

Klimaschutz mit Wald

Eine Analyse und Quantifizierung der Klimawirkungen
nachhaltiger Waldwirtschaft

Roland Irslinger

Agenda

- Holz aus nachhaltiger Waldwirtschaft ist CO₂-neutral!
- Welchen Waldbau wollen wir?
- Wald als Senke - Speicher - Quelle
- Was passiert mit dem geernteten Holz?
- Holz substituiert fossile Energie!
- Klimaschutzleistung des Waldes in Deutschland
- Einschlagstopp ist kein Klimaschutz!

Besser für's Klima - Waldwildnis oder Wirtschaftswald?



Naturnaher Waldbaubetrieb

Lensahn, Schleswig Holstein

Zerfallsphase

im Naturschutzwald

Nutzungsverzicht seit 150 Jahren

Heilige Hallen, Mecklenburg



Holz aus nachhaltiger Waldwirtschaft ist CO₂-neutral *

Bei konstant hohem Holzvorrat ist Holz ein klimaneutraler Brennstoff, nicht, weil es beim Verbrennen dieselbe Menge an CO₂ freisetzt, die es zum Wachstum benötigt hat, sondern weil die Menge an CO₂, die beim Verbrennen freigesetzt wird, bei nachhaltiger Waldwirtschaft unmittelbar wieder gebunden ist.

Wald liefert keinen Sauerstoff!



* abzgl. fossiler Aufwendung der Bereitstellung

Holz aus nachhaltiger Waldwirtschaft ist CO₂-neutral *



Die geringe **Energiedichte** des Holzes ist unerheblich,
Holz ist **nicht** die **neue Braunkohle**,
weil Holz Teil des globalen
biosphärisch-atmosphärischen C-Kreislaufs ist!

Spezifische Emission (Kg CO₂/kWh)

Erdgas	0,20
Braunkohle	0,35
Holz	0,35

* abzgl. fossiler Aufwendung der Bereitstellung

Holz aus nachhaltiger Waldwirtschaft ist CO₂-neutral *



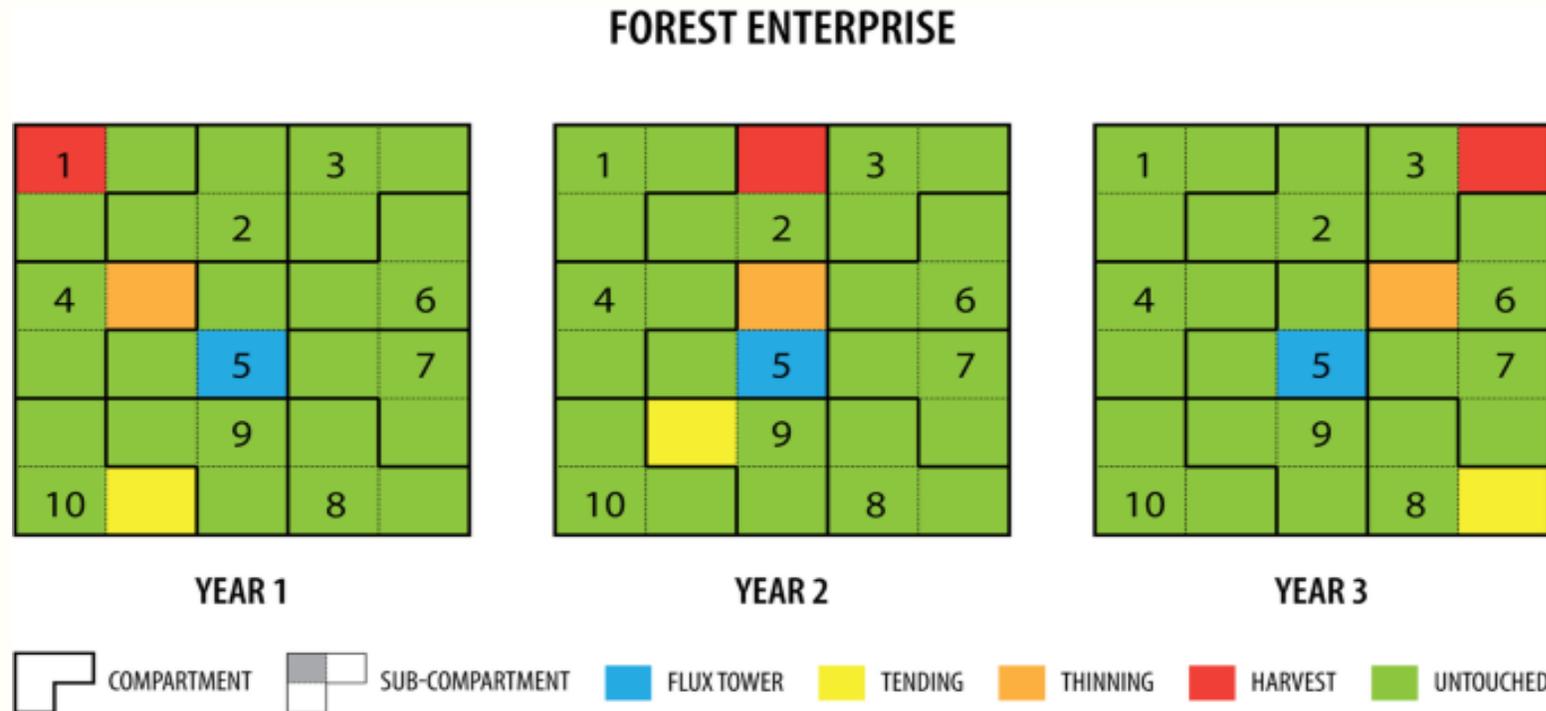
Nachhaltige Waldwirtschaft regelt die **Konkurrenz** zwischen den Bäumen

Bewirtschaftete Wälder haben einen höheren **Zuwachs** als unbewirtschaftete

Es gibt bei nachhaltiger Waldwirtschaft **keine Kohlenstoffschuld**, weil Holz unmittelbar nachwächst!

* abzgl. fossiler Aufwendung der Bereitstellung

Holz aus nachhaltiger Waldwirtschaft ist CO₂-neutral *



Bei nachhaltiger Waldwirtschaft wird **Raum durch Zeit** ersetzt:

Eine Waldlandschaft ist in 10 Flächen untergliedert, jede Fläche besteht aus 3 Teilflächen. Nach einem 10-Jahres-Plan wird jede Teilfläche einmal in 10 Jahren beerntet und das Äquivalent an Holz exportiert, das auf der verbleibenden unberührten Fläche nachwächst.

Quelle: Schulze et al. 2022

Senke
Flussgröße



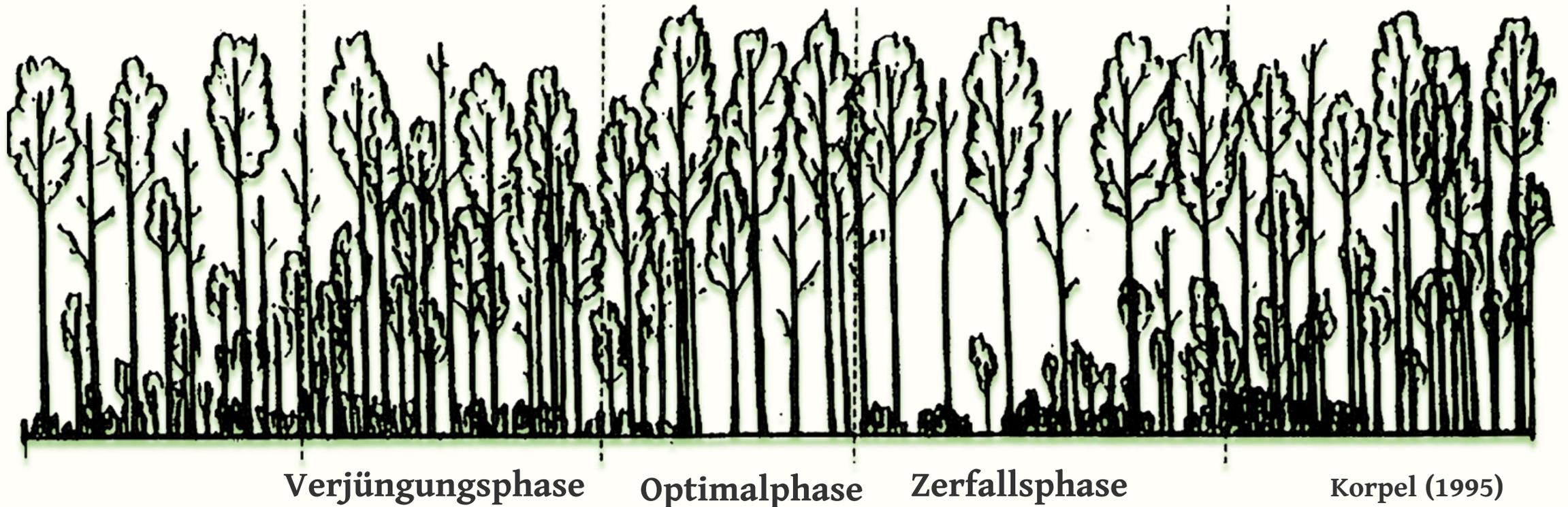
Speicher
Zustandsgröße



Quelle
Flussgröße

Senke - Speicher - Quelle im Buchen-Primärwald

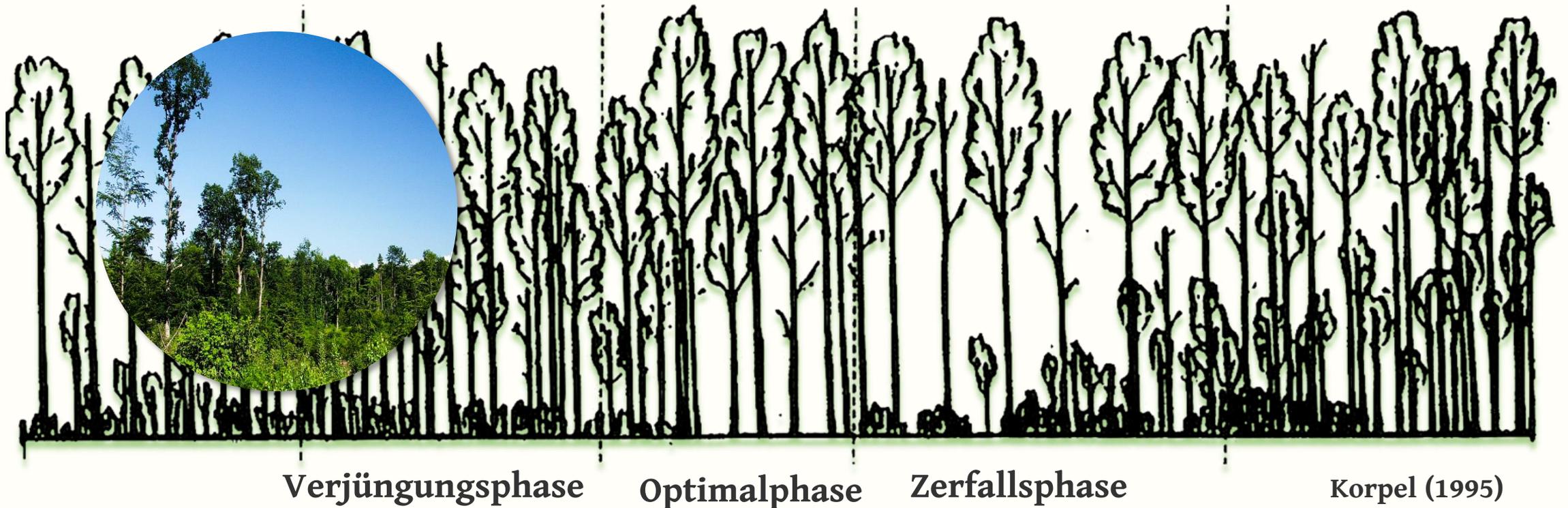
230 Jahre



Senke - Speicher - Quelle im Buchen-Primärwald

230 Jahre

Senke:
Speicher wird größer

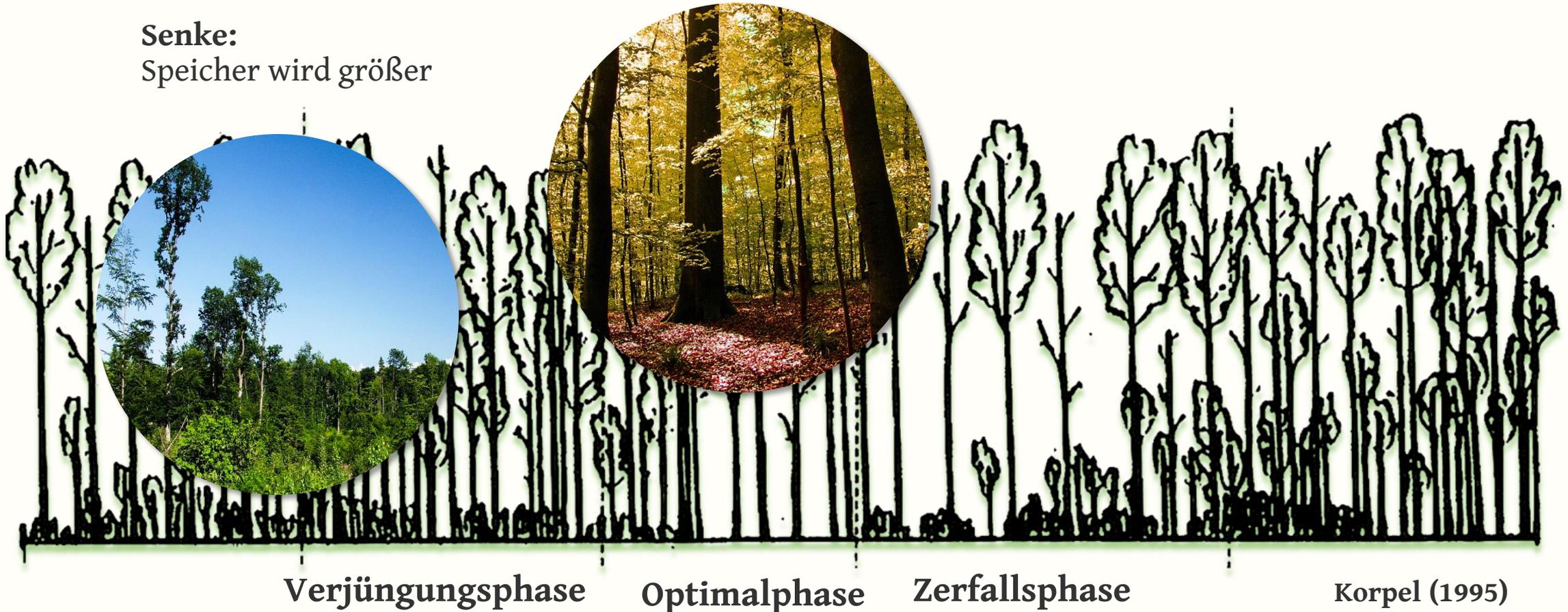


Senke - Speicher - Quelle im Buchen-Primärwald

Speicher:
maximaler Holzvorrat

230 Jahre

Senke:
Speicher wird größer



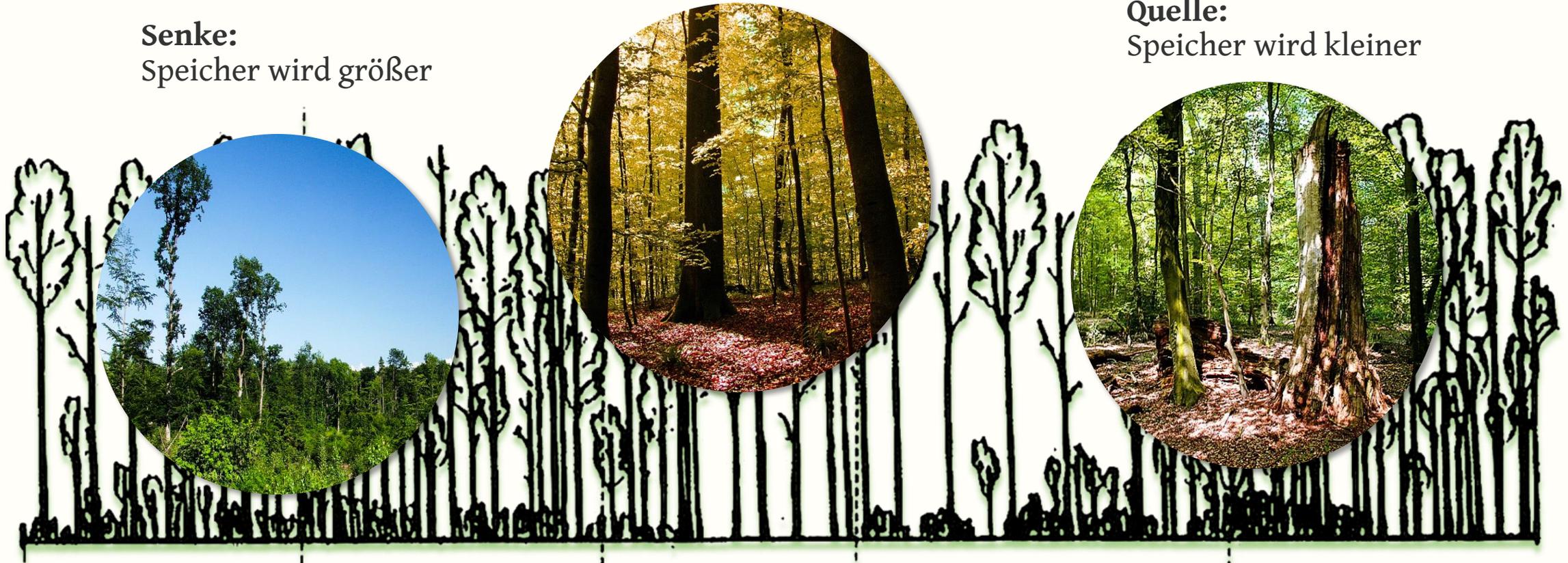
Senke - Speicher - Quelle im Buchen-Primärwald

Speicher:
maximaler Holzvorrat

230 Jahre

Senke:
Speicher wird größer

Quelle:
Speicher wird kleiner



Verjüngungsphase

Optimalphase

Zerfallsphase

Korpel (1995)

Was passiert mit dem geernteten Holz?

Koppelprodukt Holz:
alle Sortimente fallen
gleichzeitig an!

30%

Waldrestholz
(Brennholz):
energetische Verwertung

60%

Stoffliche Verwertung
(möglichst
hoher Anteil)

davon

50%

Verschnitt:
energetische Verwertung,
tlw. Weiterverwertung

10%

Ernterückstände:
Verrottung im Wald
→ Totholz

Daraus folgt

60%

Zeitnahe
energetische Verwertung
(Waldrestholz+
Verschnitt)

10%

Ernterückstände:
Verrottung im Wald
→ Totholz

30%

Stoffliche Verwertung,
dann energetische
Verwertung nach
1 - 2 Jahrzehnten

Abbauraten
(Halbwertszeiten)
von Totholz und
Produkten sind
ähnlich

Nicht-Derbholz
bleibt zusätzlich
im Wald →
Totholz

Das Ziel

90%

Energetische
Verwertung nach
Kaskadennutzung
(Waldrestholz+
Verschnitt+Altholz)

10%

Ernterückstände:
Verrottung im Wald
→ Totholz

Nicht-Derbholz
bleibt zusätzlich
im Wald →
Totholz

Substitution fossiler Energie durch Holznutzung



Stoffliche Substitution

1,2 - 2,1 tC/tC*

Ersatz fossiler Energieträger
durch Holz bei der
Produktherstellung

**1 m³ verbautes Holz enthält 0,25 t Kohlenstoff (C),
durch stoffliche Substitution werden 0,3 bis 0,5 t C
= 1,1 bis 1,9 t fossile CO₂-Emissionen vermieden.**

**Ein Holzfertighaus aus 30 m³ Holz vermeidet
33 bis 57 t fossile CO₂-Emissionen gegenüber
mineralischer Bauweise !**

* Vermeidung an fossilem C im Verhältnis zum C der eingesetzten Biomasse, abhängig vom jeweiligen Energiemix, fossile Aufwendungen sind eingerechnet

Substitution fossiler Energie durch Holznutzung



Energetische Substitution

0,67 tC/tC*

Ersatz fossiler Energieträger durch energetische Verwertung von Holz

1 Raummeter Brennholz enthält 0,18 t Kohlenstoff (C), durch energetische Substitution werden 0,12 t C = 0,44 t fossile CO₂-Emissionen vermieden gegenüber fossilen Brennstoffen !

* Vermeidung an fossilem C im Verhältnis zum C der eingesetzten Biomasse, abhängig vom jeweiligen Energiemix, fossile Aufwendungen sind eingerechnet

Holz aus nachhaltiger Waldwirtschaft schont Ressourcen

1 kWh aus einer Wärmepumpe emittiert

- das **10**-Fache an fossilem CO₂
- das **10**-Fache an Methan (CH₄; GWP CO₂ X 28)
- das **4**-Fache an Lachgas (N₂O; GWP CO₂ X 273)
(UBA 2022)

1 kWh aus Windenergie benötigt den

- **200**-fachen Ressourceneinsatz (Stahl, Beton) im Vergleich zu 1 kWh Energie aus Holz!

Nachhaltige Waldwirtschaft ersetzt **7.000** Windräder

Feinstaub aus Pelletheizungen nur **0,6%** allen Feinstaubs



Substitution fossiler Energie durch Holznutzung



Stoffliche Substitution

Ersatz fossiler Energieträger durch Holz bei der Produktherstellung

1,50 tC/tC



Energetische Substitution

Ersatz fossiler Energieträger durch energetische Verwertung von Holz

0,67 tC/tC

Summe

Substitution bei energetischer Nutzung nach einmaliger stofflicher Nutzung (**Kaskadennutzung**)

2,17 tC/tC

Substitution fossiler Energie durch Holznutzung



Stoffliche Substitution

30% der Holzernte ($0,917 \cdot 0,3 \cdot 1,5$)

0,413 tCO₂/m³



Energetische Substitution

90 % der Holzernte ($0,917 \cdot 0,9 \cdot 0,67$)

0,553 tCO₂/m³

Substitution durch Holznutzung insgesamt

0,966 tCO₂/m³

Bindung durch Waldwachstum

0,917 tCO₂/m³

Bilanzierung der Klimaschutzwirkung von Wald



Waldspeicher inkl. Boden

0,25 tC/m³



Holzproduktspeicher

0,25 tC/m³



Stoffliche Substitution

1,5 tC/tC*



Energetische Substitution

0,67 tC/tC*

* Einsparung an fossilem C im Verhältnis zum C der Biomasse, abhängig vom jeweiligen Energiemix

Jährliche Klimaschutzwirkung des Waldes in Deutschland*



Zunahme des Waldspeichers
15 Mio. m³ nicht geerntetes Derbholz

14 Mio. t CO₂-eq



Zunahme des Holzproduktspeichers

3 Mio. t CO₂-eq



Stoffliche Substitution
75 Mio. m³ geerntetes Derbholz * 0,413

31 Mio. t CO₂-eq



Energetische Substitution bei 75 Mio. m³
75 Mio. m³ geerntetes Derbholz * 0,553

42 Mio. t CO₂-eq



Speicherung im Waldboden

30 Mio. t CO₂-eq

Summe

120 Mio. t CO₂-eq

Szenario: Jährlicher Zuwachs: 90 Mio. m³, davon bleiben 15 Mio. m³ im Wald (Vorratserhöhung), 75 Mio. m³ werden geerntet.

Waldspeicher im Buchen-Wirtschaftswald

230 Jahre

Speicher bleibt dauerhaft
auf gleicher Höhe

Speicher bleibt dauerhaft
auf gleicher Höhe



Holzernte
14% des Stoffumsatzes

Verjüngung

Verjüngungsphase

Optimalphase

[Zerfallsphase] → Totholz, Habitatbäume

Senken vs. Vermeidung auf Landschaftsebene in Deutschland

Naturschutzwald

Holzvorrat auf konstant hohem Niveau

Naturnaher Wirtschaftswald

Holzvorrat auf konstant hohem Niveau



Senken vs. Vermeidung auf Landschaftsebene in Deutschland

Naturschutzwald

Holzvorrat auf konstant hohem Niveau

Naturnaher Wirtschaftswald

Holzvorrat auf konstant hohem Niveau

Steigendes
Risiko!

Bindung von jährlich
40 Mio. t CO₂-eq

davon 10 Mio t
temporär!

davon 30 Mio. t CO₂-eq im
Humus des Waldbodens

Vermeidung von jährlich
120 Mio. t CO₂-eq
permanent!

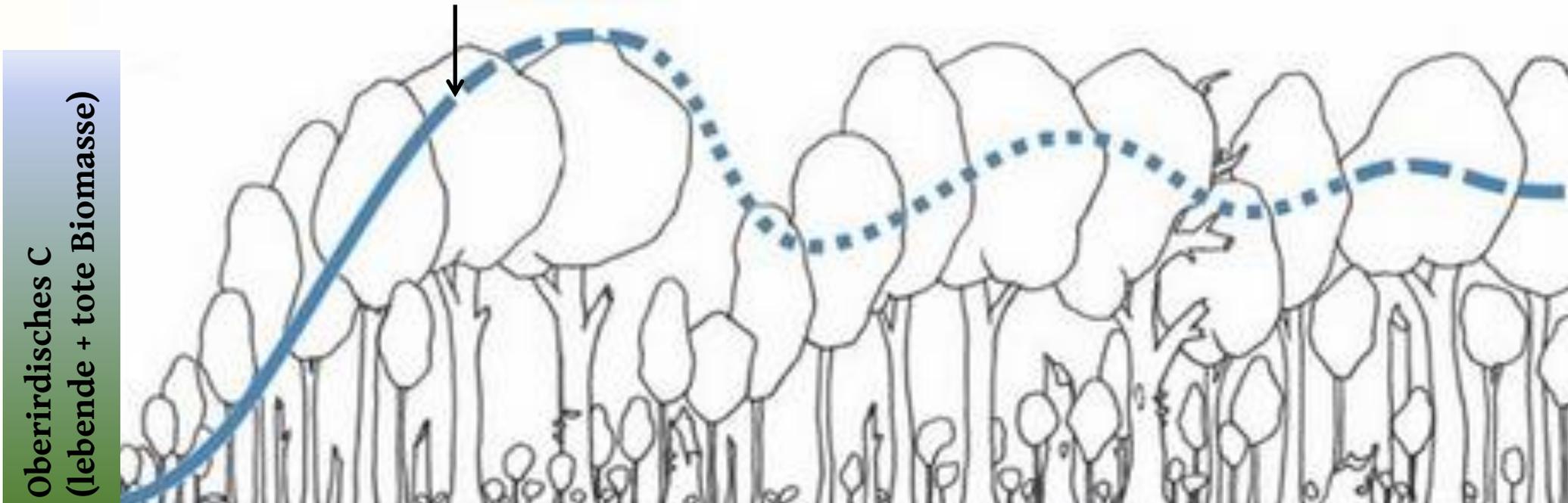
Bindung durch Waldwachstum **0,917 tCO₂/m³** Vermeidung durch Substitution: **0,966 tCO₂/m³**

Einschlagstopp ist kein Klimaschutz

Bewirtschafteter Wald

Naturschutzwald

Einschlagstopp

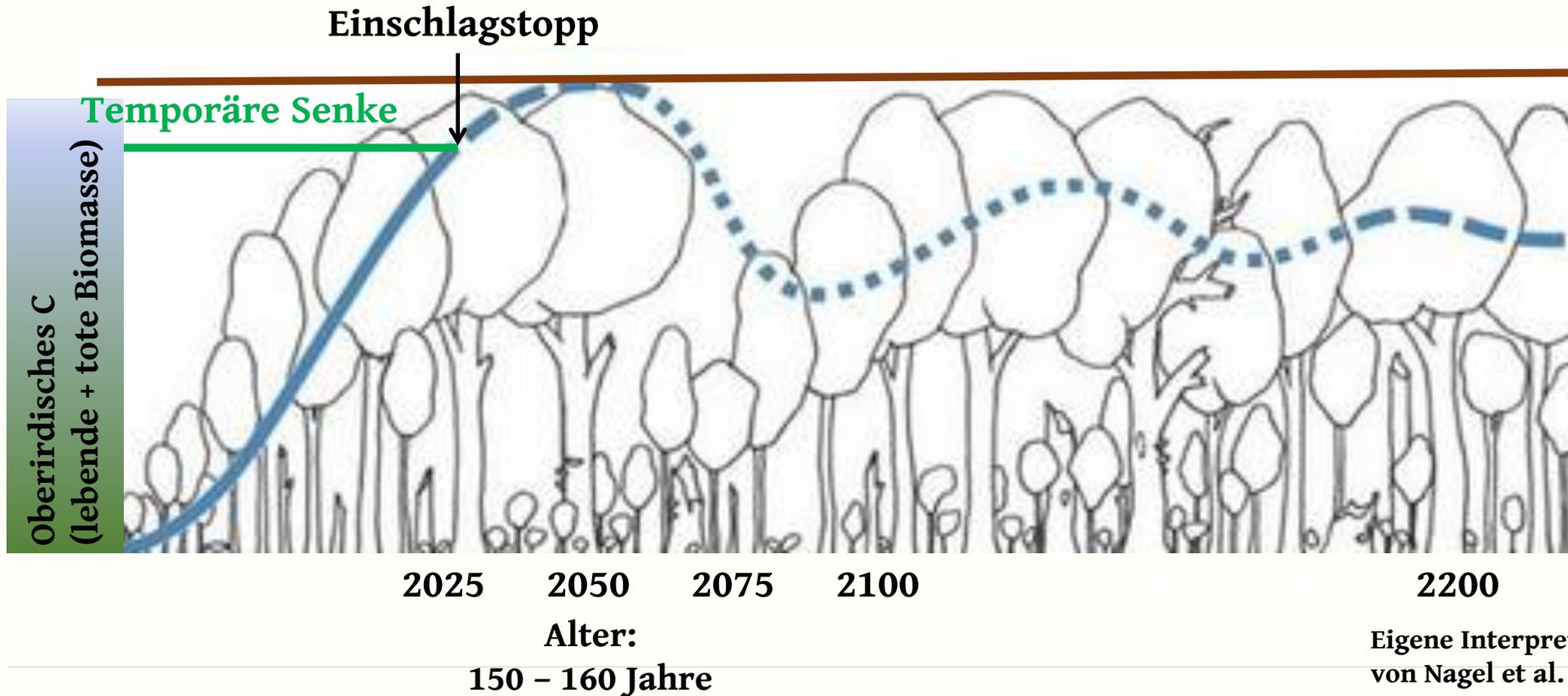


Nagel et al. 2023

Einschlagstopp ist kein Klimaschutz

Bewirtschafteter Wald

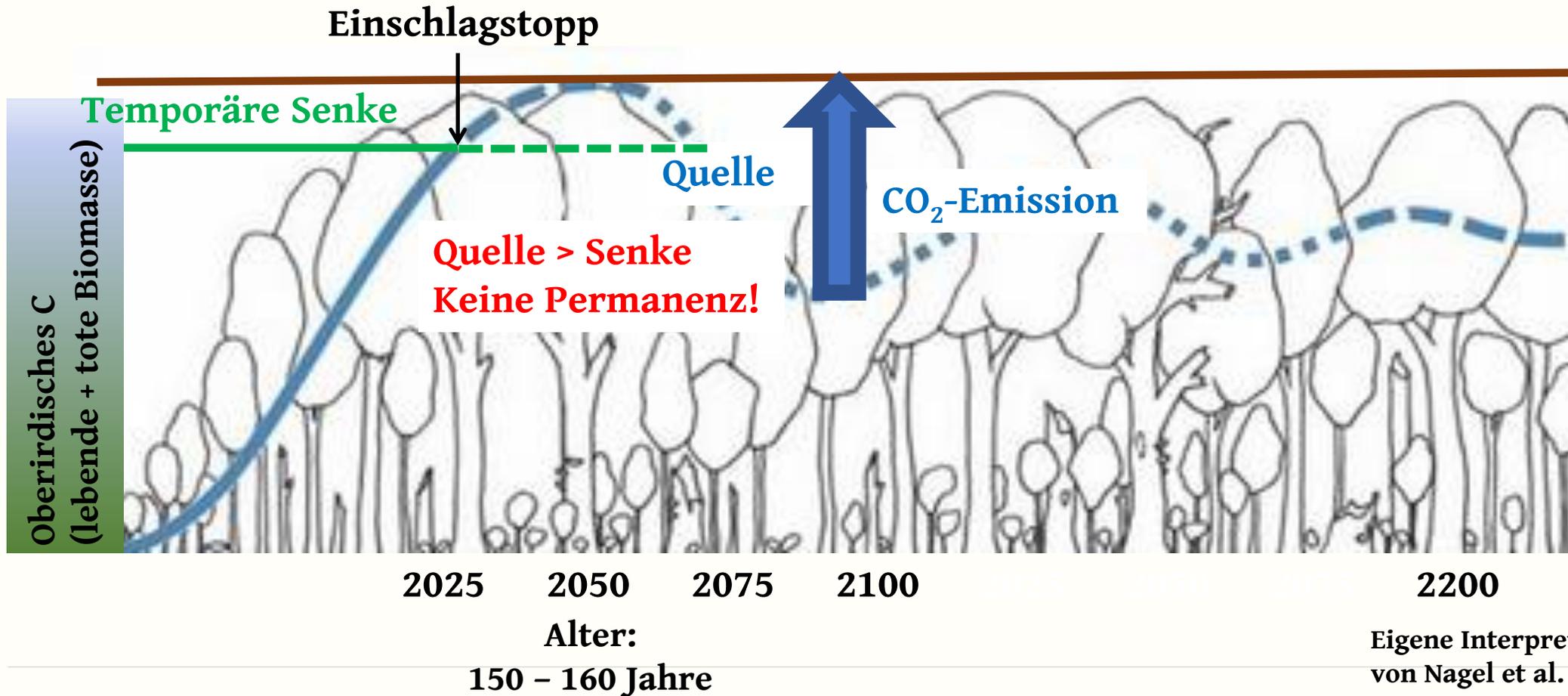
Naturschutzwald



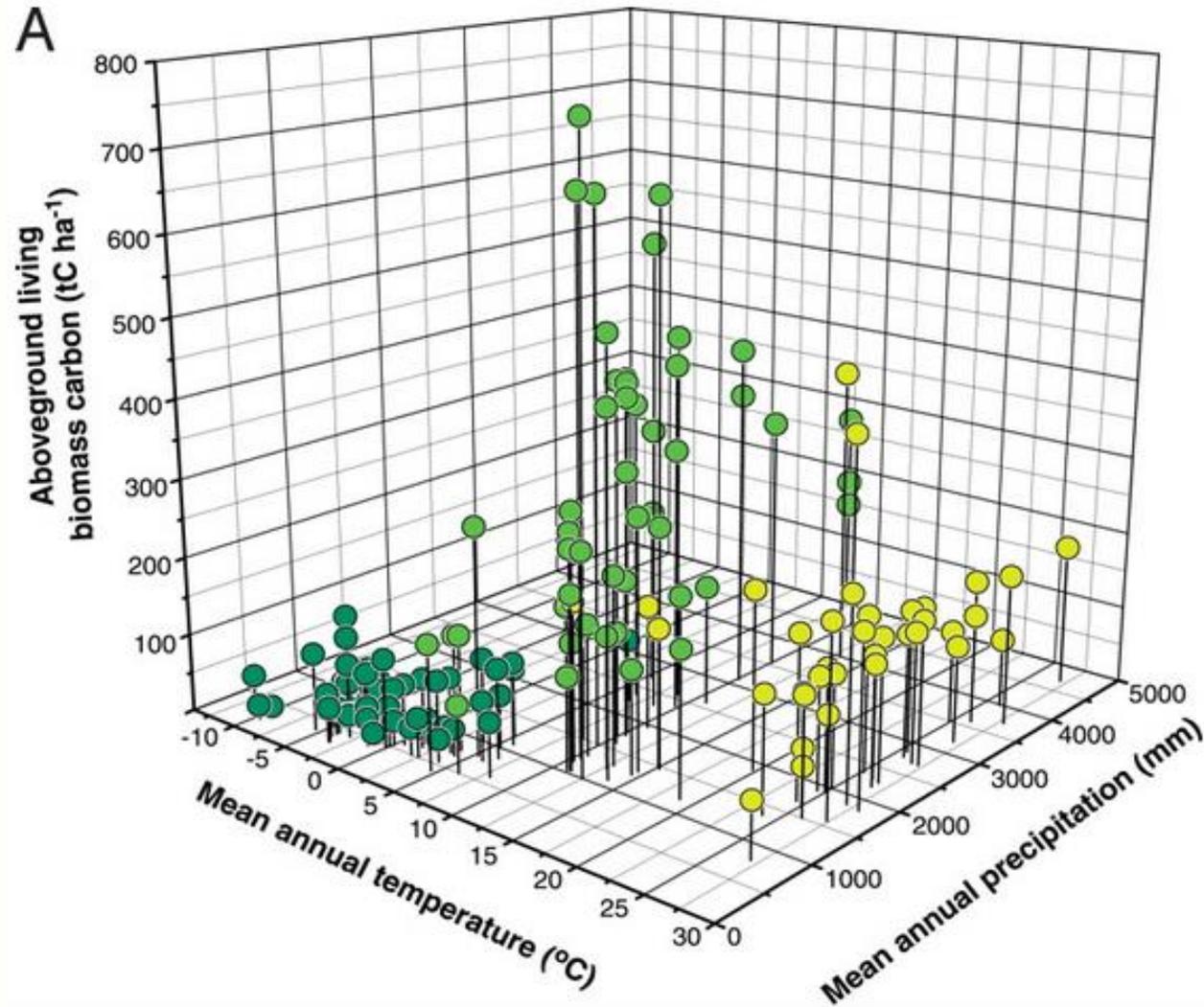
Einschlagstopp ist kein Klimaschutz

Bewirtschafteter Wald

Naturschutzwald



Eigene Interpretation auf der Basis
von Nagel et al. 2023



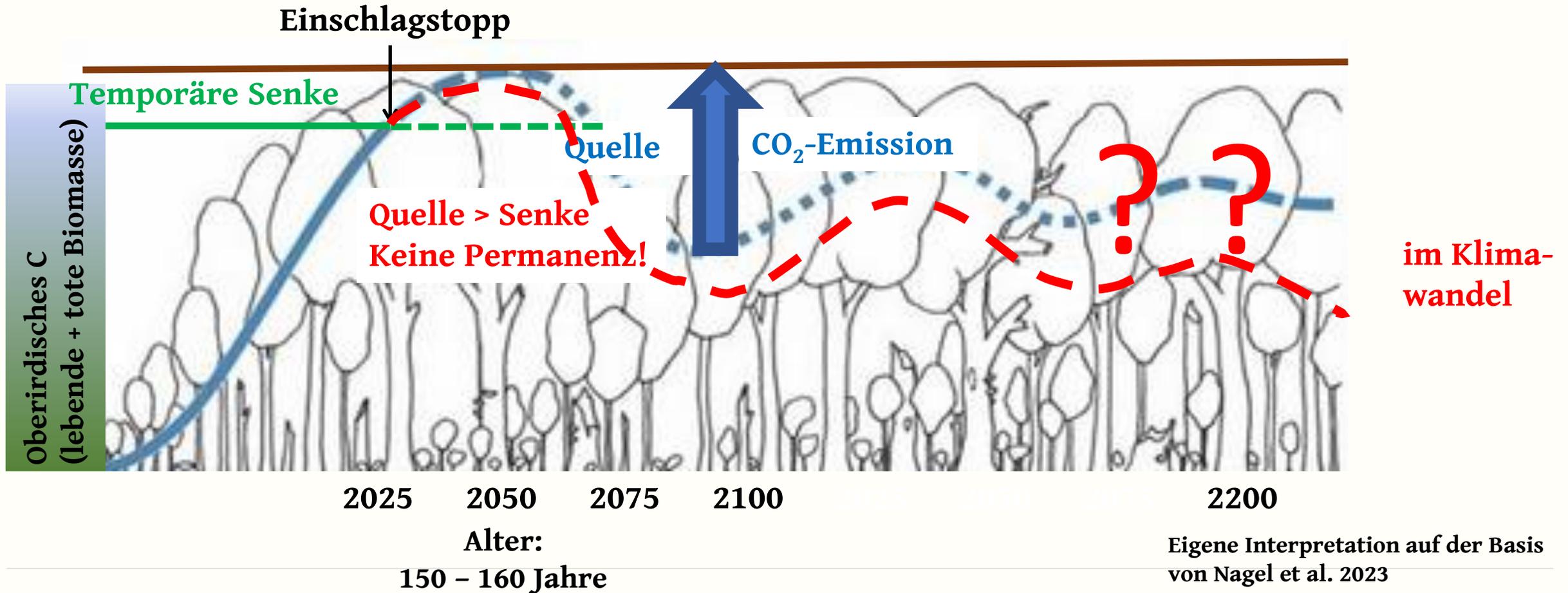
Oberirdische lebende Biomasse von Primärwäldern in Abhängigkeit von mittlerer Jahrestemperatur und mittlerem Jahresniederschlag (aus KEITH et al. 2009).

Einschlagstopp ist kein Klimaschutz

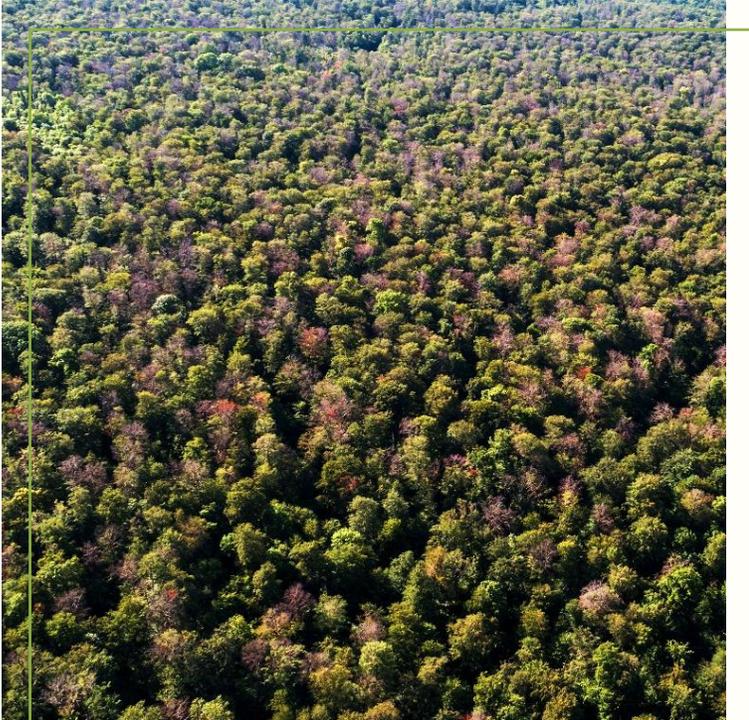
Bewirtschafteter Wald

Naturschutzwald

Greenwashing



Sind Naturschutzwälder im Klimawandel stabiler als naturnah bewirtschaftete Wälder?

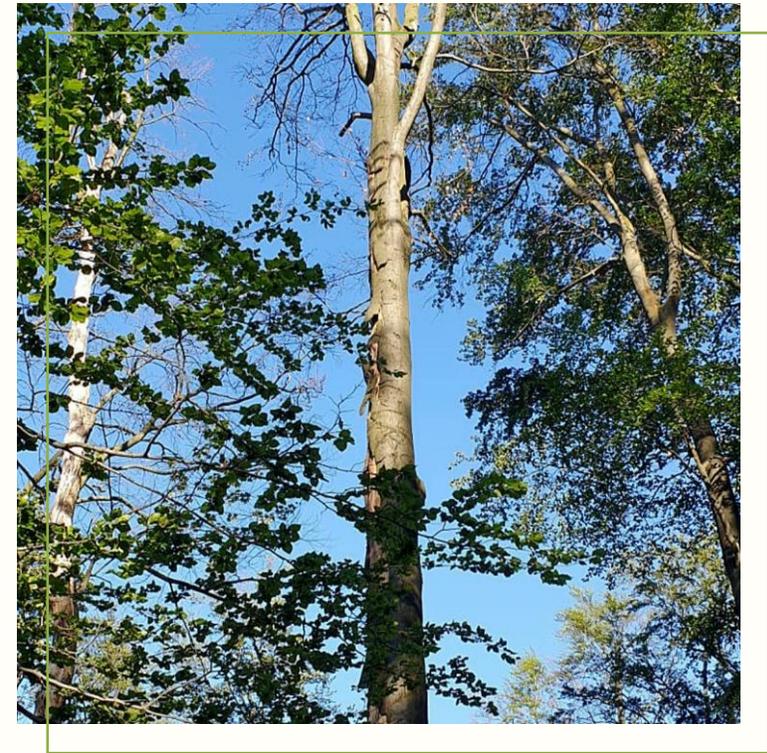


HESE, S. (Uni Jena 2019)



Nein

Hainich und Heilige Hallen
Naturschutzwald seit 1870/1900



Fritzlar, D. (2019)

Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Sie können mich gerne kontaktieren

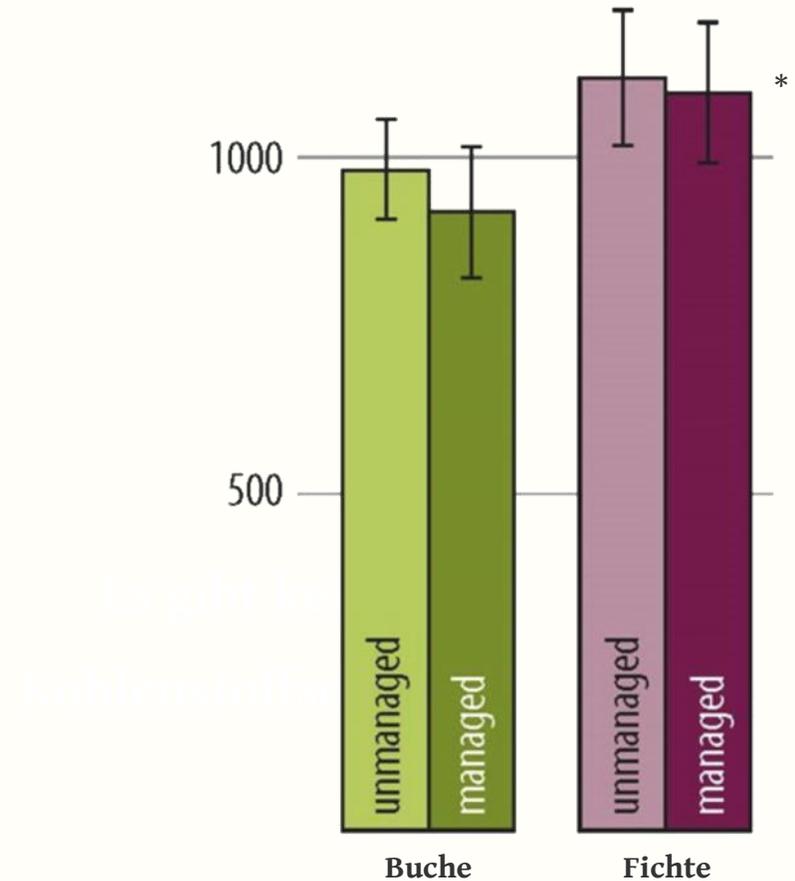
irslinger@gmx.de

Holzvorräte im Vergleich

Maximale Holzvorräte bewirtschafteter und unbewirtschafteter Buchen- und Fichtenwälder (Vfm/ha)



Es gibt **keine** Kohlenstoffschuld!



* nach Schulze et al. 2021

Berechnung der Substitution durch Ernte von 1 m³ Holz

1 m³ Holz enthält 0,25 t C = 0,917 t CO₂

1 t C bildet beim Verbrennen 44/12 t CO₂ = 3,667 t CO₂

Substitution [t CO₂-eq]

10 % Verrottung

$$0,1 * 0,917 * 0,00 = 0,0$$

60 % energetische Verwertung

$$0,6 * 0,917 * 0,67 = 0,369$$

30 % stoffliche, dann energetische Verwertung

$$0,3 * 0,917 * 2,17 = 0,597$$

Summe Substitution je m³ Holz

0,966

[Atomgewicht C = 12; Atomgewicht Sauerstoff = 16; Molekulargewicht CO₂ = 44]

Der Waldspeicher

- 1 m³ Holz = **0,25 t Kohlenstoff (C)**
- 1 Kg Kohlenstoff entspricht **3,667 kg Kohlendioxid (CO₂)**
(Verhältnis der Atomgewichte: CO₂ : C = 44 : 12 = 3,667)
- 1 m³ Holz bindet **0,917 t CO₂**
- Derbholzvorrat in Deutschland: **358 m³** pro Hektar,
dies entspricht 90 t C bzw. 330 t CO₂ pro Hektar
- Waldfläche in Deutschland **10,8 Mio. Hektar**,
dies entspricht 972 Mio. t C bzw. 3,6 Milliarden t CO₂
- Gesamter Waldspeicher **2,6 Mrd. t C bzw. 9,5 Mrd. t CO₂**
(einschl. Nicht-Derbholz, Wurzeln, Humus, Totholz)

Derbholz: > 7 cm Durchmesser

Literaturhinweise

Literaturhinweise Bioenergie und Substitution

- Churkina G et al. 2020 Buildings as a global carbon sink. Nature Sustainability 3: 269–276.
- Cowie AL, Berndes G, Bentsen NS, Brandão M, Cherubini F, Egnell G, George B, Gustavsson L, Hanewinkel M, Harris ZM, Johnsson F, Junginger M, Kline KL, Koponen K, Koppejan J, Kraxner F, Lamers P, Majer S, Marland E, Nabuurs GJ, Pelkmans L, Sathre R, Schaub M, Tattersall Smith Jr C, Soimakallio S, Van der Hilst F, Woods J, Ximenes FA 2021 Applying a science-based systems perspective to dispel misconceptions about climate effects of forest bioenergy. GCB Bioenergy 13:1210-1231. [<https://doi.org/10.1111/gcbb.12844>].
- Irslinger R 2021a Waldwildnis ist der falsche Weg. In: topagrar 50 (10):48-50.
- Irslinger R 2021b Fossile Emissionen vermeiden, anstatt sie in Wäldern zu speichern : Erwiderung auf LUICK und GROSSMANN in AFZ-DerWald 19/2021, „Urwälder und alte Wälder im Kontext des Klimaschutzes“. In AFZ-DerWald, 21:39-42.
- Irslinger R 2022 Waldlandschaften für Klimaschutz : Fossile Emissionen vermeiden, anstatt sie in Wäldern zu speichern. In: Bemann, A.; Irslinger, R.; Anders, K. (Hrsg.): Vom Glück der Ressource : Wald und Forstwirtschaft im 21. Jahrhundert. München, oekom Verlag:175-191.
- Irslinger, R. 2023: Einschlagstopp ist kein Klimaschutz. In AFZ-DerWald, 3:35-38. Irslinger R 2022a Waldlandschaften in der Klimakrise : Risikopatient und Problemlöser zugleich. Artenschutzreport 46:26-52.
- Irslinger R 2023 Nichts heizt sauberer als Holzpellets : Bauen und Heizen mit Holz sind keine Gegensätze. <https://www.das-marburger.de/2023/10/nichts-heizt-sauberer-als-holzpellets-bauen-und-heizen-mit-holz-sind-keine-gegensaetze/>
- Kuittinen M, Zernicke C, Slabik S, Hafner A 2021: How can carbon be stored in the built environment? A review of potential options, Architectural Science Review.
- Nabuurs GJ, Delacote P, Ellison D, Hanewinkel M, Hetemäki L, Lindner M 2017 By 2050 the Mitigation Effects of EU Forests Could Nearly Double through Climate Smart Forestry. Forests, 8, pp 484-498.

Literaturhinweise

Literaturhinweise Bioenergie und Substitution

- Pretzsch H, del Río M, Arcangelial C, Bielak K, Dudzinska M, Forrester DI, Kohnle U, Ledermann T, Matthews R, Nagel, R, Ningre F, Nord-Larsen T, Szeligowski H, Biber P (2023): Competition-based mortality and tree losses. An essential component of net primary productivity. Forest Ecology and Management 544: 121204. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.121204>
- Roebroek CTJ, Duveiller G, Seneviratne SI, Davin EL, Cescatti A 2023: Releasing global forests from human management : How much more carbon could be stored? Science 380:749–753
- Schulze ED, Rock J, Kroihner F, Egenolf V, Wellbrock N, Irslinger R, Bolte A, Spellmann H 2021 Klimaschutz mit Wald : Speicherung von Kohlenstoff im Ökosystem und Substitution fossiler Brennstoffe. Biol Unserer Zeit 51(1):46-54.
- Schulze ED, Sierra C, Egenolf V, Woerdehoff R, Irslinger R, Baldamus C, Stupak I, Spellmann H 2020 The climate change mitigation effect of bioenergy from sustainably managed forests in Central Europe. Global Change Biology-Bioenergy 12(3):1-12.
- Schulze ED , Bouriaud O , Irslinger R , Valentini R 2022: The role of wood-harvest from sustainably managed forests in the carbon cycle. In: Annals of Forest Science 79(17):13 pp.
- Umweltbundesamt (UBA) 2022: Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger : Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2021. Climate Change 50/2022:1-170.

Literaturhinweise Waldökologie und Naturschutz

- Aggestam F, Konczal A, Sotirov M, Wallin I, Paillet Y, Spinelli R, Lindner M, Derks J, Hanewinkel M, Winkel G 2020 Can nature conservation and wood production be reconciled in managed forests? A review of driving factors for integrated forest management in Europe. Journal of Environmental Management 268.
- Egenolf V, Schüngel J, Bringezu S, Schaldach R 2023: The impact of the German timber footprint on potential species loss in supply regions. Science of the Total Environment 901:165897

Literaturhinweise

Literaturhinweise Waldökologie und Naturschutz

- Fahrig L 2020 Why do several small patches hold more species than few large patches? *Global Ecol Biogeogr.* 2020;00:1–14.
- Gundersen P, Thybring EE, Nord-Larsen T, Vesterdal L, Nadelhoffer KJ, Johannsen VK 2021 Old-growth forest carbon sinks overestimated. *Nature* vol 591, pp E21-E23.
- Keith, H., Mackey, B.G. & D.B. Lindenmayer (2009): Re-evaluation of forest biomass carbon stocks and lessons from the world's most carbon-dense forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(28):11635-11640.
- Nagel R, Meyer P, Blaschke M, Feldmann E (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. *Front. For. Glob. Change* 6:1099558.
- Sabatini FM, De Andrade RB, Paillet Y, Ódor P, Bouget C, Campagnaro T, Gosselin F, Janssen P, Mattioli W, Nascimbene J, Sitzia T, Kuemmerle T, Burrascano S 2019 Trade-offs between carbon stocks and biodiversity in European temperate forests. *Global Change Biology* 25, pp 536-548.
- Schall P, Heinrichs S, Ammer C, Ayasse M, Boch S, Buscot F, Fischer M, Goldmann K, Overmann J, Schulze ED, Sikorski J, Weisser, WW, Wubet T, Gossner, MM 2020 Can multi-taxa diversity in European beech forest landscapes be increased by combining different management systems? *J Appl Ecol.* 2020; 57 : 1363-1375.
- Schulze ED, Ammer, C. 2015: Konflikte um eine nachhaltige Entwicklung der Biodiversität: Spannungsfeld Naturschutz und Forstwirtschaft. *Biol Unserer Zeit* 51(5): 304-314.
- Seibold S, Gossner MM, Simons NK, Blüthgen N, Müller J, Ambarli D, Ammer C, Bauhus J, Fischer M, Habel JC, Linsenmair KE, Nauss T, Penone C, Prati D, Schall P, Schulze ED, Vogt J, Wöllauer S, Weisser WW 2019 Arthropod decline in grasslands and forests is associated with landscape-level drivers. *Nature* 574, pp 671-688.