



Sind fruchtbare Landwirtschaftsböden multifunktional?

Peter Weisskopf, Jens Leifeld

5. Agroscope-Nachhaltigkeitstagung, 18.1.2018



Inhalt

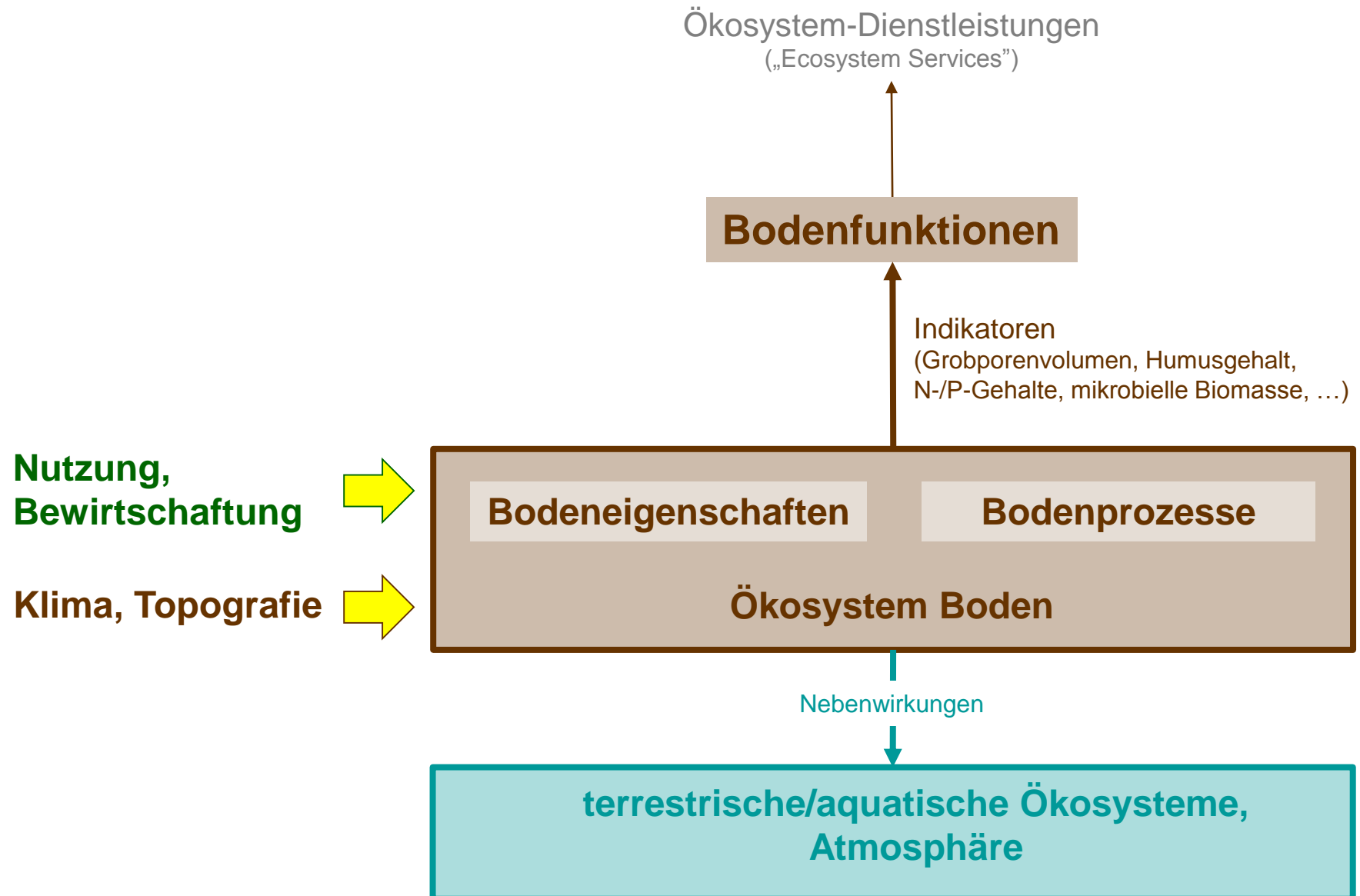
- Bodenfunktionen, Bodeneigenschaften und Bodenprozesse
- Standorteigenschaften, Bodenqualität und Bodenfunktionen
- Bewirtschaftungseinflüsse, Bodenqualität und Bodenfunktionen

- Klimaregulierungsfunktion: Übersicht
- Klimaregulierungsfunktion: Beispiele

- Schlussfolgerungen



Begriffe und Zusammenhänge



Bodenfunktionen



BAFU-Magazin Umwelt 4/2011

Nutzung,
Bewirtschaftung



Bodeneigenschaften

Bodenprozesse

Klima, Topografie



Ökosystem Boden

terrestrische/aquatische Ökosysteme,
Atmosphäre



Bodenteilfunktionen



Produktion

Ertragsleistung

(Quantität, Qualität, Stabilität)

Kulturvielfalt

Bewirtschaftungs- aufwand



Regulierung

Puffer

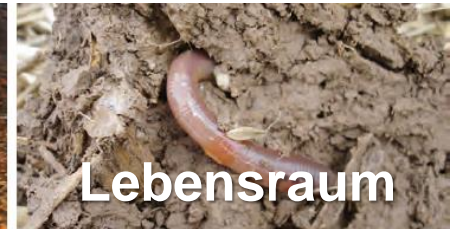
(Nähr-/Schadstoffe, pH; Wasserhaushalt)

Speicher

(Nähr-/Schadstoffe, Wasser, Wärme)

Reaktor

(Ab-/Umbau organische Substanz)



Lebensraum

Bodenumwelt

(Mikroflora, Fauna, Wurzeln)

Aktivitäten

(Mikroflora, Fauna, Wurzeln)

Diversität

(Mikroflora, Fauna, Pflanzengesellschaften)

**Nutzung,
Bewirtschaftung** →

Klima, Topografie →

Bodeneigenschaften

Bodenprozesse

Ökosystem Boden

Bodeneigenschaften und Bodenprozesse



Bodeneigenschaften

statisch / *dynamisch*

Physikalisch:

- Gründigkeit, Wasserhaushalt
- Textur, Steingehalt
- *Struktur (Porosität, Stabilität)*

Chemisch:

- Organische Substanz
- Speicherkapazität
- *Bodenreaktion*
- *Nähr-/Schadstoffe, Ionen*

Biologisch:

- Bodenorganismen
- *Menge und Diversität*
 - *Aktivitäten*

Bodenprozesse

langsam / *schnell*

- Strukturbildung
- *Wasser-/Gas-Transport*
- *Nähr-/Schadstoff-Transport*
- *Abbau/Umsatz organische Substanz*
- *Nährstoffrecycling*
- *Nähr-/Schadstoff-Sorption/Desorption*
- *biologische N-Fixierung*
- *Nitrifikation, Denitrifikation*
- Populationsregulierung

**Nutzung,
Bewirtschaftung** →

Klima, Topografie →

Ökosystem Boden



Die Bodenfunktion „Produktion“

Interpretation von Bodeninformationen aus
Bodenkartierungen:
„**Nutzungseignung**“

10 Nutzungseignungs-Klassen

1) „Uneingeschränkte Fruchtfolge erster Güte“

= uneingeschränkte Kulturwahl mit sicheren
Erträgen und akzeptablem
Bewirtschaftungsaufwand
→ **FFF-Böden!**

9) „Extensives Wies- und Weideland“

= extensive Schnittnutzung (Dürrfutter) oder
extensives Weideland

10) „Streuland“

= Streulandnutzung



Bodeneigenschaften

Physikalisch:

- Gründigkeit
- Wasserhaushalt (inkl. Vernässungsgrad)
- Textur, Steingehalt

Chemisch:

- Organische Substanz

Biologisch:

+ Klimazone

(Vegetationsperiode/Wärmestufe,
Niederschlagshaushalt)

+ Topografie

(Geländeform, Hangneigung)

„Uneingeschränkte Fruchtfolge 1. Güte“



Ertragsleistung
Kulturreichhalt
Bewirtschaftungsaufwand



Puffer
Speicher
Reaktor



Bodenumwelt
Aktivitäten
Diversität

Standorteigenschaften

(Boden, Klima, Topografie)

- +++ tiefgründig
- +++ normal durchlässig
- +++ mittelschwer, steinarm
- + schwach humos
- +++ lange Vegetationsperiode,
ausgeglichener Niederschlagshaushalt
- +++ Ebene

Bodenprozesse

- + Strukturbildung
- +++ Abbau/Umsatz
organische Substanz
- +++ Nährstoffrecycling
- +++ Nähr-/Schadstoff-
Sorption/Desorption
- +++ Nitrifikation, Denitrifikation



„Wies- und Weideland“



Ertragsleistung
Kulturreichhalt
Bewirtschaftungsaufwand



Puffer
Speicher
Reaktor



Bodenumwelt
Aktivitäten
Diversität

Standorteigenschaften

(Boden, Klima, Topografie)

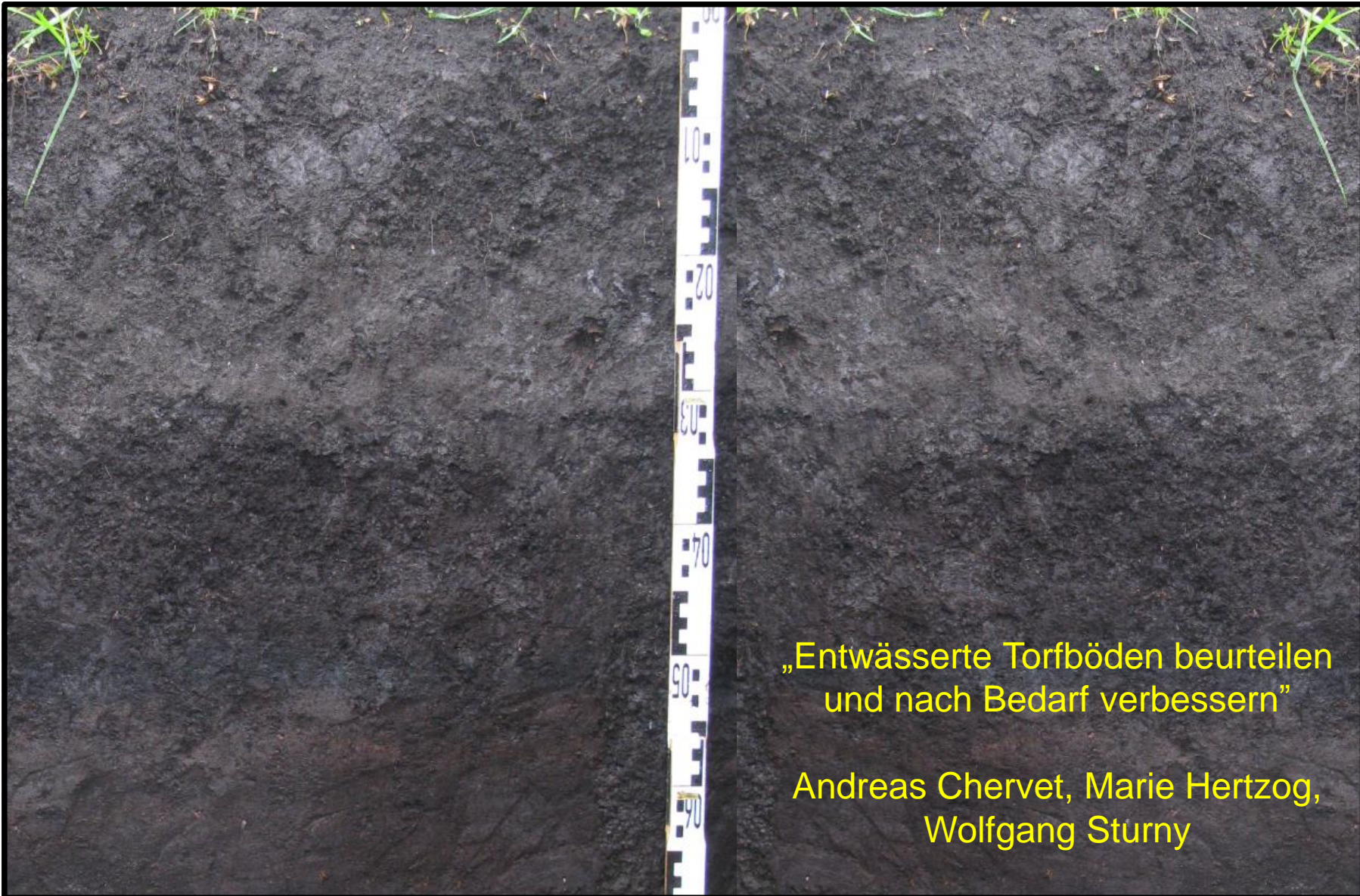
- flachgründig
- +++ normal durchlässig
- +++ mittelschwer, steinarm
- + schwach humos
- +++ lange Vegetationsperiode,
ausgeglichener Niederschlagshaushalt
- + Flachhang

Bodenprozesse

- ++ **Strukturbildung**
- + Abbau/Umsatz
organische Substanz
- + Nährstoffrecycling
- + Nitrifikation, Denitrifikation



„Futterbaubetonte Fruchtfolge“



„Entwässerte Torfböden beurteilen
und nach Bedarf verbessern“

Andreas Chervet, Marie Hertzog,
Wolfgang Sturny

Bewirtschaftung und Bodenfunktionen



Bewirtschaftung (Melioration)

Be-/Entwässerung

Bodenbearbeitung

Befahrungen

Düngung

Fruchtfolge

Pflanzenschutz



Bodenschäden und Bodenfunktionen



Bodenschäden

Erosion

Verdichtung

Humusverlust

Versauerung

Schadstoffe

„Biodiversitäts-
verlust“

Bodeneigenschaften

statisch / dynamisch

Physikalisch:

- **Gründigkeit**, Wasserhaushalt
- Textur, Steingehalt
- **Struktur (Porosität, Stabilität)**

Chemisch:

- **Organische Substanz**
- Speicherkapazität
- **Bodenreaktion**
- Nähr-/**Schadstoffe**, Ionen

Biologisch:

- Bodenorganismen**
- **Menge und Diversität**
- **Aktivitäten**

Bodenprozesse

langsam / schnell

- Strukturbildung
- Wasser-/Gas-Transport
- Nähr-/Schadstoff-Transport
- Abbau/Umsatz
organische Substanz
- Nährstoffrecycling
- Nähr-/Schadstoff-
Sorption/Desorption
- biologische N-Fixierung
- Nitrifikation, Denitrifikation
- Populationsregulierung

Ökosystem Boden

Klimaregulierungsfunktion der Böden

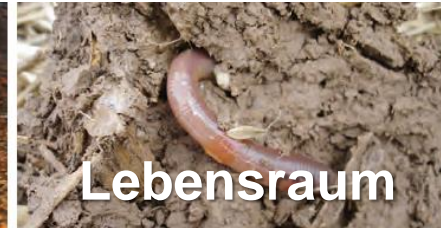


Ertragsleistung
Kulturvielfalt
Bewirtschaftungs-
aufwand



Puffer
Speicher
Reaktor

Klimaregulierung
Austausch von CO_2
(C-Speicherung),
 N_2O , CH_4



Bodenumwelt
Aktivitäten
Diversität

Bodeneigenschaften

Bodenprozesse

Ökosystem Boden

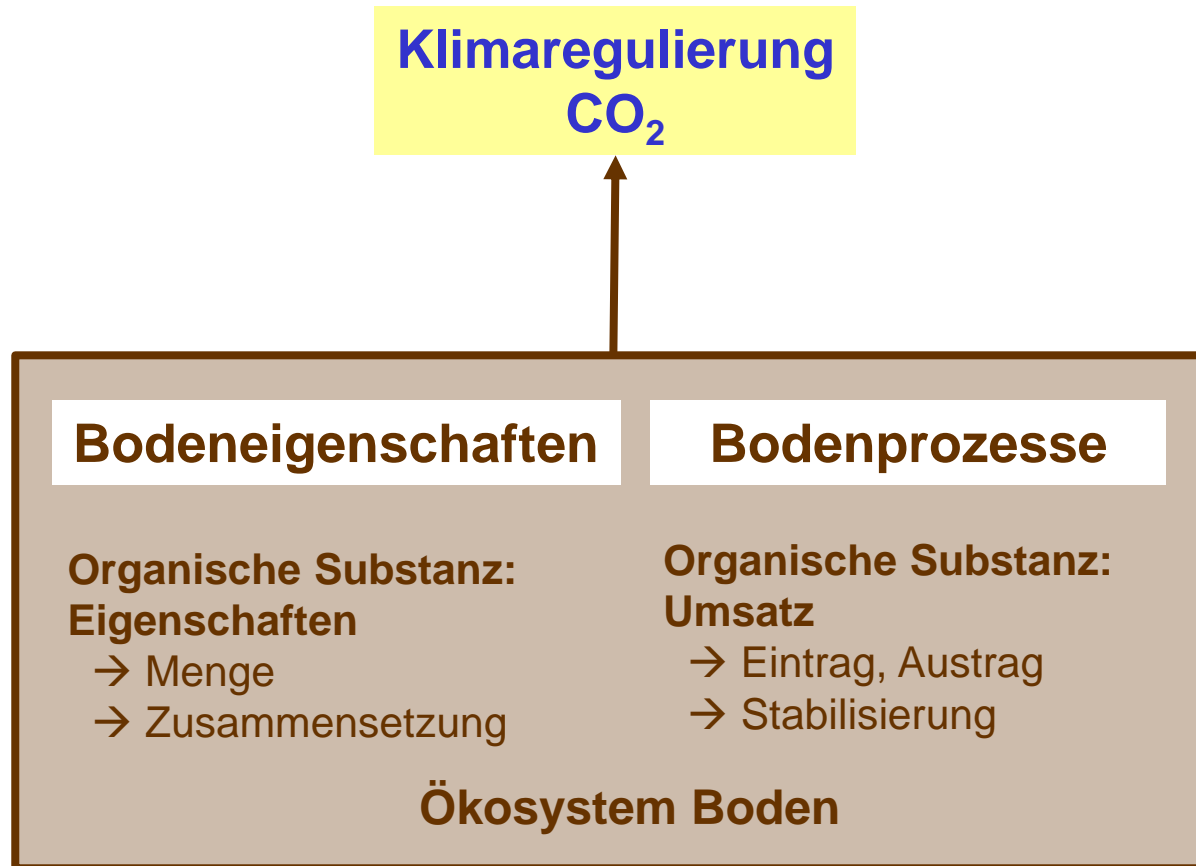
Klimaregulierungsfunktion der Böden

- Anthropogene THG-Emissionen: **41 Pg CO₂-eq./ Jahr**
- **5 – 10 Pg CO₂-eq** davon stammen aus Landwirtschaft und Landnutzung
- Böden = global eine Nettoquelle für THG (ca. **5 Pg CO₂-eq.**)

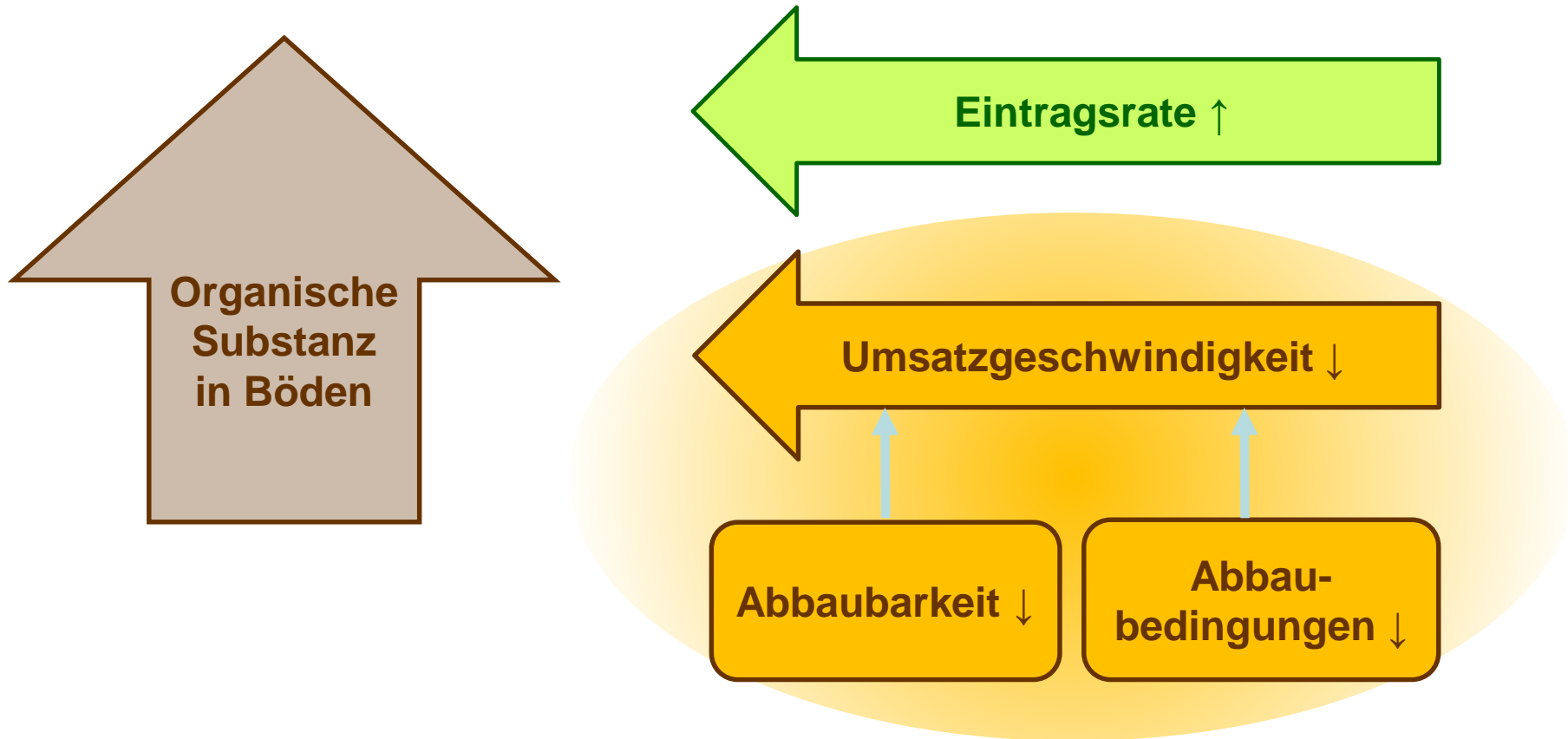
Landwirtschaft:

- N₂O (N-Umsatz im Boden, Düngung)
- CH₄ (Nassreis)
- Historische globale Corg-Verluste **130 Pg CO₂** (0-1 m, *Sandermann et al. 2017*) (Nutzungswandel, Entwässerung, ...)
- CO₂-Vermeidungs- und Senkenpotentiale:
ca. **8 Pg CO₂-eq./Jahr** (*Paustian et al. 2016*)
- 4/‰ als jüngste Initiative, die Rolle der Böden im Bereich Vermeidung neu zu denken (www.4p1000.org)

Klimaregulierungsfunktion der Böden



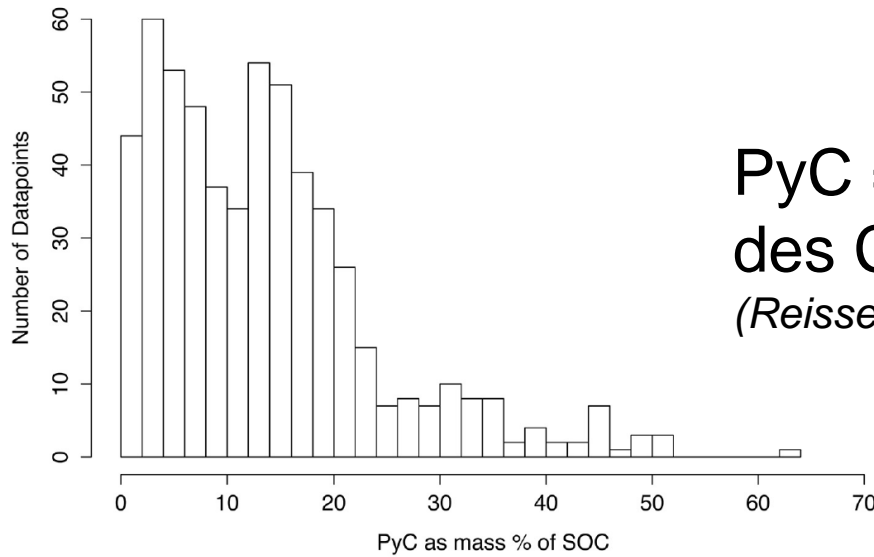
Klimaregulierungsfunktion der Böden



Klimaregulation: Abbaubarkeit am Beispiel pyrogener Kohlenstoff (PyC)

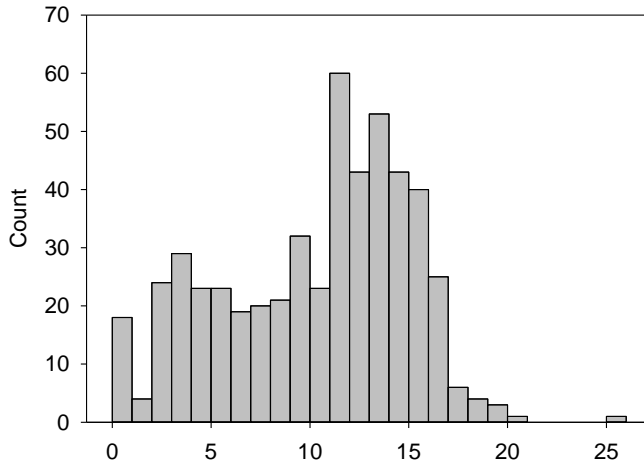


Pflanzenkohle (biochar)
= gezielt hergestellter PyC

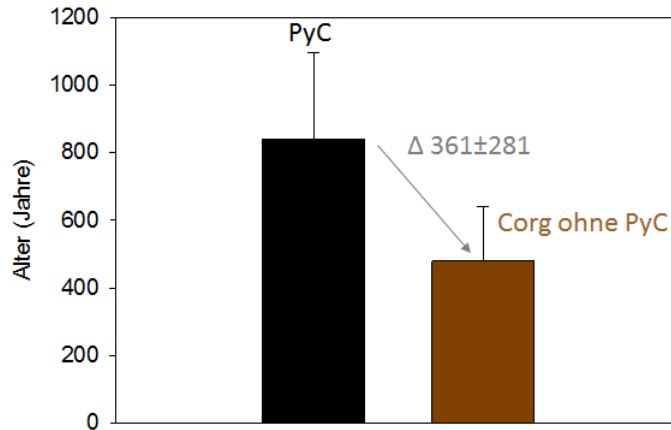


PyC = natürlicher Bestandteil
des Corg im Boden
(Reisser et al. 2016)

Klimaregulation: Abbaubarkeit am Beispiel pyrogener Kohlenstoff (PyC)

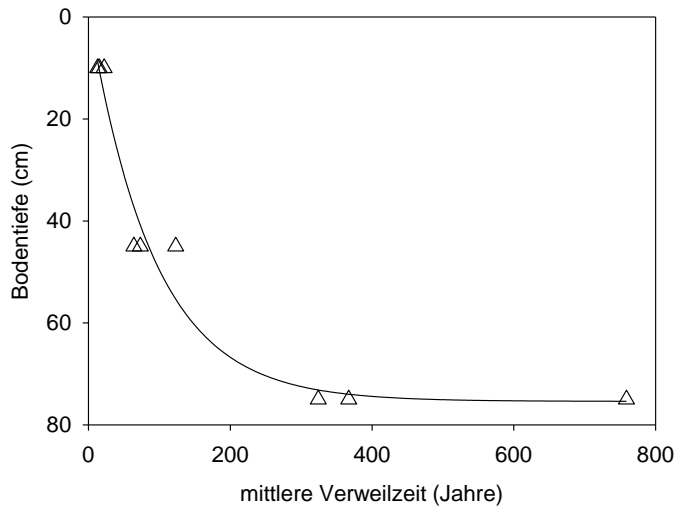


Anteil PyC am Corg
Oensingen (SO)



Höheres ^{14}C -Alter PyC als Indikator für grössere Stabilität im Boden

Klimaregulation: Abbaubedingungen am Beispiel Unterboden

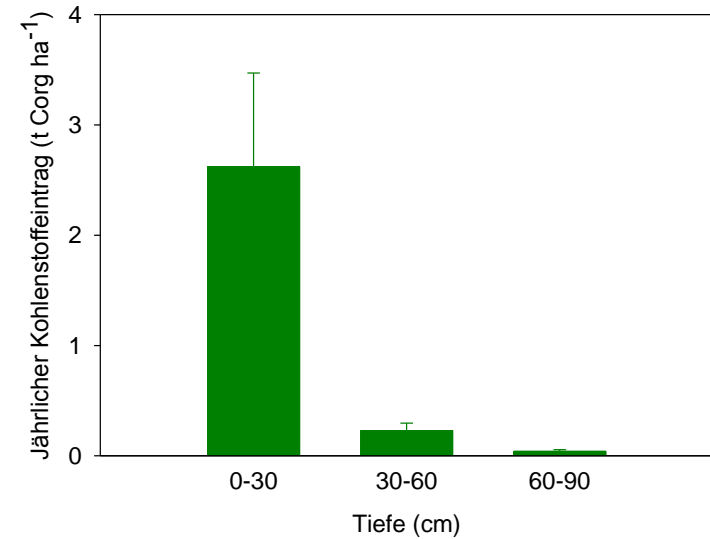
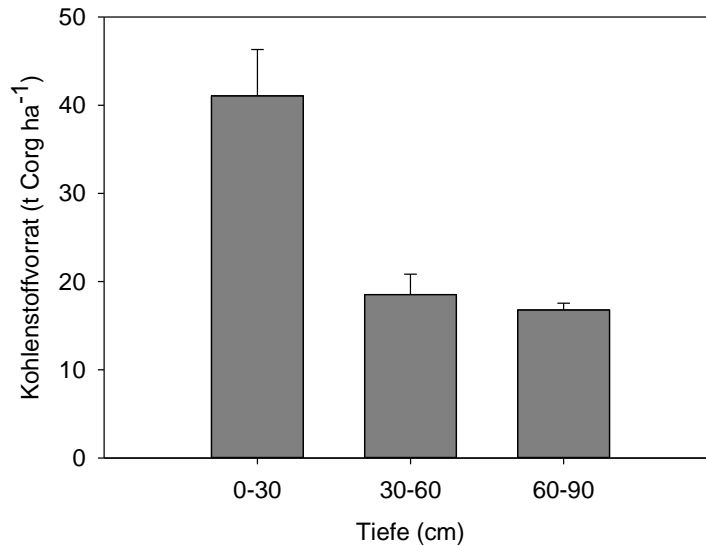


(Leifeld & Mayer 2015)

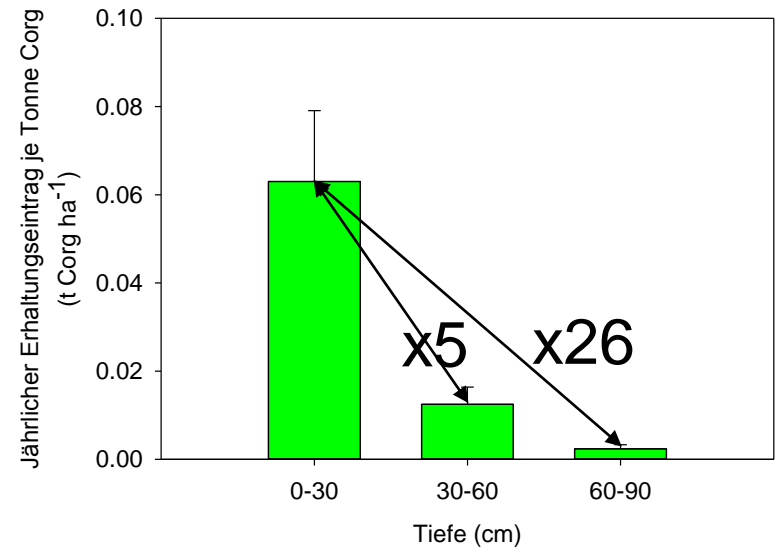
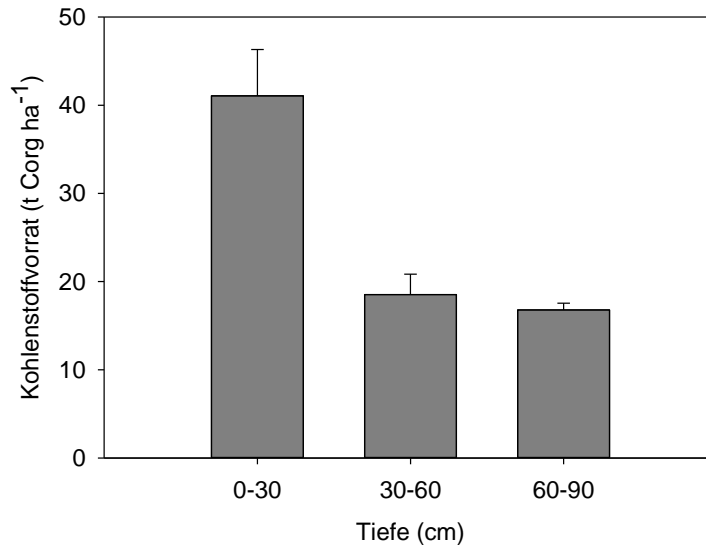
Die Verweilzeit des Corg ist in Unterböden meist deutlich länger:

- Stabilisierung durch Oberflächen
- Geringe Substratkonzentration

Klimaregulation: Abbaubedingungen am Beispiel Unterboden



Klimaregulation: Abbaubedingungen am Beispiel Unterboden



Pro Einheit C-Eintrag lässt sich im Unterboden deutlich mehr Kohlenstoff speichern



Lösungsansätze zur Förderung der Klimaregulierungsfunktion

Klimaregulierung
CO₂

Bewirtschaftung
(Melioration)

Bodeneigenschaften

Organische Substanz:
Eigenschaften

- Menge
- Zusammensetzung

Bodenprozesse

Organische Substanz:
Umsatz

- Eintrag, Austrag
- Stabilisierung

Ökosystem Boden

Humuswirtschaft in
Landwirtschaftsböden
verbessern
→ Bodenqualität

Abbau
organischer Böden
stoppen

Zusätzliche
Kohlenstoffspeicher
schaffen?



Schlussfolgerungen

- ❖ Böden haben eine individuelle Bandbreite an Funktionen. Nicht jeder Boden kann alles gleich gut.
- ❖ Fruchtbare Landwirtschaftsböden haben ein breites Spektrum an Funktionalität, das sich bei angepasster Bewirtschaftung weitgehend nutzen sowie dauerhaft und risikoarm erhalten lässt.
- ❖ Die Maximierung der Produktion erfordert insbesondere bei weniger fruchtbaren Böden einen höheren Bewirtschaftungsaufwand, verursacht grössere Risiken und führt zur Einschränkung der anderen Bodenfunktionen.
- ❖ Mit der Optimierung aller Funktionen eines Bodens bleibt sein Leistungspotential erhalten; dies sichert langfristig auch die Bodenqualität und minimiert ökologische Risiken.
- ❖ Landwirtschaftliche Böden sind oft THG-Quellen, können aber als C-Senken substantielle Beiträge zur Klimaregulierung leisten. Die mit neuen Techniken einhergehenden Änderungen der Bodeneigenschaften und -prozesse erfordern eine umfassende Untersuchung und Bewertung.



Agroscope

Peter.Weisskopf@agroscope.admin.ch

Jens.Leifeld@agroscope.admin.ch