

# Kohlenstoffbindung in unbewirtschafteten Wäldern

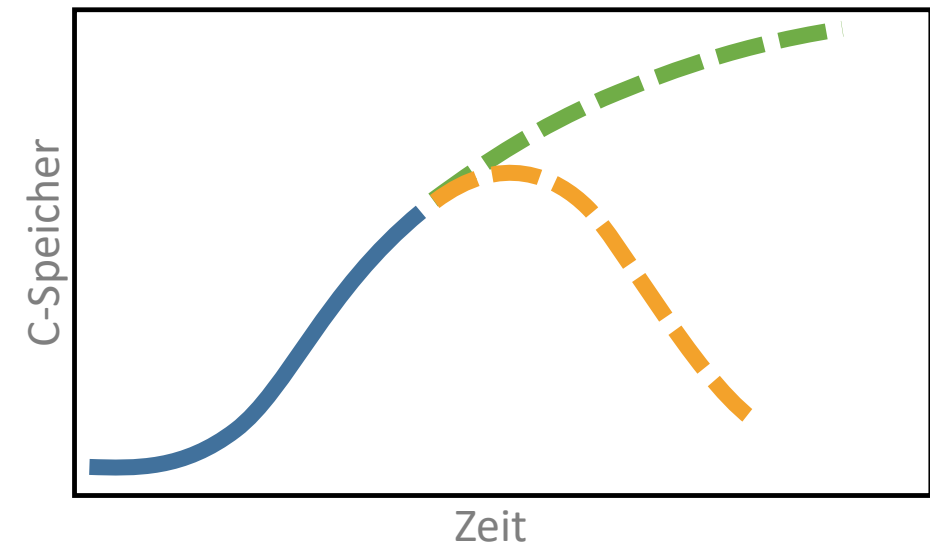


- Mittelfristige Senke und langfristiger Speicher -

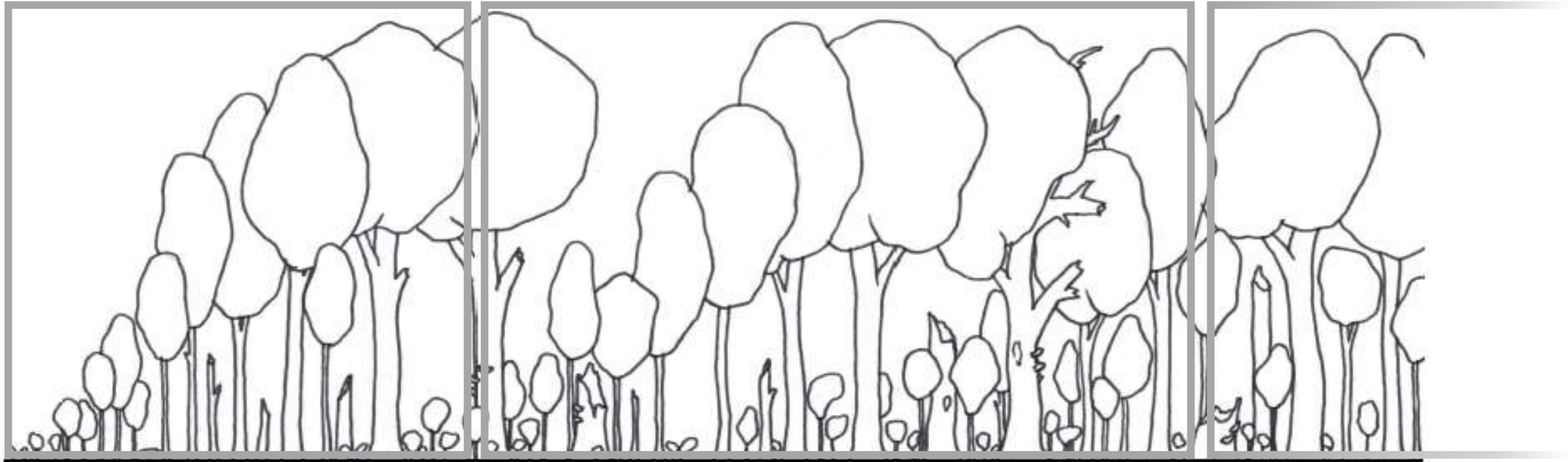
## Warum interessiert uns das Thema?

- Ökologische Prozesse verstehen
- Wirkung von Management? (Referenz)
- Potential zur Abmilderung des Klimawandels? („climate-smart forestry“)
- Fläche von Wäldern mit natürlicher Entwicklung steigt...
  - Nationale Biodiversitätsstrategie  
(Nutzungseinstellung auf 5% bis 2020; bisher 3.1%! [Steinacker et al. 2023])
    - EU Biodiversitätsstrategie  
(10% der Landfläche unter *„strengem Schutz“* ...)

Kontroverse Debatte hinsichtlich der Effekte...  
...auf schwacher Datengrundlage



# Wie entwickeln sich Wälder nach Nutzungseinstellung?



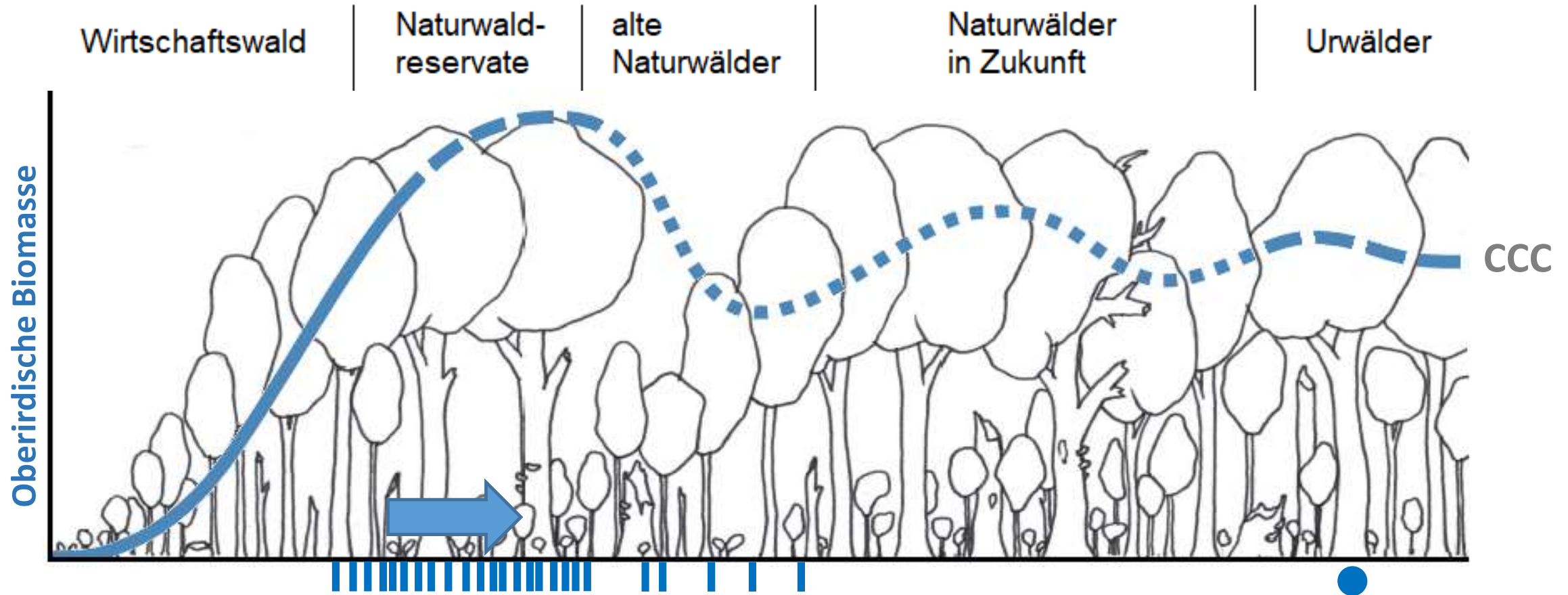
Zeit

Vorratsaufbau

Strukturelle Reorganisation

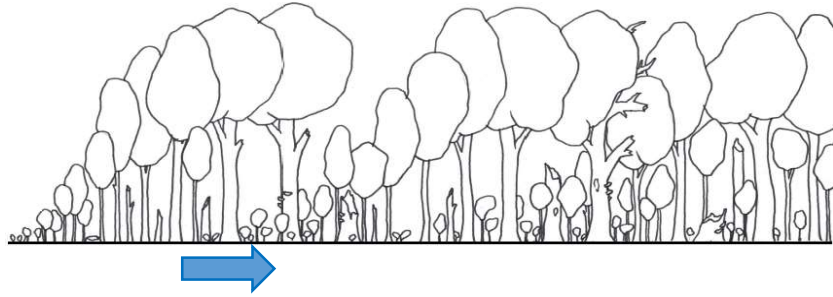
Dynamisches Gleichgewicht

➤ Mittel- und längerfristige Entwicklung des Kohlenstoffspeichers?



Untersuchungsansätze:

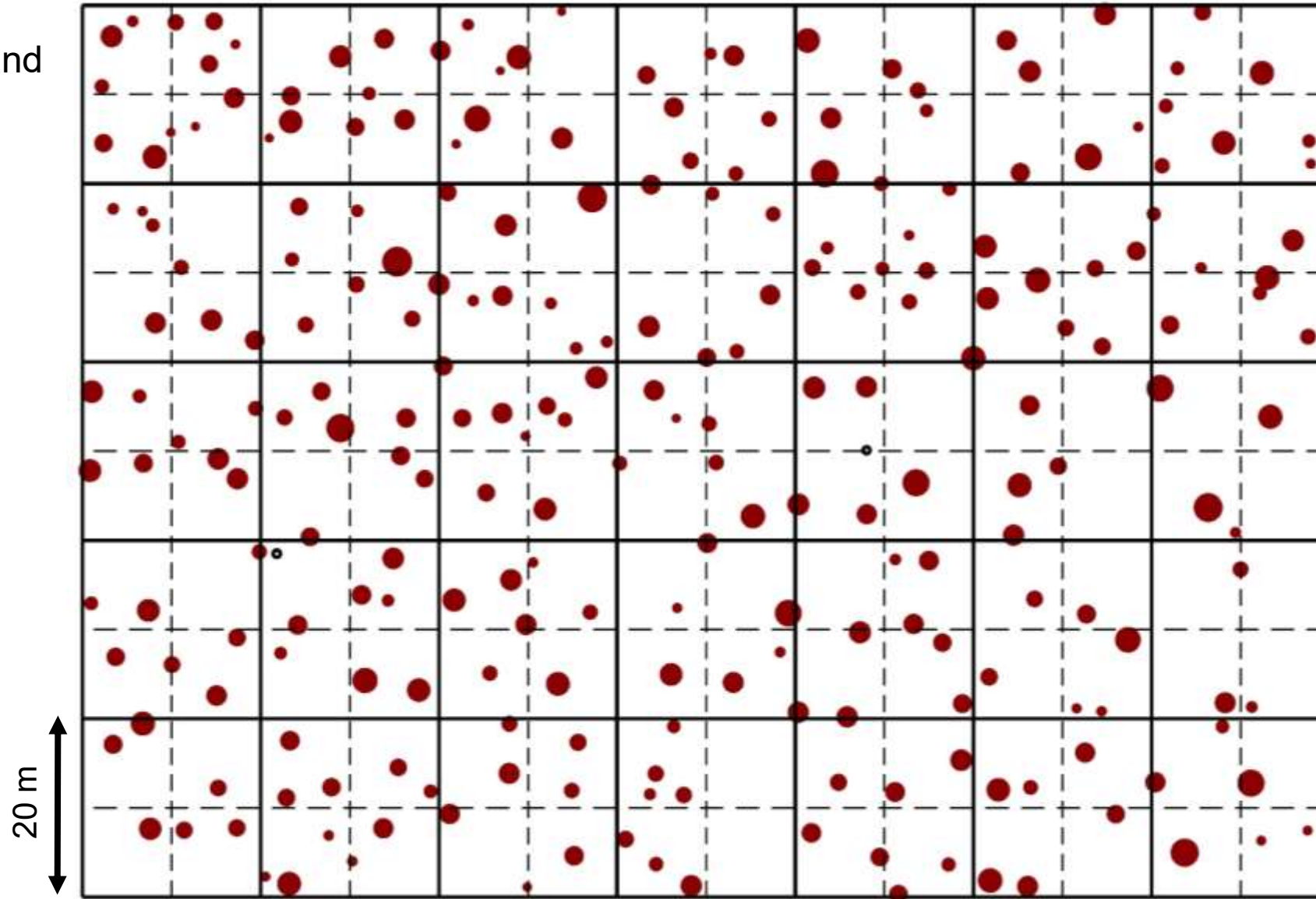
- Zeitreihe
- Unechte Zeitreihe (space-for-time)



- 18 Kernflächen in NWR ( $\approx 1$  ha)
- Drei Waldtypen  
(Buche rein, Buchenmisch- und Eichenmischwälder)
- Mindestens drei Strukturaufnahmen  
(Beobachtungszeitraum bis 54 Jahre)
- Vollständige Bilanzierung der oberirdischen Biomasse (Totholz inbegriffen)

Buchenreinbestand  
„Limker Strang“

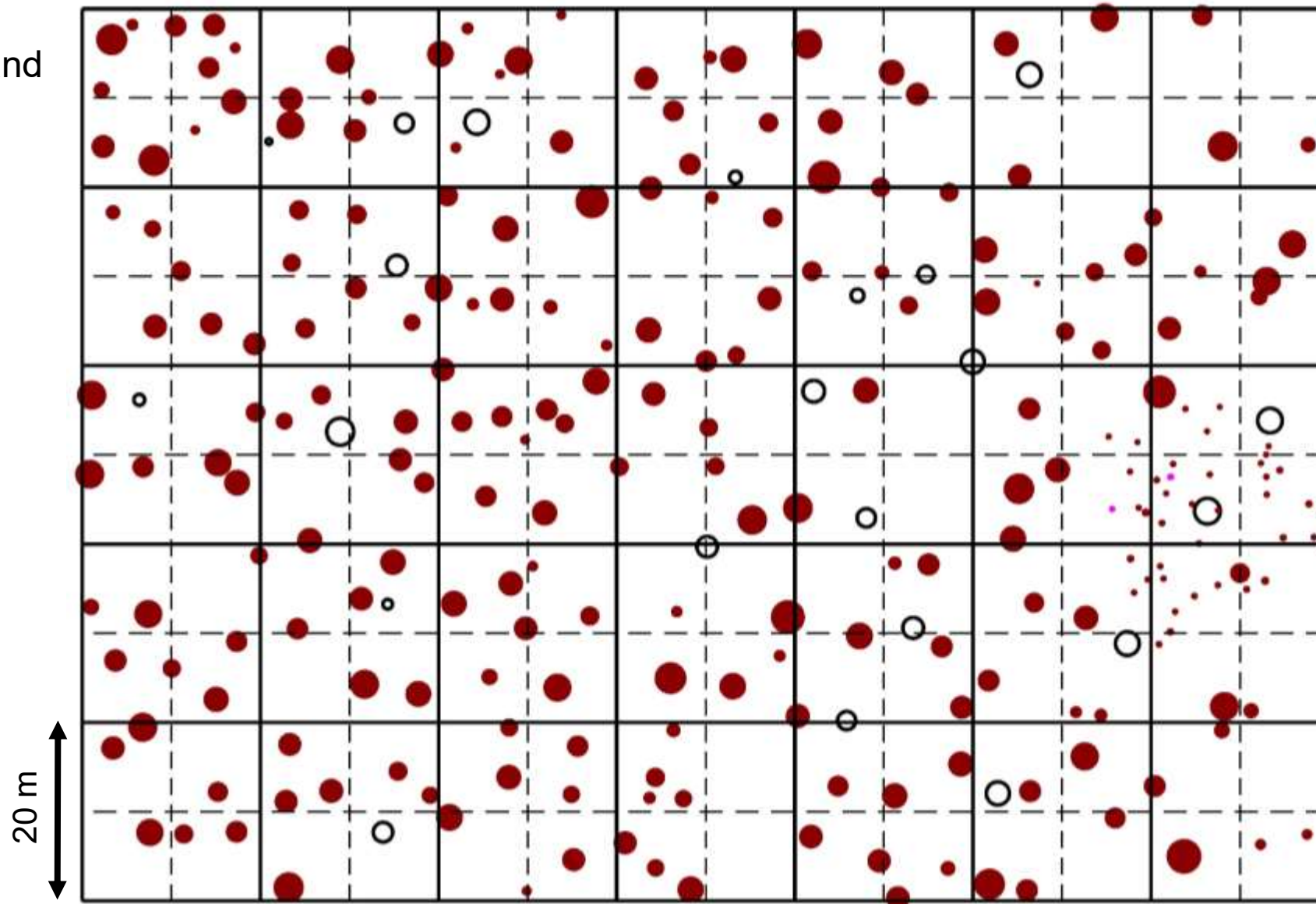
1972  
↓  
2021



- Eberesche
- Buche
- Totholz (stehend)

Buchenreinbestand  
„Limker Strang“

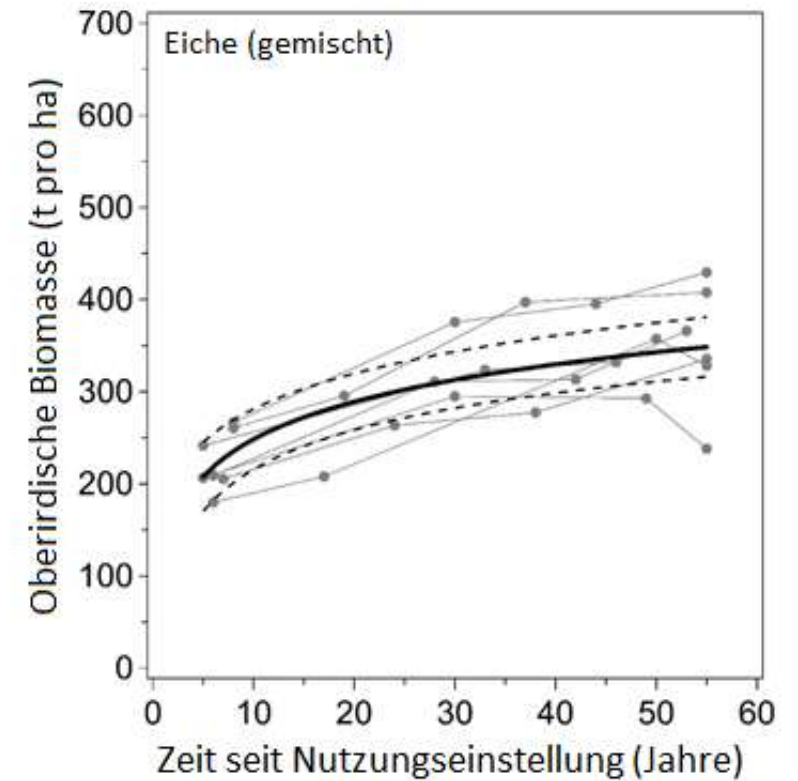
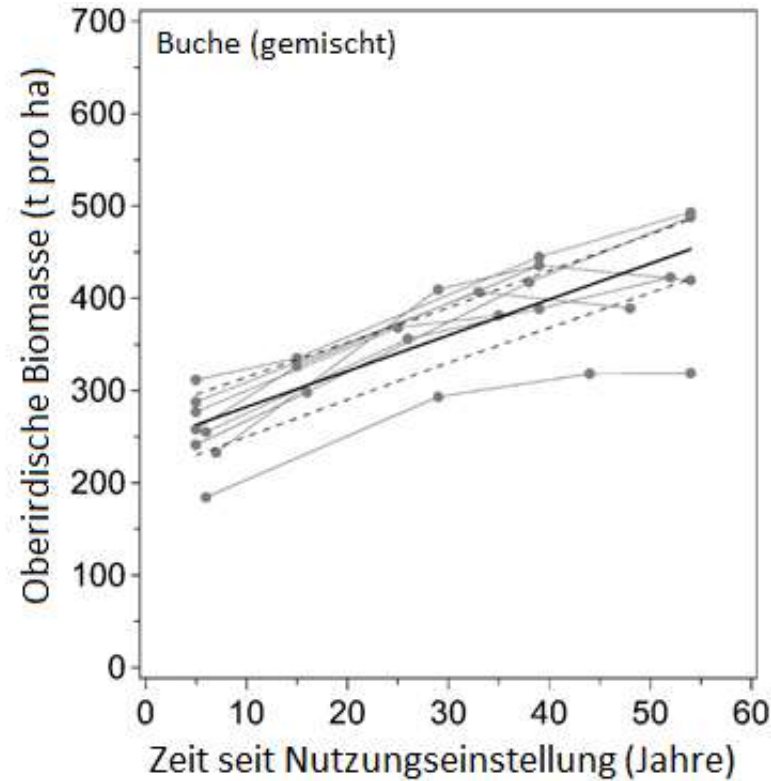
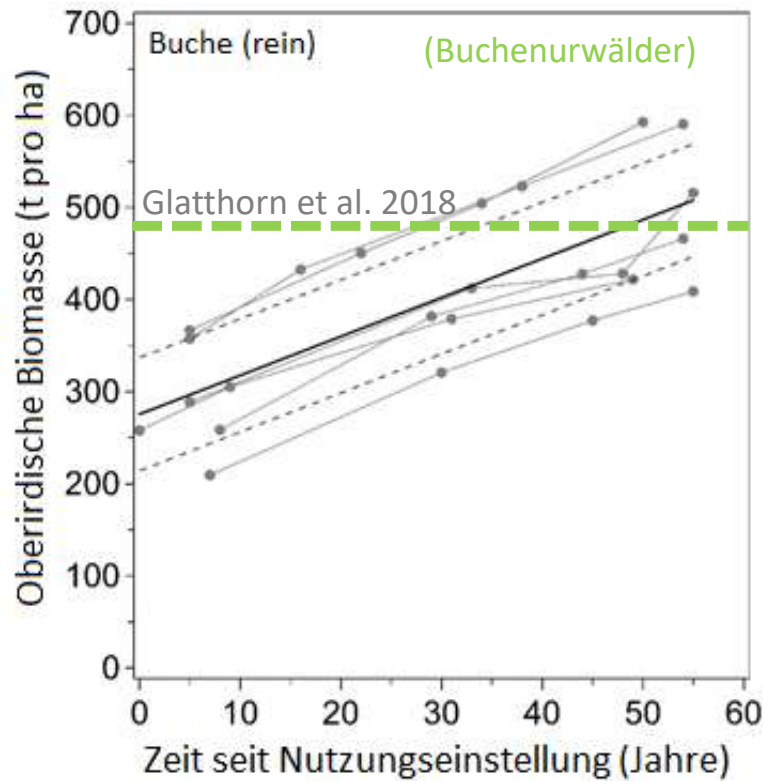
1972  
↓  
2021



Prozesse:

- Wachstum
- Mortalität/  
Zersetzung
- Einwuchs

- Eberesche
- Buche
- Totholz (stehend)



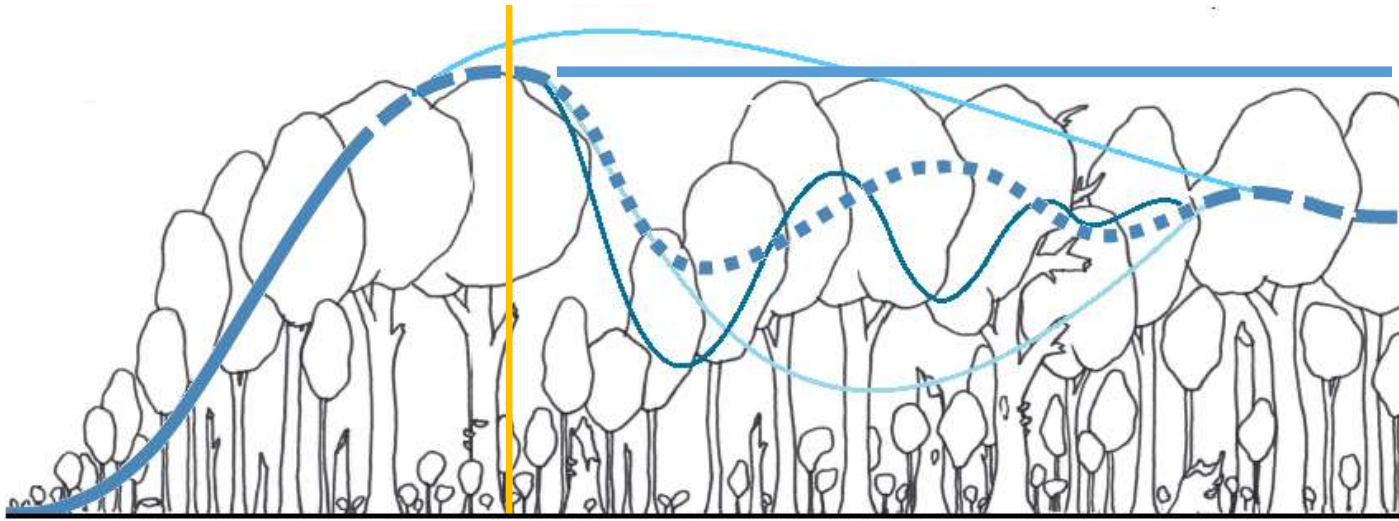
Meyer et al. 2021

- Deutlicher Anstieg der Biomasse in buchendominierten NWR.
- Sättigungsverlauf in eichendominierten Beständen.



NWR nehmen über lange Zeiträume C auf und bilden einen beträchtlichen Speicher.

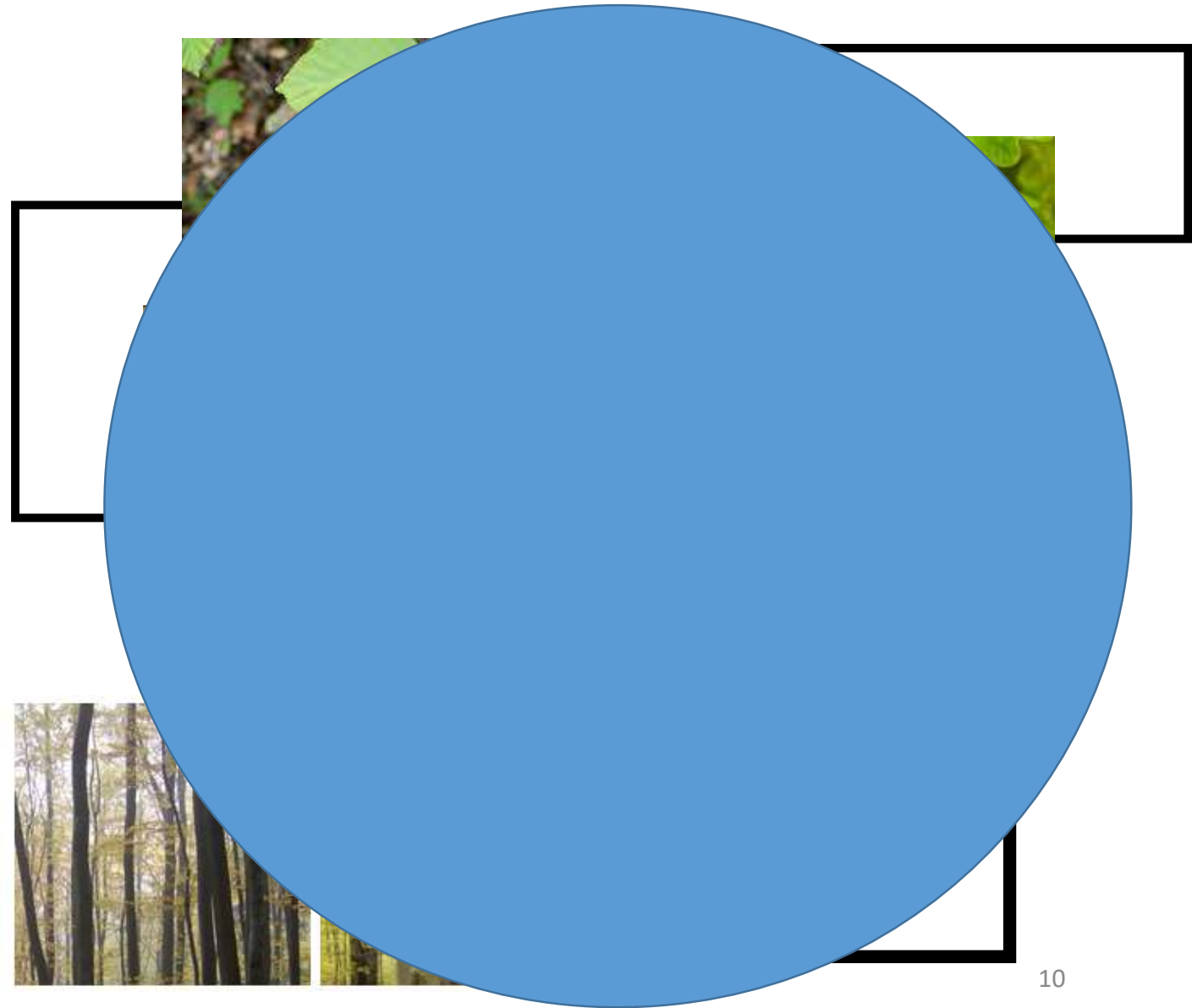
- Wie lange geht die C-Aufnahme weiter?
- Was passiert dann?
- Welche Rolle spielen die unterschiedlichen Arten?
- Was ist mit anderen Faktoren? (Klima, Boden, ...)





Zeit seit Nutzungseinstellung (TSA)  
ist nur einer von vielen Faktoren...

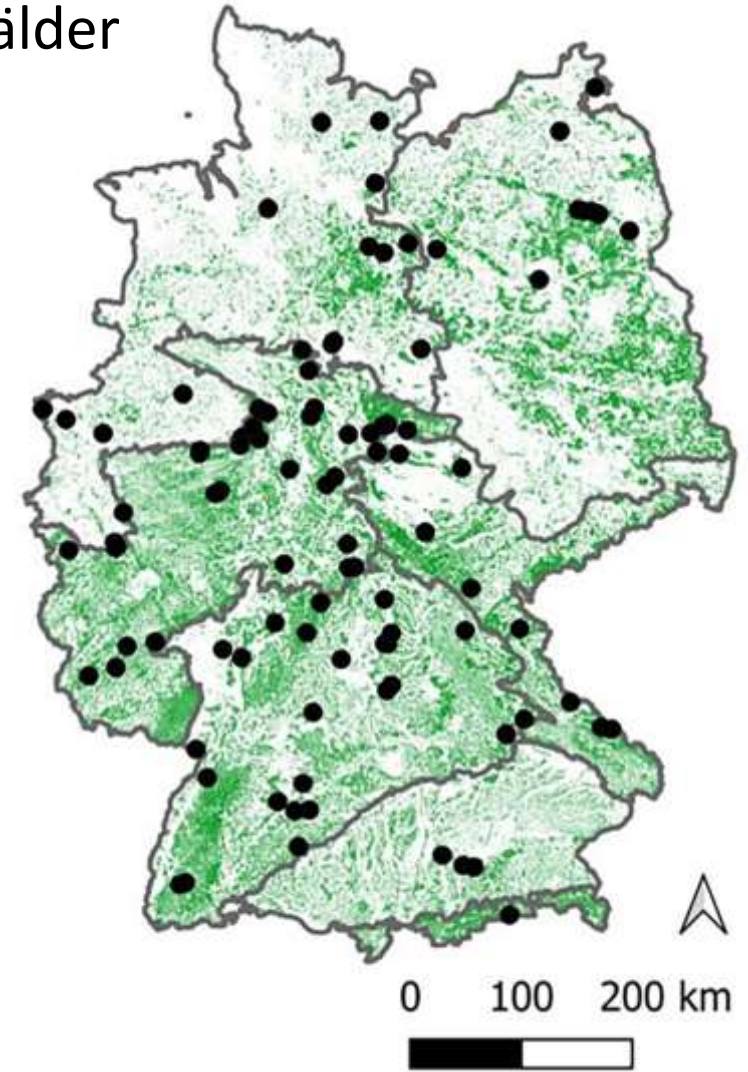
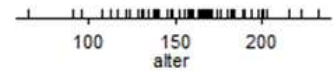
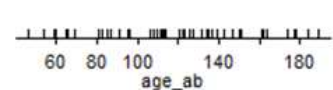
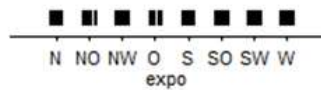
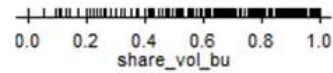
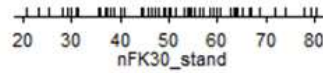
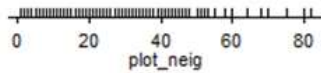
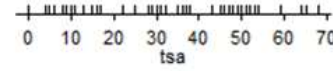
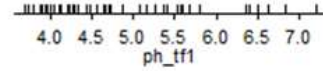
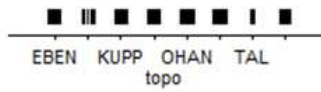
- Baumarten
- Boden
- Klima
- Bestandesalter
- Waldbauliche Behandlung
- ...



10



## Breite Abdeckung der Faktoren nur für Buchenwälder (64 Altersklassen-Wälder)

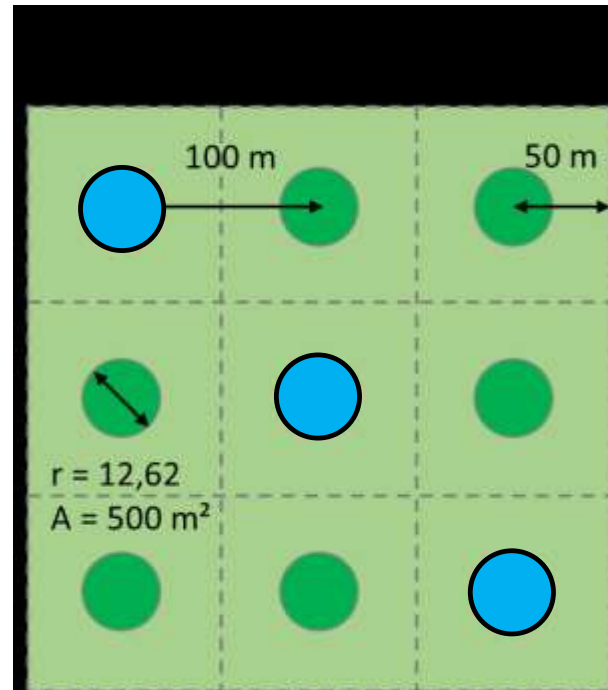




### Ergänzende Daten:

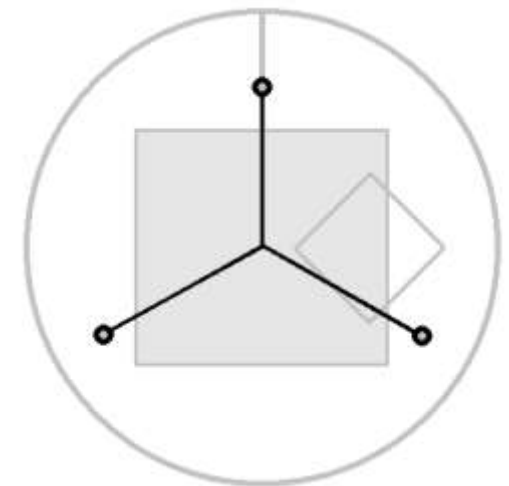
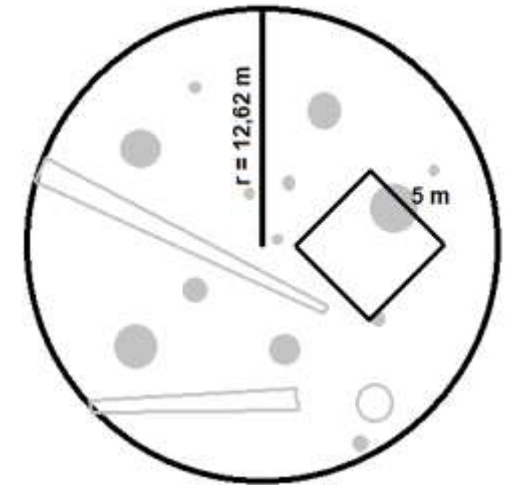
- 5 „Alte NWR“ mit TSA > 100
- 3 Buchenurwälder (Slowakei; nur oberirdisch)



Bestand mit relativ homogener Ausgangssituation  
(Baumarten und Altersstruktur)

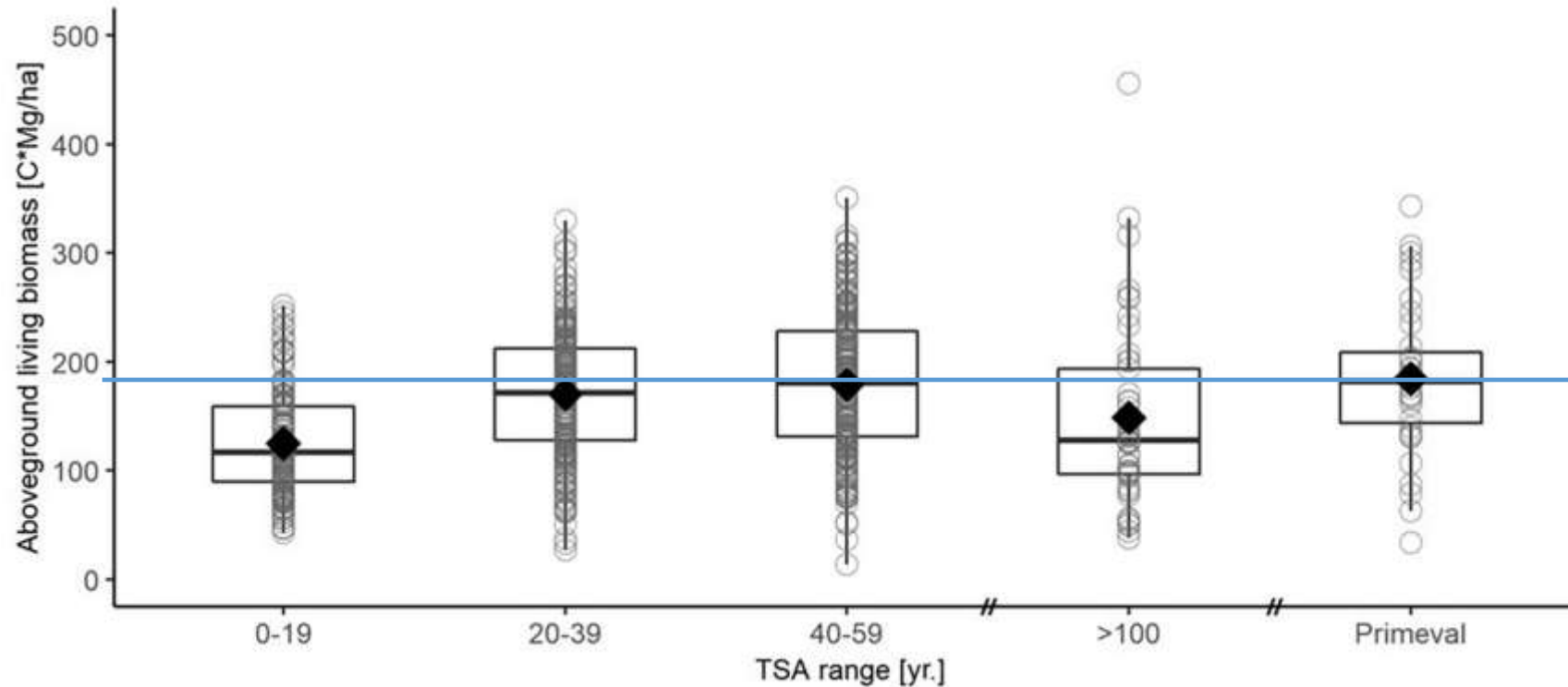


-  Waldstruktur
-  Beprobung von Humusaufgabe u. Oberboden



Auswertung über “Generalised Additive Models”...

## Lebende Biomasse:

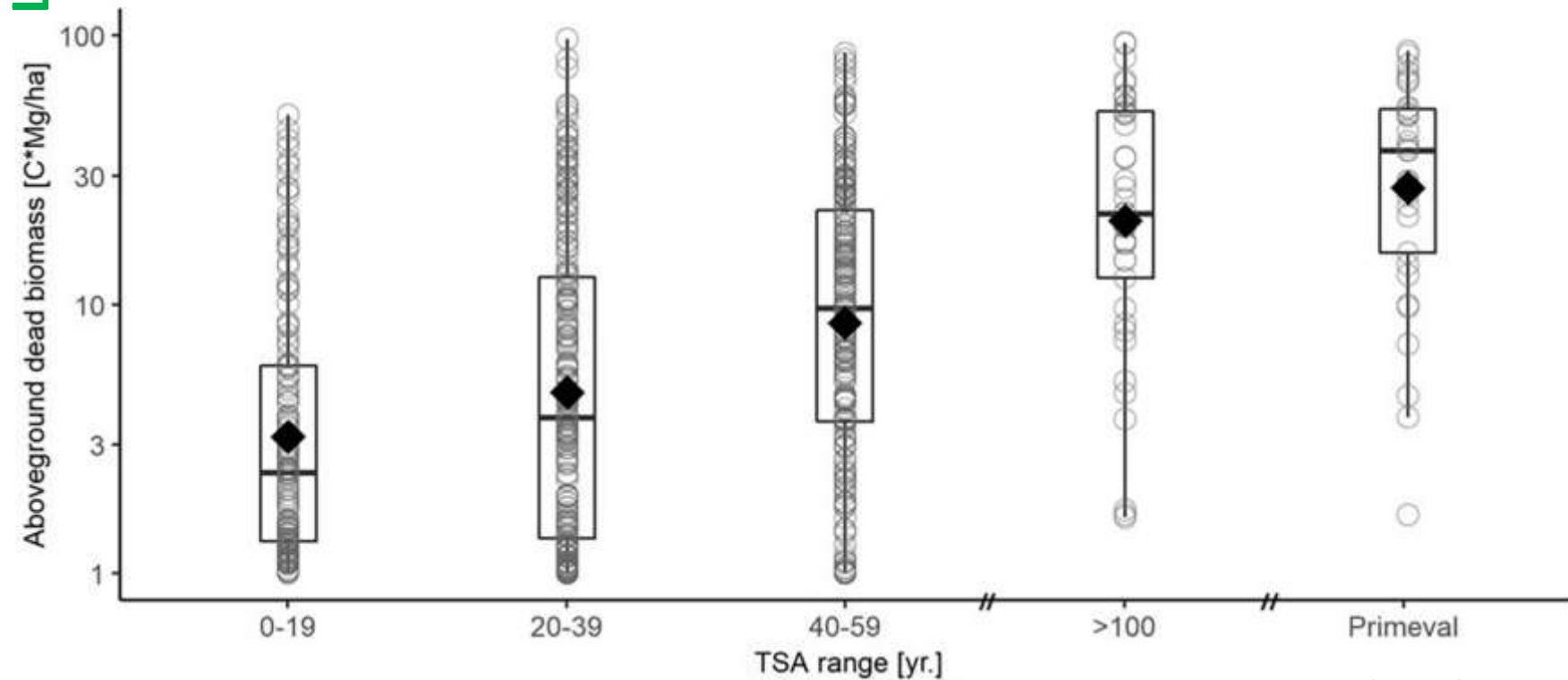


Nagel et al. 2023

	Effekt
<b>TSA</b>	/
Bestandesalter	n
<b>Buchenanteil</b>	/
Hangneigung	-
<b>Niederschlag</b>	\
Temperatur	-
pH-Wert	n
nFK	-
KWB	NA

Totholz:

Log!

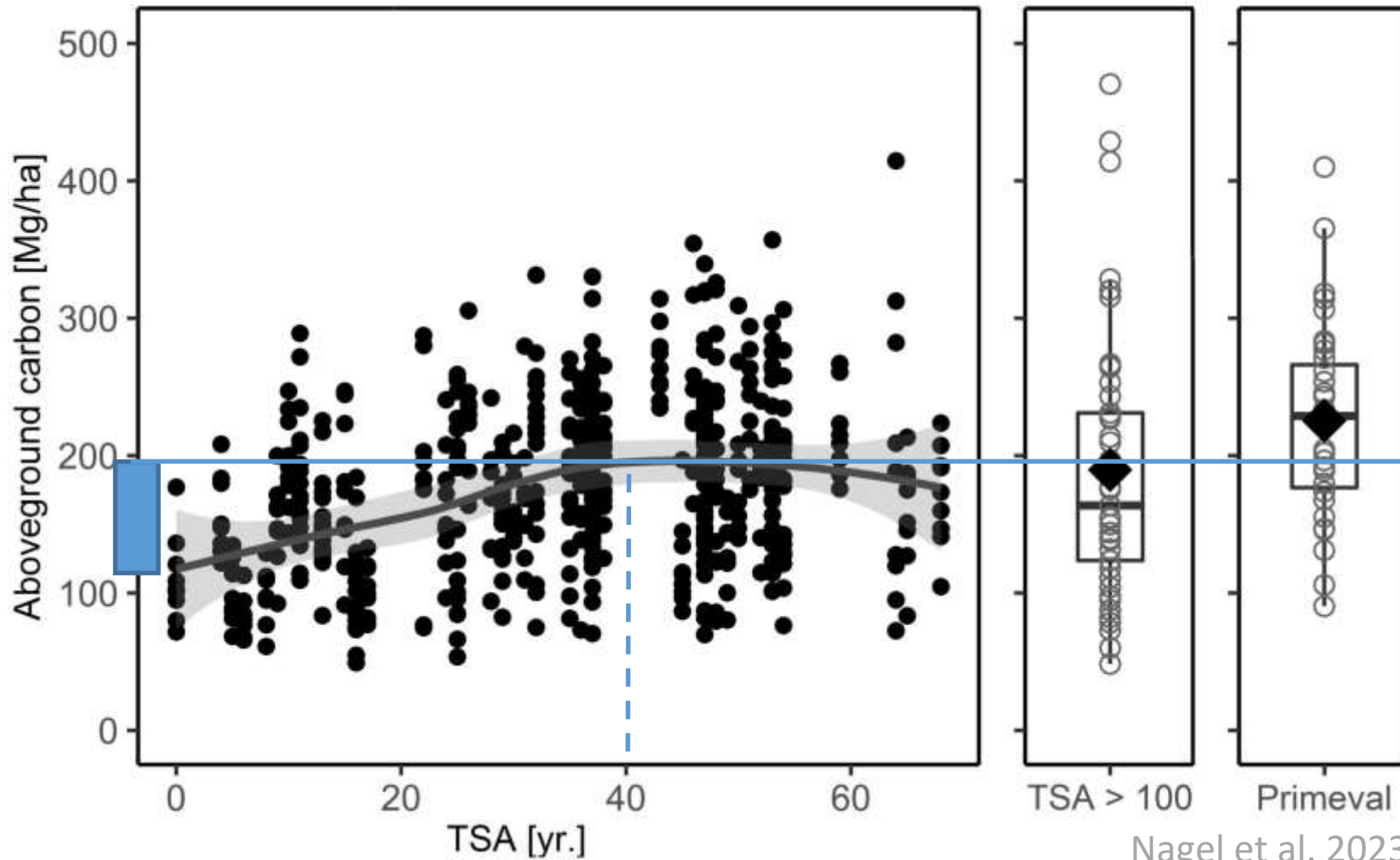


Nagel et al. 2023



	Effekt
<b>TSA</b>	/
Bestandesalter	-
<b>Buchenanteil</b>	\
Hangneigung	-
<b>Niederschlag</b>	U
Temperatur	-
pH-Wert	-
nFK	NA
KWB	-

Ca. 80 t C ha<sup>-1</sup> in 40 Jahren (2 t C ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>)

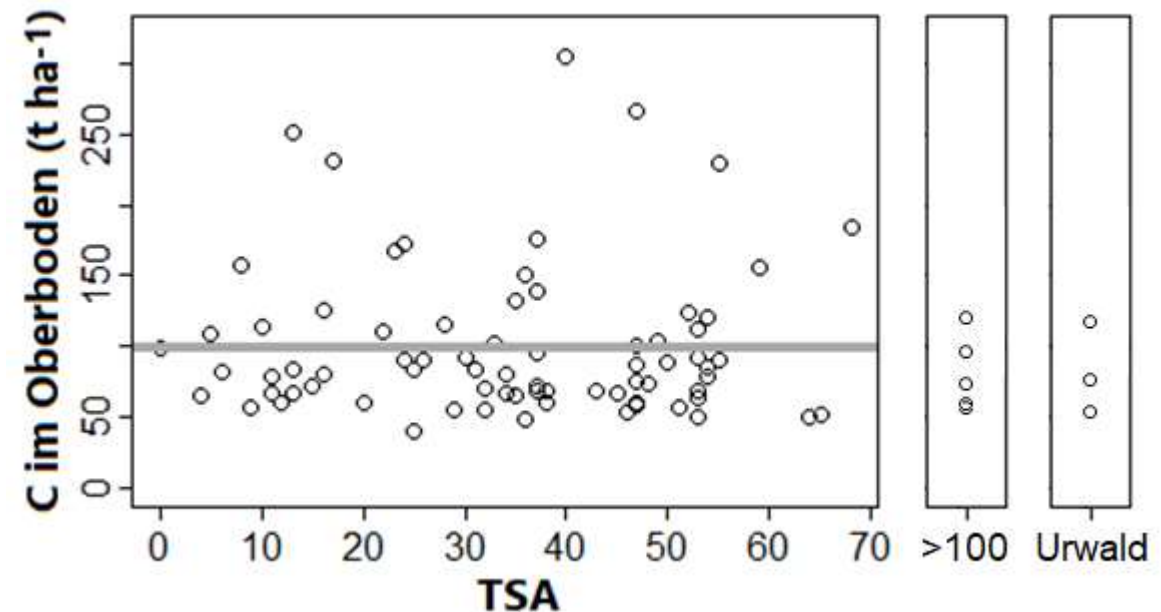


Nagel et al. 2023

➤ **Mittelfristige C-Senke**

➤ **Langfristiger C-Speicher**

- Unterirdisch lebend  $\approx$  oberirdisch lebend  
(Herleitung über allometrische Funktionen)
- Unterirdisch tot sinkt mit TSA ( $\searrow$ )
  - (Abbau von Stubben)
- Geringer Effekt der TSA auf C-Speicher in Humus ( $\cap$ )  
(pH des Mineralbodens ist wesentlicher Treiber!)
- Kein Effekt der TSA auf C-Speicher im mineralischen Oberboden (0-30 cm)  
(Temperatur [-] und pH-Wert [+] sind Treiber!)
  - “Space-for-time” evtl. ungeeignet!?  
(stark dominierende abiotische Einflüsse)

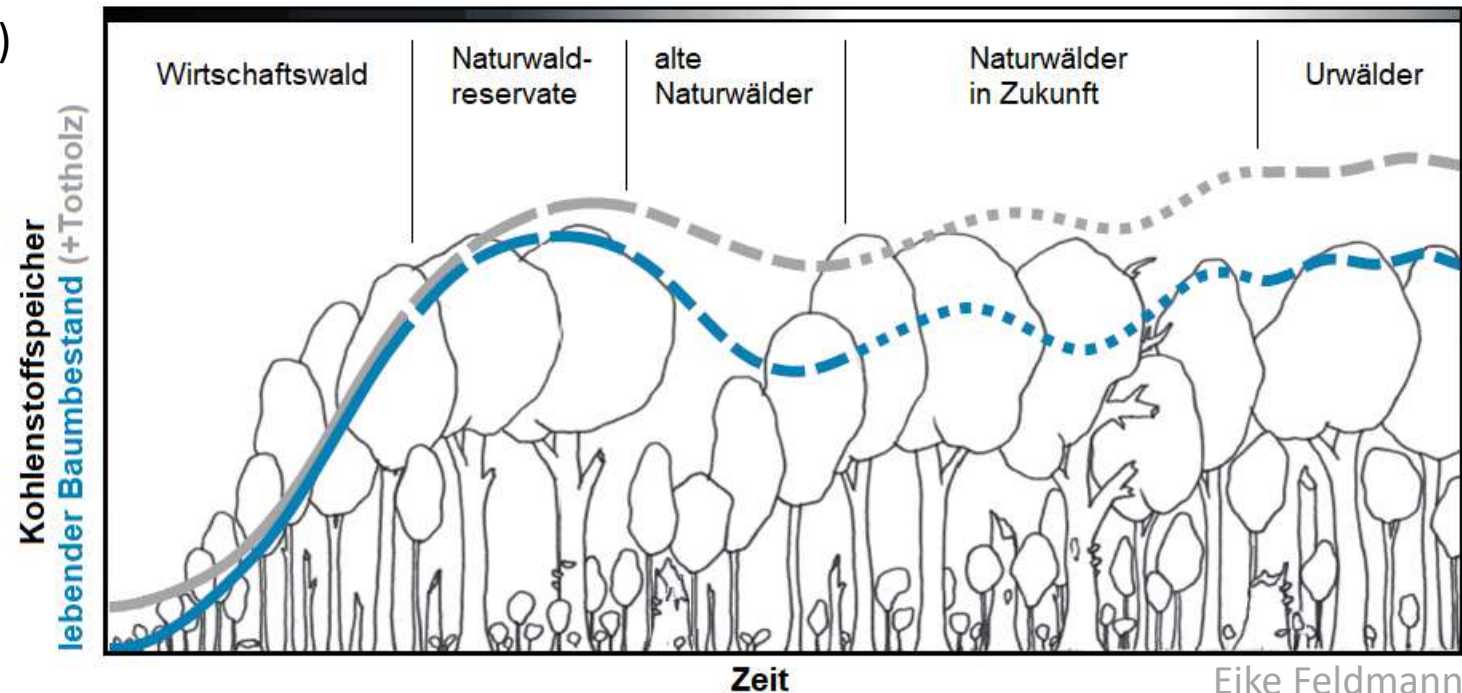




## Effekte natürlicher Waldentwicklung auf Kohlenstoffspeicherung

- Effektive C-Senke über Jahrzehnte (kritischer Zeitraum!)
- C-Akkumulation vorwiegend oberirdisch
- C-Speicher relativ stabil (lebende Biomasse >> Totholz)
- Langfristig evtl. höheres Level möglich
- Abiotische Faktoren mit starkem Einfluss  
(könnten subtilen TSA-Effekt auf Boden verdecken)

- Mehr und längere Zeitreihen!
  - andere Baumarten
  - komplexere Variablen (Boden-C)



# Vielen Dank!

Received: 9 September 2020 | Accepted: 8 June 2021

DOI: 10.1111/1365-2745.13740

RESEARCH ARTICLE

Journal of Ecology



## Limited sink but large storage: Biomass dynamics in naturally developing beech (*Fagus sylvatica*) and oak (*Quercus robur*, *Quercus petraea*) forests of north-western Germany

Peter Meyer | Rouven Nagel | Eike Feldmann

Peter Meyer  
Rouven Nagel  
Markus Blaschke  
Jonas Glatthorn  
Alex Lindner  
Axel Koenig  
Jérôme Milch  
Holger Sennhenn-Reulen  
Julian Wellhäuser  
Klaus Werner

Frontiers in Forests and Global Change

TYPE Original Research  
PUBLISHED 16 March 2023  
DOI 10.3389/ffgc.2023.1099558

Check for updates

### OPEN ACCESS

EDITED BY  
Brendan George Mackey,  
Griffith University, Australia

REVIEWED BY  
Brendan Morris Rogers,  
Woodwell Climate Research Center,  
United States  
Giovanni Santopoli,  
Dipartimento di Agricoltura, Ambiente e  
Alimenti, Università degli Studi del Molise, Italy

\*CORRESPONDENCE  
Rouven Nagel  
✉ rouven.nagel@nw-fva.de

SPECIALTY SECTION  
This article was submitted to  
Forest Management,  
a section of the journal  
Frontiers in Forests and Global Change

RECEIVED 15 November 2022  
ACCEPTED 13 February 2023  
PUBLISHED 16 March 2023

## Strict forest protection: A meaningful contribution to Climate-Smart Forestry? An evaluation of temporal trends in the carbon balance of unmanaged forests in Germany

Rouven Nagel<sup>1,2\*</sup>, Peter Meyer<sup>1</sup>, Markus Blaschke<sup>3</sup> and  
Eike Feldmann<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Forest Nature Conservation, Northwest German Forest Research Institute, Göttingen, Germany, <sup>2</sup>Department of Forest Nature Conservation, Faculty of Forest Science, Georg-August-University, Göttingen, Germany, <sup>3</sup>Section Forest Ecology and Forest Protection, The Bavarian State Institute of Forestry (LWF), Freising, Germany

