



**Chronosequenzstudien in einem alpinen  
Ökosystem –  
das Vorfeld des Dammagletschers**

**Frank Hagedorn,  
Kathi Gülland, Jürgen Esperschütz, Alex  
Dümig, Rienk Smittenberg, Stefano  
Bernasconi**



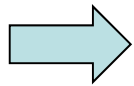


# Initiales Ökosystem Dammagletscher

---

## Beitrag zum SFB-TR 38

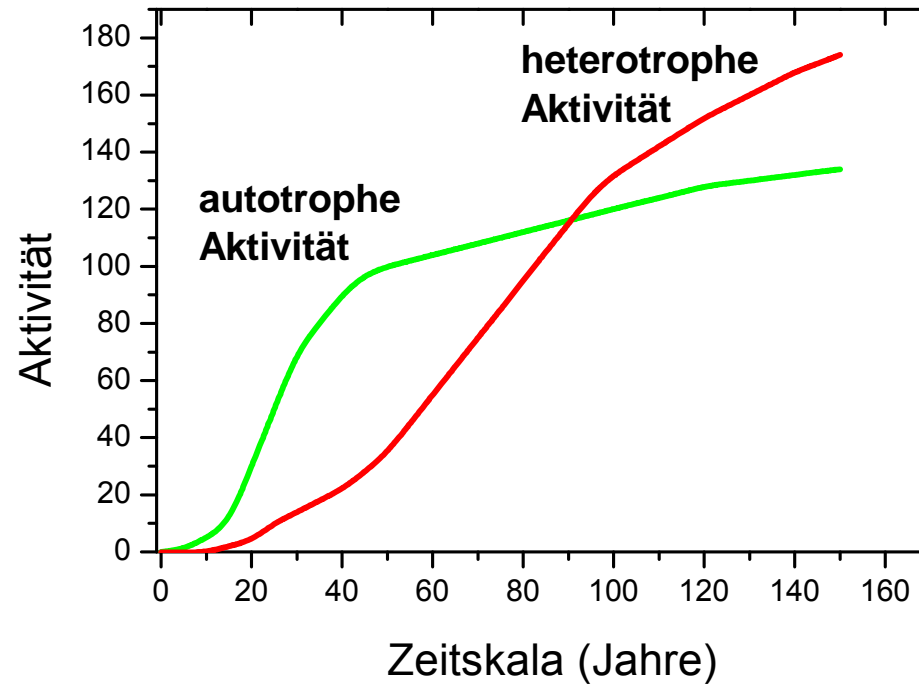
- (1) Vergleich mit anderem initialen Ökosystem unter anderen Bedingungen
- (2) Ökosystementwicklung mit der Zeit
- (3) In der Schweiz werden pro Jahr 40 km<sup>2</sup> eisfrei



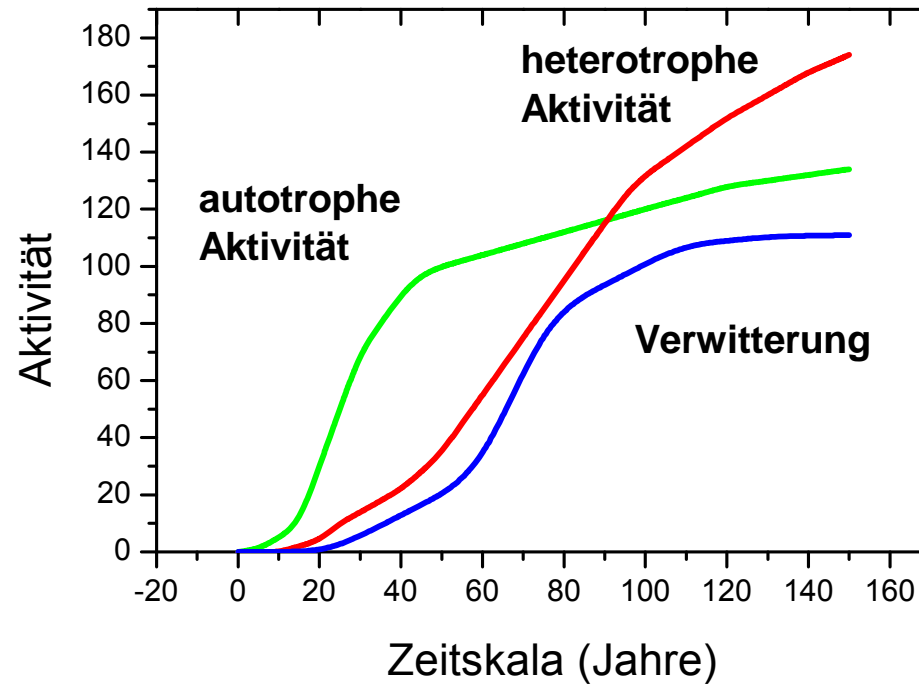
Entwicklung des Kohlenstoffkreislaufes



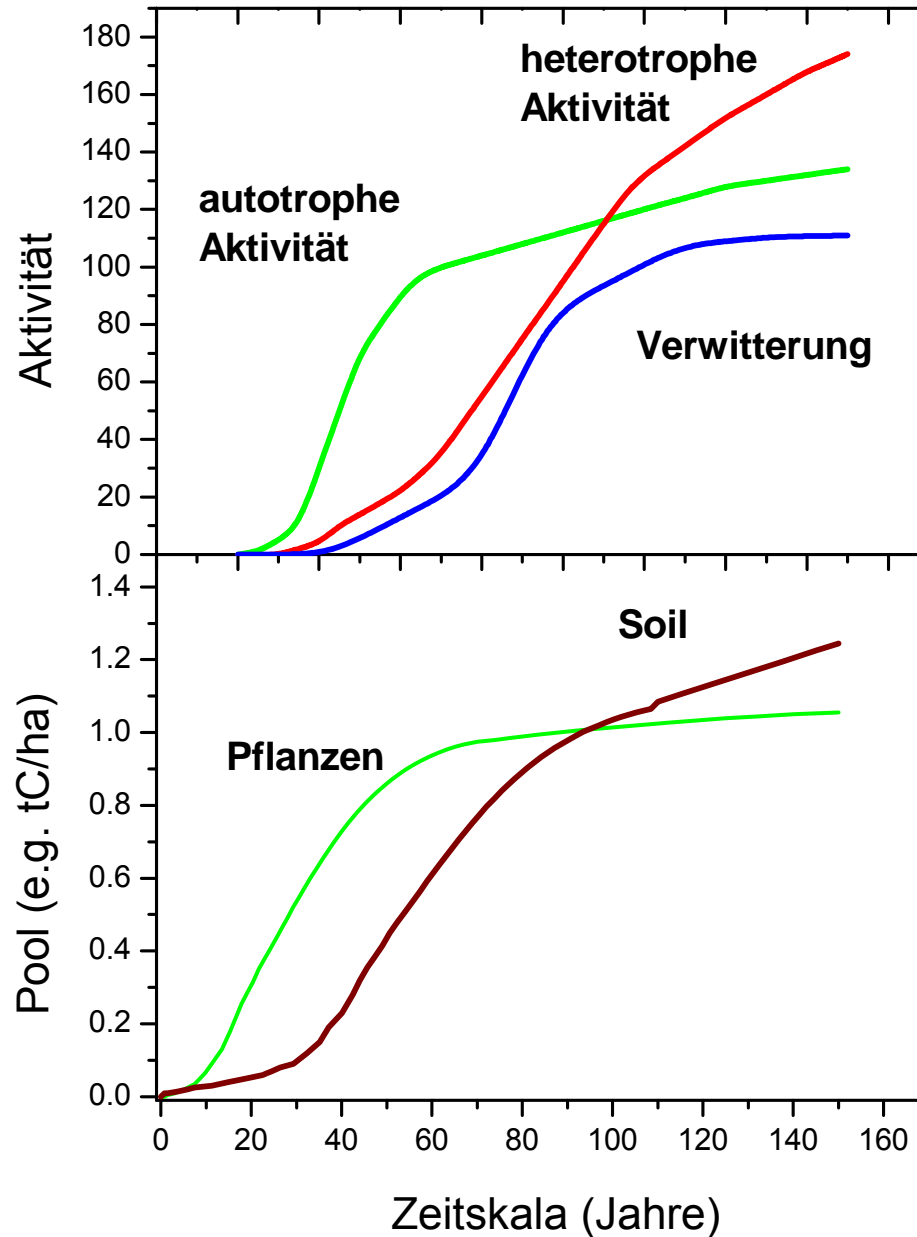
# 'Initiale' Hypothesen Ökosystementwicklung



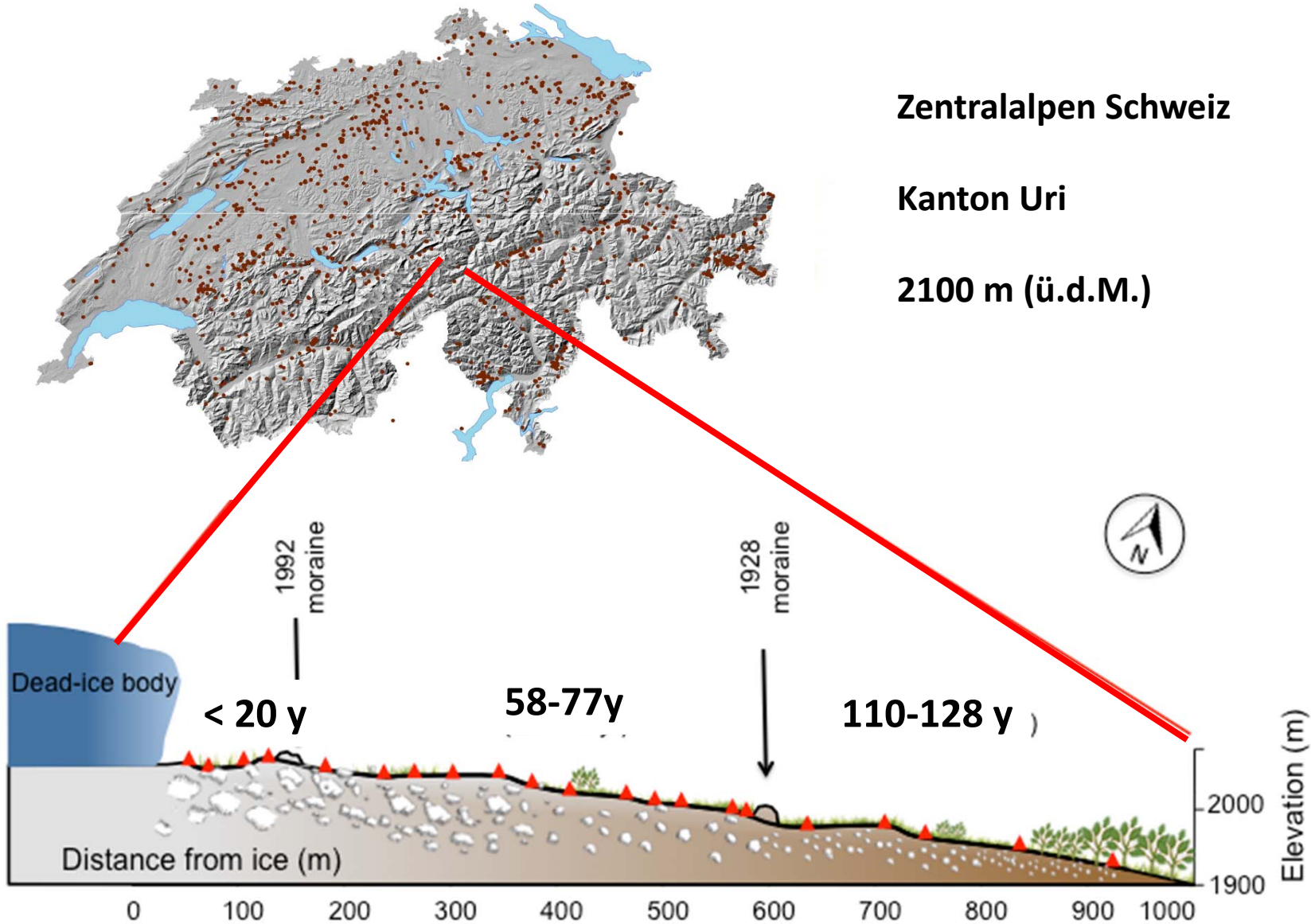
# 'Initiale' Hypothesen Ökosystementwicklung



# 'Initiale' Hypothesen Ökosystementwicklung



# Das Vorfeld des Dammagletschers





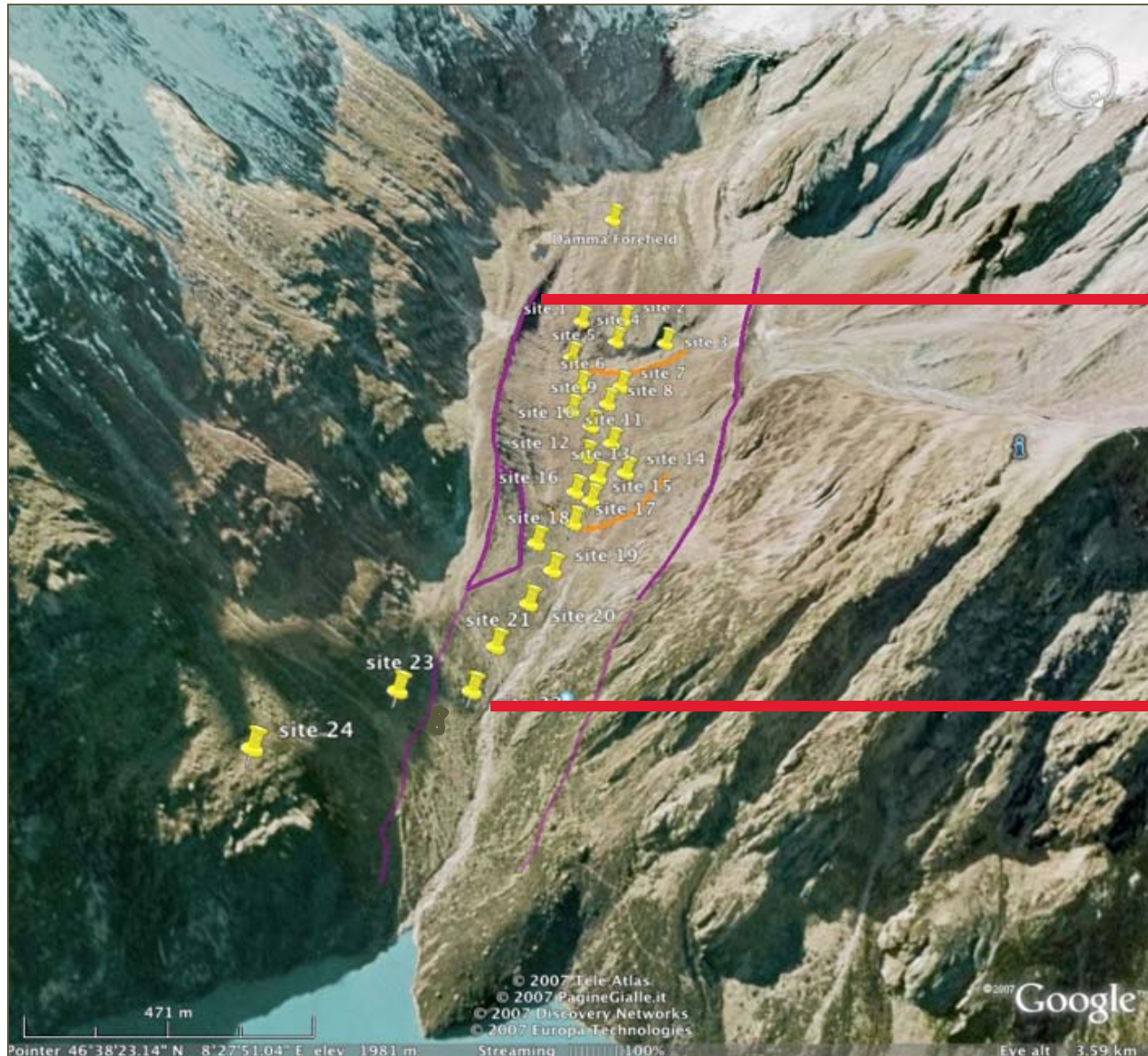


Gelmersee

Galenstock

Dammastock

# Das Vorfeld des Dammagletschers



128 Jahre



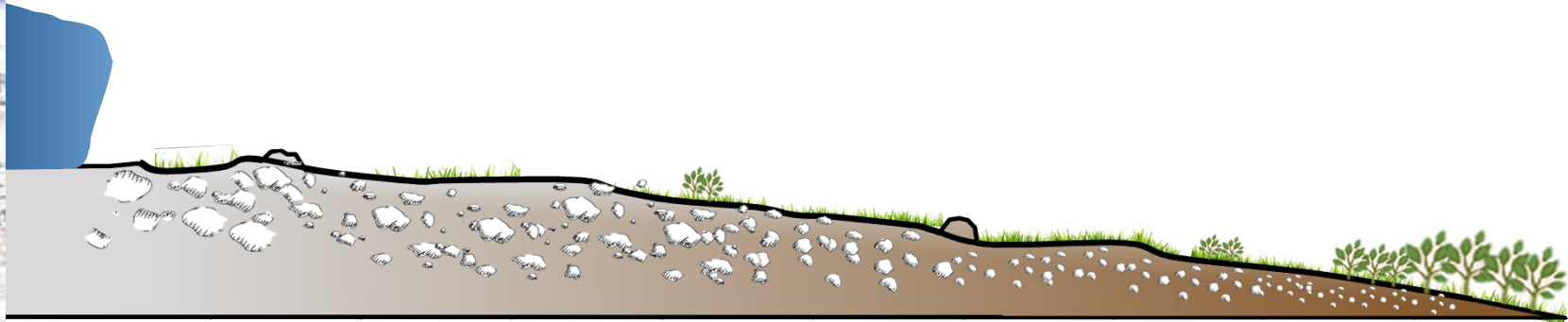
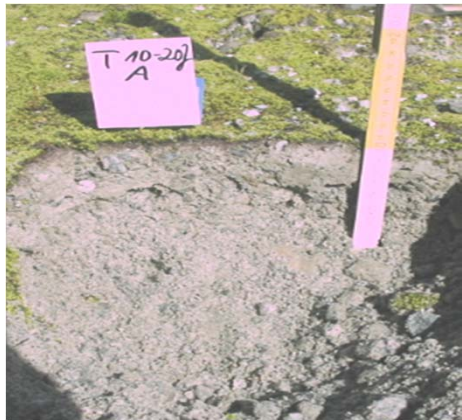
**Entwicklung  
von  
Kohlenstoffpools**

# Bodenentwicklung Gletschervorfeld

15 Jahre

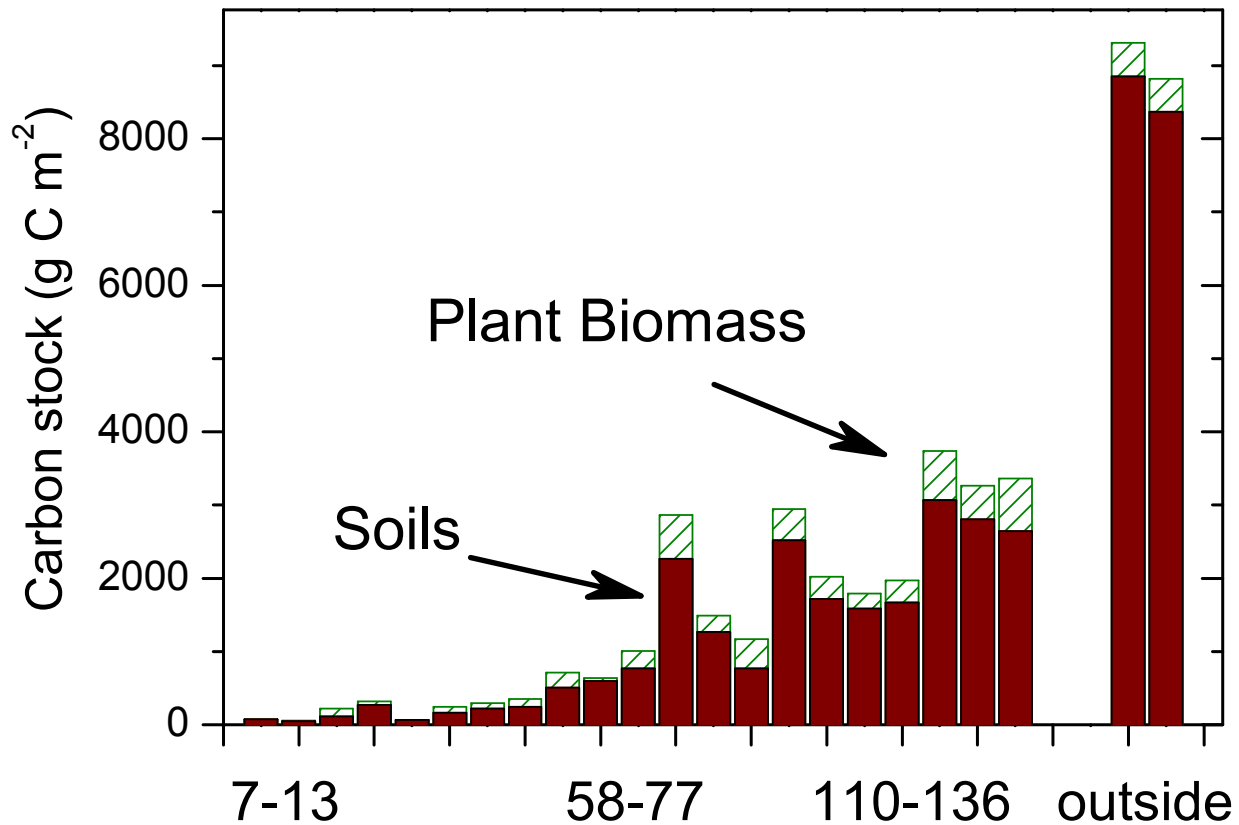
120 Jahre

>700 Jahre

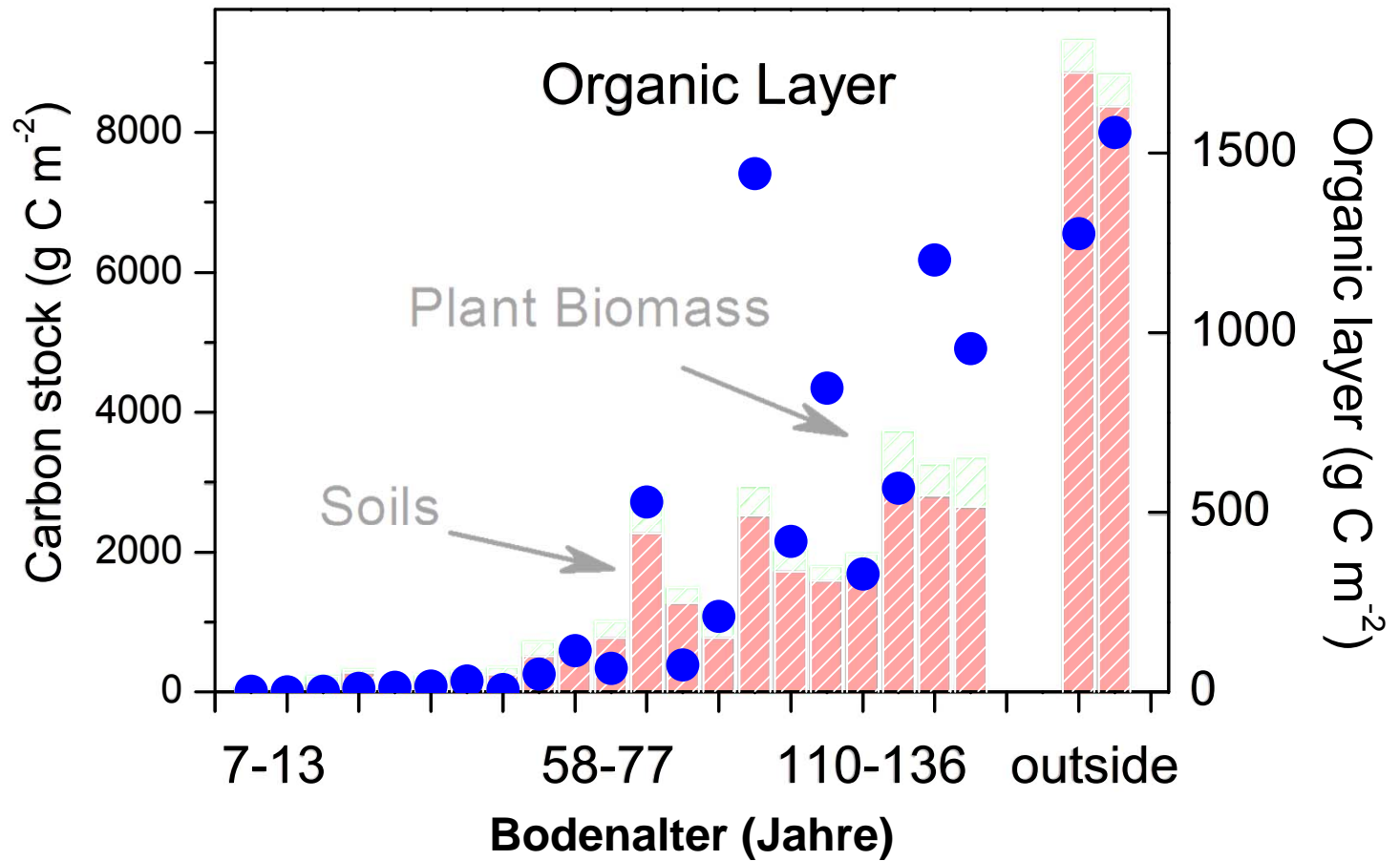


# C-Pools Gletschervorfeld

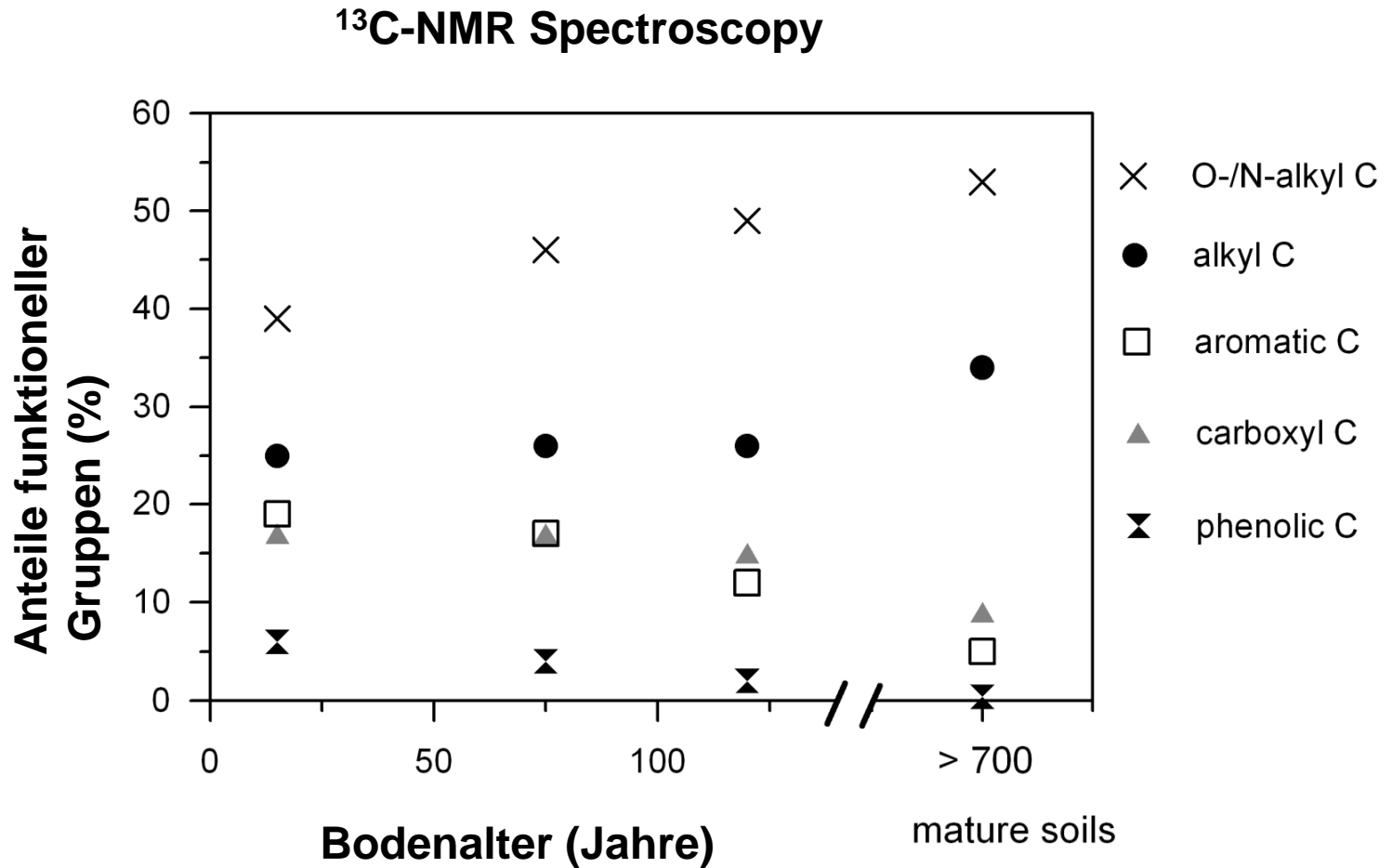
25 - 22 g C m<sup>-2</sup>y<sup>-1</sup>



# C-Pools Gletschervorfeld Organische Auflage

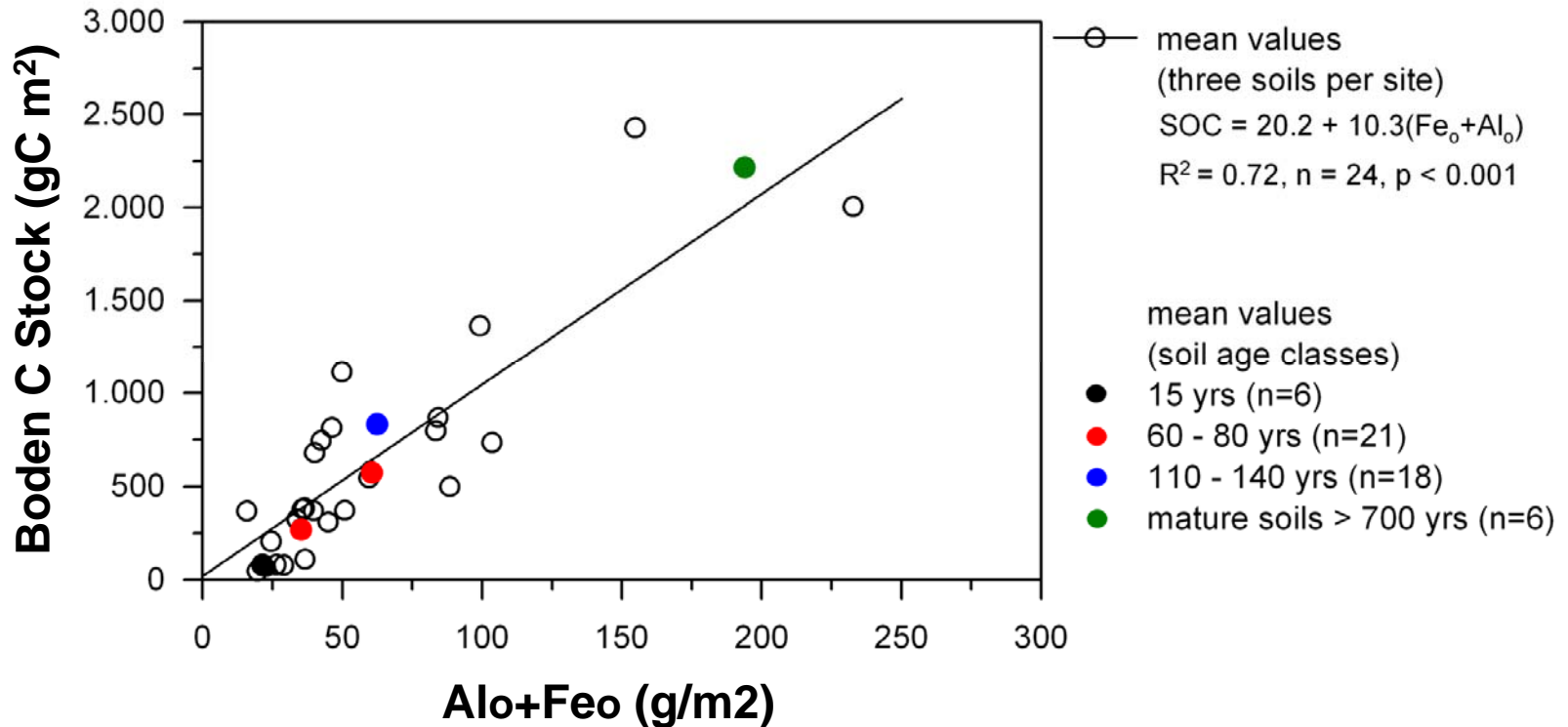


# C-Pools Gletschervorfeld Mineralboden



# C-Pools Gletschervorfeld Mineralboden

Dümig et al. (2011): Geoderma

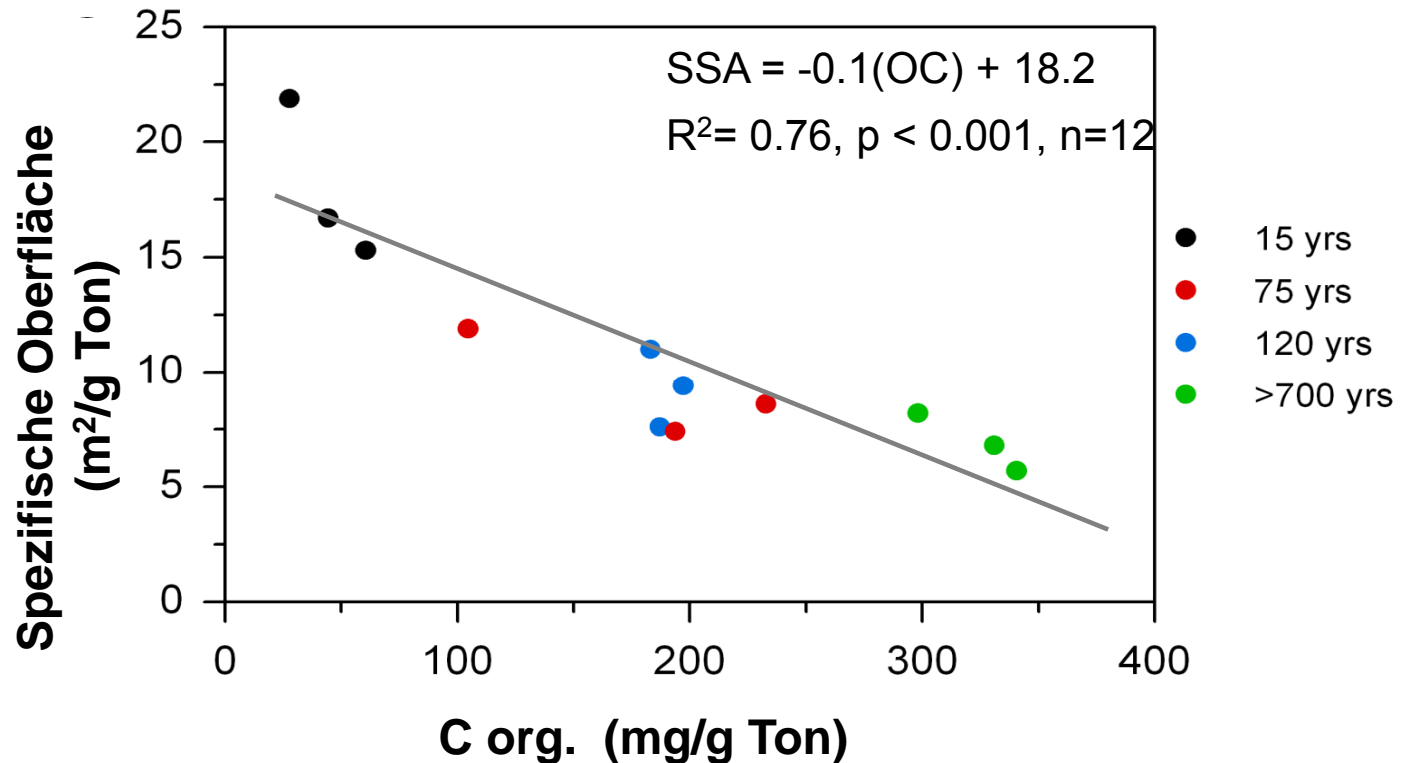


- **gleichzeitige Entwicklung von C-Gehalten und schwach kristallinem Al und Fe**
- **Positive Rückkopplung zwischen C Akkumulation und Verwitterung**



# C-Pools Gletschervorfeld Mineralboden

Dümig et al. (2012): Geochimica Cosmochimica Acta



- Corg Gehalte nehmen zu → spezifische Oberfläche nimmt ab
- Corg-Akkumulation schneller als Entwicklung neuer Mineraloberflächen
- XRD Analyse zeigt geringe Verwitterung nach 100 Jahren

# C-Pools Gletschervorfeld

---

## Zusammenfassung

- Initiale C-Akkumulation von  $20-25 \text{ g C m}^{-2}\text{y}^{-1}$
- Schnelle Entwicklung organische Auflage
- Entwicklung pedogener Oxide kontrolliert C-Akkumulation im Mineralboden
- Verwitterungsraten sehr langsam



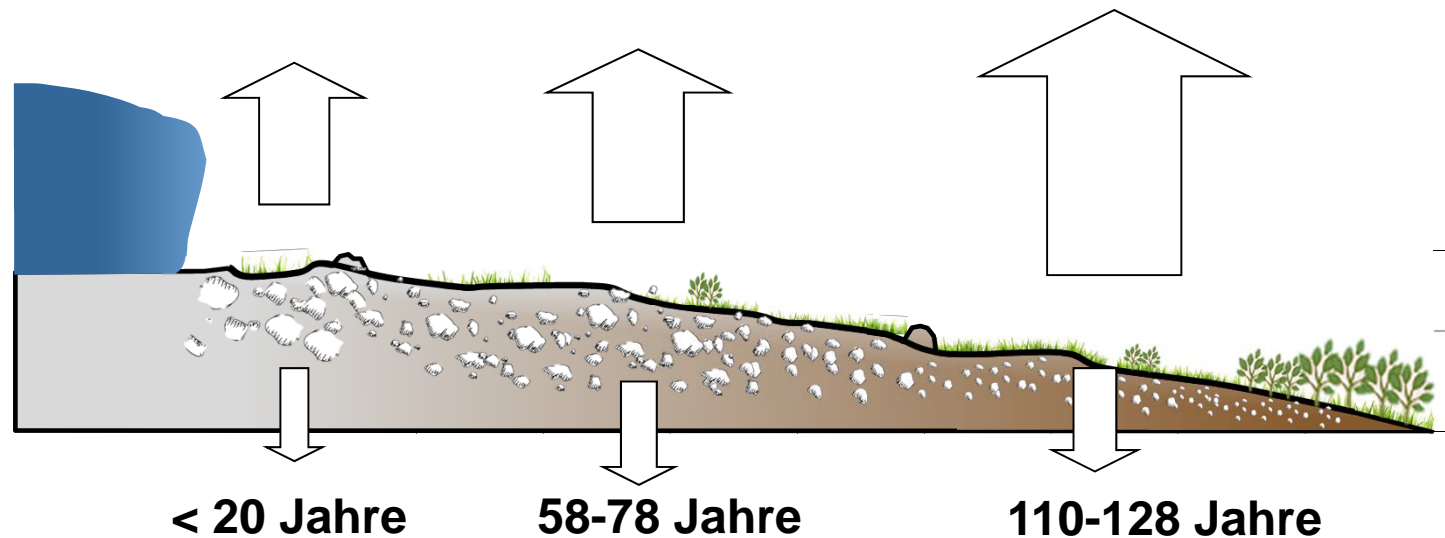


**Entwicklung  
von  
Kohlenstoffflüssen**

# Entwicklung Kohlenstoffflüsse

## Fragestellung

- (1) Wie viel C zirkuliert durch initiale Ökosysteme?
- (2) Nehmen C-Flüsse im gleichen Masse zu wie C-Pools?



# Messung Kohlenstoffflüsse

---



**Bodenatmung:** CO<sub>2</sub>-Anstieg mit Zeit (Vaisala-Sonde)

**DOC-Leaching:** Glasplatten in 5 und 10 cm Tiefe

# Messung Bodenatmung Winter



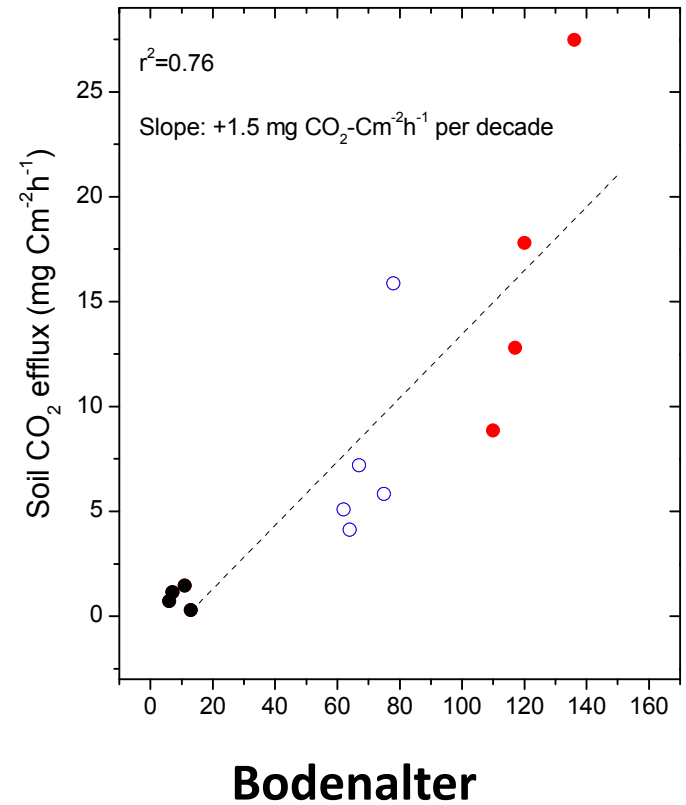
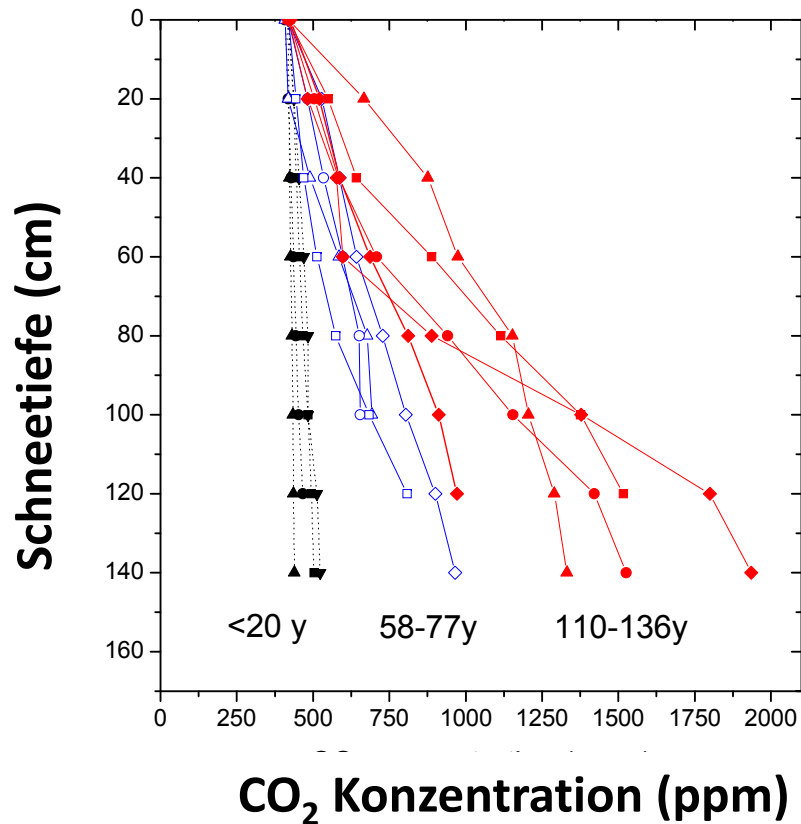
CO<sub>2</sub>-Gradient im Schnee

Gasdiffusion im Schnee

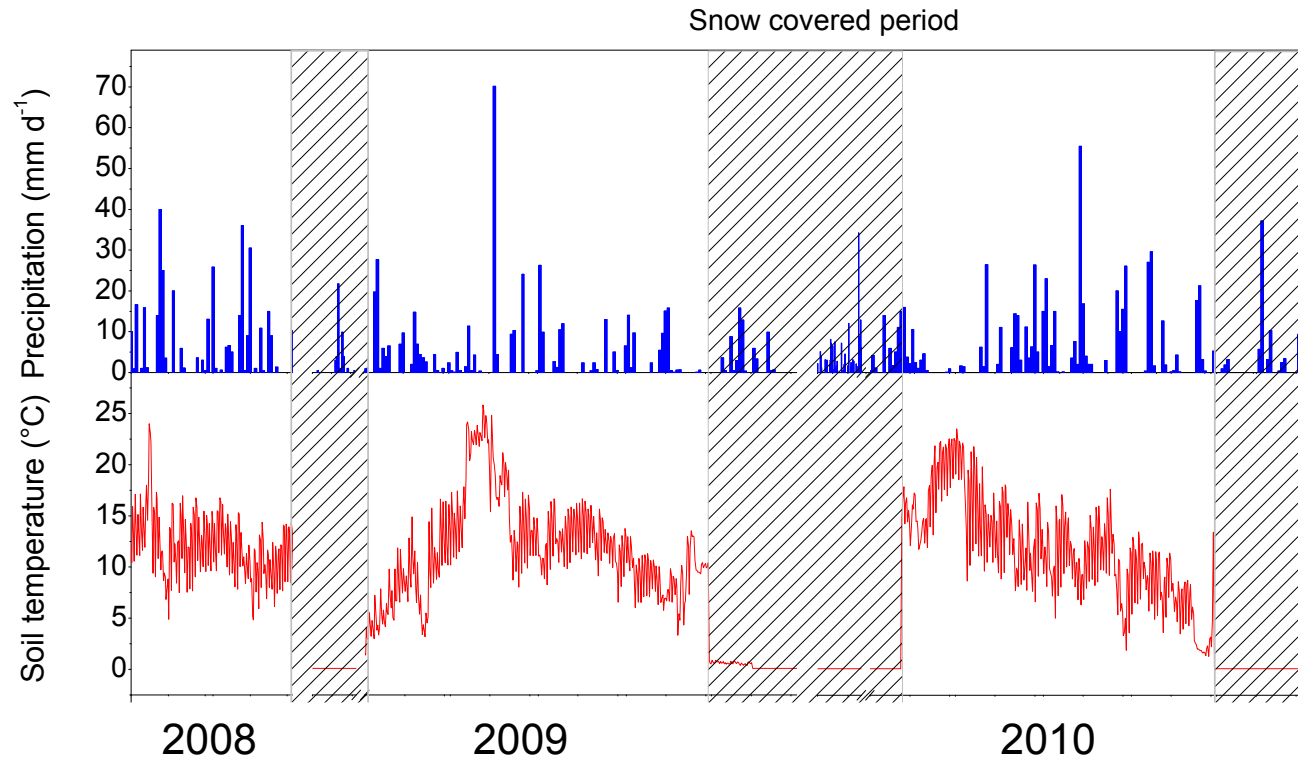


# Bodenatmung Winter

## Schneeoberfläche

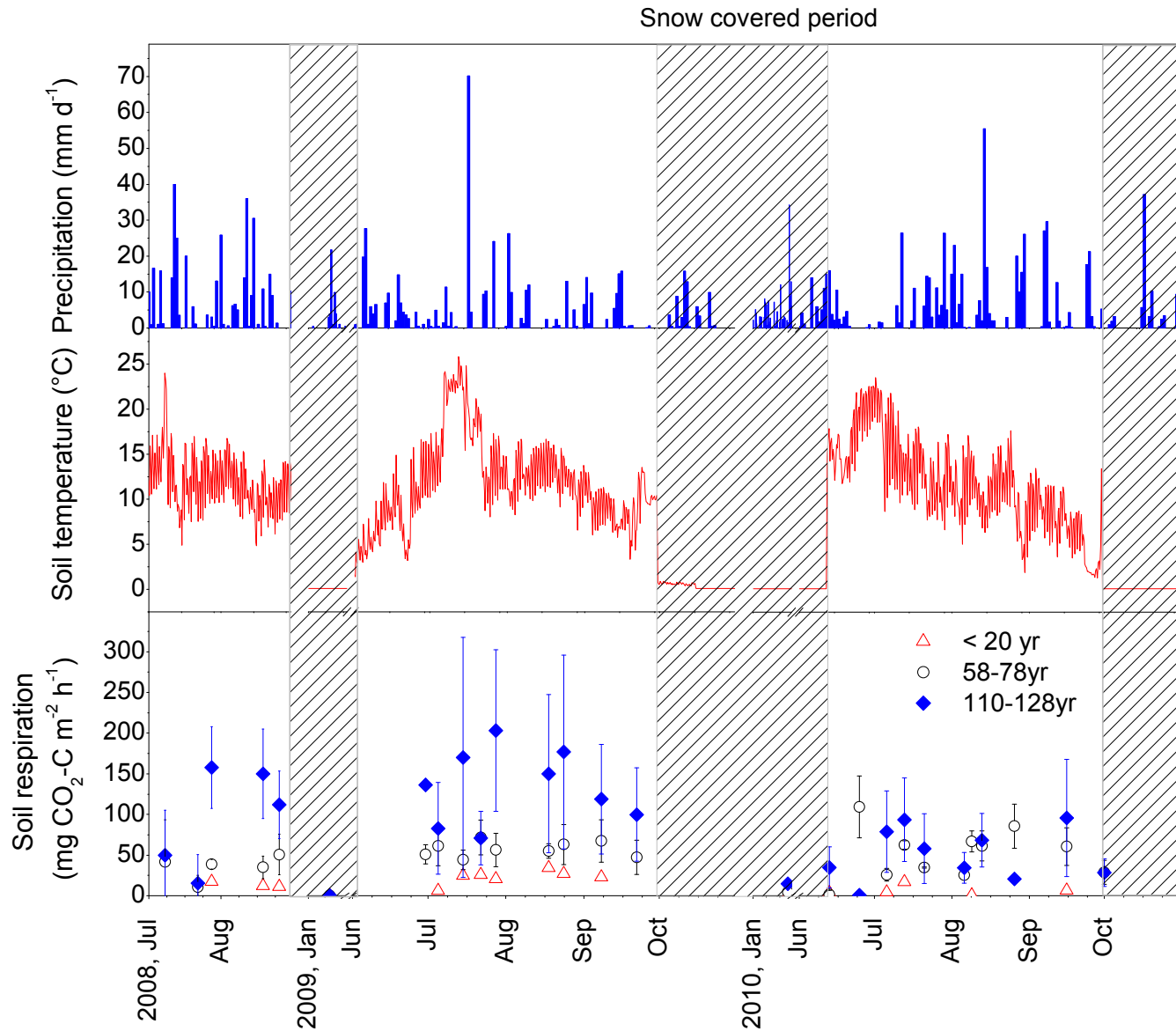


# Bodenatmung Chronosequenz

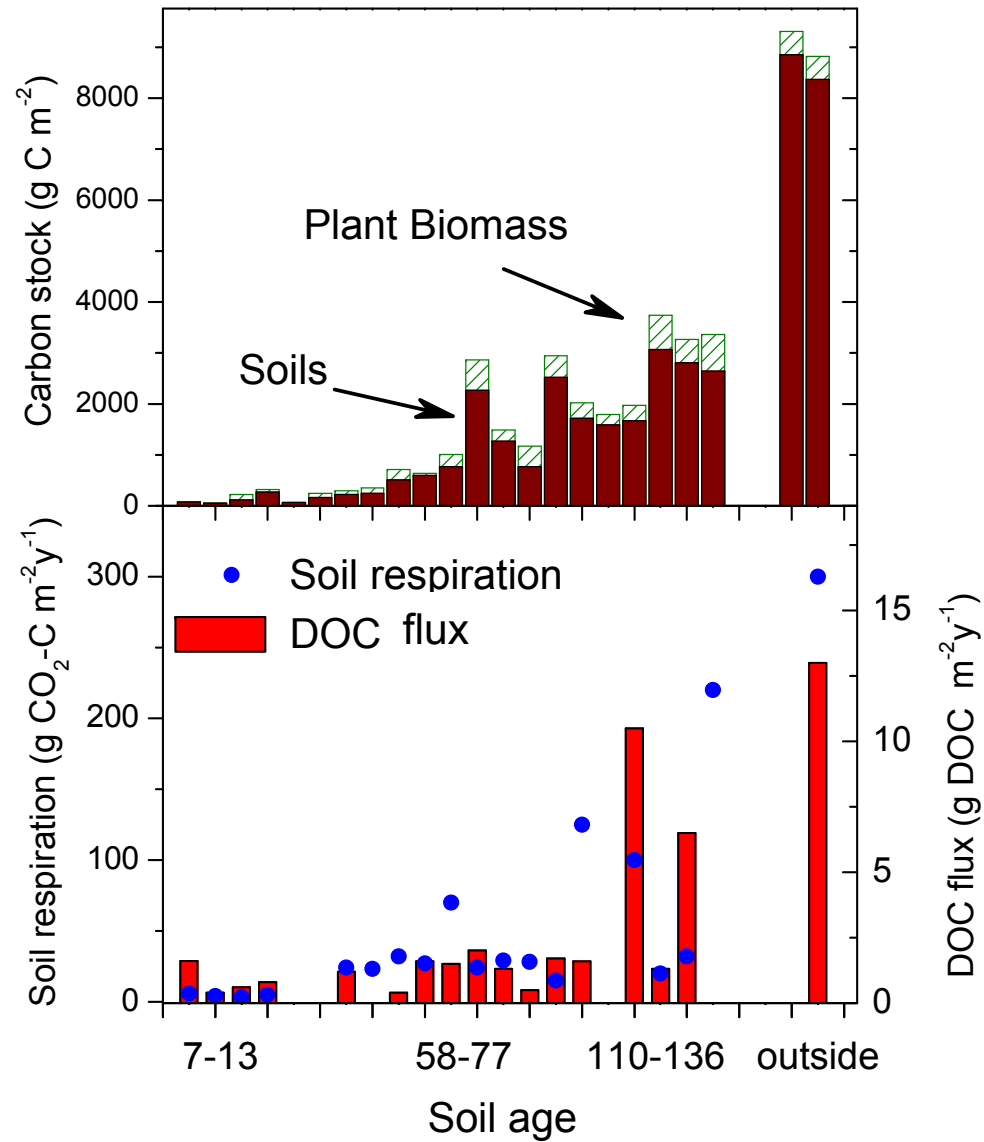




# Bodenatmung Chronosequenz

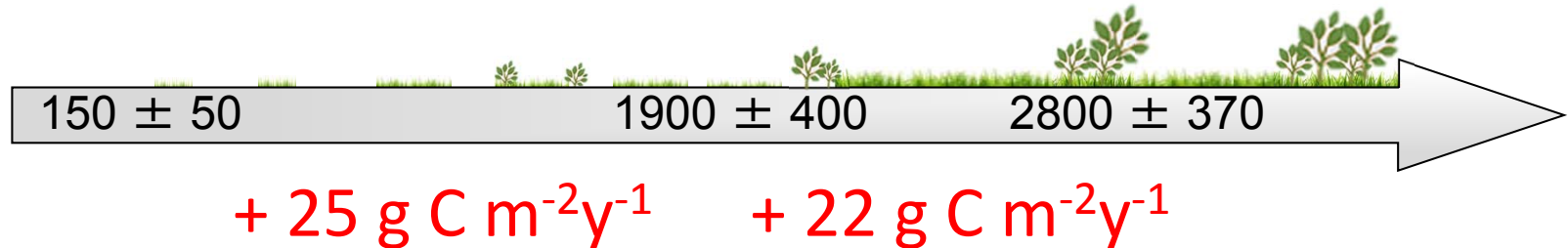


# Bodenatmung Chronosequenz



# Zusammenfassung C-Flüsse

## Ökosystem C-Stock (g C m<sup>-2</sup>)

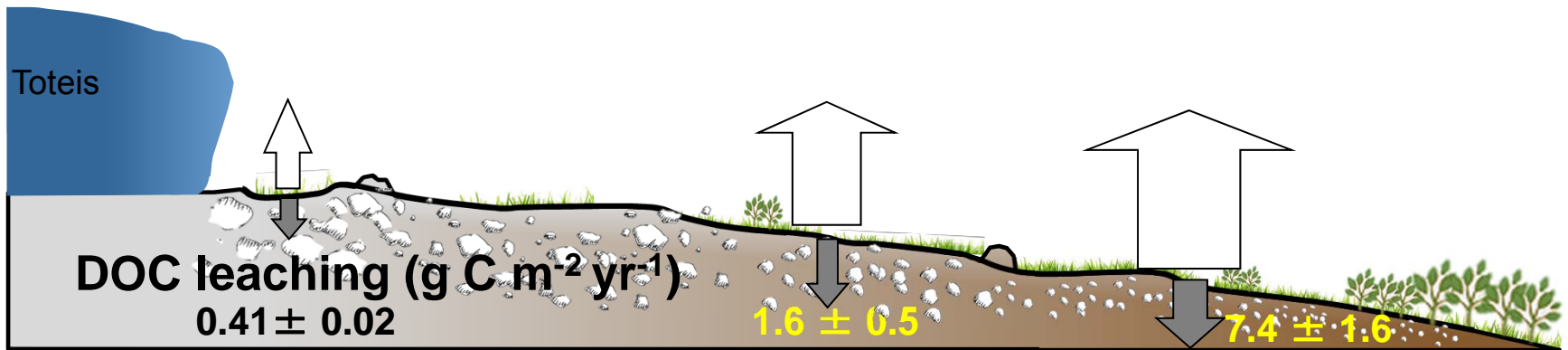


## Boden CO<sub>2</sub>-efflux (g C m<sup>-2</sup> y<sup>-1</sup>)

9 ± 1

70 ± 17

160 ± 67



< 20 Jahre

58-78 Jahre

110-128 Jahre

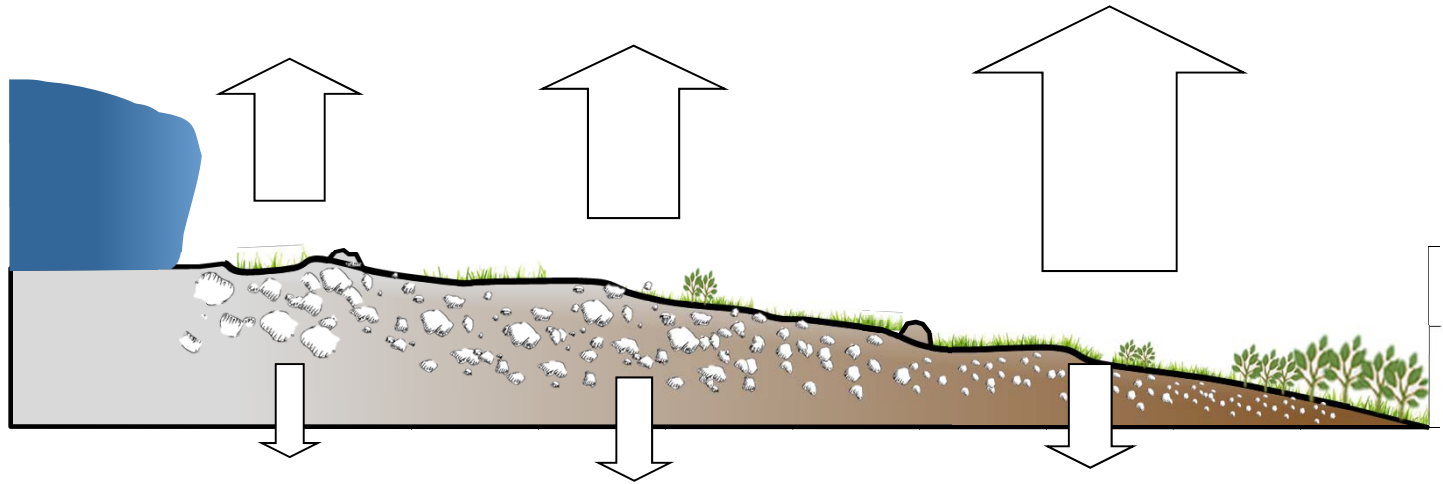
# Zusammenfassung C-Flüsse

---

Initiale Ökosysteme von Vorfeldern entwickeln sich von einer Dominanz der C-Akkumulation zu **High Throughput Systemen** mit hohem C-Umsatz



# Herkunft Kohlenstoffpools und Flüsse



## Hypothesen

- Alter der C-Pools und Flüsse nimmt entlang Chronosequenz zu
- C-Flüsse initiale Systeme dominiert durch autotrophe Aktivität

# Radiocarbon-Messungen

below modern

modern (=1950)

above modern

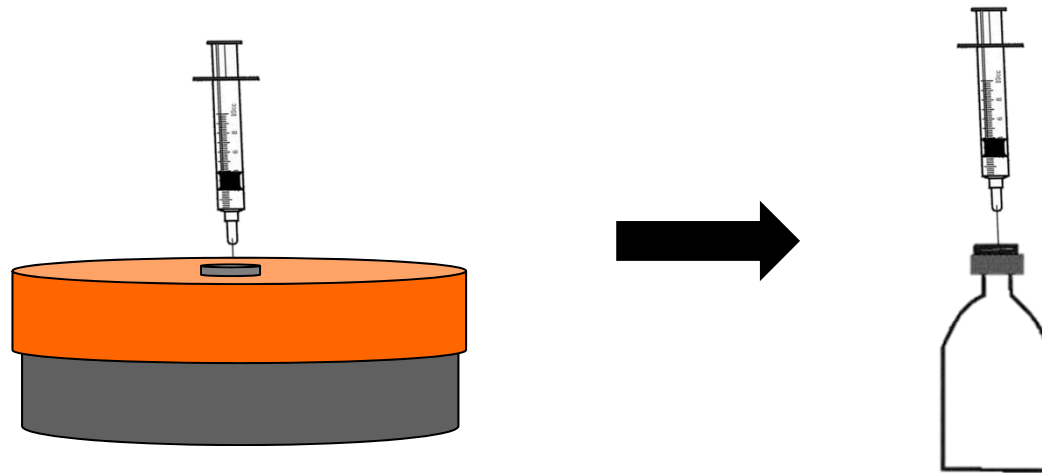
$\Delta^{14}\text{C} < 0$

0

$> 0$

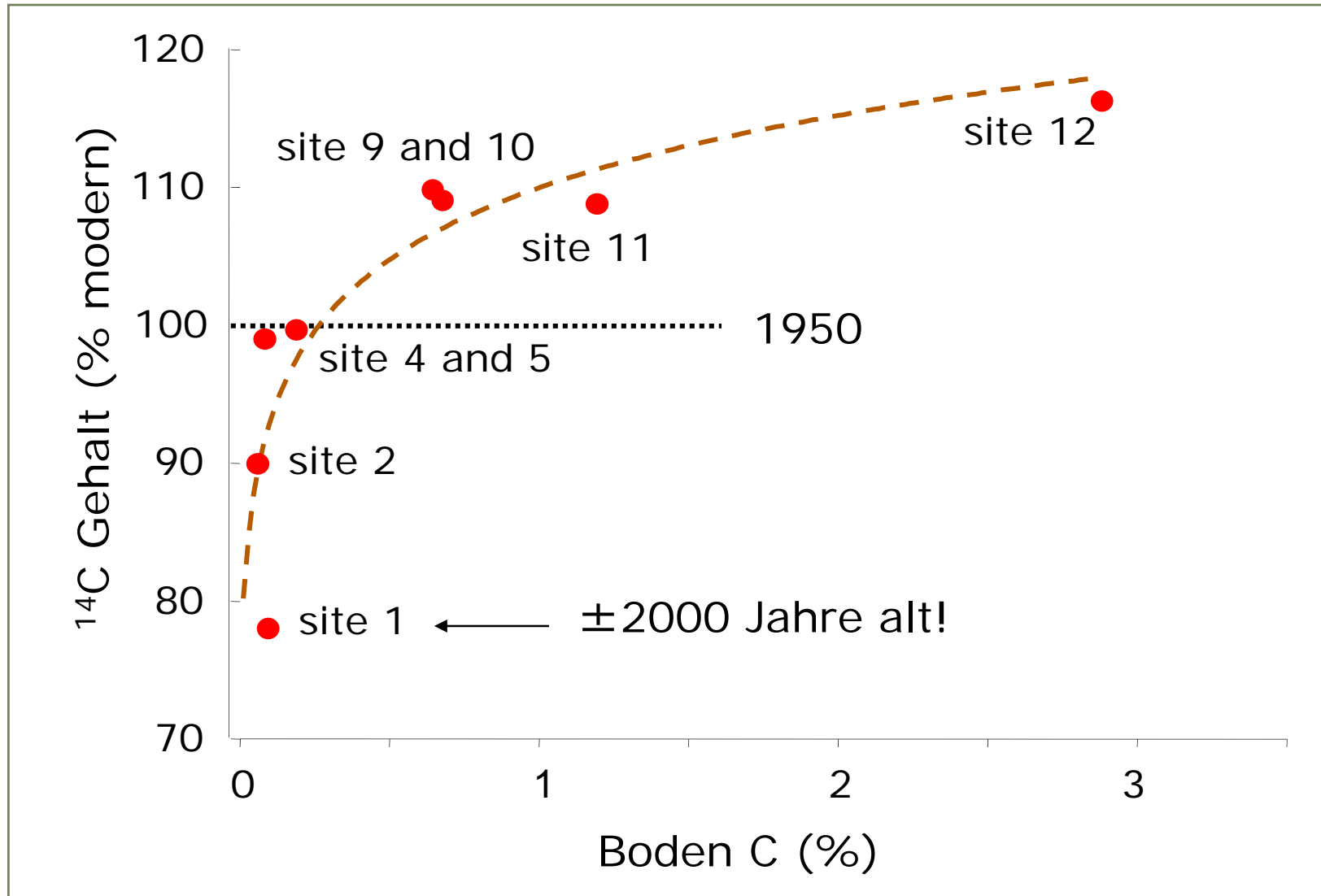
## Analyse der Radiocarbonsignatur im Boden-C und im veratmeten $\text{CO}_2$

→ Sammeln des Boden- $\text{CO}_2$  in geschlossener Kammer



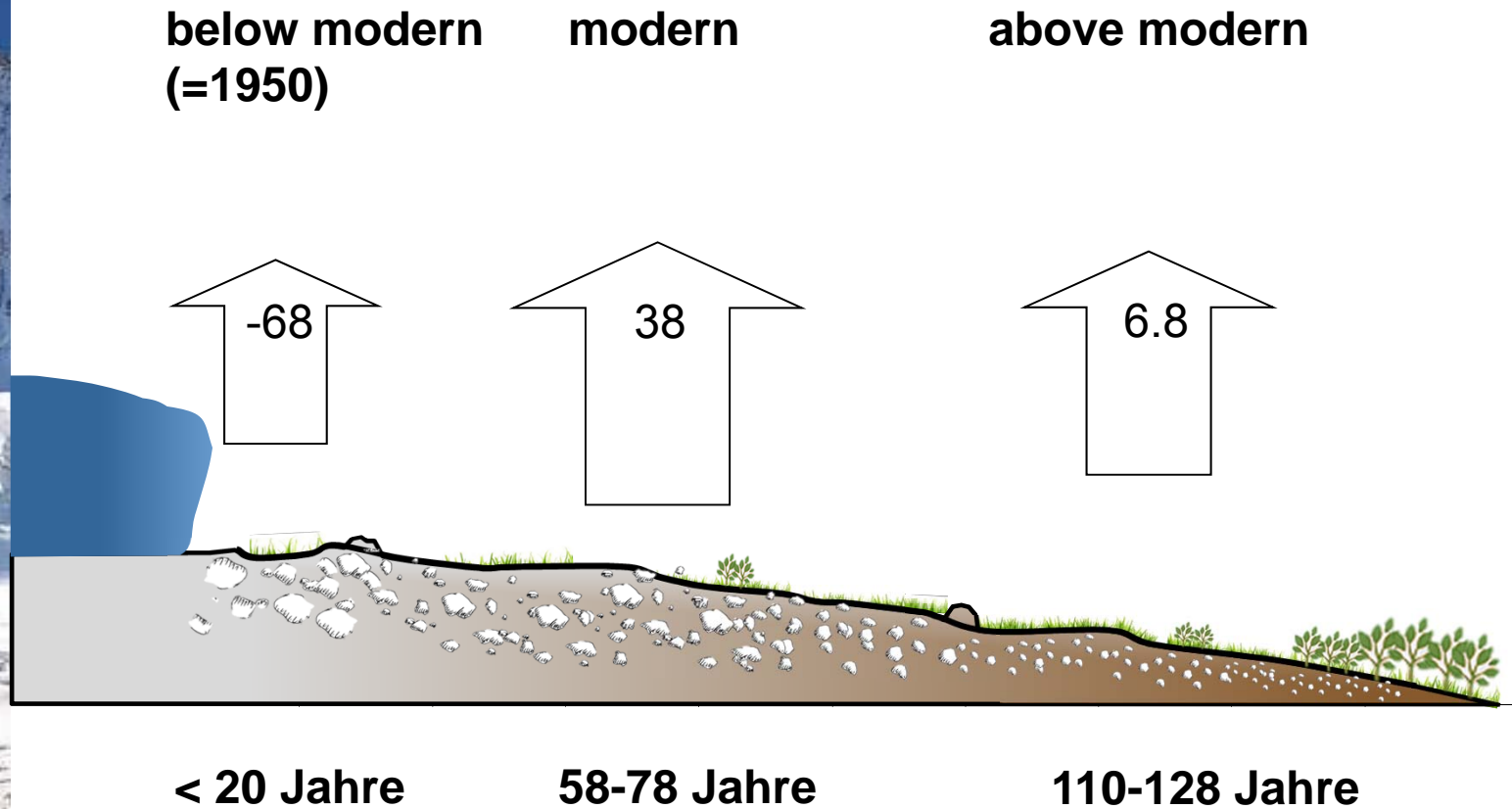
→  $\Delta^{14}\text{C}$  Analysis mit accelerator mass spectrometry (AMS, ETH)

# Herkunft Kohlenstoffpools und Flüsse



# Herkunft Kohlenstoffpools und Flüsse

## Boden CO<sub>2</sub>-Efflux





# Herkunft Kohlenstoffpools und Flüsse

---

**→ initialen C-Pools stammen aus fossilem C**

**mögliche Quelle:**

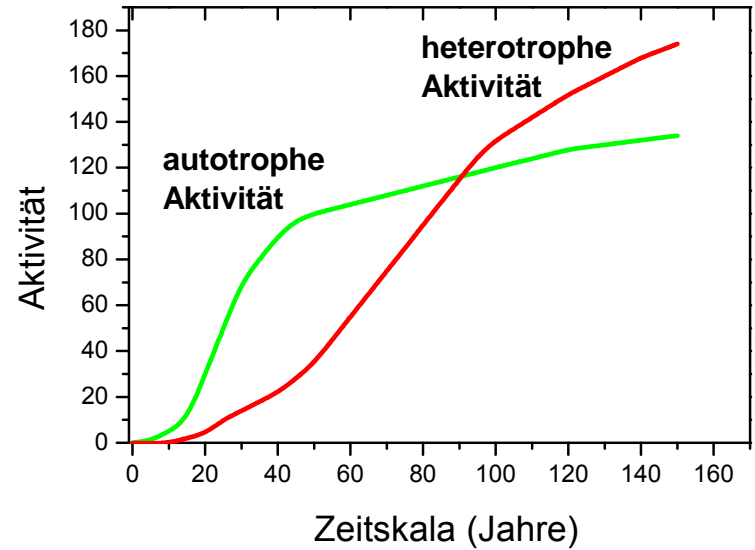
- **im Gletscher abgelagerte Aerosole**
- **fossile Böden**

**→ Initiale Systeme durch heterotrophe Respiration von fossilem C dominiert**

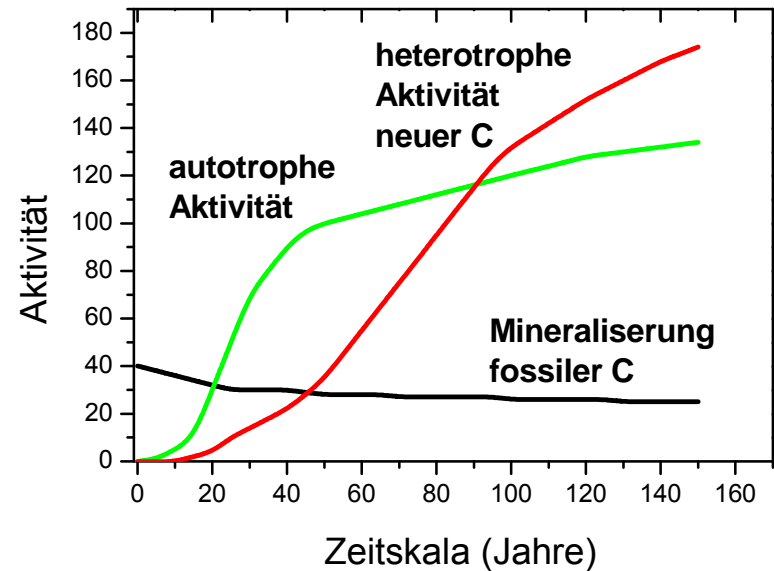


# Hypothesen Ökosystementwicklung

**Initiale Hypothese**



**Revidierte Hypothese**



# Zusammenfassung

---

- Initiale Ökosysteme von Vorfeldern entwickeln sich von einer Dominanz der C-Akkumulation zu **High Throughput Systemen** mit hohem C-Umsatz
- Kopplung von Verwitterung und C-Akkumulation im Boden
- Fossiler C dominiert in der initial(st)en Phase





**Entwicklung  
mikrobieller  
Zersetzergemeinschaften**

# Mikrobielle Zersetzergemeinschaften

---

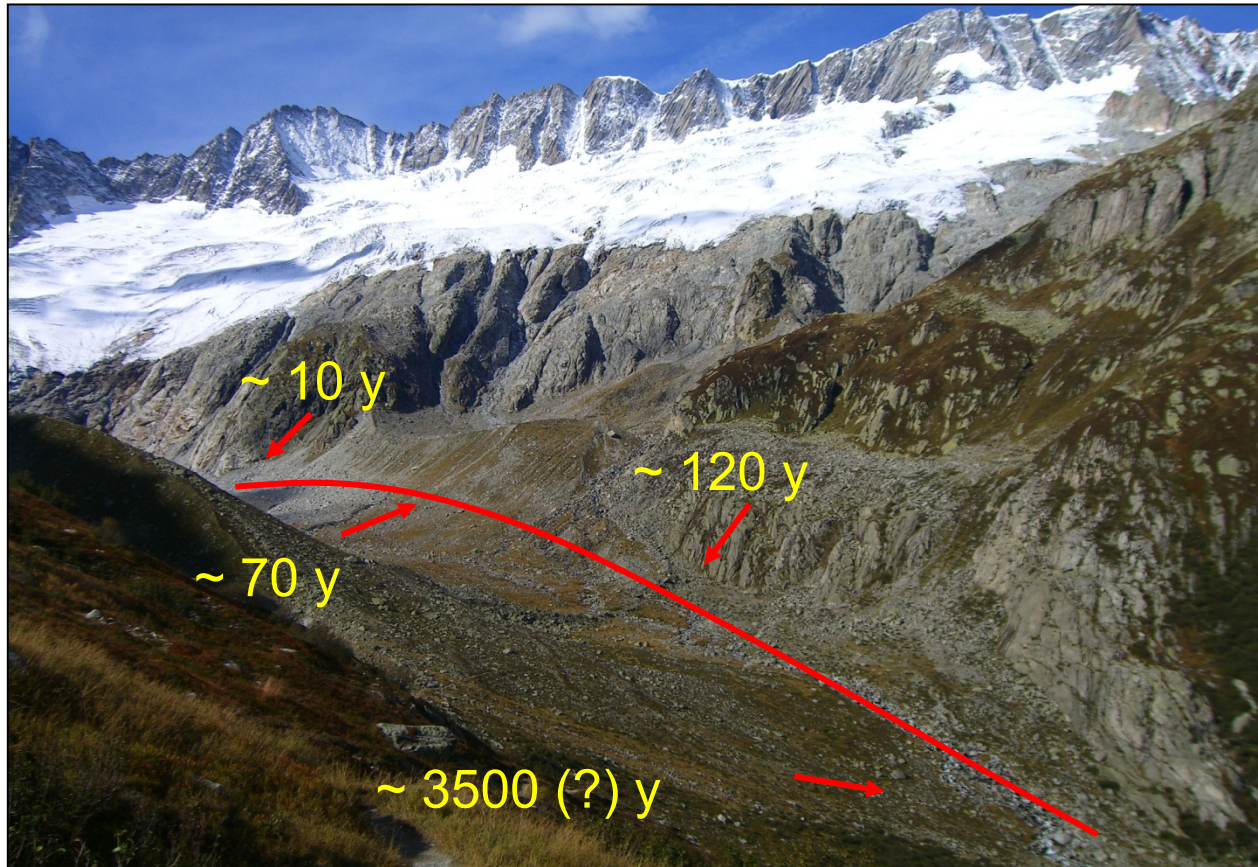
## Hypothese:

- (1) Mikrobielle Diversität nimmt mit Bodenentwicklung zu
- (2) Diese Zunahme fördert den Streuabbau



# Mikrobielle Zersetzergemeinschaften

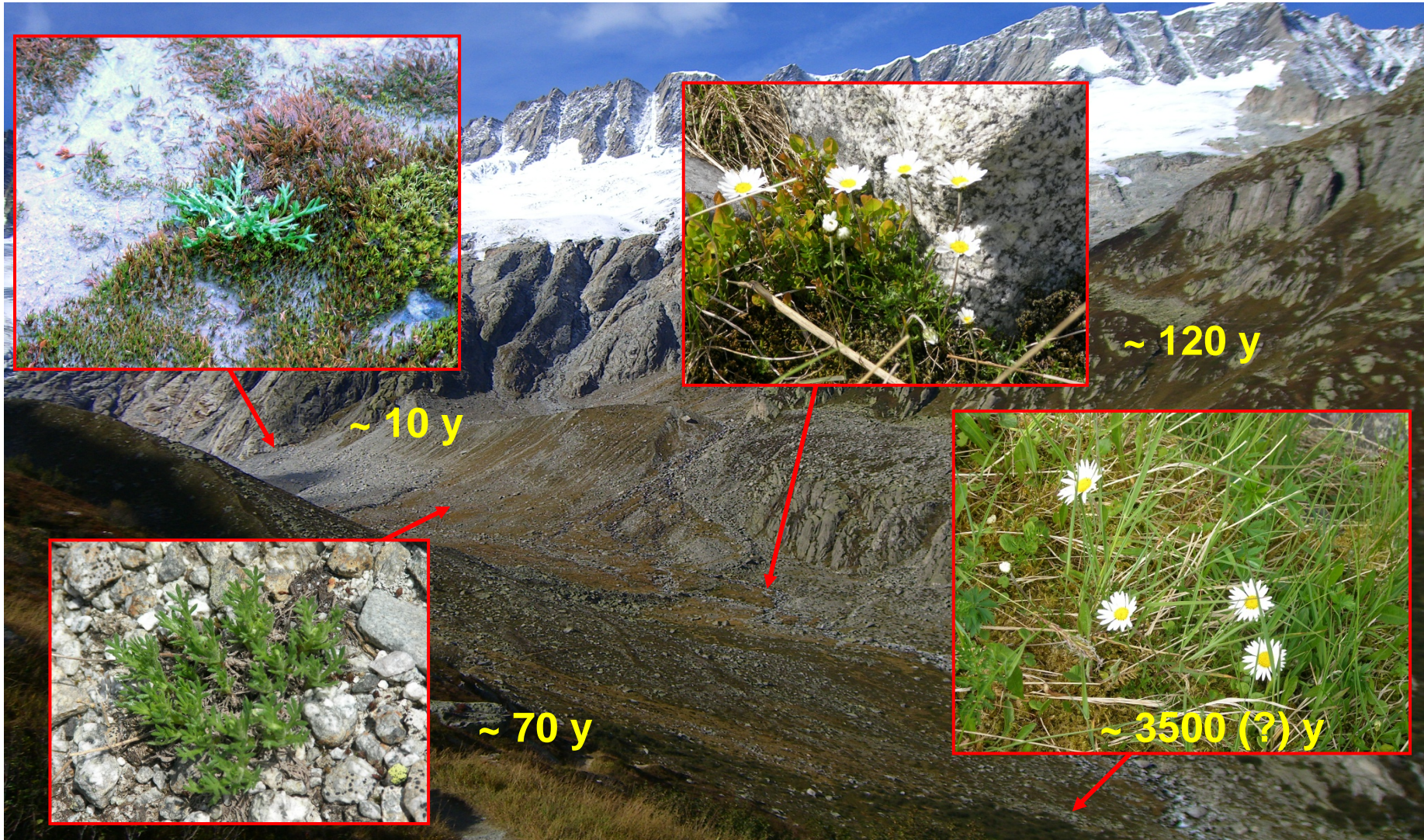
- Identifizierung aktiver Zersetzer mittels  $^{13}\text{C}$ -PLFA Analysen (Esperschütz et al.)
- $^{13}\text{C}$ -Mineralisierung und  $\text{DO}^{13}\text{C}$  Auswaschung (Gülland et al.)



PLFA : Phospho-Lipid-Fatty Acids,  
Biomarker für Gram -, Gram +, Pilze

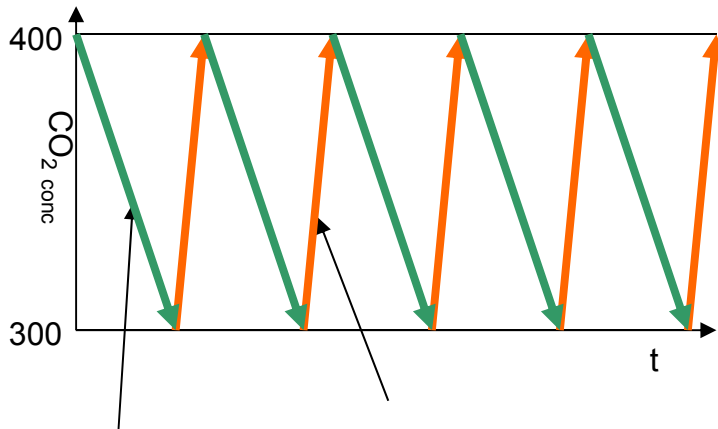
# Mikrobielle Zersetzergemeinschaften

*Leucanthemopsis alpina*



# Produktion von $^{13}\text{C}$ markierter Streu

*Leucanthemopsis alpina* ( $\delta^{13}\text{C} = +88 \text{‰}$  vs. V-PDB)



Photosynthese Zugabe von markiertem  $\text{CO}_2$   
( $+170 \text{‰ } \delta^{13}\text{C}$  at  $100 \text{ ml min}^{-1}$ )



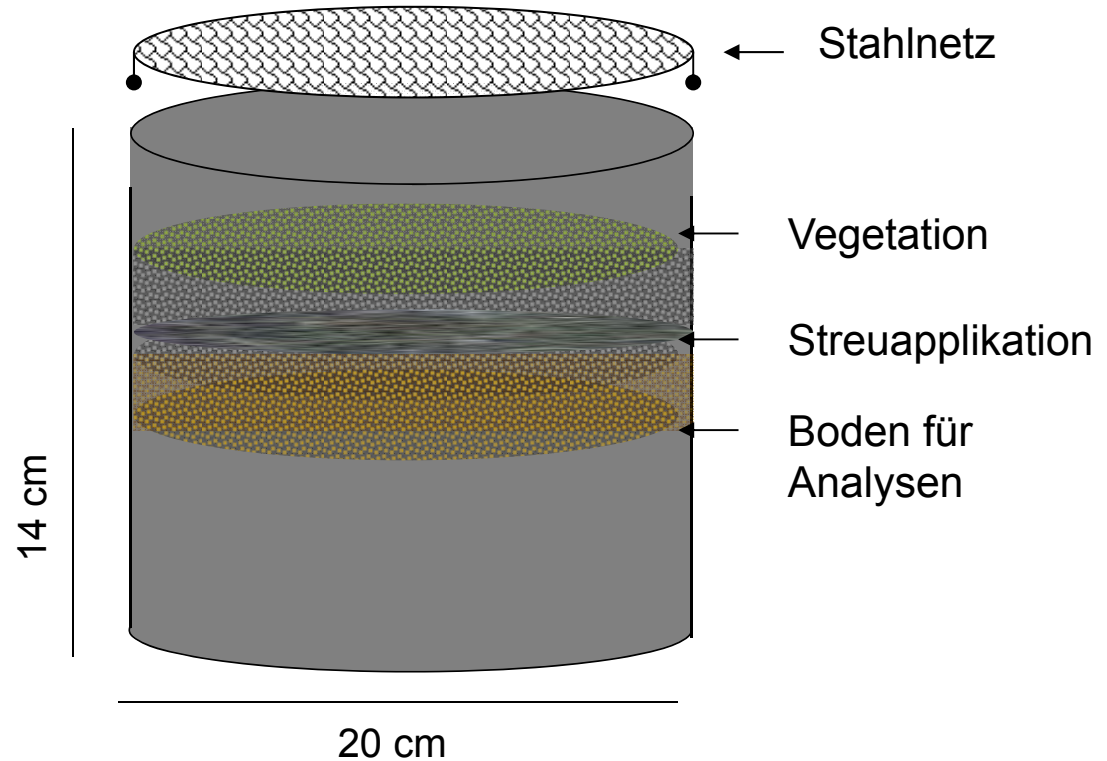


# Säulenversuch mit $^{13}\text{C}$ markierter Streu

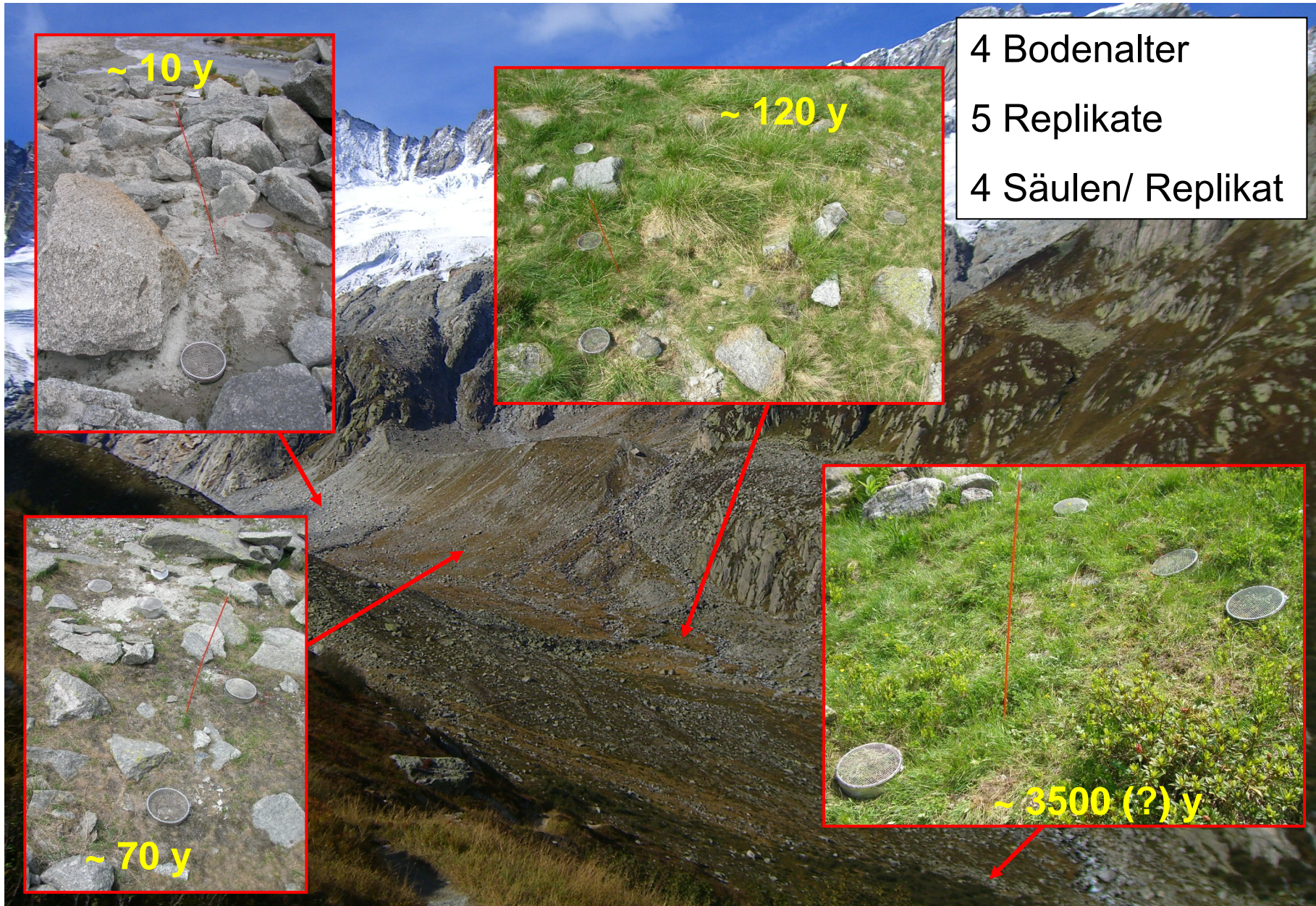
## Säulen Konstruktion



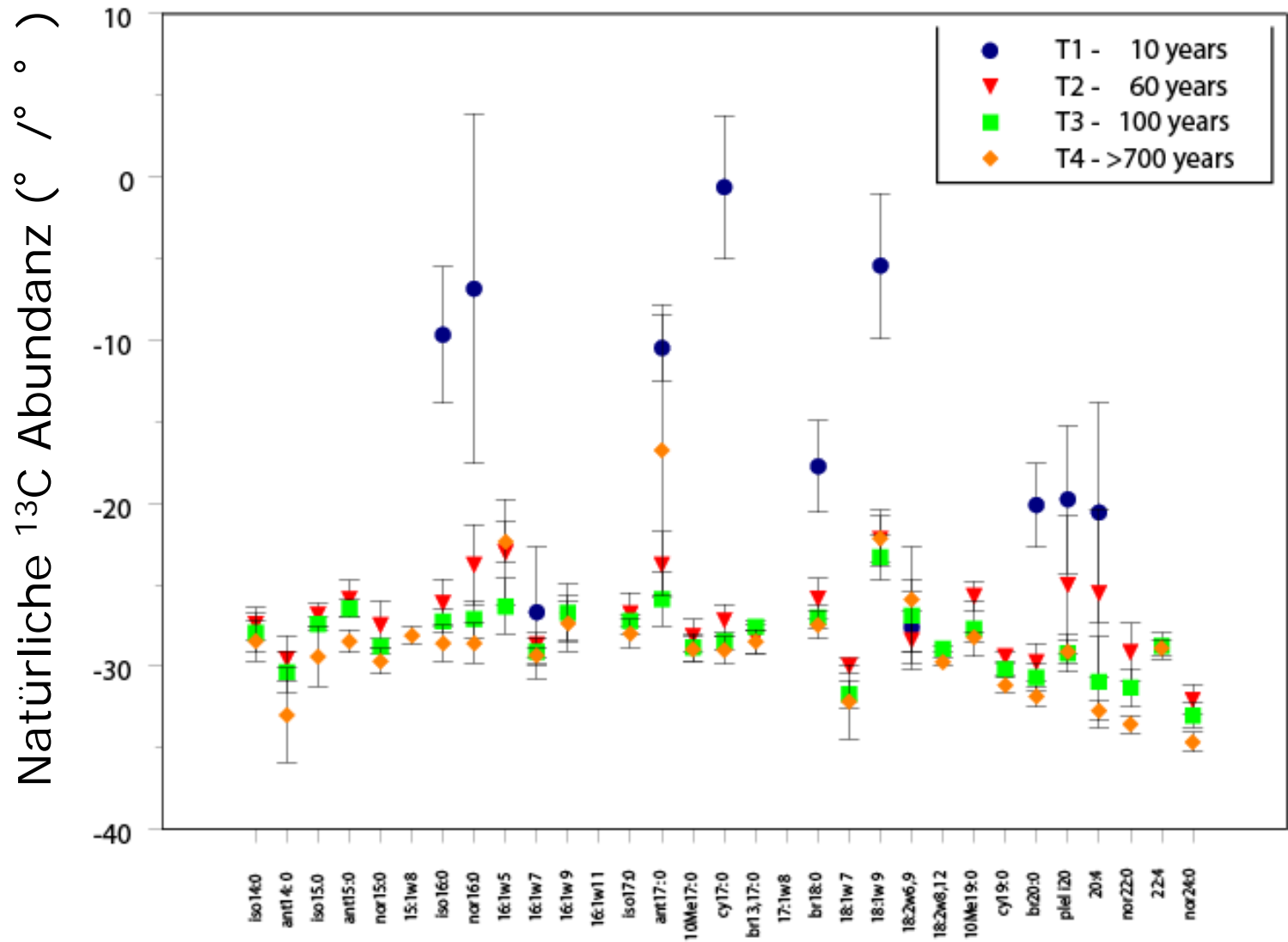
X 5



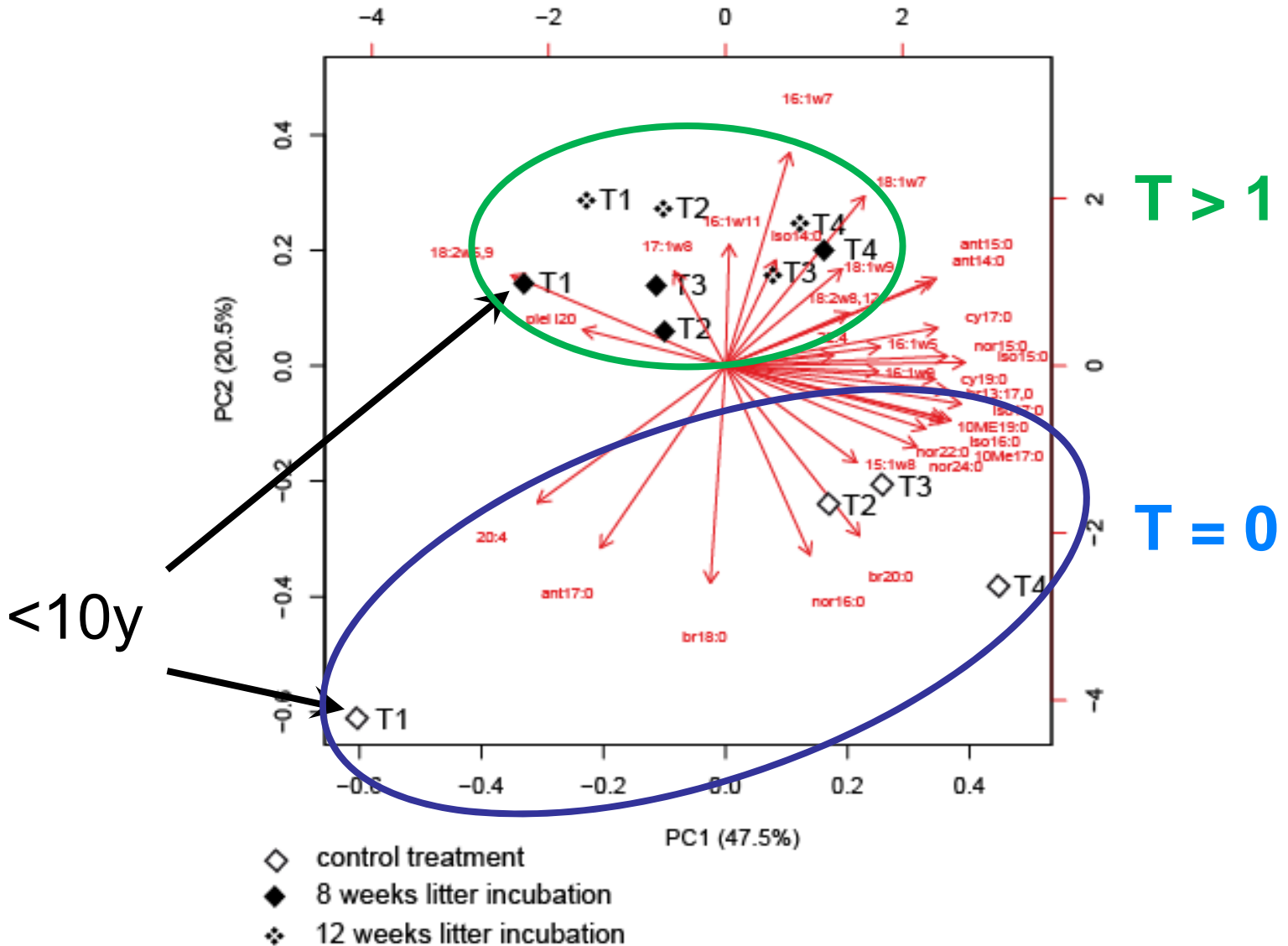
# Säulenversuch mit $^{13}\text{C}$ markierter Streu



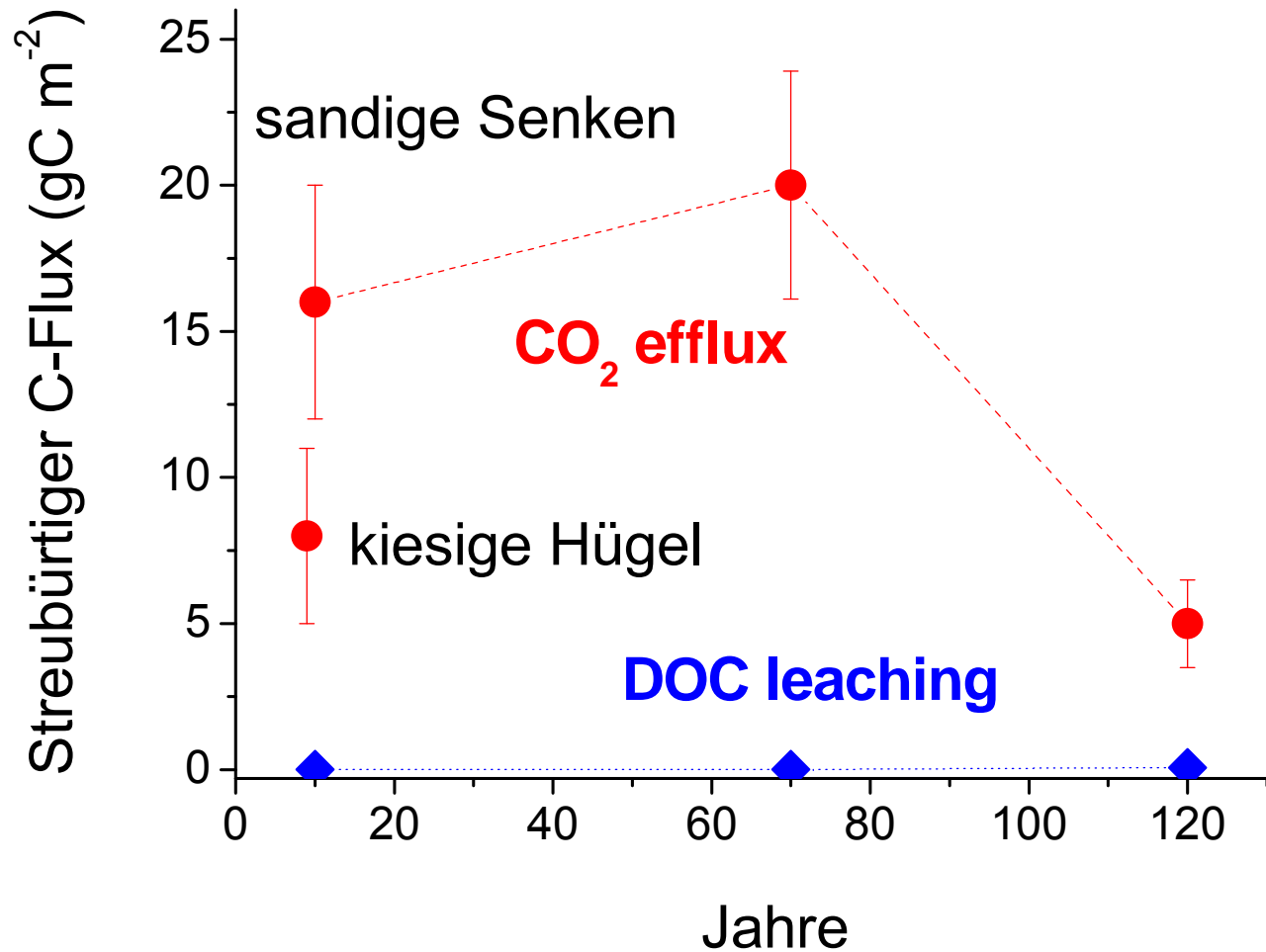
# Mikrobielle Zersetzergemeinschaft



# Mikrobielle Zersetzergemeinschaft



# Zersetzungspfade der $^{13}\text{C}$ markierten Streu



# Zusammenfassung

---

- Initiale Ökosysteme entwickeln sich von einer Dominanz der C-Akkumulation zu **High Throughput Systemen** mit hohem C-Umsatz
- Kopplung von Verwitterung und C-Akkumulation im Boden
- nur in der initial(st)en Phase gibt es eine starke mikrobielle Sukzession
- Streuzersetzung hängt in erster Linie von abiotischen Faktoren ab
- Fossiler C dominiert in der initial(st)en Phase



# Vielen Dank und auf Wiedersehen !

