

The background of the entire image is a photograph of a forest. A large, textured tree trunk is prominently featured in the center, extending from the bottom to the top. The forest floor and other trees are visible in the background, creating a dense green canopy. The lighting is soft, suggesting a shaded forest environment.

Klimaschutz durch naturnahen Waldbau

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

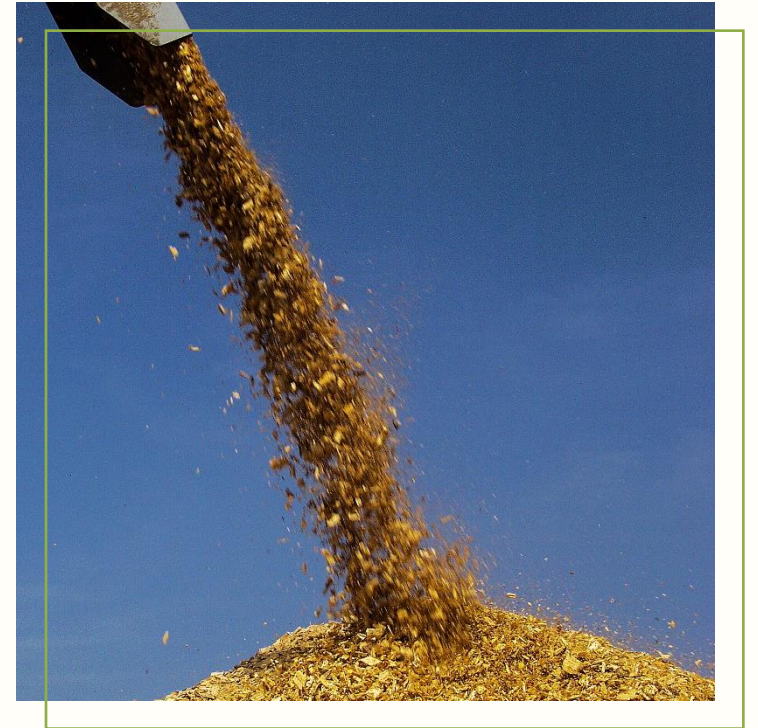
Nutzungsverzicht seit 150 Jahren

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.



* 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 schont Ressourcen

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



Senke

Flussgröße



Speicher

Zustandsgröße

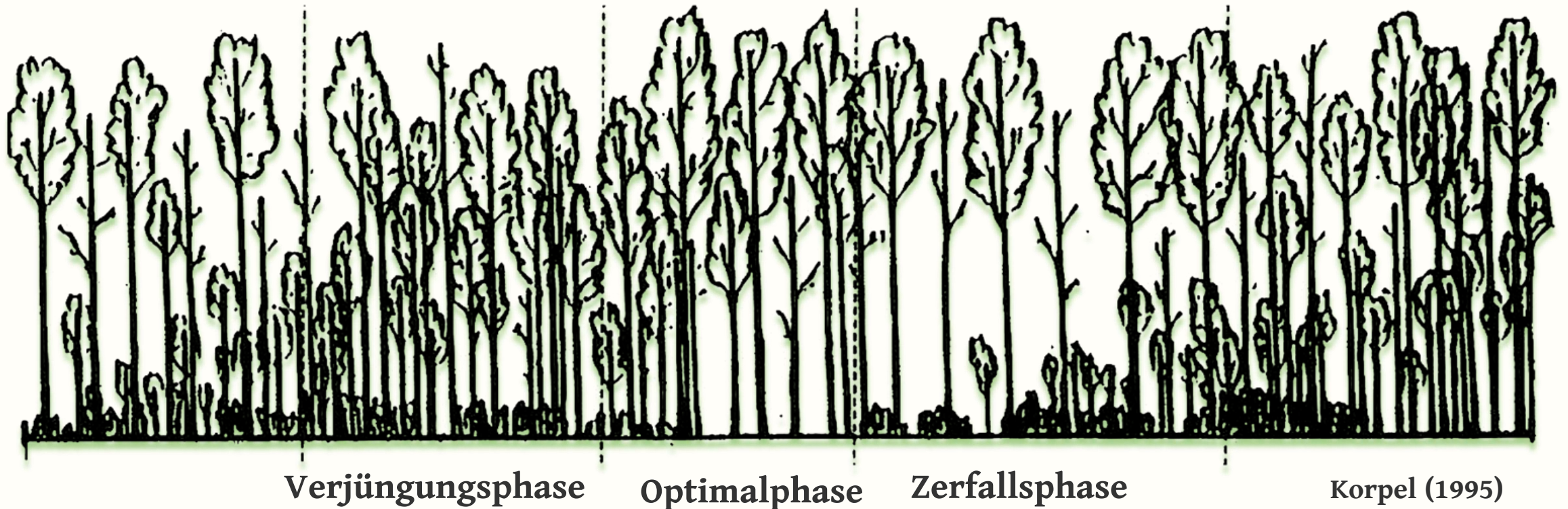


Quelle

Flussgröße

Senke - Speicher - Quelle im Buchen-Primärwald

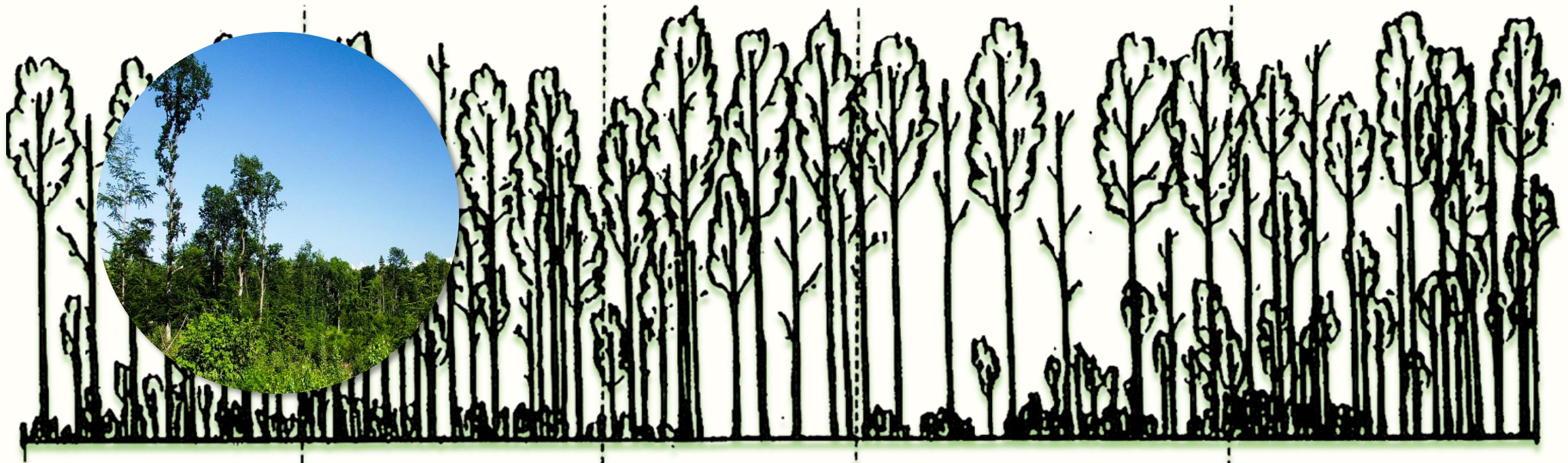
230 Jahre



Senke - Speicher - Quelle im Buchen-Primärwald

230 Jahre

Senke:
Speicher wird größer



Verjüngungsphase

Optimalphase

Zerfallsphase

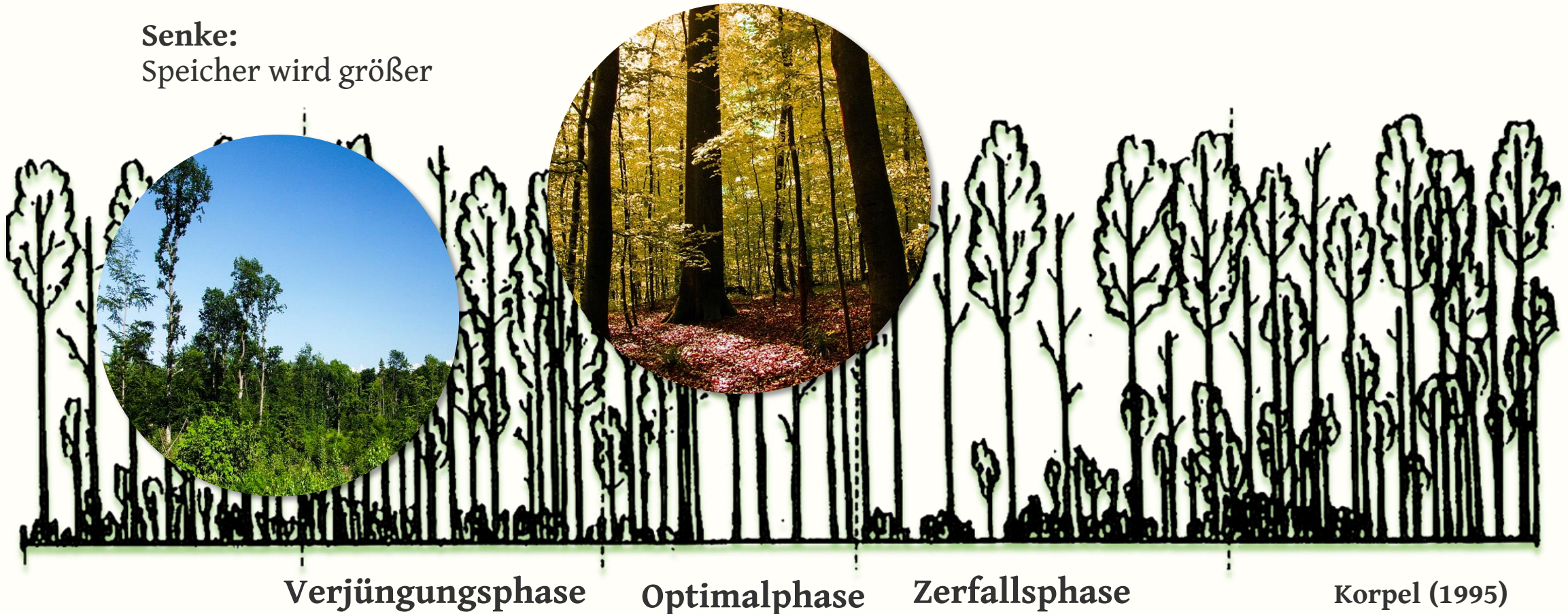
Korpel (1995)

Senke - Speicher - Quelle im Buchen-Primärwald

Speicher:
maximaler Holzvorrat

230 Jahre

Senke:
Speicher wird größer



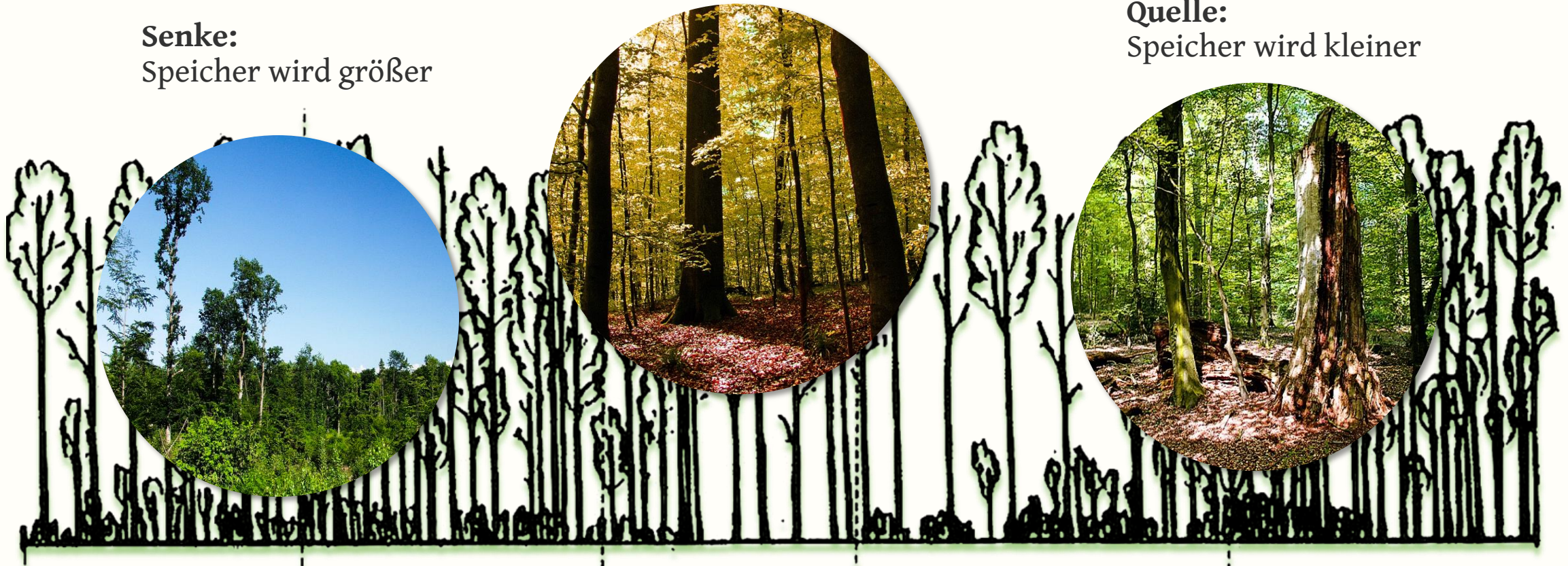
Senke - Speicher - Quelle im Buchen-Primärwald

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

Ersatz fossiler Energieträger
durch Holz bei der
Produktherstellung

1,2 - 2,1 tC/tC*

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

Substitution fossiler Energie durch Holznutzung



Energetische Substitution

Ersatz fossiler Energieträger durch
energetische Verwertung von Holz

0,67 tC/tC*

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

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 ($0,917 \cdot 0,3 \cdot 1,5$)

$0,413 \text{ tCO}_2/\text{m}^3$



Energetische Substitution

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

$0,553 \text{ tCO}_2/\text{m}^3$

Substitution durch Holznutzung insgesamt

$0,966 \text{ tCO}_2/\text{m}^3$

Bindung durch Waldwachstum

$0,917 \text{ tCO}_2/\text{m}^3$

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 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**

Holz aus nachhaltiger Waldwirtschaft baut Humus auf

Intension des Gebäudeenergiegesetz-Entwurfes:

Ersatz von Holzheizungen durch Wärmepumpen soll Wald-Humus aufbauen!?

Wärmepumpe emittiert die 8-fache Menge an CO₂ im Vergleich zu einer Holzheizung (157 gCO₂/kWh zu 20 gCO₂/kWh)

Bei vollständigem Ersatz aller Holzheizungen nach und nach wären dies 50 Mio t zusätzliche fossile CO₂-Emissionen bis 2045*

Davon würde nur ein Bruchteil zusätzlich im Boden gespeichert!

Humusanreicherung wird auch bei Business as usual erreicht!



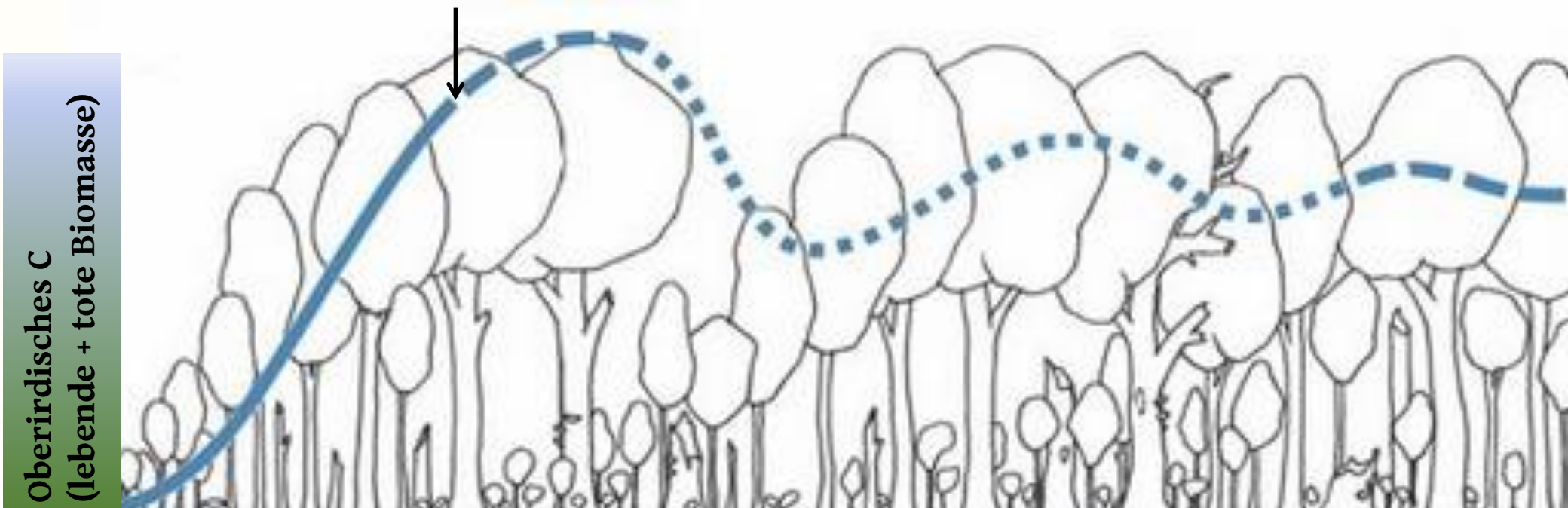
*** Bei Berücksichtigung eines Strommix, der 2045 Null CO₂ emittiert**

Einschlagstopp ist kein Klimaschutz

Bewirtschafteter Wald

Naturschutzwald

Einschlagstopp

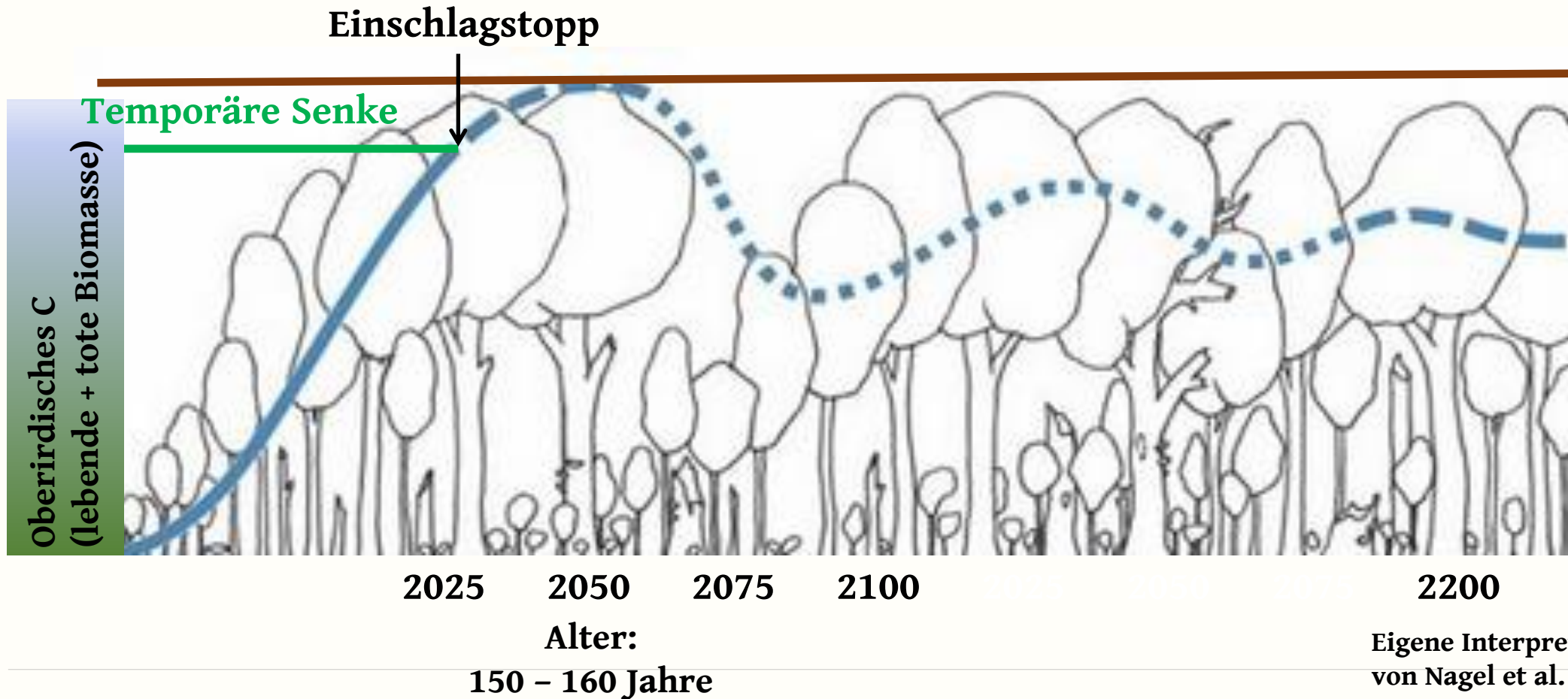


Nagel et al. 2023

Einschlagstopp ist kein Klimaschutz

Bewirtschafteter Wald

Naturschutzwald

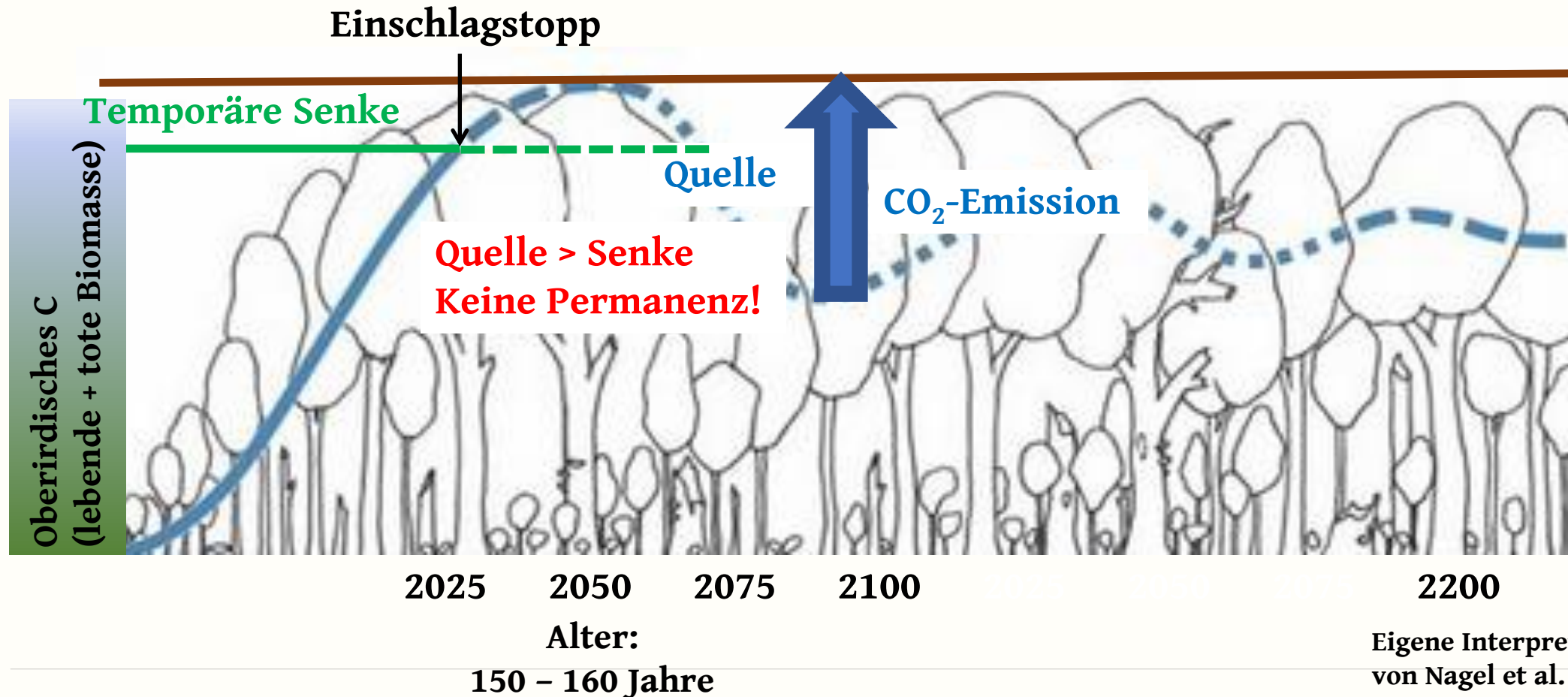


Eigene Interpretation auf der Basis
von Nagel et al. 2023

Einschlagstopp ist kein Klimaschutz

Bewirtschafteter Wald

Naturschutzwald

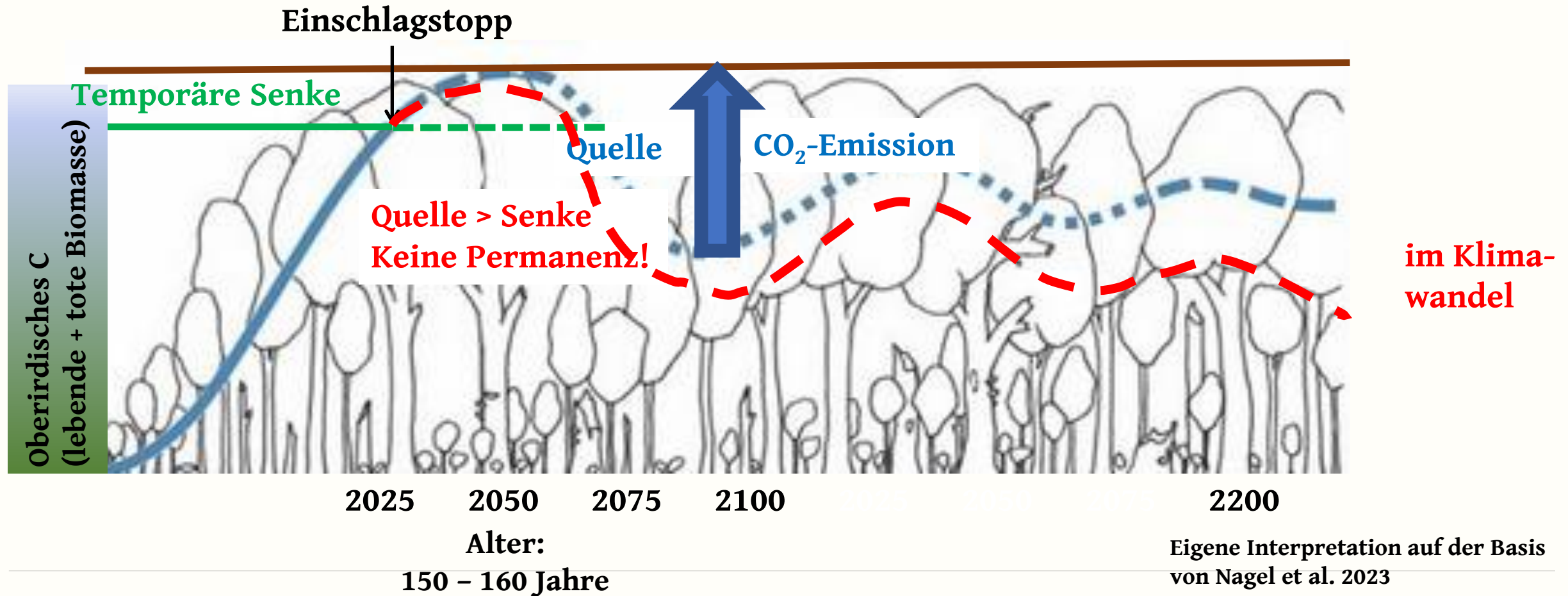


Eigene Interpretation auf der Basis
von Nagel et al. 2023

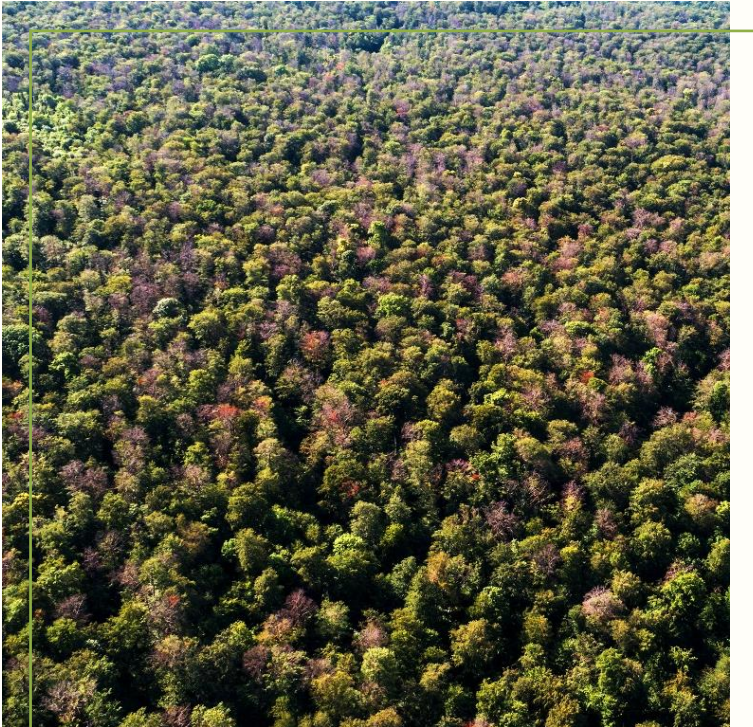
Einschlagstopp ist kein Klimaschutz

Bewirtschafteter Wald

Naturschutzwald



Sind Naturschutzwälder im Klimawandel stabiler als naturnah bewirtschaftete Wälder?

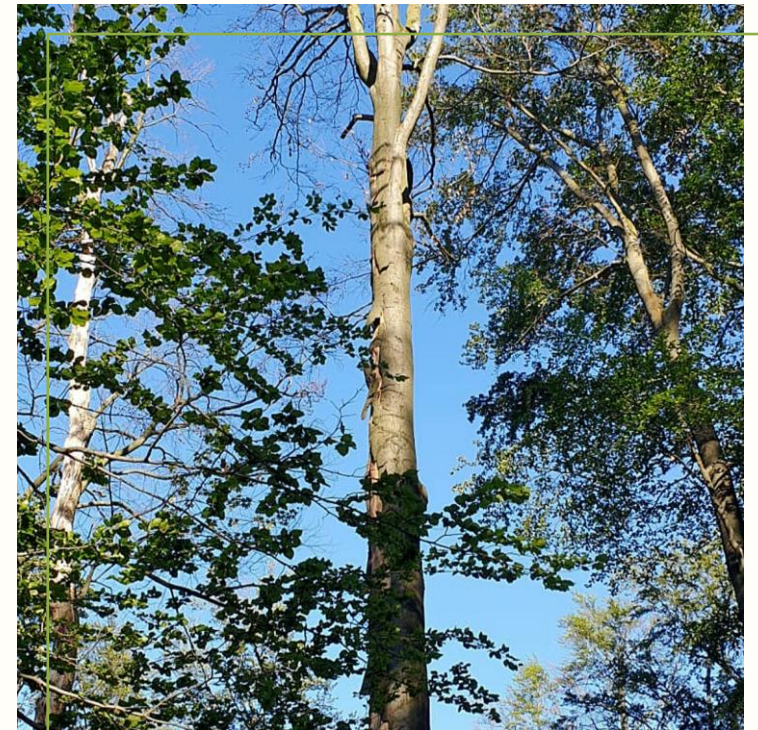


HESE, S. (Uni Jena 2019)



Nein

Hainich und Heilige Hallen
Naturschutzwald seit 1870/1900



Fritzlar, D. (2019)

Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Sie können mich gerne kontaktieren

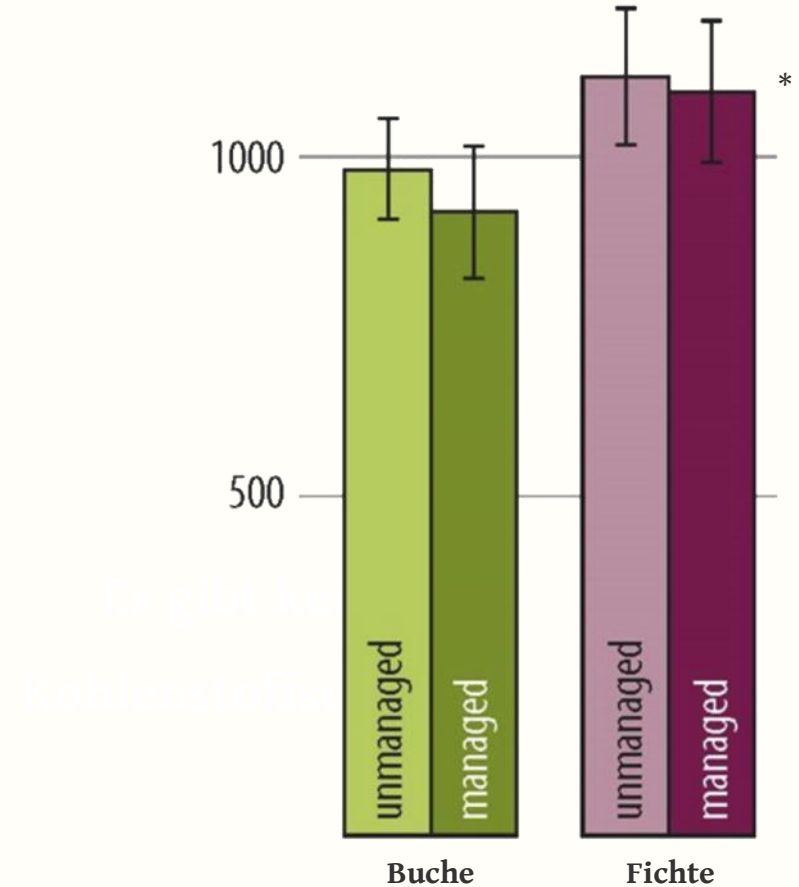
irslinger@gmx.de

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.
- 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 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 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 2021a Waldwildnis ist der falsche Weg. In: topagrar 50 (10):48-50.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.

Literaturhinweise

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.
- 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>].
- 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.
- 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.
- 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.

Literaturhinweise

Literaturhinweise Waldökologie und Naturschutz

- 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, Bausch 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.