



# „Erfordernisse an die Jagd im Klimawandel?“

Wipperfürth, 29. November 2024

Dr. Ralf Petercord

Referat Waldbau, Klimawandel im Wald, Holzwirtschaft





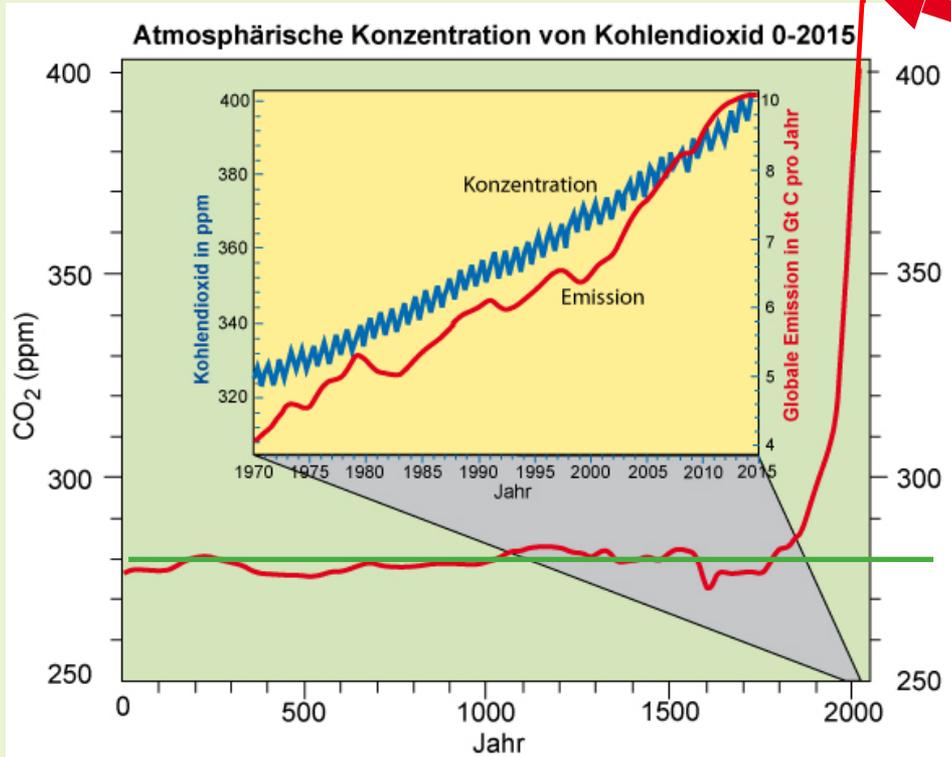
# CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre

Klimaneutralität 2045  
≈ 460 ppm CO<sub>2</sub>

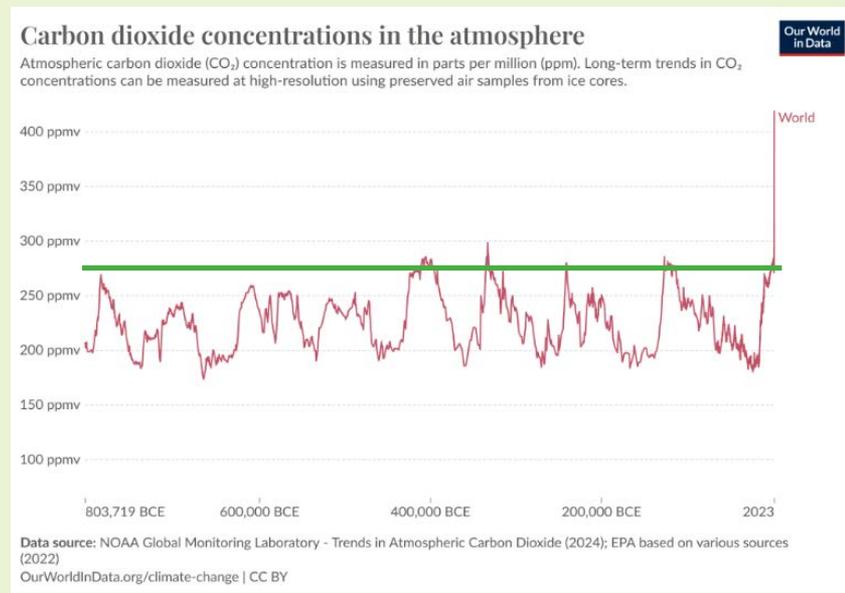


3. April 2021  
421,21 ppm CO<sub>2</sub>

- Dürre 2018, 2019, 2020, 2022
- Flutkatastrophe 14.07.2021
- Niederschlagsmenge 2023
- Flutkatastrophe Pfingsten 2024
- Flutkatastrophe 30.05. - 03.06.2024



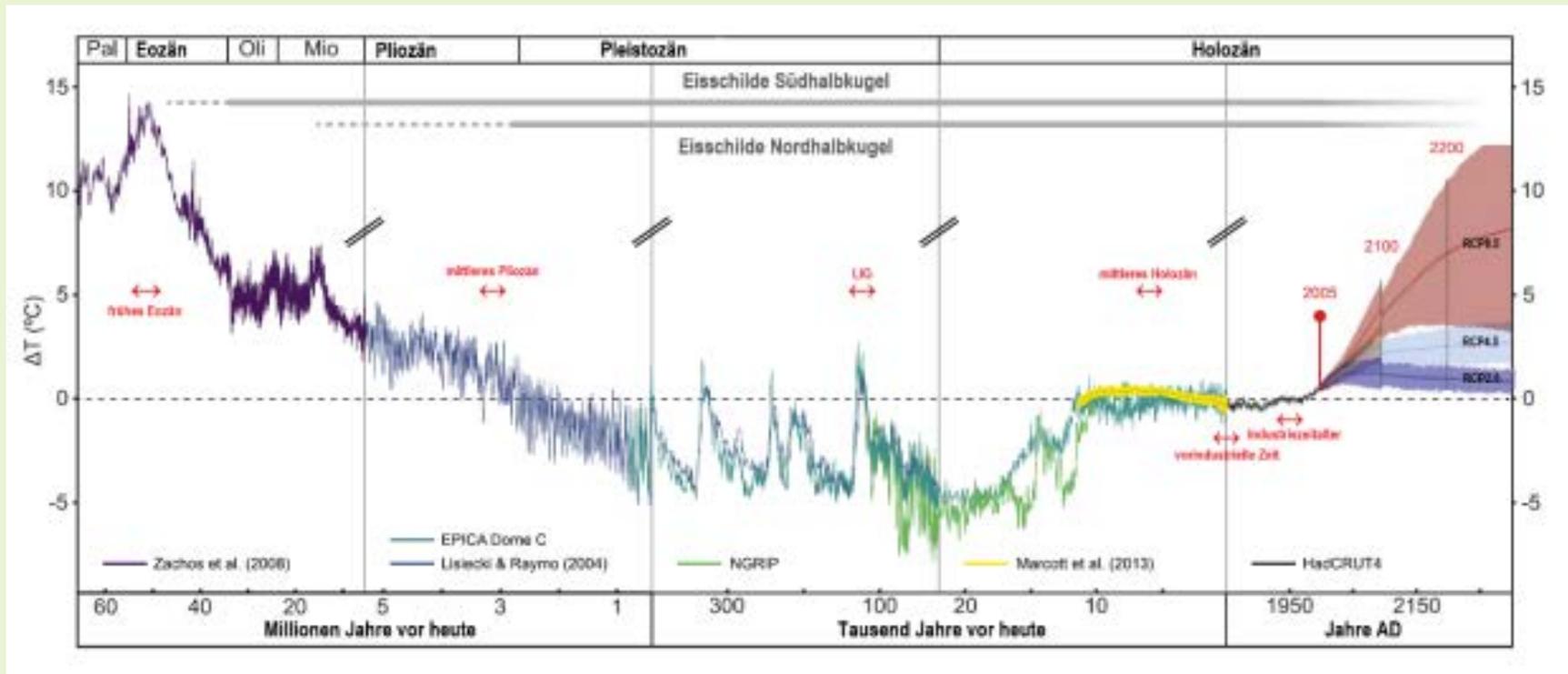
(Quelle: Hamburger Bildungsserver)



Data source: NOAA Global Monitoring Laboratory - Trends in Atmospheric Carbon Dioxide (2024); EPA based on various sources (2022)  
OurWorldInData.org/climate-change | CC BY



# Temperaturentwicklung



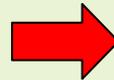
(Quelle: Burke et al., 2018 aus: Lanuv, 2024)



# Veränderungsdynamik

## Was wird sich ändern?

- Temperatur (Luft, Boden, Wasser)
- Länge der Vegetationsperiode
- Niederschlagsmenge
- Niederschlagsverteilung
- Sonnenscheindauer
- Bewölkung
- Witterungsverlauf/Extreme
- Meeresspiegel
- pH-Wert der Meere
- Eisbedeckung
- Verwitterungsrate
- Zersetzungsrate
- etc.



## Was wird sich nicht ändern?

- geographische Lage
- Jahreszeitenwechsel
- Tageslänge

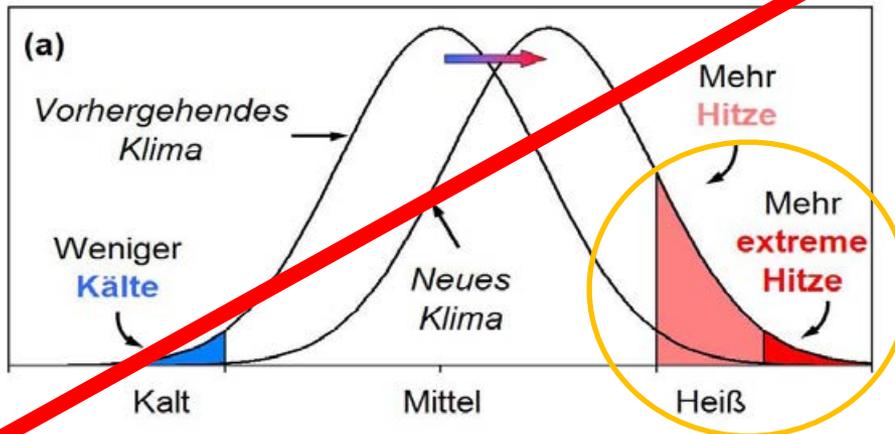


**Das zukünftige Klima in Deutschland kann im Mittel zwar dem heutigen Mittelmeerklima entsprechen, aber nicht hinsichtlich des Wettergeschehens!**

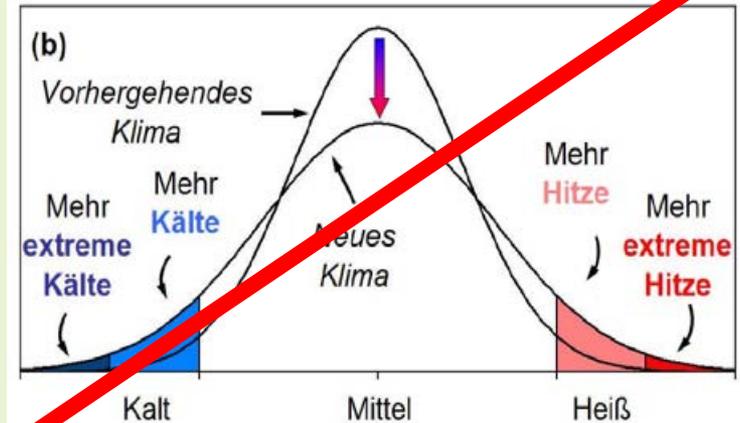


# Modellvorstellungen zum Klimawandel

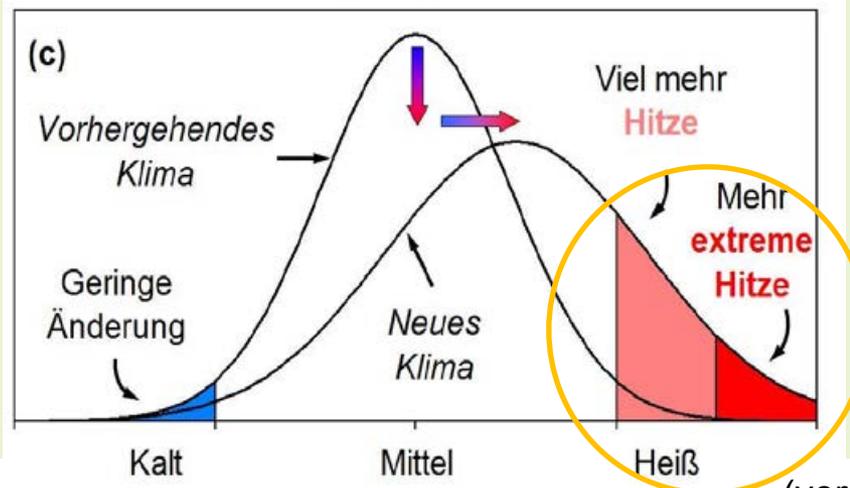
Zunahme des Mittelwerts



Zunahme der Streuung



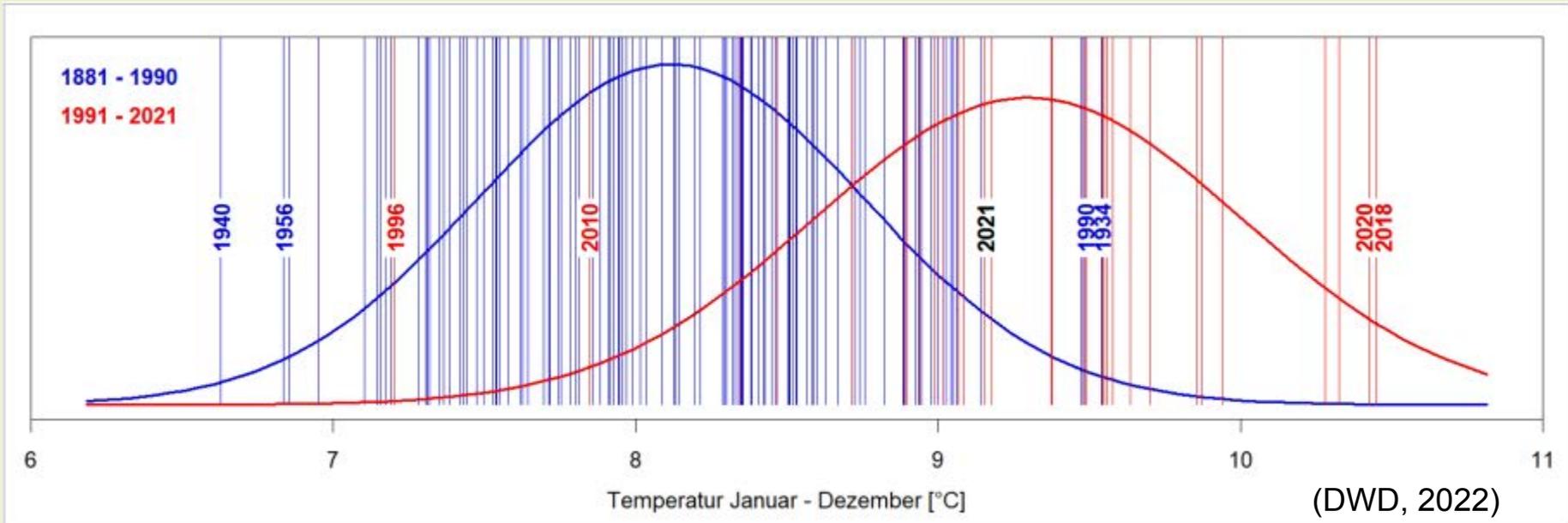
Zunahme von Mittelwert und Streuung



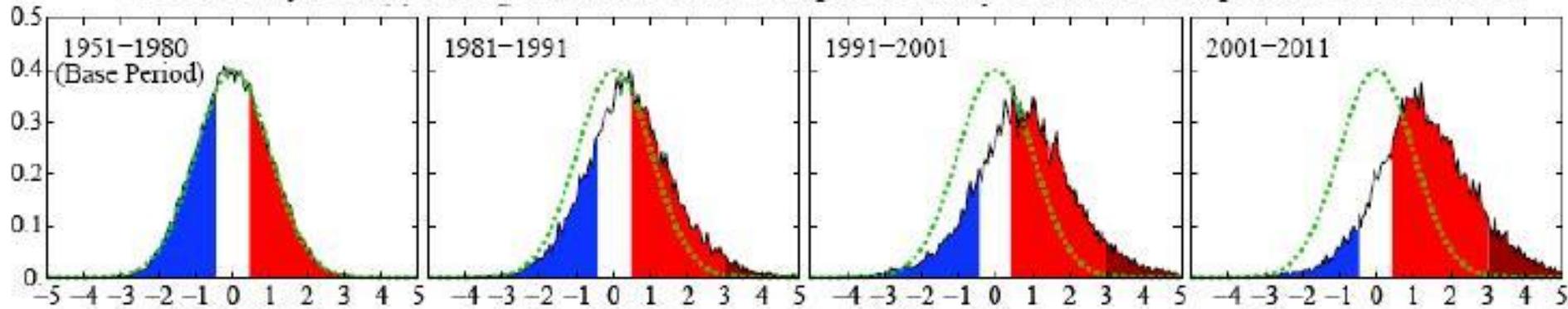
(veränd. n. Folland et al., 2001)



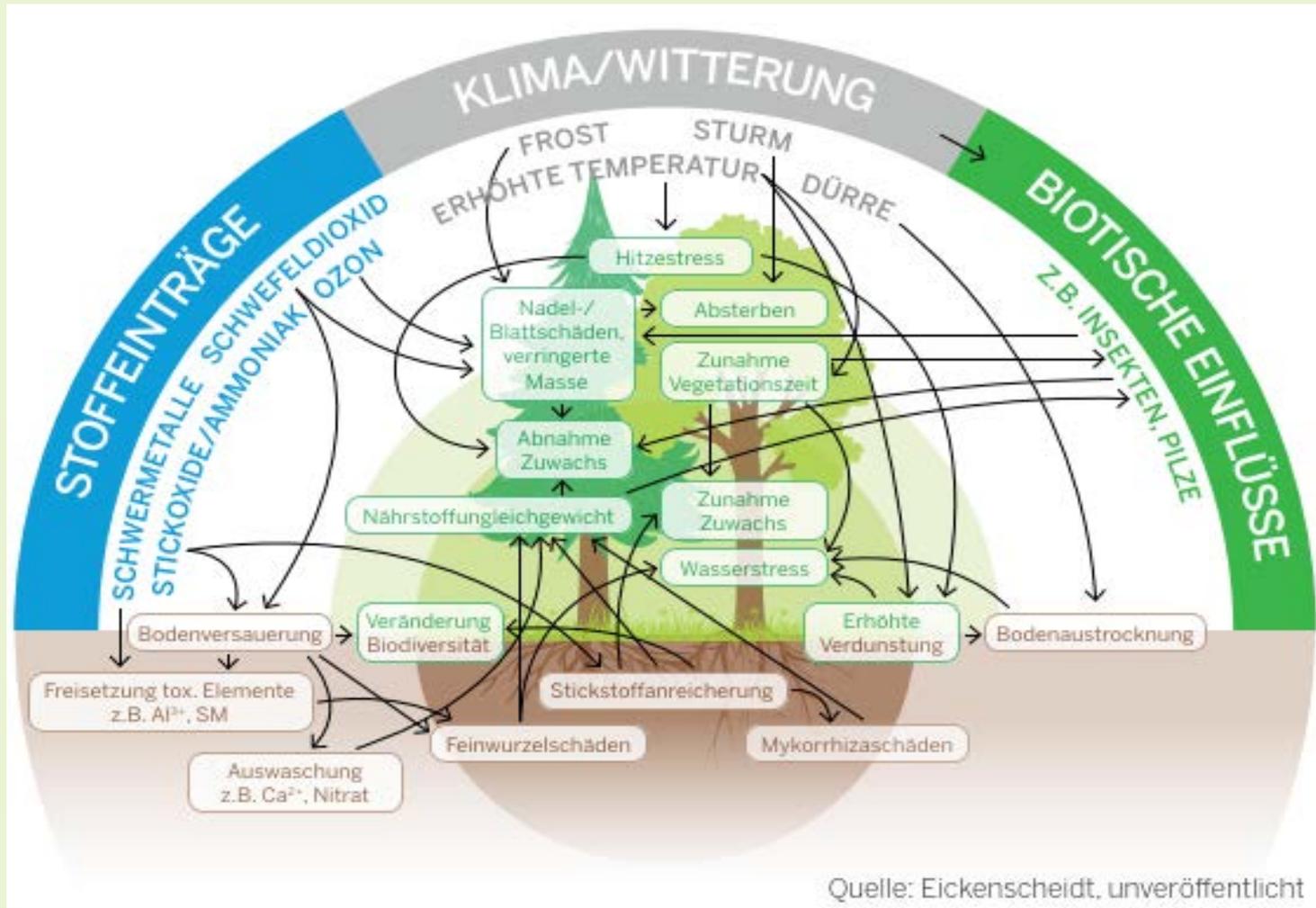
# Häufigkeitsverteilungen der Temperatur



## Probability Distribution of Northern Hemisphere Land Summer Temperature Anomalies



# Ursache-Wirkungs-Beziehungen in Waldökosystemen



Quelle: Eickenscheidt, unveröffentlicht

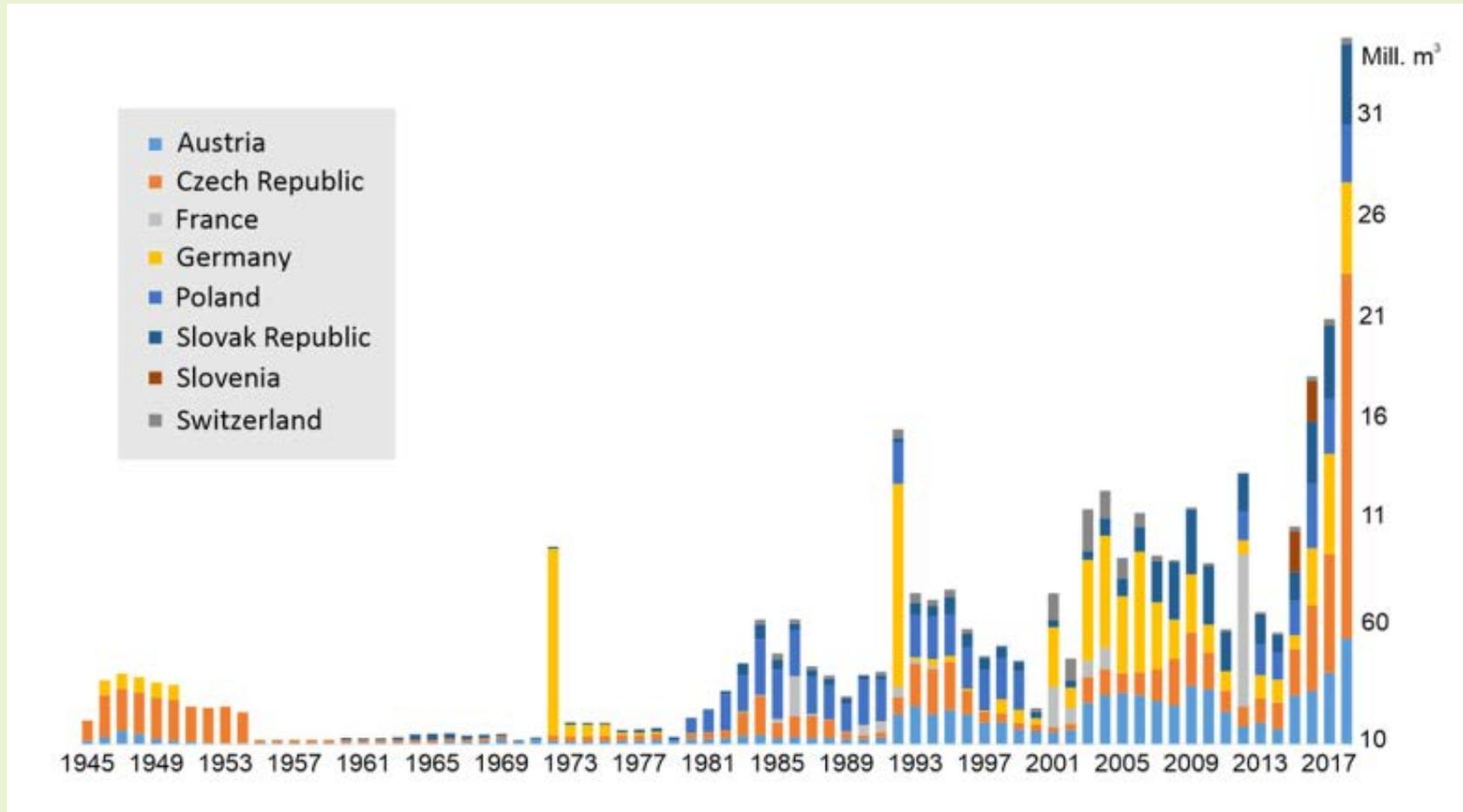


## Folgen des Klimawandels für den Wald:

- Die natürliche Zusammensetzung der Waldgesellschaften ist vorwiegend klimatisch bedingt. In Folge des anthropogen verursachten Klimawandels ist daher mit schwersten Störungen der Biocönose zu rechnen.
- Extreme Witterungsereignisse werden extremer, damit auch die „natürlichen“ abiotischen Störungsereignisse!
- Ökologische Beziehungen kollabieren – auch in naturnahen Wäldern! (s. Henkel et al., 2022)
- Schadorganismen reagieren am schnellsten, da sie direkt (schnellere Entwicklung, geringere Mortalität) und indirekt (Schwächung der Wirtspflanzen) gefördert werden.
- Ökosystemare Neubewertung der Waldökosysteme und der sie bewirtschaftenden Forstwirtschaft durch einheimische und invasive Schadorganismen – dynamische Anpassungsprozesse führen zu immer neuen Systemzuständen bis sich das Klima stabilisiert.
- Walderhalt als prioritäres Ziel wird schwieriger.
- Gewissheit der Klimaxgesellschaft oder der pnV ist hinfällig.

# Fichten-Schadholzanfall

in ausgewählten europäischen Staaten (1945 bis 2018)



(Quelle: Hlásny et al., 2021)



# Auswirkungen auf den Wald



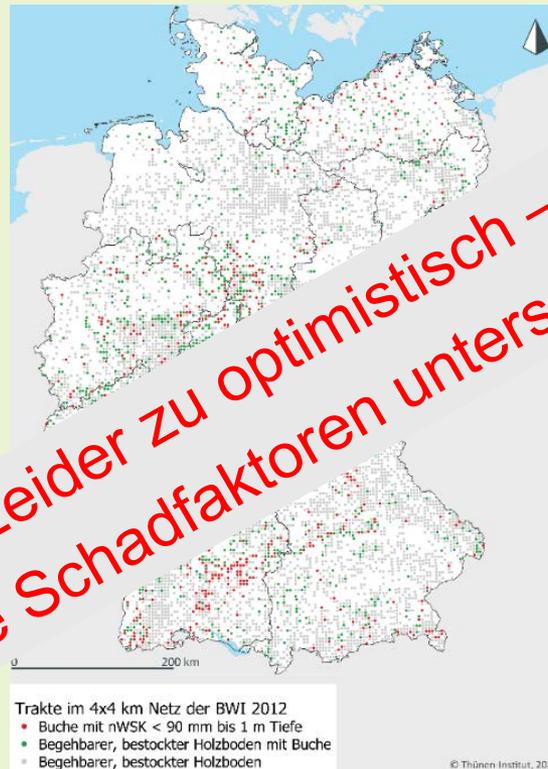
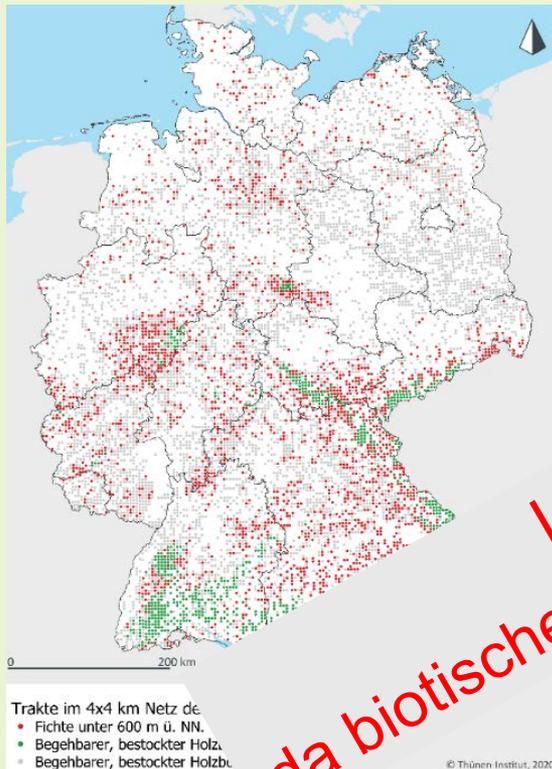


# Waldumbau und Wiederbewaldung





# Die ökonomische Frage – Wieviel ist notwendig?



Leider zu optimistisch –  
da biotische Schadfaktoren unterschätzt werden!

## Flächen und Derivat auf Risikostandorten

**Tab. 1:** Flächen und Derivat auf Risikostandorten mit führender Baumart Fichte (Fichten-Typ) und Buche (Buchen-Typ) mit einer maximal nutzbaren Bodenstärke in Deutschland. Die Prozentangaben beziehen sich auf die Fläche bzw. mit Buchen-Typ.

	Fichte-Typ	Buchen-Typ
Fläche (ha)	2.228.038	622.526
Anteil (%)	69,9 %	34,4 %
Derivat (Tsd. m³)	884.218	220.286
Anteil (%)	68,3 %	33,6 %

## Notwendige Umbaufläche bis 2050:

95.000 ha pro Jahr  
(derzeit: 22.000 ha)

## Kosten bis 2050:

13 bis 43 Milliarden €

Quelle: Bolte et al. (2021)

# Welche Baumart hat im Jahr 2100 eine Zukunft?



Joachim Schellhuber (2019): „Im Mainstream kann man jeden Mist veröffentlichen!“

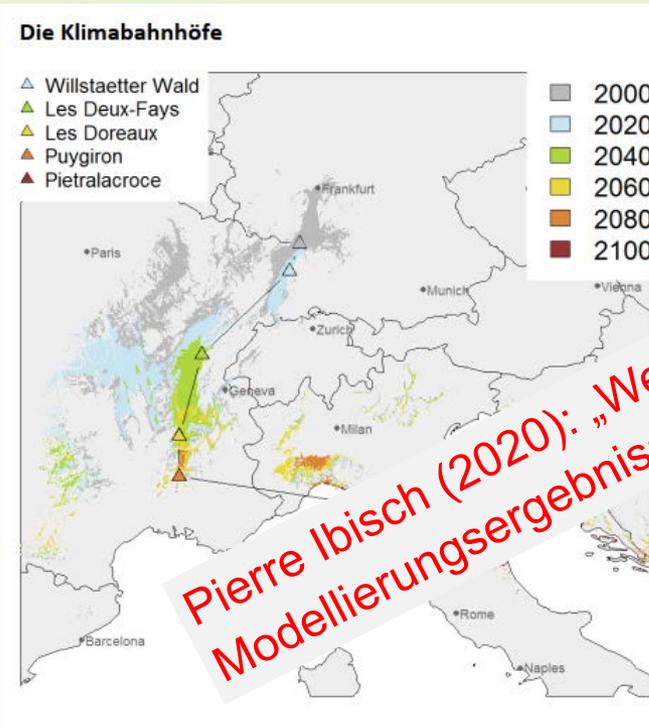
„Die Große Stunde der Heilsbringer“  
Einfache Antworten: Nichts! → „...sich selbst“!?

- Natur kennt den Begriff der Heilung nicht – Natur ist ergebnisoffen – es gibt keine kranke oder heile Natur – auch die Natur ist nicht krank
- „...sich die Natur denn heilen? Für Uns?“  
→ zunehmend anthropozentrische Sichtweise des Naturschutzes
- Geschwindigkeit des Klimawandels – übertrifft Anpassungsfähigkeit der Ökosysteme!
- „vorsätzliche Fehlinformation zum Zwecke des Geldverdienens!“
- Fazit: gewinnbringend verkaufbare Illusion

# Welche Baumart hat im Jahr 2100 eine Zukunft?



## Wald aus klimaanalogen Gebieten?



Klimazug

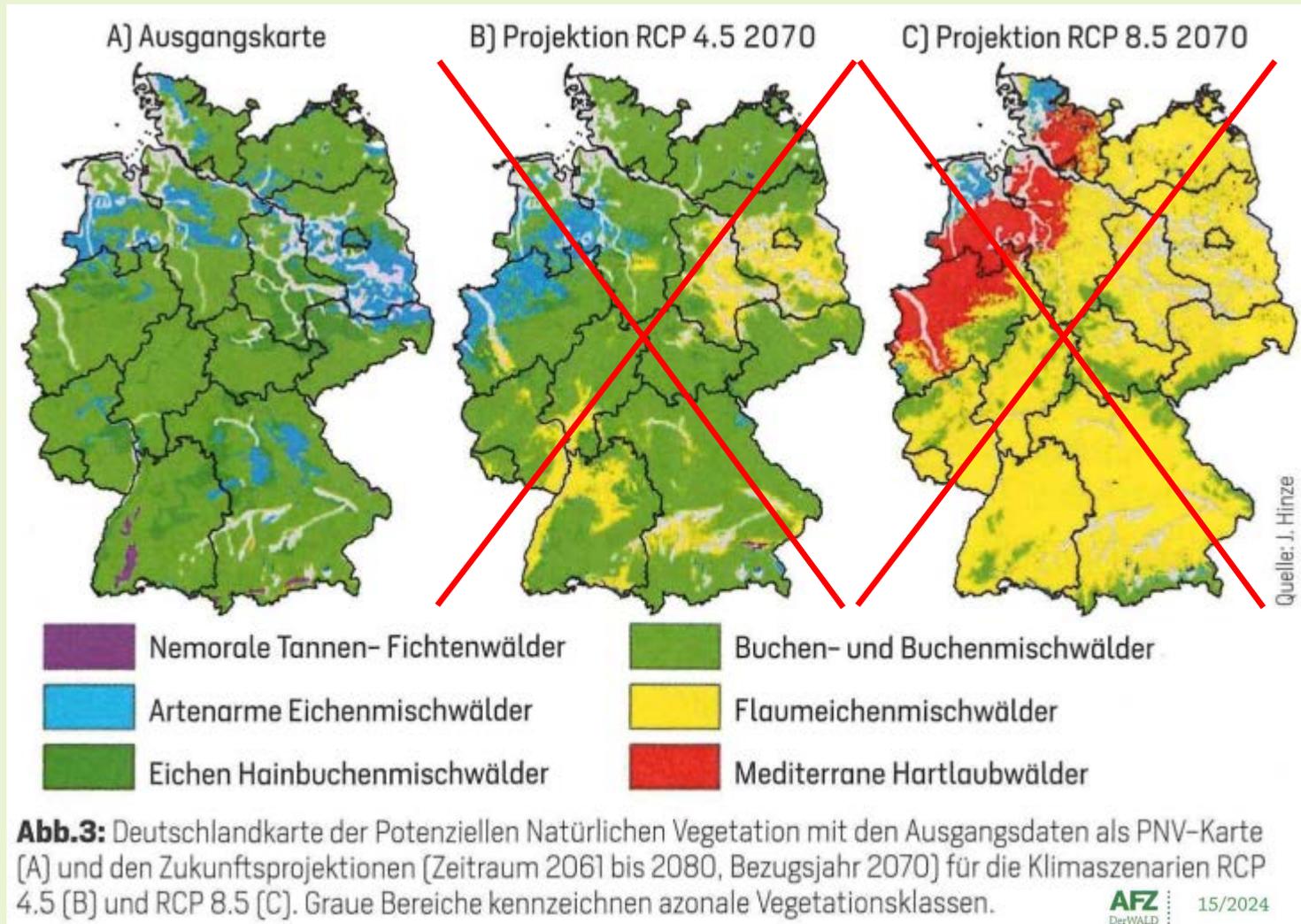
**Pierre Ibisch (2020): „Wenn aber nur ein Parameter fehlt - ..., sind die Modellierungsergebnisse wertlos.“**

- Analogischer Ansatz – Frage nach Klimazonen
- Durchschnittswerte des Klimawandels
- Vernachlässigung der geographischen Lage – des Breitengrades
- Annahme der Verschiebung von Klimazonen
- Retrospektiver Blick auf ein gemäßigtes Klima

Waldklimafond Projekt „Waldzukunft zum Anfassen“ (ANALOG) - Bienwald



## PNV als Vision?





# Wiederbewaldung oder Maissaat?



## Anpassung?

Forstliche  
Nebennutzung  
setzt Wald voraus!

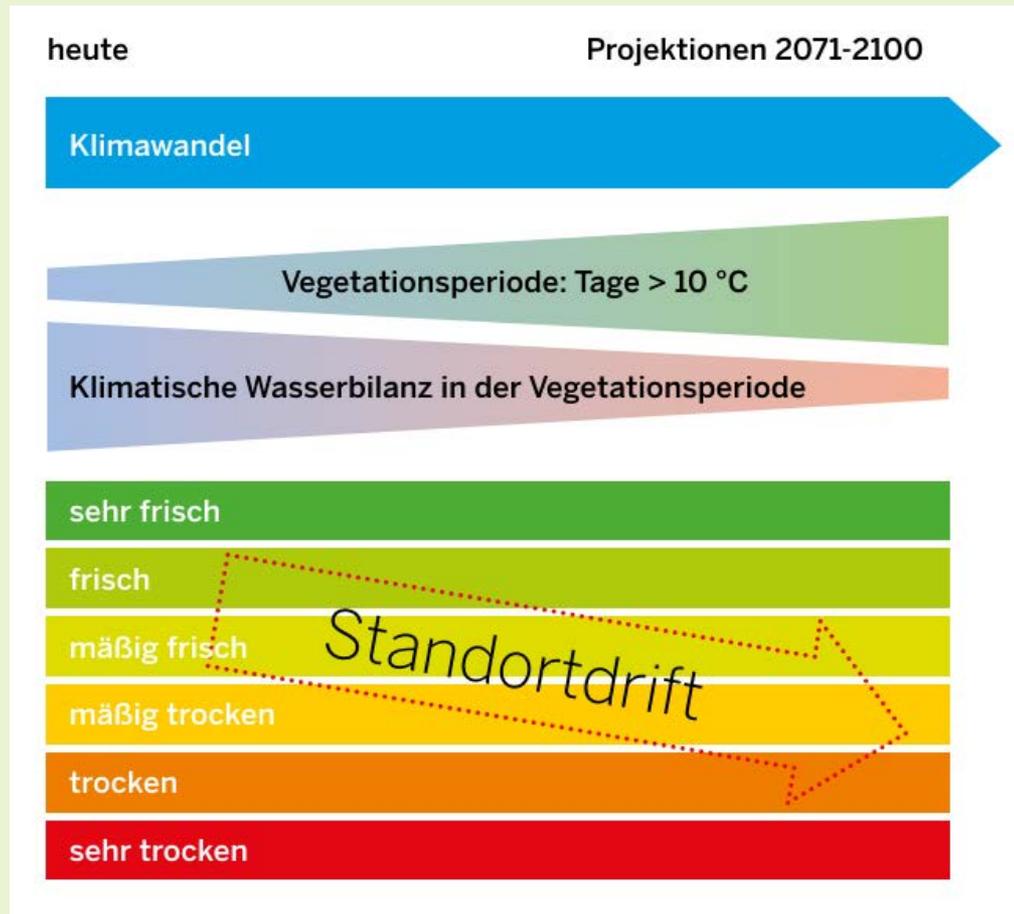


# Realität im Blick behalten – kein „Waldwunschenken“!





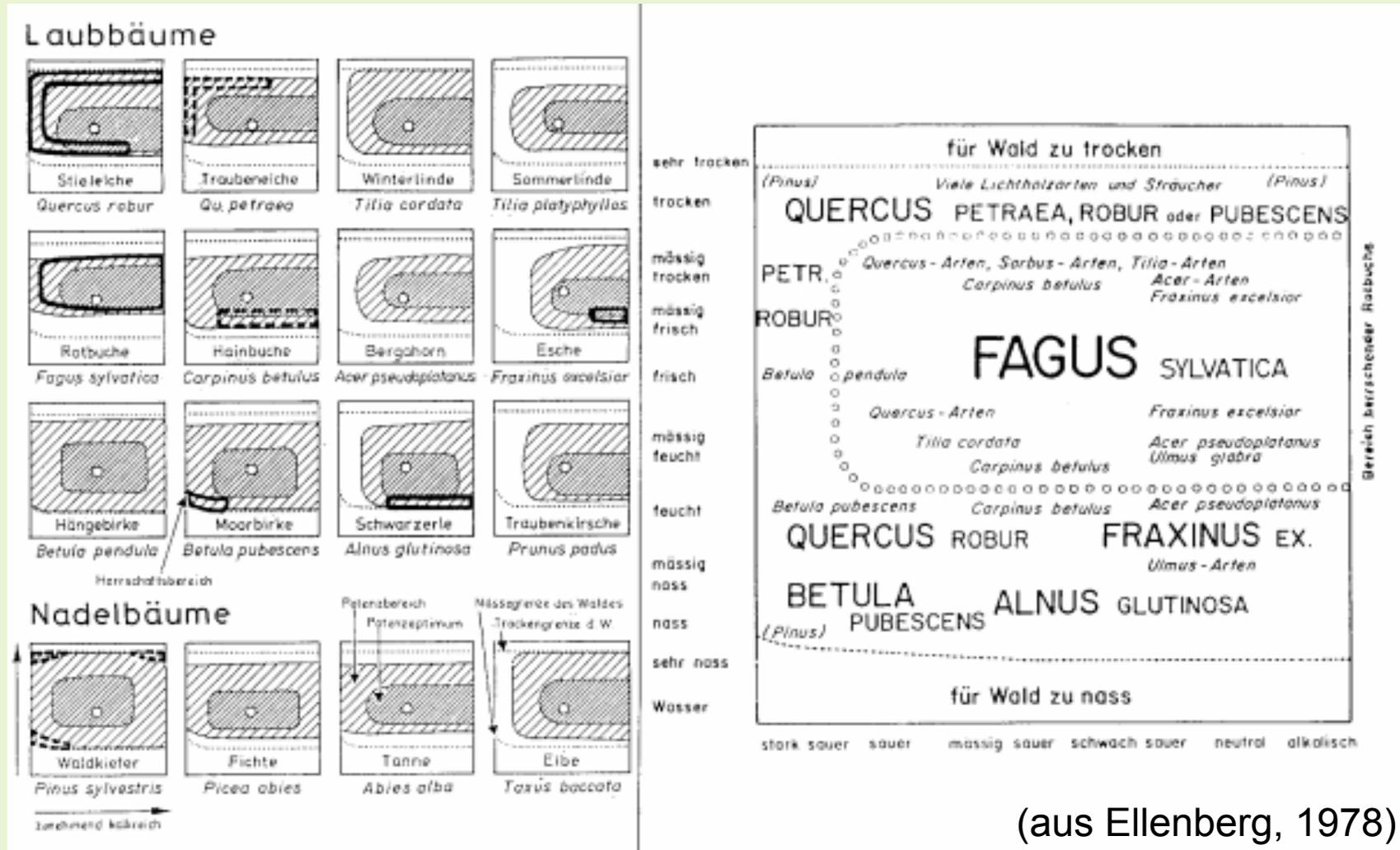
# Veränderung des Forstlichen Standorts (Standortdrift) im Klimawandel



(Quelle: Schulte-Kellinghaus und Weller, unveröffentlicht)



# Ökogramme





# Baumarten in Abhängigkeit vom Standort

STANDORTS-CHARAKTER	ALLGEMEIN	ZONAL			EXTRA-ZONAL				AZONAL								
	KURZ-BEZEICHNUNG	SAND S	LEHM L	KALK K	SCHATT-HANG		SONN-HANG		FLUSSAUEN		DÜNE	BRUCH	MOR	SEE			
Ausgangsgesteine	Sand (silikatarml) Sandstein u.a.	Löß Moräne Silikatgesteine	Kalkstein Dolomit	S L K		S L K		Aue-lehm bis Feinsand	Aue-sand, Kies	Flug-sand	(Torf)	(Torf)	(Wasser)				
Reife Bodentypen	stark saure Braunerde	Parabr.-u Braunerde	Rendzina	S	L	K	S	L	K	Vega	Paternia	Podsol	Carr	Fen	Hochmoor	Nieder-moor	ol mes eu
Humusform unter Laubwald	Moder	Mull	Mull	Mod	Mull	Mod	Mull	Mull	Mull	Mör	Mor	Br-torf					
+SUBOZEANISCH	HÖHENSTUFE subalpin	Fi	AhFi Bu	AhBu	Fi	(Fi)AhBu			Grün-erle		Fi	TaFi					
	montan	TaFi Bi	TaBu	TaLi Bu	Fi	(Fi)TaBu	(Ta)Bi	(Ta)Bi	Grün-erle		Fi	TaFi	Bi	Bi	Bi	Bi	Bi
	submontan	Ei Bu	(Ei)Bu	Bu	Bu	TaBu	(Kie) Ei Bu	(Esche) Ei	Weil	Ei	(Kie) Schwarz-erle						
	collin-planar	Bu Ei	Ei Bu	(Li)Bu	Bu	Li u.a. (Bu)	(Kie) Submedit. Ei-Mischw.	(Ulm) Ei	Weil	Ei	(Kie) Schwarz-erle						
+KONTINENTAL	HÖHENSTUFE montan	(Bu)(Ta)Fi	(Bu)TaFi	(Fi)TaBu	Fi	(Kie)TaFi		Fi (Esche)	Grau-erle		(Kie) Fi	Fi	Fi	Fi	Berg-Kie		
	submontan	BuKie	KieFiEiBu	EiBu	Fi Kie	FiTaBu	Kie Ei	Kie Ei	(Esche) Ei	Weil	(Ei)Kie	(Bi) Schwarz-erle	(Bi) Schwarz-erle	(Fi) Schwarz-erle	Kie		
	collin-planar	(Ei)Kie	Li Ei Hb	Ei Hb	(Bu) Ei	(Bu) Fi Hb	Kie kontin. Ei-Mischw.	(Ulm) Ei	Weil	Kie	(Bi) Kie	(Bi) Schwarz-erle	(Bi) Schwarz-erle	Kie			

Ah=Bergahorn, Bi=Moorbirke, Bu=Rotbuche, Ei=Eichen, Fi=Fichte, Kie=Waldkiefer, Hb=Hainbuche, Li=Linden, Ta=Weißtanne, Weil=Weiden

**KLIMAWÄNDEL?**

(aus Ellenberg, 1978)

# Welche Baumart hat im Jahr 2100 eine Zukunft?



Autökologische Antworten reichen nicht aus.

Synökologische Betrachtungen sind erforderlich.

Klima, Boden (Bodeneigenschaften, Nährstoffversorgung, Wasserhaushalt), Biodiversität (werden von den Ökosystemen toleriert und tolerieren diese!), und

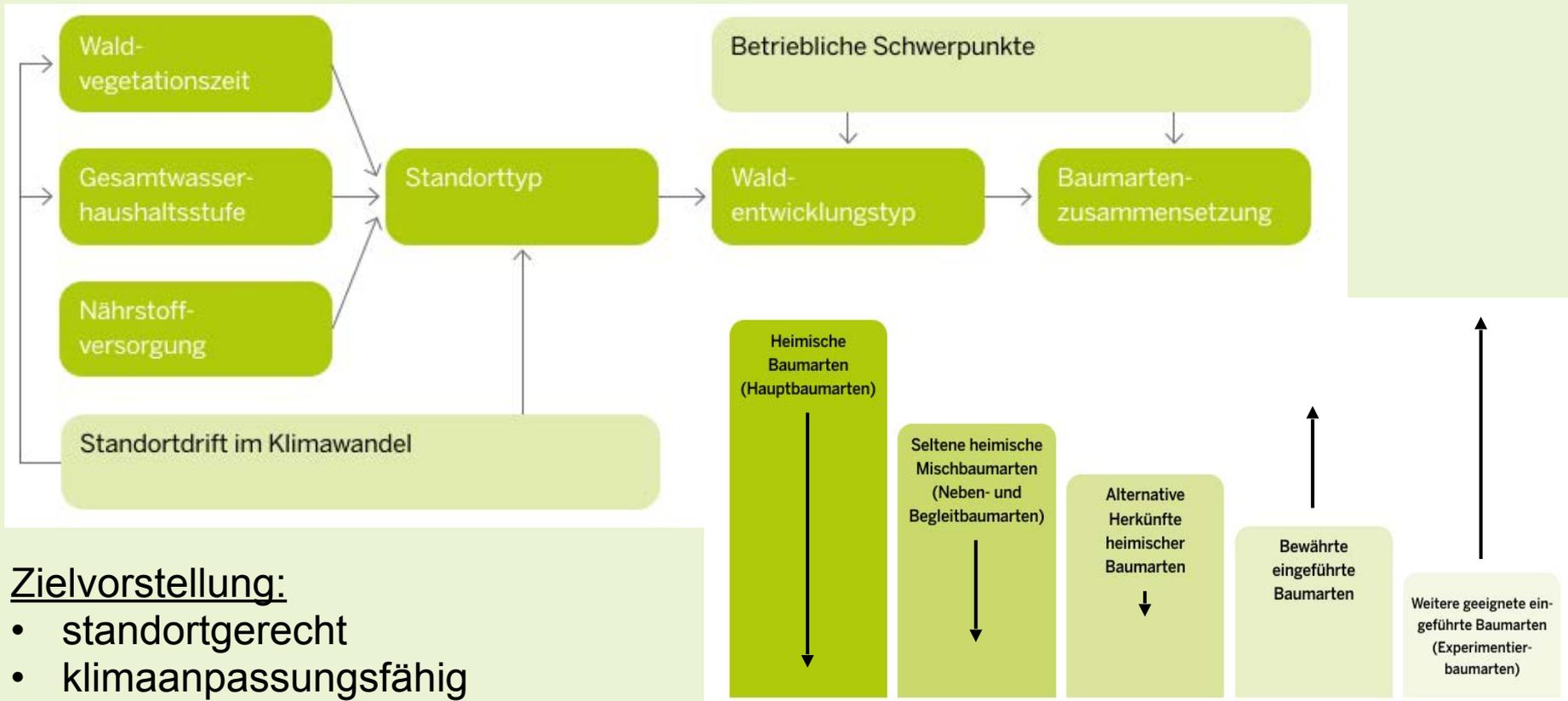
Nutzungsanforderungen der Gesellschaft müssen berücksichtigt werden!

„Wer streut, rutscht nicht!“ → adaptive bewirtschaftete Mischbestände → NV, Saat, Pflanzung

1. Einheimische Baumarten (Förderung der epigenetische Anpassung – Vermeidung zufälliger Gen- und Allelverluste (Gendrift/Genshift) - Verjüngung)
2. Nicht-heimische (alternative) Herkünfte heimischer Baumarten (Forschungsbedarf)
3. Alternativbaumarten aus der Welt (bewährte & Experimentierbaumarten) (Forschungsbedarf)

→ **Ökosystembasierte, unterstützende Einwanderung**





Zielvorstellung:

- standortgerecht
- klimaanpassungsfähig
- strukturreich (ungleichaltrig)
- gemischt

→ **Dauermischwald**

Zunehmender CO<sub>2</sub>-Gehalt in der Atmosphäre  
Zunehmende Standortdrift

# Waldumbau und Wiederbewaldung



# Wildverbiss an Bäumen (Größe: 20 – 130 cm) innerhalb eines Jahres (Bundeswaldinventur 4)



Baumartengruppe	einfacher Verbiss der Terminalknospe	Verbiss im oberen Drittel an mindestens drei Seitentrieben bei intakter Terminalknospe	Verbiss im oberen Drittel an mindestens drei Seitentrieben UND der Terminalknospe	Verbiss (insg.)
Eiche	10,0 %	4,0 %	11,8 %	25,7 %
Buche	5,9 %	4,6 %	9,7 %	20,1 %
Esche	13,0 %	3,8 %	14,0 %	30,9 %
Ahorn	14,7 %	3,9 %	14,9 %	33,5 %
sonst. Lb hoher Lebensdauer	10,8 %	7,1 %	31,9 %	49,8 %
Birke	7,4 %	2,7 %	10,1 %	20,2 %
Erle	12,2 %	3,3 %	13,7 %	29,1 %
sonst. Lb. niedriger Lebensdauer	15,6 %	3,2 %	15,7 %	34,5 %
<b>alle Laubbäume</b>	<b>11,2 %</b>	<b>4,2 %</b>	<b>14,4 %</b>	<b>29,8 %</b>
Fichte	0,9 %	1,2 %	1,3 %	3,4 %
Tanne	5,2 %	5,9 %	11,2 %	22,3 %
Douglasie	4,4 %	2,1 %	4,2 %	10,7 %
Kiefer	2,2 %	1,3 %	1,9 %	5,5 %
Lärche	5,8 %	0,2 %	1,8 %	7,7 %
<b>alle Nadelbäume</b>	<b>1,5 %</b>	<b>1,6 %</b>	<b>2,3 %</b>	<b>5,4 %</b>
<b>alle Baumarten</b>	<b>8,7 %</b>	<b>3,5 %</b>	<b>11,3 %</b>	<b>23,5 %</b>



## Holznutzung auf Grundlage der Bundeswaldinventur 4

### Waldnutzung in Deutschland

Datenbasis: Vierte Bundeswaldinventur 2022

<b>Waldbestand</b>	<b>11,5 Mio. ha</b>
	<b>50% Nadelb. / 50% Laubb.</b>
<b>Holzvorrat</b>	<b>3,7 Mrd. m<sup>3*</sup></b> BWI <sup>3</sup> 3,7 Mrd. m <sup>3</sup> (2012), BWI <sup>2</sup> 3,2 Mrd. m <sup>3</sup> (2002)
	<b>335 m<sup>3</sup>/ha*</b>
<b>C-Speicher</b>	<b>1.184 Mio. Tonnen</b> Bindung in lebenden Bäumen
<b>Zuwachs</b>	<b>101,5 Mio. m<sup>3</sup>/Jahr*</b> 9,4 m <sup>3</sup> / ha / Jahr

**WEHAM 2013 bis 2052\*\*** Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung  
Potenzielles Rohholzaufkommen von jährlich 77,7 Mio. m<sup>3</sup> im Durchschnitt der  
nächsten vier Jahrzehnte. Dabei steigt der Holzvorrat sogar noch an.

\* Vorratsfestmeter mit Rinde

\*\* Erntefestmeter ohne Rinde

Bildquelle: Jan Preller, Wald und Holz NRW



# Klimaschutzleistungen des Waldes

Verschiedene Speicher, die alle genutzt werden müssen, um die Klimaschutzleistung des Waldes voll auszunutzen:

- Waldspeicher und Waldbodenspeicher
  - Holzproduktespeicher
  - stoffliche Substitution/ Produktsubstitution (insb. Baustoffe & Bioökonomie)
  - energetische Substitution fossiler Energieträger
- 
- Gesunde Wälder und Waldböden als Kohlenstoffspeicher
  - Hohe Zuwachsleistung gesunder Wälder zur Holzproduktion
  - Effiziente Nutzung des wertvollen Rohstoffes Holz in Form von „klugen“, innovativen Holzprodukten
  - Möglichst vollständige, langfristige Verwendung, um CO<sub>2</sub> langfristig zu binden – Zirkuläre Nutzung, Kaskadennutzung, Recycling mitdenken



# Klimaschutz durch Artenschutz?

Risiko in der Diskussion: „Die Fähigkeit der Ökosysteme, den Klimawandel zu bremsen, wird überhöht dargestellt, gleichzeitig werden die Auswirkungen des Klimawandels und negative, externe Effekte menschlichen Handelns auf die Ökosysteme vernachlässigt.“ – ANK (BMUV): „Gesunde Wälder ...“

„Viel hilft viel“?

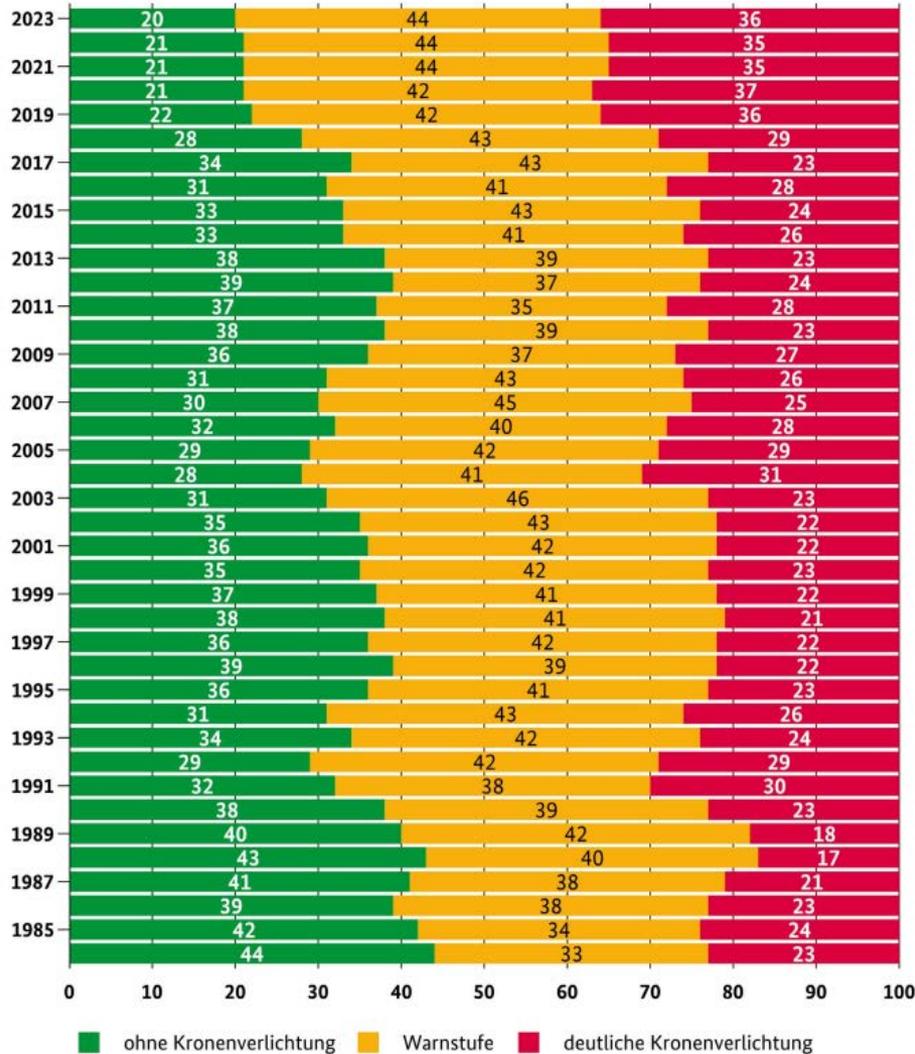
Resilienz ist abhängig von:

- Reaktionsdiversität auf Art- und Genpoolebene (Beispiel: Temperaturoptimum)
- Funktionale Redundanz auf Ökosystemebene (Beispiel: Anzahl möglicher Bestäuberarten)

Kohlendioxidspeicherfähigkeit der Ökosysteme ist abhängig von deren „Gesundheitszustand“ (Resilienz).



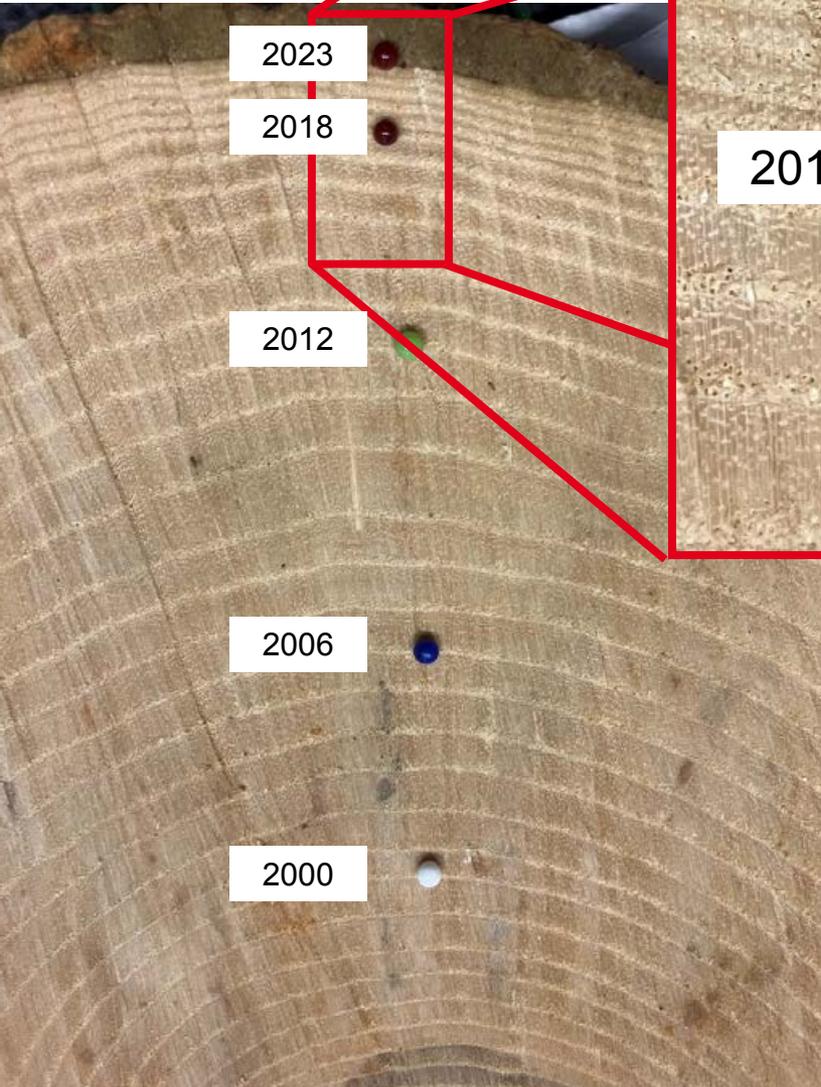
# Waldzustand 2023



## ALLE BAUMARTEN

– Entwicklung der Schadstufen seit 1984

# Waldzustand 2023



- Zuwachs einer ca. 40 jährigen Esche
- Zuwachs als Vitalitätsmaß
- Zuwachsdpression 2018 – 2023



# Primat des Möglichen und Nötigen

## Klimaschutzaspekt?

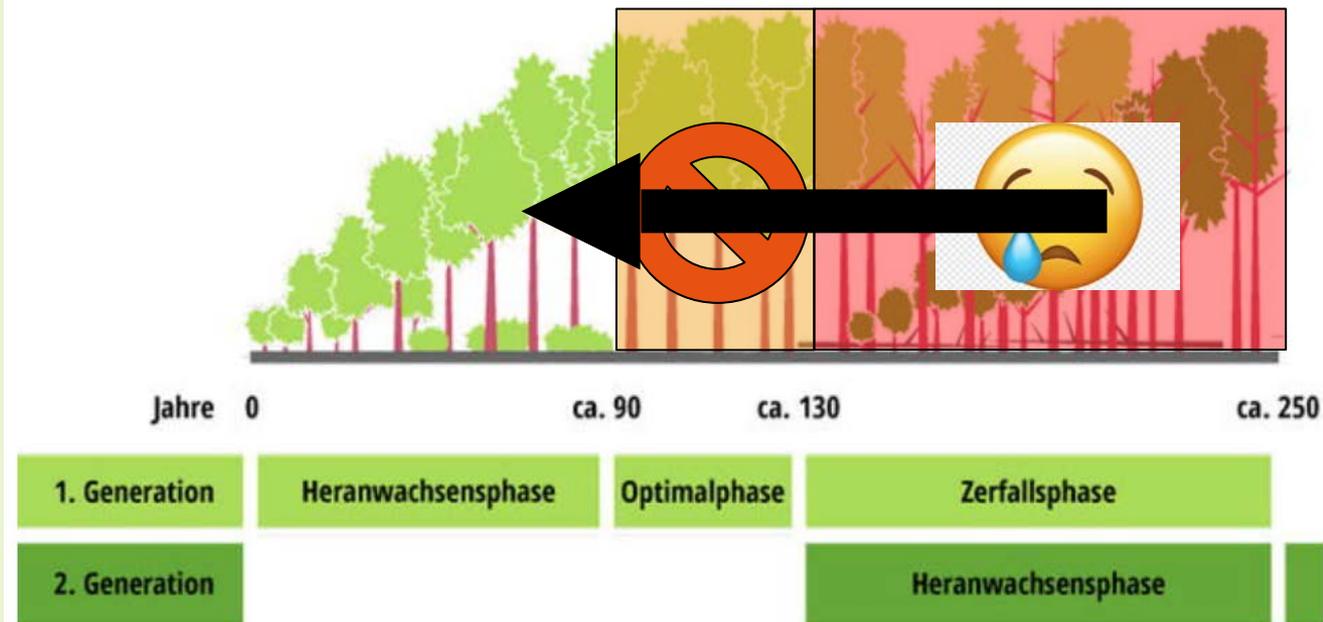
### Idee: "Einstellung der Holznutzung"

## Waldentwicklungsphasen eines Buchen(ur)waldes – „Das Karpaten-Narrativ“

„Wir stoppen den Einschlag in alten, naturnahen Buchenwäldern in öffentlichem Besitz.“  
(Koalitionsvertrag 2021-2025, Zeile 1219)

- Wald wird im Klimawandel nicht alt
- CO<sub>2</sub>-Waldspeicher ist fragil
- Förderung der Epigenetischen Anpassung gelingt nur durch ständige Verjüngung.

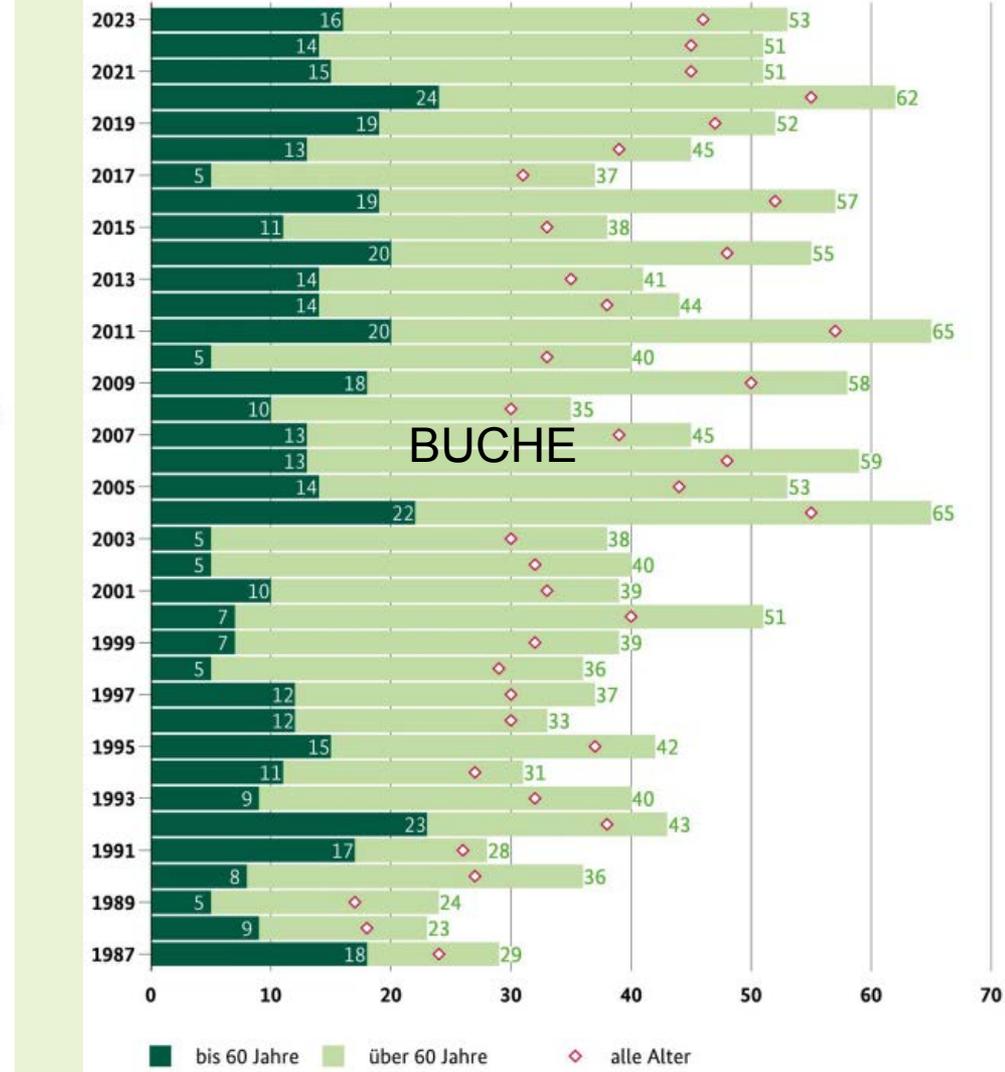
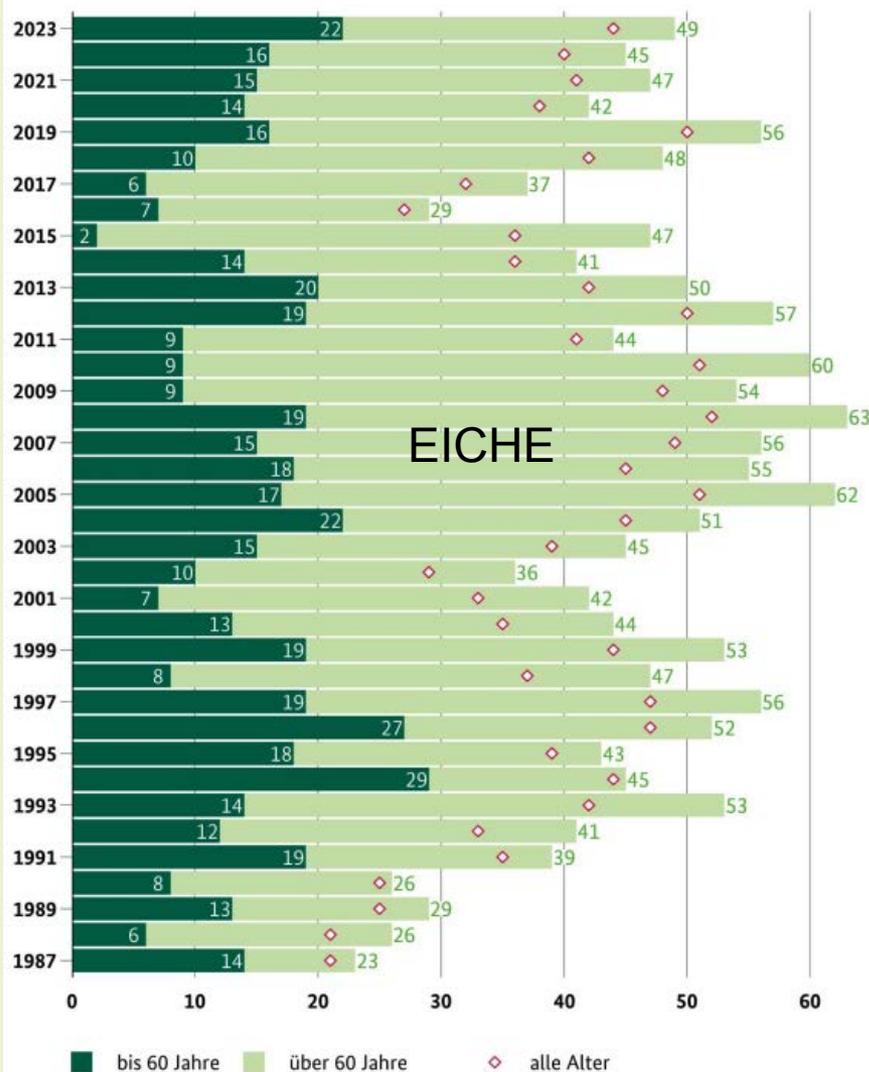
Problem: physiologisches und numerisches Alter fallen im Klimawandel zunehmend auseinander.



(Quelle: veränd. n. Korpel, 1995)

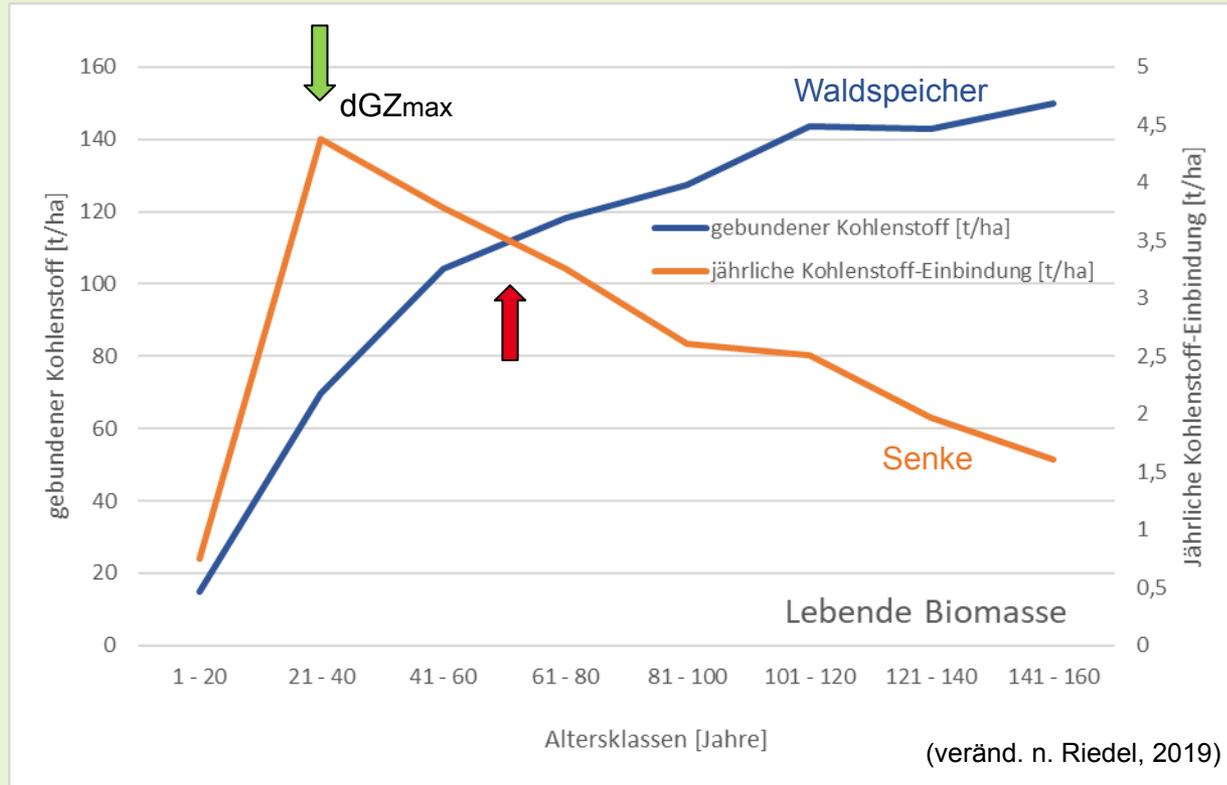


# Einfluss des Alters auf den Waldzustand (Anteil der deutlichen Kronenverlichtungen nach Altersgruppen)



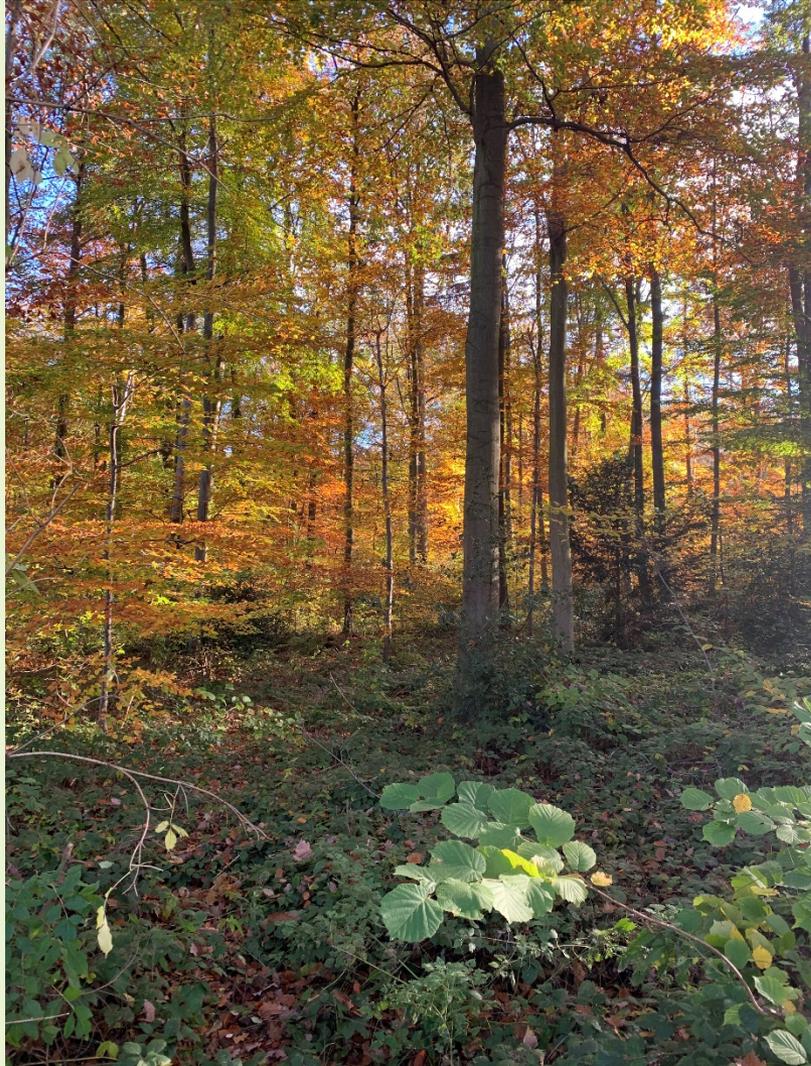


# Herausforderung Klimaschutz



- Nutzung aller Speicher und Substitutionsleistung bei Holzverwendung
- Optimierung des Wald- und Waldbodenspeichers
- Maximierung des Holzproduktespeichers (Holzbau)

# Herausforderung Klimaanpassung



## Strukturreiche Dauermischwälder als Lösung

„... wissen wir, wie das (der Dauerwald) geht, nicht durch Verzicht auf Nutzung, sondern sogar mit steigender Nutzung.“

(W. Bode und R. Kant, 2021)

„Das Holz muss geerntet werden als die Frucht des Waldes, der Wald aber muss bleiben.“

(Alfred Möller, 1922)





# Wildverbiss vs. Naturverjüngung



# Wildverbiss



Wollen wir dem Wald  
eine Zukunft geben?

Stuckdekoration - Ritterzimmer  
Schloss Frederiksborg (Dänemark) um  
1600 - 1620



# Kann das die Lösung sein?





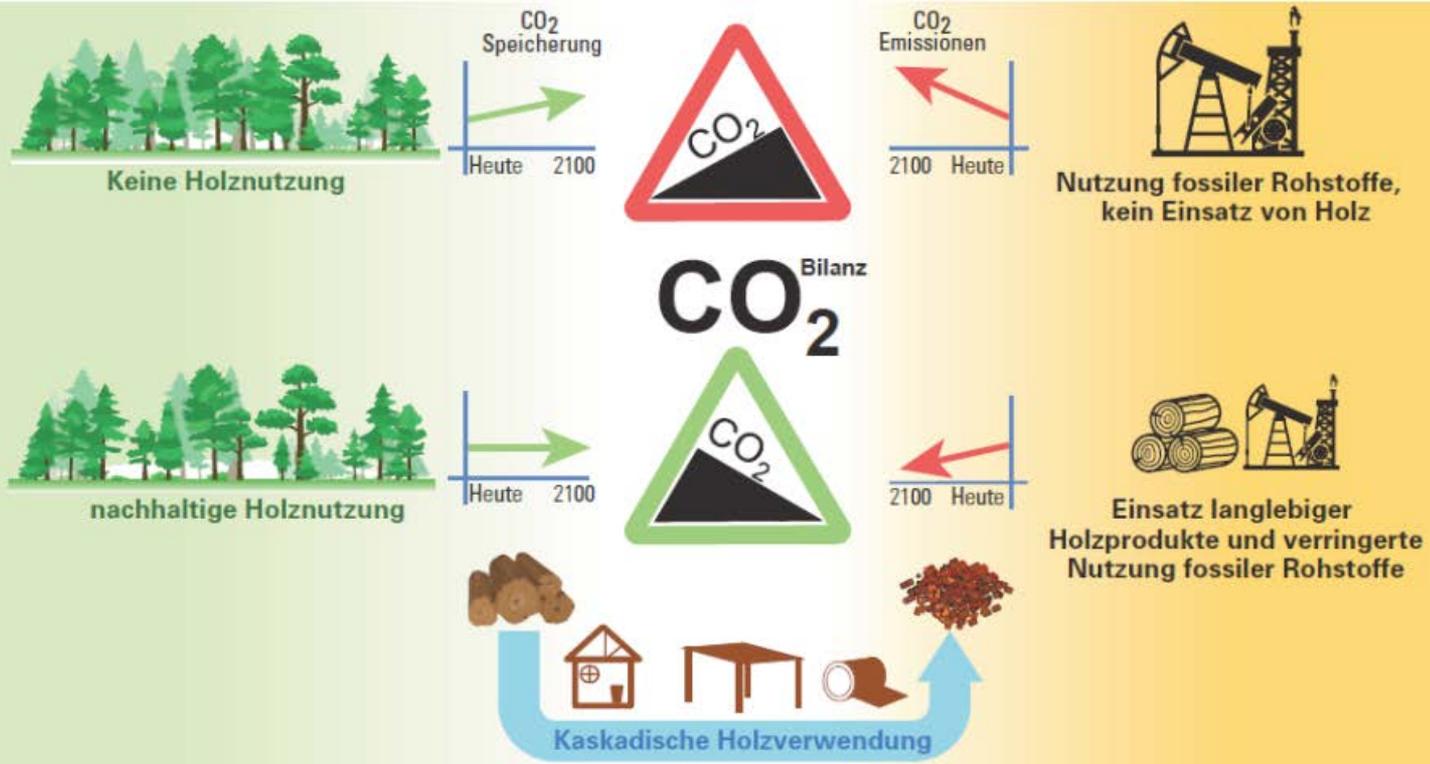
# Fazit

- Klimawandel ist bittere Realität und zwingt zur aktiven Anpassung der Wälder
  - Konzept der multifunktionalen, nachhaltigen Waldwirtschaft
- Kein Waldwunschenken jenseits der Realität
  - Klimawandel zwingt zur dynamischen Anpassung der Forstwirtschaft
  - Waldumbau und wo nötig Wiederbewaldung – Wir sind spät dran!
  - Standortgerechte Baumarten – möglichst einheimische Arten
  - Ökosystembasierte, unterstützende Einwanderung von Herkunft und Arten
- Komplexität als vermeintliches Problem
  - Risikominderung durch Mischung (Alter, Baumarten), Dauermischwald
- Überhöhte Wildbestände behindern Waldumbau und Wiederbewaldung
  - Konsequente Bejagung vs. Wildschutzmaßnahmen
- Klimaschutzleistungen des Waldes
  - Klimaschutzpotential von Wald und Holz konsequent nutzen
  - Senkenleistung höher bewerten als Speicherleistung

**Nachhaltig, multifunktional bewirtschafteter, klimaanpassungsfähiger  
Dauermischwald aus standortgerechten Baumarten mit möglichst hoher CO<sub>2</sub>-  
Senkenleistung und mit angepasstem Wildbestand.**



Infografik: Carlos Trujillo-Moya/fotolia.com/BFW



## Nachhaltige Forstwirtschaft und Holznutzung ist Klimaschutz!

„Lasst uns Bäume pflanzen und Holz nutzen, um die Zukunft zu gewinnen!“