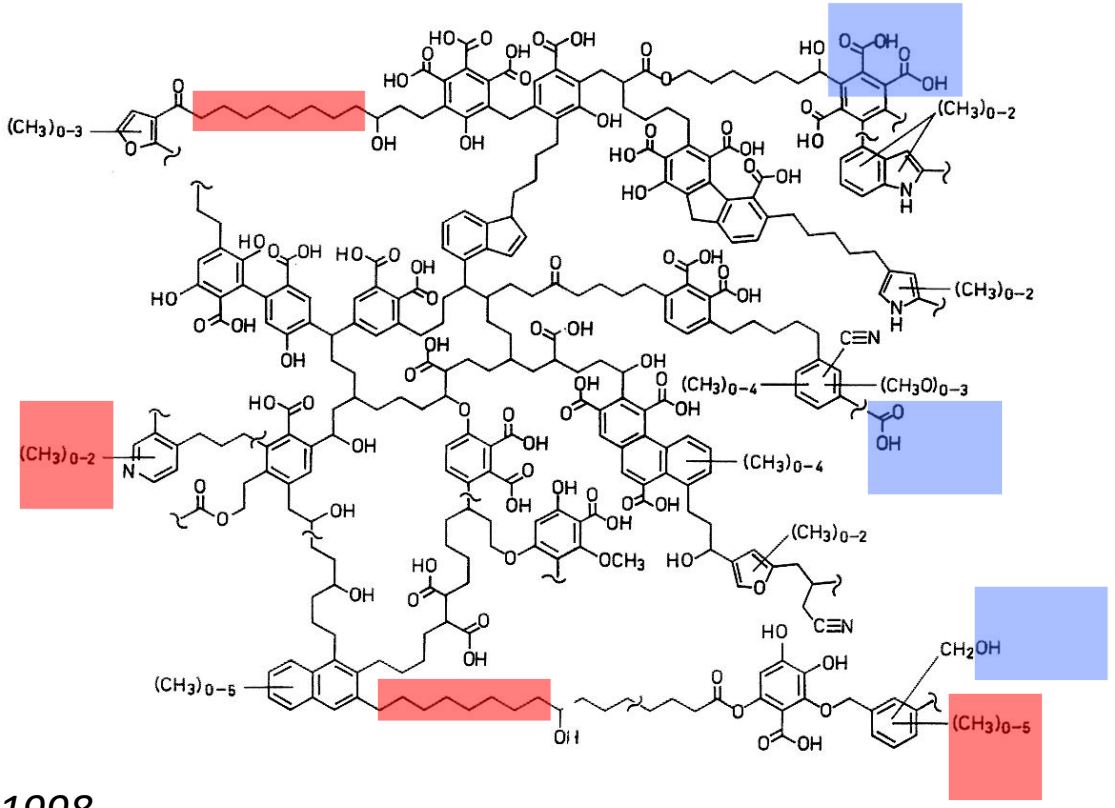


WSL Birmensdorf, 2021

Chemische Struktur organischer Bodensubstanz:

Wasser-anziehende Molekülbereiche

Wasser-abstoßende Molekülbereiche

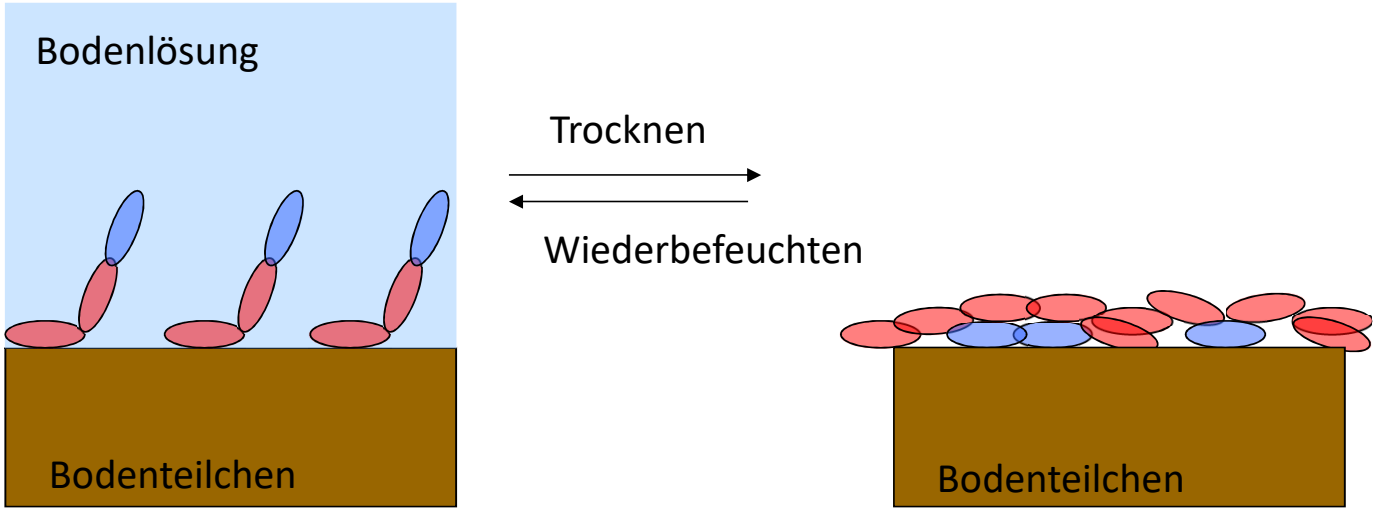


Humic acid, model, *Schulten 1998*

Umstrukturierung der organischen Moleküle bei Austrocknung

Wasser-anziehende Molekülbereiche

Wasser-abstoßende Molekülbereiche



Mikutta et al. 2006