

Hainichtagung 2016

15 Jahre C-Bilanzierung im Weberstedter Holz / Nationalpark Hainich

Alexander Knohl¹, Martina Mund², Marion Schrumpf³

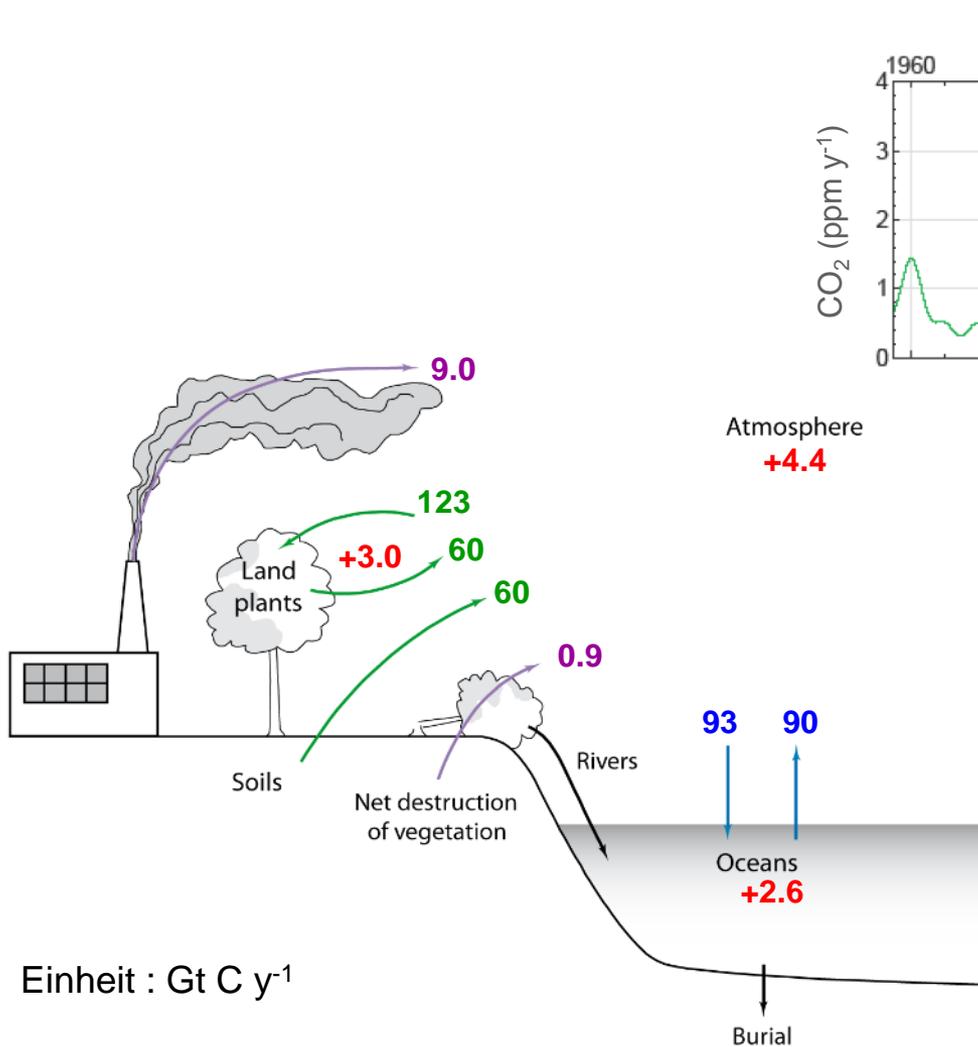
¹ Abt. Bioklimatologie, Georg-August Universität Göttingen

² Abt. Waldbau und Waldökologie der gemässigten Zone, Georg-August Universität Göttingen

³ Abteilung Biogeochemische Prozesse, Max-Planck-Institut für Biogeochemie Jena

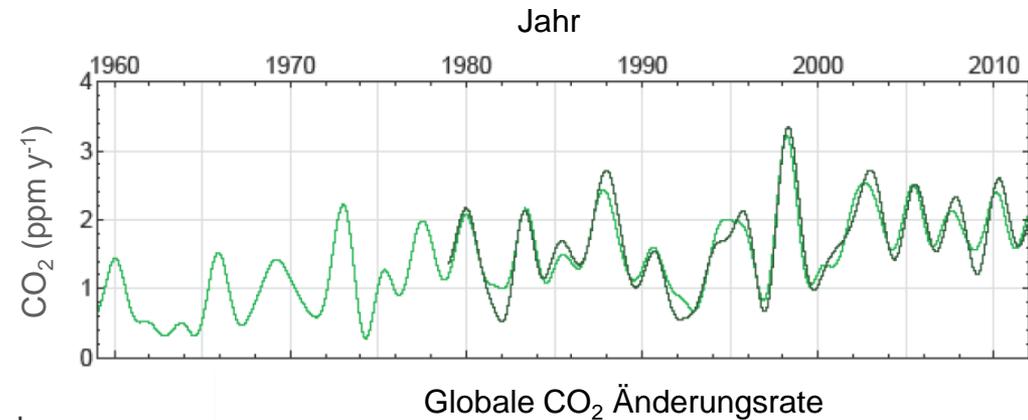


Terrestrische Ökosysteme sind wichtige Regulatoren



Einheit : Gt C y⁻¹

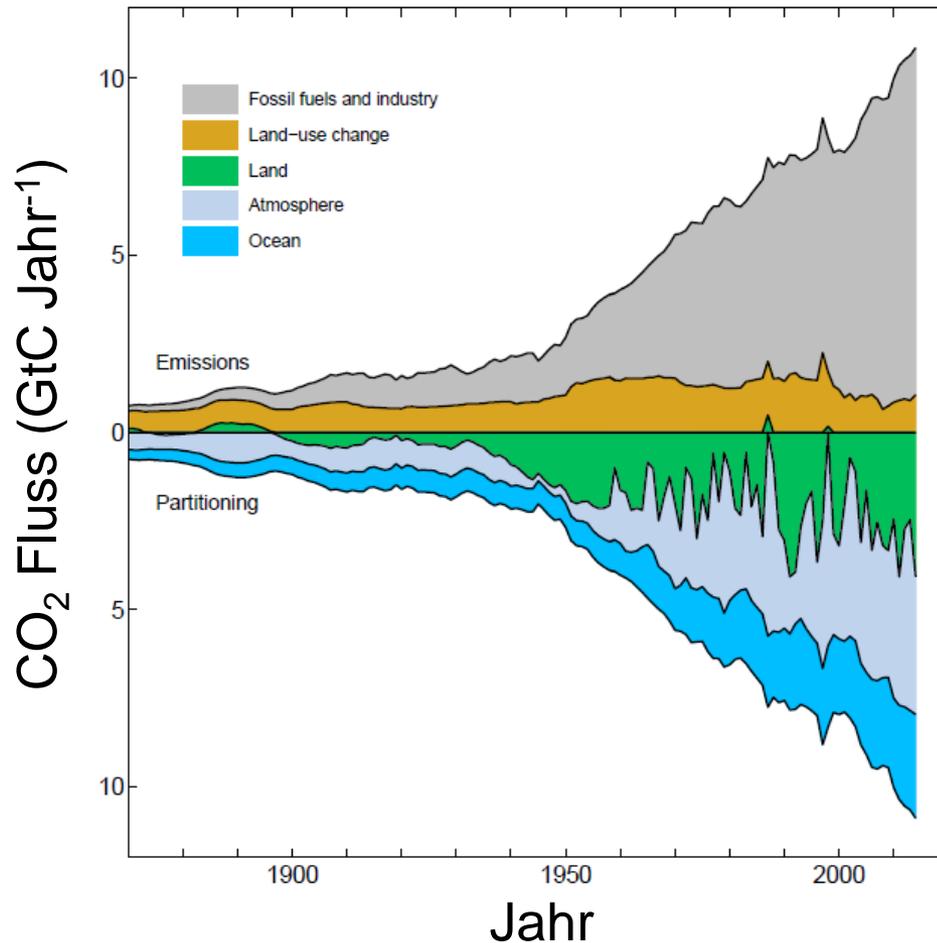
Quelle: MPI BGC und Le Quere et al. 2015. *Earth Syst. Sci. Data*



(Ciais et al., 2013, IPCC)

- Terrestrische Ökosysteme sind wichtige Regulatoren des biogeochemischen Stoffkreisläufe von lokaler bis globaler Ebene

Zeitliche Änderungen der Quellen und Senken



- Terrestrische Ökosysteme zeigen die höchste zeitliche Variabilität
- Quantifizierung der Landsenke schwierig

Integrated Carbon Observation System (ICOS)

- Langfristige Erfassung der Kohlenstoff-Bilanz von Europa

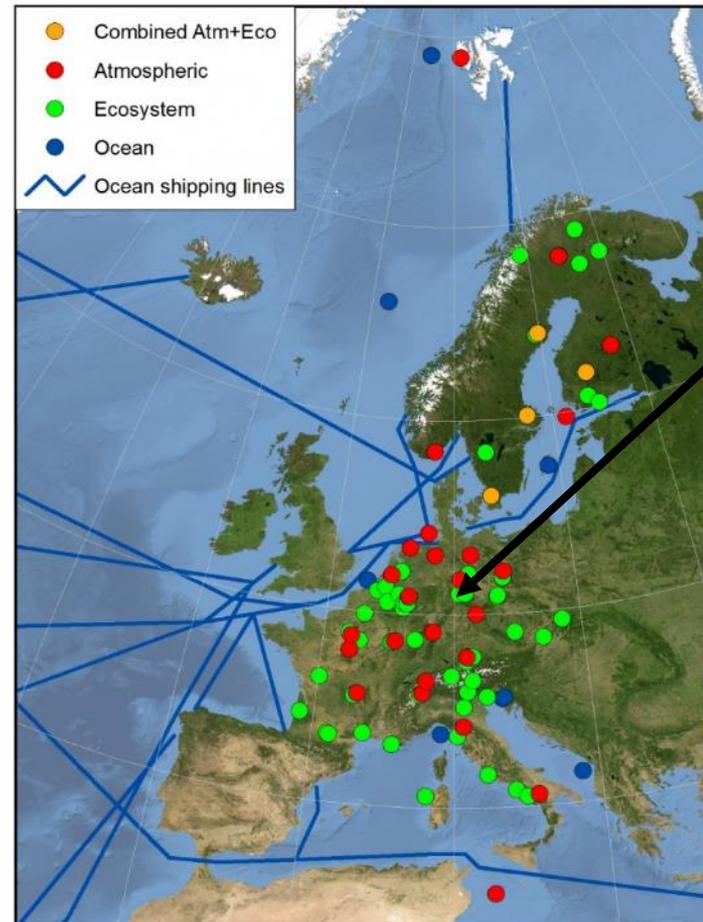
Atmosphäre



Terrestr. Ökosysteme



Ozeane

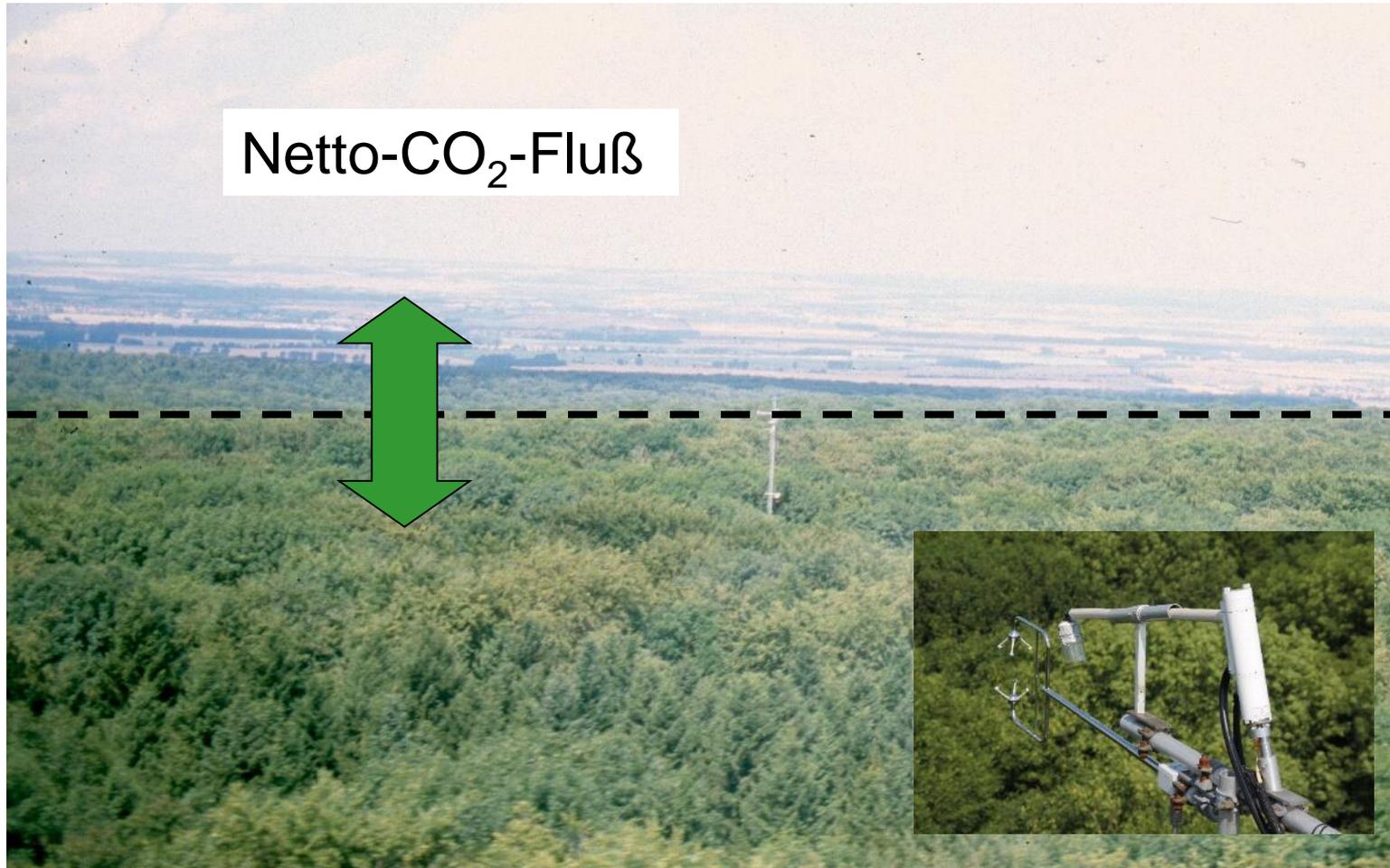


Hainich

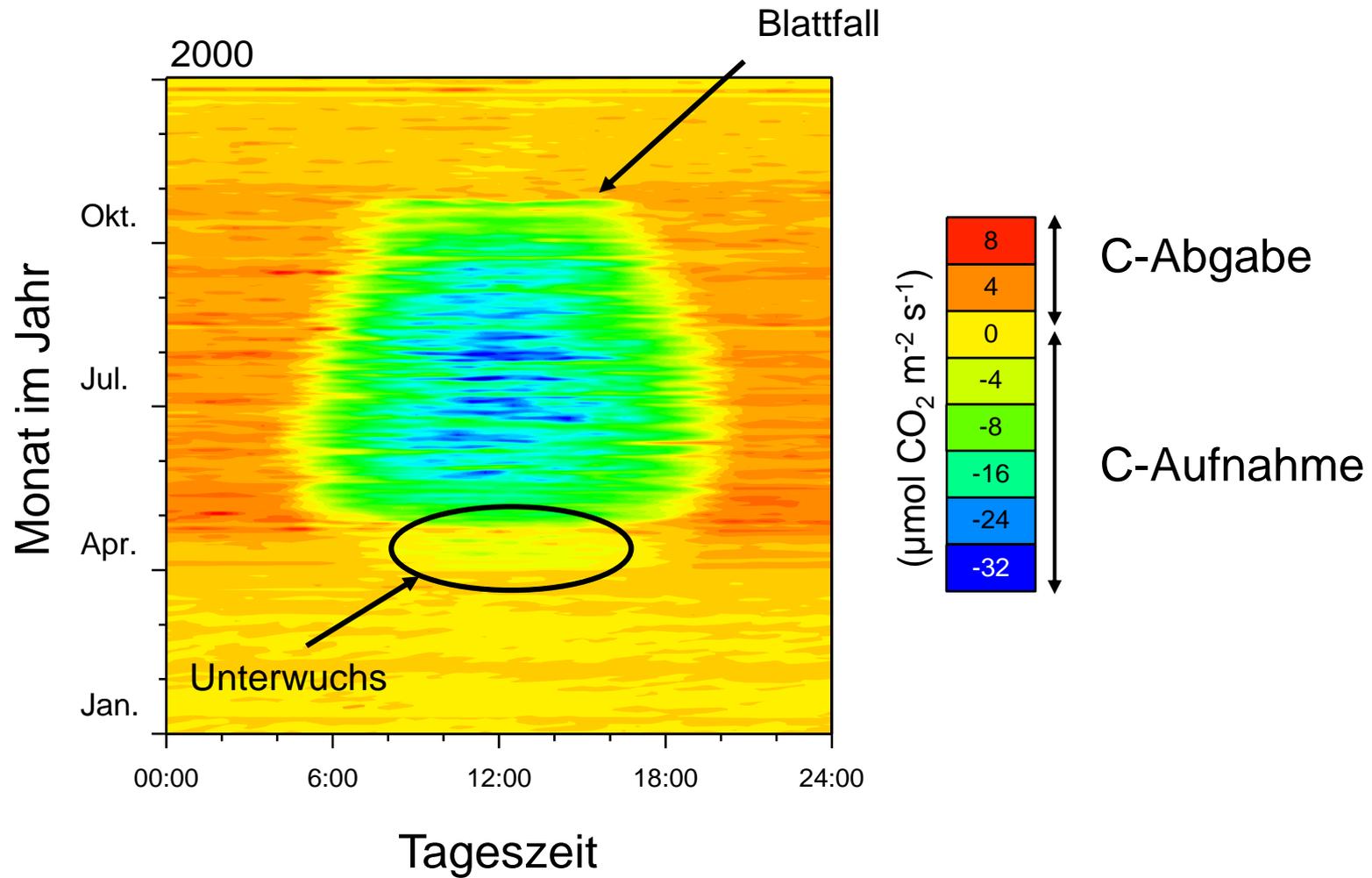


**Wieviel C wird netto vom Hainich
(Webersteder Holz) aufgenommen?**

Messung des Netto-CO₂-Flusses von Ökosystemen

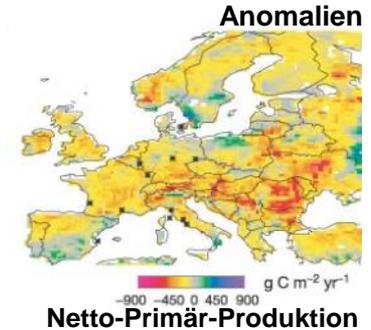


CO₂-Flüsse im Jahr 2000



Beispiele aus/mit dem Hainich

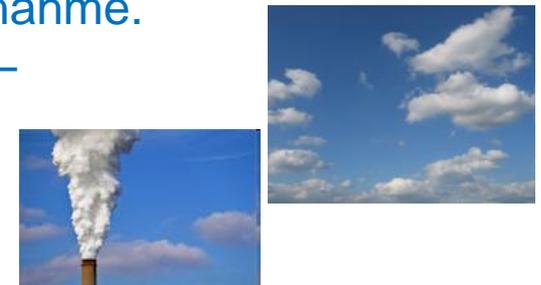
- Hitzewelle 2003 wandelte die Europäischen Landökosysteme von einer C Senke zu einer C Quelle. Ciais et al. 2005, *Nature*



- Landmanagement kann einen ähnlichen Effekt auf lokale Erwärmung haben wie Landnutzungsänderungen. Luysaert et al. 2014, *Nature Climate Change*



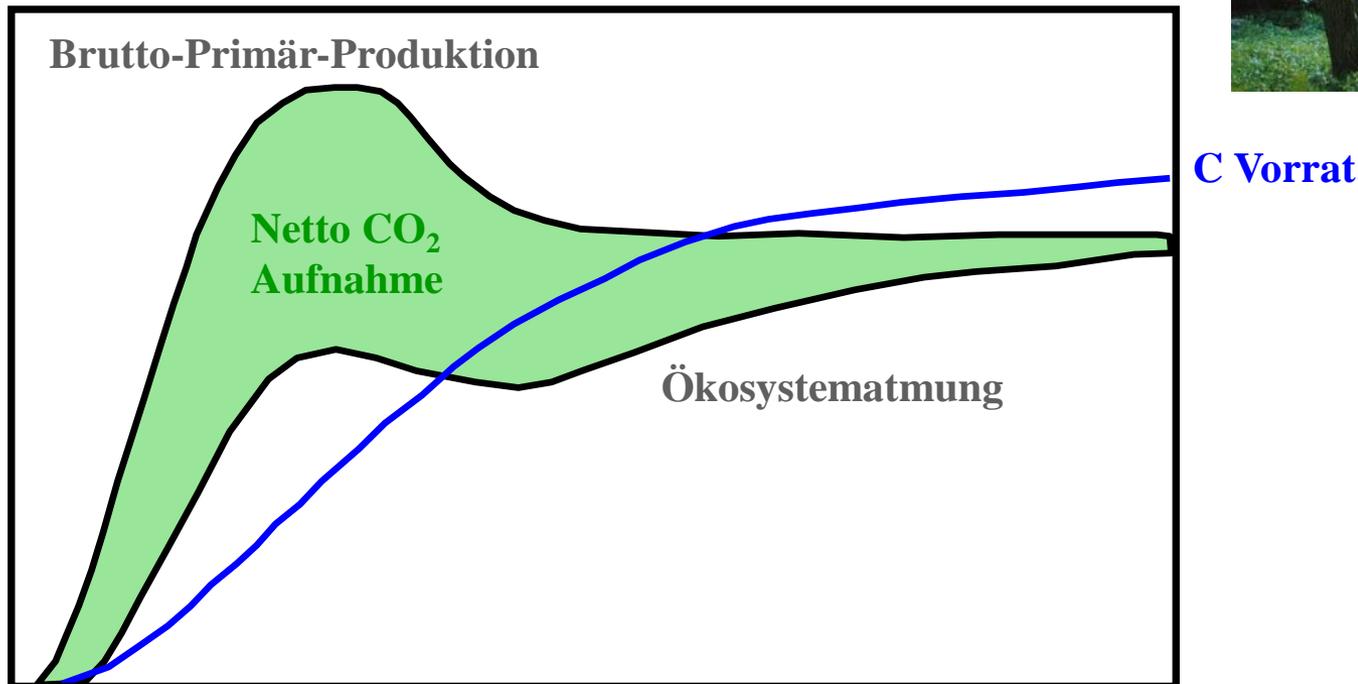
- Diffuse Strahlung erhöht die Effizienz der CO₂ Aufnahme. Knohl et al. 2008, *Jour. Geophys. Res. – Biogeosci*



- > 50 Publikationen, hunderte Datenanfragen

Besonderheit des Turmstandort Hainich

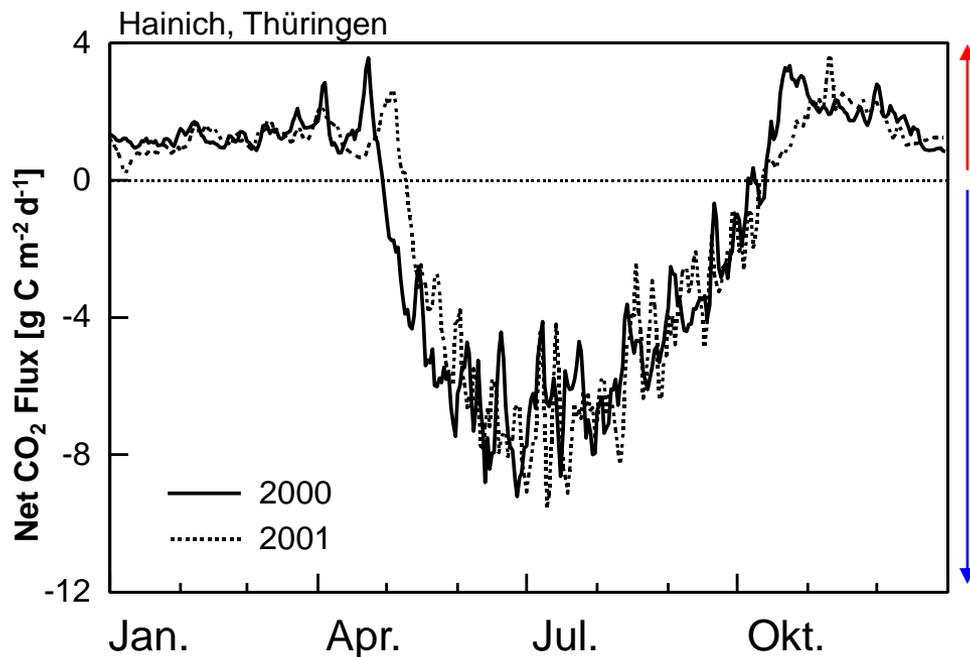
- Hainich ist einer der ganz wenigen alten, unbewirtschafteten Wälder weltweit mit solchen Messungen



Bestandesalter

Odum, 1969

Was passiert, wenn Wälder alt werden?



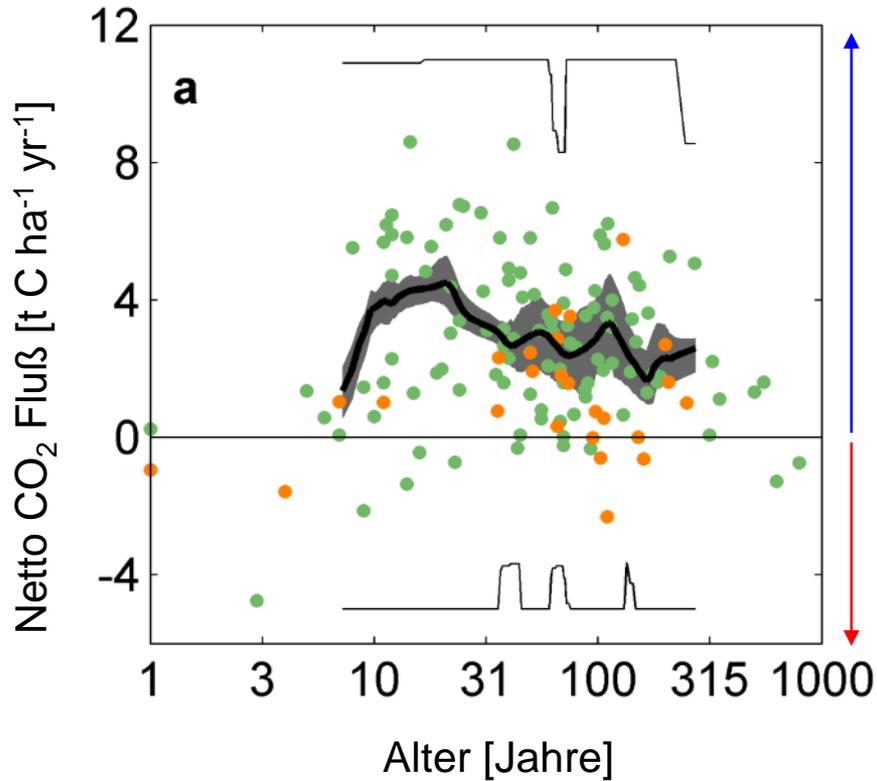
C Quelle

C Senke

- Wald ist weiterhin C Senke 400 - 600 g C m⁻²

Knohl et al. 2003, *Ag. For. Met.*

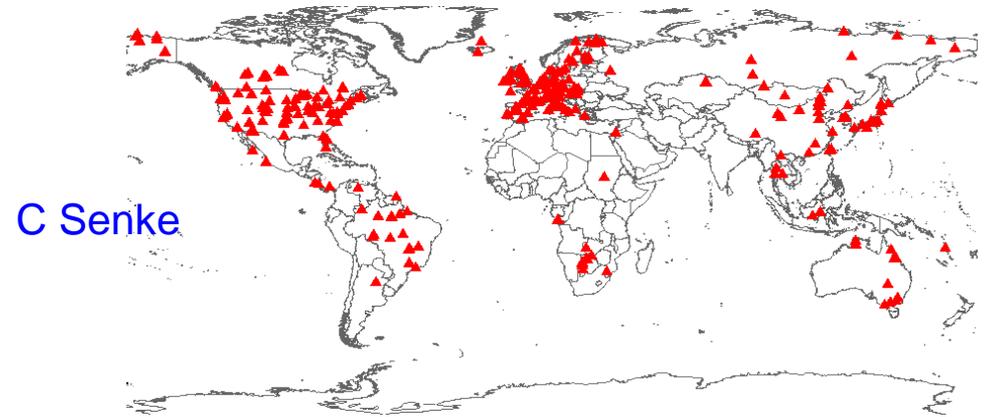
Globale Perspektive?



Luyssaert et al, 2008, *Nature*

- boreale Wälder
- temperate Wälder

Globales Fluxnet Netzwerk



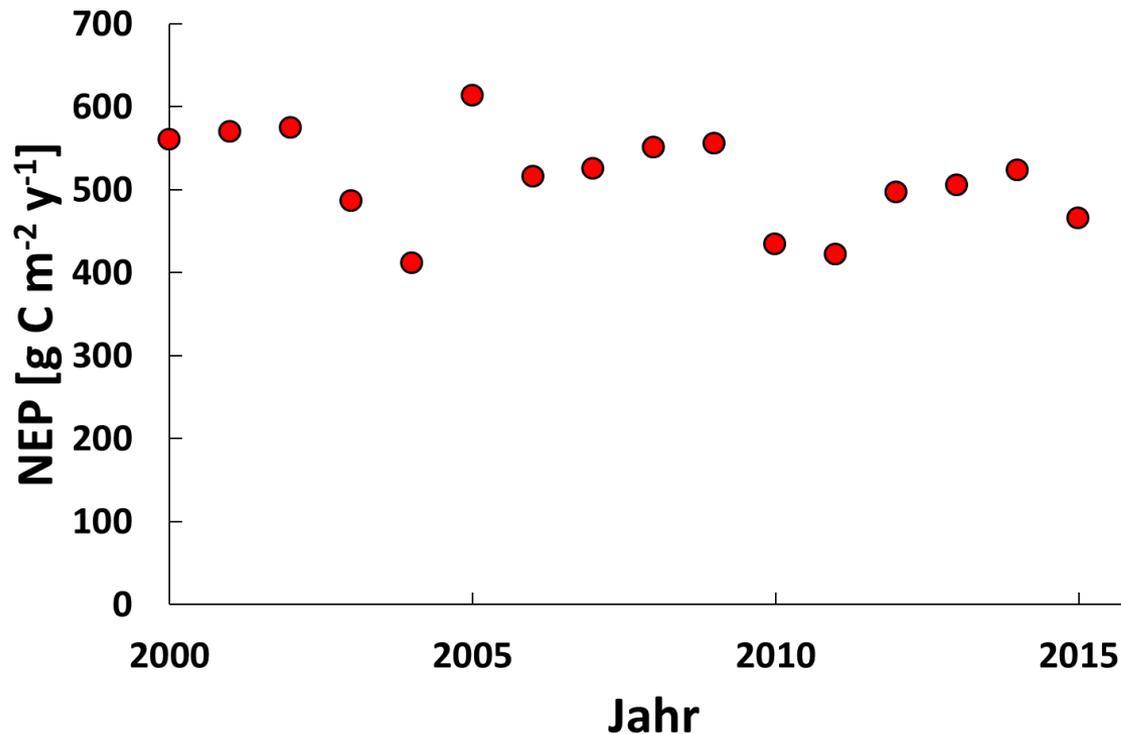
C Senke

C Quelle

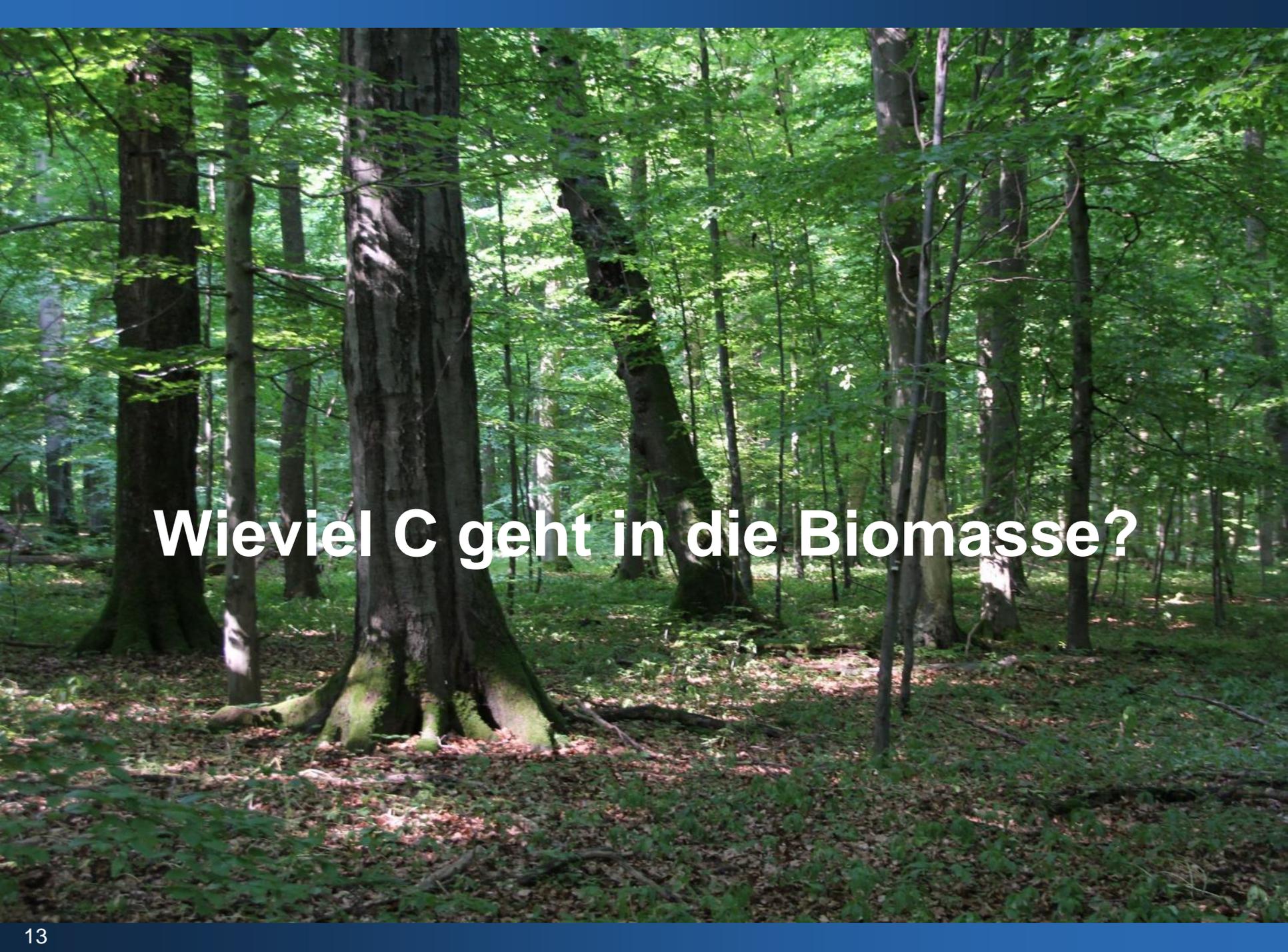
Unsere Studie: 519 boreale und temperate Waldstandorte

- Netto-CO₂ Fluss sinkt mit Alter, bleibt aber im Mittel positiv

16 Jahre kontinuierliche Messungen

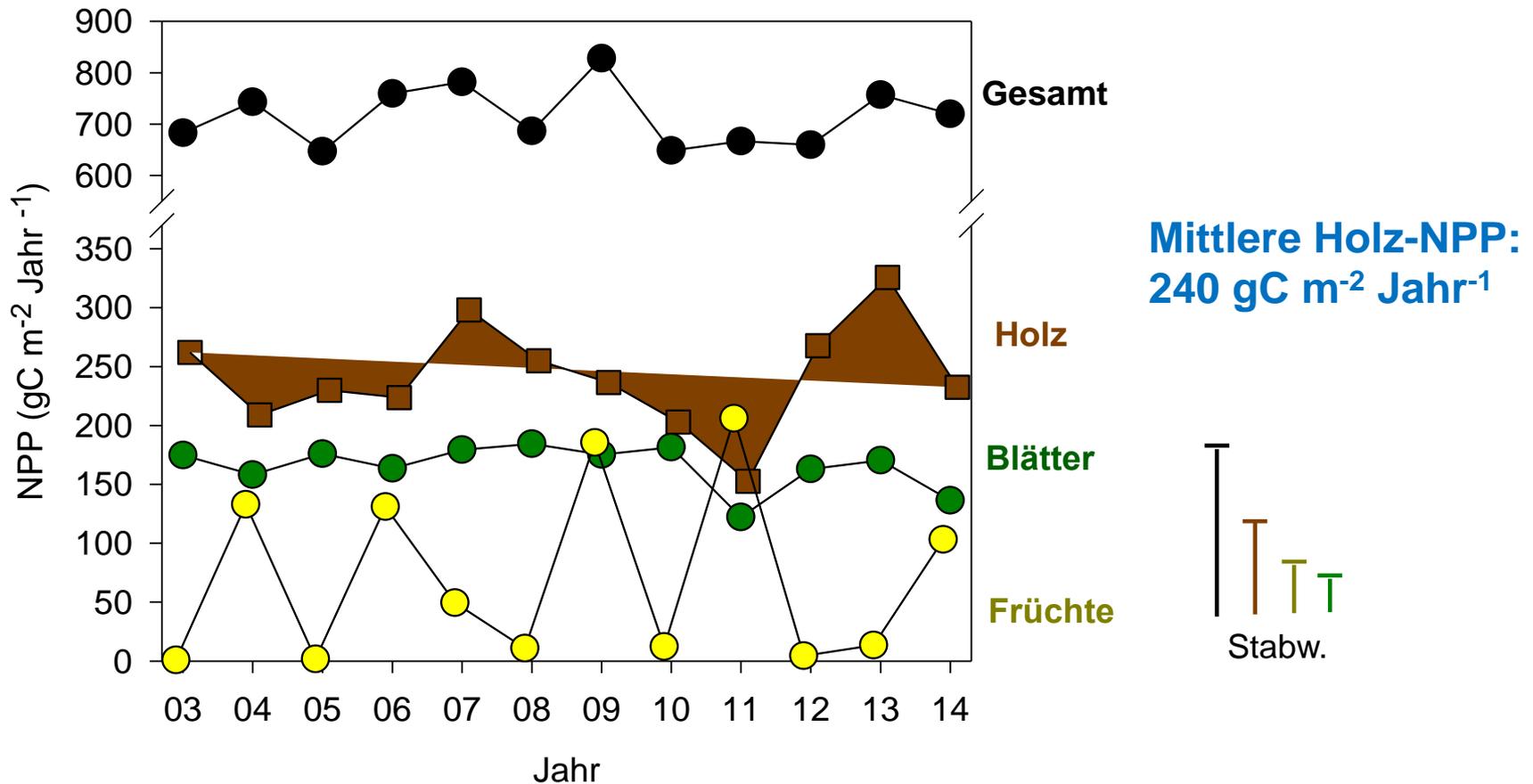


- bisher kein signifikanter Trend
- insgesamt geringe interannuelle Variabilität (CV = 12%) im Vergleich zu bewirtschafteten Wäldern
- Variabilität nicht nur durch Umweltfaktoren erklärbar, biologische Prozesse wie Mast spielen wichtige Rolle

A photograph of a dense forest with many trees and green foliage. The trees are tall and thin, with a thick canopy of green leaves. The ground is covered in fallen leaves and some green plants. The lighting is bright, suggesting a sunny day.

Wieviel C geht in die Biomasse?

Netto-Primärproduktion (NPP)



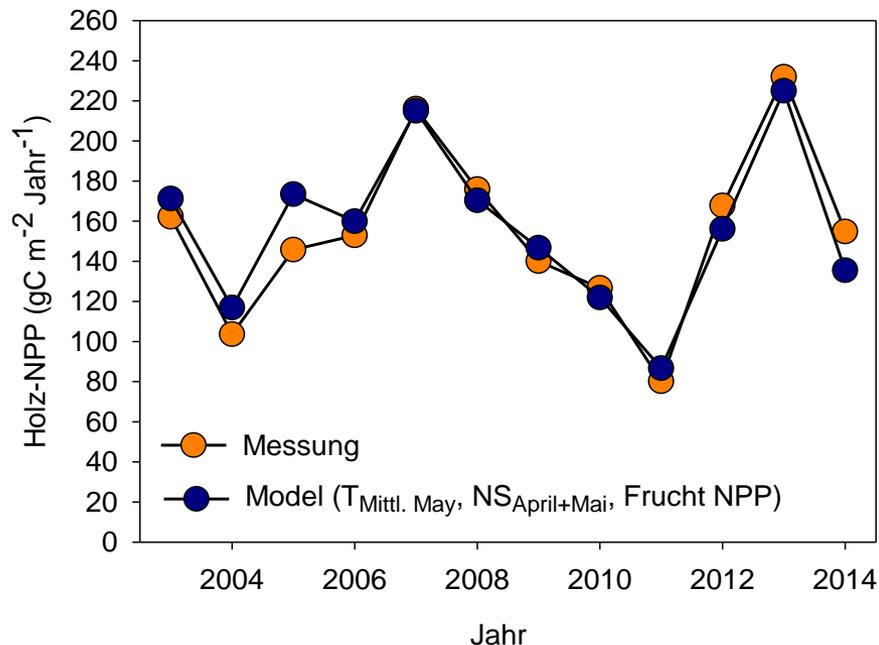
- hohe inter-annuelle Variabilität einzelner Kompartimente
- geringe Variabilität von Gesamt-NPP
- Mastjahre: 2004, 2006, 2009, **2011**, 2014

Mund et al. 2010, Mund et al. in prep.

Holz-NPP = f (Wetter; Frucht-NPP)

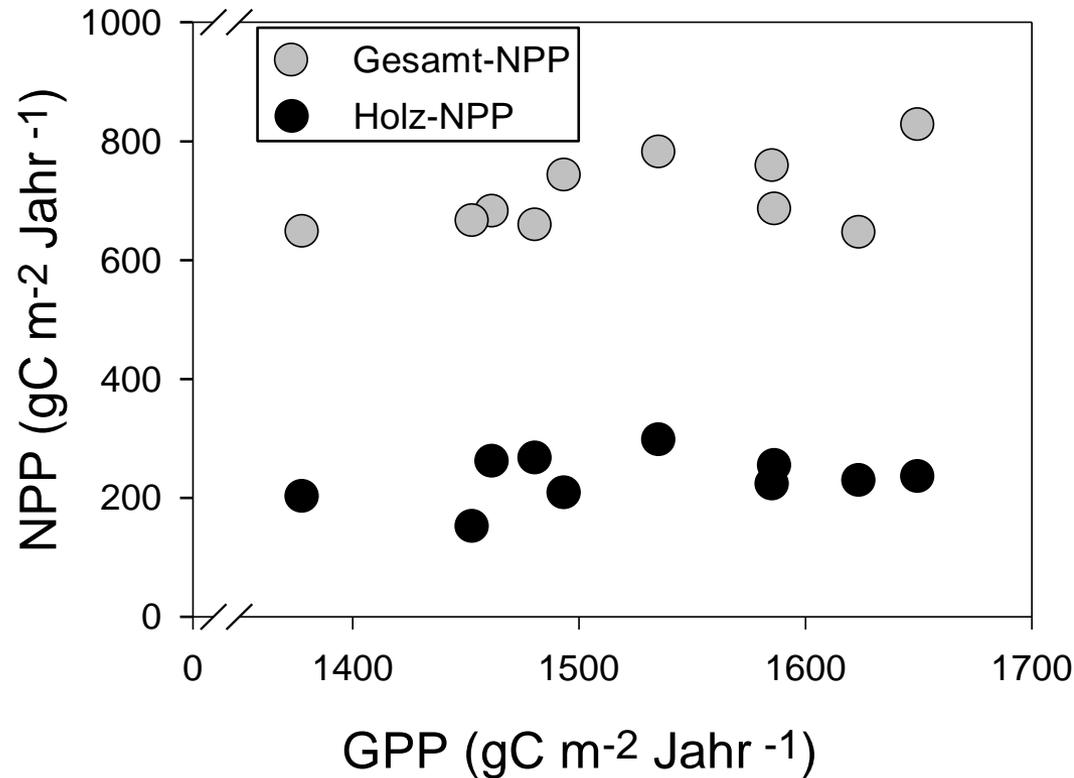
Multiple linear Regression ($R^2 = 0.913$)

Variable	Koeffizient	Standard Fehler	p	Standardisierter Koeffizient
Interzept	-188.419	56.238	-0.010	
Mittl. Temperatur Mai (°C)	22.334	3.805	<0.001	0.824
Niederschlag Summe April & Mai (mm)	0.730	0.104	<0.001	0.984
Fruit NPP ($\text{gC m}^{-2} \text{ year}^{-1}$)	-0.323	0.0575	<0.001	-0.586



Weist der negative Einfluss der Fruchtproduktion auf einen Verteilungskampf um C zwischen vegetativem und regenerativem Wachstum hin?

GPP und NPP



die jährliche NPP wird **nicht** von der Verfügbarkeit neu assimilierten Kohlenstoffs bestimmt

Totholzdynamik

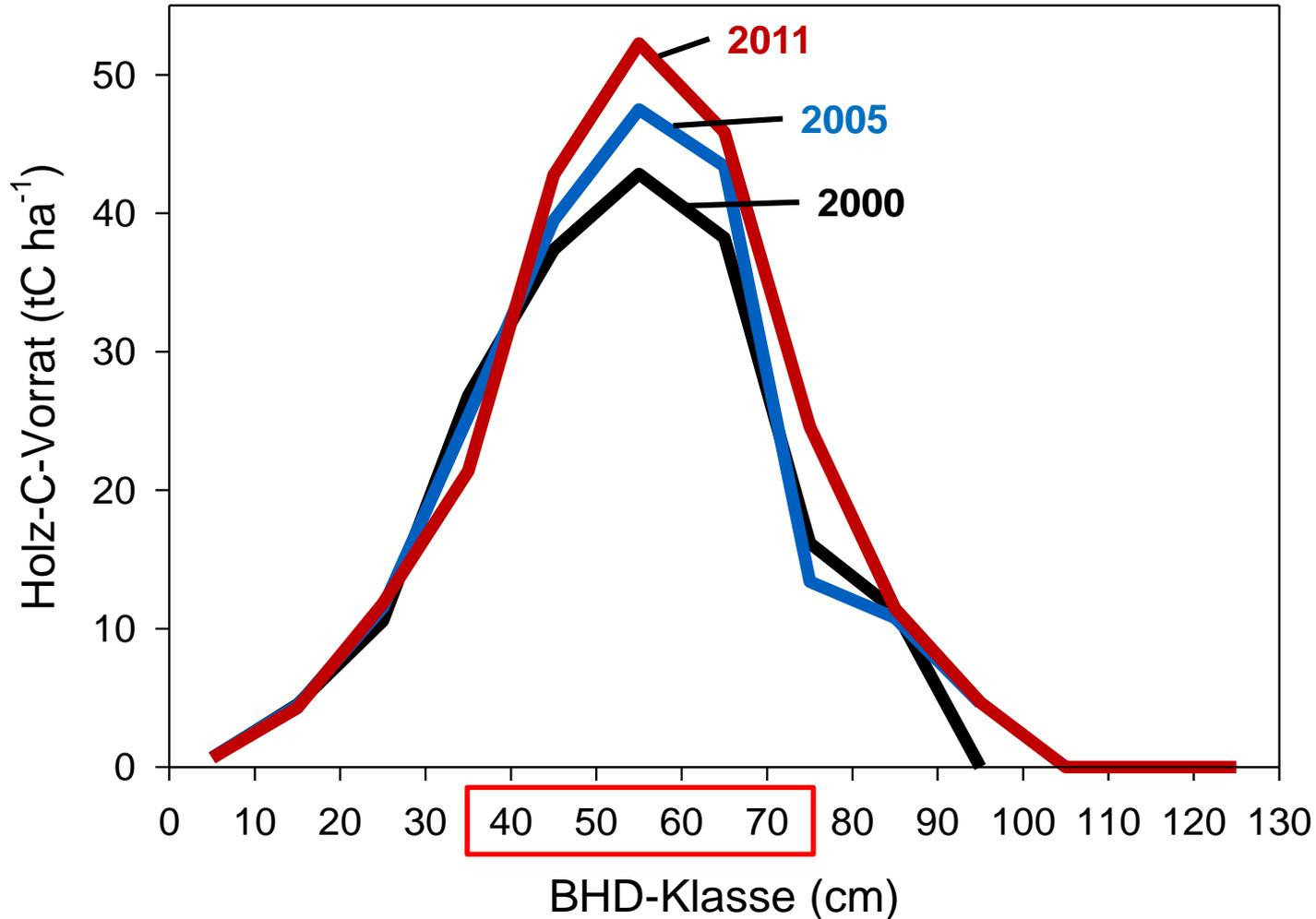
Methode:

- 2 Totholztransekte: jeweils 1 km lang, 40 m breit; BHD \geq 30 cm, Inventur: 2006, einzelne Begehungen, geplante Wiederholung 2016/17
- 34 Inventurplots (r = 15 m): Inventuren 2000, 2005, 2011, geplant 2016/17

Totholzvorräte:

- rund 1100 gC m⁻² oder **6%** des lebenden Bestandes
- Hohe räumliche Variabilität: Variationskoeffizient = **90%**
- **Mortalität < 1 Masse%**  Holz-NPP ~ NEP_{Biomasse}

Verteilung der Holz-C-Vorräte



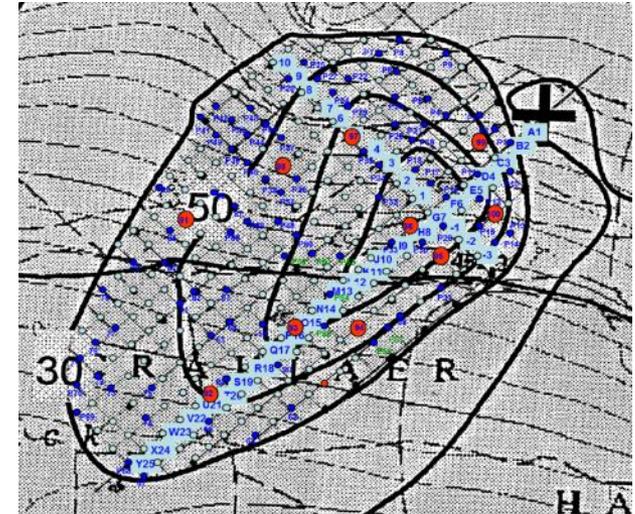
Mund et al. in prep.

A photograph of a forest floor covered in fallen leaves and twigs, with several trees in the background. The text "Wieviel C geht in den Boden?" is overlaid in the center.

Wieviel C geht in den Boden?

Probenahme und Probenaufbereitung

- 100 Bohrkern entlang von Grid im Frühjahr 2004 und 2009 entnommen
- Zunächst Beprobung der organischen Auflage mit Stechrahmen
- Bohrkern mit Rammkernsonde bis 60 cm Tiefe:
0-5, 5-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50, 50-60 cm
- Bestimmung von
 - Lagerungsdichte
 - Steingehalt
 - Wurzelbiomasse
 - Kohlenstoff- und Stickstoffkonzentration
 - Kohlenstoff- und Stickstoffvorräte

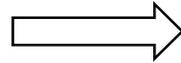


Probenahme und Probenaufbereitung

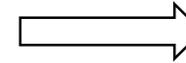
Schritte bis zur Analyse:



Aussortieren von
Steinen und Wurzeln



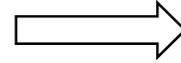
Lufttrocknung



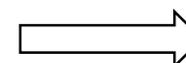
Sieben < 2mm



Mahlen



Einwaage für C/N Analyse

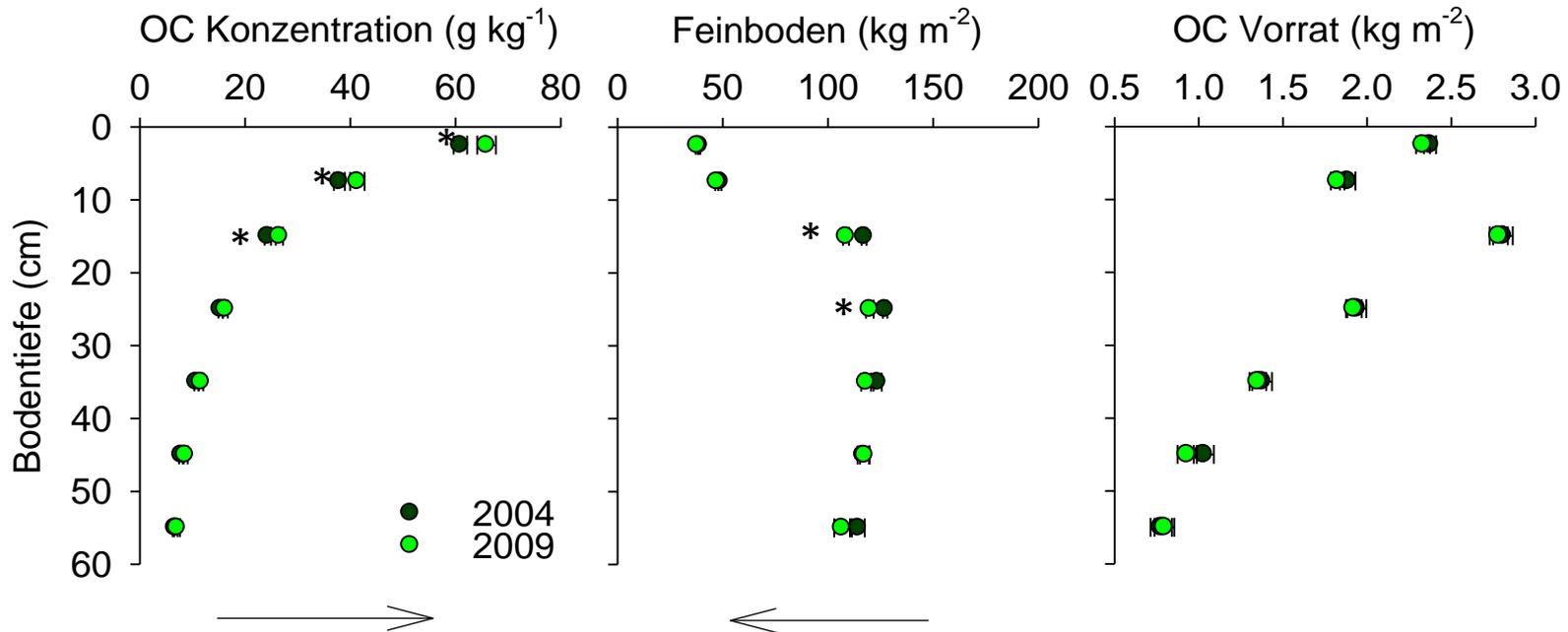


Analyse am Elementaranalysator
vario MAX



Herzliches Danke an:
Marco Pöhlmann, Enrico Weber
AG Roma (Ines Hilke and Birgit Fröhlich)
Vielen weiteren helfenden Händen

Ergebnisse Kohlenstoff 1

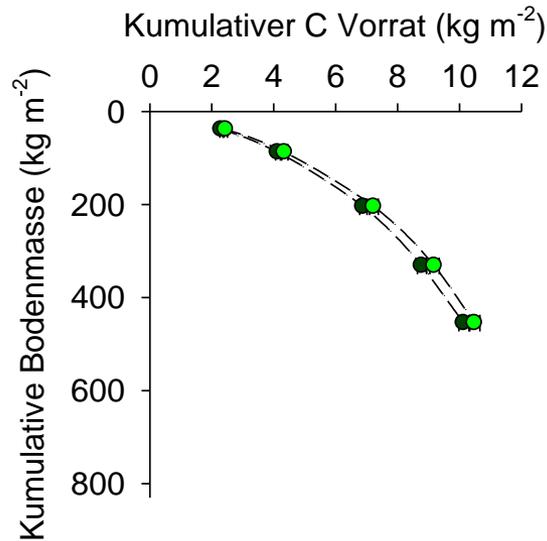
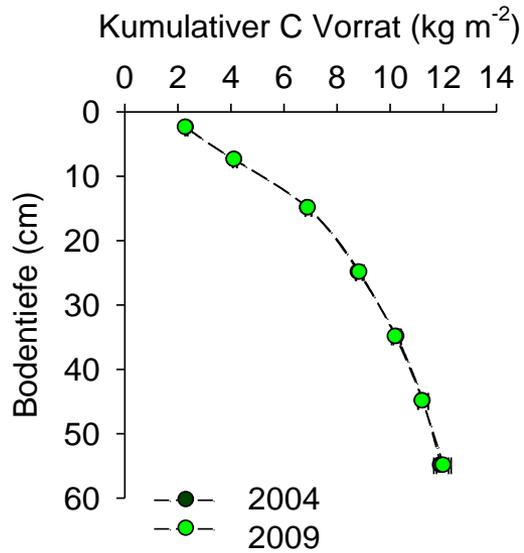


Schrumpf et al. 2014 (PLOS ONE)

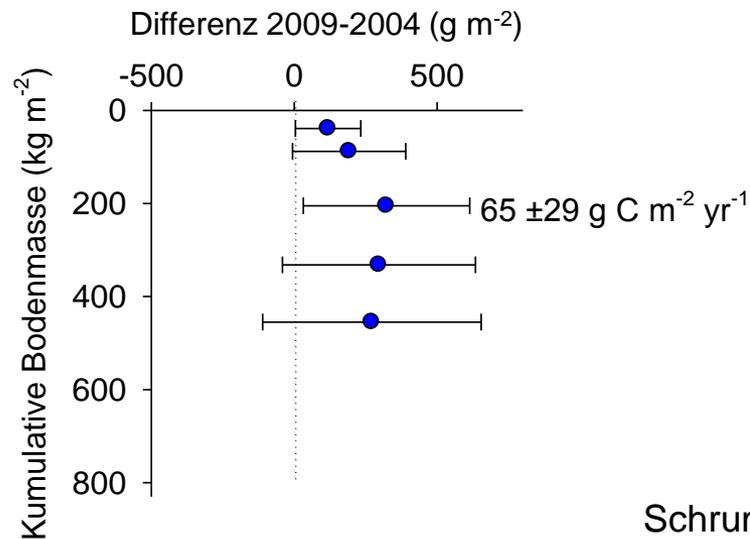
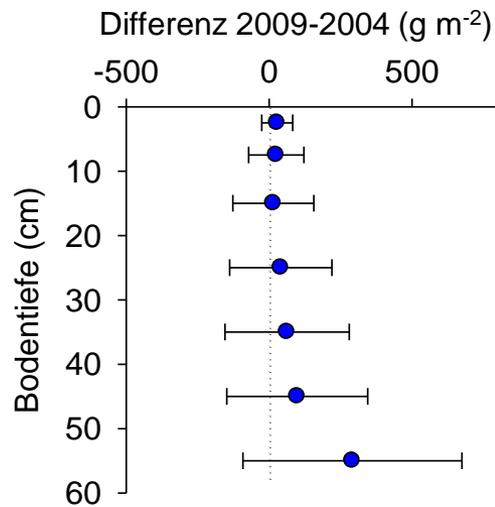
- OC-Konzentrationen haben zugenommen
- Lagerungsdichte 2009 geringer als 2004
- Keine signifikanten Vorratsänderungen, bei Bezug auf Bodenvolumen



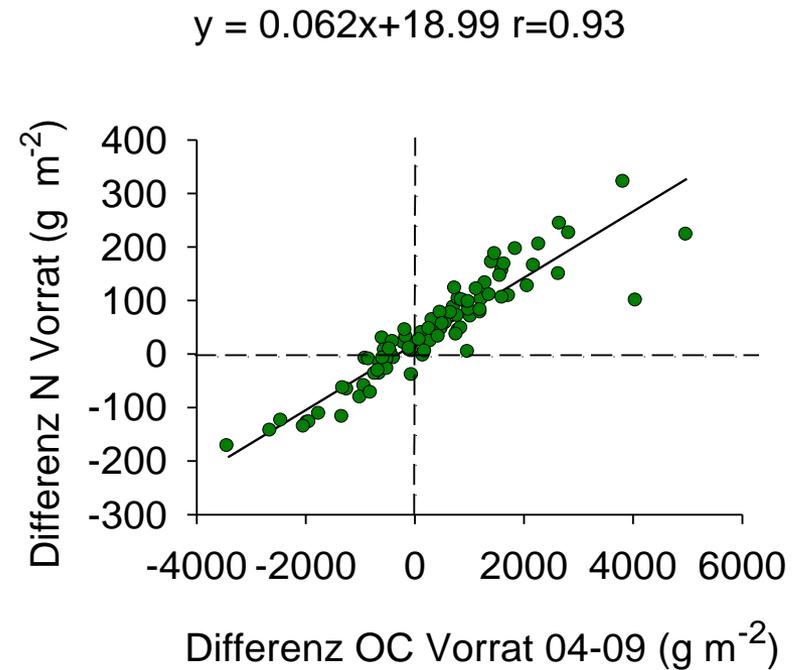
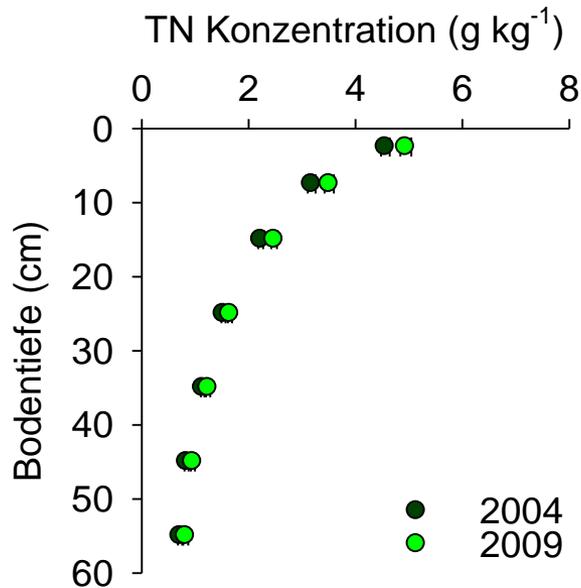
Ergebnisse Kohlenstoff 2



C Speicherung im Boden:
 $65 \pm 29 \text{ g C m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$



Ergebnisse Stickstoff

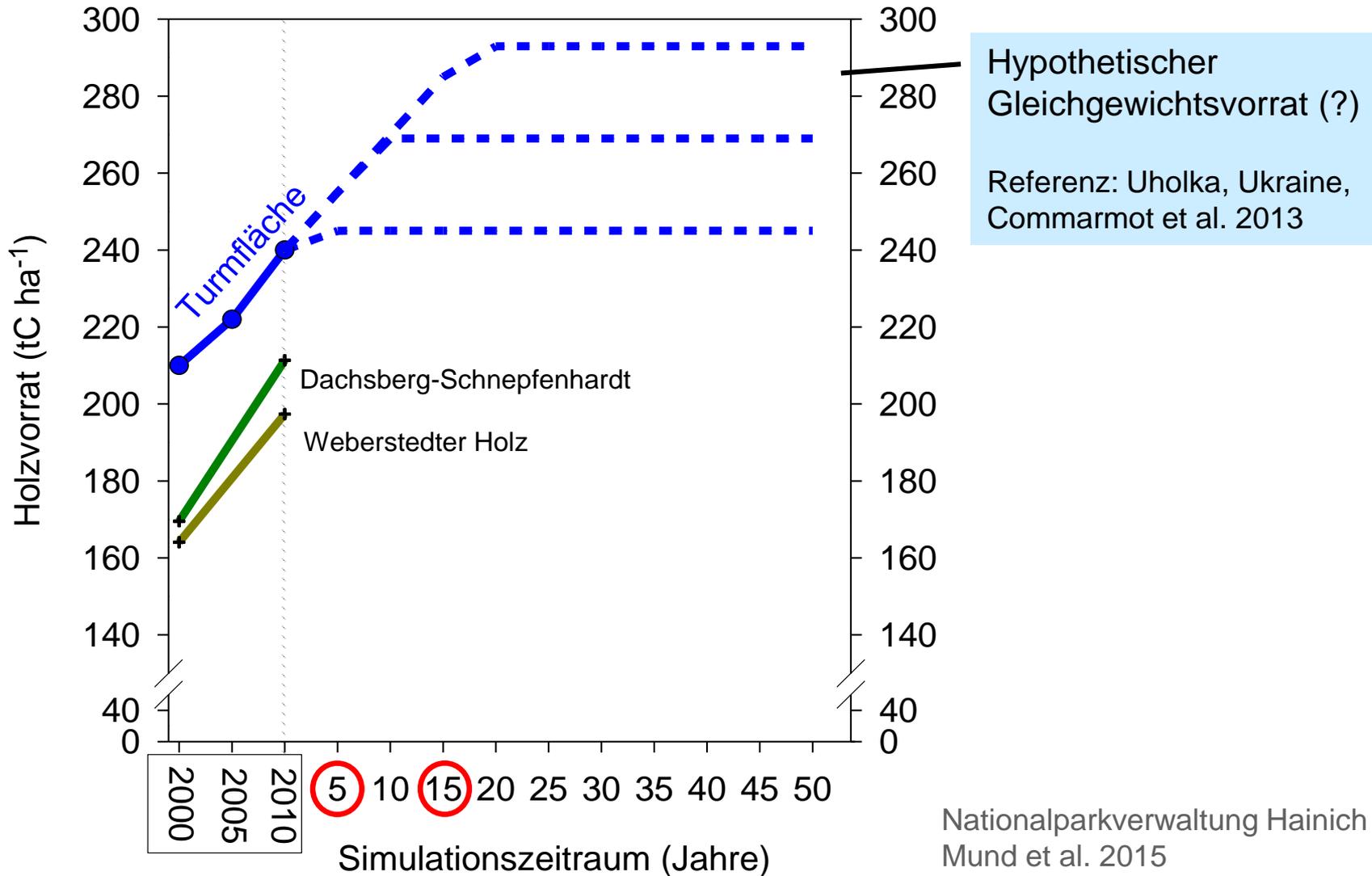


Schrumpf et al. 2014 (PLOS ONE)

- Neben OC ist auch die N-Konzentration gestiegen
- Das OC / TN Verhältnis der Änderung schwankt zwischen 7 und 11
- Gesamt- N-Akkumulation: 7.8 ± 2.0 g N m⁻² yr⁻¹



Entwicklung der mittleren Holz-C-Vorräte ?



Zusammenfassung

- Weberstedter Holz ist zur Zeit eine C Senke
- Zeitliche Variationen erklären sich durch
 - a) kurzfristig: direkte Umweltfaktoren
 - b) interannuell: Interaktion Klima und physiologische Prozesse
 - c) langfristig: natürliche Bestandesentwicklung und Global Change

Unser Dank gilt:

Verwaltung des NP Hainich

Europäische Kommission
(CARBOEUROPE, Forcast,
Carboeuroflux)

BMBF (ICOS)

Max-Planck-Gesellschaft

DFG

Fastnacht, Agnes

Fellert, Dietmar

Ghimire, Bishal

Herbst, Mathias

Hertel, Martin

Hilke, Ines

Hippler, Kerstin

Kollascheck, Marcus

Kolle, Olaf

Kuhlmann, Iris

Kutsch, Werner

Kreilein, Heinrich

Kübler, Karl,

Parth, Andreas

Pöhlmann, Marco

Pruschitzki, Uli

Rebmann, Corinna

Schulze, Ernst-Detlef

Schumacher, Jens

Siebicke, Lukas

Tamrakar, Rijan

Tiedemann, Frank

Trumbore, Susan

Tunsch, Edgar

Unger, Michael

Westphal, Ulrike

Ziegler, Waldemar

Wirth, Christian

und vielen studentischen
Helferinnen und Helfern