



Kohlenstoffzertifizierung in der Agroforstwirtschaft?!

Rico Hübner, Christoph A. Meixner, Christopher Morhart,
Ernst Kürsten, Georg Eysel-Zahl, Norbert Lamersdorf,
Penka Tsonkova, Tobias Peschel, Martin Wiesmeier,
Christian Böhm

Aufschlüsselung der weltweiten fossilen CO₂-Emissionen nach Ländern



Foto 1900: The Norwegian Polar Institute

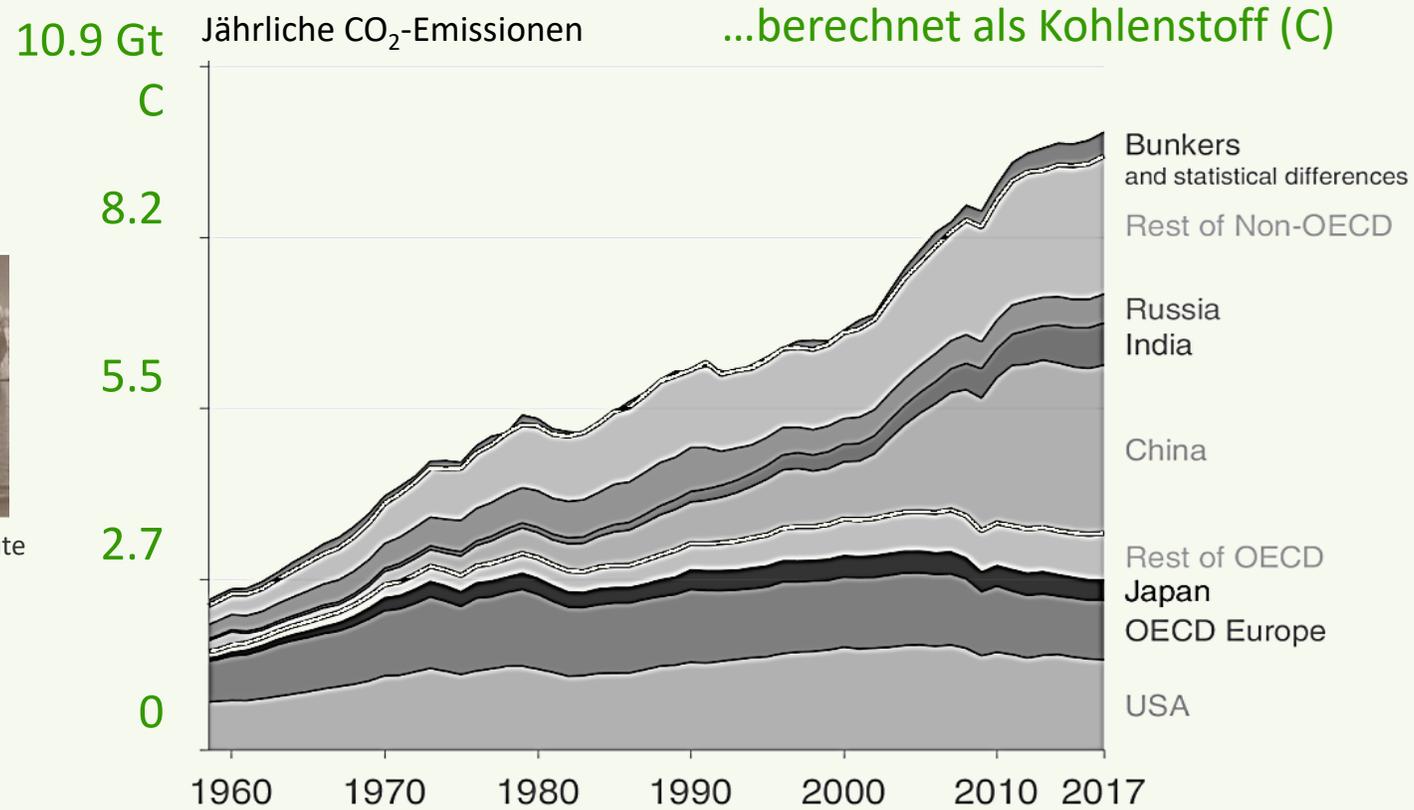


Foto 2002: Christian Åslund

Aufschlüsselung der weltweiten fossilen CO₂-Emissionen nach Ländern

[1]

Teil 1: Signale aus der Politik



Timeline

- ✓ **Targeted consultations – Q1 2020**
 - ✓ Workshop with Member States **31/01/2020**
 - ✓ Stakeholder networks/advisory councils
 - ✓ SAM (scientific advisory mechanism) **03/2020**
preceded by stakeholders consultation **02/2020**
- ✓ **Feedback on the Roadmap**
- ✓ **Farm to Fork strategy:** Communication and action plan to be adopted by end March.
- ✓ **Further consultation** on individual initiatives announced in the Action Plan

EU-Unterstützung für Agroforstwirtschaft

- Nach 2020: Fortführung der 2014-2020 Programmperiode, ELER-Mittel werden bereitgestellt für:
 - Etablierung, Wiederherstellung oder Erneuerung von Agroforstsystemen auf Investitionsbasis (Art. 68 Strategieplanverordnung)
 - Förderquote bis zu 100% (bisher 80%)
- Pflege von Agroforstsystemen - Beachtung von Umwelt-, Klima- oder anderen Management-Verpflichtungen (Art. 65 SPVo)
 - mehrjährige Management-Verpflichtungen (5-7 Jahre)
 - Prämie basiert auf Zusatzkosten / Einkommensverluste



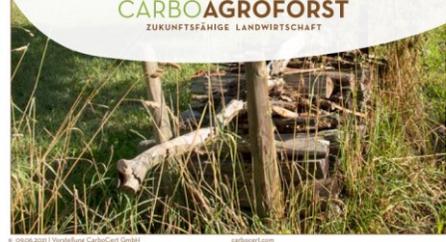
[2]

Climate farming ist schick und notwendig ?!

3. **PRODUKT-BAUSTEIN CARBOAGROFORST**
AGROFORST
DIE KOMBINATION VON GEHÖLZEN MIT BÄUMEN, ACKERKULTUREN, WIESEN UND HECKEN

Moderner Agroforst hat ein **höheres Biodiversitätspotenzial** als reine Ackerkulturen und schafft **Kleinklimazonen**. Vögel, Käfer und Spinnen profitieren besonders von den **Bäumen** und dem **permanenten Baumstreifen**. So nimmt die **Struktur- und Artenvielfalt** in landwirtschaftlich geprägten Regionen zu.

CARBOAGROFORST
ZUKUNFTSFÄHIGE LANDWIRTSCHAFT



4 PER 1000
SOILS FOR FOOD SECURITY AND CLIMATE

[3]

NEW YORK TIMES BESTSELLER

DRAWDOWN
THE MOST COMPREHENSIVE PLAN EVER PROPOSED TO REVERSE GLOBAL WARMING
EDITED BY PAUL HAWKEN

JUNE 2020
EUROPEAN COMMISSION, DG CLIMA

AGROFORESTRY AND WOODY LANDSCAPE FEATURES – A CASE STUDY ON CARBON FARMING
DRAFT CASE STUDY



[5]

[6]

COWI

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

Klimaschutzprogramm 2030
Maßnahmen zur Erreichung der Klimaschutzziele 2030



[8]

European Commission

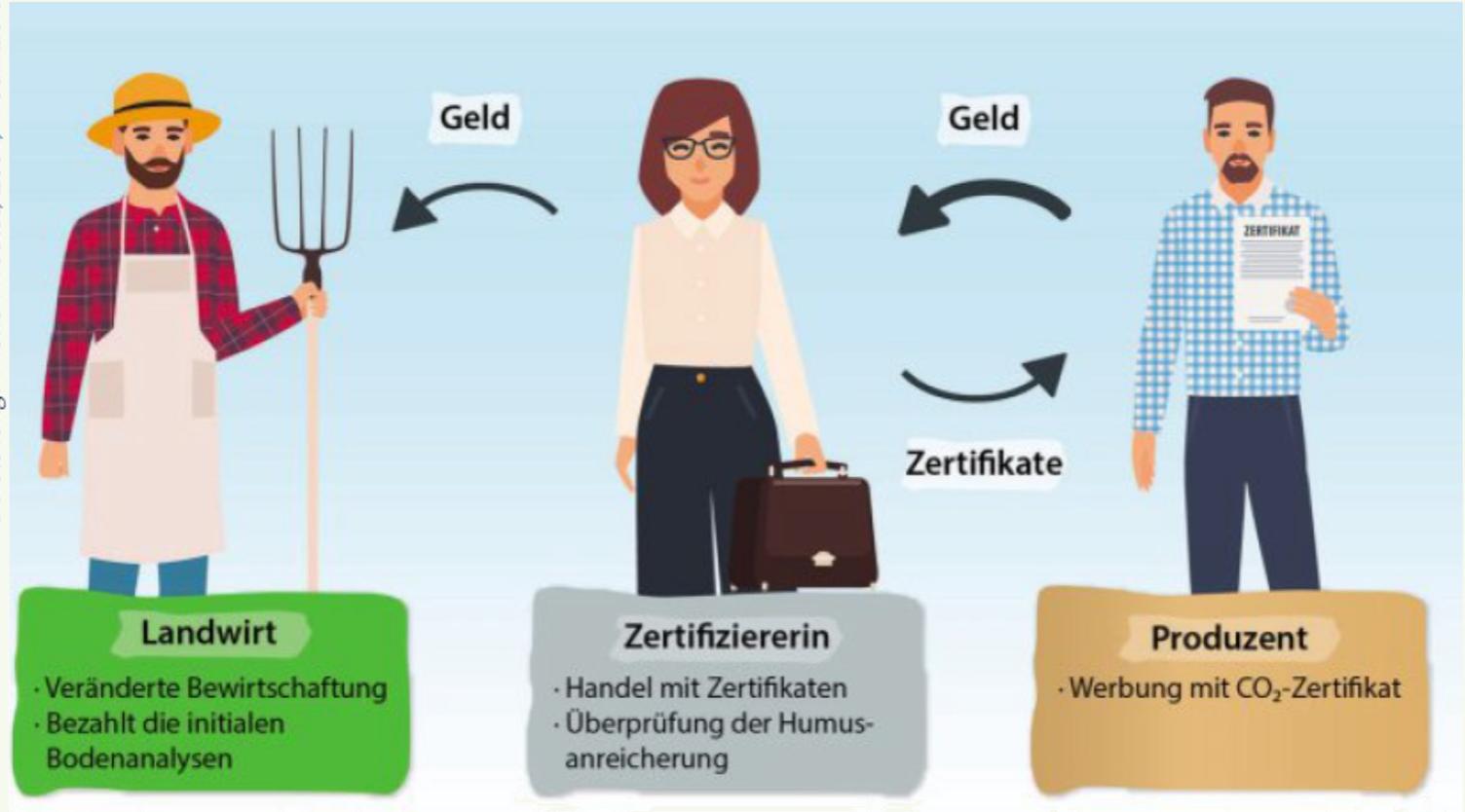
Operationalising an EU carbon farming initiative
Executive summary

[7]

Funktionsweise

Humuszertifikate als
privates
Förderinstrument
für Humusaufbau
und Klimaschutz

Darstellung: Thünen-Institut, Zech, modifiziert



[9]

Teil 2: Grundlagen zur Kohlenstoffspeicherung



Photo: Felix Rieken

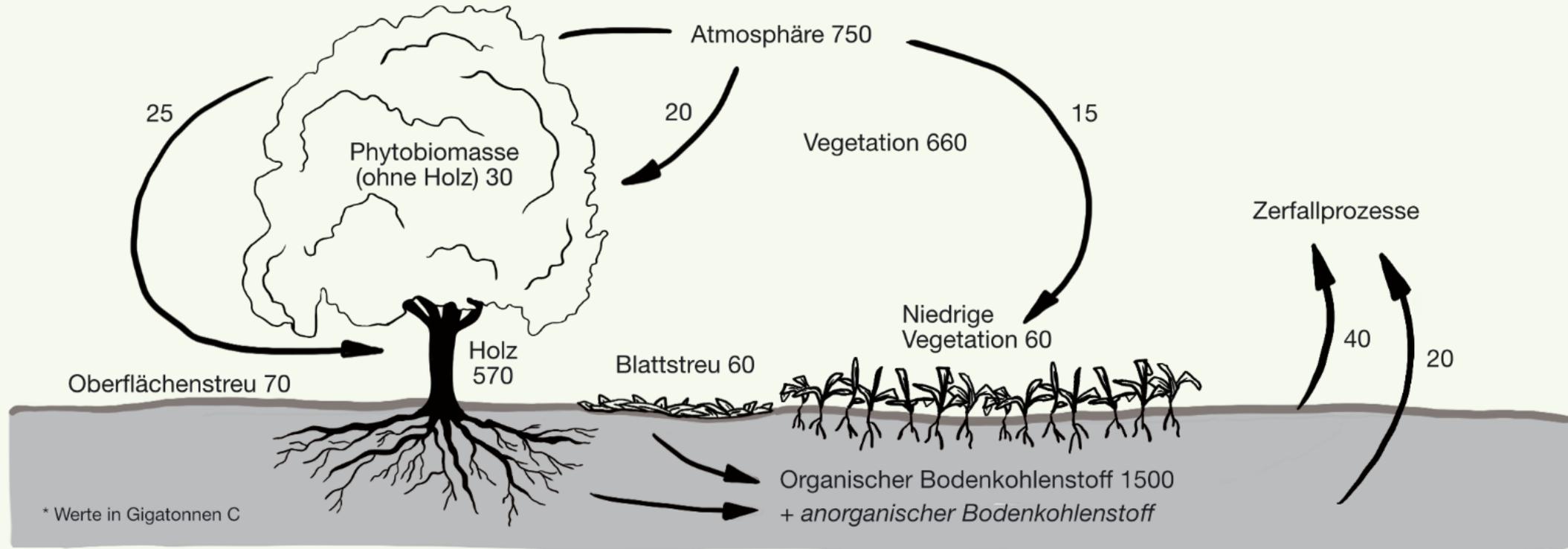
Photo: Felix Rieken

Humus ist ein wichtiger Bestandteil der Bodenfunktionen

- Lebensraum und Nahrungsquelle für Pflanzen, Bodenfauna und Mikroorganismen
- Reinigung und Speicherung von Wasser
- Regulierung des Wärmehaushaltes
- Stabilisierung der Bodenstruktur, Erosionsschutz
- Speicherung und Nachlieferung von Nährstoffen
- Humus besteht zu 58% aus Kohlenstoff, organischer Kohlenstoff (C_{org}) als Maß für den Humus

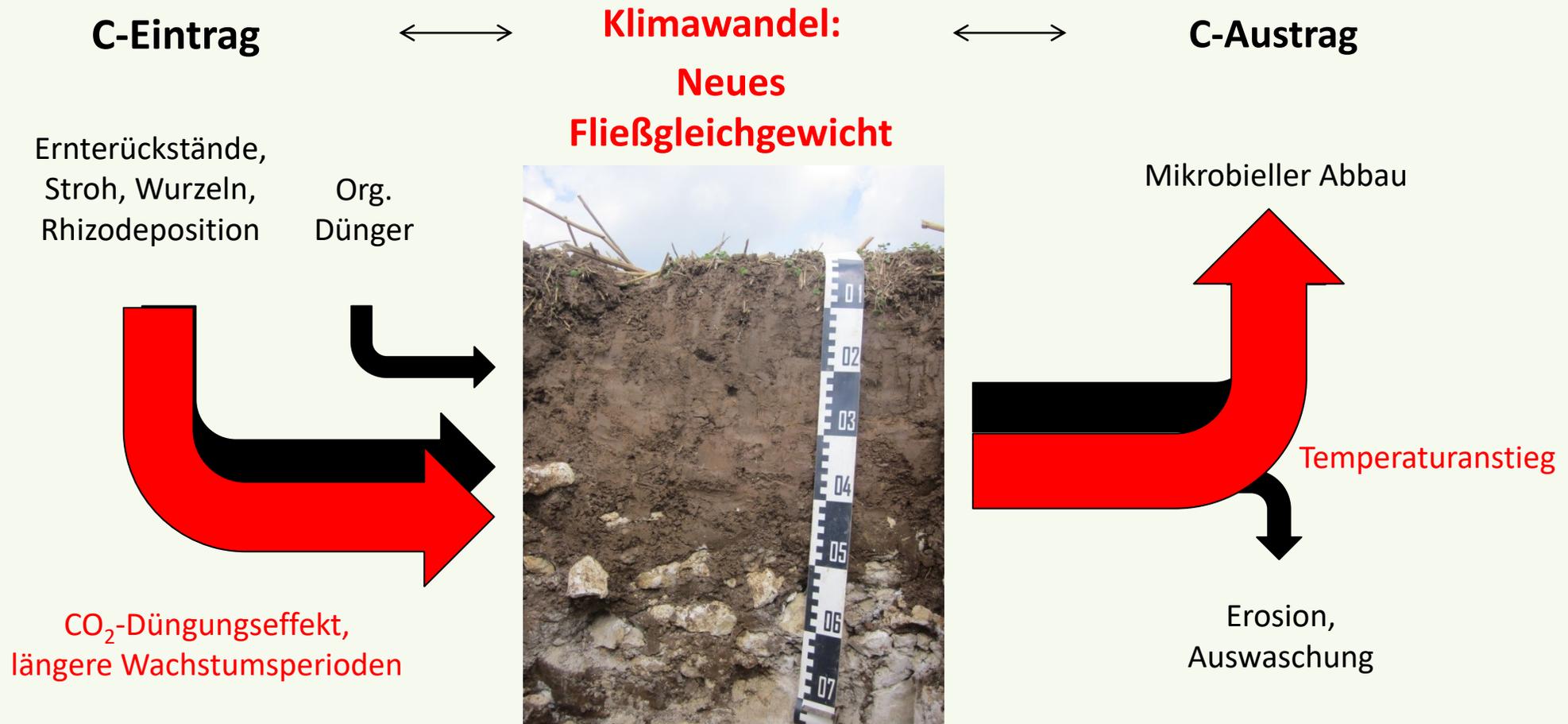


Kohlenstoffkreislauf global



[10, 11]

Humushaushalt



Maßnahmen zum Humuserhalt und -aufbau

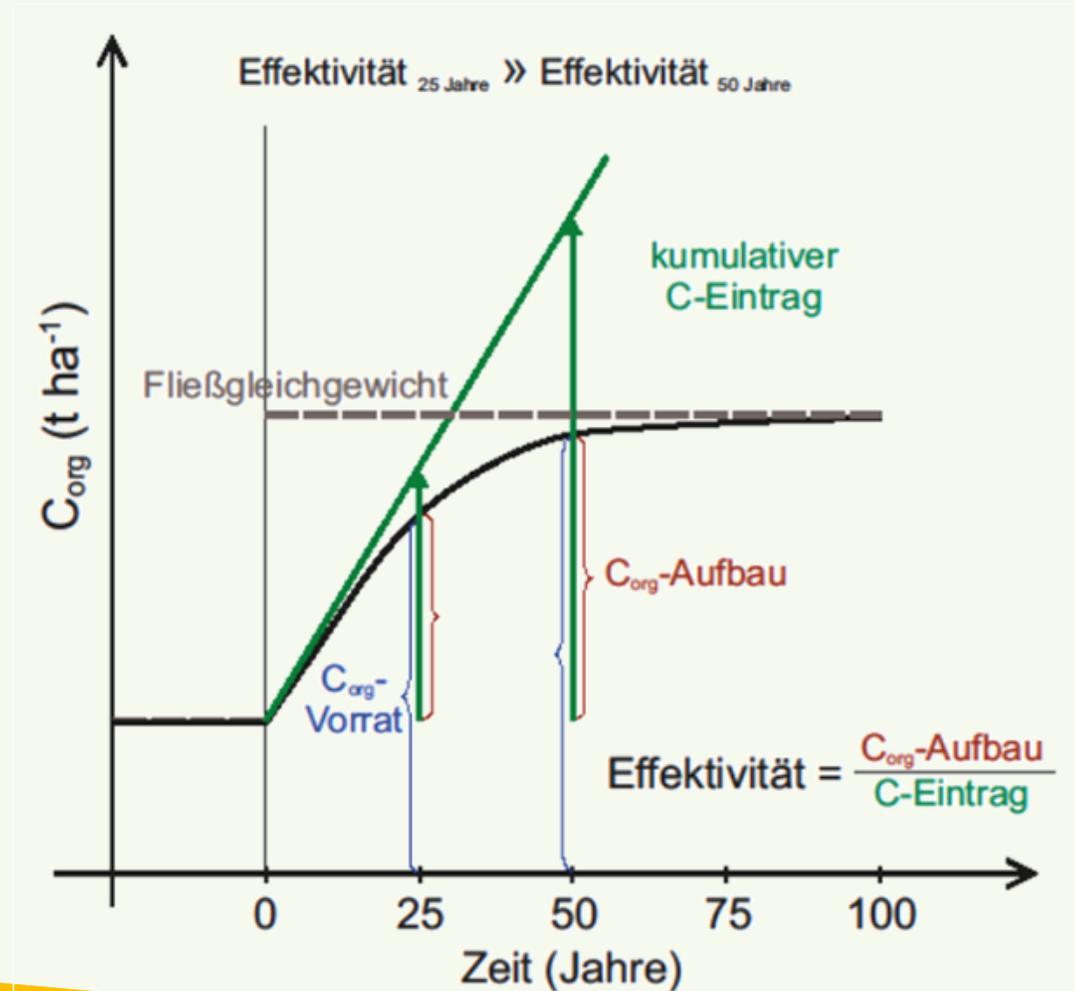
- Ein- oder mehrjährige Futterleguminosen (Luzerne, Klee gras, etc.)
- Körnerleguminosen
- Zwischenfrüchte (möglichst tiefwurzelnd)
- Mischkultursysteme und Untersaaten
- Dauerkulturen, tiefwurzelnde Kulturen
- Ökolandbau
- Landnutzungswechsel zu Grünland
- Grünlandmanagement
- **Agroforstsysteme**, Hecken, Feldgehölze
- Pflanzenkohle
- Organische Dünger (Gülle, Mist, Kompost, Gärreste; unter Berücksichtigung der Nährstoffbilanzen)

C-Sequestrierungsrate
 $0.2-0.7 \text{ t C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$

$\triangleq 0.7-2.6 \text{ t CO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$

Effektivität des Humusaufbaus

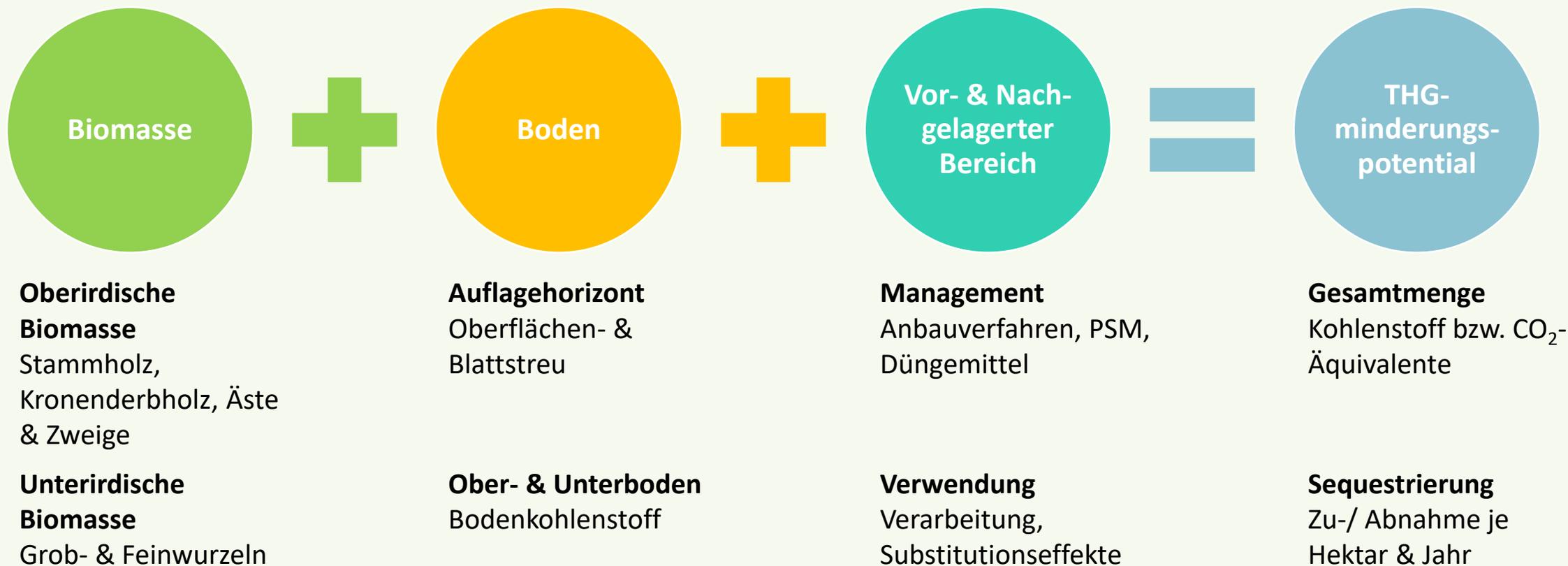
Humusaufbau zeitlich begrenzt, nach gewisser Zeit wird neues Fließgleichgewicht erreicht, Effektivität des Humusaufbaus nimmt mit der Zeit ab





Teil 3: Quantifizierung

Teilbereiche der Ermittlung von C-Gehalten und -minderungspotentialen



Biomasseschätzung (oberirdisch)

- Allometrische Bestimmung der oberirdischen trockenen Biomasse
- BHD, Baumhöhe (Vertex IV), Radius der Baumkrone
- 50% der trockenen Biomasse → Kohlenstoff



[14]



Photo: Elron Wiedermann

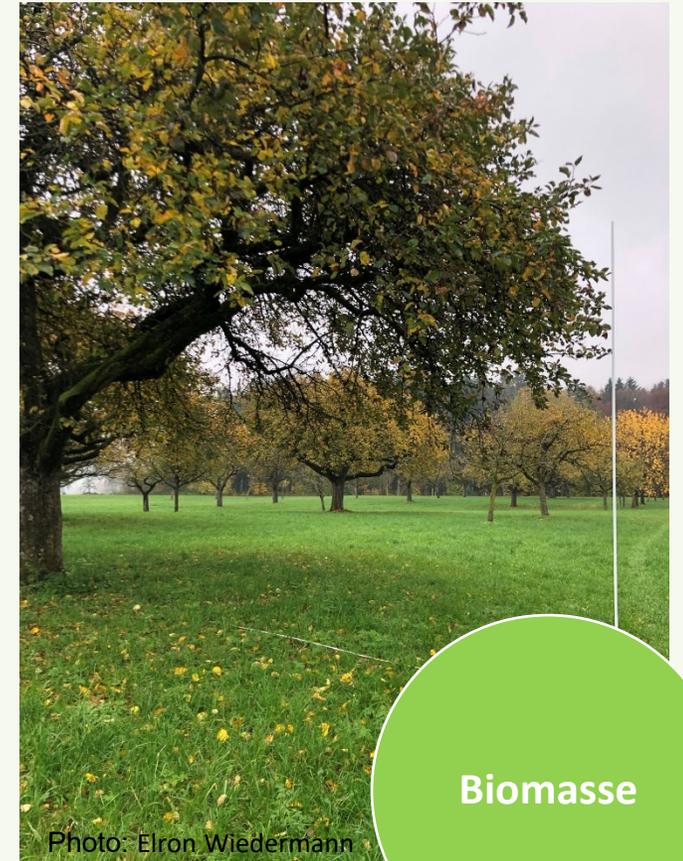


Photo: Elron Wiedermann

Biomasse

Biomasseschätzung (unterirdisch)

- Baumalter: 21 Jahre
- Messung des Kohlenstoffs in Eschen (Trockenmasse) aus Agroforstwirtschaft

8 trees destructively
sampled in 2011

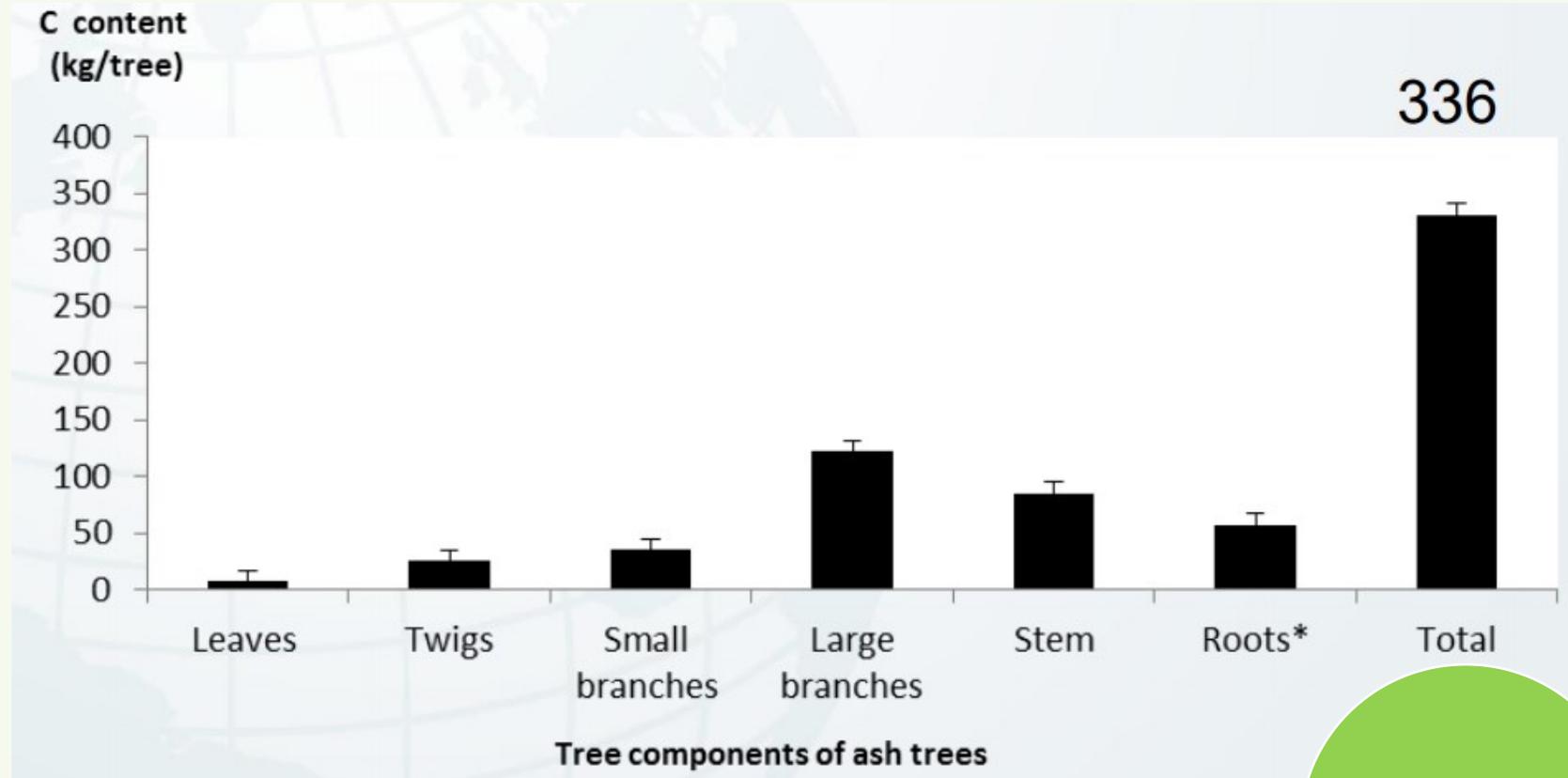


Biomasse

[15]

Gespeicherter Kohlenstoff in Eschen

In Summe Kohlenstoff in der Holzbiomasse: 77.28 t/ha



[15]



Humuszertifikate: methodische Anforderungen

Probenahme

- repräsentativ
- identische Standorte bei Wiederbeprobung
- Beprobungstiefe = Bodenbearbeitungstiefe
- zeitlicher Abstand zu Bodenbearbeitung und Düngung (mind. 6 Wochen, optimal im Frühjahr)

Analytik

- Bestimmung von C_{org} -Vorräten: (wiederholte) Bestimmung von C_{org}-Gehalten und Lagerungs-dichte (Abschätzungen zu ungenau!)

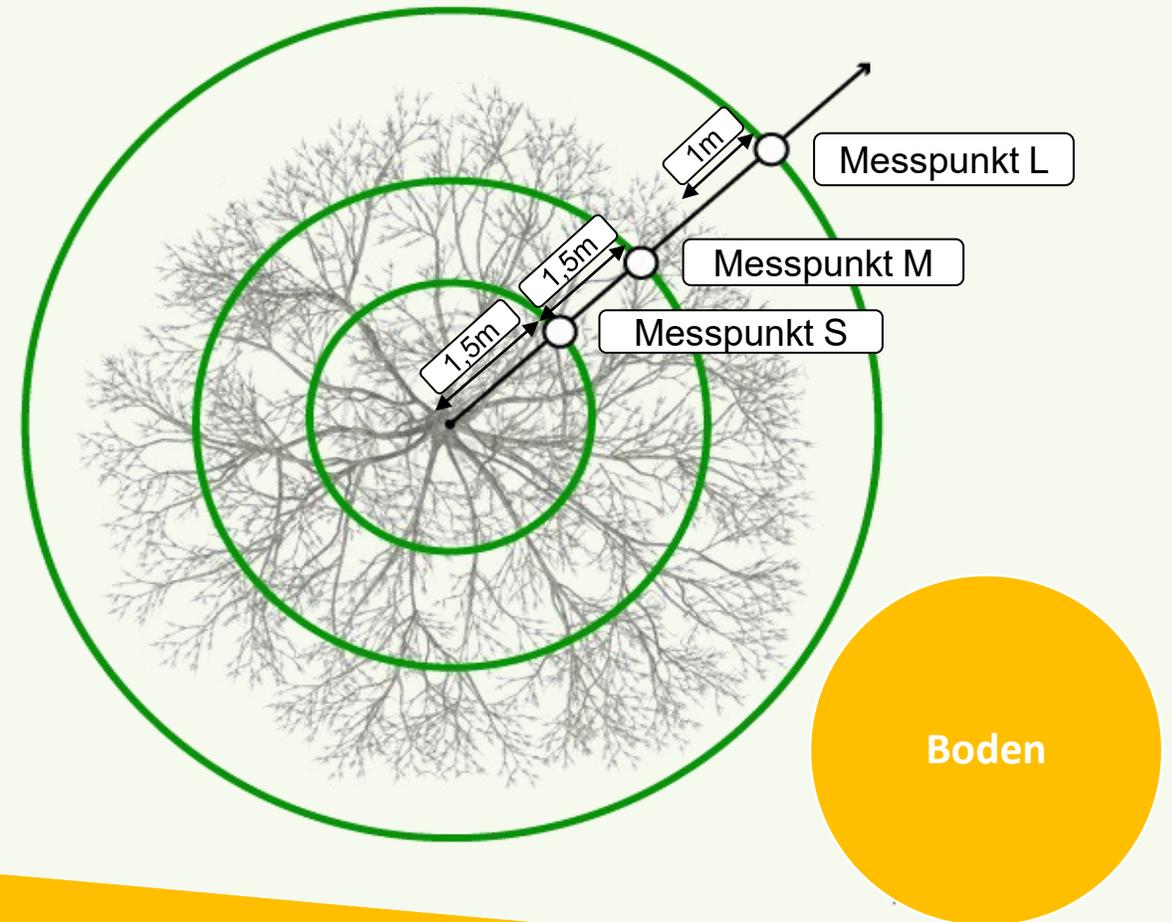


Foto: J. Zimmer

Boden

Untersuchungsdesign

- Beprobung in Nordöstlicher-Richtung: 2 feste Messpunkte, 1 variabler Messpunkt
- Entnahme eines ungestörten Bodenkerns mit Rammkernsonde (50 cm Tiefe)
- Aufteilung des Bodenkerns in 3 Proben (0-10, 10-30, 30-50 cm)



Probennahme

- Probenahme an 3 Bäumen / Fläche + 3 Referenzproben
- Entnahme eines Bodenkerns mit einer Rammkernsonde (50 cm Tiefe)
- Aufteilung des Bodenkerns in 3 Bodenproben (0-10, 10-30, 30-50 cm)



Boden

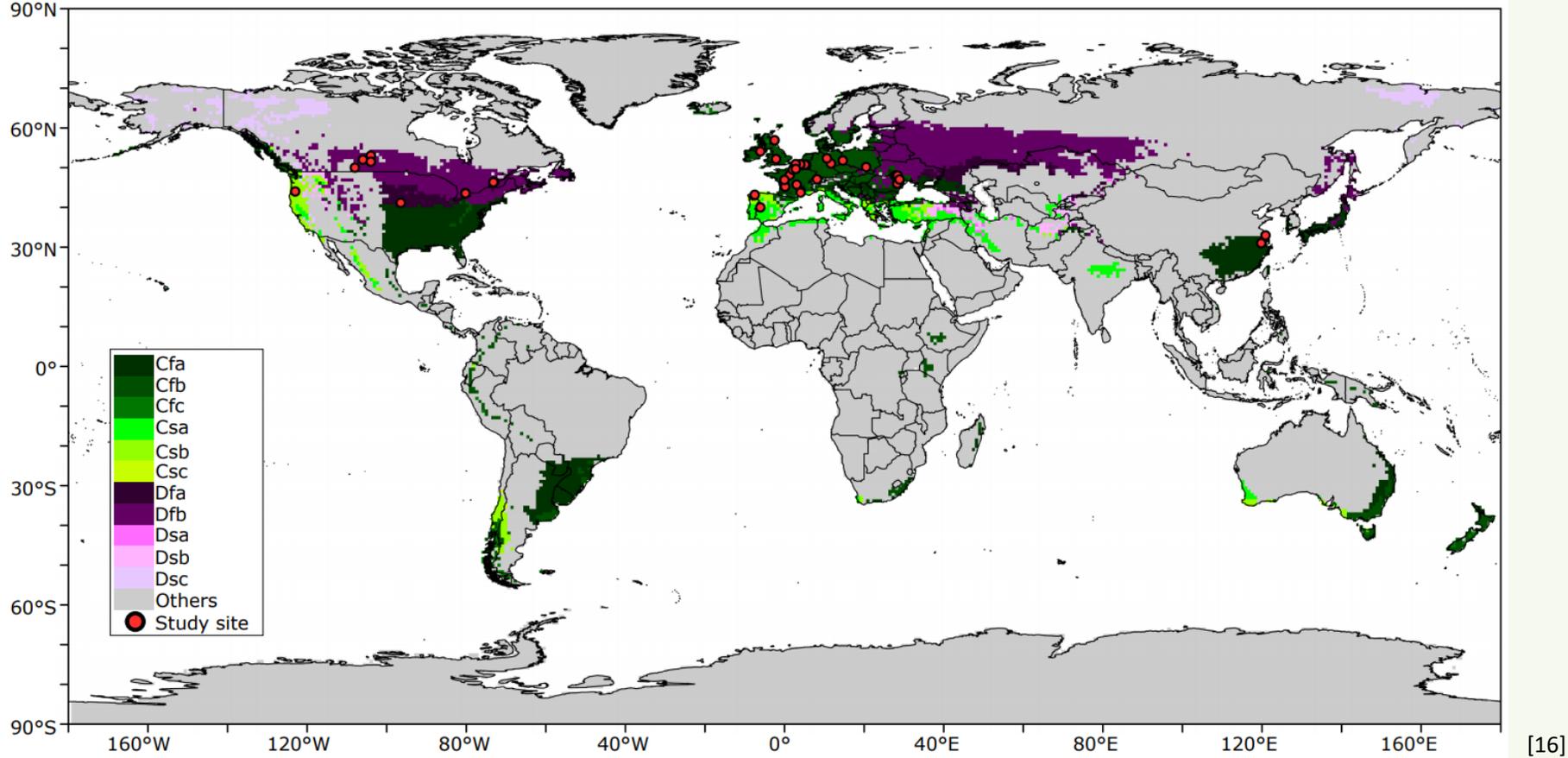
Laborauswertung

- Probenaufbereitung
- Analyse auf C_{org} , N_t , pH, Textur
- Wurzelmasse >2 mm



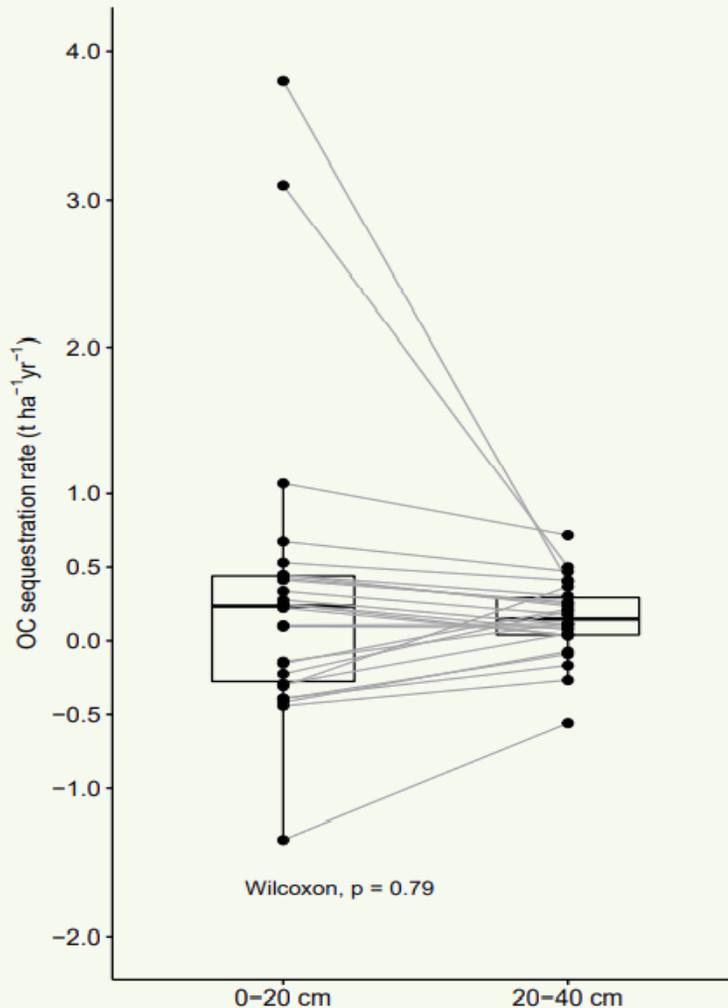
Boden

Untersuchungsgebiete und Verteilung in der gemäßigten Klimazone



Globale Karte der Verteilung der gemäßigten Klimazonen und Studienorte (n=61), der Meta-Analyse

SOC Sequestrierungsrate ($\text{t ha}^{-1}\text{a}^{-1}$)

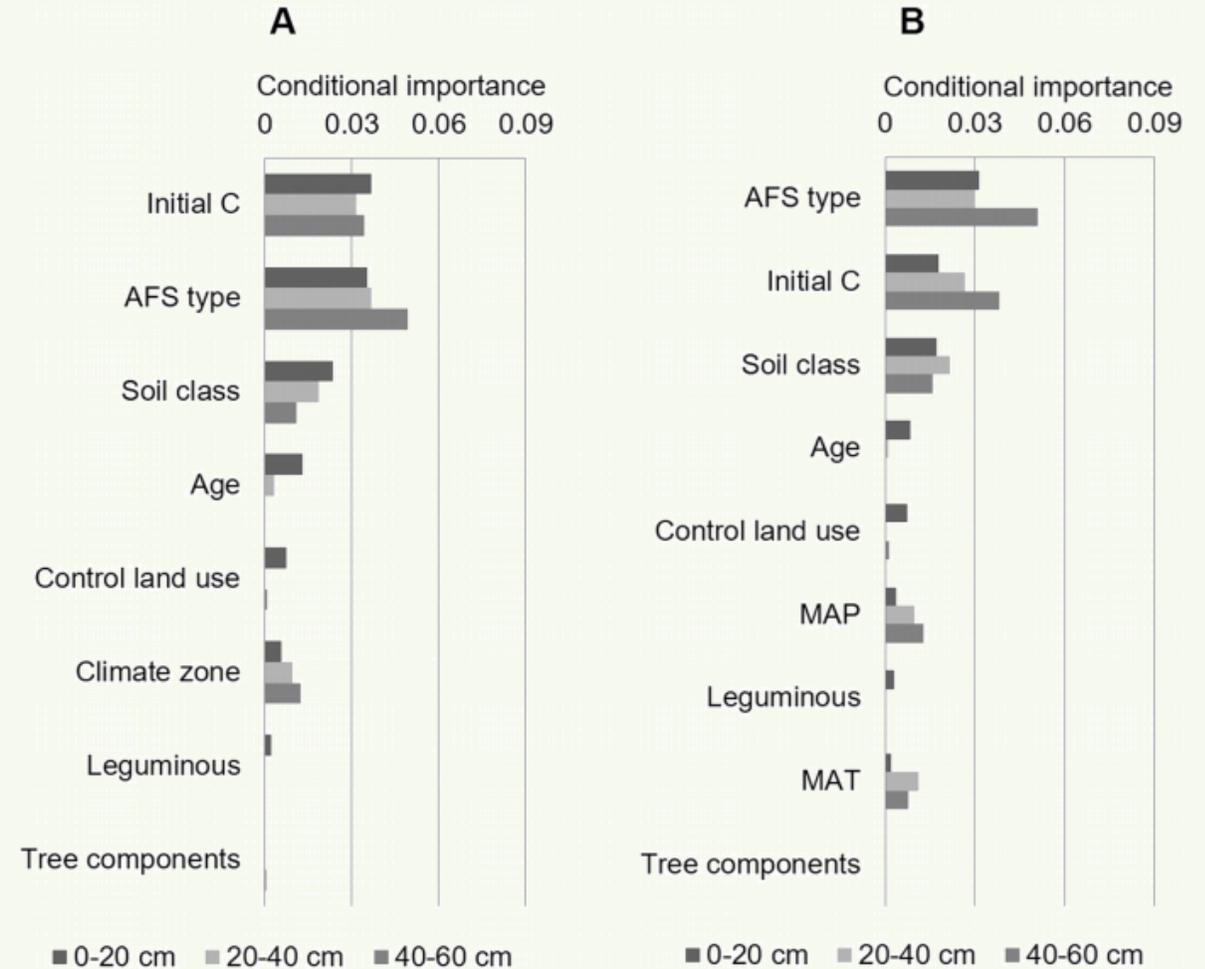


[16]

- SOC-Sequestrierungsrate war in 0-20 cm im Vergleich zu 20-40 cm Bodentiefe im Durchschnitt etwas höher
- Teilweise negative Sequestrierungsraten
- Insgesamt 17 Beobachtungen (28 % der Gesamtbeobachtungen) zeigten negative SOC-Sequestrationsraten in 0-20 cm sowie 5 Beprobungen (19 %) in 20-40 cm Tiefe

Was zählt für den Humusaufbau in AF

Relevanz der Eingangsvariablen in den RF-Modellen, wenn die Koeppen-Geiger-Klimazone enthalten ist (A) und wenn die Klimaparameter Niederschlag und Temperatur enthalten sind (B).

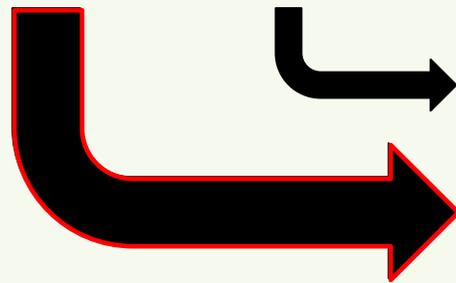


Humusverluste durch Klimawandel?

C-Eintrag

Ernterückstände,
Stroh, Wurzeln,
Rhizodeposition

Org.
Dünger



Stagnation

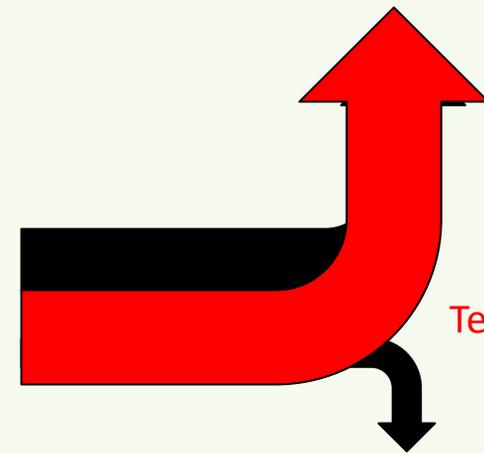
Klimawandel:

Humusschwund?



C-Austrag

Mikrobieller Abbau



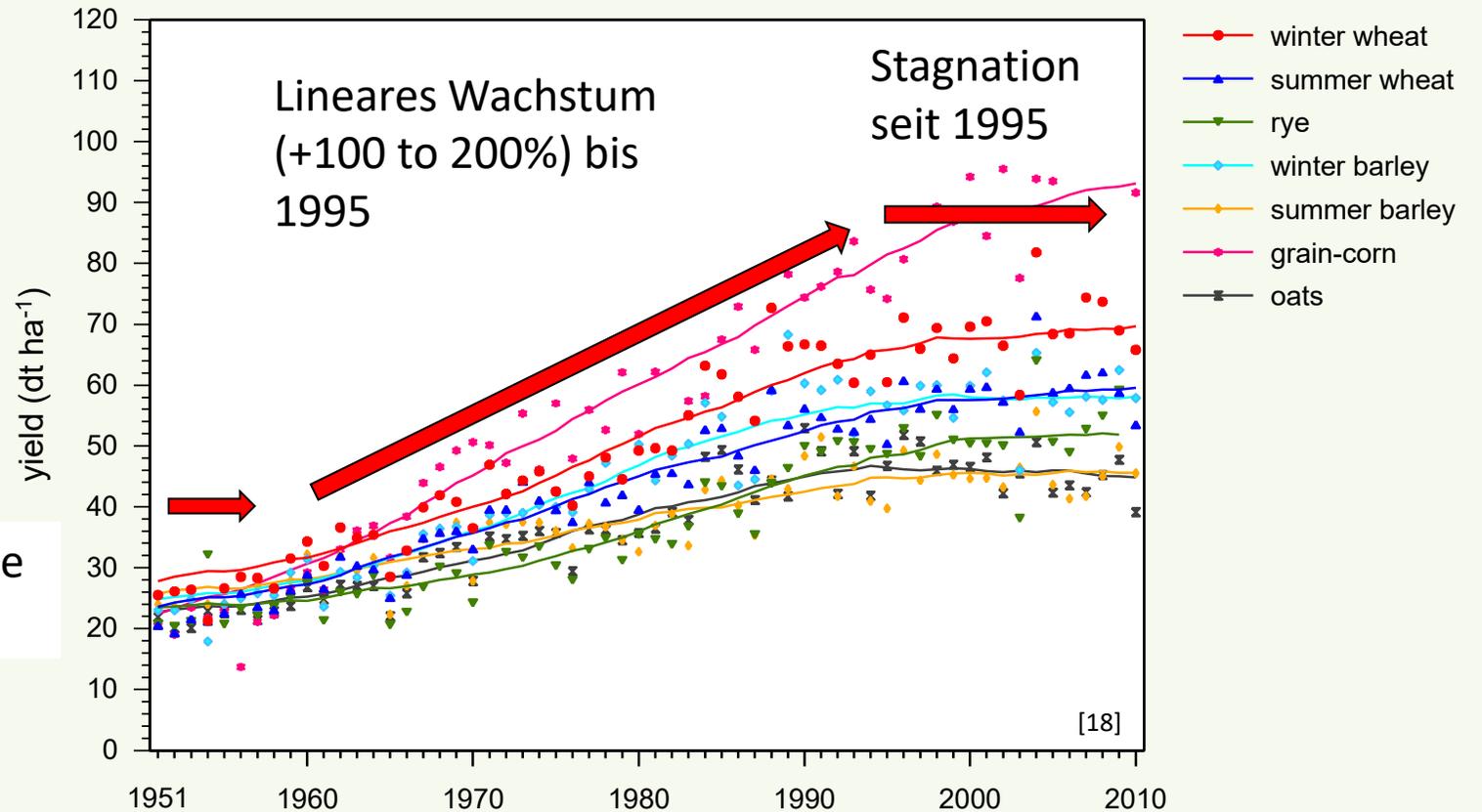
Temperaturanstieg

Erosion,
Auswaschung

Stagnation der Erträge und des C-Inputs

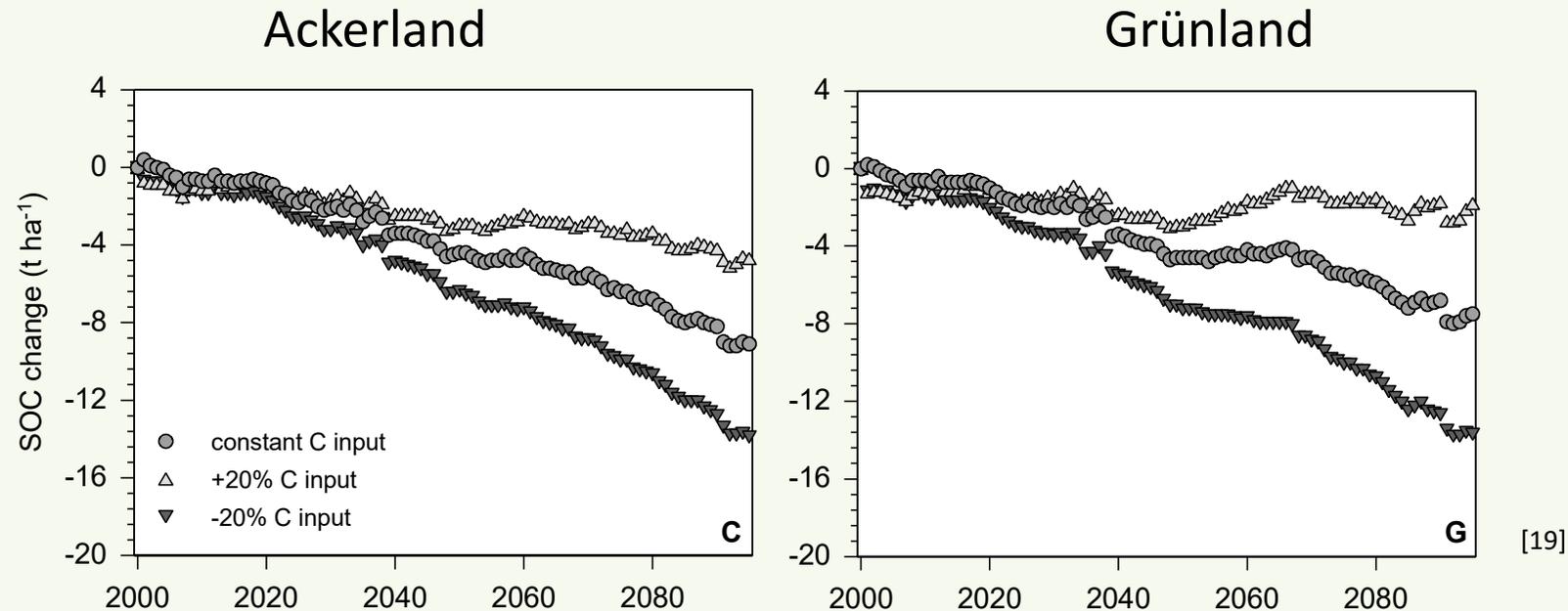
- Stagnation der Ernteerträge in Bayern seit den 90ern (insbesondere Getreide)
- enge Korrelation der Erträge und des C-Inputs → stagniert der C-Input auch?

Konstante Erträge bis 1955



Modellierung der Humusentwicklung

- Rückgang der C_{org} -Vorräte in Ackerböden um 7% (+20% C-Eintrag) bis 24% (-20% C-Eintrag), in Grünlandböden um 3 to 19%
- C-Eintrag müsste um 30% bis Ende des 21.Jahrhunderts ansteigen, um aktuelle C_{org} -Vorräte zu halten



[19]

Szenario Agroforstwirtschaft (BY)

Agroforstsysteme: Implementierung von Agroforstsystemen auf 5% der landw. Genutzten Fläche (159.000 ha)

$$\rightarrow C_{\text{seq}} = 0.68 \text{ t C ha}^{-1} \text{ a}$$

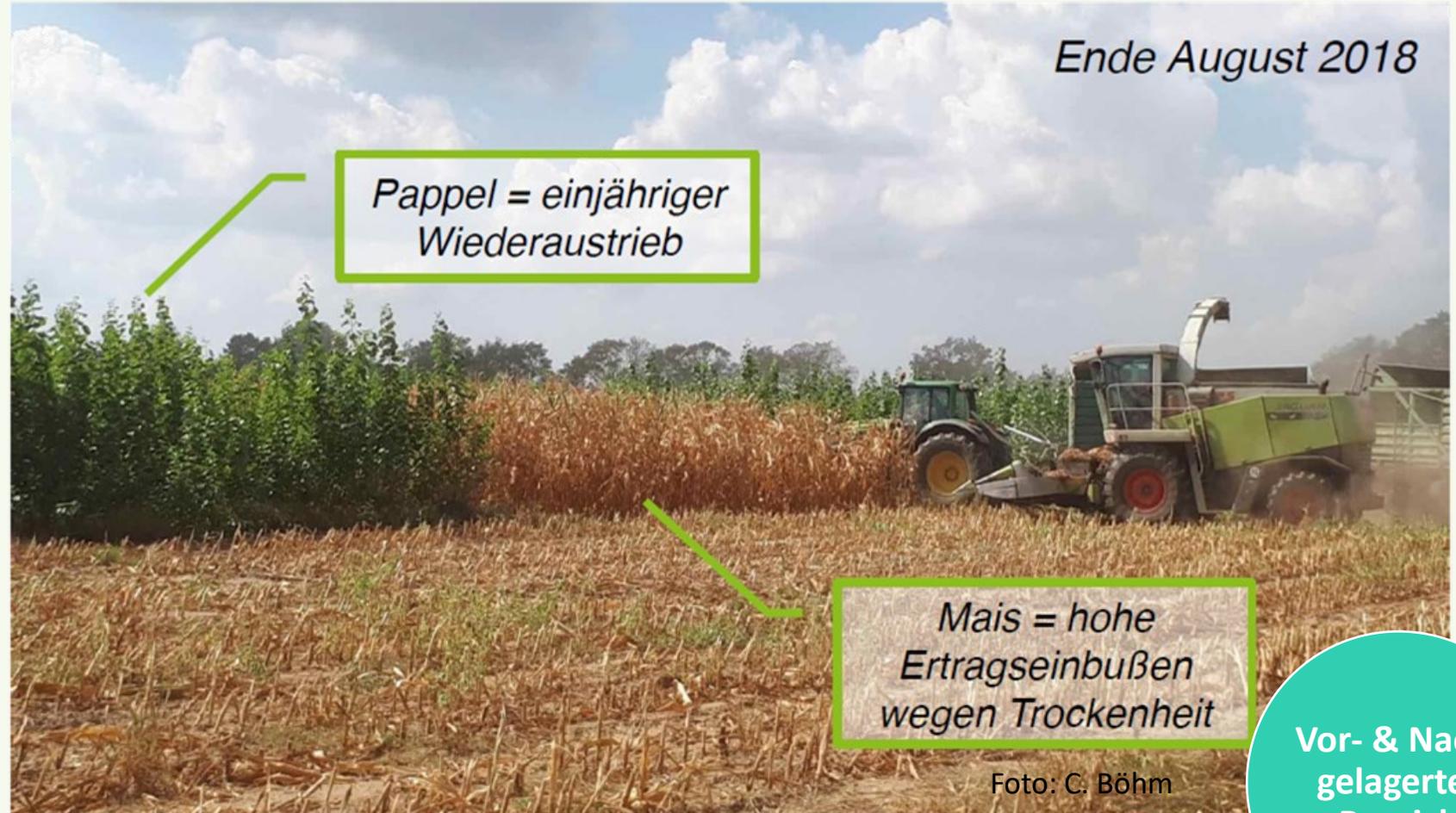
\rightarrow ca. 108,000 t C a

- \cong 400,000 t CO₂ a
- \cong CO₂ Emissionen von 50,000 Personen pro Jahr



Betriebsmitteleinsparungen

- Verzicht auf Düngemittel & PSM
- Reduzierter Kraftstoffeinsatz



Vor- & Nachgelagerter Bereich

Stoffliche & energetische Nutzung

- Biomasse kann in der stofflichen Nutzung andere Roh- bzw. Werkstoffe ersetzen
- Energetische Nutzung mit Substitution fossiler Energiequellen



Vor- & Nach-
gelagerter
Bereich



Teil 4: Anforderungskriterien

Zusätzlichkeit

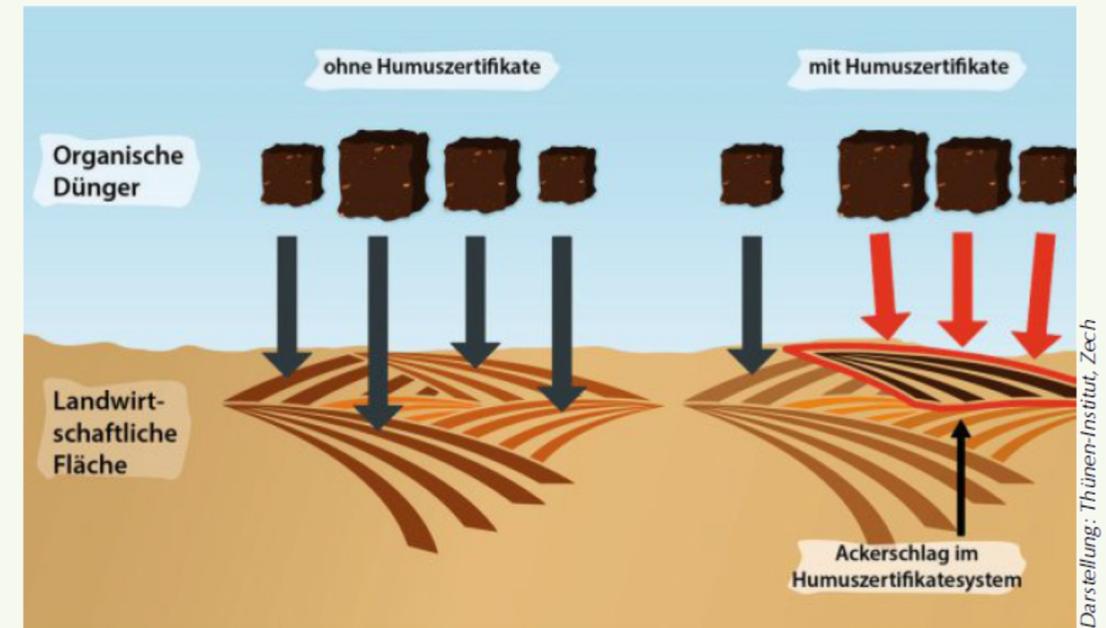
- Klimazertifikate sollten über Maßnahmen erfolgen, die allein über die Zertifikate motiviert sind (keine Doppelförderungen)
- Keine Honorierung von Maßnahmen, die im Rahmen der guten fachlichen Praxis ohnehin erfolgen



[20, 21]

Verschiebungseffekte

- Maßnahmen, die die Produktivität senken, können zu indirekten Landnutzungsänderungen/-intensivierungen in anderen Regionen führen
- Konzentration kohlenstoff-aufbauender Maßnahmen auf einzelnen Flächen auf Kosten anderer Flächen
- Keine C-Sequestrierung durch organische Düngung/ Kompost, lediglich räumliche Umverteilung!

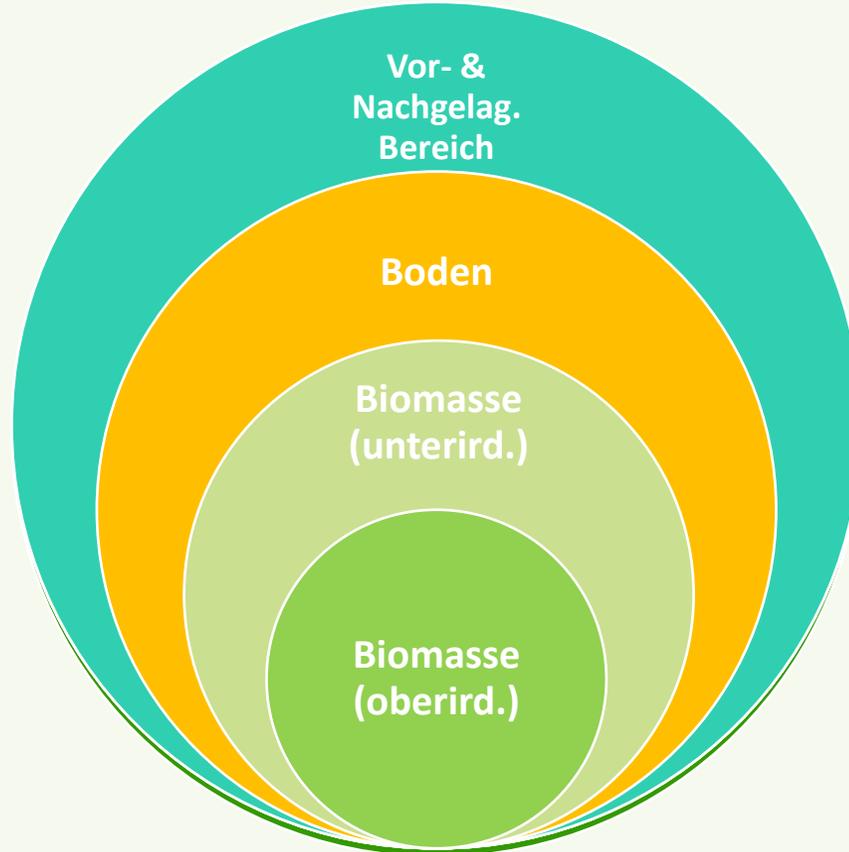


Reversibilität/Permanenz

- Kohlenstoffbindung als Klimaschutzmaßnahme nur wirksam, wenn CO₂ dauerhaft der Atmosphäre entzogen wird
- Dauerhafte Verpflichtung, aufbauende Maßnahmen beizubehalten
- Berücksichtigung von C_{org}-Verlusten im Boden durch externe Faktoren, insbesondere Klimawandel



Zielebenen der Zertifizierung



Management: Anbauverfahren, PSM, Düngemittel
Verwendung: Verarbeitung, Substitutionseffekte

Auflagehorizont: Oberflächen- & Blattstreu
Mineralboden: Bodenkohlenstoff (C_{org})

Unterirdische Biomasse: Grob- & Feinwurzeln

Oberirdische Biomasse: Stammholz, Kronen-
derbholz, Äste & Zweige

Fragen? Hinweise?



1

Dr. agr. Rico Hübner
huebner@defaf.de

2

DeFAF
www.defaf.de

3

Twitter
@defaf_ntrntl
@agroforst_defaf

- [1] The Global Carbon Project. Website. 2019; URL: <https://www.globalcarbonproject.org/>.
- [2] EC Twitter Account @Euagri
- [3] CarboCert Website, URL: <http://www.carbocert.de>.
- [4] "4 per 1000" Initiative (2019): Website [Online]. URL: www.4p1000.org [Abfragedatum: 18 May 2019].
- [5] EUROPEAN COMMISSION - DG CLIMA (2020): 2020 EUROPEAN COMMISSION, DG CLIMA - AGROFORESTRY AND WOODY LANDSCAPE FEATURES – A CASE STUDY ON CARBON FARMING - DRAFT CASE STUDY - June 2020.
- [6] Hawken, P. (Hrsg.): (2017): Project Drawdown: The most comprehensive plan ever proposed to reverse global warming, New York: Penguin Books.
- [7] Radley, G., Keenleyside, C., Frelih-Larsen, A., McDonald, H., Pyndt Andersen, S., Qvist-Hoffmann, H., Strange Olesen, A., Bowyer, C. & Russi, D. (2021): Operationalising an EU carbon farming initiative - Executive summary. <https://doi.org/10.2834/594818>.
- [8] Bundesregierung (2019): Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050.
- [9] Don & Flessa 2021 URL: <https://thuenen.pageflow.io/klimaschutz-durch-co-zertifikate-fur-humus#291966>
- [10] Scharlemann, J. P. W., Tanner, E. V. J., Hiederer, R. & Kapos, V. (2014): Global soil carbon: understanding and managing the largest terrestrial carbon pool. Carbon Management, 5, 81-91, <https://doi.org/10.4155/Cmt.13.77>.
- [11] Hübner R. & J. Günzel. 2020. Agroforstwirtschaft: Die Kunst, Bäume und Landwirtschaft zu verbinden.
- [12] Wiesmeier, M., Mayer, S., Burmeister, J., Hübner, R. & Kögel-Knabner, I. (2020): Feasibility of the 4 per 1000 initiative in Bavaria: A reality check of agricultural soil management and carbon sequestration scenarios. Geoderma, 369, <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114333>.
- [13] Surveying Equipment – Vertex; URL: https://www.biom.uni-freiburg.de/research/ausstattung/surveying_equipment
- [14] Mayer, S., M. Wiesmeier, E. Sakamoto, R. Hübner, R. Cardinael, A. Kühnel und I. Kögel-Knabner (in Vorbereitung). "Soil organic carbon sequestration in temperate agroforestry systems - A meta-analysis".
- [15] McAdam, J. H. 2019. Agroforestry an overview of the AFBI programme and site. Bangor University MSc student visit April 2019.
- [16] Mayer, S., Wiesmeier, M., Sakamoto, E., Hübner, R., Cardinael, R., Kühnel, A. & Kögel-Knabner, I. (2022): Soil organic carbon sequestration in temperate agroforestry systems – A meta-analysis. Agriculture, Ecosystems & Environment, 323, <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107689>.
- [17] Hübner, R., Kühnel, A., Lu, J., Dettmann, H., Wang, W. & Wiesmeier, M. (2021): Soil carbon sequestration by agroforestry systems in China: A meta-analysis. Agriculture, Ecosystems & Environment, 315, <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107437>
- [18] Wiesmeier, M., Poeplau, C., Sierra, C. A., Maier, H., Frühauf, C., Hübner, R., Kühnel, A., Sporlein, P., Geuss, U., Hangen, E., Schilling, B., von Lützwow, M. & Kögel-Knabner, I. (2016): Projected loss of soil organic carbon in temperate agricultural soils in the 21(st) century: effects of climate change and carbon input trends. Sci Rep, 6, 32525, <https://doi.org/10.1038/srep32525>
- [19] Wiesmeier, M., Baumert, V., Bull, I., Flaig, H., Koch, D., Ullmann, E., Wulffen, U. v., Zederer, D. P. & Zimmer, J. (2021): Grundsätze der Humuswirtschaft - Humuszertifikate. In: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) (Hrsg.): Arbeitsfeld „Pflanzenbauliche Aspekte der Humusproduktion“ im Verbund der Landesanstalten und Landesämter für Landwirtschaft.
- [21] Wiesmeier, M., Mayer, S., Paul, C., Helming, K., Don, A., Franko, U., Steffens, M. & Kögel-Knabner, I. (2020): CO₂-Zertifikate für die Festlegung atmosphärischen Kohlenstoffs in Böden: Methoden, Maßnahmen und Grenzen. BonaRes Series.