



30 Jahre Bodendauerbeobachtung in Niedersachsen

Vorsorgender Bodenschutz durch Langzeitmonitoring

Hannover, 1./2. Dezember 2021

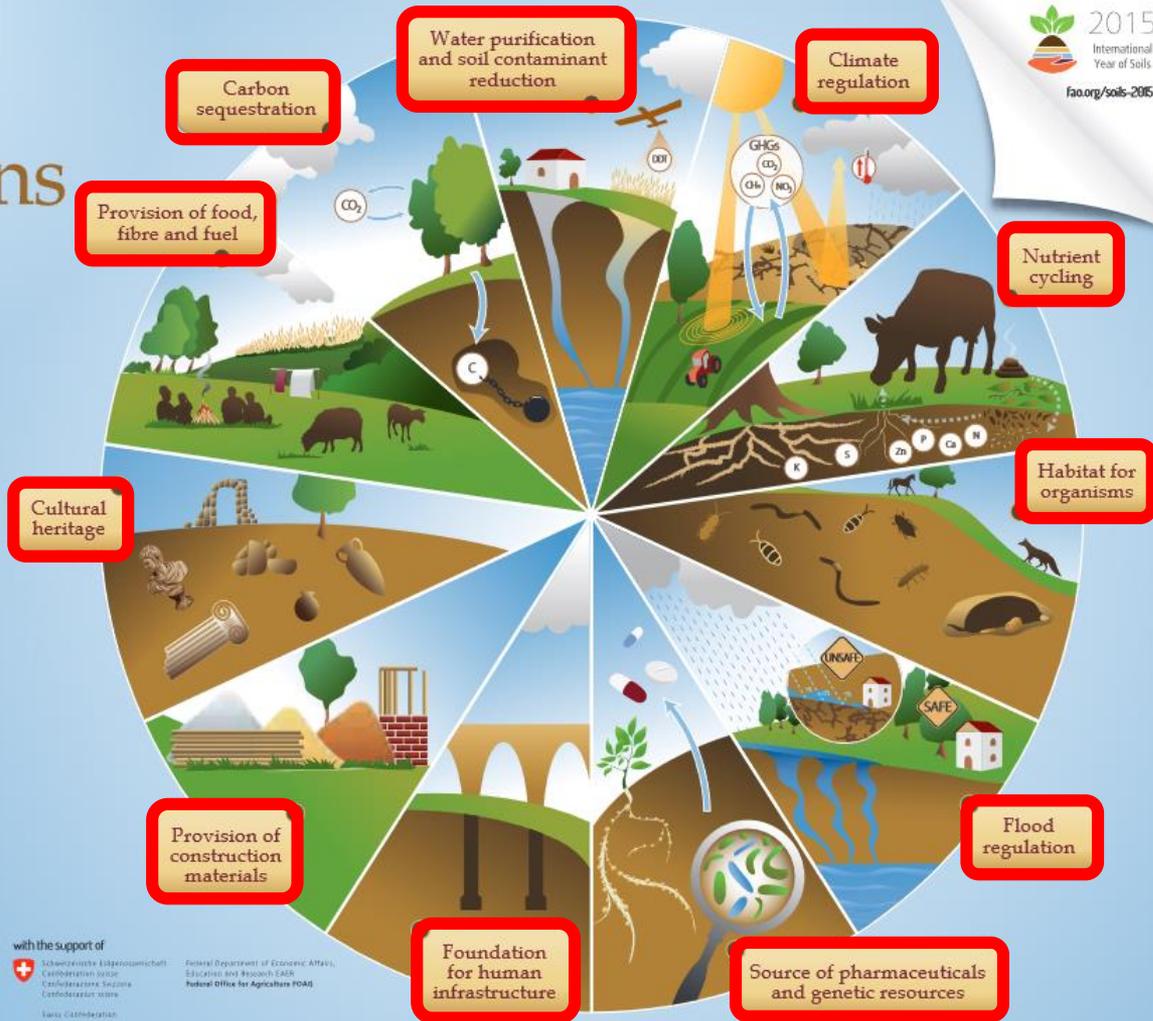
Aktuelle Themen des Bodenschutzes (Schutz und Management der Bodenfunktionen und -leistungen)

Georg Guggenberger

Leibniz Universität Hannover
Institut für Bodenkunde
guggenberger@ifbk.uni-hannover.de

Soil functions

Soils deliver ecosystem services that enable life on Earth



2015
International
Year of Soils
fao.org/soils-2015

1102
1004
Leibniz
Universität
Hannover

 Food and Agriculture
Organization of the
United Nations

with the support of
 Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra
Sveits Forbundsstat
Federal Department of Economic Affairs,
Education and Research EAFD
Federal Office for Agriculture FOAG

**Wir müssen die
Bodenfunktionen
schützen!**

5. Bodenschutzbericht der Bundesregierung

- Schwerpunkt: Boden und Klima
- Schwerpunkt: Organische Fluorverbindungen (und Kunststoffe)

EU Soil Strategy for 2030 (Soils as key solution for our big challenges)

- Soil for climate change mitigation and adaption
- Soil and the circular economy
- Soil biodiversity for human, animal and plant health
- Soil for healthy water resources



Bodenschutzthemen im Fokus den Medien

Landwirtschaft

Bodenschutz durch Verzicht auf Pflügen

Ackerboden zu bestellen, ohne ihn umzupflügen, bringt viele Vorteile. Weltweit stellen sich immer mehr Landwirte auf diese Methode der sogenannten Direktsaat um. Auch bei uns gewinnt sie langsam Zuspruch.

Von David R. Huggins und John P. Reganold

18. Mai 2009, 16:10 Uhr / Aktualisiert am 19. Mai 2009, 16:32 Uhr / Quelle: ZEIT ONLINE, Spektrum der Wissenschaft /



SPIEGEL ONLINE

Altlasten

Tausende Grundstücke der Bahn sind verseucht

Die Bahn AG verfügt über zahlreiche Grundstücke in ganz Deutschland, viele davon in begehrten Lagen. Doch jetzt stellt sich heraus: Tausende dieser Betriebsflächen sind mit giftigen Substanzen belastet. Bis die Kontamination überall beseitigt ist, werden Jahrzehnte vergehen.

Von Conny Neumann
22.01.2014, 16:48 Uhr

Böden weltweit in Gefahr

Mit Füßen getreten

Wissenschaftler sind alarmiert: Wir kümmern uns zu wenig um die Böden der Welt. Dabei ist die Bodengesundheit zentral, wenn Ende des Jahrhunderts bis zu 13 Milliarden Menschen satt werden sollen.

Böden als Kohlenstoffsенke

Klimaschutz von unten

Böden können gigantische Mengen Kohlenstoff speichern. Wissenschaftler wollen das nutzen, um CO₂-Emissionen wieder aus der Atmosphäre zu holen.

Von Ralph Diermann
09.02.2021, 19:51 Uhr

Welternährungstag

"Das ist wie eine Zeitbombe"

Die Welt unterschätzt ein gewaltiges Problem: Die Bevölkerung steigt, aber wir verlieren enorme Mengen an Boden. Höchste Zeit zu handeln, sagt Ex-Minister Klaus Töpfer.

Von Alexandra Endres

16. Oktober 2012, 17:40 Uhr Pflanzenkohle

Kohle, die das Klima schützt

Verbrannte Pflanzen werden zu Kohle werden zu Dünger – und der Kohlenstoff bleibt so dauerhaft im Boden und macht ihn sogar fruchtbarer. Die Klimaidee

Von Stefan Schmitt • 23. April 2021



Bodenversiegelung / Leben und Sterben unter dem Asphalt

Wird der Lebensraum von Bienen, Eisbären oder Nashörnern vernichtet, ist die Empörung groß. Doch die Grundlage für die Vielfalt über Tage ist jene im Untergrund. Täglich werden unzählige Bodenlebewesen unter Asphalt, Beton und Pflastersteinen begraben. Welche Folgen das hat, ist nur wenigen klar.

Von Andrea Hoferichter | 11.07.2021



Viele Arten auf der Roten Liste

Der Regenwurm - nützlich, aber gefährdet

Der Regenwurm ist für die Qualität unserer Böden unverzichtbar. Doch eine aktuelle Zählung zeigt: Viele Wurmarten sind im Bestand gefährdet. Bei einigen anderen Bodenlebewesen sieht es kaum besser aus.

Von Jörg Römer
13.04.2019, 16:51 Uhr

Zitationen im ISI Web of Knowledge (01.01.2019 – 29.11.2021)

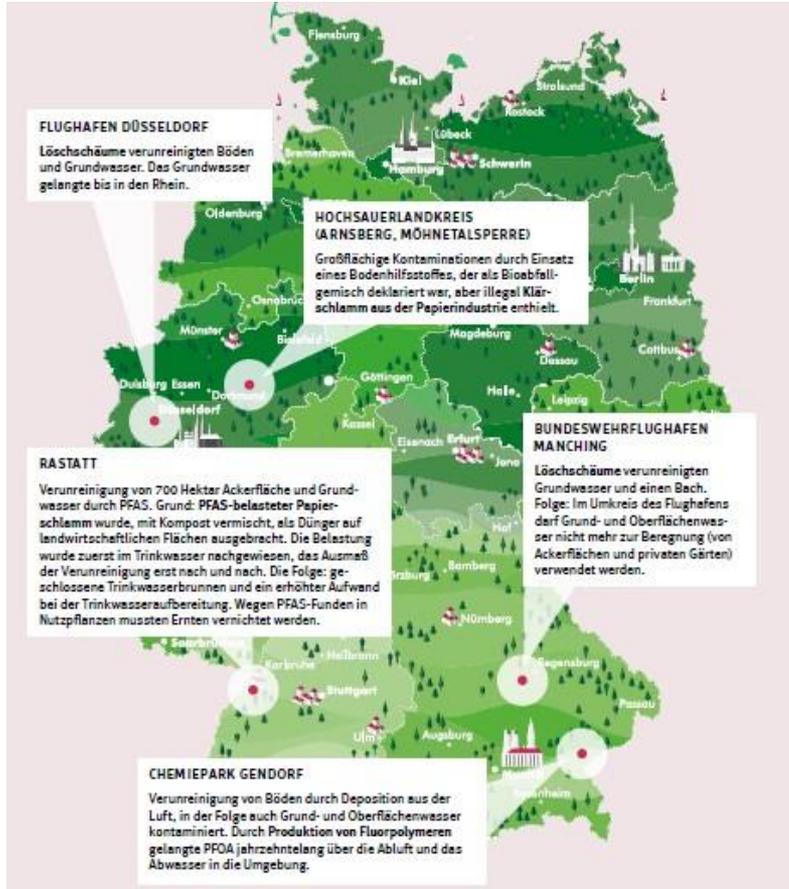
- Soil protection AND cultural heritage: 29
- Soil protection AND nutrient supply / nutrient contents: 292
- Soil protection AND water pollution: 336
- **Soil protection AND biodiversity: 389**
- Soil protection AND food: 426
- **Soil protection AND erosion / compaction: 719**
- **Soil protection AND pollutants / contaminants / pollution: 804**
- **Soil protection AND climate / carbon sequestration: 983**

Schadstoffe

11
102
1004

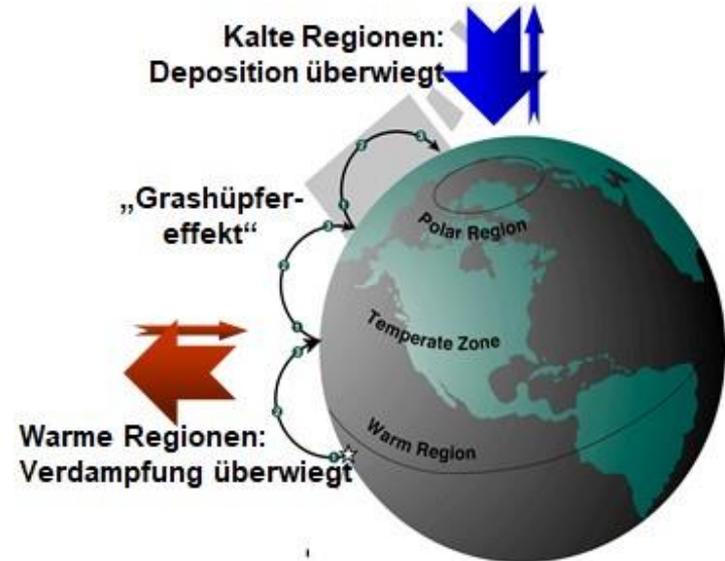
Leibniz
Universität
Hannover

Perfluorierte und polyfluorierte org. Verbindungen (PFAS)



Das Magazin des Umweltbundesamtes 1/2020

- Gelangen über vielfältige Pfade in die Umwelt
- Bioakkumulativ
- Hochgradig persistent
- Nur Hochtemperatursanierung
- **Lokale Kontamination**
- **Globale Verbreitung (Globale Destillation)**



Sorptionsprozesse von PFAS an Böden

- PFAS können anionisch, kationisch, amphiphil (hydrophil und lipophil) sein
- Bedingt viele unterschiedliche Bindungstypen

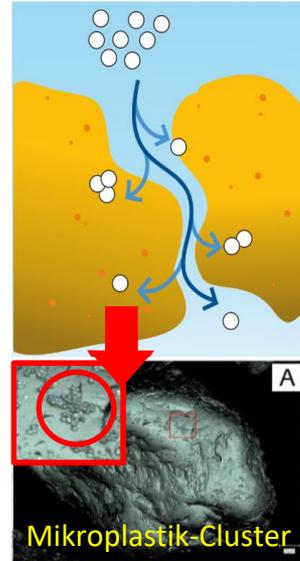
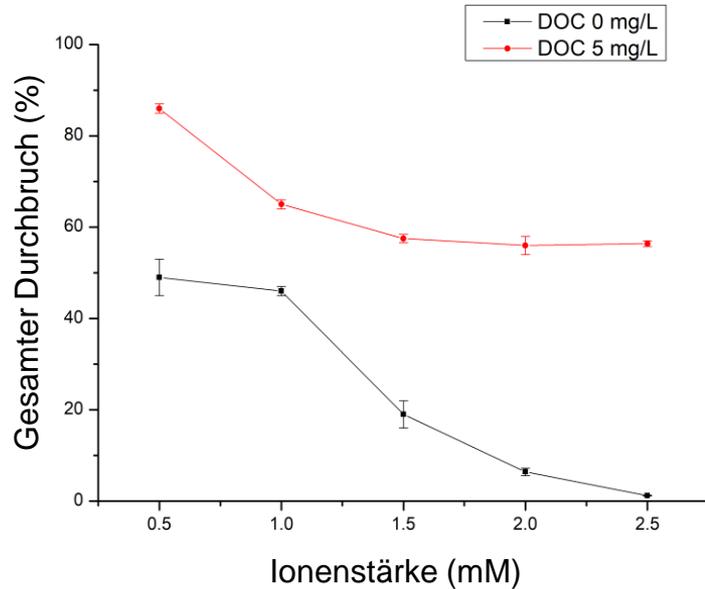


Mei et al. (2021)

➤ Einige Bindungstypen hängen vom Bodenmilieu (pH) ab und sind nicht stabil

Mobilität von Mikroplastik

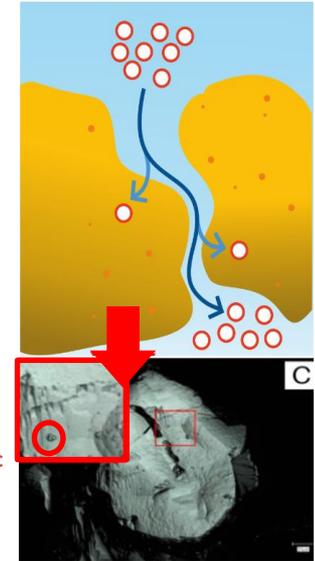
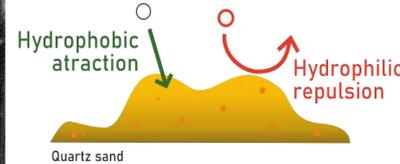
(Polystyrol-Mikrosphären in künstlichen Bodensäulen)



Microplastics mobility without OM

Microplastics mobility with OM

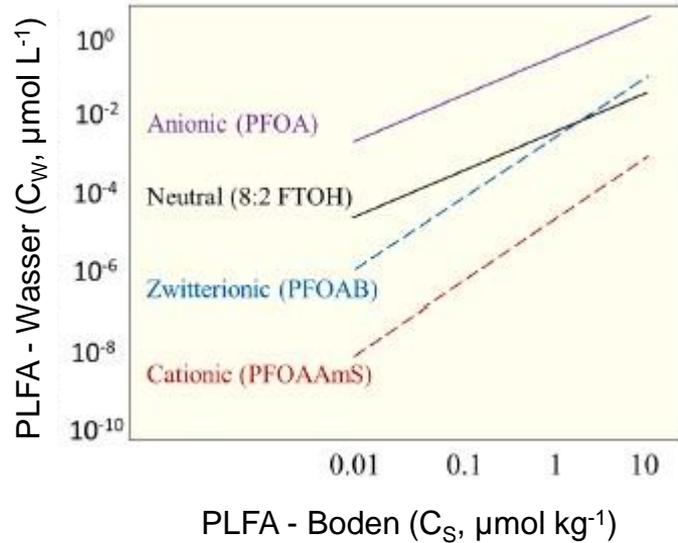
- Uncoated latex microspheres
- OM-coated latex microspheres
- Transport flow
- Sorption sites



- Polysterolmobilität kann mit XDLVO-Ansatz beschrieben werden
- Bereits geringe Konzentrationen an DOM können Mobilität erhöhen

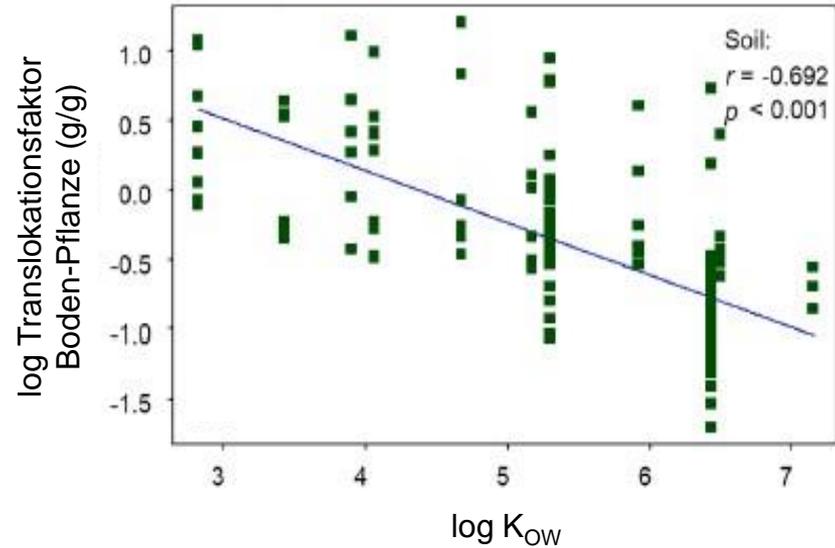
Mobilität und Pflanzenaufnahme von PFAS

Idealisierte Sorptionsisotherme



- Anionische PFAS sorbieren am schwächsten und stellen höchstes Umweltrisiko dar

Bezug Wasserlöslichkeit-Pflanzenaufnahme



- Gut wasserlösliche PFAS werden auch stärker von Pflanzen aufgenommen

Physikalische Bodendegradation



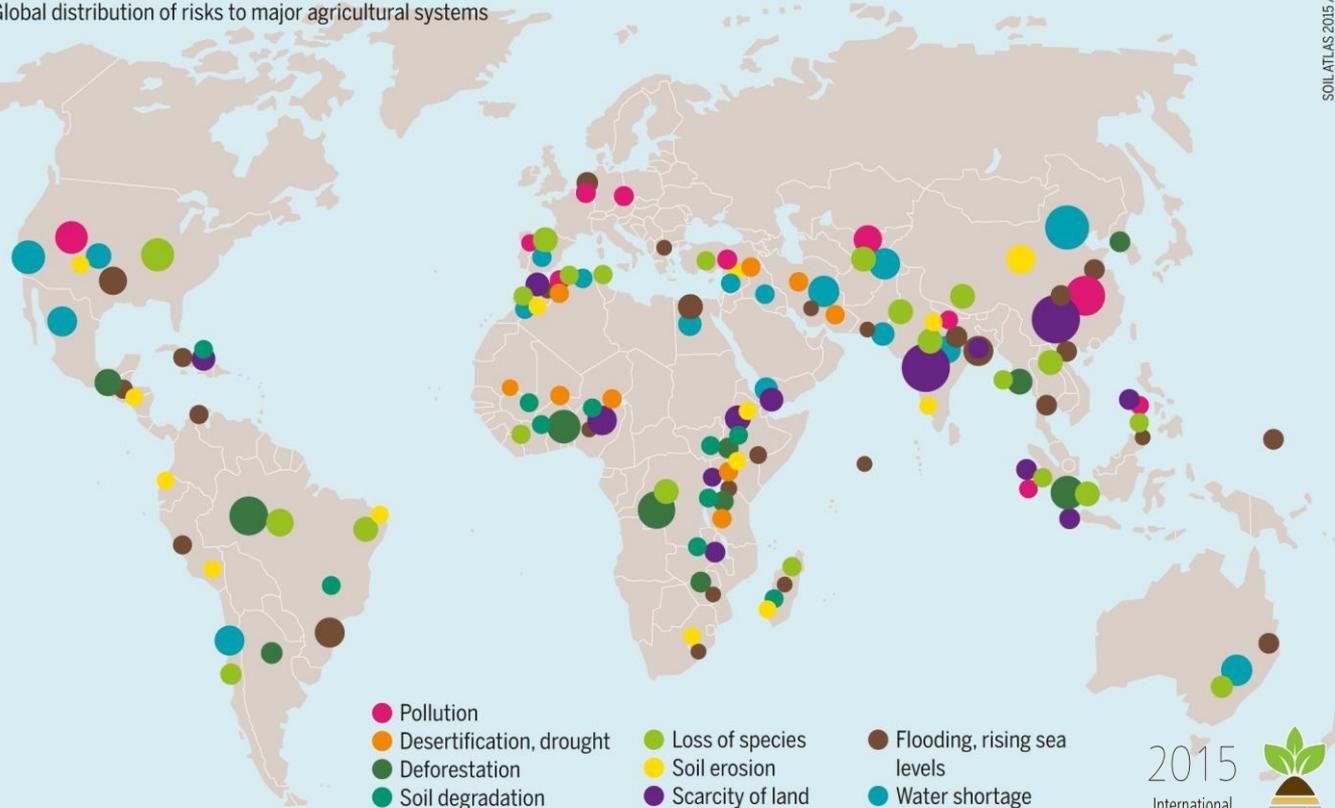
Trockenschäden durch
Erosion der Lössdecke:
verringerte nFK

Gefährdung von Bodenfunktionen in landw. Systemen

ON A SLIPPERY SLOPE

Global distribution of risks to major agricultural systems

SOIL ATLAS 2015 / FAO



2015
International
Year of Soils



In Europa physikalische Bodenschäden durch:

- Bodenverdichtung (35% der Fläche)
- Winderosion (42 Mio ha)
- Wassererosion (105 Mio ha)

Bodenerosion

Bodenerosion in Kasachstan (2018)



Bodenerosion USA (1930er)



Potentielle Erosionsgefährdung der Ackerböden durch Wasser in Deutschland

Herausgegeben von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe



Potentielle Erosionsgefährdung von Ackerflächen durch Wasser [$t/(ha \cdot a)$]



Potentielle Erosionsgefährdung der Ackerböden durch Wind in Deutschland

Herausgegeben von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe



Potentielle Erosionsgefährdung der Ackerböden durch Wind



Potenzielle Bodenerosion durch Wasser und Wind (BGR)

In Deutschland:

Bodenerosion:
Schnitt: 8-10 t ha⁻¹
Oft: > 20 t ha⁻¹

Bodenbildung:
2 t ha⁻¹ (Graßl, 1997)

Bodenerosion

Bodenerosion in Kasachstan (2018)



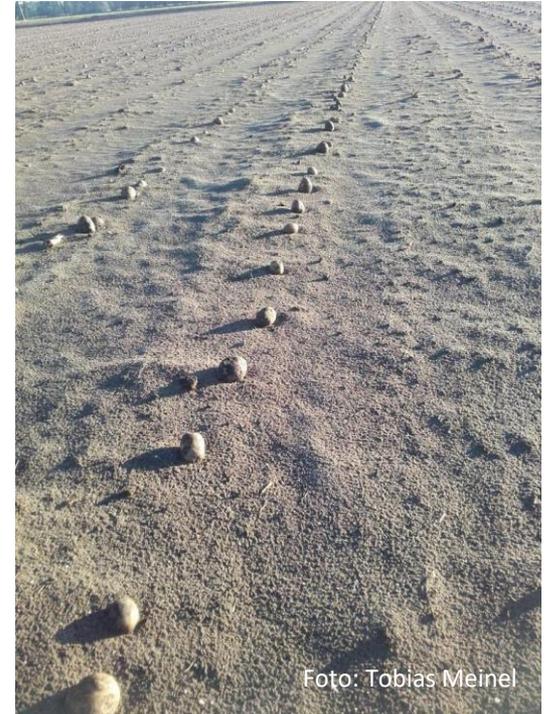
Foto: Gerd Schmidt

Bodenerosion

Bodenerosion in Kasachstan (2018)



Bodenerosion in Niedersachsen (2019)



Bodenerosion

Bodenerosion in Kasachstan (2018)

Bodenerosion

- Klima bedingt
- Bewirtschaftung bedingt



Foto: Gerd Schmidt

Bodenerosion in Niedersachsen (2019)

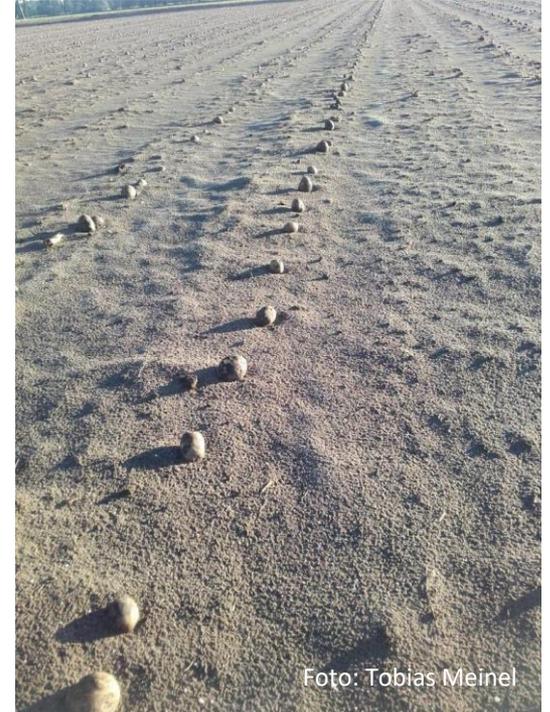
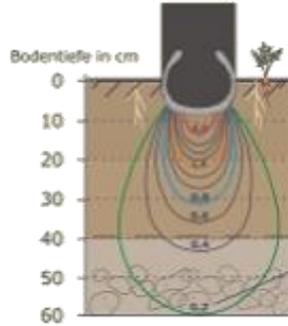


Foto: Tobias Meinel

Bodenverdichtung (R. Horn)



Änderung der
physikalischen
Bodenfunktionen



Zerstörung der
Bodenstruktur

Auswirkungen auf
physikalische
Kenngrößen



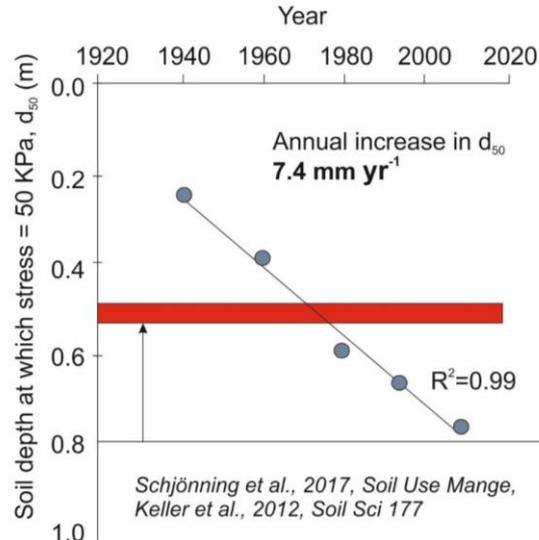
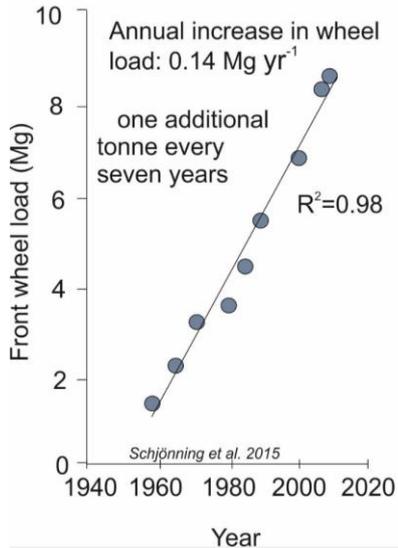
- Infiltration
- Belüftung
- Wasserhaltekraft

- Wurzelwachstum
- Wasser- und Nährstoffaufnahme
- Mikrobielle Aktivität

- Erosion / Hangrutschung
- Nährstoffverluste
- Wasserverunreinigung

- Ertragsunsicherheit
- Windwurfgefährdung

Entwicklung der Maschinen und Bodenstress (R. Horn

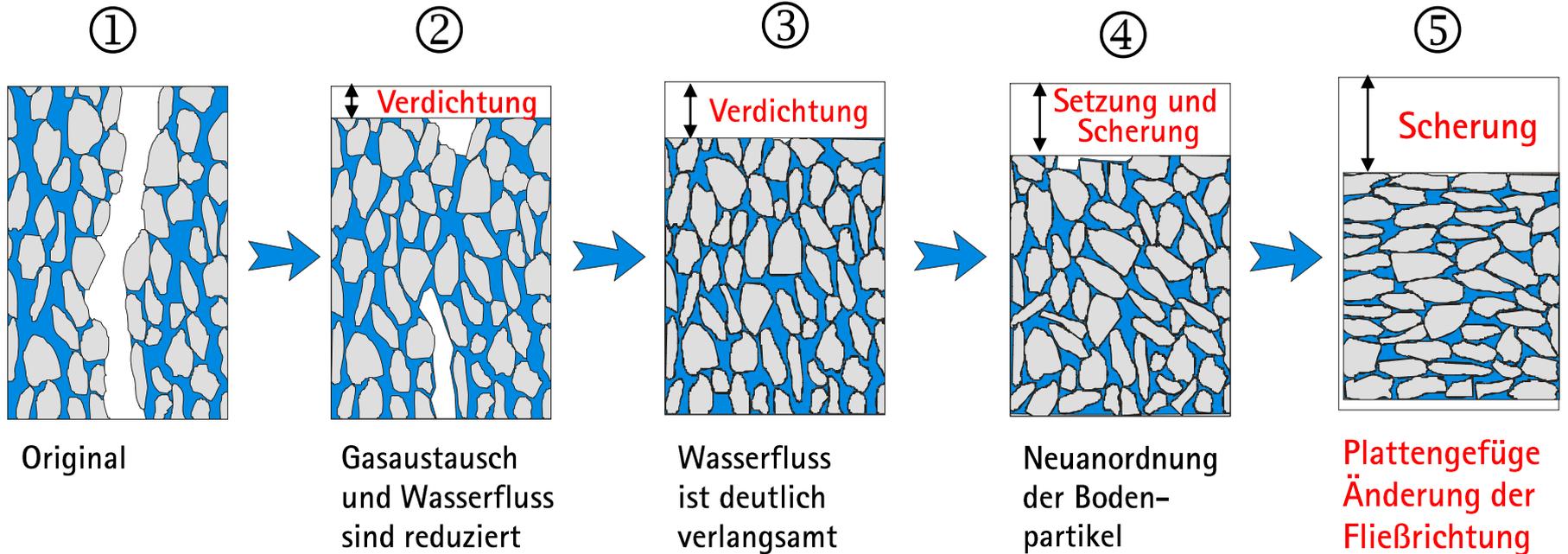


Der Kontaktflächendruck ist nahezu gleich, aber leider nicht die Tiefe der Druckfortpflanzung

➤ Böden werden immer tiefer verdichtet

Folgen der Bodenverdichtung (R. Horn)

Einfluss von Verdichtung und Scherung auf Porenfunktionen

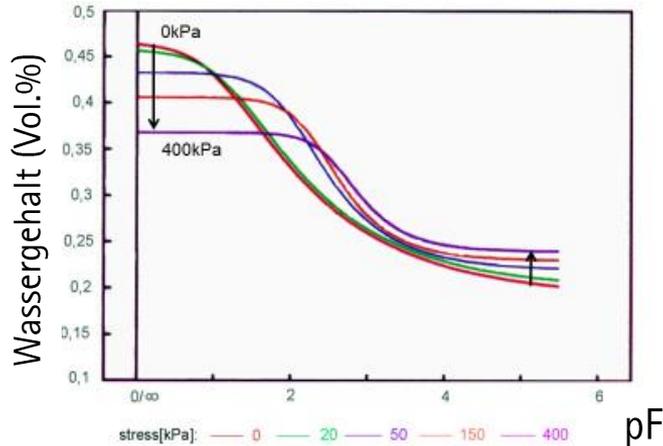


- Verstärkt Oberflächenabfluss
- Vermindert natürliche Filter- und Pufferfunktion von Böden

Folgen der Bodenverdichtung (R. Horn

Porengrößenverteilung

pF/Wassergehalts-Beziehung



Wurzelwachstum

Konventionell

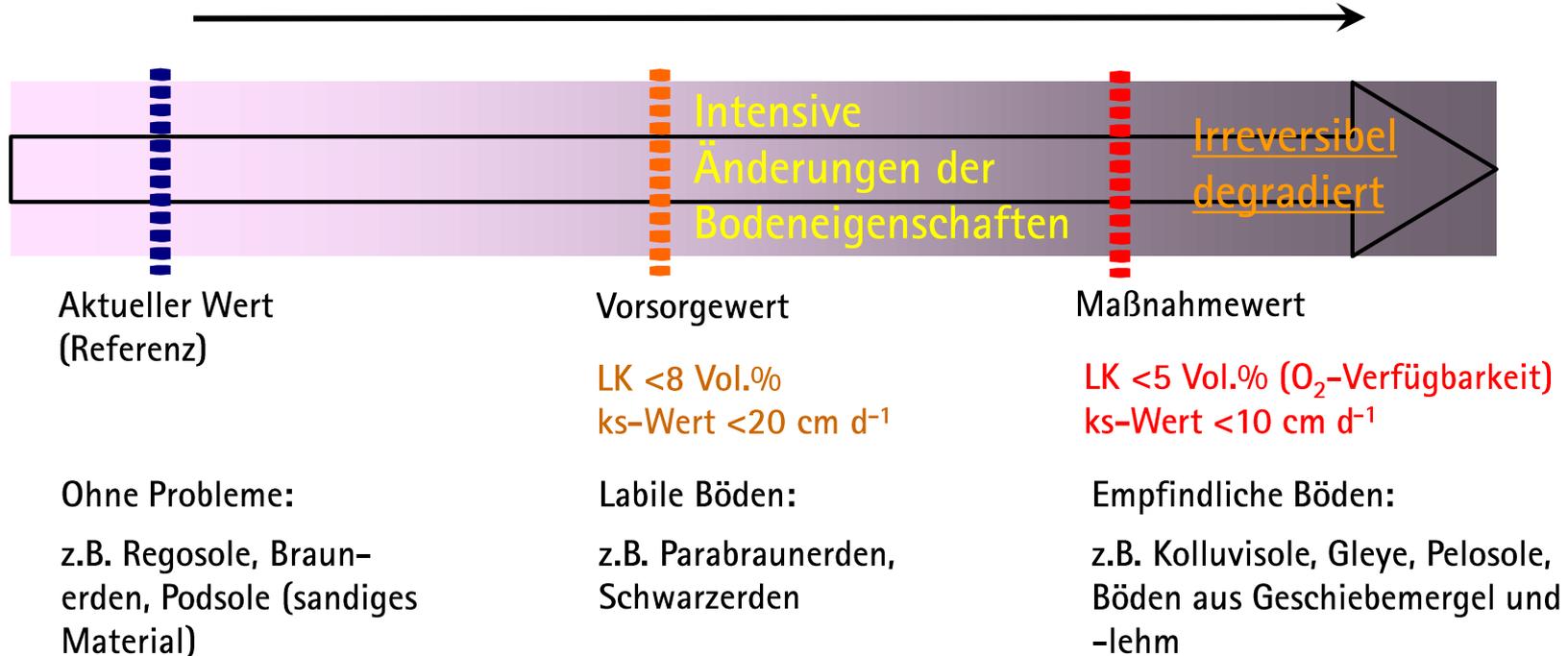
Konservierend



- Fördert anaerobe Prozesse (Wurzelfäule, N_2O -Ausgasung)
- Mindert Erträge

Möglichkeiten von Empfehlungen (R. Horn)

Modifiziert entsprechend dem Bundesbodenschutzgesetz (1998)



- Erstellung von standortspezifischen Bodenkartern
- Nicht der Boden muss sich den Maschinen anpassen, sondern diese an ihn (Innovationspotenzial!)

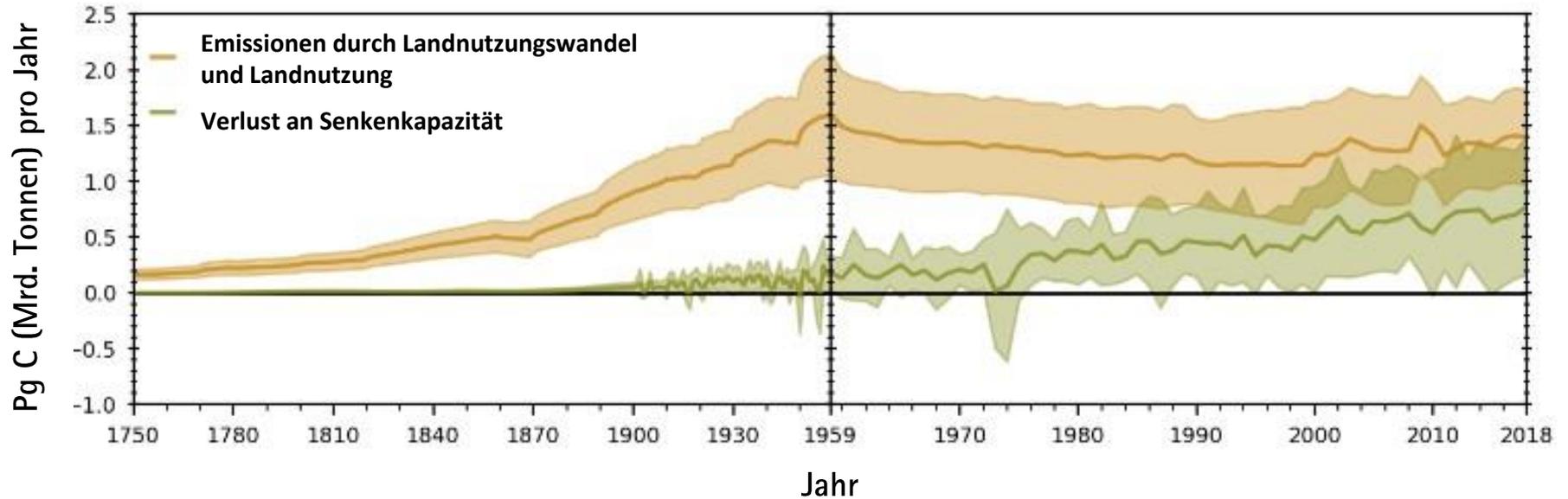
Boden, Klima und Biodiversität



Foto: Dorothee Kley

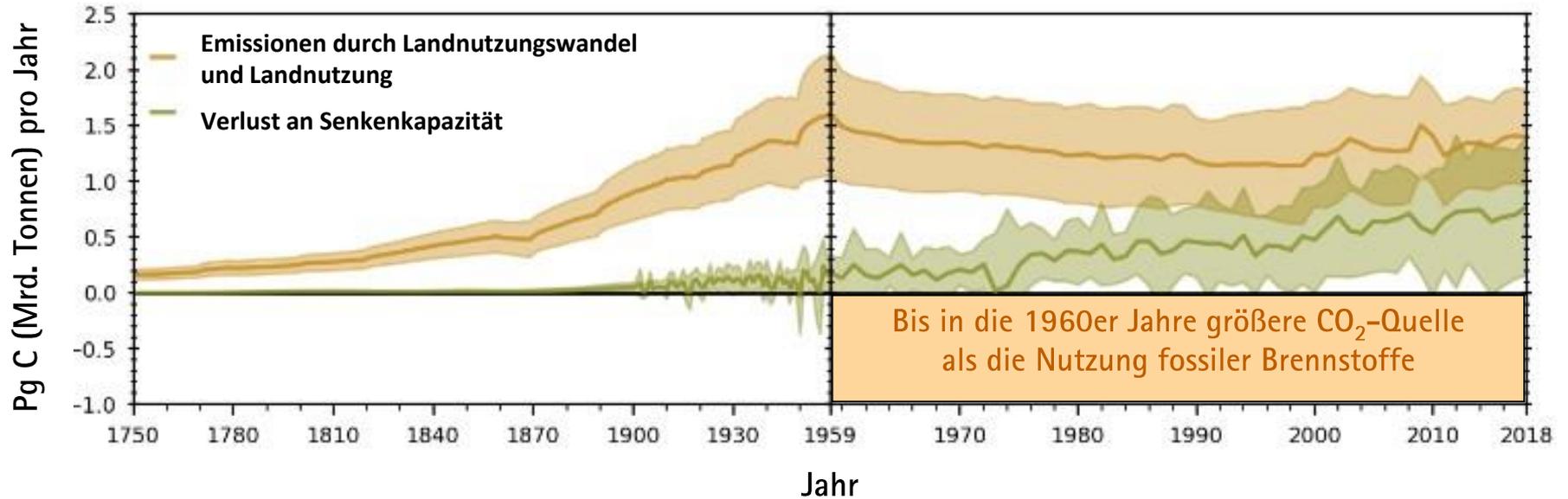
Landnutzung als Treiber des Klimawandels

Jährliche CO₂-Freisetzung durch Landnutzung



Landnutzung als Treiber des Klimawandels

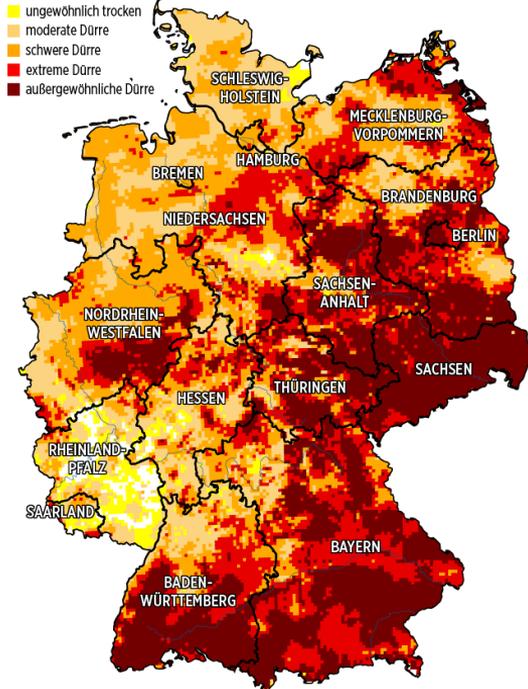
Jährliche CO₂-Freisetzung durch Landnutzung



Landwirtschaft als Opfer des Klimawandels

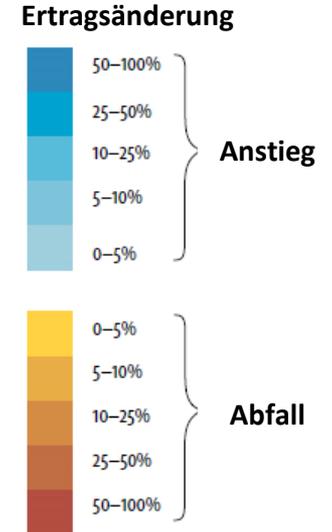
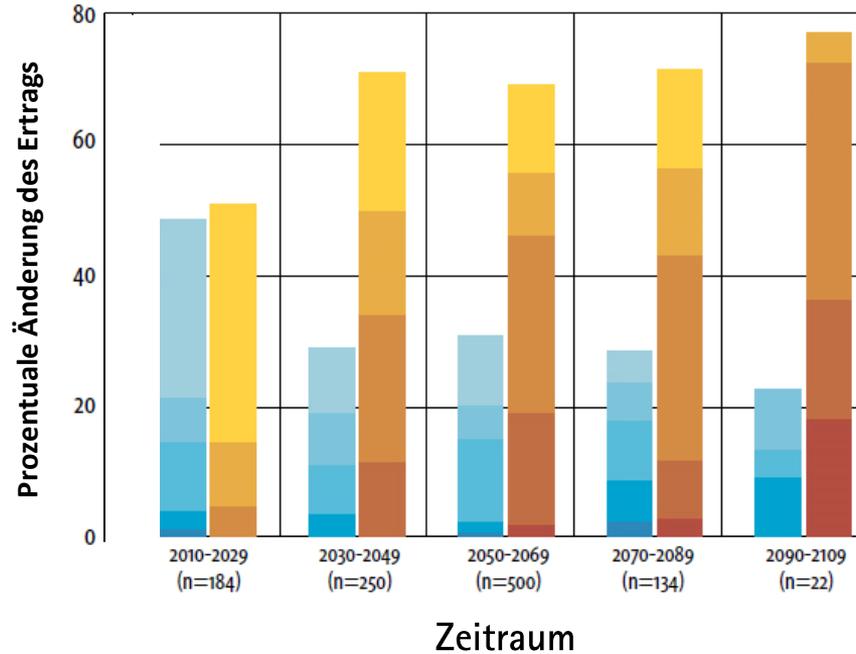
Dürre in Deutschland

Entwicklung der Bodenfeuchtigkeit bis 1,8 m Tiefe



info.BILD.de | Quelle: Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) | Stand: 2.5.2020

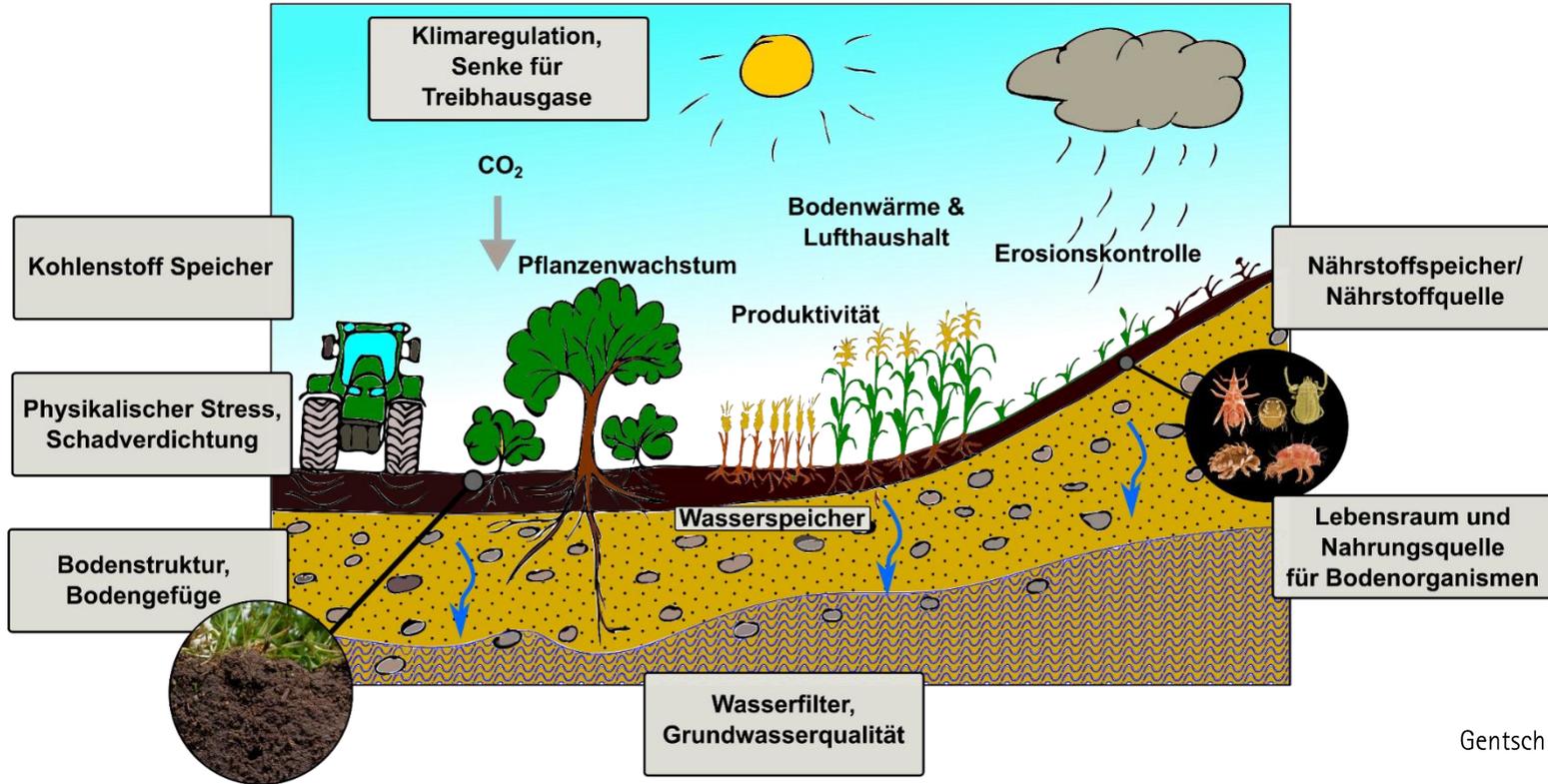
Klimabedingte Ertragsänderungen weltweit



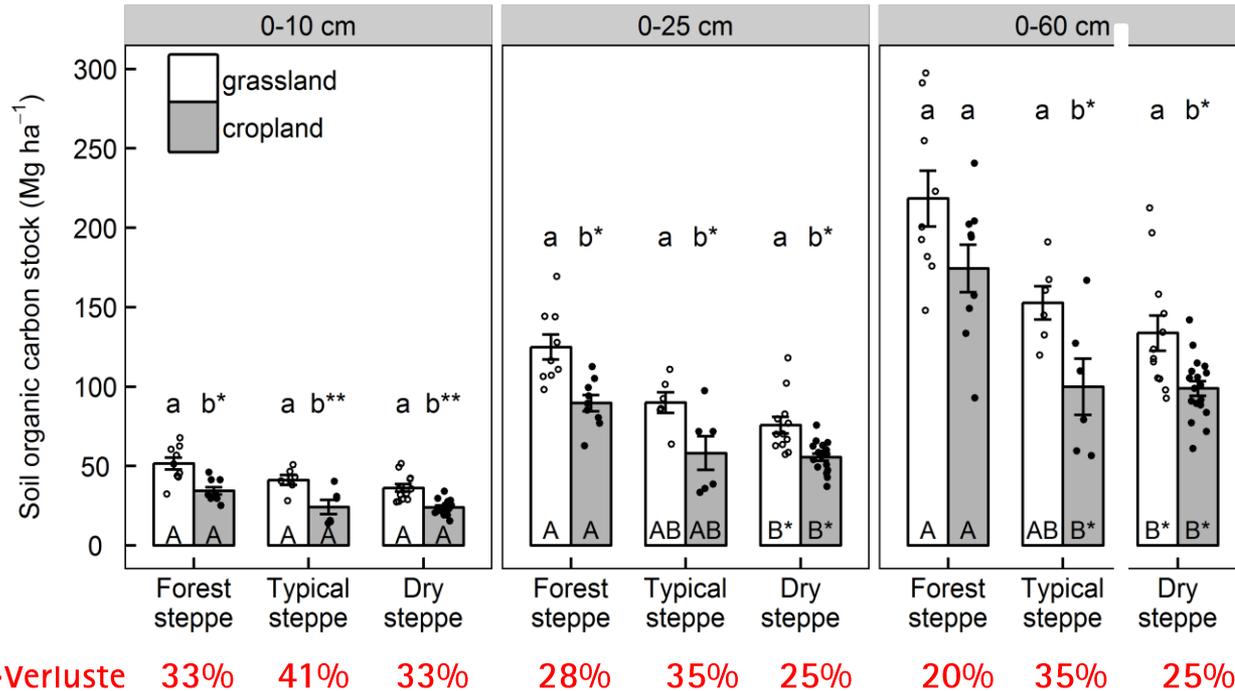
➤ Landwirtschaft muss resilienter werden

Porter et al. (2014)

Organische Bodensubstanz fördert Bodenfunktionen (gemeinsam mit Biodiversität und gutem Bodenmanagement)



Kohlenstoffverluste in Steppenböden durch Ackerbau (entlang eines nord-süd Gradienten in Südwest-Sibirien)



Organischer Kohlenstoff

- Im trockenen Klima *per se* geringerer C-Vorrat
- Cirka 30% Verluste
- Relative Verluste unabhängig vom Klima

➤ Schafft Chancen für Kohlenstoffspeicherung

Innovatives Bodenmanagement in Kasachstan ('on Farm')

(bei ca. 300 mm mittlerem Jahresniederschlag)

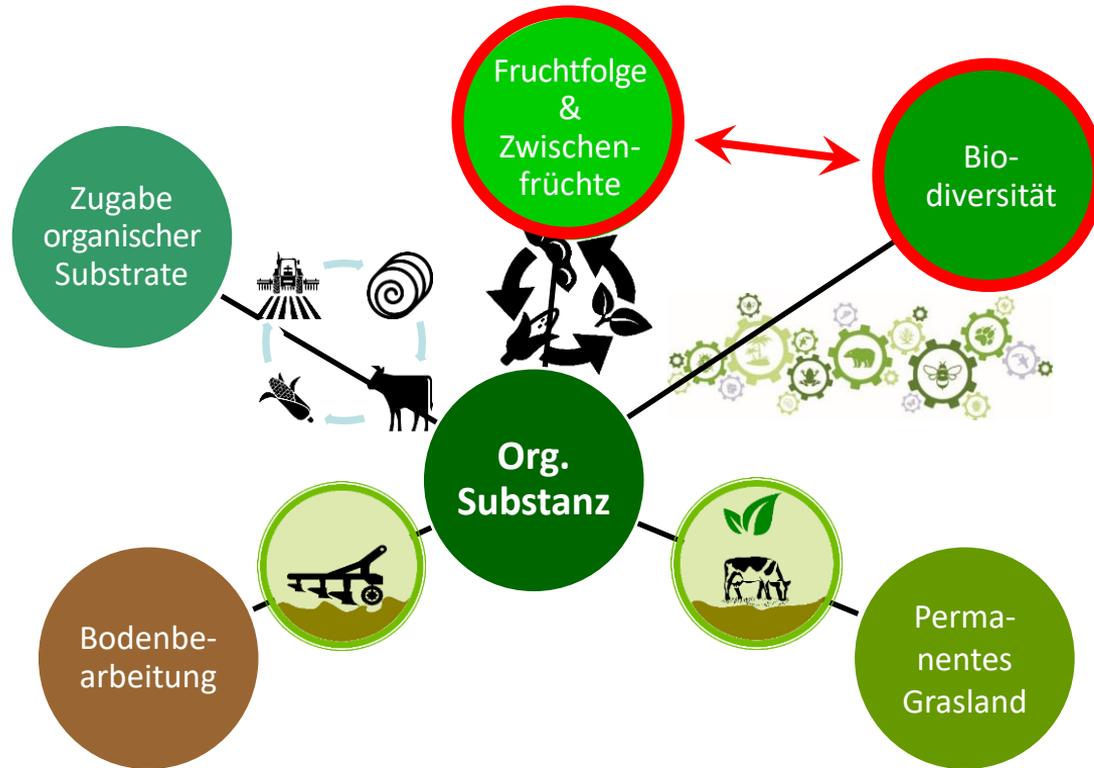


Zusammenhang:

- Pfluglose Bodenbearbeitung
- Angepasste (Flüssig)-Düngung
- Höhere Wasserverfügbarkeit
- Höhere Biomasseproduktion
- Höherer Eintrag an organischer Substanz in den Boden
- Höhere Aggregatstabilität und geringere Erosion
- Kohlenstoffsequestration im Boden
- Bessere Bodenqualität / mik. Aktivität
- Erosionsschutz
- Höherer und stabilerer Ertrag
- Entlastet andere Flächen

Regeneration der Federgrassteppe
auf stark degradierten Böden

Management-Optionen zur besseren Kohlenstoffspeicherung in Böden



Zwischenfruchtanbau als ein Beispiel für ein integratives Konzept zur Verbesserung der Bodenfunktionen¹⁾

Schwarzbrache



Photos: Gentsch

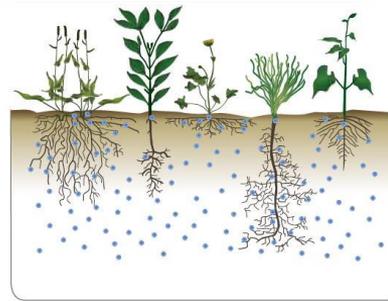
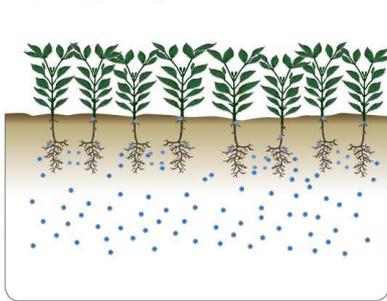
Monokultur



Diverse Mischung



Keine Wurzeln,
kein Eintrag
organischer
Substanz



Source: DSV, adapted from Don et. al., 2008 Max Planck Institut, Jena



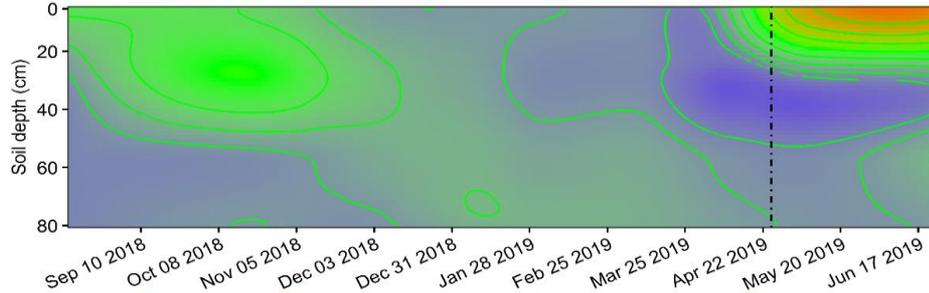
4 verschiedene Monokulturen
Mix4: 4 Spezies
(25% Leguminosen)
TerraLife: 12 Spezies
(DSV) (51% Leguminosen)

¹⁾Daneben: Intercropping, Agroforst, komplexe Fruchtfolgen (z.B. Integration von Leguminosen, Faserpflanzen), etc.

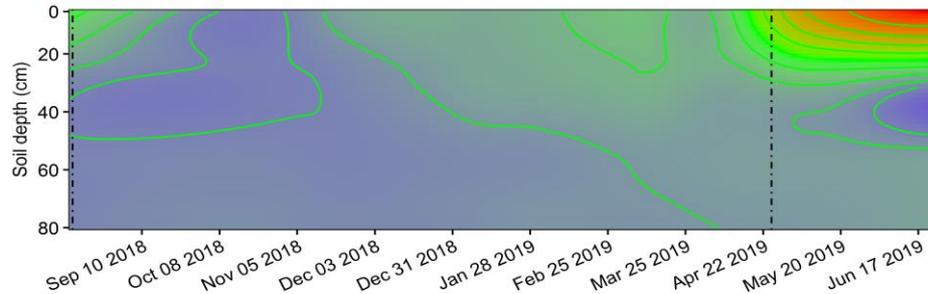
Regulation des mineralischen Stickstoffs durch Zwischenfrüchte



Winterbrache



TerraLife
(12 Pflanzen)



N_{min} (g kg⁻¹)
0 25 50 75

Winterbrache

- Hohe Stickstoffverluste im Winter

TerraLife Zwischenfruchtmischung

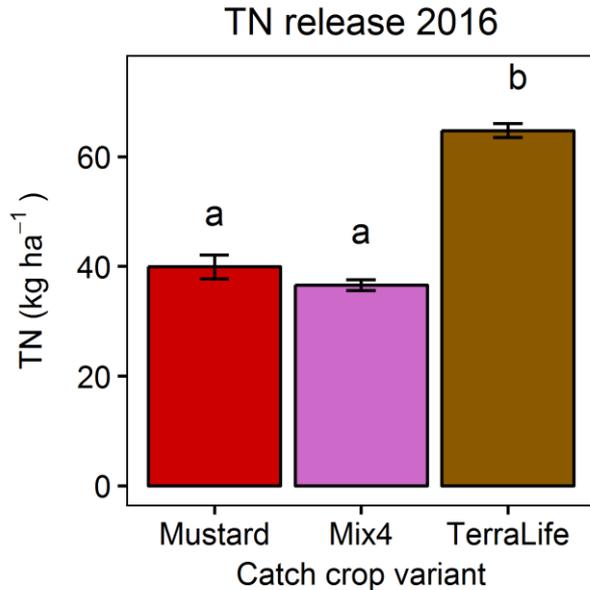
- Geringere Stickstoffverluste im Winter
- Bessere Stickstoffverfügbarkeit im Frühjahr

➤ Zwischenfrüchte regulieren Stickstoffverfügbarkeit

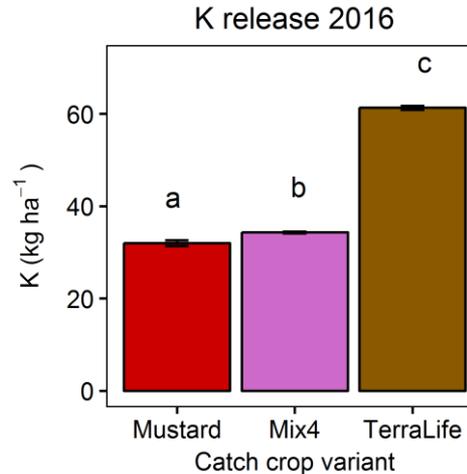
Nährstofffreisetzung aus abgebauten Zwischenfrüchten



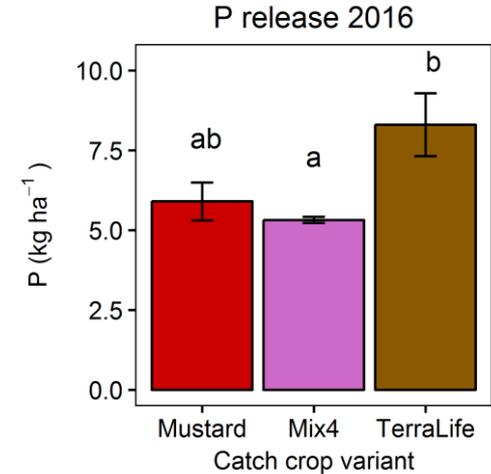
N-, K- und P-Freisetzung im Boden unter Mais



TerraLife: + 20 kg N ha⁻¹

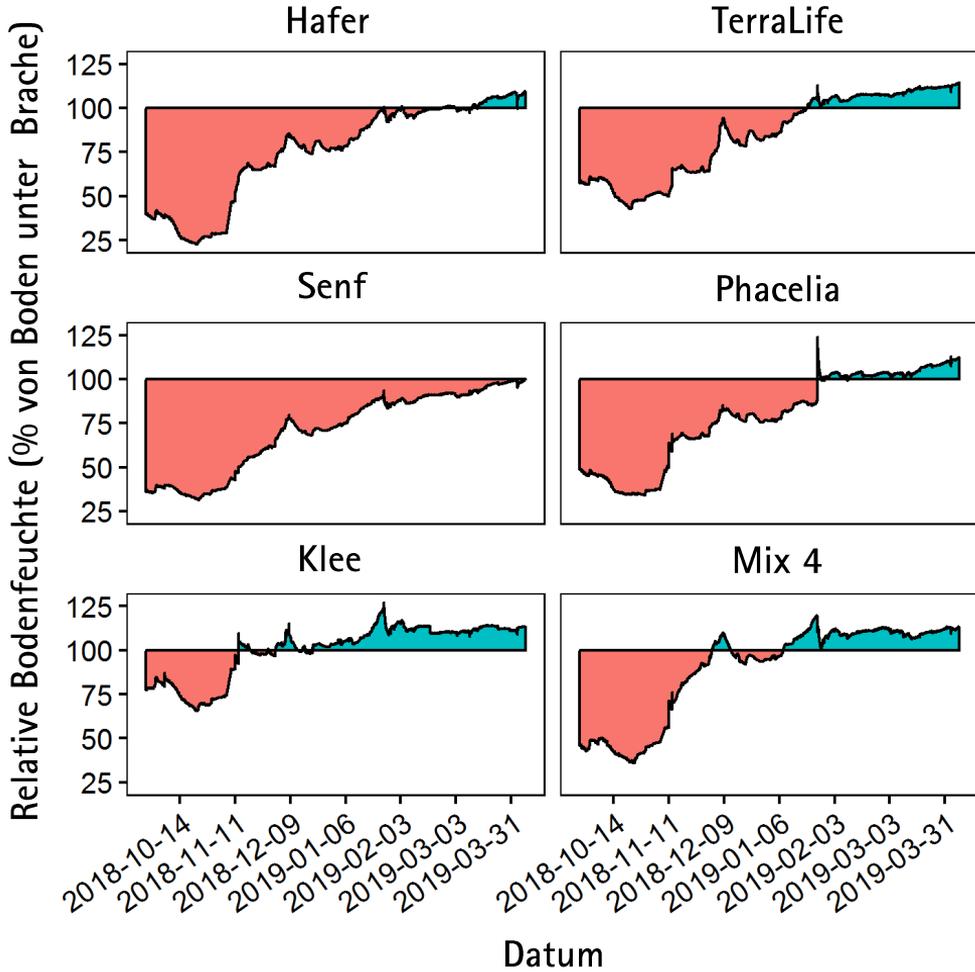


+ 27 kg K ha⁻¹



+ 2.5 kg P ha⁻¹

- Diverse Zwischenfrüchte sind am effektivsten
- Für K und P auch 'Nährstoffmining'



Bodenfeuchte unter Zwischenfrüchten

Wachstumsperiode

- Transpirationsverluste durch Zwischenfrüchte

Nach dem Absterben

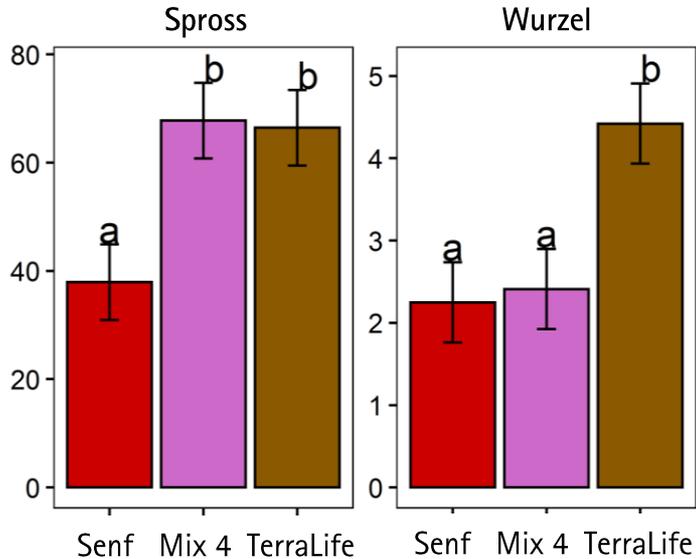
- Evaporationsverluste bei Zwischenfrüchten geringer aufgrund von Mulcheffekt
- **Zwischenfrüchte sparen Wasser für Folgefrucht**

Kohlenstoffaufnahme durch Zwischenfrüchte

(durch ^{13}C -Markierung analysiert)

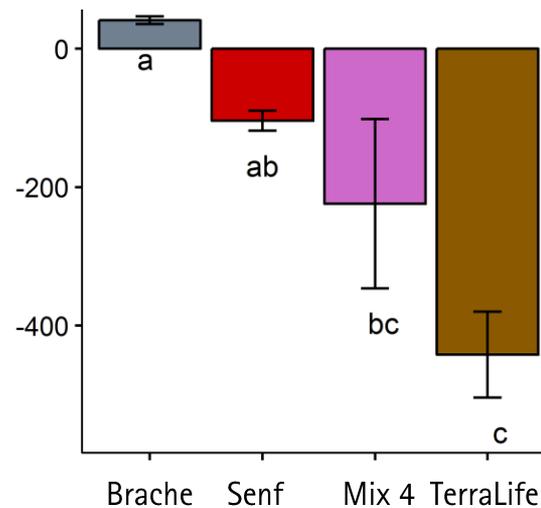


^{13}C -Aufnahme (mg m^{-2})



CO_2 -Flüsse

Netto-Ökosystemaustausch ($\text{mg CO}_2\text{-C m}^{-2} \text{ h}^{-1}$)



- Diverse Zwischenfrüchte generieren signifikante C-Senke
- Kann nach 6 Jahren im Boden gemessen werden

Schlussfolgerungen

11
102
1004

Leibniz
Universität
Hannover

Ähnliche Bodenschutzschwerpunkte bei Politik, Öffentlichkeit, Wissenschaft

Die verschiedenen Bodenfunktionen und –leistungen müssen integrativ betrachtet werden

Die Diversität der Böden muss dabei beachtet werden

Vielen Dank!