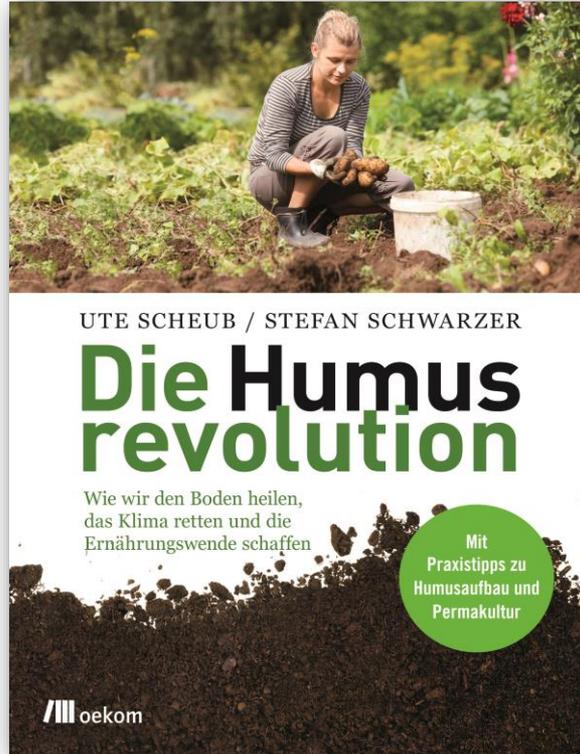


Festlegung von Bodenkohlenstoff in Agroforstsystemen

PD Dr. Martin Wiesmeier

Institut für Ökologischen Landbau,
Bodenkultur und Ressourcenschutz
Arbeitsgruppe Humushaushalt und Umwelt-Mikrobiologie

Humusaufbau im Brennpunkt

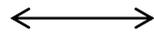


Humushaushalt

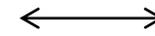
Eintrag organischer Substanz

Bestandsabfall,
Ernterückstände,
Stroh, Wurzeln,
Rhizodeposition

org.
Dünger

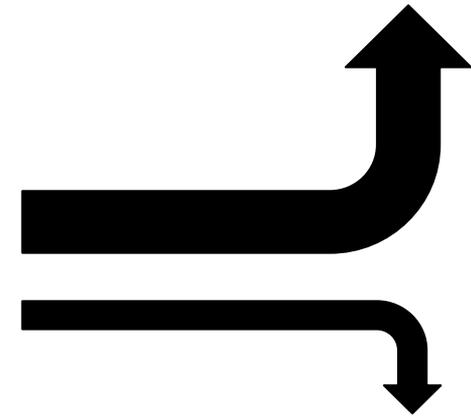


Fließgleichgewicht



Abbau organischer Substanz

mikrobieller Abbau

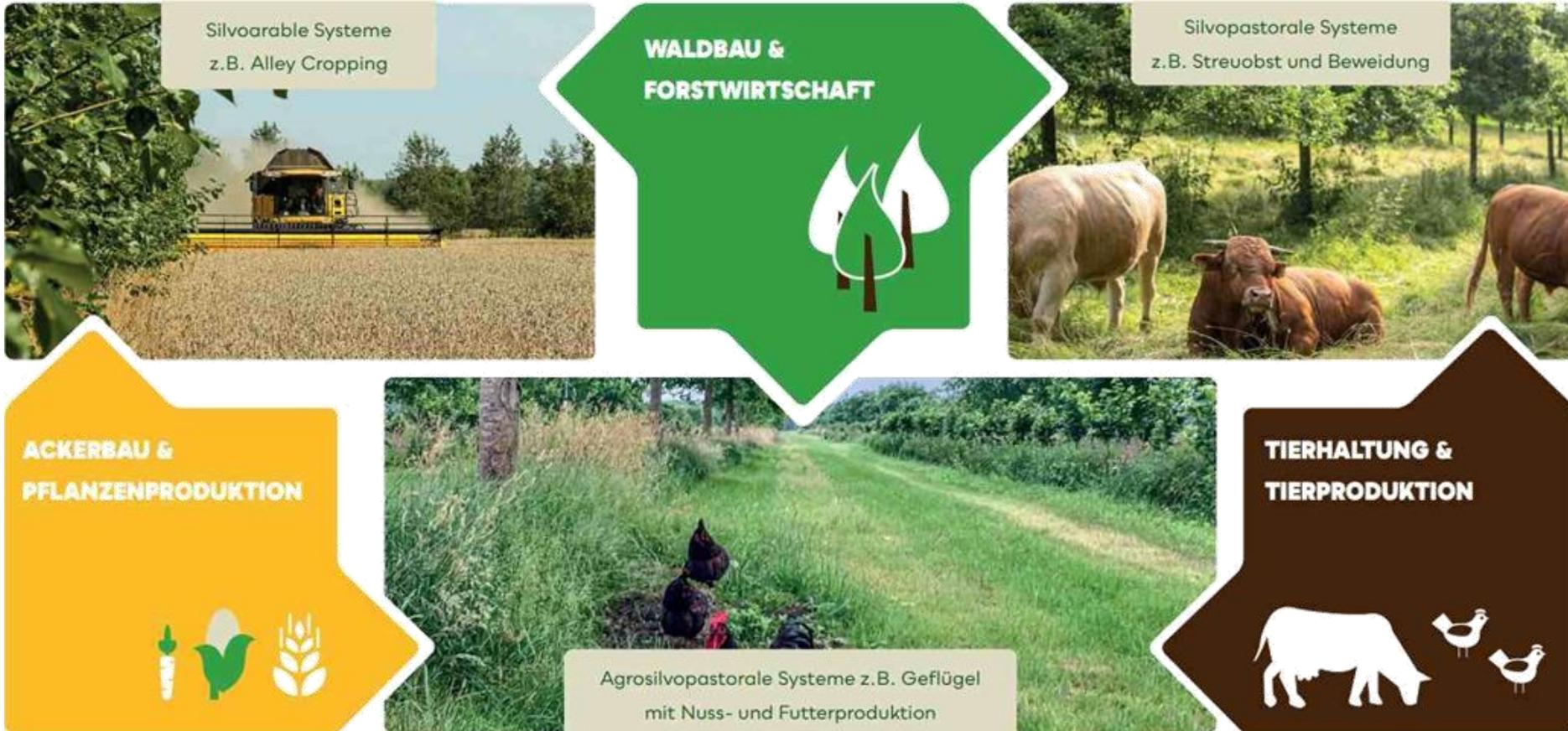


Erosion,
Auswaschung

Maßnahmen zum Humusaufbau/C-Sequestrierung

- Organische Dünger
- Futter- und Körnerleguminosen
- Zwischenfrüchte
- Mischkultursysteme/Untersaaten
- Dauerkulturen/tiefwurzelnde Kulturen
- Ökolandbau
- Landnutzungswechsel zu Grünland
- Grünlandmanagement (?)
- Blühstreifen (?)
- Pflanzenkohle (?)
- Unterbodenmanagement („Carbon farming-Pflug“) (?)
- Agroforst-Systeme (?)**

Agroforstsysteme: Typen



- Große Vielfalt an Agroforstsystemen, in temperierten Regionen vor allem Alley Cropping, Hecken und silvopastorale Systeme (z.B. Streuobst)

Vorteilswirkungen Agroforstsysteme

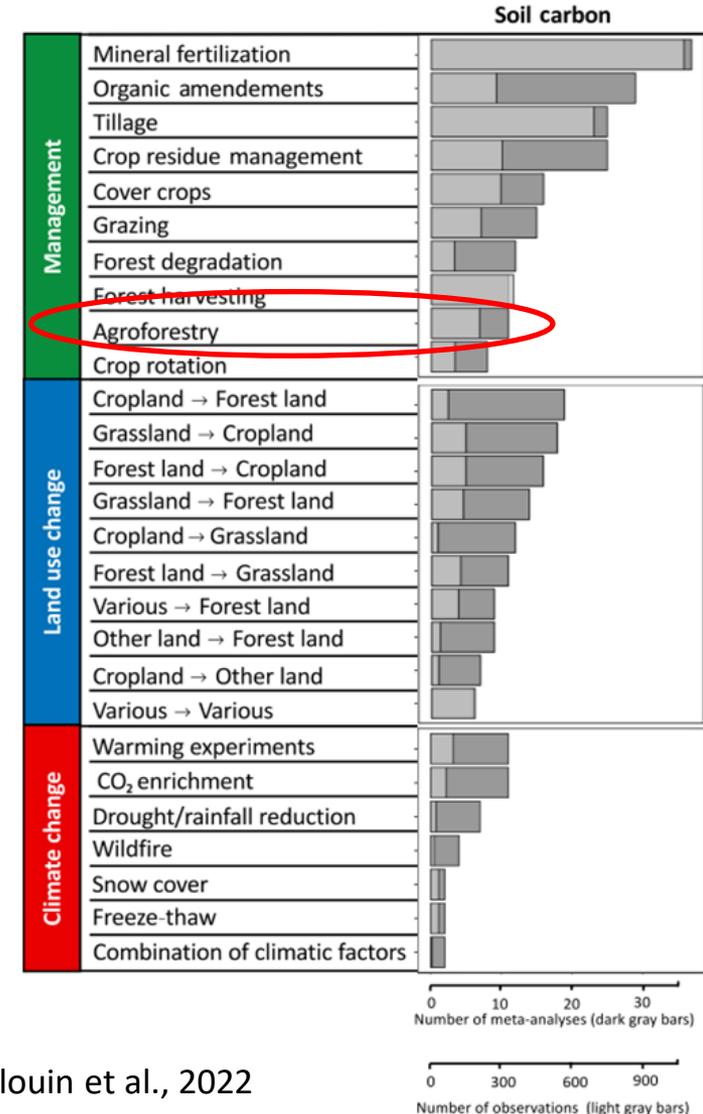
Zahlreiche ökologische, ökonomische und soziale Vorteile von Agroforstsystemen:

- Beitrag zum Klimaschutz (Mikroklima, C-Bindung)
- Erosionsminderung
- Verbesserter Nährstoff- und Wasserhaushalt
- Erhöhte Habitat- und Artenvielfalt
- Mehr Tierwohl in der Nutztierhaltung
- Vielfältigere Produktpalette
- Einkommensdiversifizierung
- Landschaftsästhetik
- Erhalt der Kulturlandschaft
- Kooperation verschiedenster Akteure

...win³-Systeme!

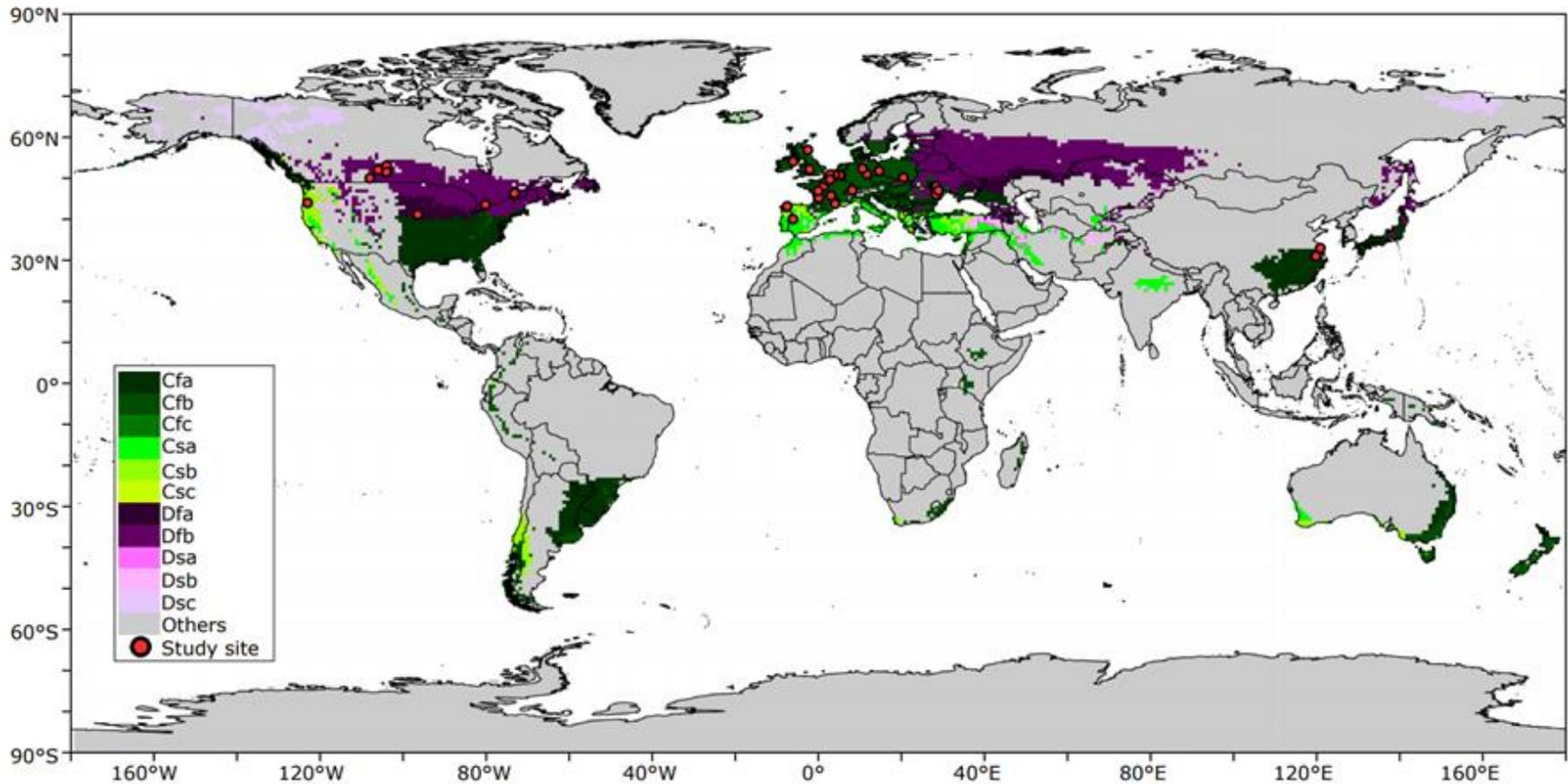
Agroforstsysteme: Studien zu C-Sequestrierung

- Im Vergleich zu anderen Maßnahmen zur C-Sequestrierung Agroforstsysteme bislang schlecht untersucht, Fokus auf subtropische/tropische Regionen
- Viele neue Meta-Analysen in den letzten Jahren:
 - Kim et al., 2016
 - Cardinael et al., 2018
 - Chatterjee et al., 2018
 - De Stefano and Jacobson, 2018
 - Feliciano et al., 2018
 - Shi et al., 2018
 - Hübner et al., 2021



Beillouin et al., 2022

Studie C-Sequestrierung temperierte Agroforstsysteme



- 20 Studien mit 61 Beobachtungen (41 Europa, 17 Nordamerika, 2 Asien; 25 Alley cropping, 26 Hecken, 10 silvopastorale Systeme)
- Häufigste Baumarten: Populus (18), Juglans (n = 6)

Methodik

- Große Variation der Beprobungstiefe (15-150 cm), nur für 26 Beobachtungen Daten für Unterböden >30 cm
- Lineare Interpolation der C-Daten auf zwei Tiefenstufen: 0-20 cm, 20-40 cm
- Insgesamt 61 Beobachtungen für 0-20 cm, 26 Beobachtungen für 20-40 cm

Agriculture, Ecosystems and Environment 323 (2022) 107689



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Agriculture, Ecosystems and Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/agee



Soil organic carbon sequestration in temperate agroforestry systems – A meta-analysis



Stefanie Mayer^{a,*}, Martin Wiesmeier^{a,b}, Eva Sakamoto^a, Rico Hübner^c, Rémi Cardinael^{d,e,f}, Anna Kühnel^b, Ingrid Kögel-Knabner^{a,g}

^a Chair of Soil Sciences, TUM School of Life Sciences, Technical University of Munich, Freising, Germany

^b Bavarian State Research Center for Agriculture, Institute for Organic Farming, Soil and Resource Management, Freising, Germany

^c Chair for Strategic Landscape Planning and Management, TUM School of Life Sciences, Technical University of Munich, Freising, Germany

^d AIDA, University of Montpellier, CIRAD, Montpellier, France

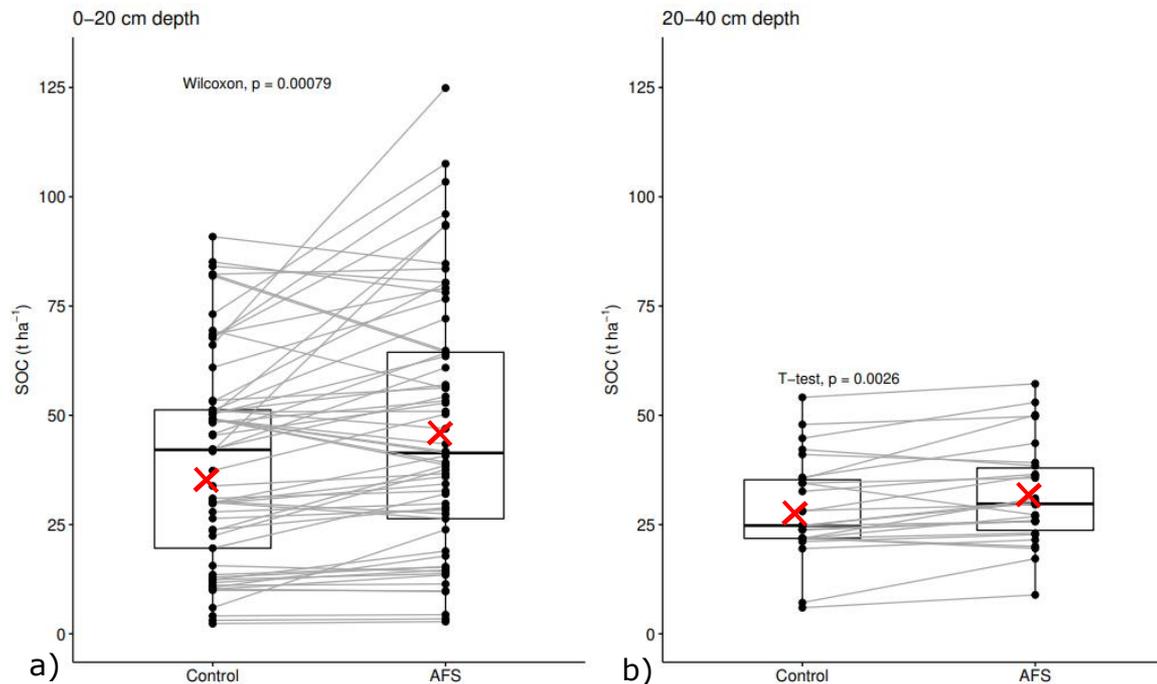
^e CIRAD, UPR AIDA, Harare, Zimbabwe

^f Department of Plant Production Sciences and Technologies, University of Zimbabwe, Harare, Zimbabwe

^g Institute for Advanced Study, Technical University of Munich, Garching, Germany

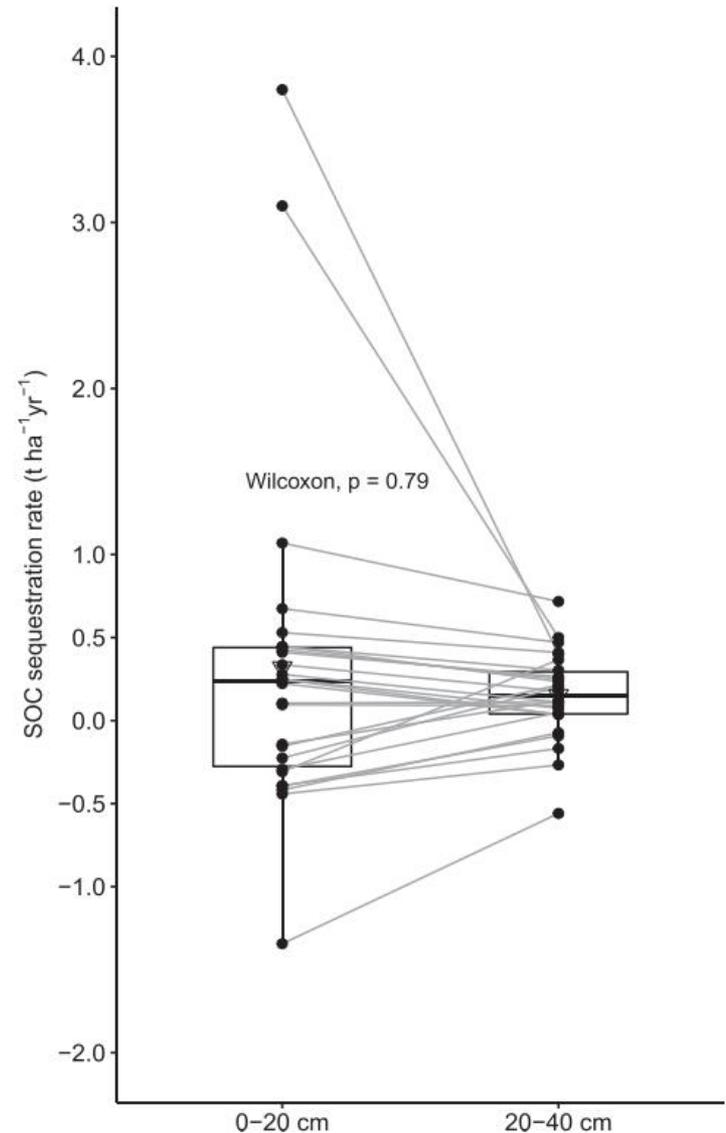
Corg-Vorräte

- In 0-20 cm 72 % der Flächen höhere Corg-Vorräte unter AFS im Vergleich zur Kontrolle; in 20-40 cm 81%
- Im Mittel in 0-20 cm sig. höhere Corg-Vorräte unter AFS ($47,1 \text{ t ha}^{-1}$) im Vergleich zur Kontrolle ($40,1 \text{ t ha}^{-1}$); ebenso in 20-40 cm ($31,7 \text{ t ha}^{-1}$ vs. $28,6 \text{ t ha}^{-1}$)



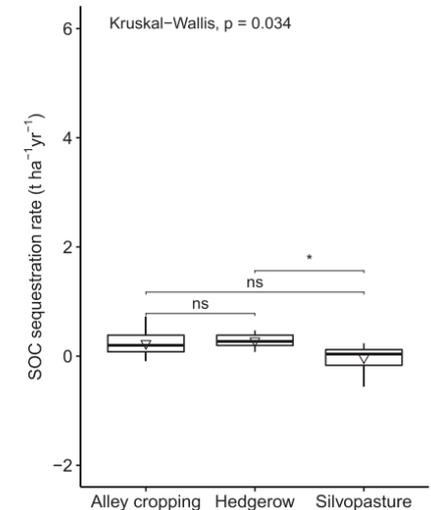
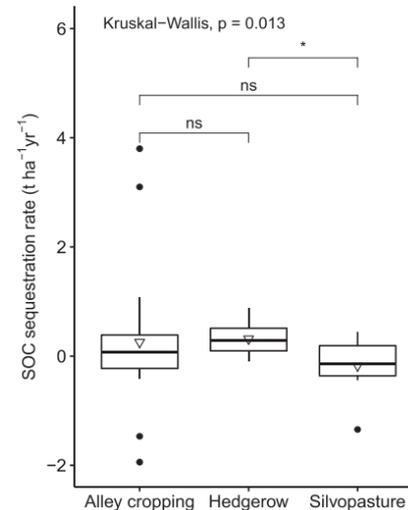
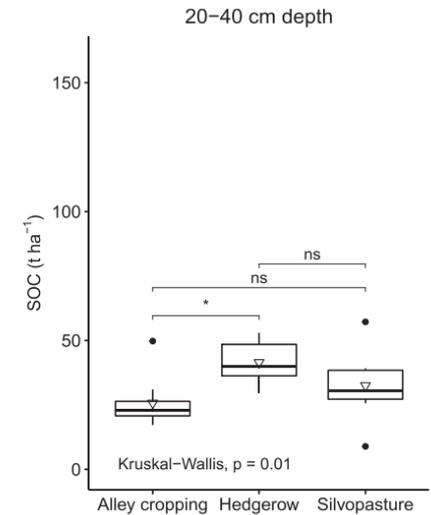
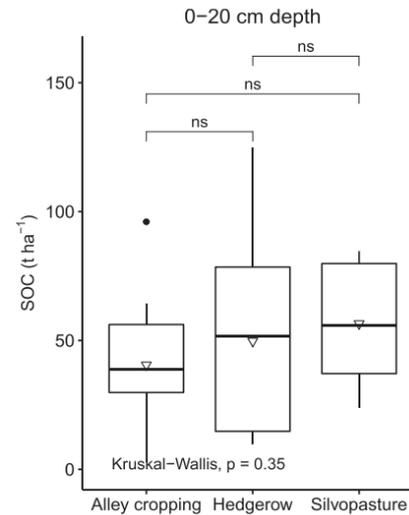
C-Sequestrierungsraten

- Höhere mittlere C-Sequestrierungsrate in 0-20 cm ($0,21 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$) im Vergleich zu 20-40 cm ($0,15 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$), in 0-40 cm $0,36 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$
- 28% der Beobachtungen in 0-20 cm mit negative Raten, in 20-40 cm 19%, möglicherweise störungsbedingt



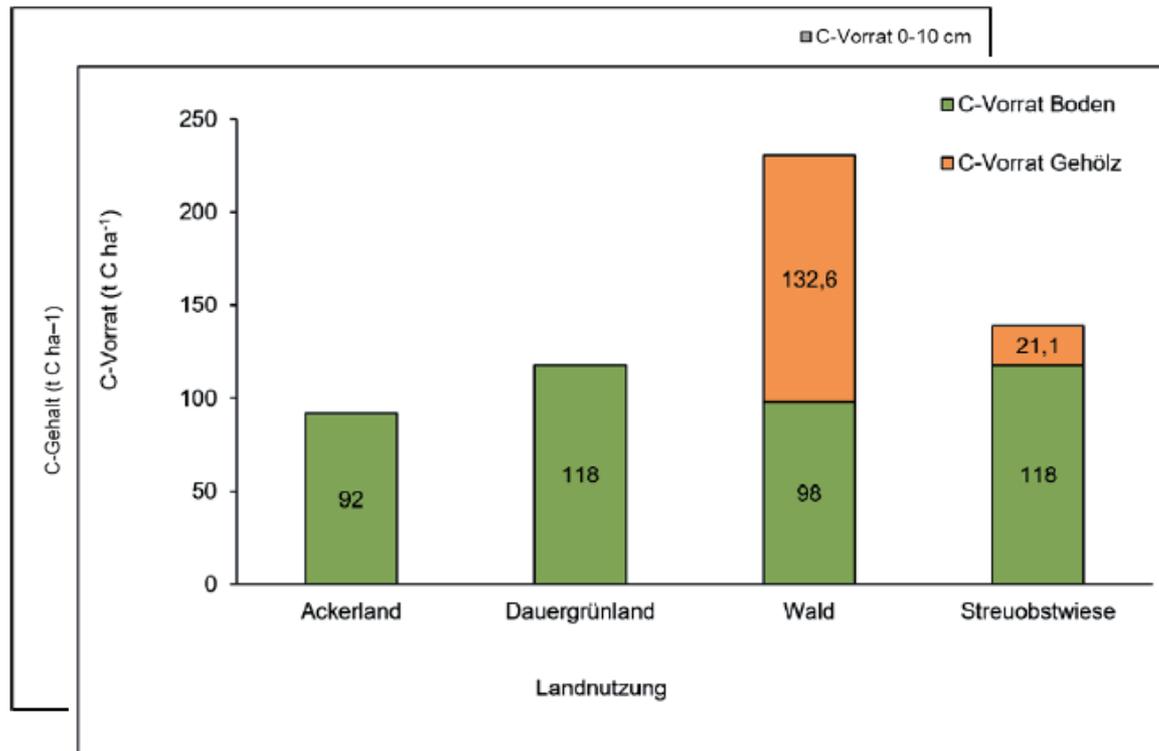
C-Sequestrierungsraten

- Höchste C-Sequestrierungsrate unter Hecken (0,32 und 0,28 t ha⁻¹ a⁻¹ in 0-20 und 20-40 cm), unter Alley Cropping 0,26 und 0,23 t ha⁻¹ a⁻¹
- Unter silvopastoralen Systemen mittlere Rate leicht negativ (-0,17 und -0,03 t ha⁻¹ a⁻¹)



Studie C-Sequestrierung Streuobst

- Keine zusätzliche C-Festlegung in Böden unter Streuobst im Alpenvorland, hohes Corg-Level unter Dauergrünland



Festlegung von Kohlenstoff in Streuobstwiesen des Alpenvorlands



Schriftenreihe

Nummer 01

2022

ISSN 1611-4159

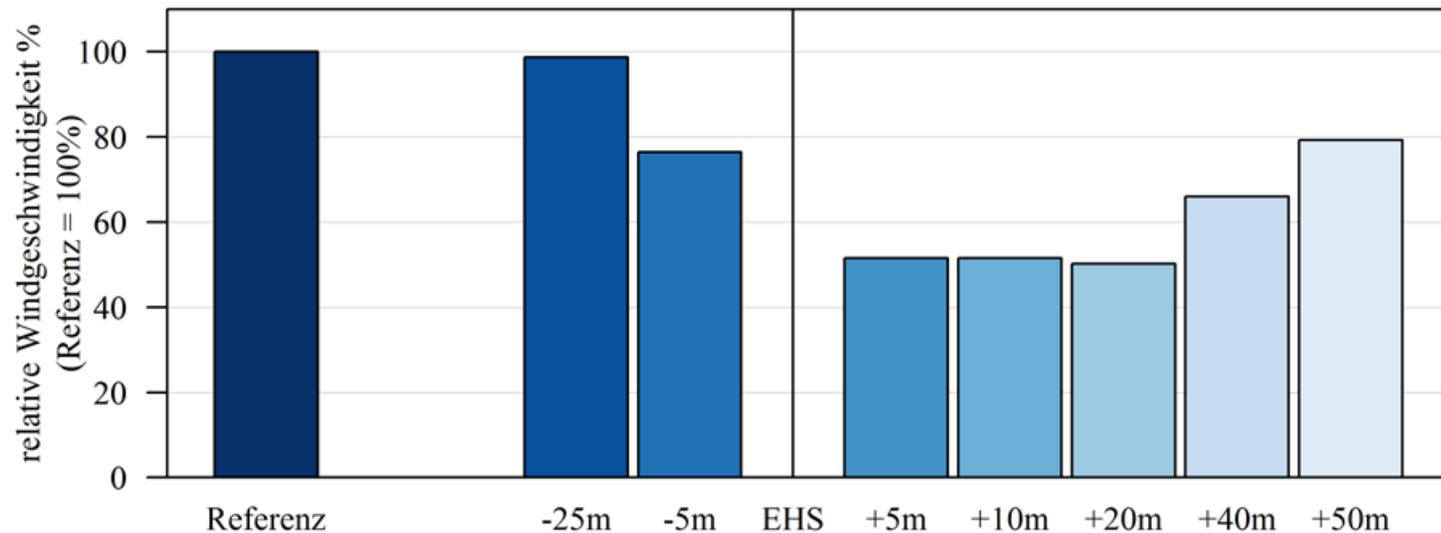
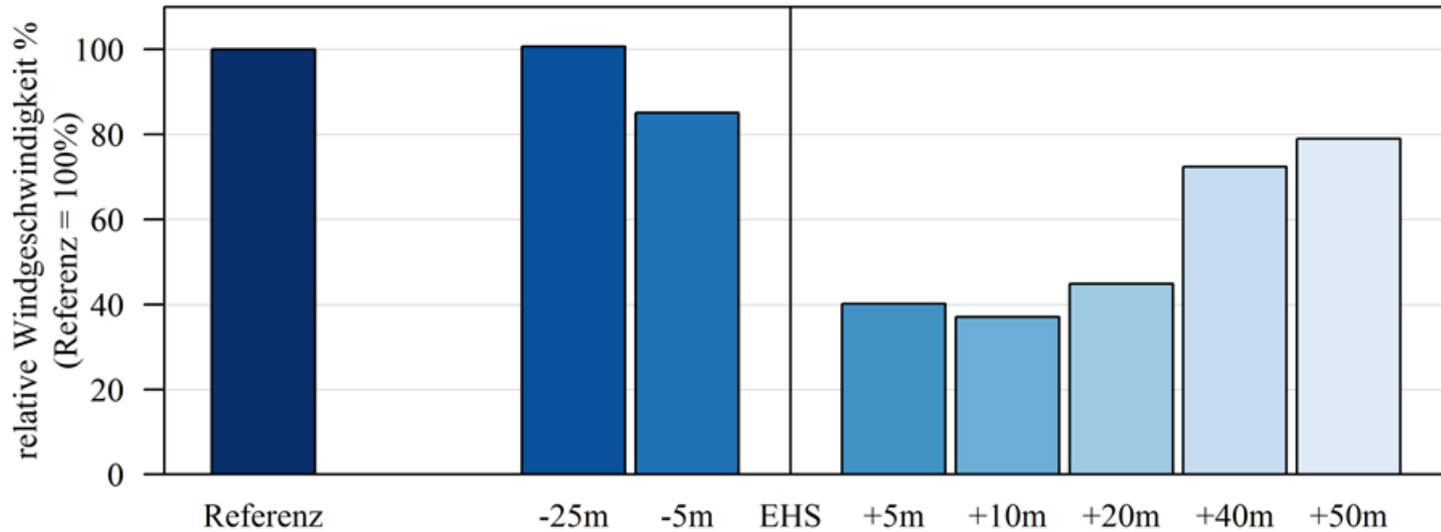
Wiedermann et al., 2022

Mechanismen C-Sequestrierung Agroforstsysteme

Mechanismen der C-Sequestrierung in Böden von Agroforstsystemen:

- C-Eintrag Bäume oberirdisch (Laub, Äste, Schnittgut)
- C-Eintrag Bäume unterirdisch (Wurzeln, Rhizodeposition)
- C-Eintrag Unterwuchs in Baumstreifen
- Verbesserter physikalischer Schutz der org. Substanz aufgrund verbesserter Aggregation
- Verringerter Abbau org. Substanz aufgrund verbessertem Mikroklima (?)
- Verringerter Abbau von org. Substanz mit weitem C/N (v.a. Nadelbäume) (?)
- Deposition von C-reichem erodiertem Oberboden (?)
- Erhöhter C-Eintrag landwirtschaftlicher Kulturen aufgrund mikroklimatisch bedingter erhöhter Produktivität (?)

Agroforstsysteme: Mikroklima

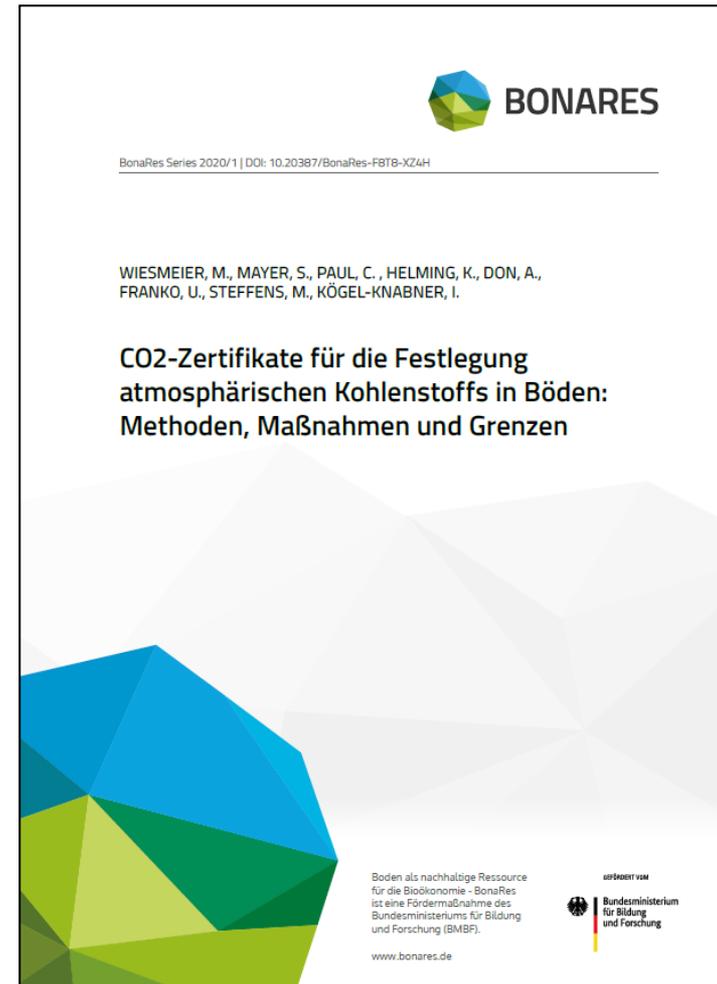


Winterling
et al. 2019

Kohlenstoffzertifizierung in der Agroforstwirtschaft

☐ Anforderungen/Herausforderungen bei der Vergabe von C-Zertifikaten:

1. Zusätzlichkeit
2. Quantifizierbarkeit
3. Verschiebungseffekte
4. Beitrag zur Nahrungssicherheit
5. Zusätzliche Emissionen
6. Permanenz
7. Nachweisbarkeit
8. Transaktions- und Opportunitätskosten
9. Synergien/Kompromisse mit anderen Zielen
10. Sicherheit, Vertrauen und Transparenz



Hübner et al., 2022; Wiesmeier et al., 2020

Zusammenfassung & Fazit

- ❑ Bedeutsame Festlegung von Kohlenstoff in temperierten Agroforstsystemen sowohl in Ober- als auch Unterböden (im Mittel $0,36 \text{ t C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$), vergleichbar mit Raten anderer humusaufbauender Maßnahmen (Zwischenfrüchte etc.)
- ❑ Höchste C-Sequestrierungsraten unter Hecken, gefolgt von Alley Cropping-Systemen
- ❑ Keine C-Sequestrierung bzw. negative Effekte in silvopastoralen Systemen aufgrund hohem C-Level unter Dauergrünland bzw. aufgrund von Störungen
- ❑ Bedarf weiterer Studien, insbesondere hinsichtlich bislang wenig betrachteter Agroforstsysteme, wurzelbürtigem C-Eintrag, positiver C-Effekte mit Distanz zu Gehölzen etc.
- ❑ Für C-Zertifizierung von Agroforstsystemen Entwicklung von Standards notwendig