

Boden

Materialsammlung von Scientists for Future

Version: 2. Juni 2022 (Review noch ausstehend)

Die Sammlung steht unter der offenen Lizenz CC BY-SA 4.0. Einige Elemente sind abweichend lizenziert (Grafiken, Fotos, Logos, Elemente unter Zitatrecht); eine vollständige Dokumentation ist in den Foliennotizen der unter info-de.scientists4future.org/praesentationen/ verlinkten Originaldateien verfügbar.

Autor*innen der
Scientists for Future



PDF ist nicht immer optimal

Folien mit Animationen (d. h. Grafiken oder Text erscheint Schritt-für-Schritt) werden bereits teilweise in mehrere PDF-Seiten zerlegt (die PDF-Seitenzahl stimmt daher nicht mit der Folienzahl überein).

Falls Videos und besondere Animationen vorhanden waren, können diese jedoch fehlen. Teilweise wird von uns hierzu eine Warnung eingefügt, teilweise ist es unbearbeitet.

Powerpoint- und LibreOffice-Dateien befinden sich unter:
scientists4future.org/infomaterial/presentationen/

Informationen vorab

1. Folien mit blauem Hintergrund (wie diese) dienen Verständnis und Vorbereitung, nicht der Nutzung in Vortrag/Poster/etc.
2. Die Sammlung ist durchgesehen, aber die Qualität entspricht nicht unbedingt einer gereviewten wissenschaftlichen Publikation. Wir ergänzen stetig neue Folien und finden immer wieder selbst Fehler. Prüft daher bitte Inhalt und Form der Materialien vor eigener Verwendung selbst. Wir sind für Hinweise auf Fehler und Verbesserungsmöglichkeiten dankbar!
3. Weitere Informationen (©/Lizenzen, Quellen, Notizbereich, Varianten, Kontakt, teilweise Hinweise auf Schulfächer) finden sich auf weiteren Blaufolien am Ende.

Zudem:

Diese Sammlung ist derzeit noch sehr unvollständig.

Eine weitere Überarbeitung ist geplant.

Hinweise und Beiträge sind sehr willkommen!

Unterkapitel in dieser Sammlung

1. Boden und Klima ...
2. Bodenverluste
3. Zusammenhänge

Eng verwandte Foliensammlungen

1. Klima: S4F-Klima_Hauptdatei ... pptx/pdf/odp und dort verlinkte weitere Klimasammlungen.
2. Biodiversität: S4F-Biodiversität_Hauptdatei ... pptx/pdf/odp und dort verlinkte weitere Biodiversitätssammlungen.
3. Ernährung (Sammlung in Bearbeitung, bereits vorhandenes Spotlight: Ernährung_Klima_(Spotlight_v.Franz_Bauer) ...).

Boden und Klima

**Global ist in Böden mehr
Kohlenstoff enthalten
als in **Biomasse** und
Atmosphäre zusammen.**

Atmosphäre

589 + 275 = **864** Gt C

Vegetation

ca. **450** Gt C

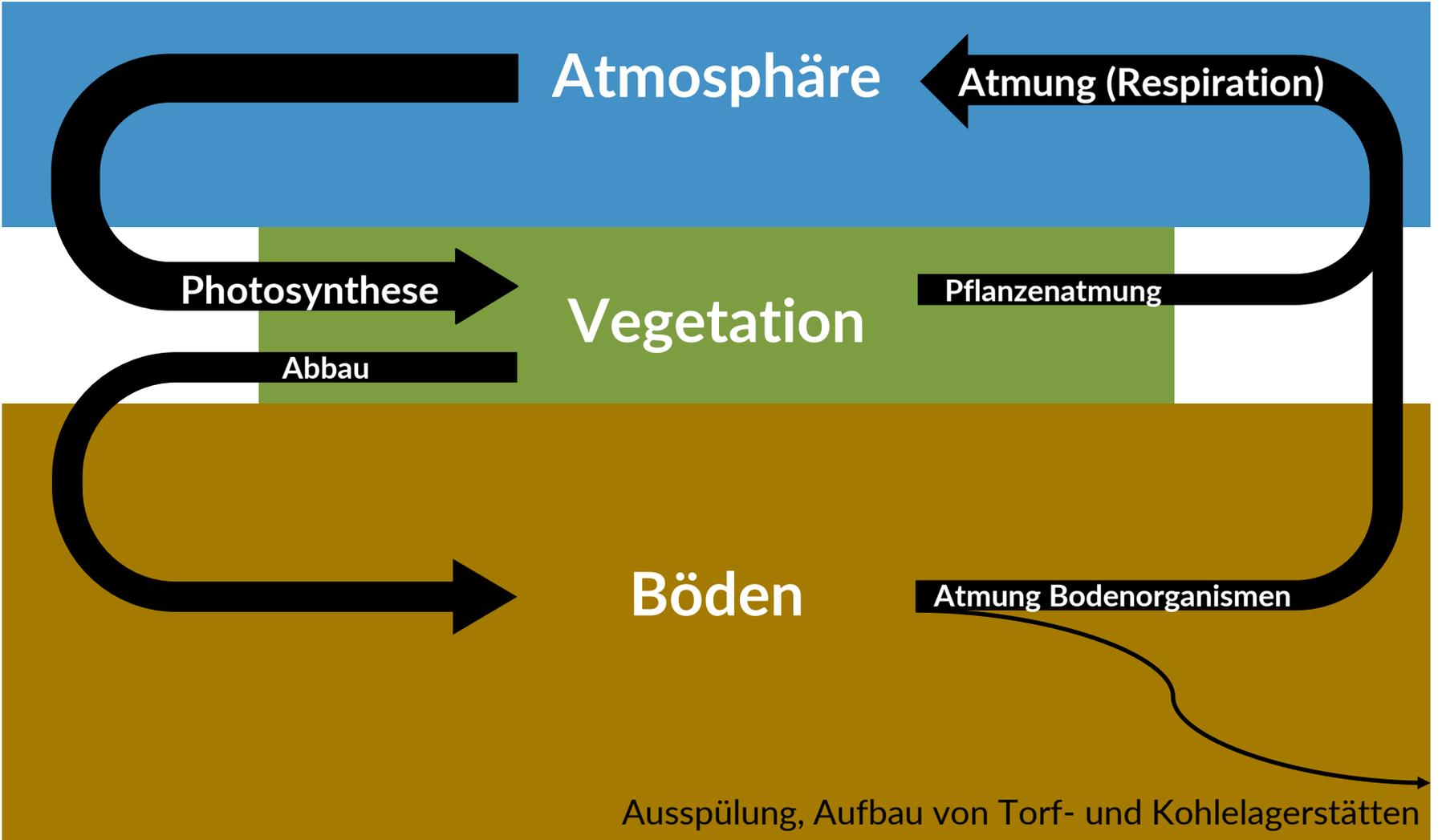
Böden

ca. **1700** Gt C

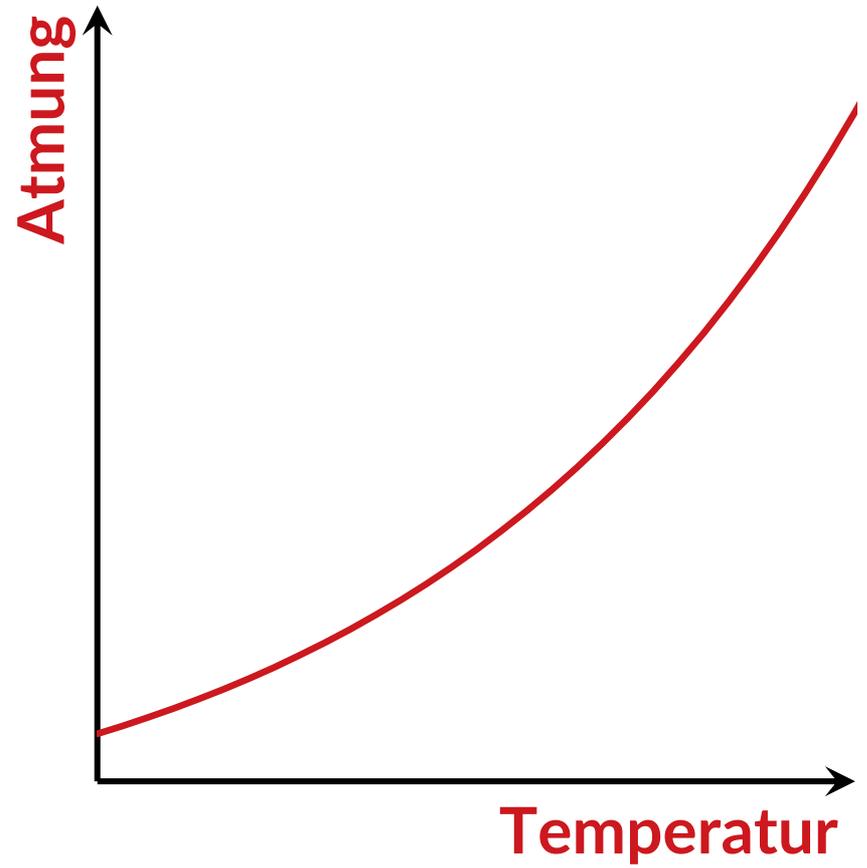
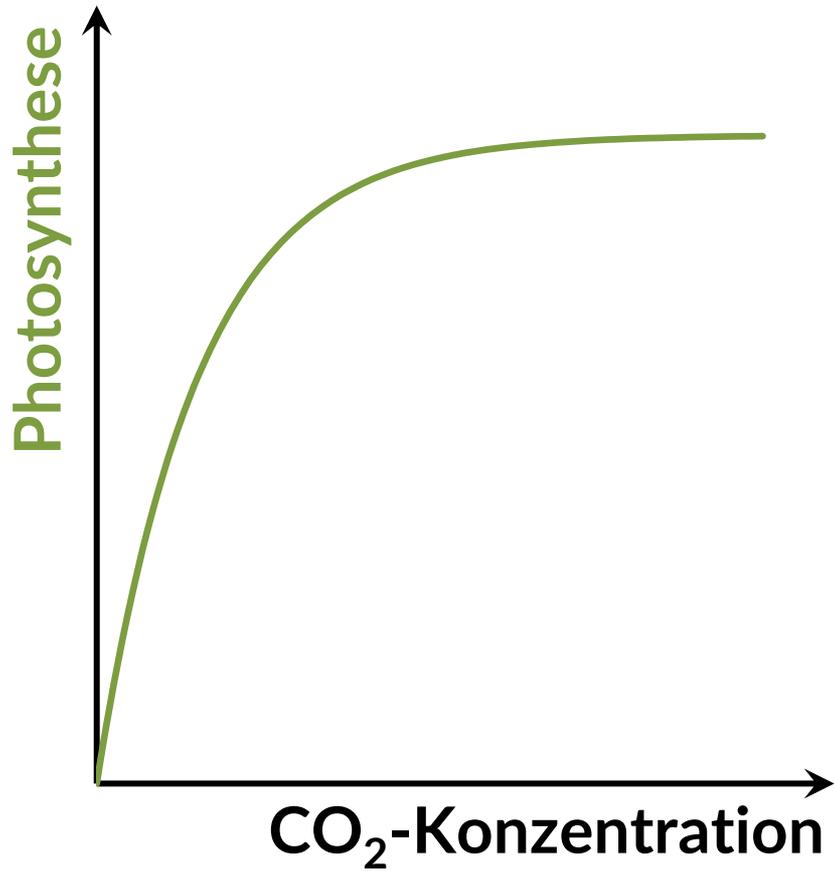
Dabei handelt es sich vor allem um **organischen Kohlenstoff im Humus.**

Er gelangt durch **Photosynthese**
(und anschließende Zersetzung von Biomasse)
in den Boden.

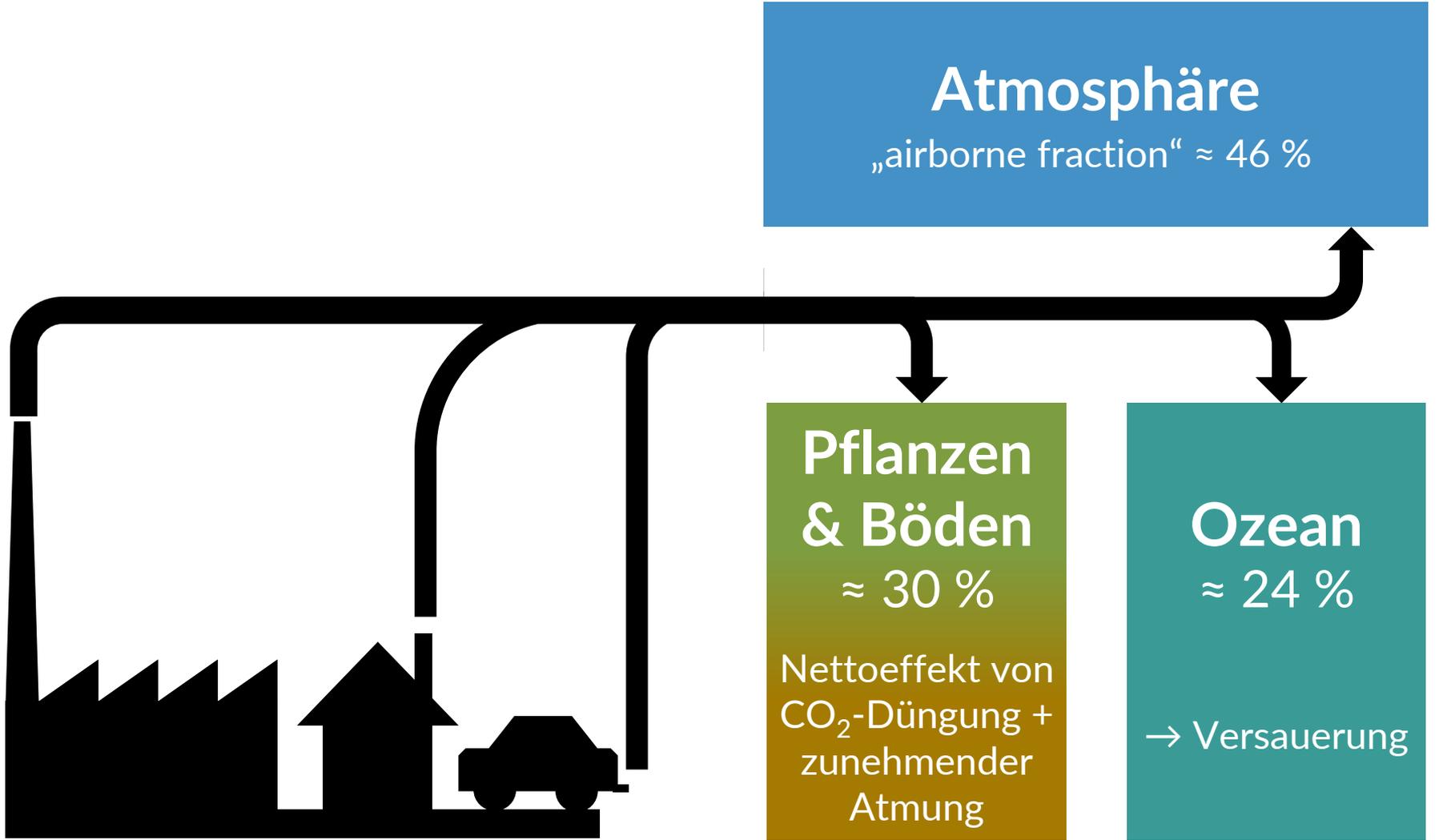
Durch **Atmung** (Respiration) gelangt er wieder zurück in die **Atmosphäre.**



Die zusätzlichen CO₂-Emissionen aus fossilen Lagerstätten beschleunigen sowohl **Photosynthese (CO₂-Düungeeffekt) als auch **Atmung** (temperaturbedingt).**



**Der Nettoeffekt ist derzeit positiv:
Etwa 30 % unserer Emissionen
werden in **Pflanzen** und **Boden**
vorübergehend gespeichert.**



Atmosphäre

„airborne fraction“ $\approx 46\%$

Pflanzen
& Böden
 $\approx 30\%$

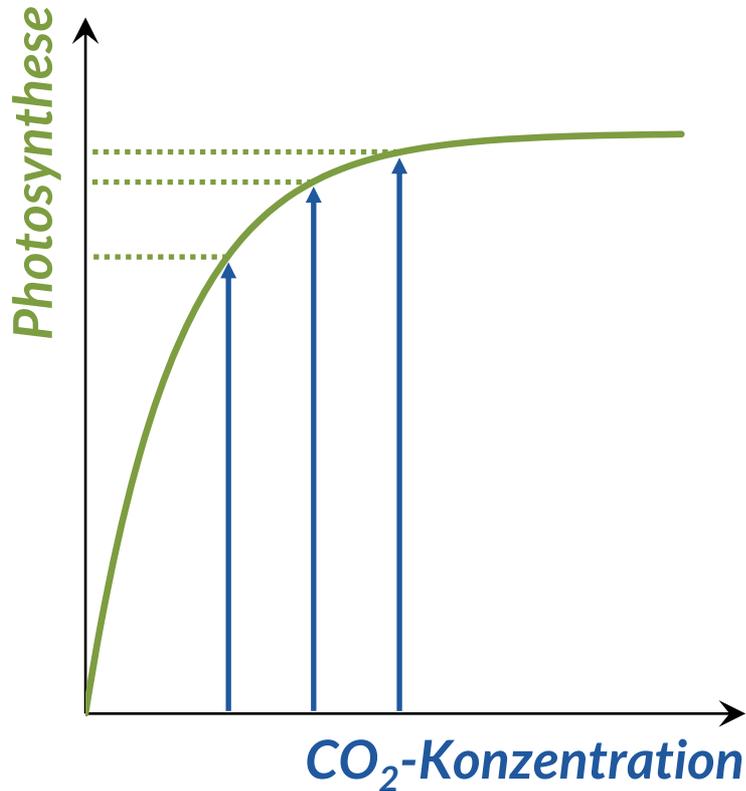
Nettoeffekt von
CO₂-Düngung +
zunehmender
Atmung

Ozean
 $\approx 24\%$

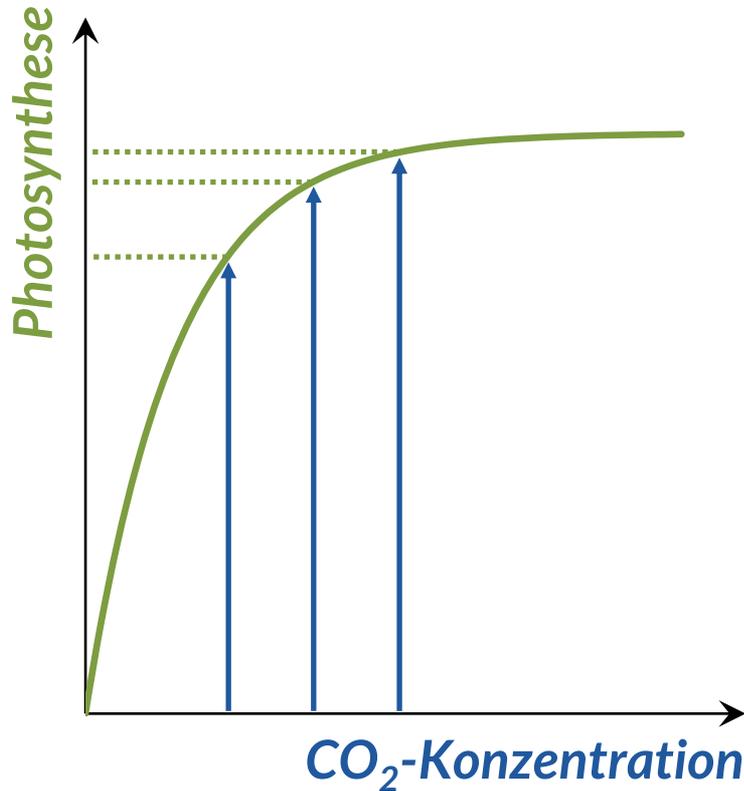
→ Versauerung



Bei weiterem CO₂-Anstieg nimmt der „Düngeeffekt“ nicht mehr so stark zu ...

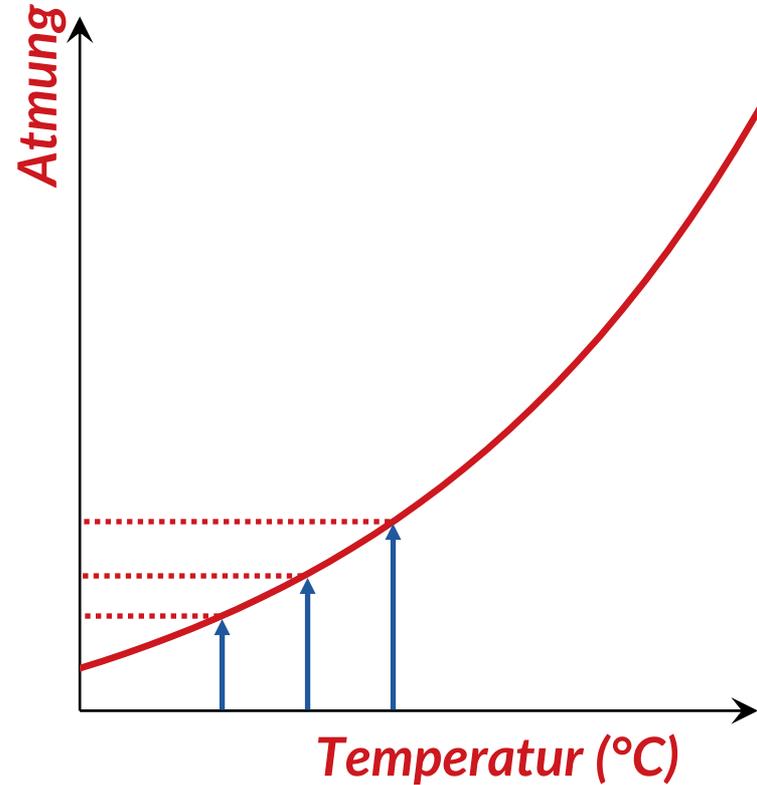
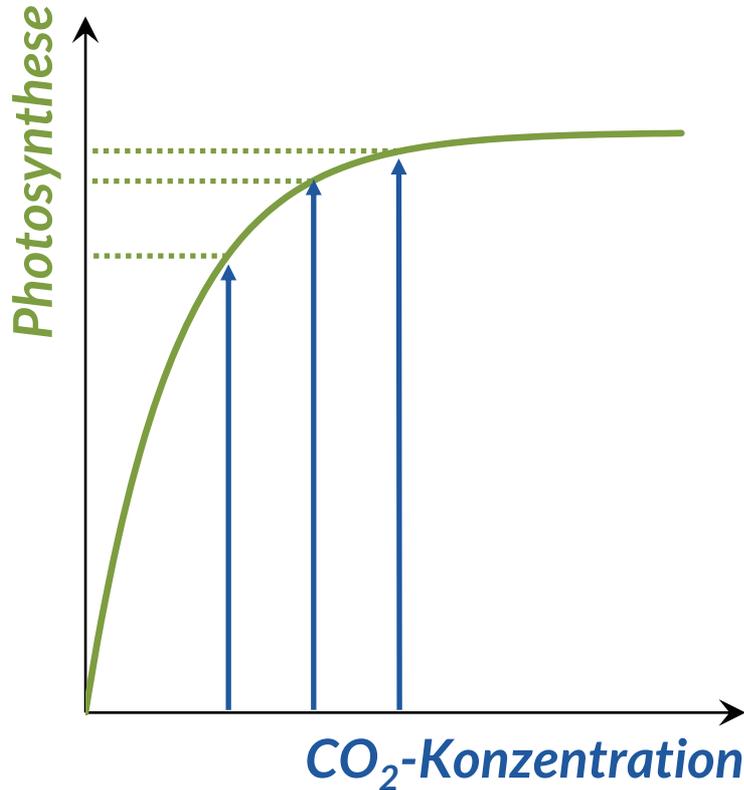


Bei weiterem CO₂-Anstieg nimmt der „Düngeeffekt“ nicht mehr so stark zu ...

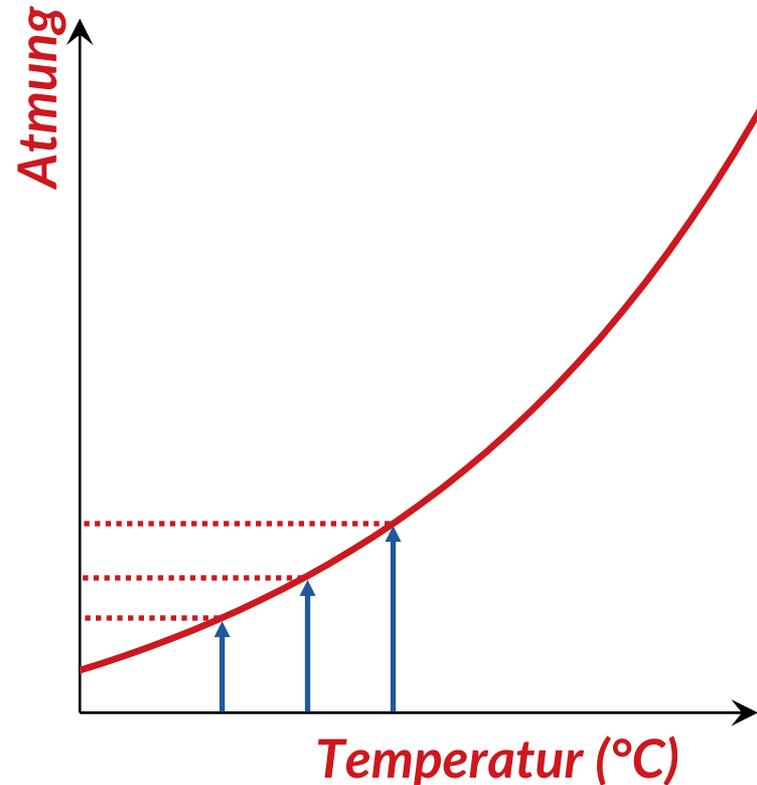
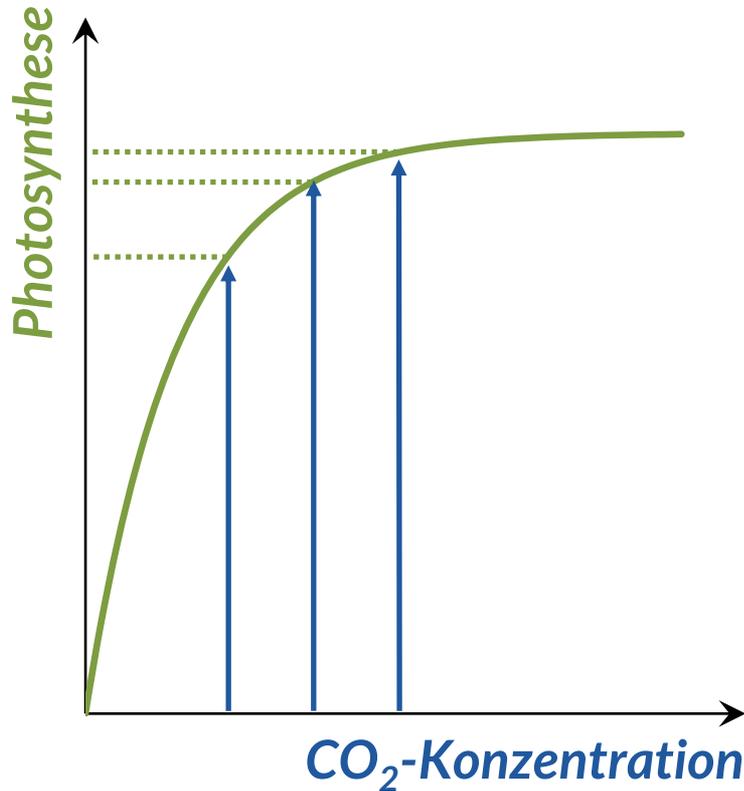


↑↑↑ *Drei beliebige Zeitpunkte mit zwei gleichen CO₂-Anstiegen dazwischen*

...während die Atmung mit der Temperatur exponentiell steigt

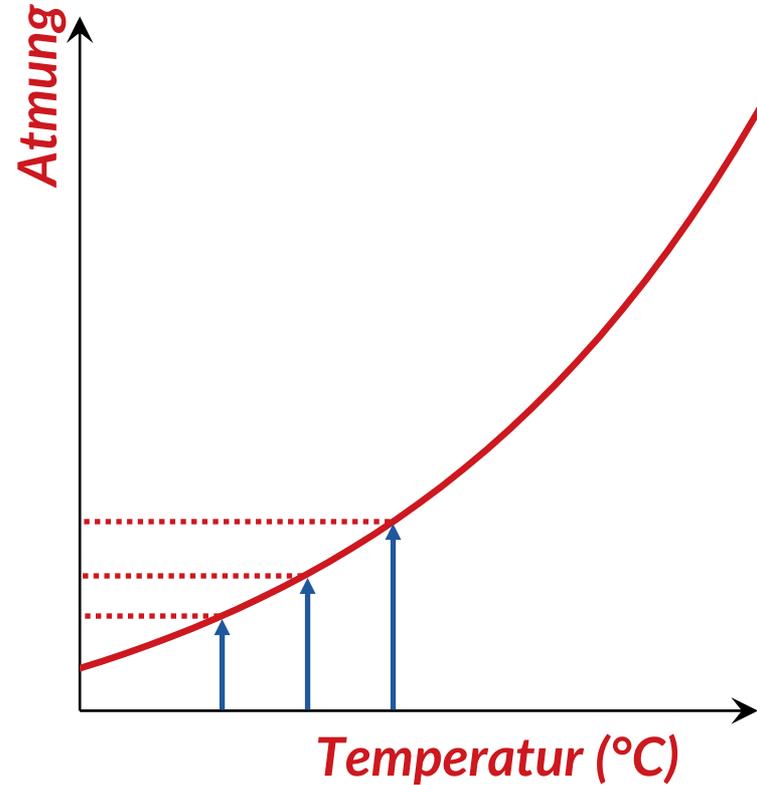
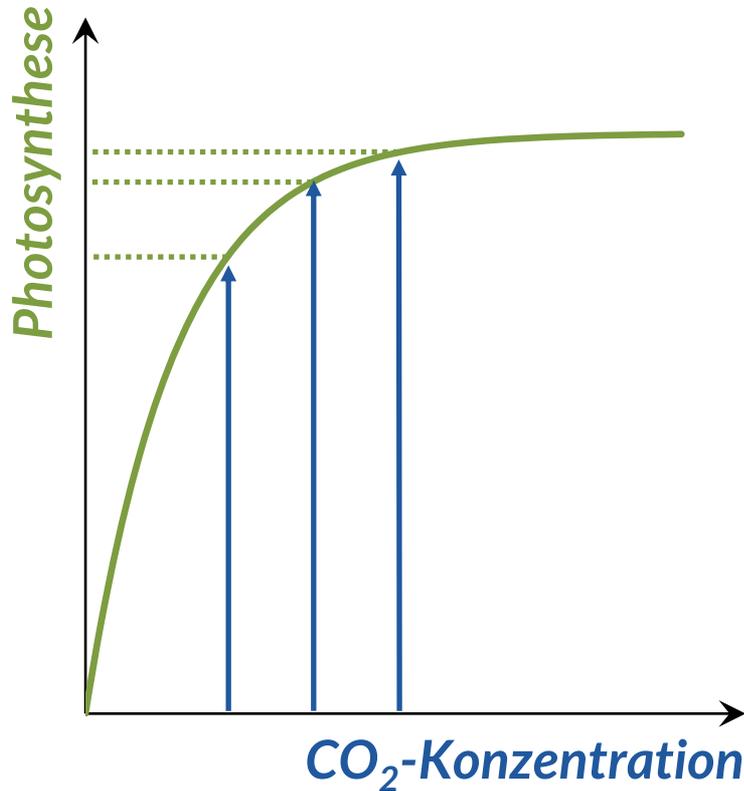


...während die Atmung mit der Temperatur exponentiell steigt

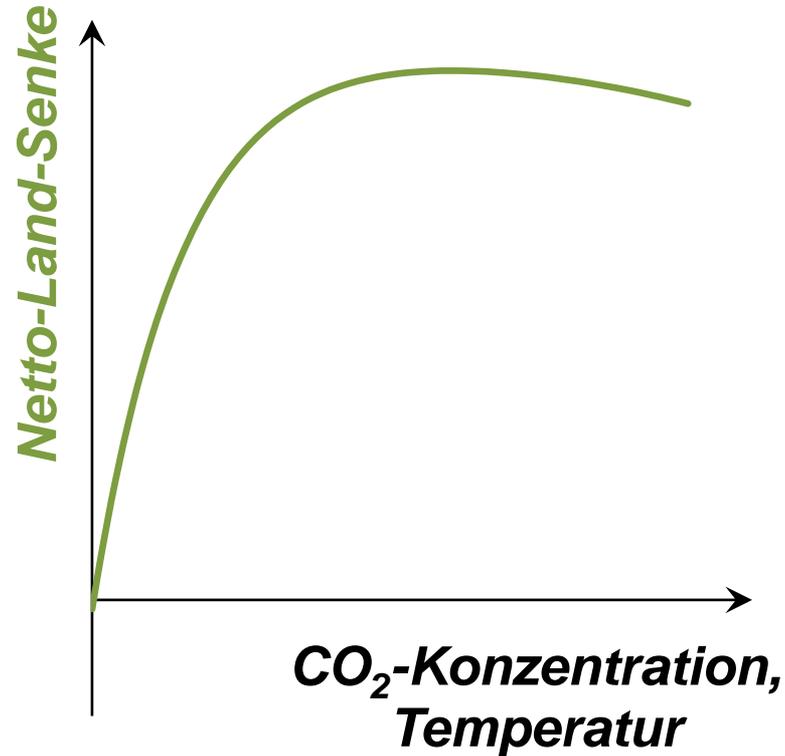


↑↑↑ Drei beliebige Zeitpunkte mit zwei gleichen CO₂-Anstiegen dazwischen

...während die Atmung mit der Temperatur exponentiell steigt

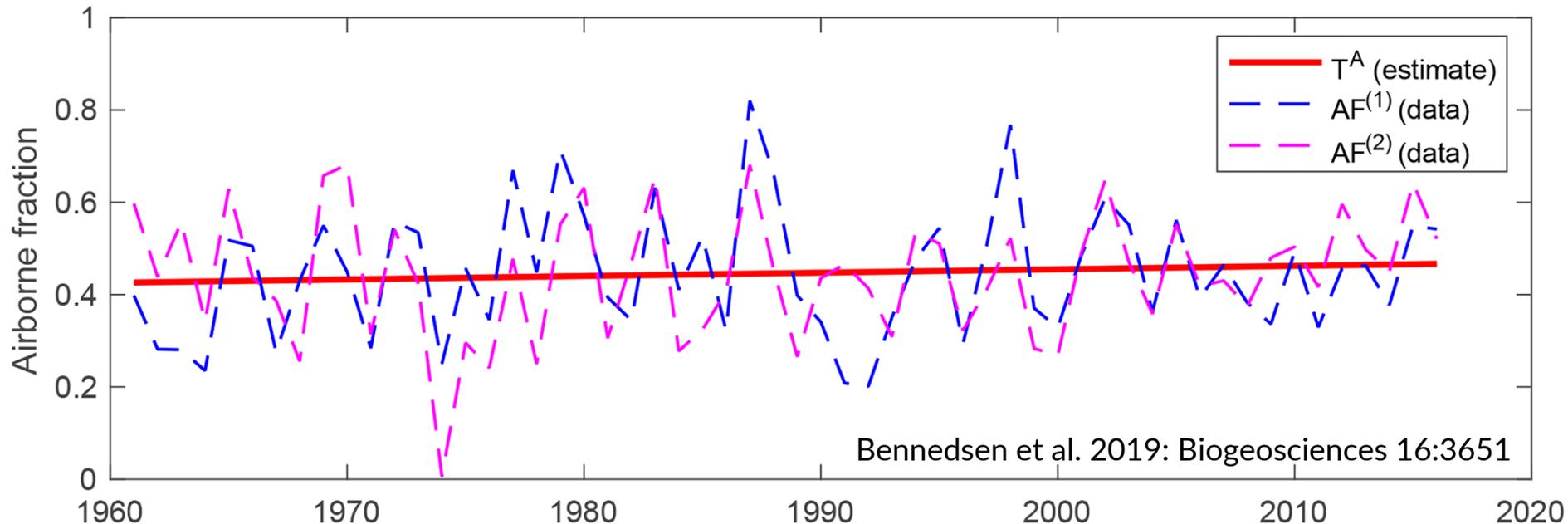


Die aus Photosynthese und Atmung resultierende Nettosenke ist endlich!



Wenn Nettospeicherung nicht so schnell zunimmt wie CO₂ und Temperatur:

- „Airborne fraction“ steigt
- „Neue“ CO₂-Emissionen „teurer“!



**Global ist in Böden mehr
Kohlenstoff festgelegt
als in Biomasse und
Atmosphäre zusammen.**

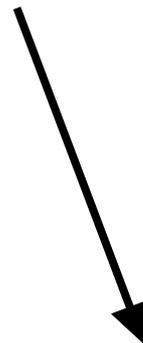
Global ist in Böden mehr Kohlenstoff festgelegt als in Biomasse und Atmosphäre zusammen.

→ Prozentual kleine Abnahmen des C-Gehalts der Böden bedeuten große Zunahme in der Atmosphäre
- und umgekehrt.

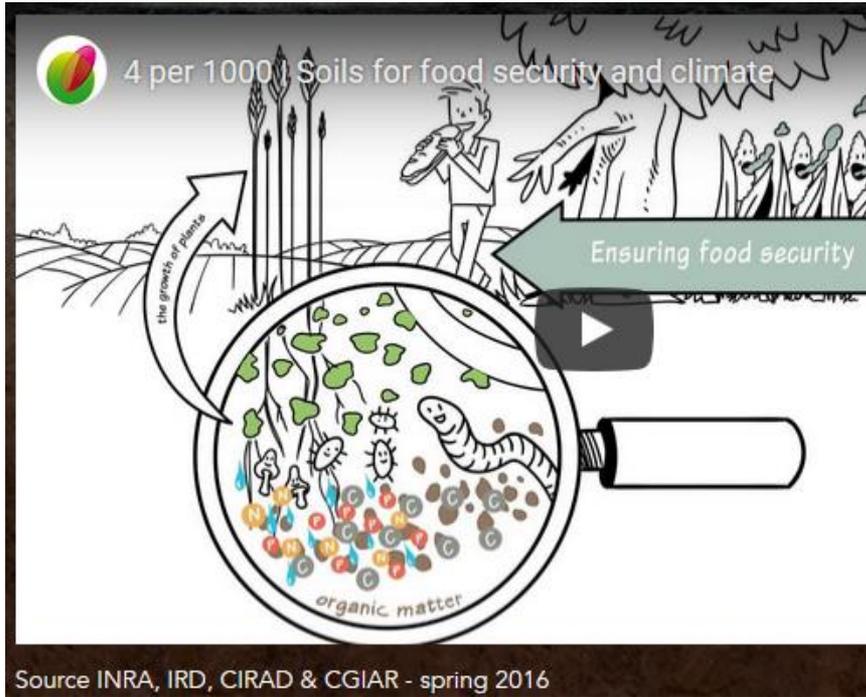
Prozentual kleine Abnahmen des C-Gehalts
der Böden bedeuten große Zunahmen in
der Atmosphäre – und umgekehrt.



Hoffnung: Natürliche
C-Speicherkapazität von
Böden besser nutzen.



Befürchtung: Derzeitige
Landwirtschaft baut
C eher ab als auf.



Hoffnung: Natürliche C-Speicherkapazität von Böden besser nutzen.



The net biome production of full crop rotations in Europe

W.I. Aubinet^b, N. Buchmann^c, P. Smith^d, B. Osborne^e, W. Eugster^c, M. Wattenbach^d,
M. Tomelleri^f, E. Ceschia^g, C. Bernhofer^h, P. Béziat^g, A. Carrara¹,
P. Magliulo¹, O. Marloie¹, C. Moureaux^b, A. Olioso¹,

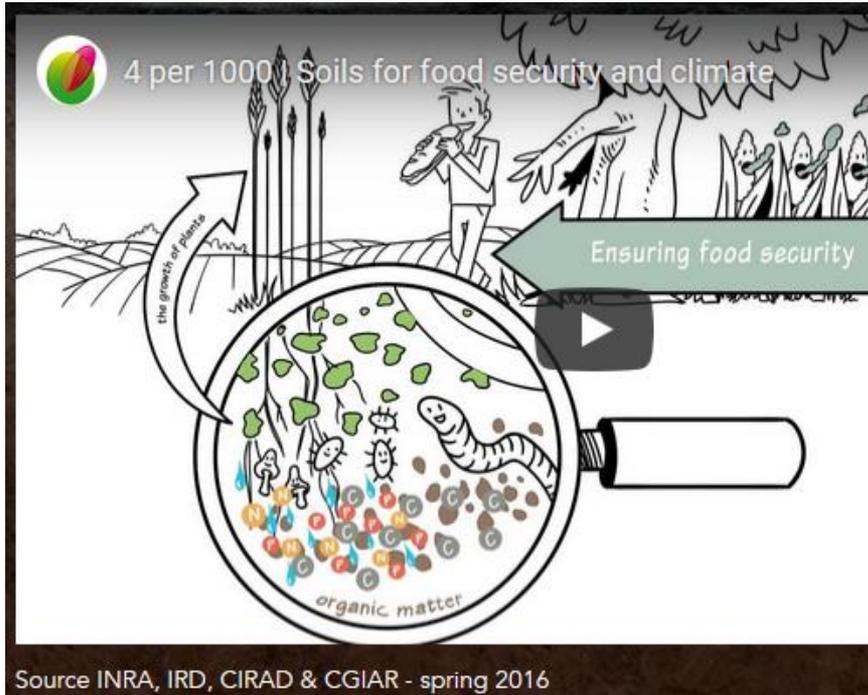
Projected loss of soil organic carbon in temperate agricultural soils in the 21st century: effects of climate change and carbon input trends

Martin Wiesmeier¹, Christopher Poeplau², Carlos A. Sierra³, Harald Maier⁴, Cathleen Frühauf⁵,
Rico Hübner⁶, Anna Kühnel¹, Peter Spörlein⁷, Uwe Geuß⁷, Edzard Hangen⁷, Bernd Schilling⁷,
Margit von Lützwow¹ & Ingrid Kögel-Knabner^{1,8}

www.nature.com/scientificreports/

SCIENTIFIC REPORTS | 6:32525 | DOI: 10.1038/srep32525

Befürchtung: Derzeitige Landwirtschaft baut C eher ab als auf.



Hoffnung: Natürliche
C-Speicherkapazität von
Böden besser nutzen

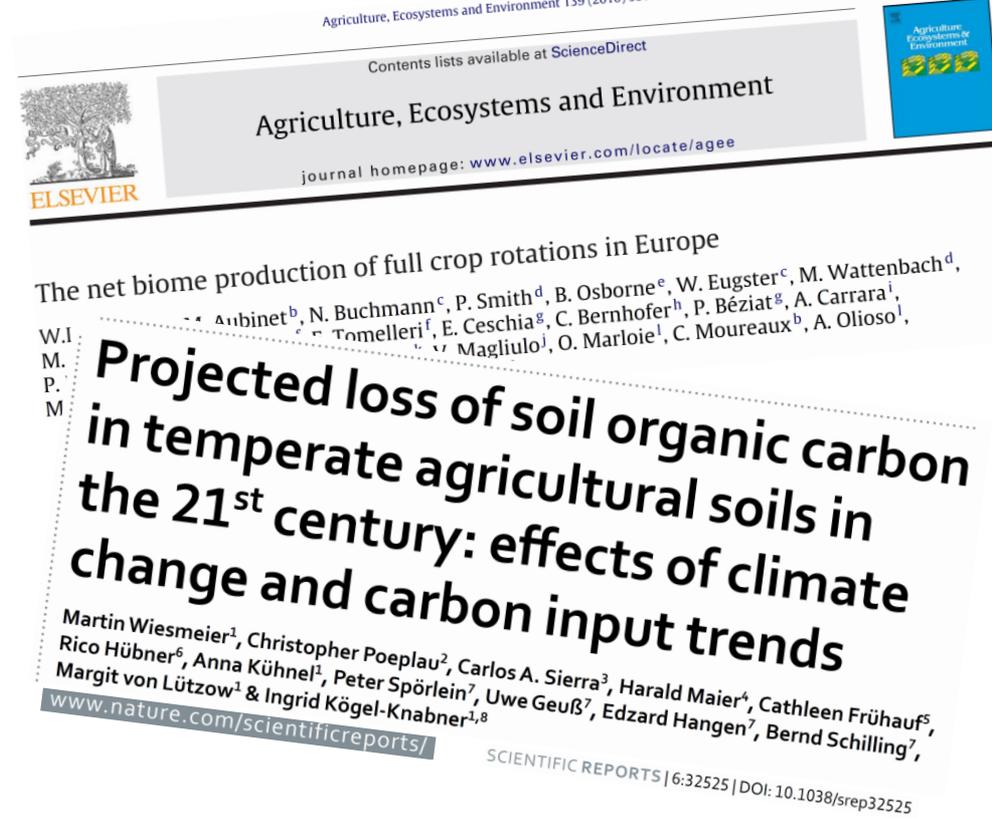
Die aus den Pariser Klimaverhandlungen hervorgegangene „**4-per-mil**“-Initiative will einen Teil unserer Emissionen durch eine jährliche Steigerung des Humusgehalts der Böden um ca. 4‰ ausgleichen.

Eine spätere Studie kommt zu dem Schluss, dass unter Ausschöpfung aller Möglichkeiten etwa 20 Jahre lang (danach beginnt Sättigungseffekt) etwa **20-35% unserer Emissionen** ausglich werden können.

Andere Studien zeigen aber, dass landwirtschaftliche Böden derzeit meist C verlieren statt ansammeln.

Dieser Trend müsste zuerst gestoppt werden.

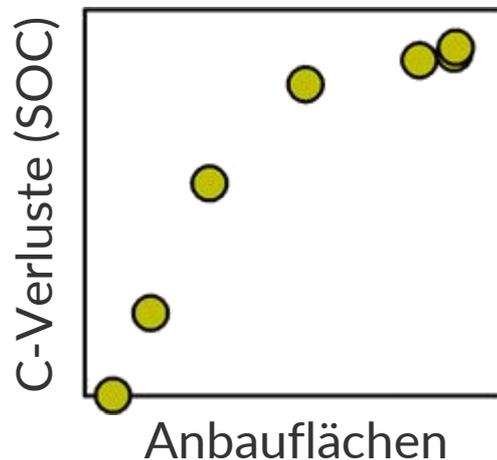
Ob Aufbau oder Konservierung: Die nötigen Maßnahmen sind oft dieselben – Verringerung vegetationsloser Brachzeiträume, stattdessen Zwischenfrüchte, etc.



Befürchtung: Derzeitige Landwirtschaft baut C eher ab als auf

Gesamtverluste von organischem Bodenkohlenstoff (SOC):

8,1 % in den letzten 12 000 Jahren



→ Verluste pro Fläche
in letzter Zeit zwar
relevant, aber im
historischen
vergleichsweise
relativ gering

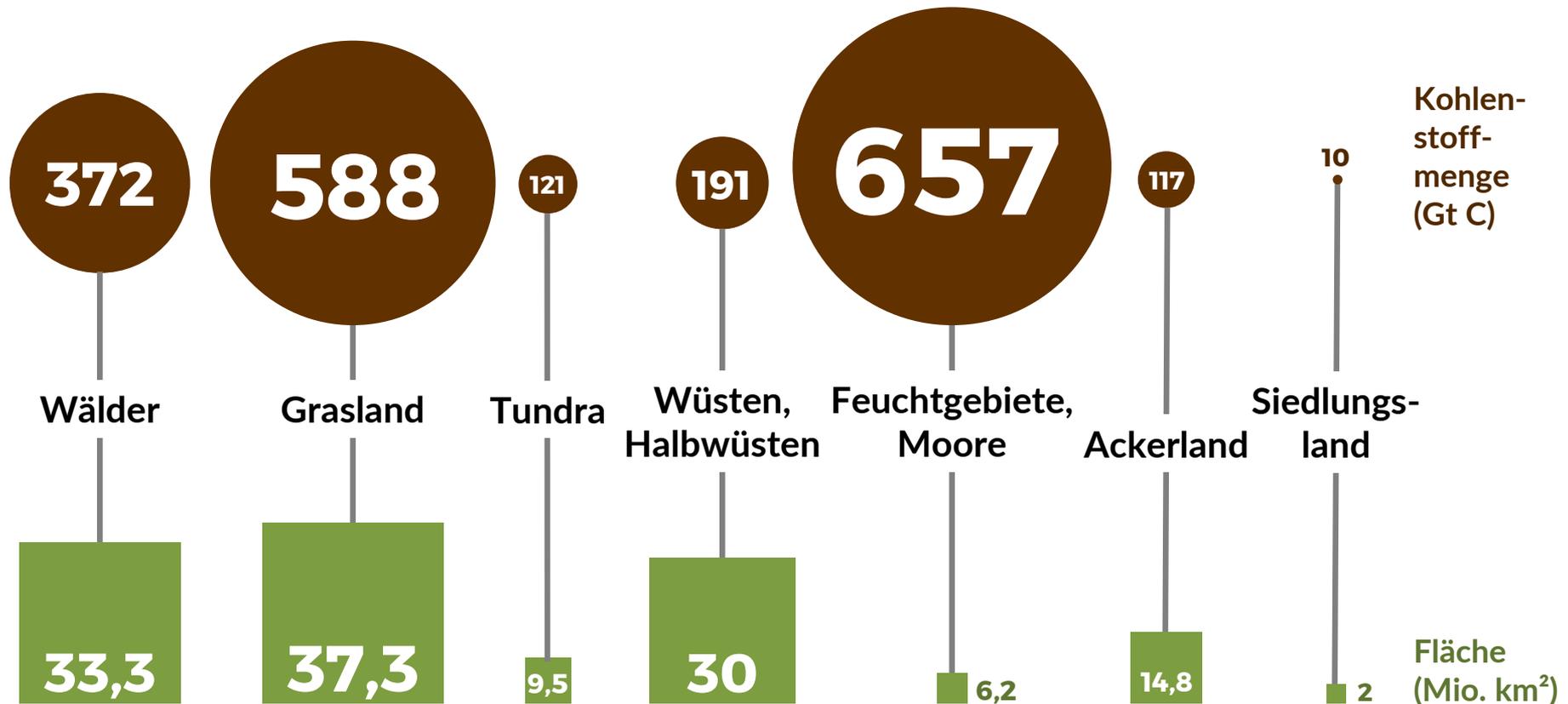
(Sanderman et al. 2017)

Folgende Folien (Chemnitz/Weigelt, Bodenatlas)

1. Daten sind global
2. Wald ist nach meinem Verständnis Boden + oberirdische Biomasse
(geht aus Quelle nicht eindeutig hervor)

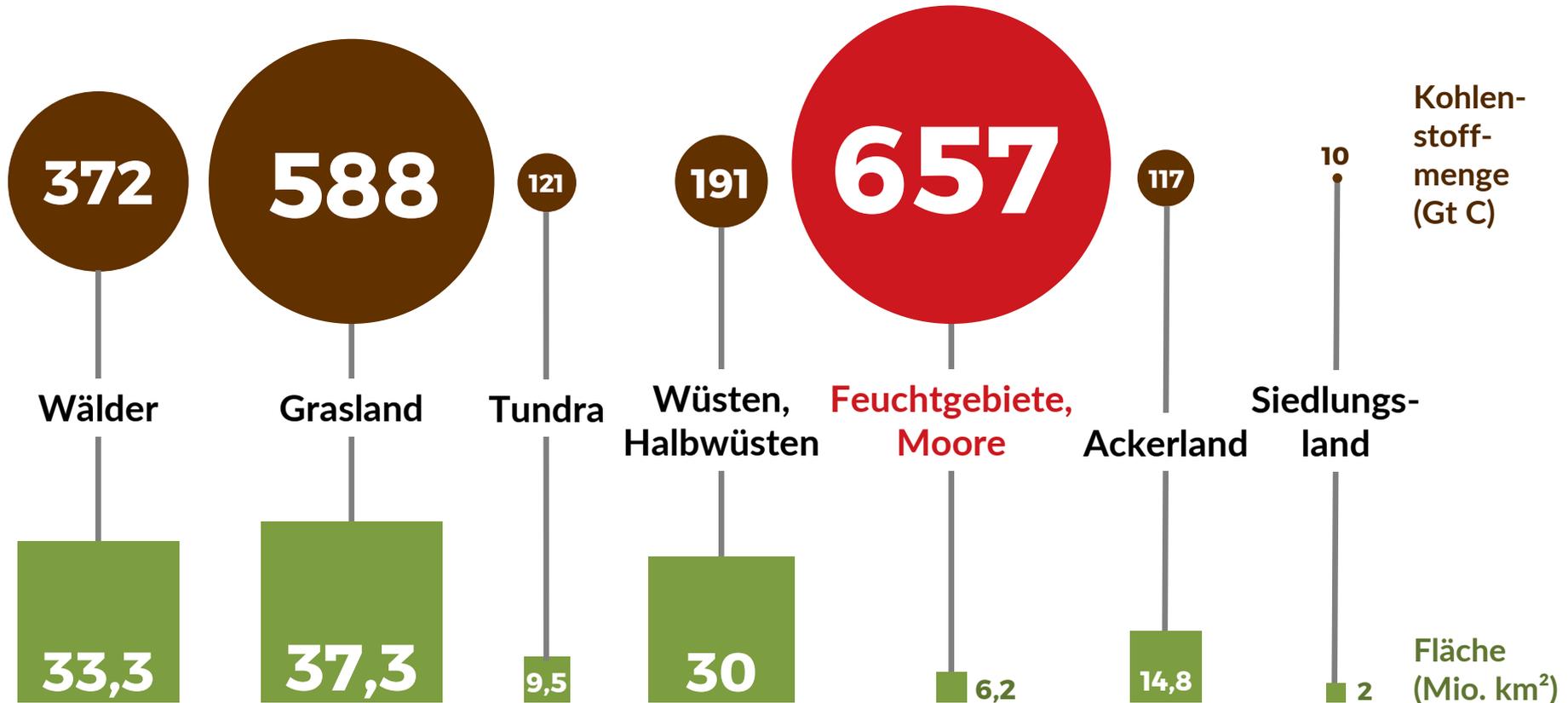
Kohlenstoffspeicherung in Ökosystemen

(Boden und Biomasse, weltweit)



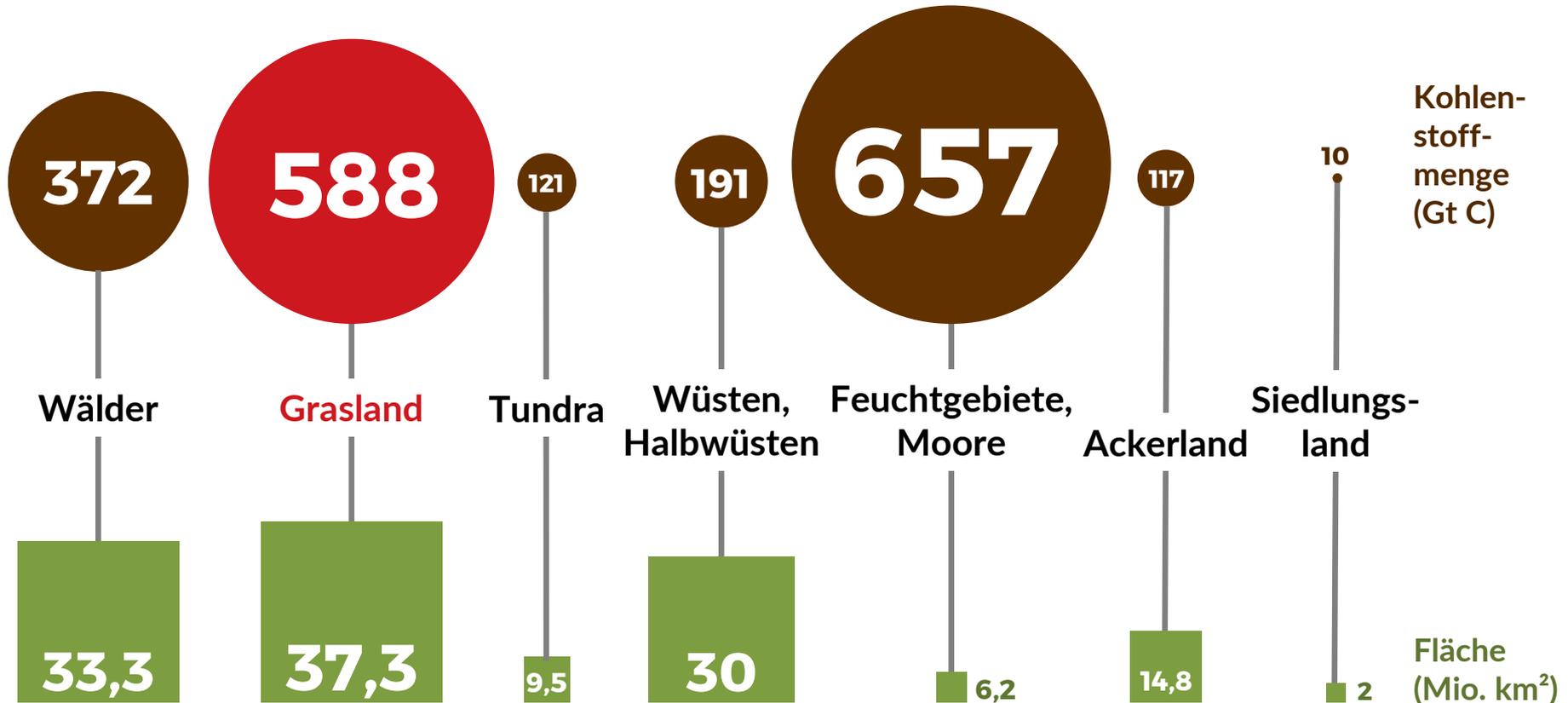
Feuchtgebiete und Moore

Absolut und pro Fläche weltweit wichtigster ökosystemarer C-Speicher



Grasland/Weideland

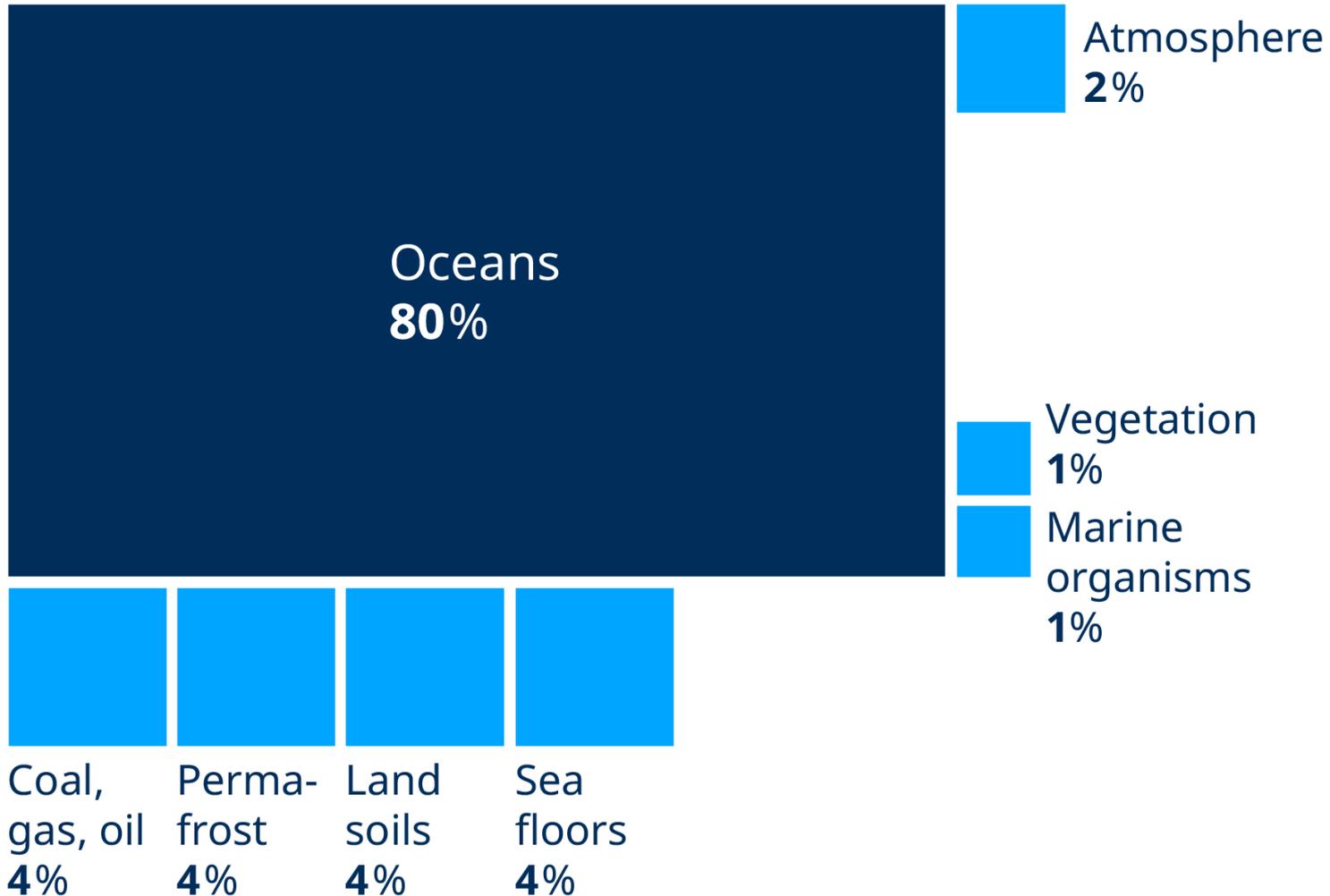
Zweitwichtigster C-Speicher aller Ökosysteme weltweit



Folgende Folien (Deutsche-Welle-Grafiken)

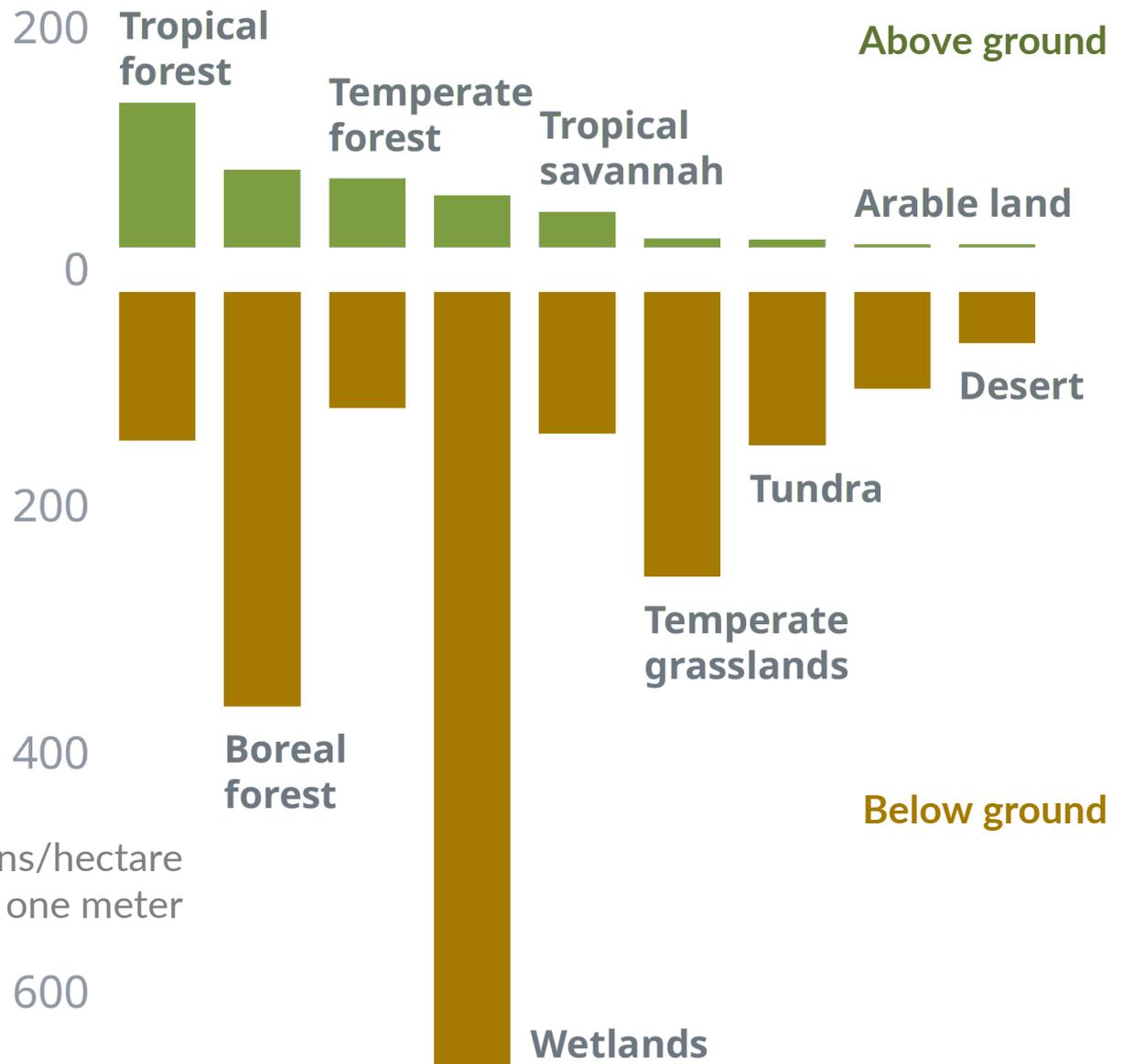
Quelle: Michel Penke 2021-11-25. Carbon sinks: How nature helps fight climate change. <https://www.dw.com/en/carbon-sinks-how-nature-helps-fight-climate-change/a-59835700>

Wo wird Kohlenstoff im Erdsystem gespeichert?



C-Storage:

**Flora
overvalued,
Soils
undervalued**

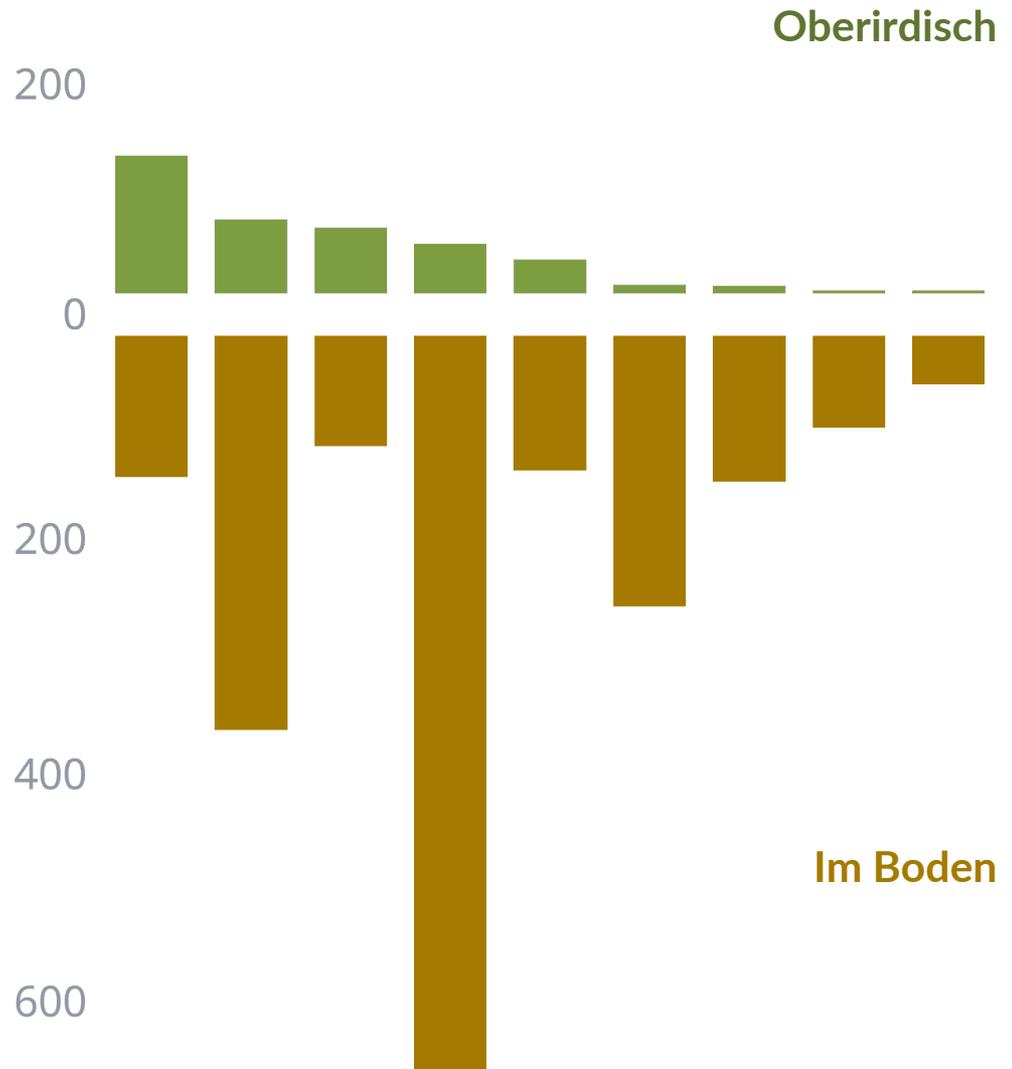


C-Speicherung:

**Vegetation
überschätzt,
Böden
unterschätzt**

**TODO:
Deutsche Beschriftungen
nach voriger Folie ergänzen!**

Durchschnittlicher Kohlenstoffgehalt
t/ha, in Tiefe von einem Meter



Oberirdisch

Im Boden

200

0

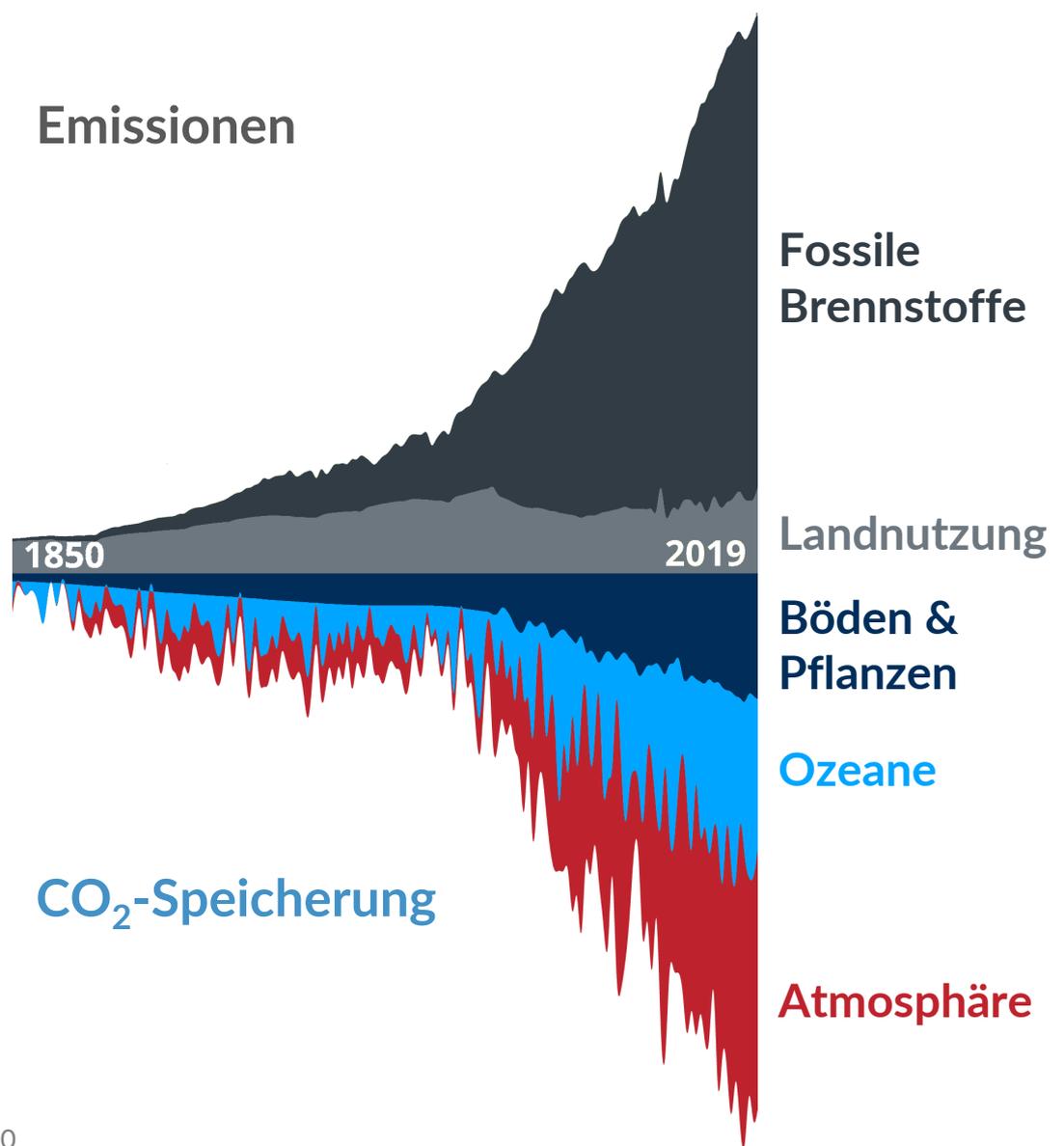
200

400

600

Die Ozeane und Böden sind an der Belastungsgrenze:

Mehr Kohlenstoff verbleibt in der Luft



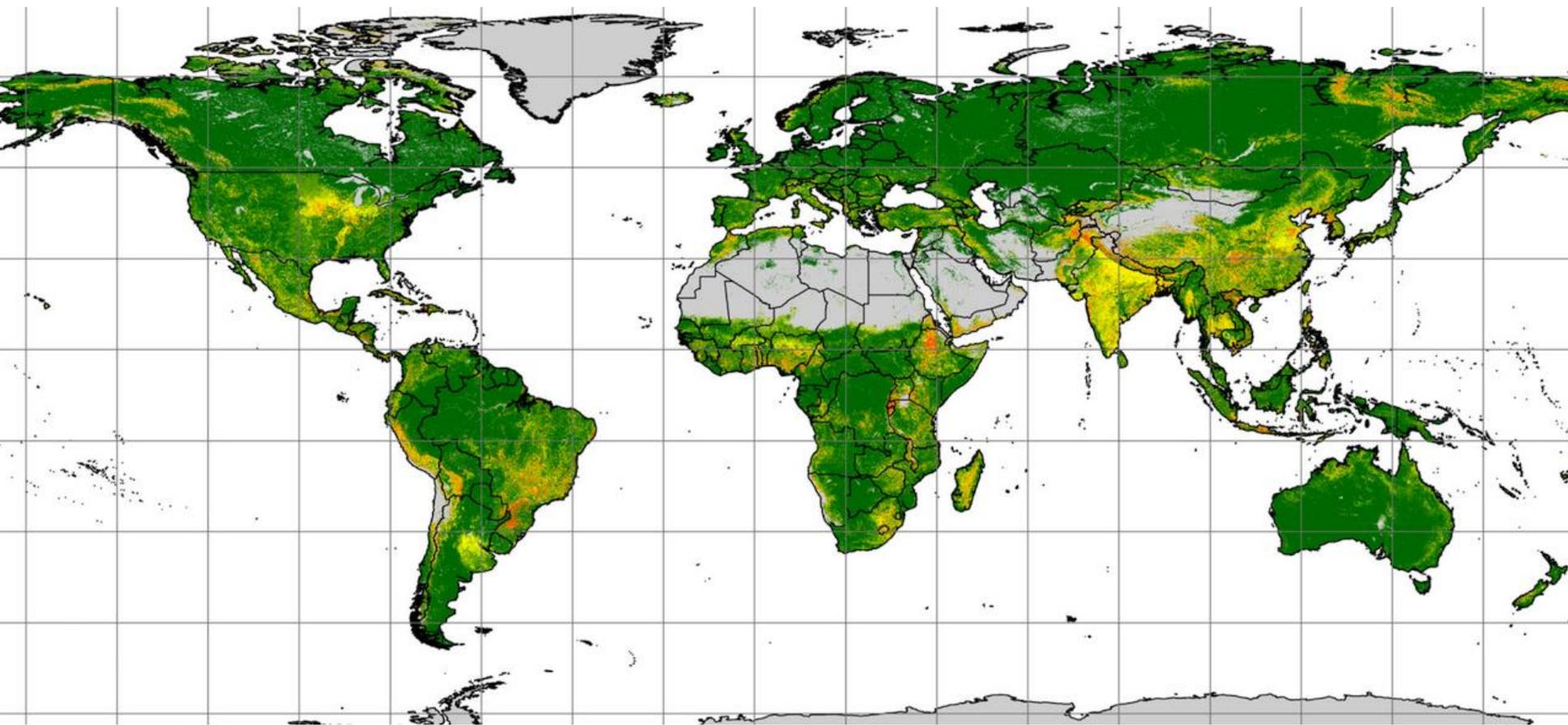
Bodenverluste

**“Over 90% of our food” depends on soil,
“a virtually irreplaceable, non-renewable resource”**

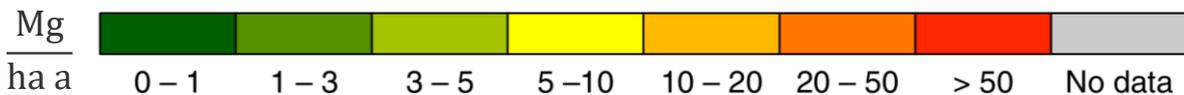
**“Every year, an estimated 12 million hectares of
agricultural land are lost to soil degradation”**

(Rickson et al. 2015)

Best Global Soil Erosion data: 36 Petagram lost



(Borrelli et al 2017; data for 2012)



Weltweite Bodenerosion

But what do “36 Petagram” signify? Relative to what?

Perhaps more relevant from Borelli et al. (2017):

Global soil erosion increase 2001–2012:
2.5% (model-based estimate)

Conservation agriculture is effective, but
effect strongly varies between countries

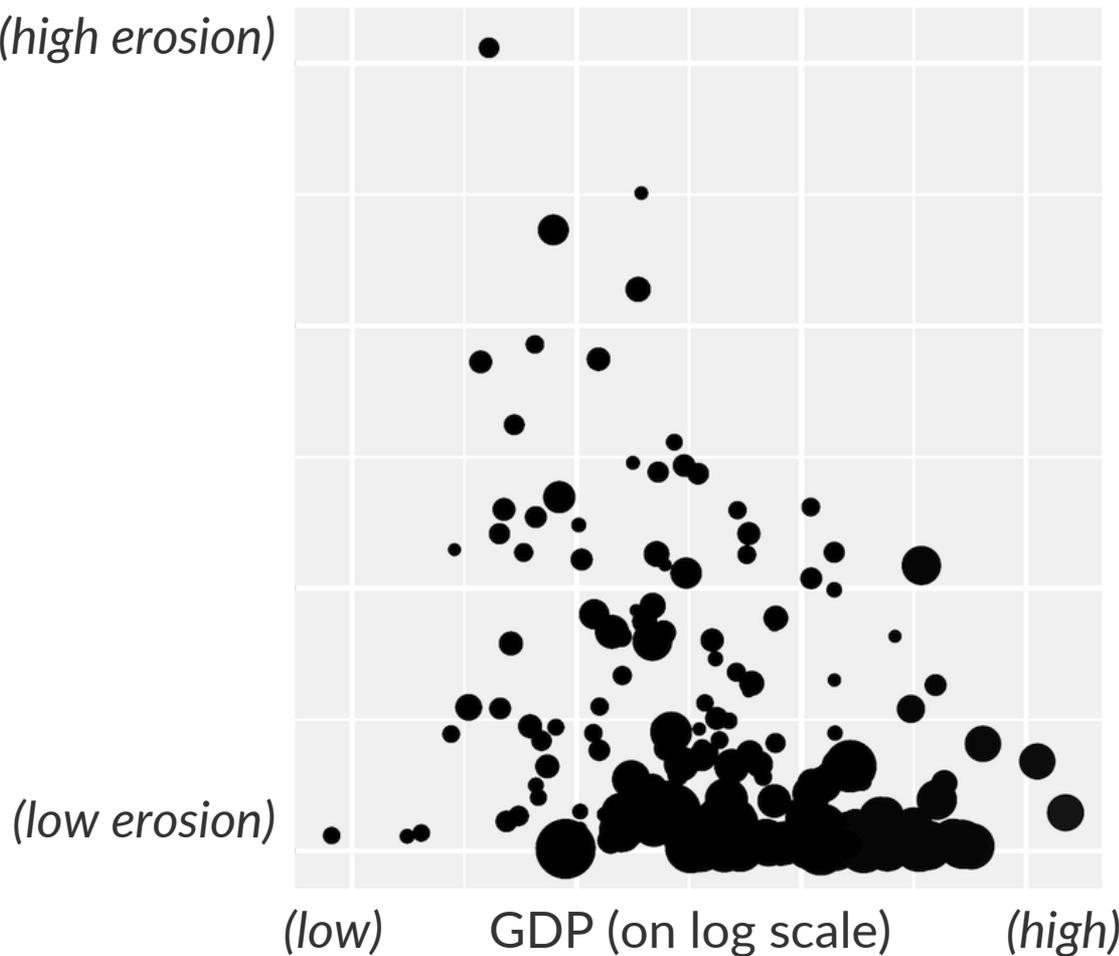
Argument to place cost on erosion to
internalize costs otherwise borne by society

Soil erosion strongly depends on
latitude (climate) and wealth of a country (next slide)

Übersetzung nötig!

Soil Erosion depends on latitude and wealth

(high erosion)



Latitude:

● 20

● 40

● 60

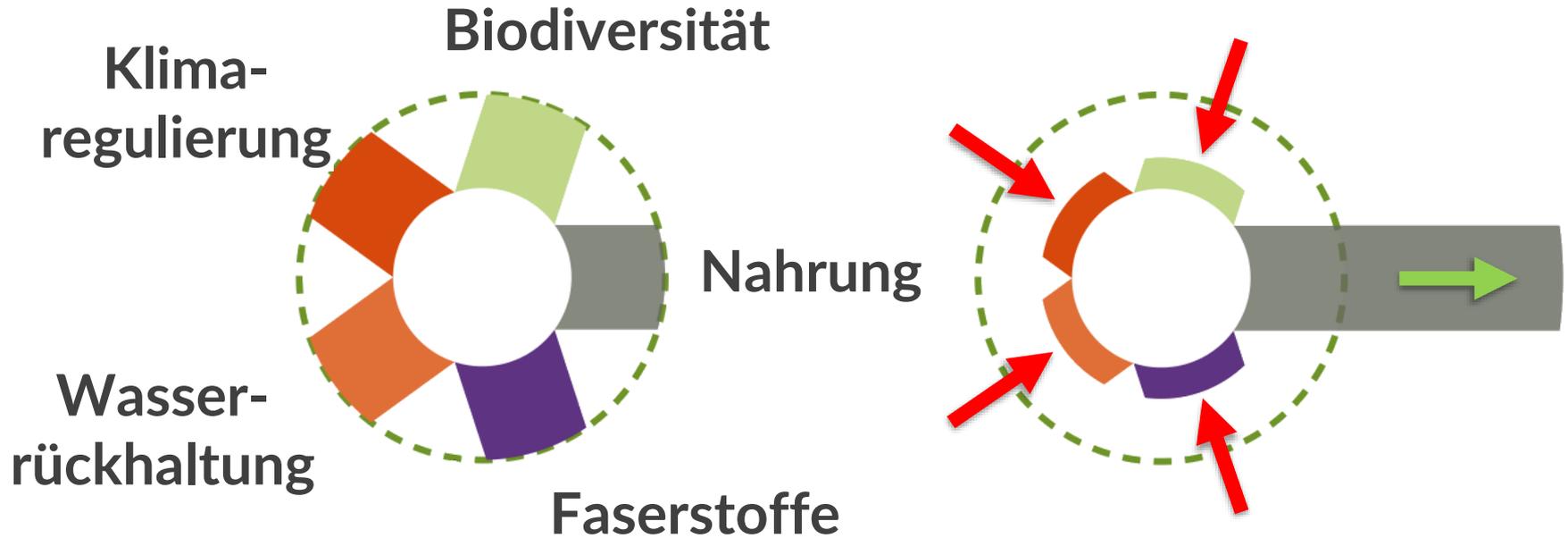
(Borrelli et al. 2017)

Landverluste durch Siedlungs- und Verkehrsflächen in Deutschland

Pro Tag werden in Deutschland ca. 62 Hektar als Siedlungs- und Verkehrsflächen neu ausgewiesen (Wert 2015, oder 22 630 ha/Jahr).

Ca. 77 % davon waren vorher Ackerland – eine Fläche, die den Jahresbedarf an Brot für über 2,1 Millionen Menschen oder 2,5 % der Einwohner Deutschlands produzieren kann.

Nahrungsanbau und andere Ökosystem-Dienstleistungen stehen in Konkurrenz



Fehlend: Bodenschutz → künftige Anbaumöglichkeiten

Fehlend: Kohlenstoff im Boden → Klima

**Kaputte Landwirtschaft macht Böden kaputt.
Kaputte Böden machen Landwirtschaft kaputt.**

Schlussfolgerungen:

Bodendegradation ist ernstes Problem.
Wir machen Schulden bei unseren Kindern.

Inwieweit ist die Entwicklung noch im Einklang mit der Hoffnung auf eine sanfte Bevölkerungsanpassung, auf Ernährungsumstellung und technologische Durchbrüche?

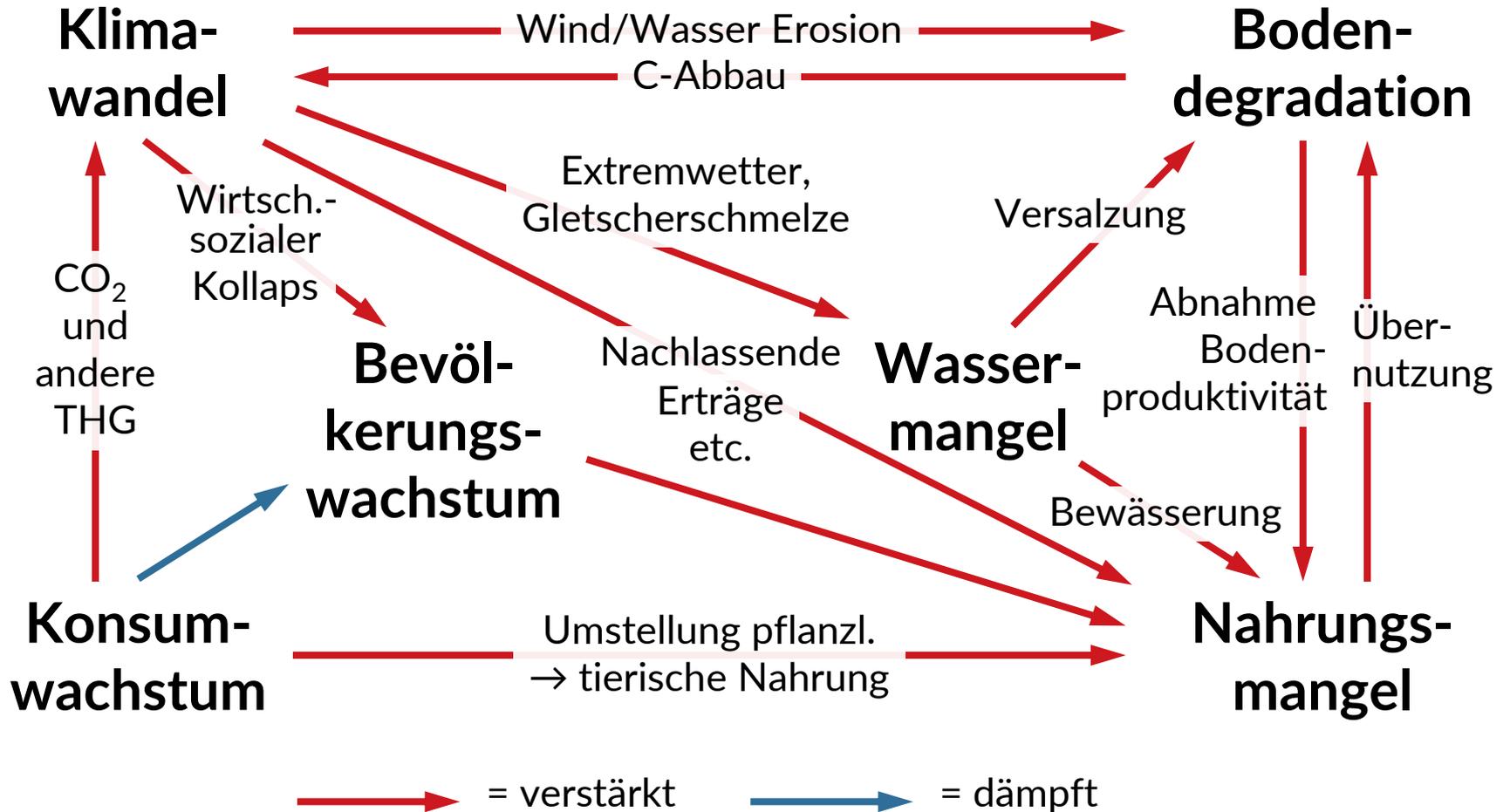
Literatur zu Klima und Erosion

Siehe insbesondere:

IPCC Special Report on Climate Change and Land 2019: (SRCCL)
<https://www.ipcc.ch/srccl-report-download-page/>

Zusammenhänge

Klima, Boden, Wasser, Bevölkerung, Nahrung



Ehrlich & Harte 2015 (1)

„Opinion: To feed the world in 2050 will require a global revolution” by Paul R. Ehrlich & John Harte 2015. PNAS December 1, 2015 112 (48) 14743-14744; <https://doi.org/10.1073/pnas.1519841112> (OPEN ACCESS, compare also the longer, but CLOSED ACCESS article <https://dx.doi.org/10.1080/00207233.2015.1067468>).

... enthält weitere Zusammenhänge (über voriges Diagramm hinaus).
Beispiele: Insekten/Bestäuber, nachlassende Schaderreger-Kontrolle durch Wintertemperaturen, erhöhte Nahrungsmittelverluste, zunehmender Anbau auf Grenzertragsböden, Ernteaufschläge durch Extremwetter, Bio-Brennstoffe, Konflikte.

Ehrlich und Harte warnen davor, ungleiche Verteilung von Nahrung und grundlegende Grenzen des Nahrungsmittelanbaus gegeneinander auszuspielen (“false dichotomy”). Anreiz- und Steuerungssystem müssen beide Probleme lösen, was eine grundlegende große gesellschaftliche Transformation erfordert.

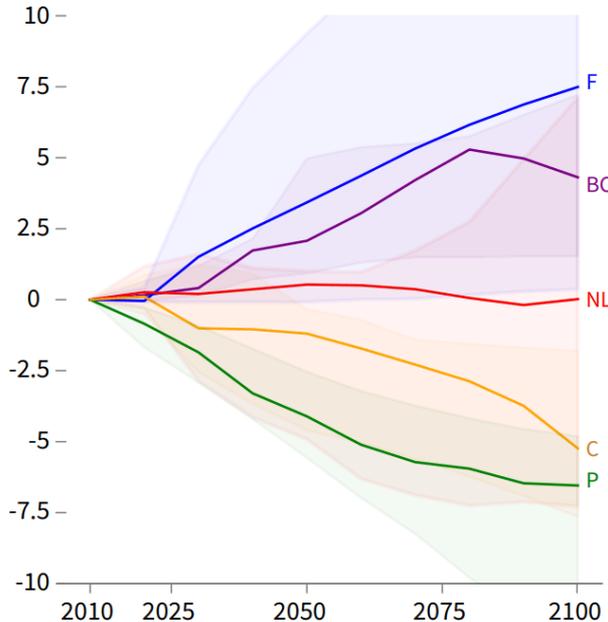
Ehrlich & Harte 2015 (2: Lösungen)

- Steuerung und Reduktion von Pestiziden, Düngern, Antibiotika und Wachstumshormonen in Pflanzenbau und Tierproduktion.
- Bepreisung der Wasser-, insbes. Grundwassernutzung um Anreize für effizientere Systeme zu schaffen.
- Forschung für langfristig nachhaltige Landwirtschaft.
- Einführung CO₂-Bepreisung.
- Reform des Steuersystems, um Einkommen von Einzelpersonen und deren übermäßigen Konsum zu begrenzen, gleichzeitig der ärmeren Bevölkerung mehr Kaufkraft für den Erwerb von Nahrung zu ermöglichen.
- Verbesserung von Gesundheitsversorgung, Bildung und Gleichstellung von Frauen.
- Sicherung großer Naturräume (Land und Ozeane), einschließlich Primärwälder, um Biodiversität und Ökosystem-Services zu bewahren.
- Übergang zu einem neuen Wirtschaftssystem, bei dem die Bepreisung von “Externalitäten” eine zentrale Rolle spielt.

Landnutzungsänderung in IPCC Szenarien (SRCCL 2019)

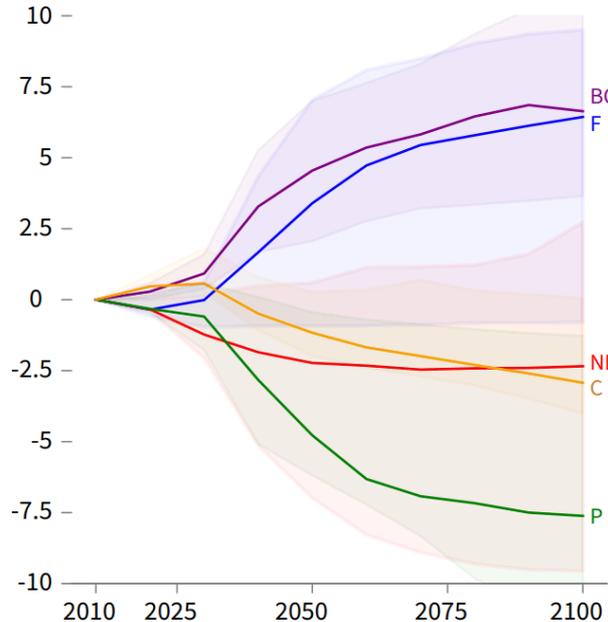
A. Sustainability-focused (SSP1)

Sustainability in land management, agricultural intensification, production and consumption patterns result in reduced need for agricultural land, despite increases in per capita food consumption. This land can instead be used for reforestation, afforestation, and bioenergy.



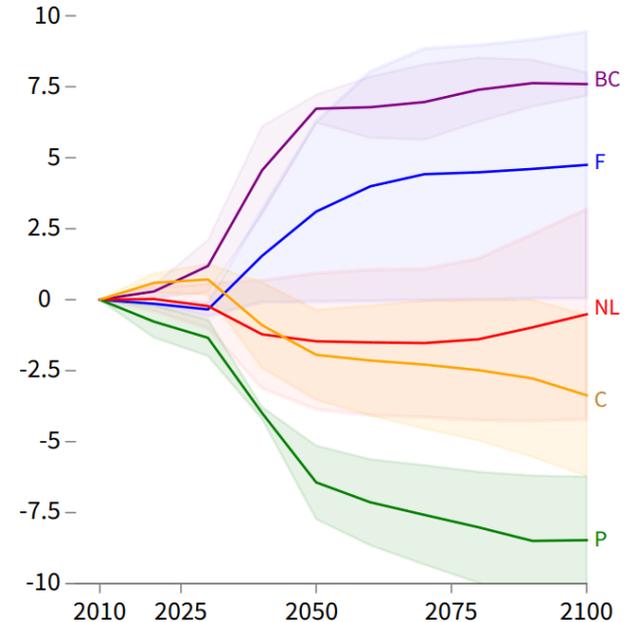
B. Middle of the road (SSP2)

Societal as well as technological development follows historical patterns. Increased demand for land mitigation options such as bioenergy, reduced deforestation or afforestation decreases availability of agricultural land for food, feed and fibre.



C. Resource intensive (SSP5)

Resource-intensive production and consumption patterns result in high baseline emissions. Mitigation focuses on technological solutions including substantial bioenergy and BECCCS. Intensification and competing land uses contribute to declines in agricultural land.



■ CROPLAND
 ■ PASTURE
 ■ BIOENERGY CROPLAND
 ■ FOREST
 ■ NATURAL LAND

Y-axis = absolute change in land use, Mkm²

Allgemeine Informationen

Dies ist eine *Materialsammlung* unter offenen Lizenzen für eigene Vorträge, Workshops, Poster, Flyer etc.

Wir können keine Fehlerfreiheit garantieren. Nutzer:innen sollten Inhalt und Form stets selbst prüfen, verbessern und in eigene Zusammenhänge bringen. Entwickelt die Arbeit selbstbewusst weiter! Wir sind für Hinweise auf Fehler & Verbesserungsmöglichkeiten dankbar, s. nächste Folie.

Wir wünschen euch viel Erfolg!

(Folien mit blauem Hintergrund (wie hier) sind Hinweise für die Vorbereitung, nicht zur Anzeige im Vortrag.)

Weitere Infos:

Viele Folien versuchen, den objektiven Stand der Forschung darzustellen. Andere Folien (z. B. Handlungsoptionen, Einschätzungen, Kritik, positive Entwicklungen) erheben hingegen keinen Anspruch auf Objektivität.

Die Folien enthalten im Powerpoint-Notizbereich zusätzliche Informationen (z. B. Quellen; fehlen in den PDFs). Stellt euer Programm zur Bearbeitung der Folien bitte so ein, dass dieser Bereich sichtbar ist.

Copyright/Lizenzangaben stehen in Mikroschrift auf der Folie und zusätzlich im Notizbereich. Diese dürfen (außer bei CC0) nicht entfernt werden (aber an anderer Stelle erscheinen). Bei Überarbeitung bitte den eigenen Namen hinzufügen („© Erstautoren, modif. EuerName, Lizenz“). Mehr in „Vertiefte Informationen zu Lizenzen.pptx/pdf“.

Für einige Folien gibt es Varianten für verschiedene Zielgruppen bzw. kurz für Vortrag + lang für Druck/Web. Schriftarten (OpenSource) sind im S4F Downloadbereich als „Diese_Fonts_eventuell_installieren.zip“ verfügbar.

Bitte helft mit!

Wir würden dieses Angebot gerne verbessern:

1. Hattet ihr Fragen, die nicht angesprochen wurden?

2. Manche Folien sind nur vorläufig geprüft, andere sind vielleicht zu kompliziert. Bitte schickt Verbesserungsvorschläge, Hinweise auf Fehler oder Ungenauigkeiten als Kommentare in der Datei (siehe unten). Falls ihr Powerpoint verwendet, nutzt bitte die eingebaute Kommentarfunktion.

3. Habt ihr eigene oder verbesserte Folien? Bitte schickt sie uns mit Copyright („© Namen-der-Urheber“) und Lizenzangabe (ideal ist „CC BY-SA 4.0“) an g.m.hagedorn@gmail.com.

4. Habt ihr andernorts gute Grafiken gesehen, die hier sinnvollerweise ergänzt werden sollten? Bitte nennt die Quelle (möglichst auch Webadresse) und gebt an, ob lizenziert oder unter Zitatrecht verwendet.

Rücksendung von Ergänzung/Kritik: Eigenen Namen an Dateinamen anhängen, hier hochladen: <https://owncloud.gwdg.de/index.php/s/Szm8vDJ60zmnwNgX> (= UPLOAD-ONLY Folder) und E-Mail an g.m.hagedorn@gmail.com.

Dankeschön!

Grafiken aus dieser Sammlung könnten z. B. für folgende Schulfächer nützlich sein:

Schulfach	Thema der Stunde
	Bitte helft, diese Tabelle zu füllen!
Weitere Ideen?	