

Humusmanagement in der deutschen Landwirtschaft - Möglichkeiten und Grenzen

Prof. Dr. Axel Don

Thünen Institut für Agrarklimaschutz



07.11.2023

Fortbildung TLLR Jena

4 per 1000 Initiative für mehr Bodenkohlenstoff



Französischer Ex-Landwirtschaftsminister Stéphane Le Foll

Humus für

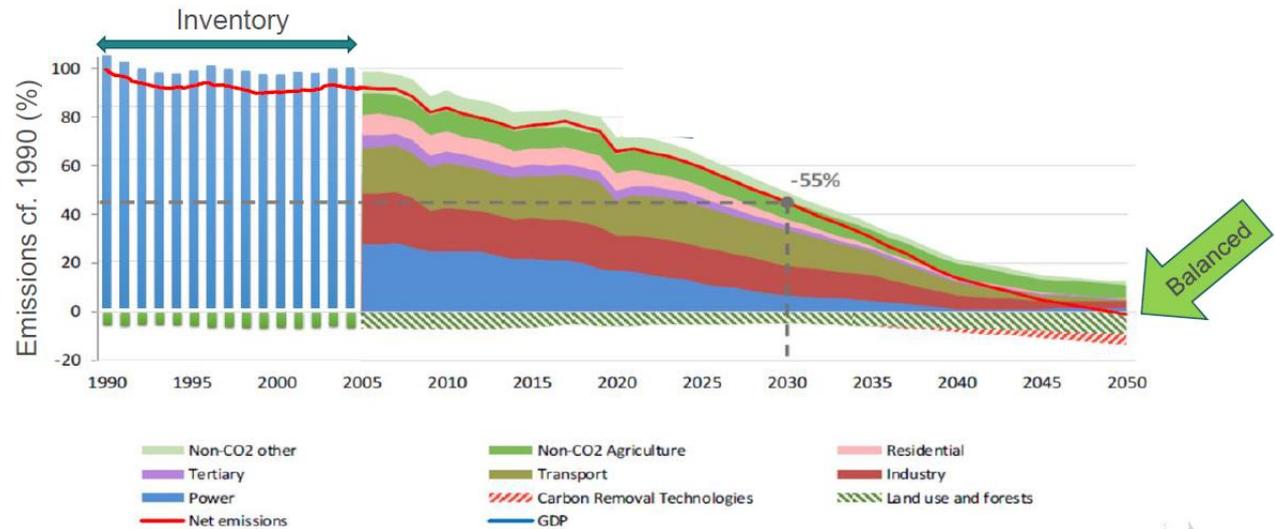
- Ernährungssicherung
- Klimaanpassung
- Klimaschutz

(„negative Emissionen“)

- ❑ Weltweit 4‰ Humusvorratserhöhung jedes Jahr könnte alle Treibhausgasemissionen kompensieren

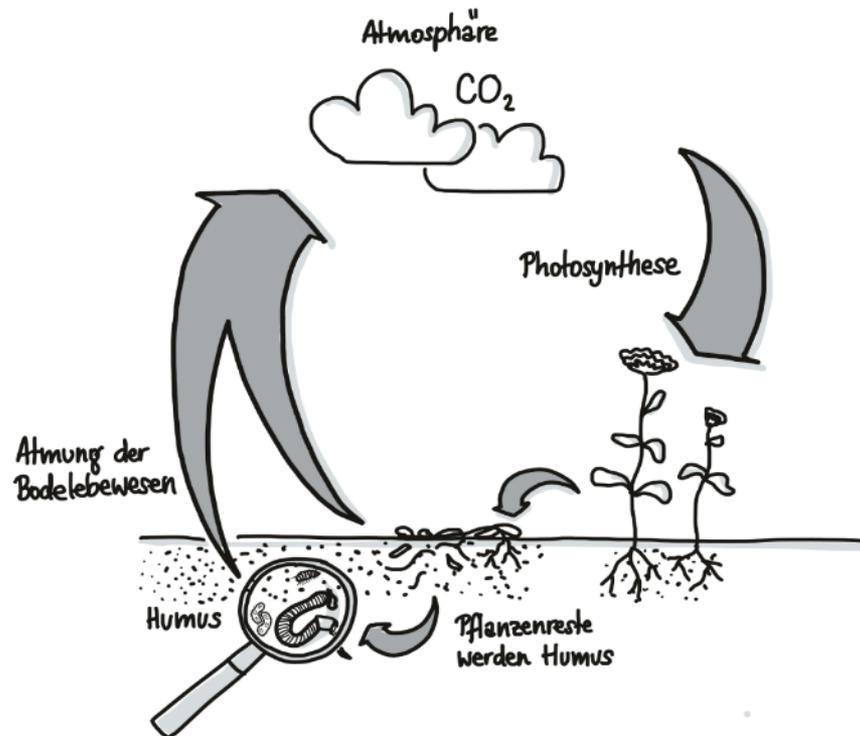
www.4p1000.org

Carbon Farming EU



- ❑ Senke von 310 Mio. t CO₂ in Land- und Forstwirtschaft 2030 schaffen
- ❑ Das ist eine Verdopplung der jetzigen Senkenleistung
- ❑ Humusaufbau durch freiwilligen CO₂-Zertifikatemarkt ankurbeln

C-Senke in der Landwirtschaft schaffen



- Humus befindet sich in ständigem Auf- und Abbau
- Der Boden muss „gefüttert“ werden mit Biomasse
- Nur zusätzlich gebundener Kohlenstoff ist klimawirksam!

Klimaschutz mit Humusaufbau

- 1.) Dauerhaftigkeit (Permanenz der C-Sequestrierung)
- 2.) Zusätzlichkeit
- 3.) Keine Verlagerungseffekte

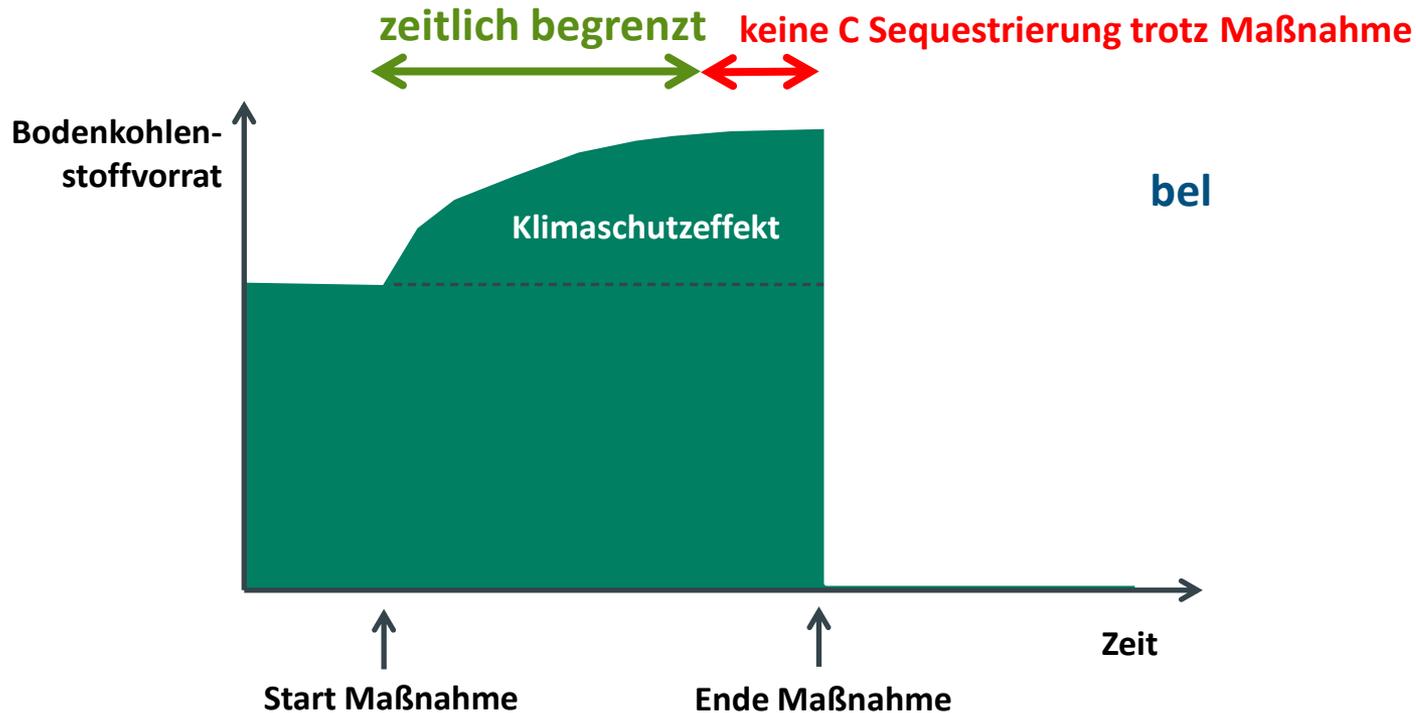


Dauerhaftigkeit

Nur Kohlenstoff der zusätzlich **dauerhaft** im Boden gespeichert ist, hat den vollen Klimaschutzeffekt



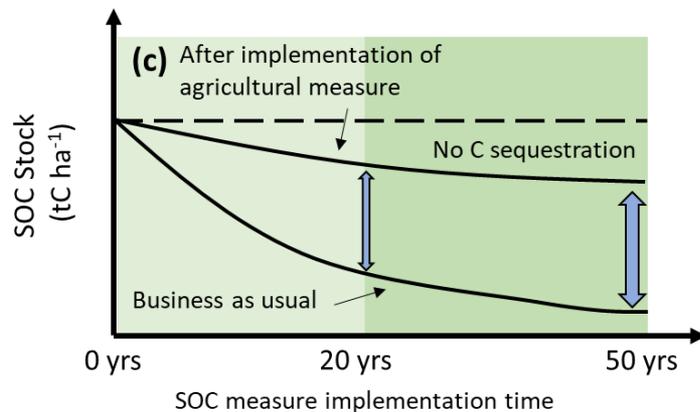
Reversibilität der C-Sequestrierung in Böden



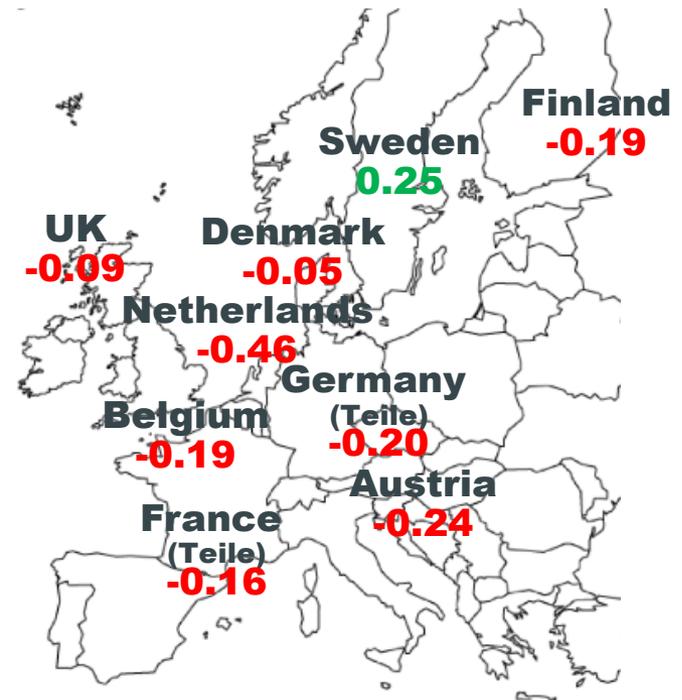
- ❑ Zum Erhalt des vollen Klimaschutzeffekts müsste die Maßnahme theoretisch **dauerhaft** fortgesetzt werden.
- ❑ **Lösung:** Humusaufbau mit dauerhaften, naturnahen Strukturen wie Bäumen, Hecken, Grünlandpufferstreifen

Zusätzlichkeit

- ❑ Viele europäische Äcker verlieren Kohlenstoff
- ❑ Oft kann nur Verlust reduziert werden



Trends der Bodenkohlenstoffvorräte im Acker



In t C ha⁻¹ a⁻¹ basierend auf wiederholten Bodeninventuren

Quellen: Heikkinen et al. 2013, Poeplau et al. 2015, Taghizadeh-Toosi et al. 2014, Lettens et al. 2005, Knotters et al. 2022, Dersch and Böhm 1997, Höper 2021, Antoni et al., 2008

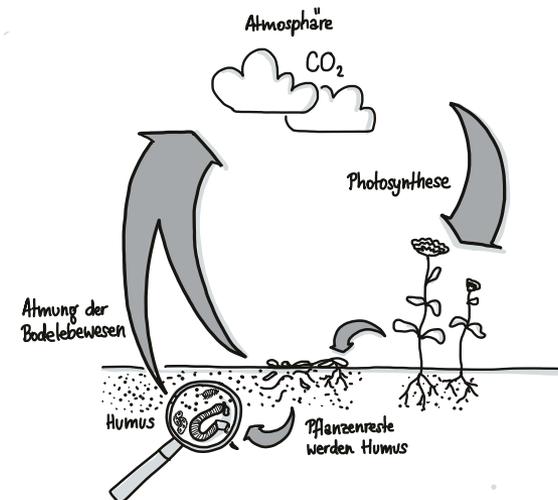
C-Sequestrierung in Böden

Prozess durch den Kohlenstoff durch Pflanzen oder andere Organismen aus der Atmosphäre in den Boden gebracht wird, der dort als Humus gebunden wird.

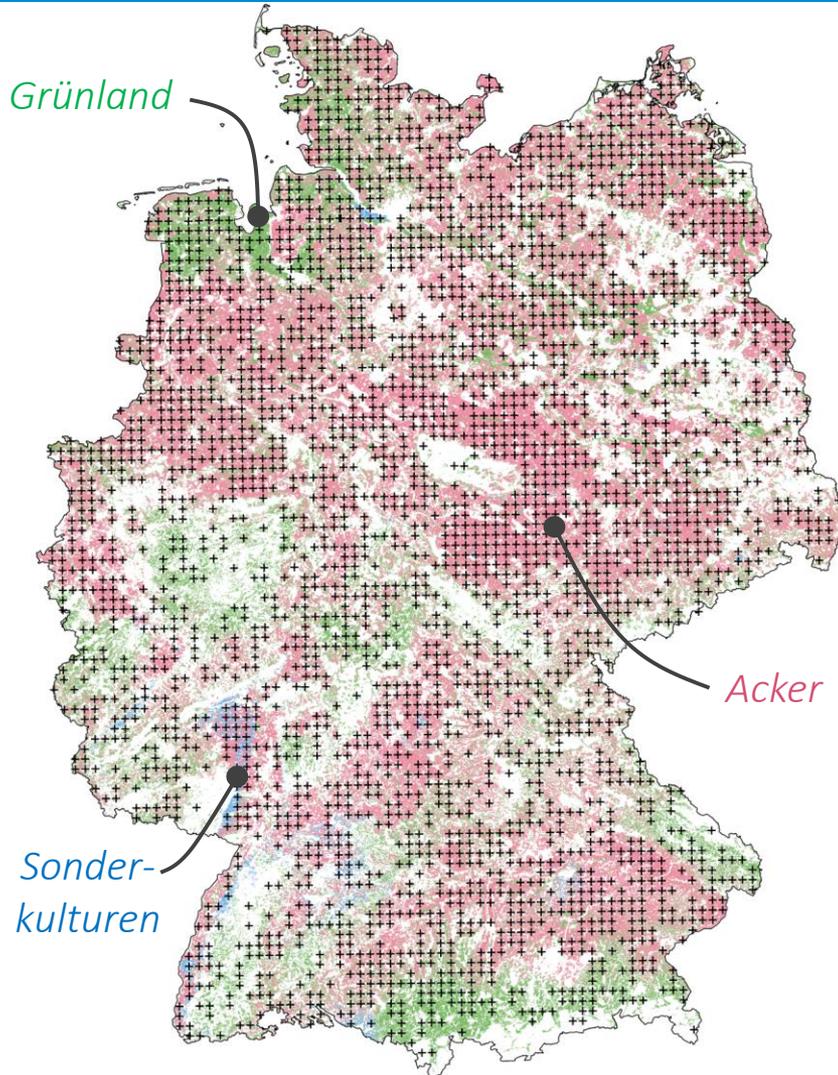
(Don et al. 2023, GCB)

= C-Sequestrierung in Böden

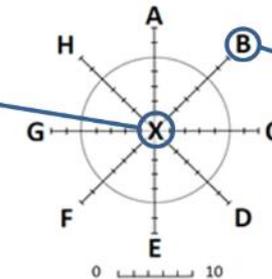
- ❑ Humusaufbaumaßnahmen führen nicht immer zu C-Sequestrierung



1. Bodenzustandserhebung Landwirtschaft



- Bodenbeprobung im 8×8 km Raster (3104 Standorte)
- Einheitliche Tiefenstufen: 0-10, 10-30, 30-50, 50-70, 70-100 cm
- 124.000 Bodenproben
- 2012-2018
- Seit November 2022: **2. Inventur läuft**



Humusvorräte sind sehr variabel (Zahlen in t C_{org} /ha)

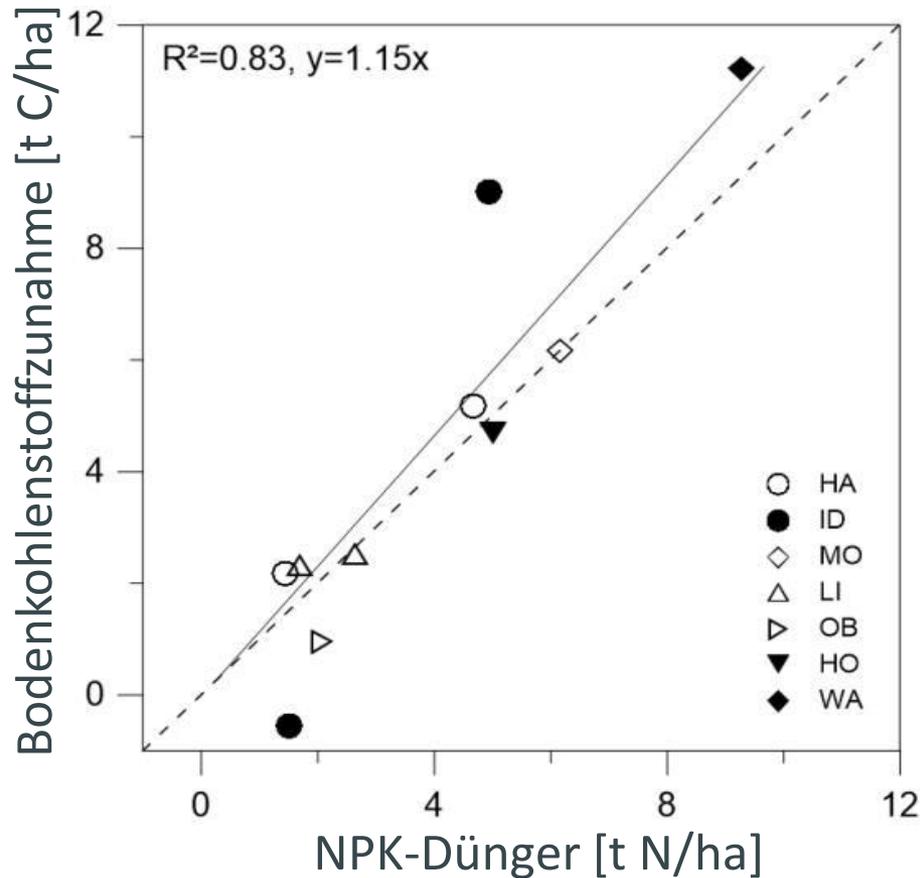


Verlagerungseffekte

C-Sequestrierung darf nicht an **anderer Stelle zu erhöhten Treibhausgasemissionen** führen, ohne dass diese eingerechnet werden.



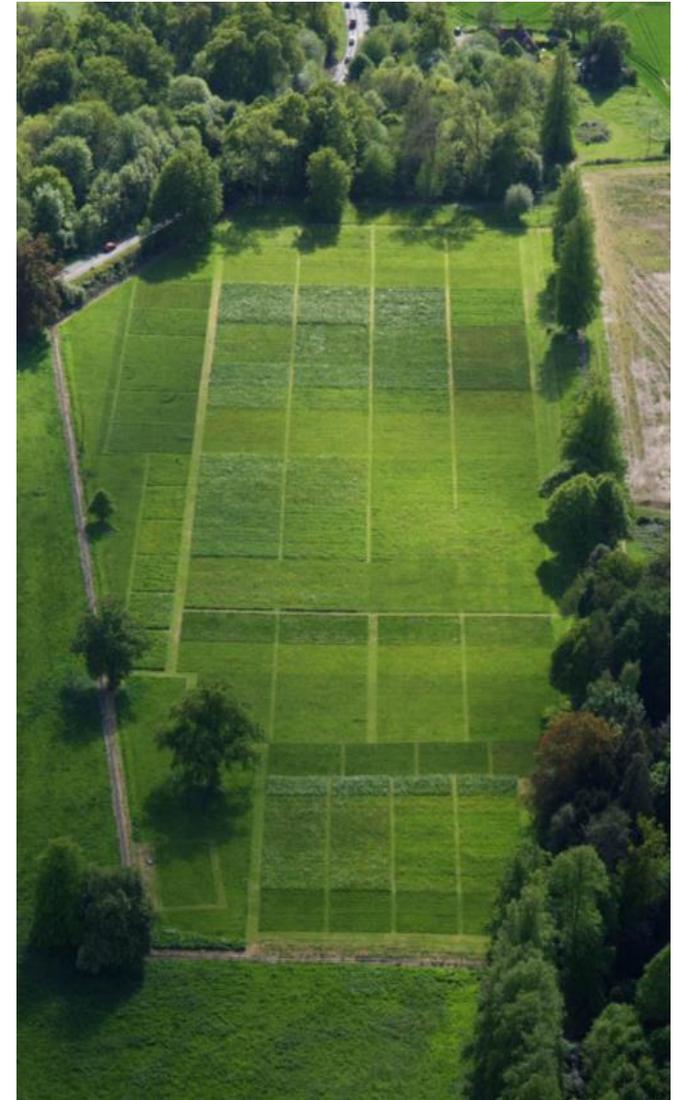
Humussteigerung im Grünland: Düngung



Poepplau *et al.* 2018, AEE

❑ Ist Grünlanddüngung eine Klimaschutzmaßnahme?

Axel Don
Thünen Institut für Agrarklimaschutz

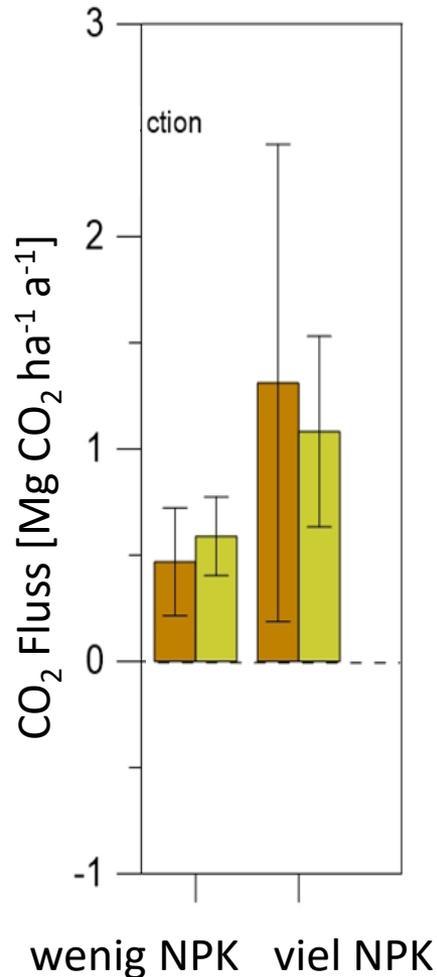


Grünlanddauerversuch

Klimabilanz ist relevant

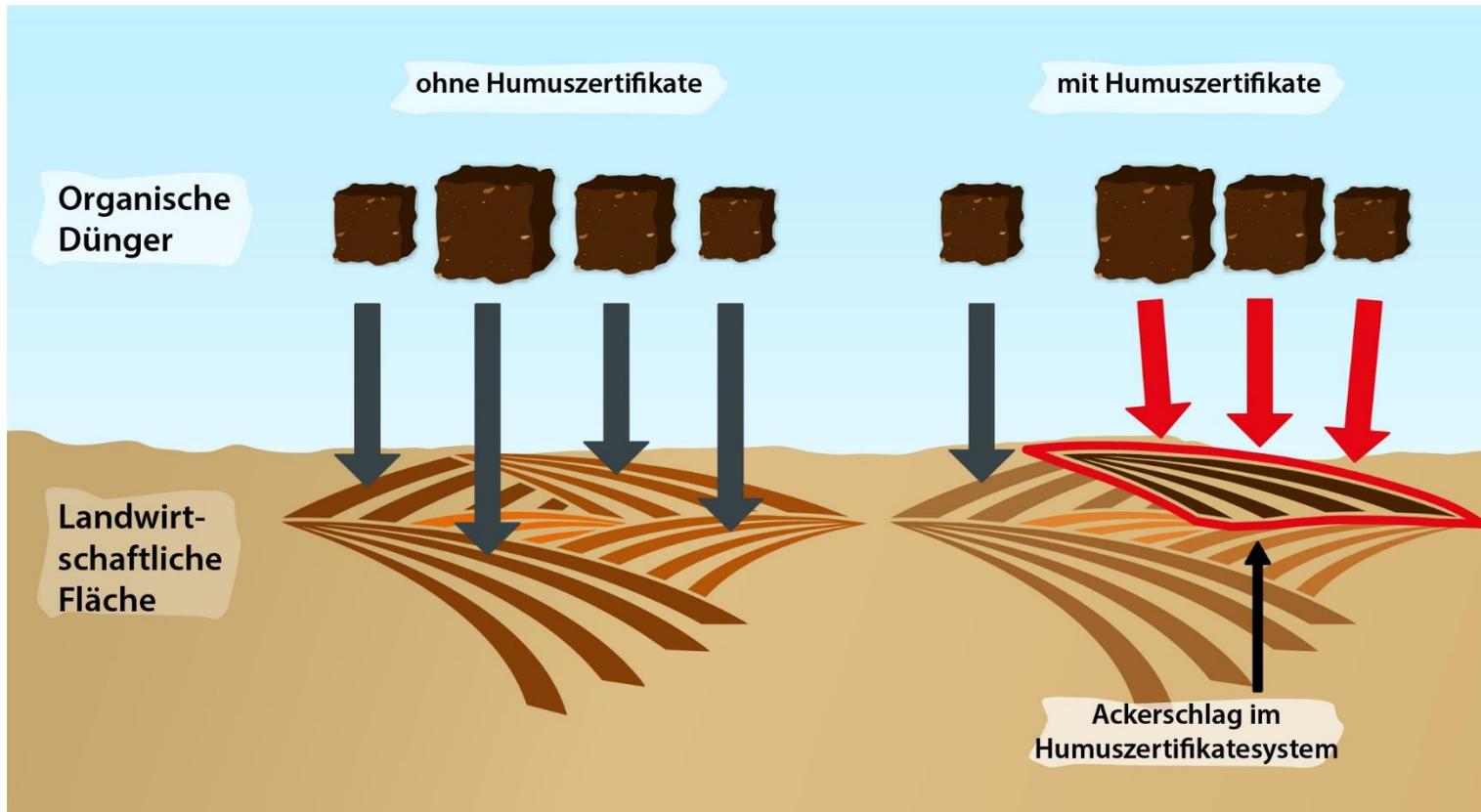
■ C-Sequestrierung

■ Produktion mineralischer Dünger



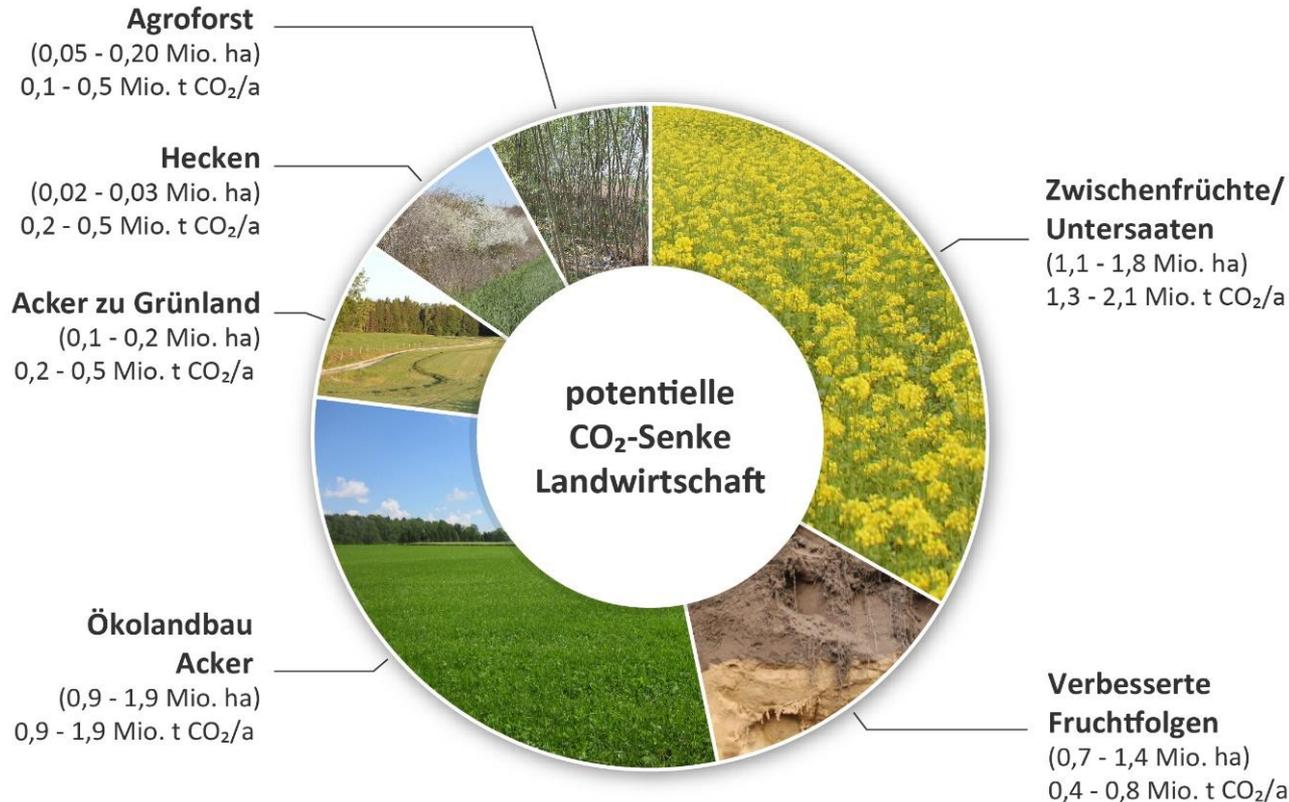
- ❑ C-Sequestrierung durch Humusaufbau wird durch CO₂ Emissionen bei der Düngemittelherstellung kompensiert.
- ❑ Eine gesamte Treibhausgasbilanz (*life cycle assessments*) ist nötig.
- ❑ C Sequestrierung führt nicht immer zu Klimaschutz

Verlagerungseffekte statt Klimaschutz



- Humusaufbau mit organischen Düngern sind „Luftbuchung“
- Organische Dünger sind nicht zur C-Sequestrierung geeignet

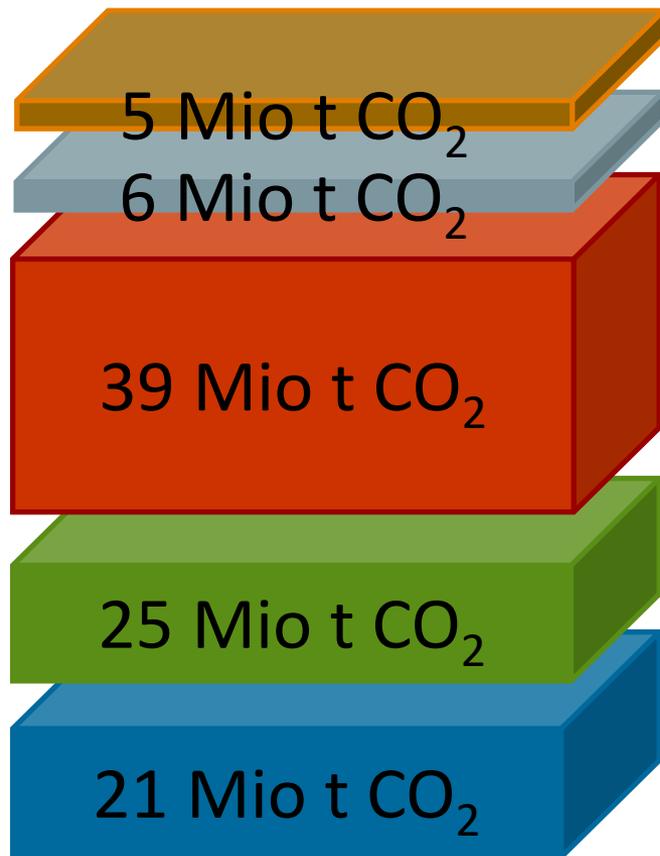
Potential des Humusaufbaus



Don 2022, DLG Mitteilungen
und Wiesmeier et al. 2017

- ❑ Insgesamt ließen sich 3 bis 6 Mio. t CO₂ pro Jahr in Deutschland kompensieren, wenn alle Maßnahmen umgesetzt würden.
- ❑ 30% Ökolandbau führt zu Humusaufbau von bis zu 2 Mio. t CO_{2eq}/a

Treibhausgasemissionen Landwirtschaft in D



Düngemittelherstellung (CO₂)

Energie/Treibstoffe (CO₂)

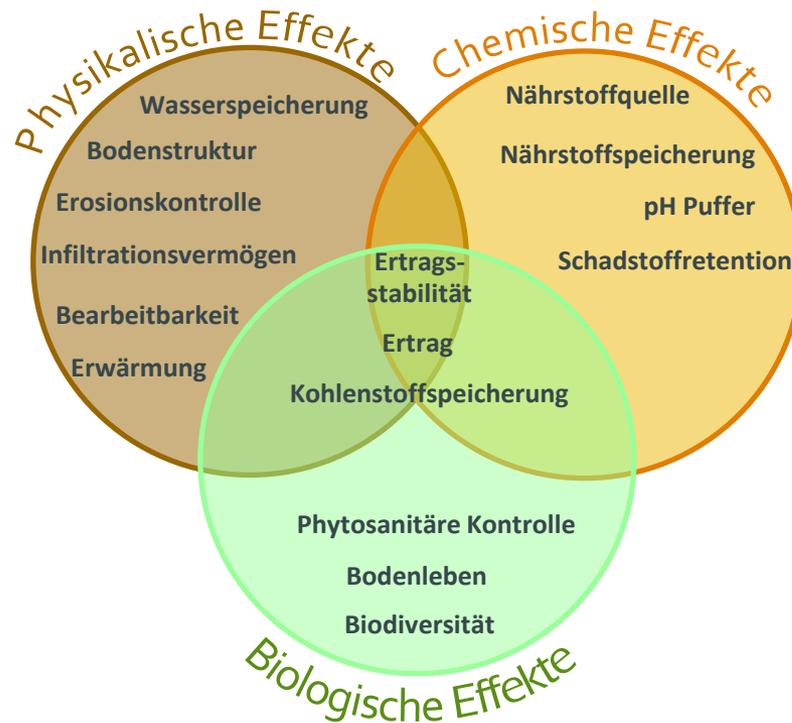
Moornutzung (CO₂)

Wiederkäuer (CH₄)

Düngung (N₂O, CH₄)

□ **Summe: 106 Mio t CO₂eq (14% der deutschen Treibhausgasemissionen)**

Humusaufbau ist mehr als Klimaschutz



- ❑ Humus ist der zentrale Indikator für **Bodenfruchtbarkeit und Bodengesundheit**
- ❑ Klimaschutzeffekt ist Nebenprodukt.



Hecken in der Agrarlandschaft

- ❑ C-Speicherung in Hecken pro Hektar
 - im Vergleich zu Acker: 104 ± 42 t C/ha (**385 t CO₂/ha**)
 - Im Vergleich zu Grünland 81 ± 40 t C/ha (**297 t CO₂/ha**)

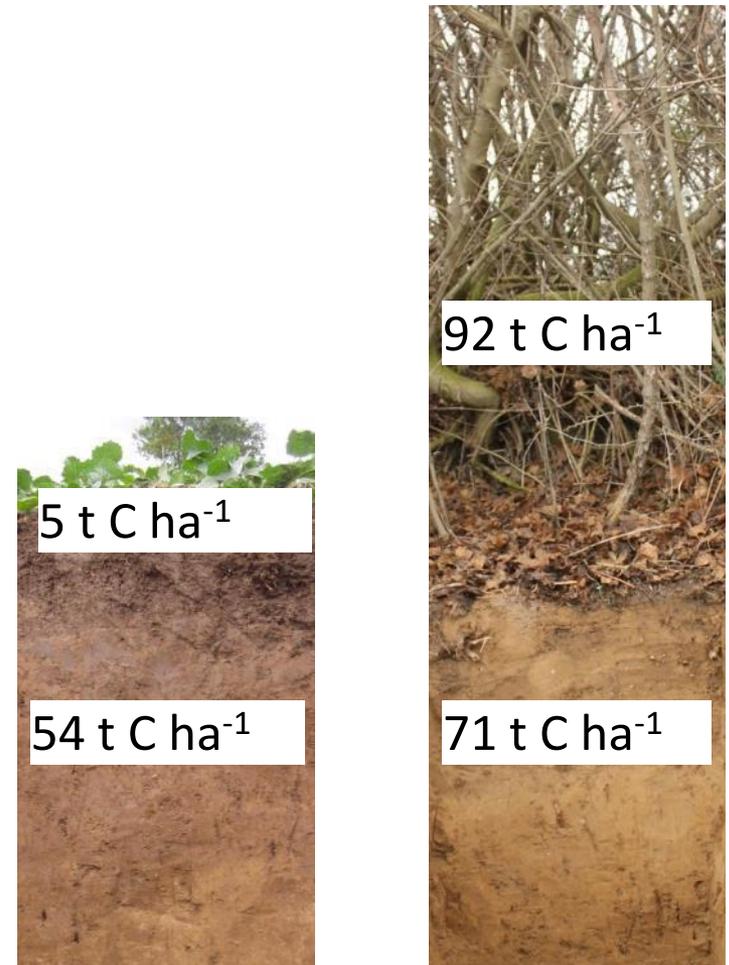
(Drexler und Don, 2021)

- ❑ 83% der zusätzlichen C-Speicherung in Biomasse und 17 % in Humus.

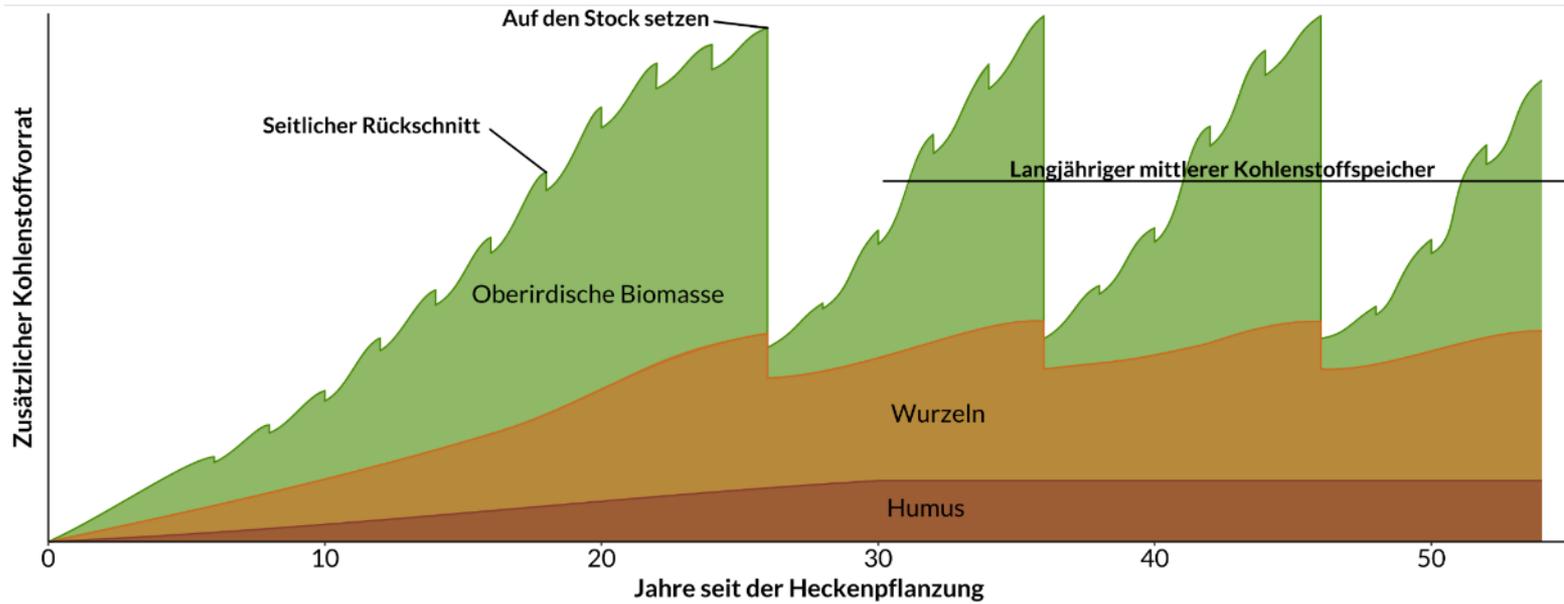


Axel Don
Thünen Institut für Agrarklimaschutz

Acker vs. Hecke



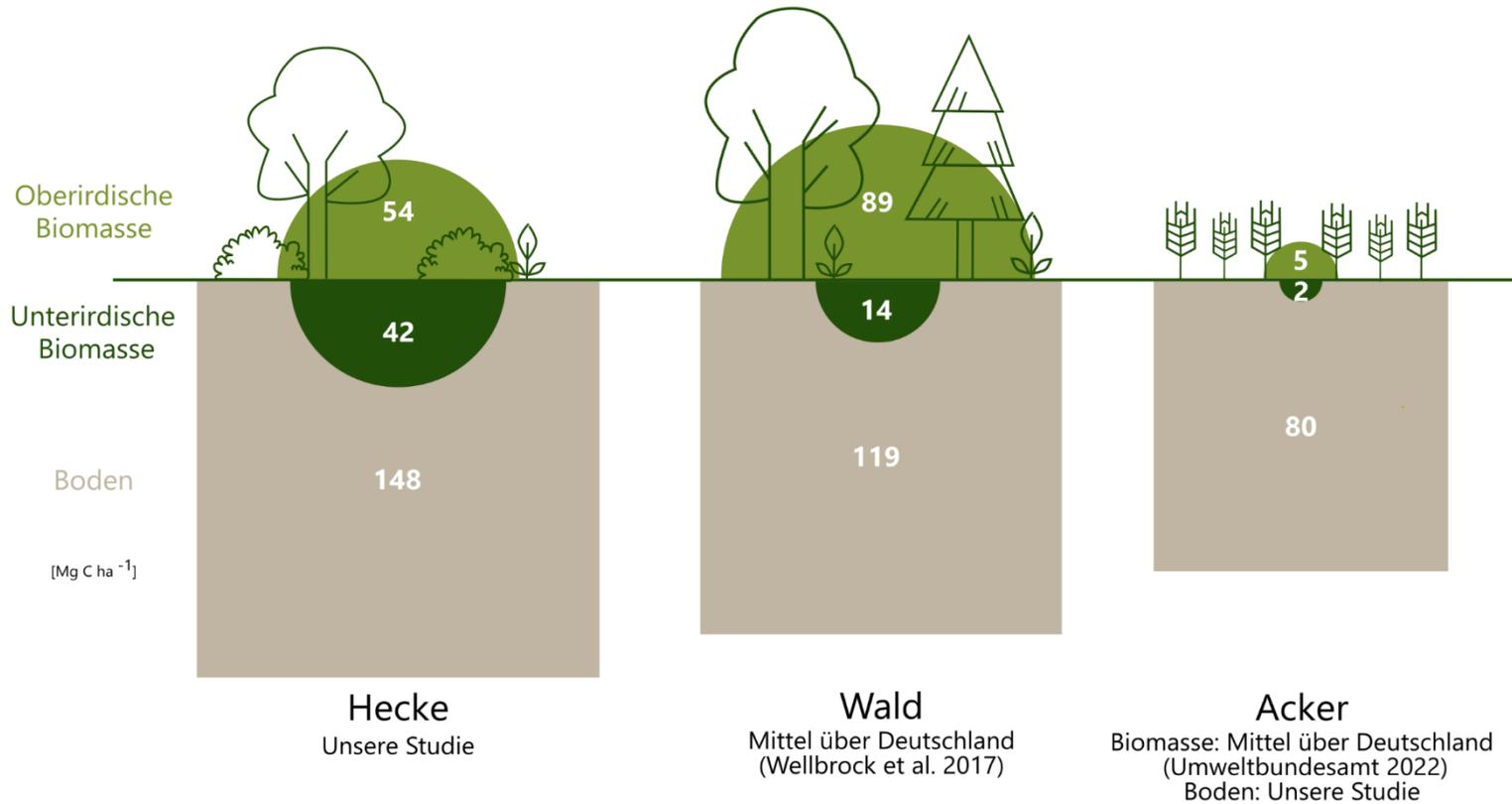
C-Bilanzierung Hecken/Agroforst



Drexler und Don, 2021, Reg. Envi. Chan.

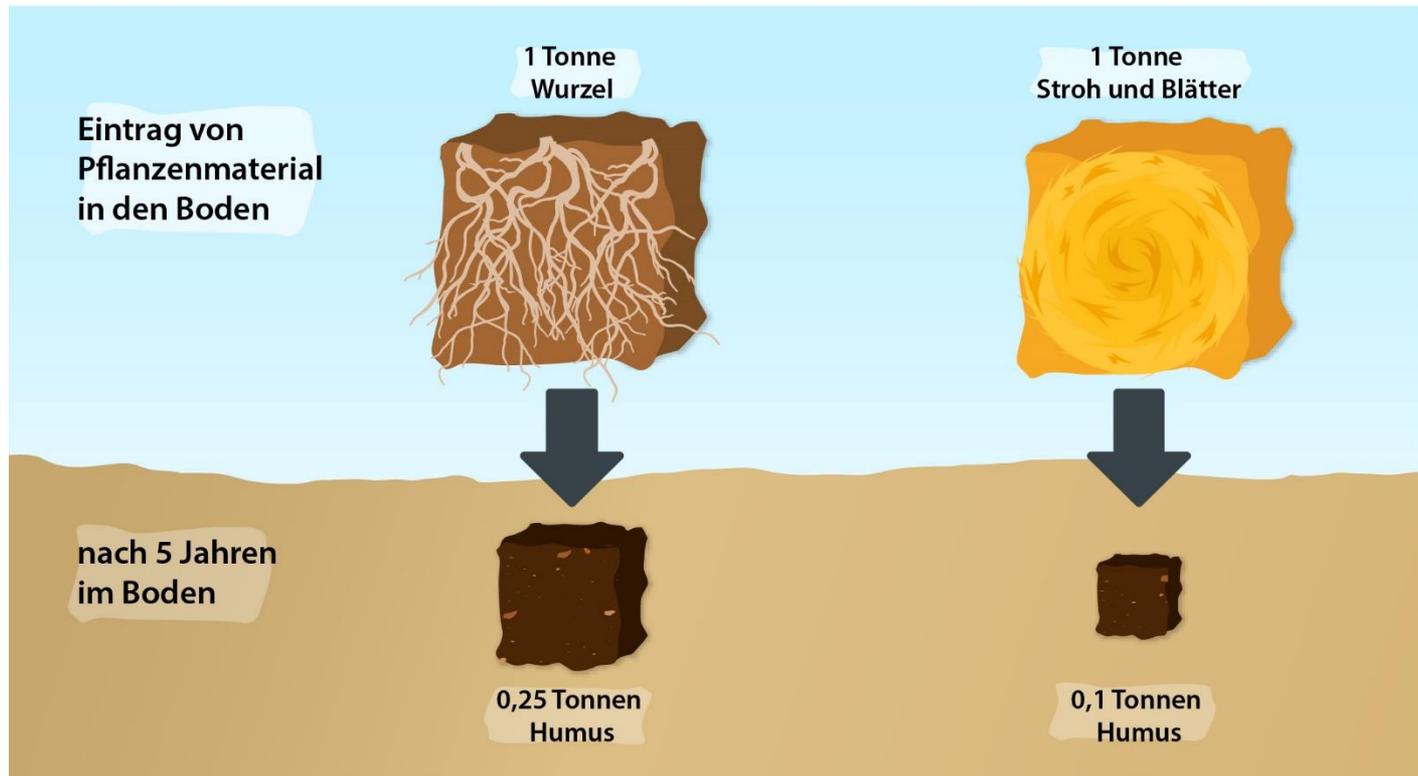
- ✓ C-Sequestrierung **kaum reversibel** weil Hecken geschützt sind
- ✓ **Wenig Verlagerungseffekte** weil benötigte Fläche gering/keine Düngung
- ✓ **Viele positive Synergien**: Biodiversität, Erosionsschutz, Klimaanpassung
- ✓ **ABER**: Keine kontinuierliche C-Senke sondern nur einmalig (ca. 30 Jahre)

Unterirdische Biomasse als wichtiger C-Pool in Hecken



Drexler et al. im Review

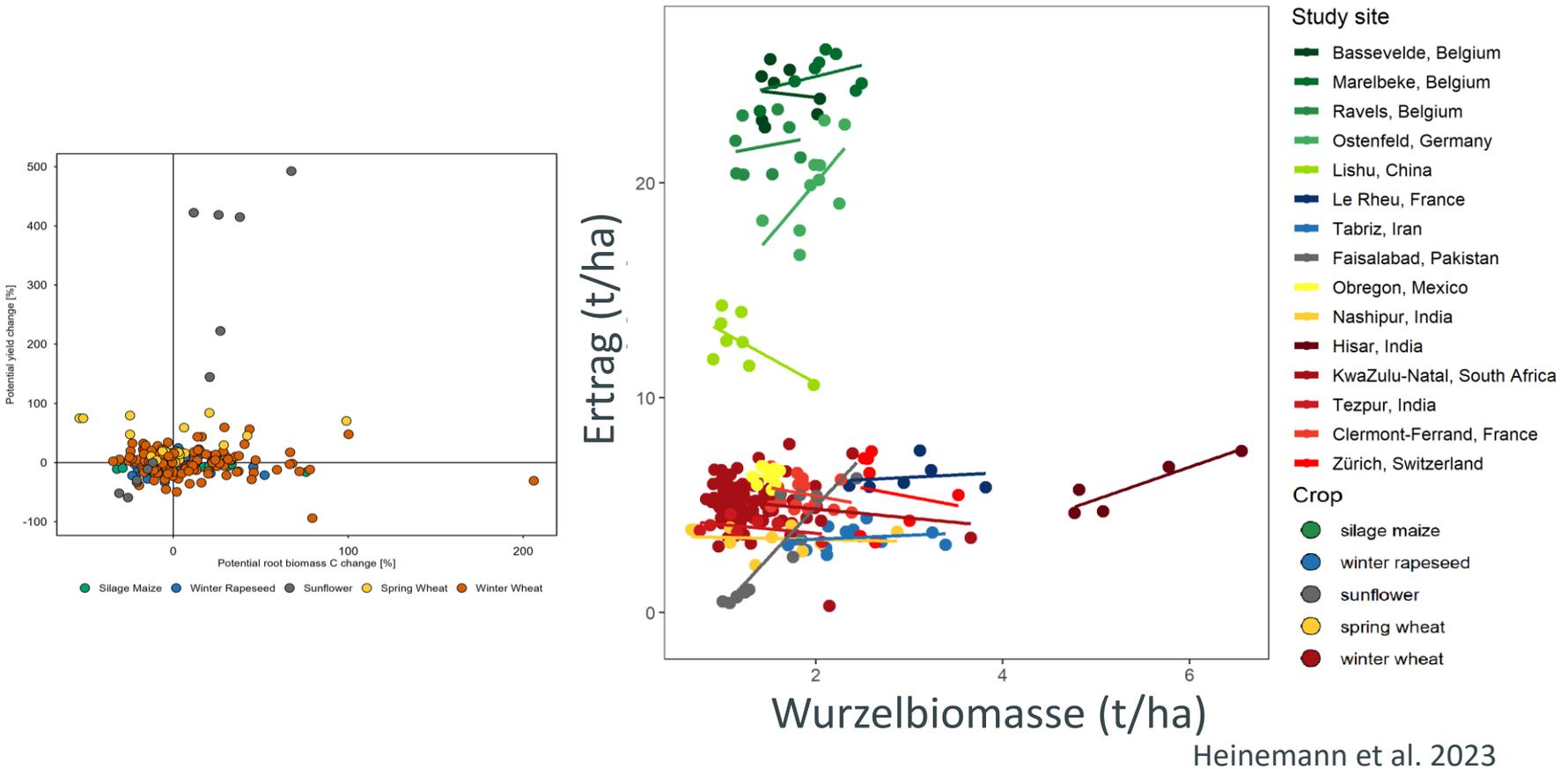
Wurzeln für den Humusaufbau



nach Kätterer et al. 2011

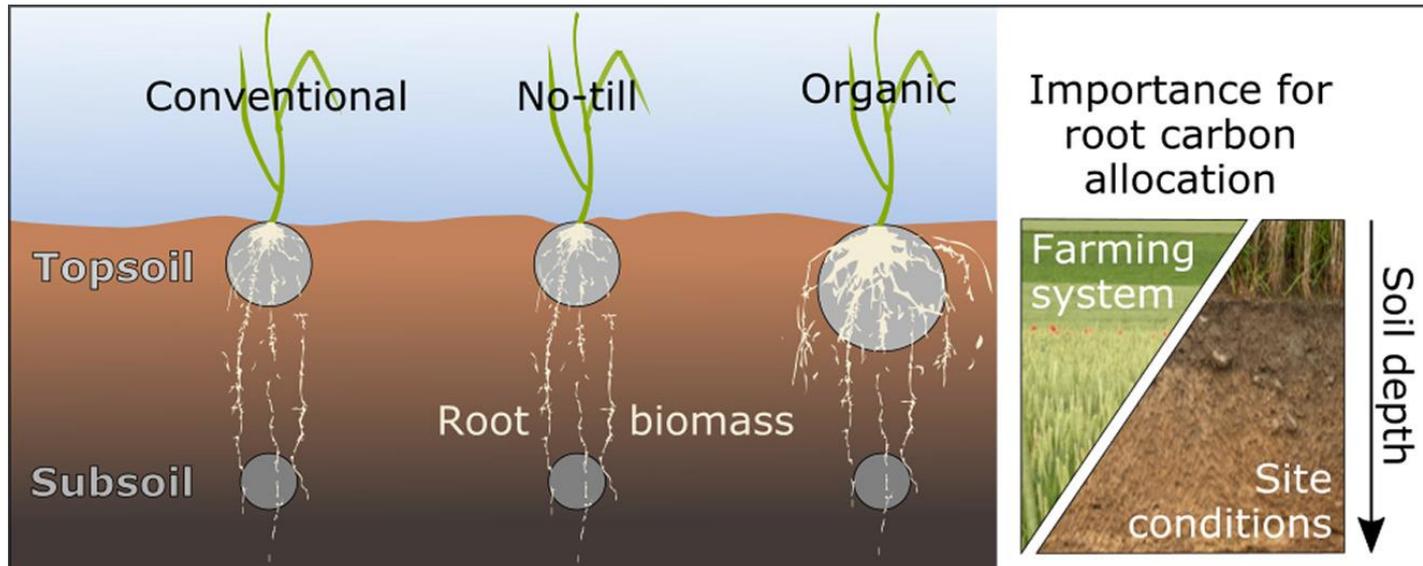
- Kulturen mit mehr und tieferen Wurzeln fördern Humusaufbau

Wurzeln statt Ertrag?



☐ Mit richtiger Sortenwahl kann man gleichzeitig **Wurzeln und Ertrag erhöhen**

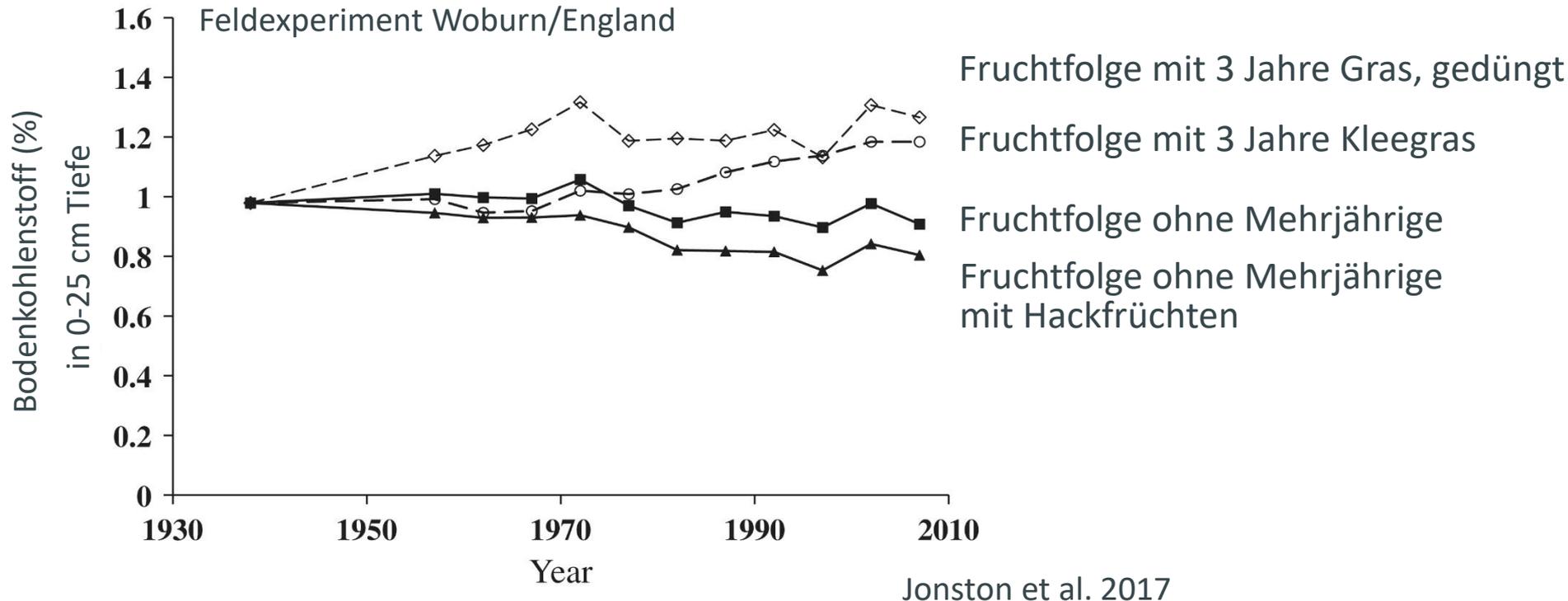
Mehr Wurzeln unter Öko



Hirte et al. 2021, Sci. Total Env.

- ❑ 38% mehr Wurzeln unter Ökolandwirtschaft im Vergleich zu konventioneller Landwirtschaft (Winterweizen)
- ❑ Gleich viele Wurzeln im Unterboden

Mehrjährige Kulturen



- Mehrjährige Kulturen mit Klee gras oder Luzerne sind humusaufbauend
- Teil von Ökolandwirtschaft – im konventionellen Anbau sehr stark zurückgegangen

HumusKlimaNetz

Modell- und Demonstrationsvorhaben

Laufzeit: 2022-2027/2031

Gefördert durch BMEL

Beteiligte: Verbände: DBV & BÖLW

Begleitforschung: Thünen-Institut



- Neue und bewährte Maßnahmen umsetzen, Hindernisse identifizieren



- Voneinander lernen, Erfahrungsaustausch



- Hofführungen und Feldtage
- Öffentlichkeitsarbeit und
- Wissenstransfer

Axel Don

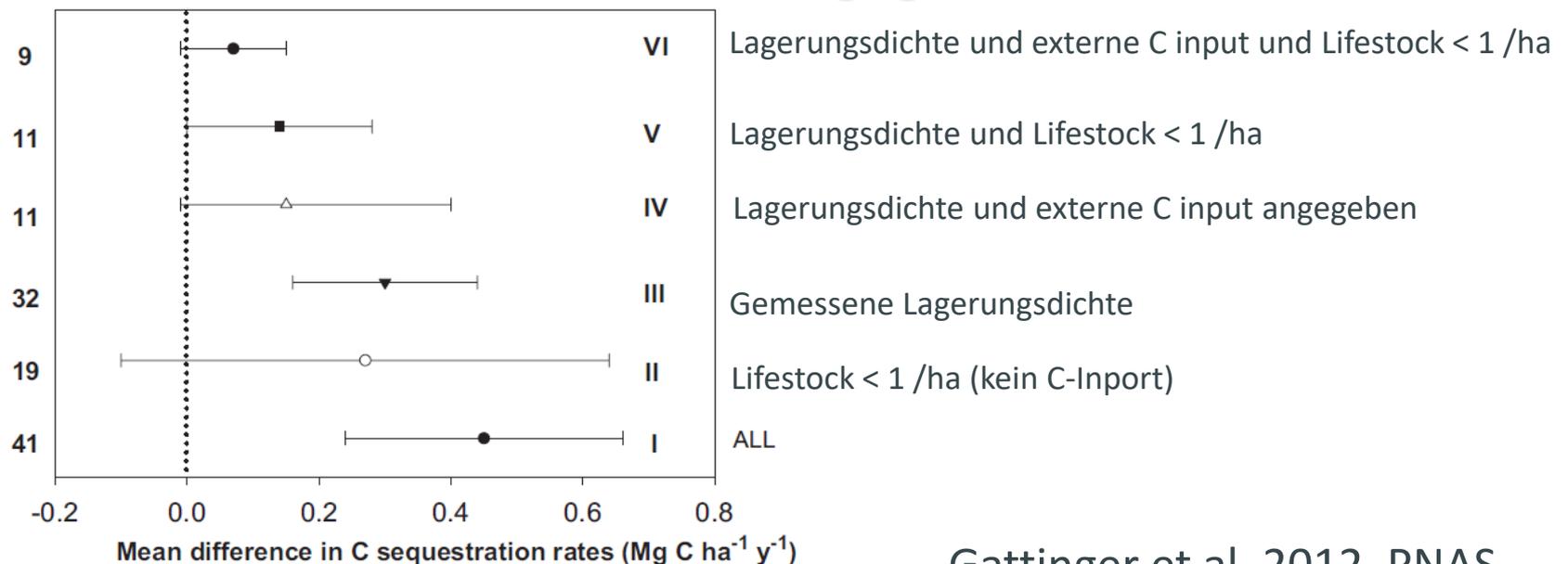
Thünen Institut für Agrarklimaschutz



150 Ackerbaubetriebe

Systemvergleich öko vs. konventionell

Dauerfeldversuche Vergleich öko-konventionell

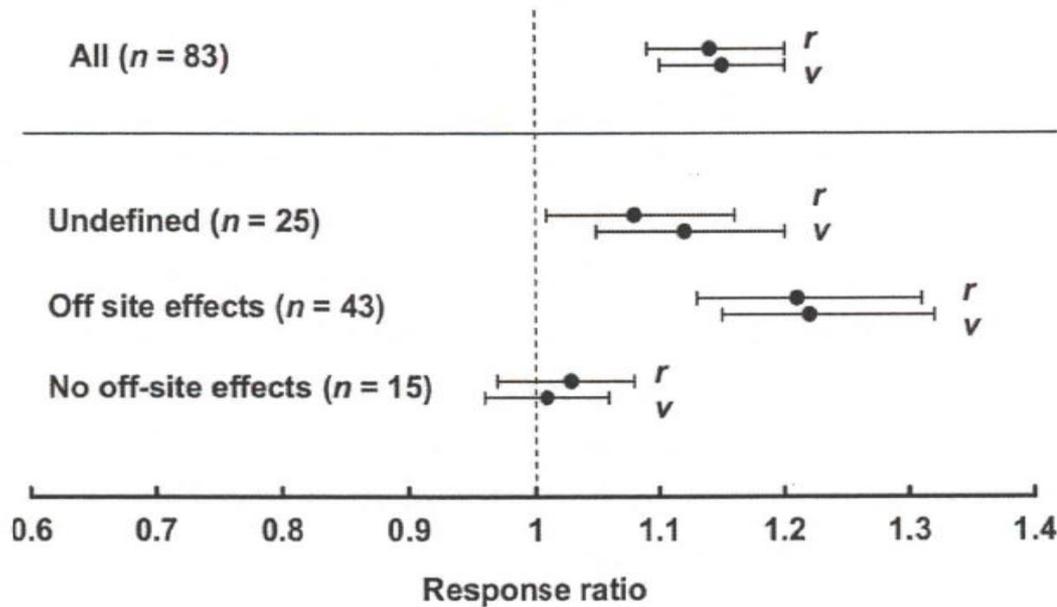


Gattinger et al. 2012, PNAS

□ 2,2 t C/ha mehr unter Ökoanbau (= ca. 3% mehr Humus)

□ 1 t mehr C-Eintrag in Öko-Felder im Vergleich zu konv. durch org. Düngung

Ohne C-Transfer ist Ökolandbau nicht humusaufbauend



PUBLISHING

RESEARCH PAPER
https://doi.org/10.1071/SR21098

SOIL RESEARCH

Organic farming does not increase soil organic carbon compared to conventional farming if there is no carbon transfer from other agroecosystems. A meta-analysis

Roberto Alvarez^{1,2*}

*Correspondence to:
Roberto Alvarez
Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires-CONICET, Av. San Martín 4453 (1417), Buenos Aires, Argentina
Email: ralvarez@agro.uba.ar

Handling Editor:
María Cayula

ABSTRACT

Context. Organic farming is based on the non-use of synthetic fertilisers and pesticides. Nitrogen inputs are derived from symbiotic fixation and organic fertilisers, which also contribute carbon to the agroecosystem. Soil organic carbon (SOC) generally increases in organically managed soils, but it is unclear whether the increase is due to carbon transfer from off-site or can be achieved without carbon transfer from other production systems. **Aims.** This study aims to determine how carbon transfer is achieved to increase SOC under organic farming systems. **Methods.** A meta-analysis was conducted to answer this question using articles published in peer-reviewed journals in which the results of randomised and replicated experiments were available. Data were collected from 66 experiments that generated 83 direct comparisons of organic vs conventional management. The data were divided into three groups: no carbon transfer between agroecosystems (no off-site effects, $n = 15$), with carbon transfer (off-site effects, $n = 43$), and undefined carbon management ($n = 25$). The response ratio was used as the effect size and the 95% confidence interval was calculated. **Key results.** In experiments with no off-site effects, SOC did not differ between organic and conventional systems. In contrast, in experiments where manure transfer

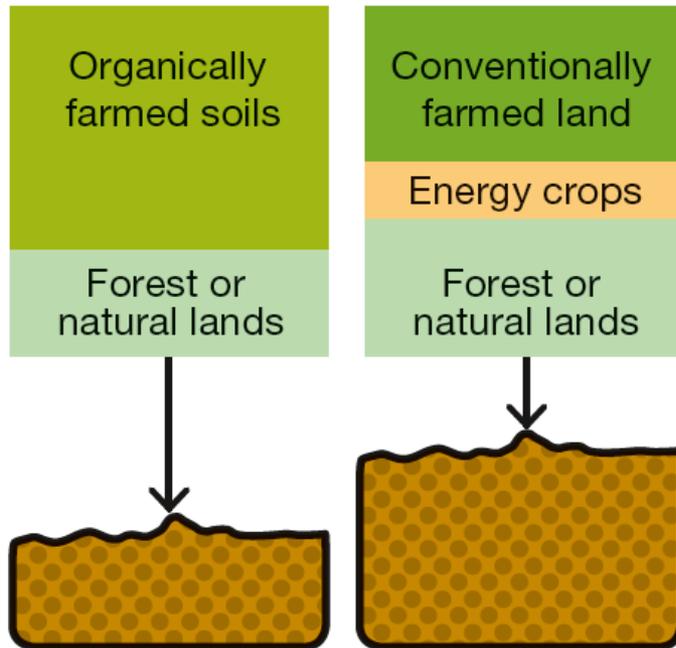
Alvarez 2021, Soil research

Rotation	Manure treatment	Data pairs	Organic		Conventional	
			Mean (t C ha ⁻¹)	s.e.	Mean (t C ha ⁻¹)	s.e.
Grain crops/vegetables/cotton	No off-site effects	7	45.2	8.4	44.6	8.4
	Off-site effects	32	44.3	3.6	38.6	3.5
	Undefined	11	52.1	9.6	47.0	9.6

Axel Don
Thünen Institut für Agrarklimaschutz



Flächenbedarf und indirekte Landnutzungsänderungen

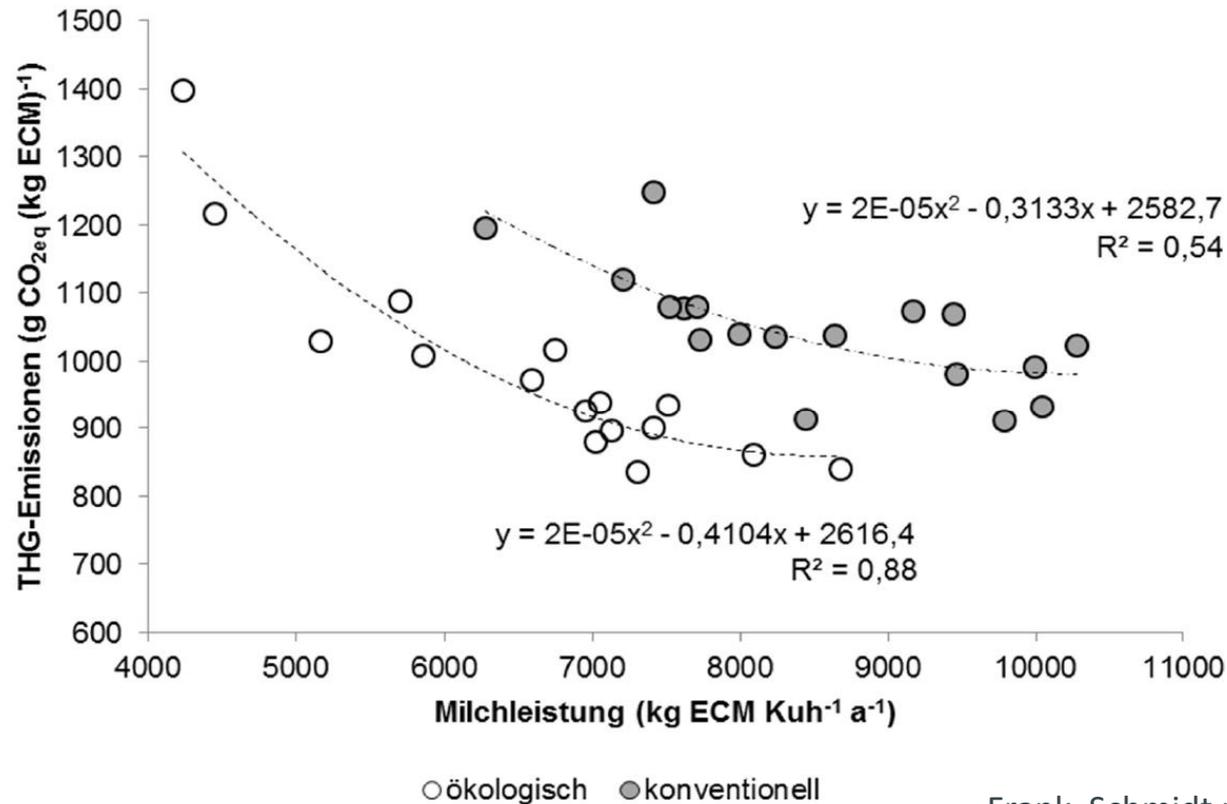


Total volume of humus in various types of land use

Kirschmann et al. 2016, „Dreams of Organic Farming“

- ❑ Weniger Flächenverbrauch lässt mehr Platz für natürliche Ökosysteme mit hohem C-Speicher

Große Variabilität der produktbezogenen Emissionen



Frank, Schmidt und Hülsergen 2014

- ❑ Nicht das Anbausystem, sondern das wie beeinflusst die produktbezogenen Treibhausemissionen

Schlussfolgerungen

- ❑ Humusaufbau für den Klimaschutz – eine gesamtbetriebliche/globale THG-Bilanz ist nötig
- ❑ Ziel und Aufgabe der LW: Klimaschutz durch Reduktion des CO₂-Fußabdrucks landwirtschaftlicher Produkte
- ❑ **Humusaufbau kann helfen die Klimaschutzziele zu erreichen.**
- ❑ Humusaufbau ist win-win-win für Klimaschutz, Klimaanpassung und nachhaltige Verbesserung und Stabilisierung von Böden.
- ❑ Beide Anbausysteme – öko und konventionell - haben erhebliches Entwicklungspotential!



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

axel.don@thuenen.de

www.thuenen.de/de/ak/

Thünen-Institut für Agrarklimaschutz

