

Biodiversität für das Klima Vom Schutzgut zum Helfer

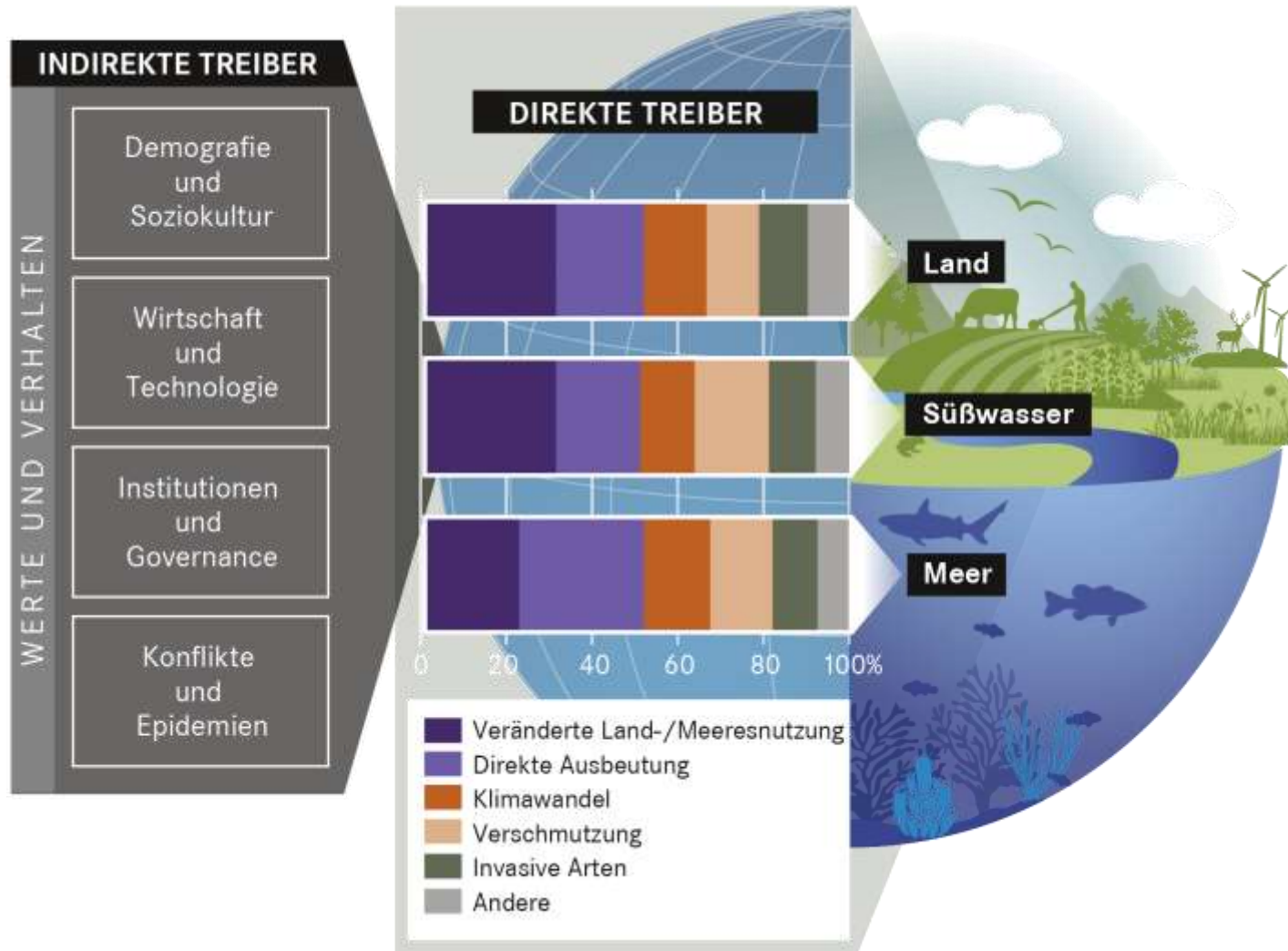
Christian Wirth

Berlin, 27.03.2025

Inhalt

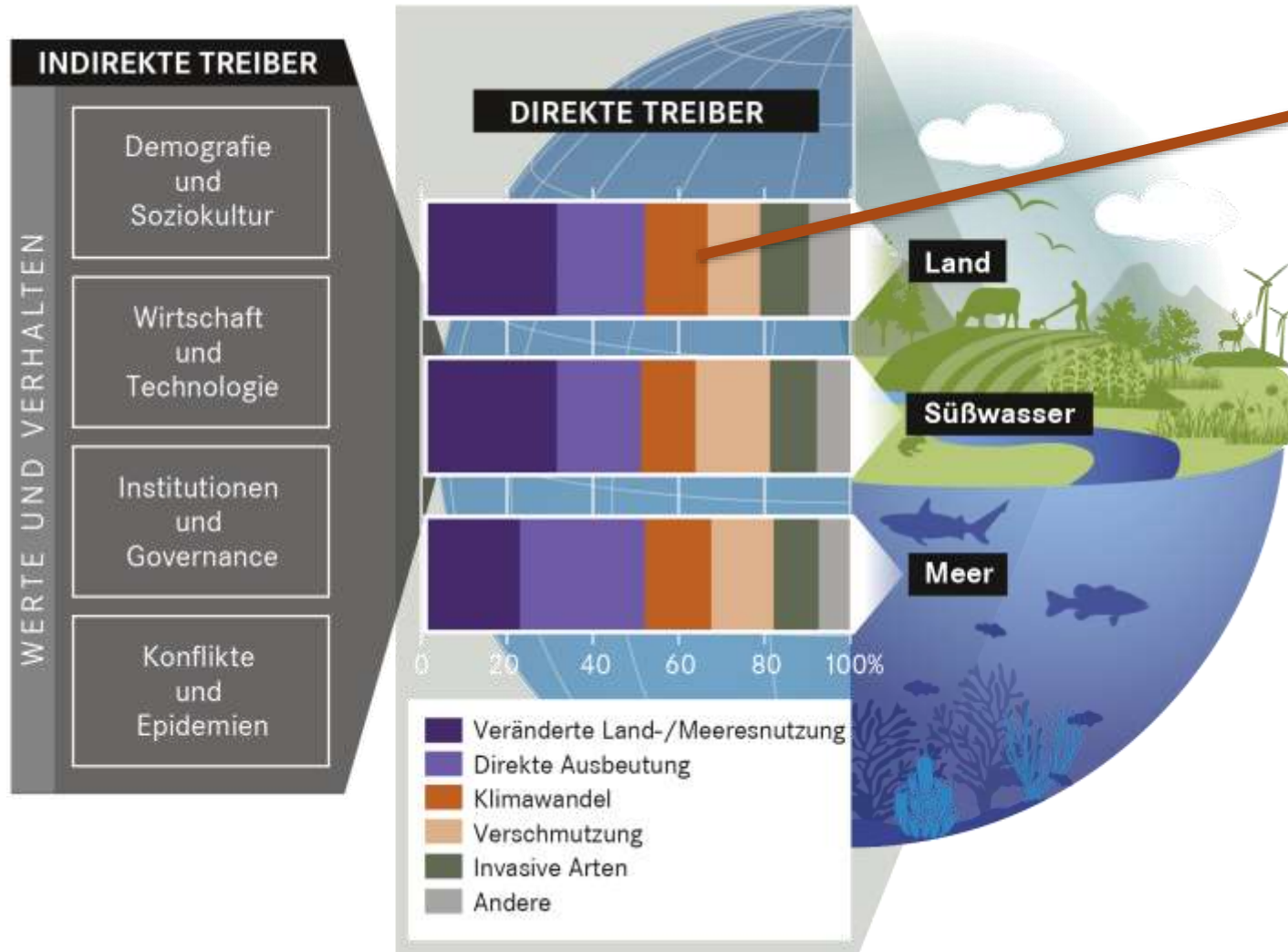
1. Biodiversitätsänderungen und die Rolle des Klimawandels
2. Biodiversität und natürlicher Klimaschutz
3. „Ökologische Intensivierung“ unsere Landschaft

IPBES 2019 – Treiber des Artenverlusts



- Landnutzung
- Ausbeutung
- Klimawandel
- Verschmutzung
- Invasive Arten

IPBES 2019 – Klimawandel als Treiber



IPBES Attributierung:
Klimawandel verursacht **15%** des Biodiversitätsverlusts

Mögliche Aussterberaten nach IPCC WGII (2022)

- 3 bis 14% bei 1.5° C
- 3 bis 29% bei 3° C
- 3 bis 48% bei 5° C

Assessment auch für Deutschland



1256 Seiten

- 145 Autor:innen
- 120 Reviewer:innen
- alle Lebensraumtypen
- BMBF-Förderung (FEaA)



95 Seiten

**frei verfügbar
als pdf**

Wirth, Brueheide, Farwig, Marx,
Settele (Hrsg.) (2024) oekom-
Verlag



Die wichtigsten Treiber

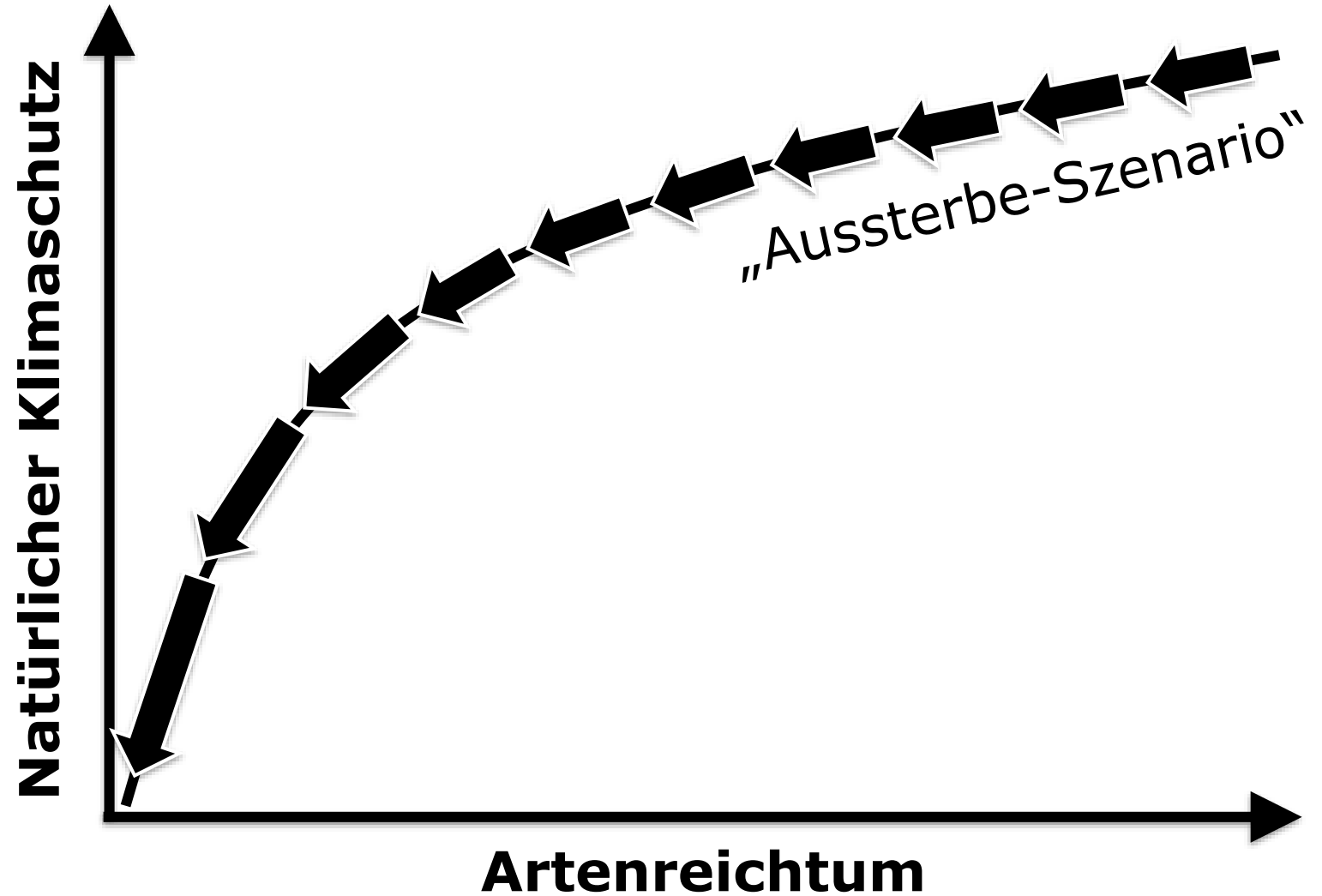


Lebensraumverlust (5)*
Stickstoffeinträge (4)
Schadstoffe (v.a. PSM) (4)
Klimawandel (4) !

*Anzahl der Lebensräume mit Nennung als wichtigste Treiber (max. 5)

Die Sorge: Artenverlust in Ökosystemen schwächt natürlichen Klimaschutz

- C-Sequestrierung
- Albedo
- Kühlung
- Habitatfunktion
-

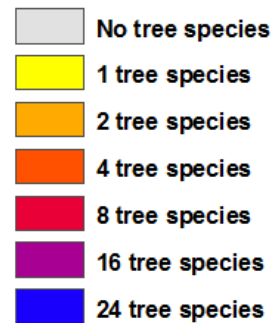
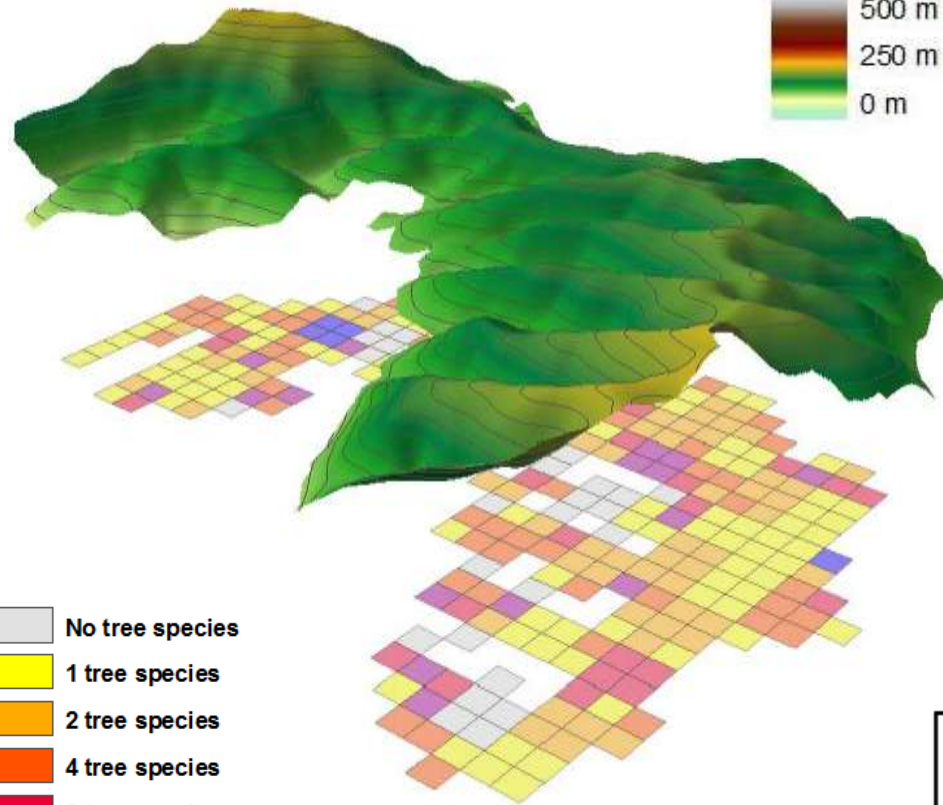
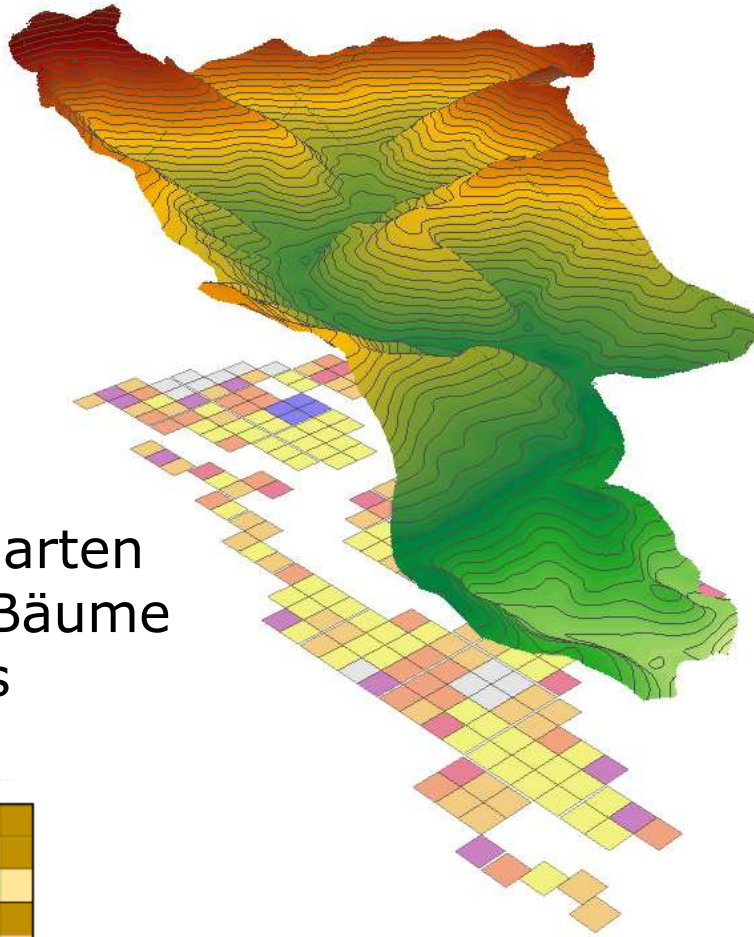
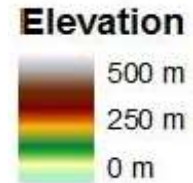




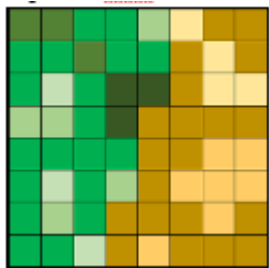
**Biodiversität
&
natürlicher
Klimaschutz**

Bäume: BEF China Experiment, Jiangxi Provinz

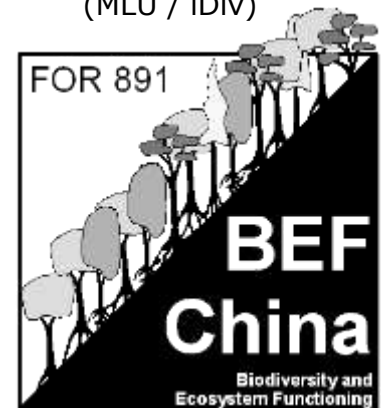
Site A: 271 mu (18.4 ha) Site B: 295 mu (20 ha)



42 Baumarten
220000 Bäume
566 Plots



Helge Bruelheide
(MLU / iDiv)

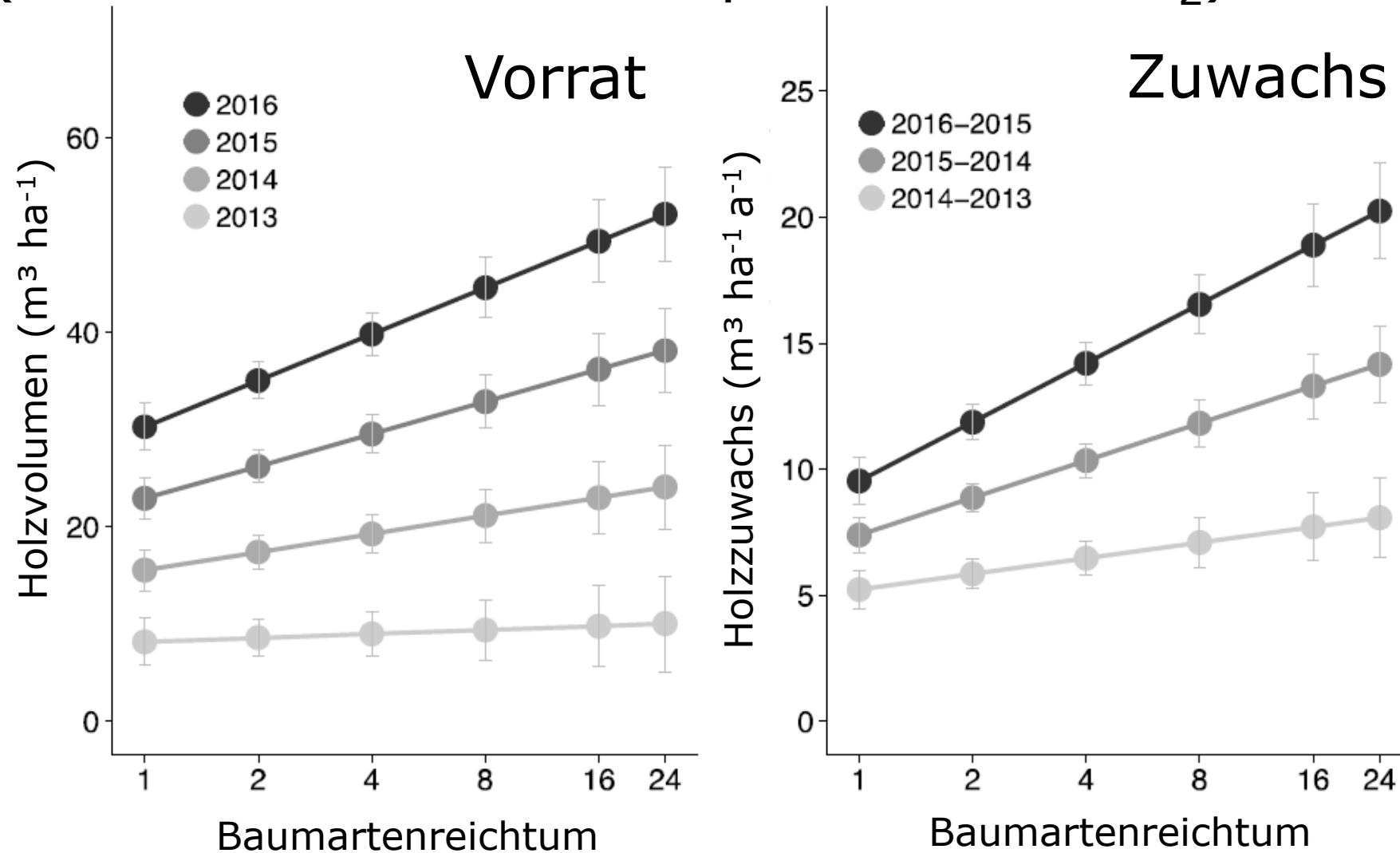




„Site B“

Diversität produziert mehr Holz

(und entzieht der Atmosphäre mehr CO₂)

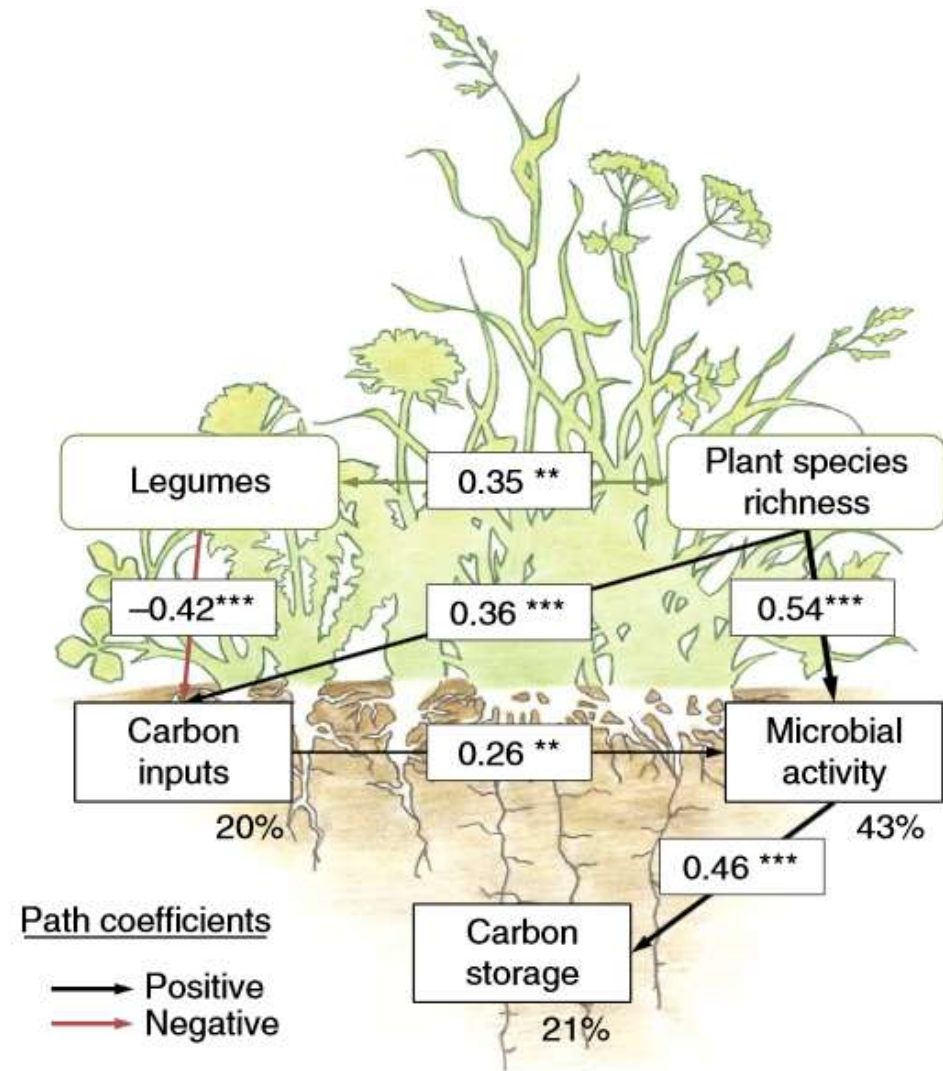
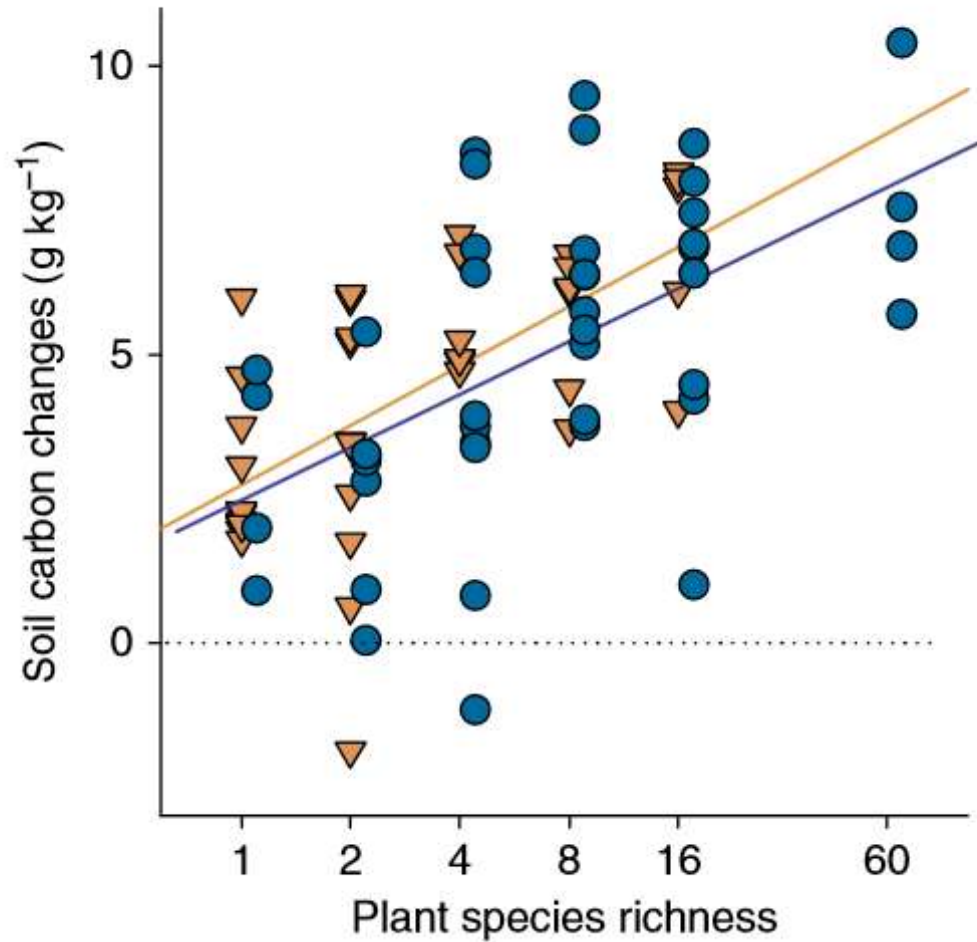




Nico Eisenhauer



3x mehr Kohlenstoff im Boden festgelegt



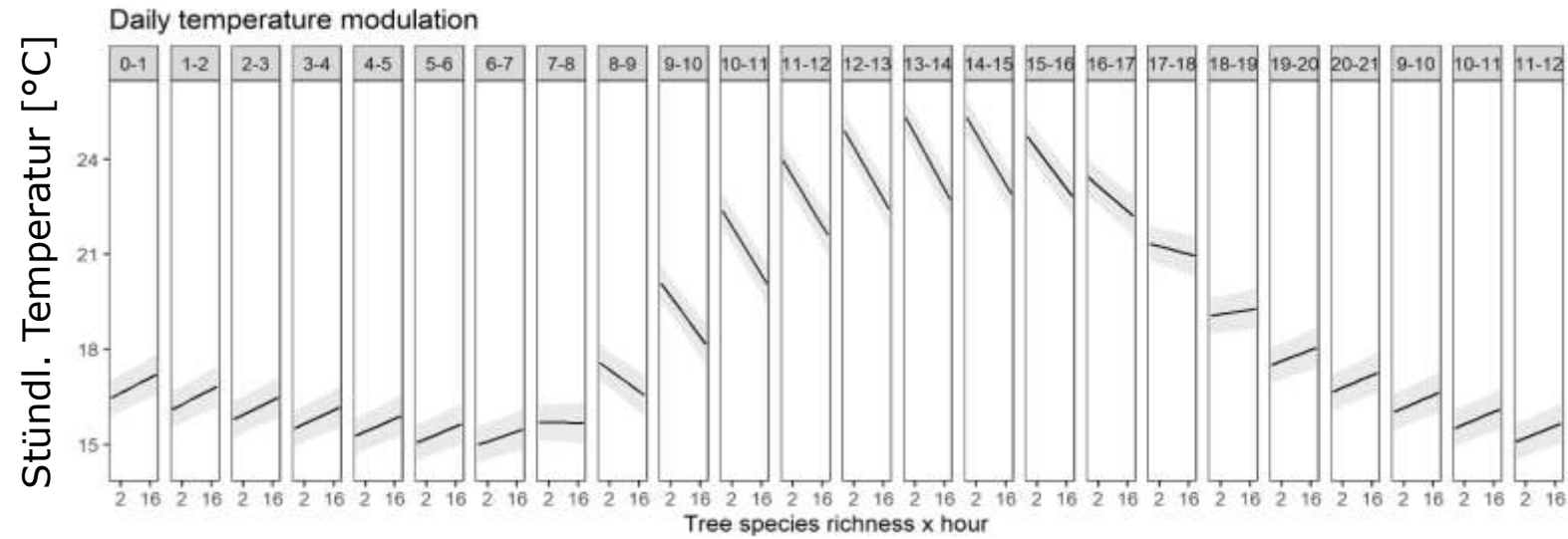


Einfache Temperatur-Logger

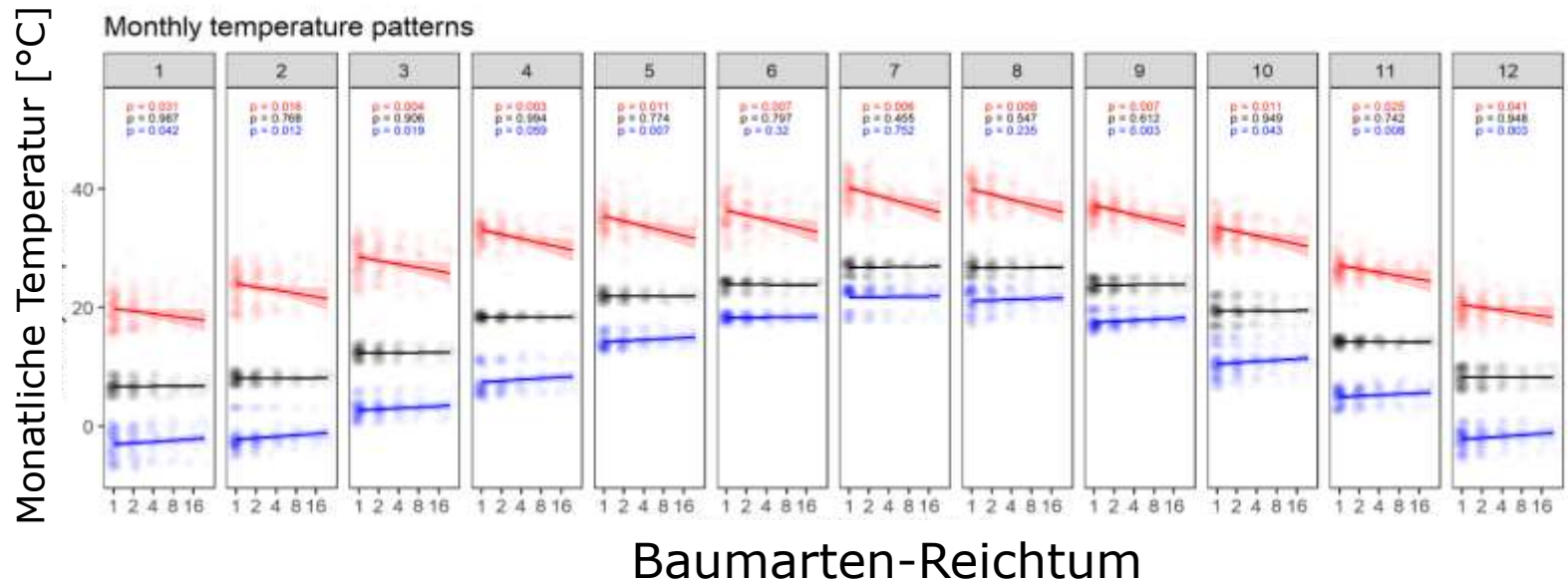


„Site B“

Diversität puffert Temperatur-Fluktuationen

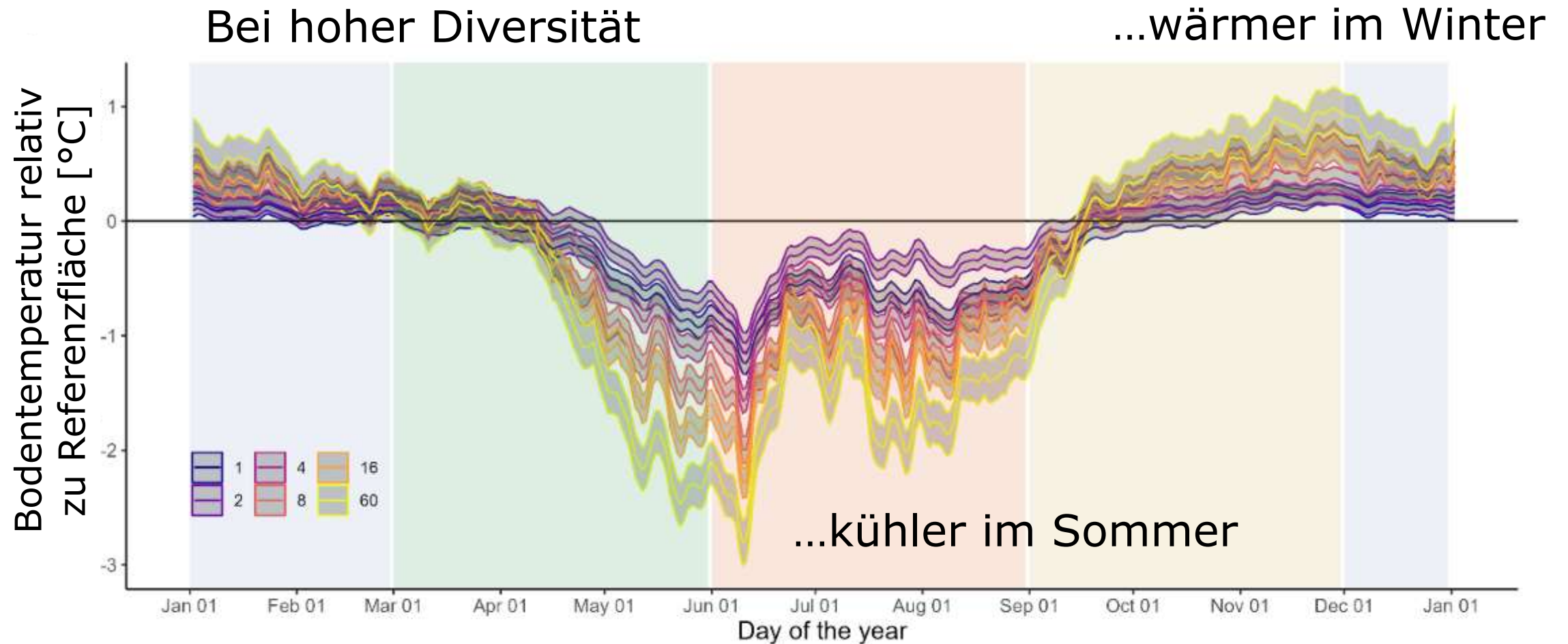


Täglich:
Vielfältige Wälder sind nachts wärmer und mittags kälter



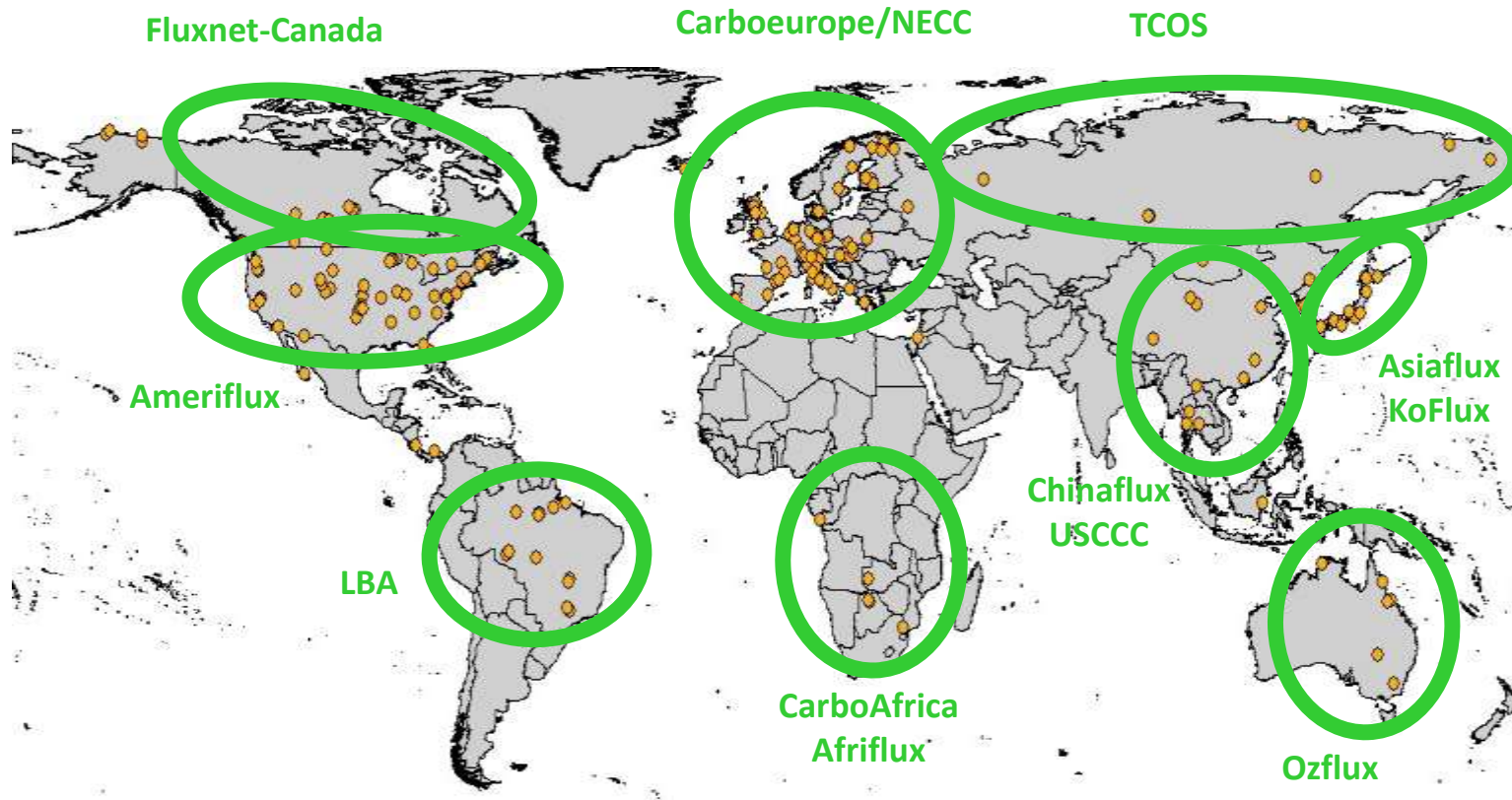
Monatlich:
Vielfältiger Wälder mit niedrigeren Höchsttemperaturen und höheren Minimaltemperaturen

Temperatur-Puffer auch im Jena Experiment



Eddy-Kovarianz weltweit

- Misst Austausch von Energie, H₂O und CO₂
- Footprint größer als Plots: ca. 3 ha

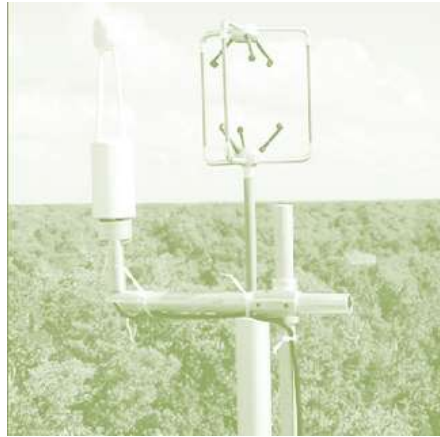


FLUXNET

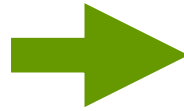
Ein globales Netzwerk von Netzwerken von Eddy-Kovarianz Standorten

<https://fluxnet.org/about/>

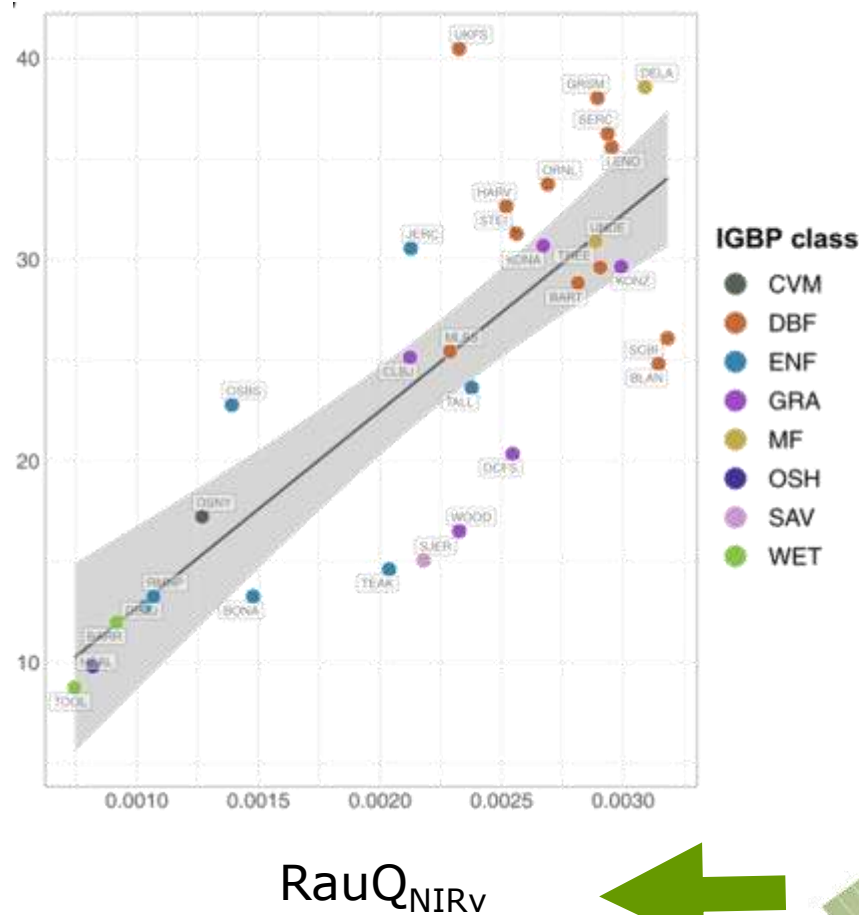
Mikrometeorologie und Fernerkundung



Standardisierte
Ökosystem-
Flüsse



$GPP_{sat} [\mu\text{molCO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}]$



Ulisse
Gomasasca
(MPI-BGC)



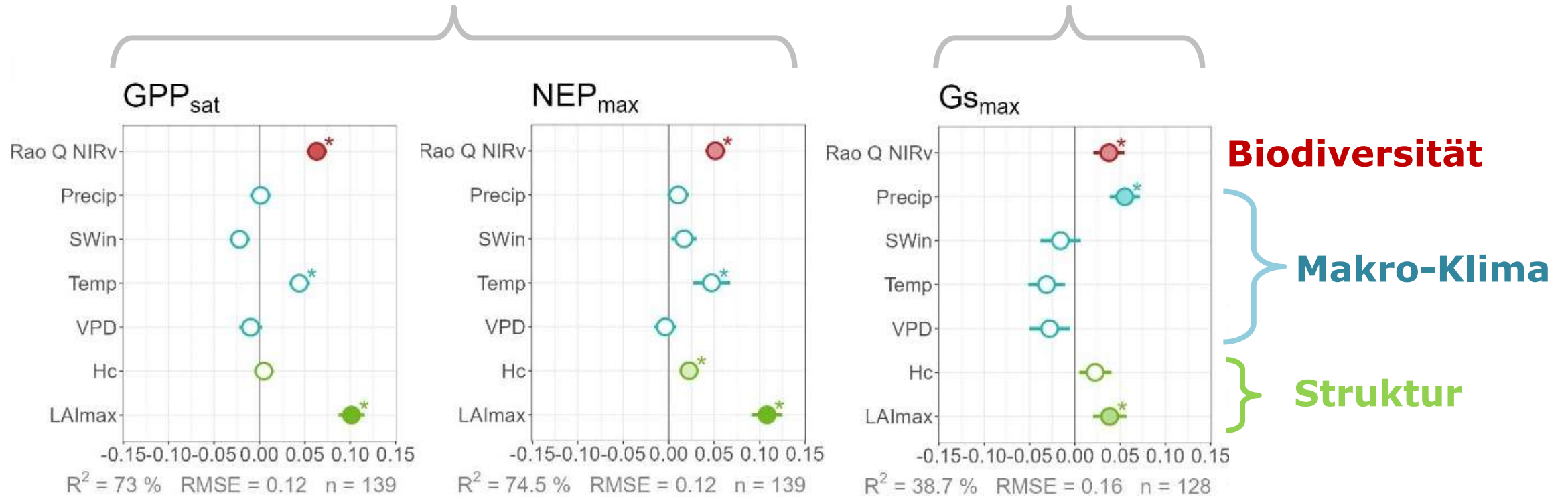
SENTINEL
Spektrale Diversität als
Proxy für Biodiversität



Biodiversität wirkt auf großer Skala

~ C-Speicherung

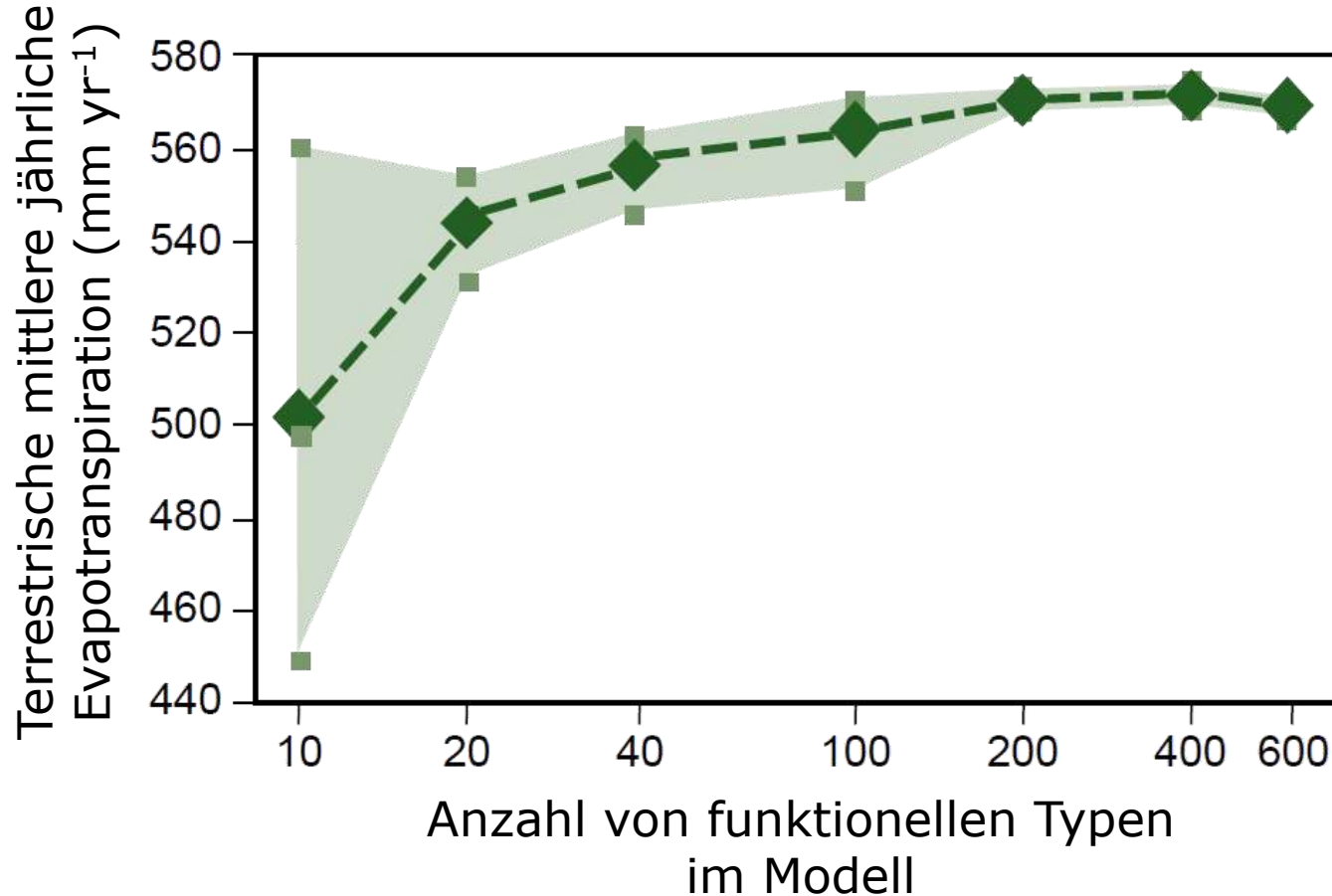
~ Kühlung



○ offen → nicht signifikant ● gefüllt → signifikant

Diversitäts-Experiment mit Klimamodell

JeDi-BACH / ICON-ESM



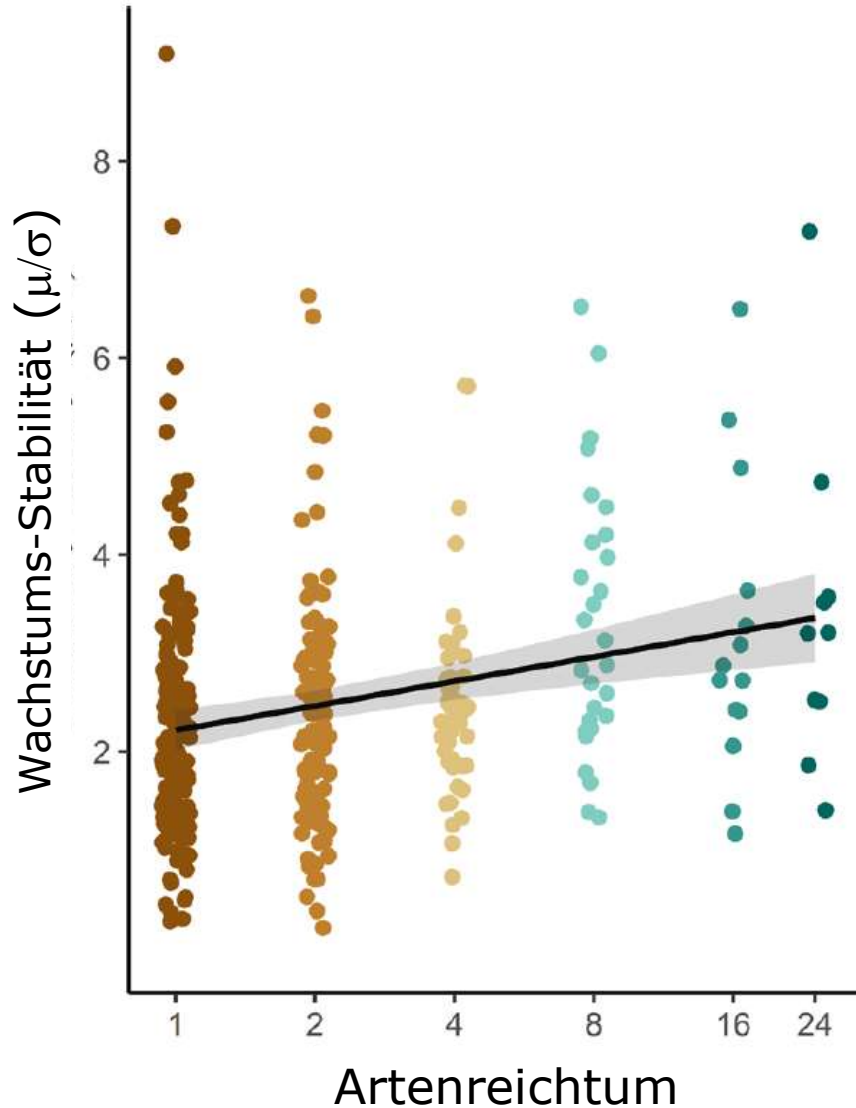
Globale Diversitätseffekte:

- Evapotranspiration: + 60 mm
- Temperatur: - 0,7 °C

Pin-hsin Hu



Mehr Wachstums-Stabilität in diversen Wäldern



- Interannuelle Schwankungen des Wachstums geringer in diversen Wäldern
- Mechanismus: Asynchrones Verhalten der Arten (Portfolio-Effekt)

Artenreichtum

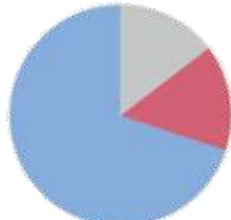
- 2
- 4
- 8
- 16
- 24

Florian Schnabel
 (AG Wirth/Weigelt)



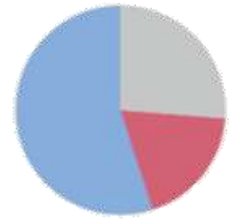
~ 400 Studien nur für Deutschland

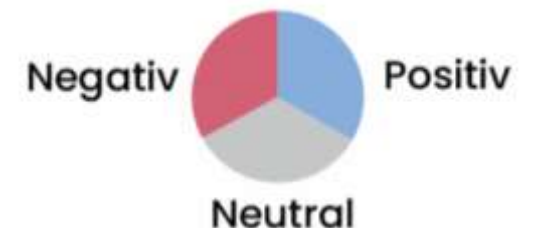
Produktivität und
Kohlenstoff-Festlegung



Dominanter Effekt:
Biologische Vielfalt wirkt
überwiegend **positiv** auf
Ökosystemleistungen

Stabilität und
Resilienz





Zusammenfassung für den weiteren Verlauf

- Biodiversität erhöht die Leistungsfähigkeit von Ökosystemen (*auch im Freiland: nicht gezeigt*)
- Biodiversität erhöht Kohlstoffsequestrierung und puffert Temperaturschwankungen ab
- Effekte auch auf größerer Skala
- Biodiversität kann Ökosysteme unter Klimawandel stabilisieren

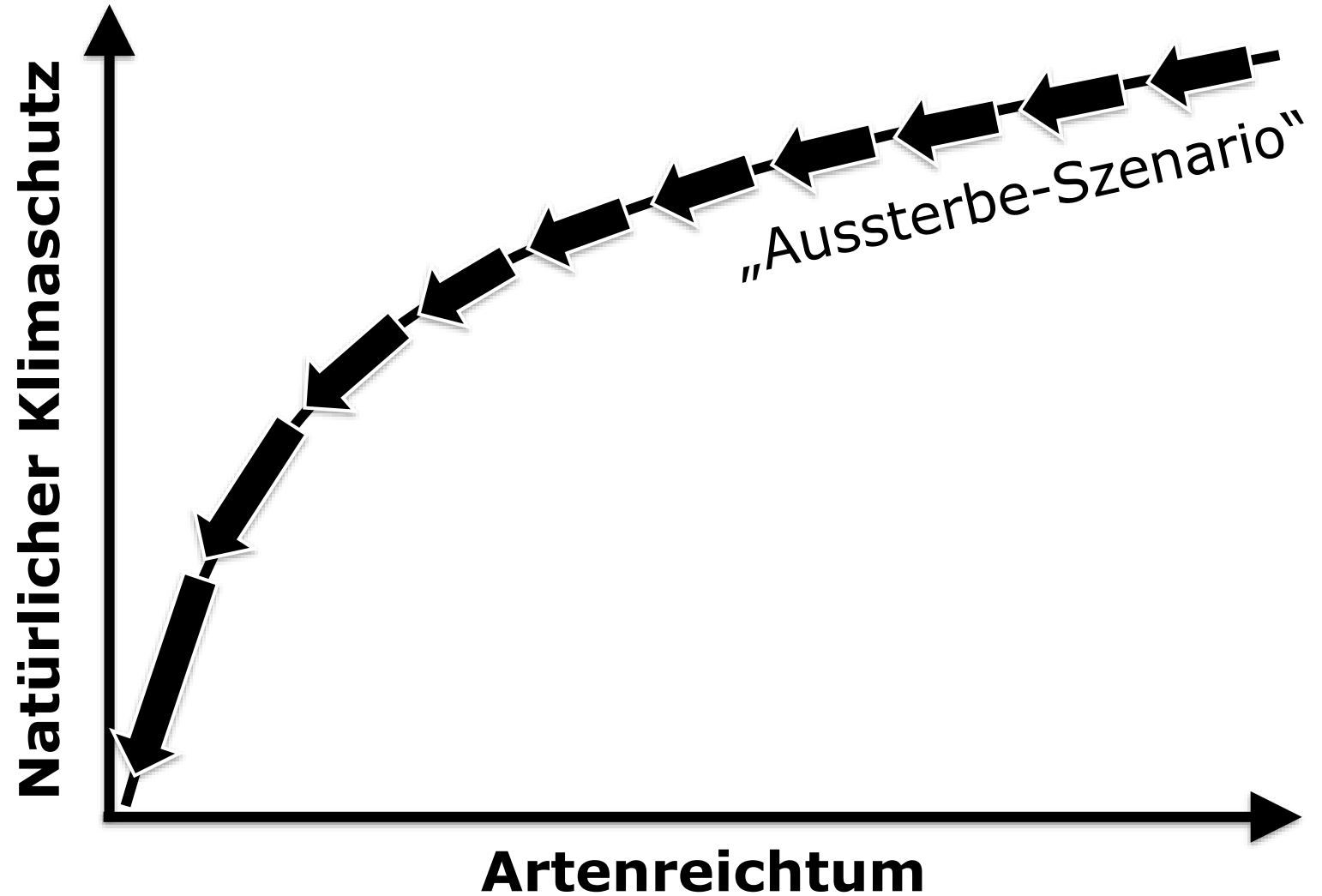
Wie können wir Biodiversität gezielt einsetzen?



**„Ökologische
Intensivierung“
Wirtschaften mit
Biodiversität**

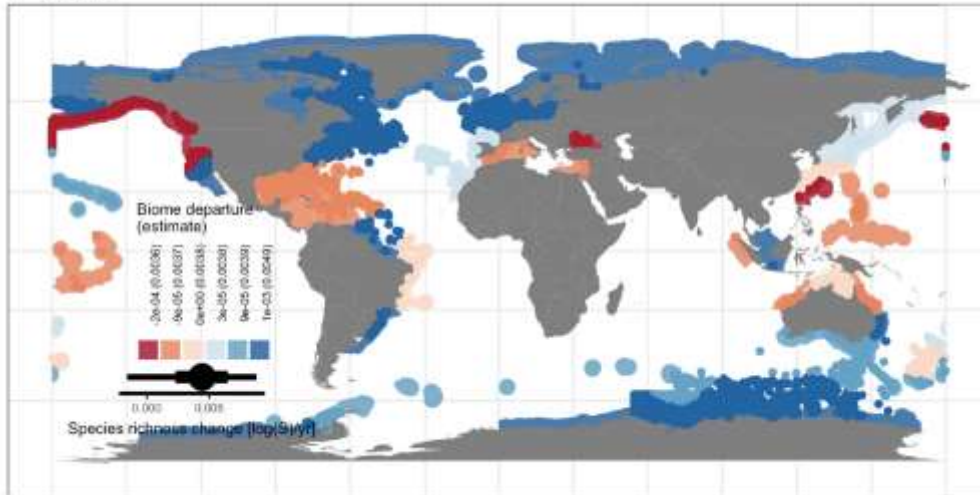
Die Sorge: Artenverlust in Ökosystemen schwächt natürlichen Klimaschutz (**Erinnerung**)

- C-Sequestrierung
- Albedo
- Kühlung
- Habitatfunktion
-

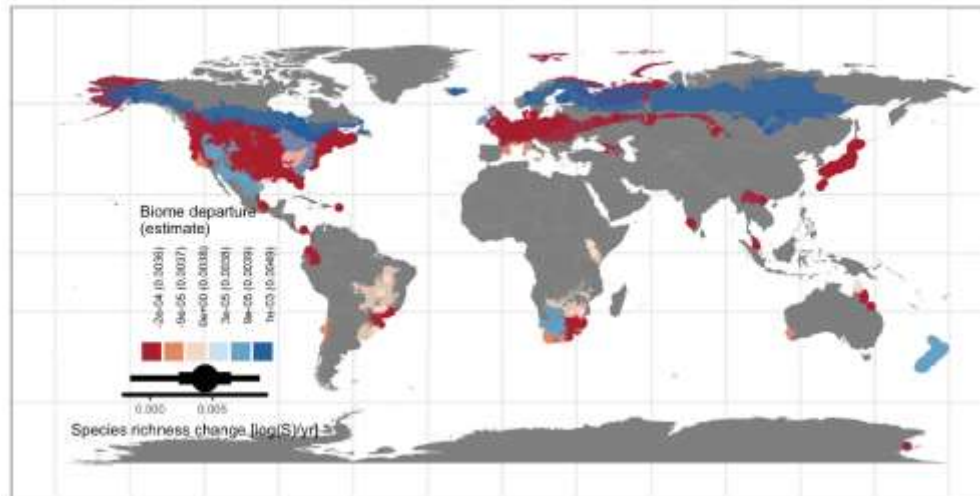


Artenverlust auf der lokalen Ebene?

A Marine



B Terrestrial and freshwater



Daten

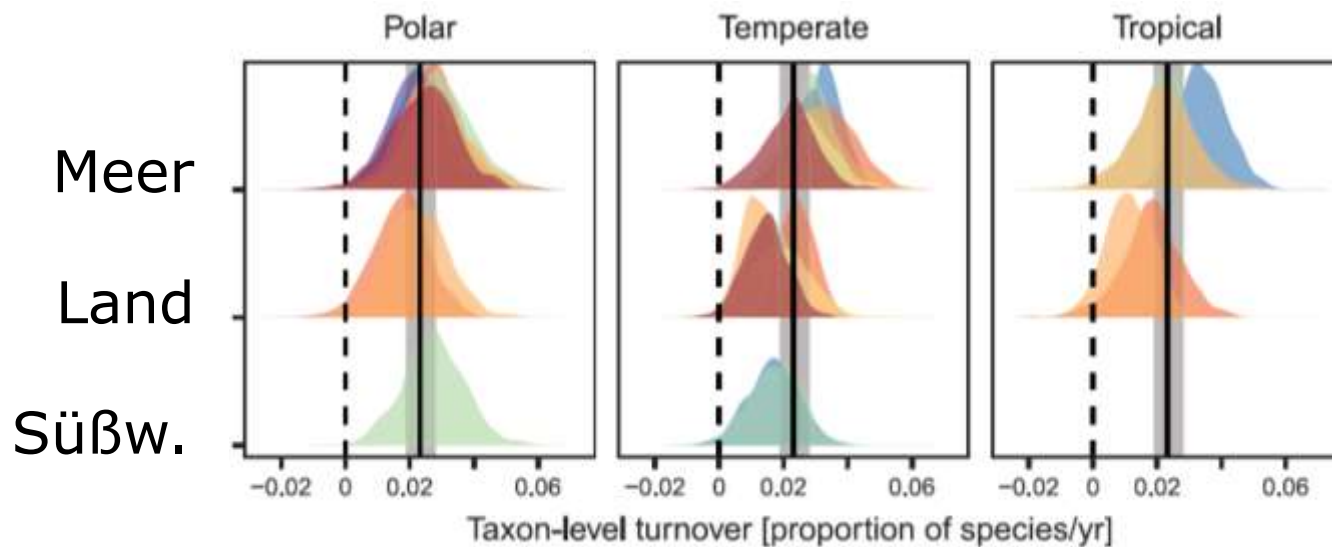
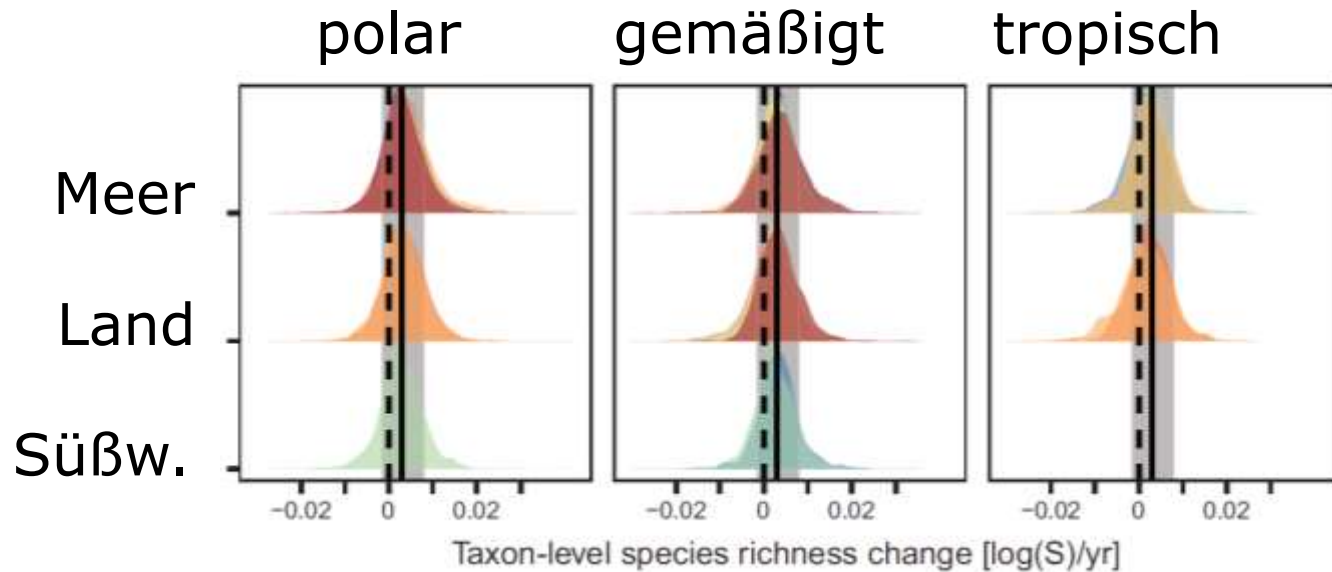
- 239 Studien gesichtet
- >50.000 Zeitreihen

Wo ändert sich was wie stark?

- Artenreichtum
- Artenzusammensetzung

Taxon group

■ Fish	■ Birds	■ Plants	■ Multiple taxa
■ Benthos	■ Invertebrates	■ Amphibians	■ Mammals

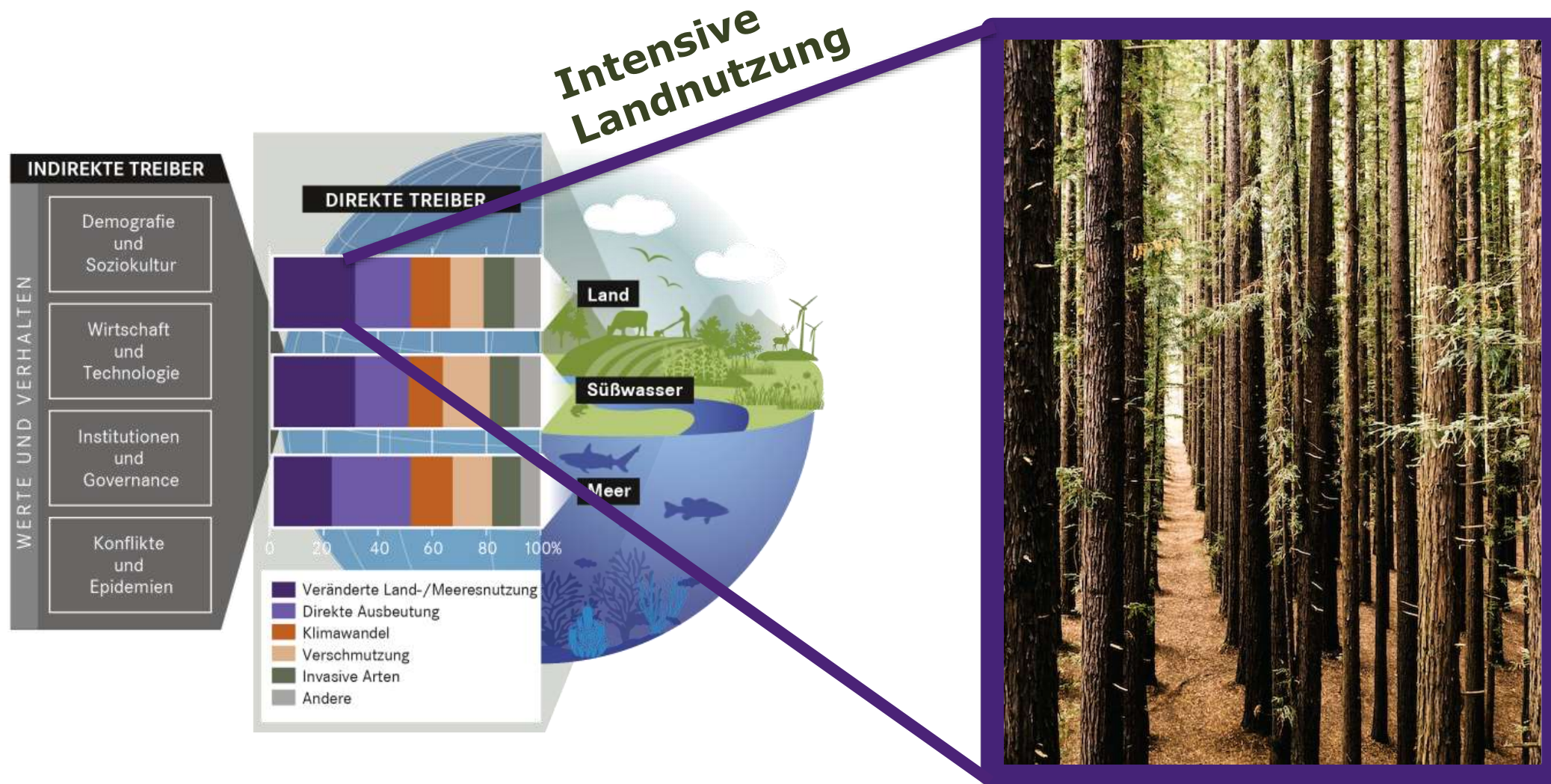


Zusammensetzung ändert sich

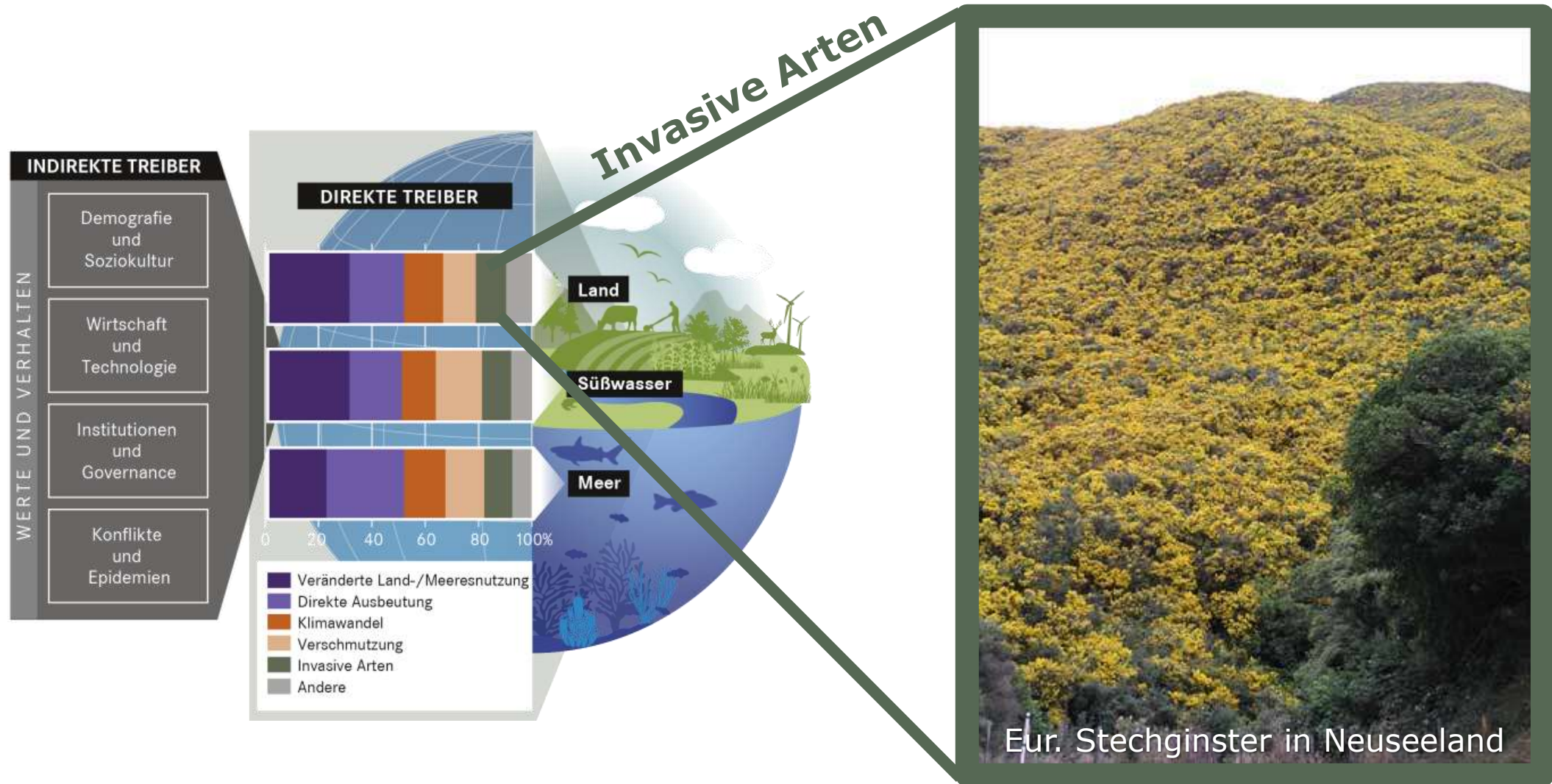
Trotz vieler globaler Aussterbe-
Ereignisse: Geringe lokale
Änderungen des **Artenreichtums**

Starke Änderungen der
Artenzusammensetzung überall
Besonders stark in tropischen
Meeren

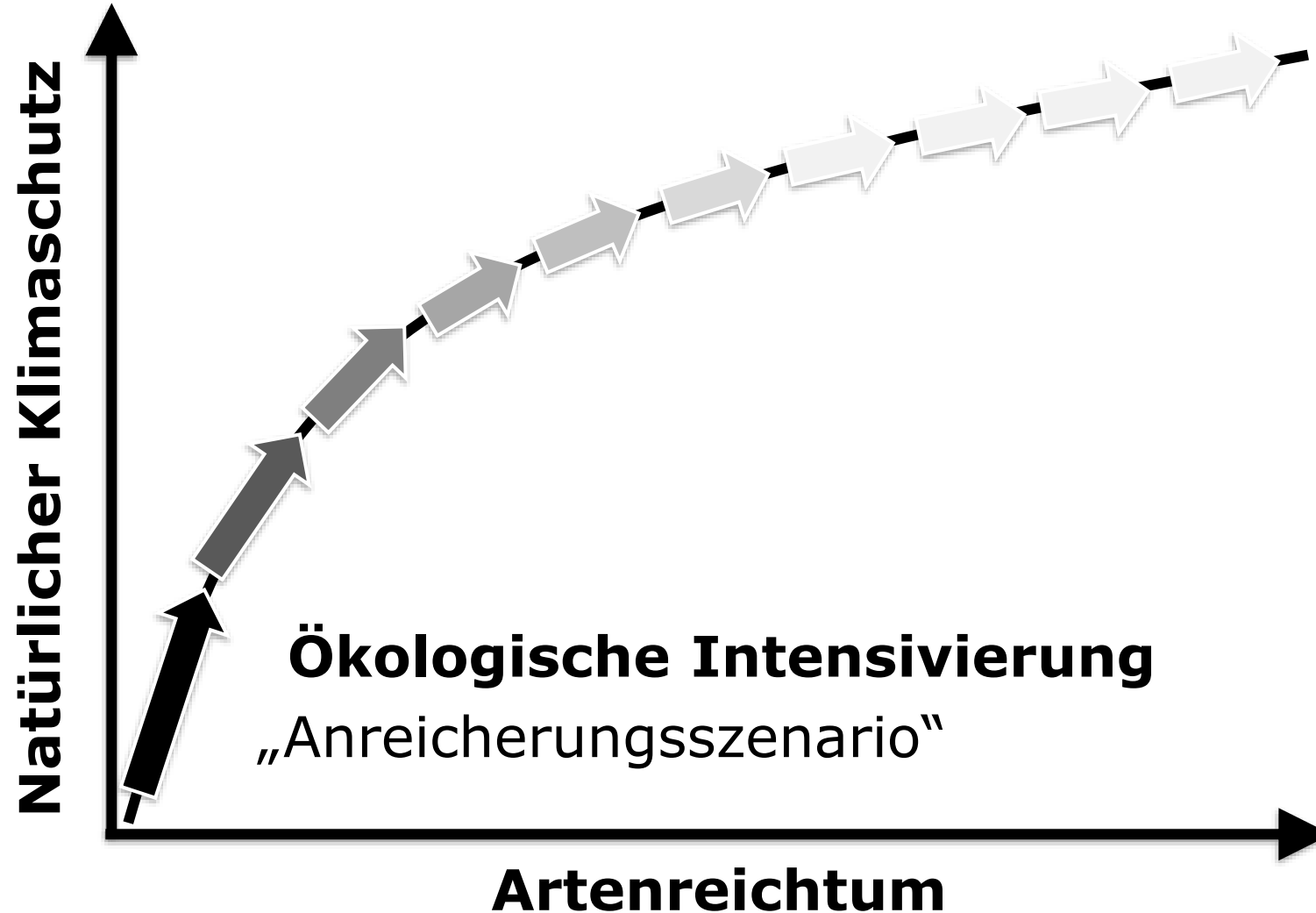
Verarmte Ökosysteme überwiegend durch direkte Eingriffe



Verarmte Ökosysteme überwiegend durch direkte Eingriffe



Die Chance: Anreicherung verarmter Systeme hilft dem natürlichen Klimaschutz



Mischwälder entstehen (lassen)

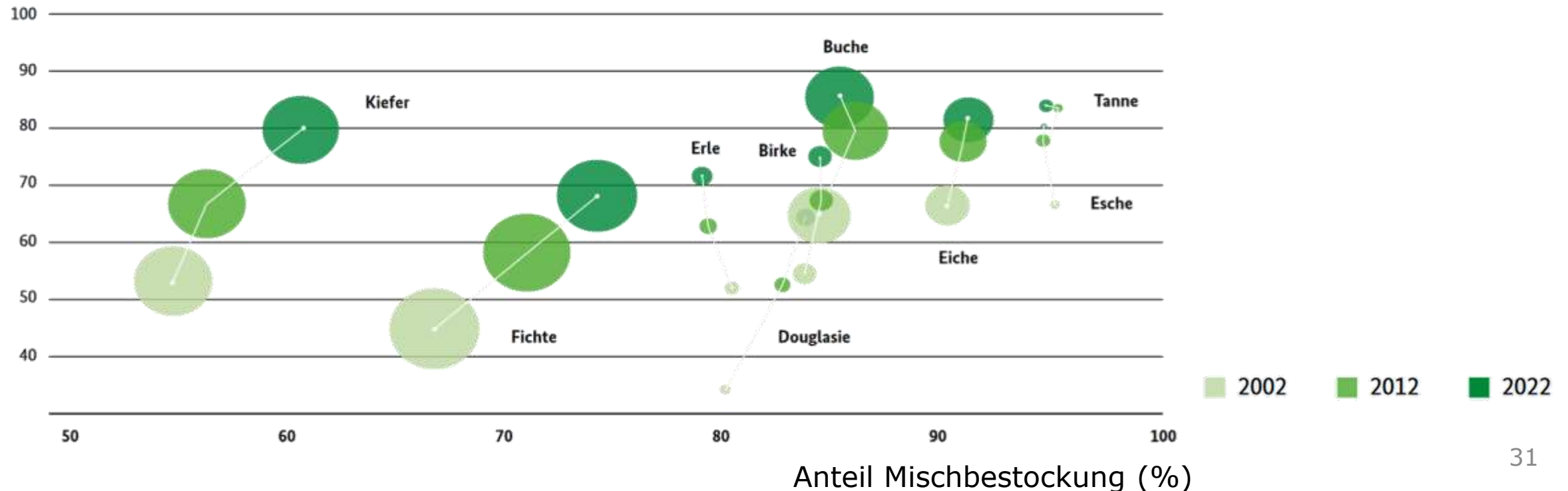
Bundeswaldinventur (2024):

- 2002-2012: Zunahme um 4,2%
- 2012-2024: Weitere Zunahme



„Der Wald wartet nicht auf uns. Wir müssen den eingeschlagenen Weg zu stabilen, arten- und strukturreichen Wäldern konsequent weitergehen.“

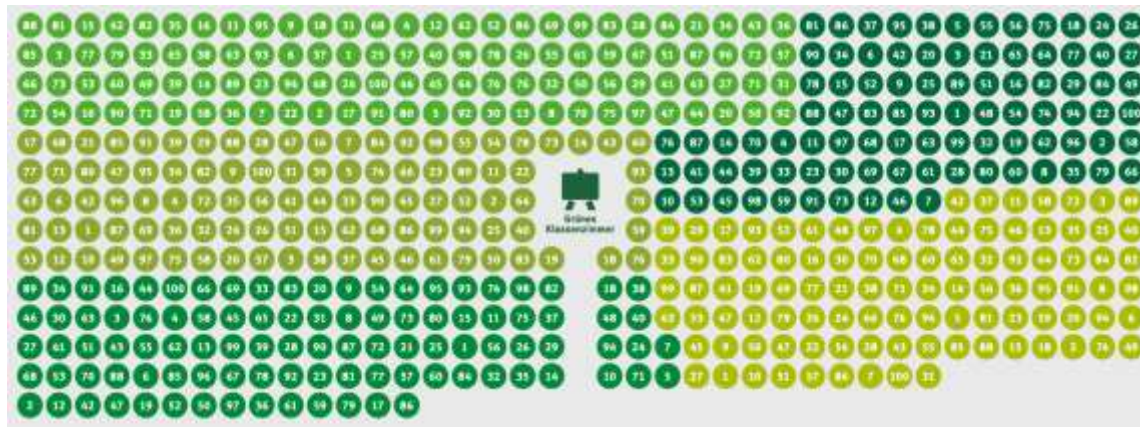
Anteil zwei/mehrschichtig (%)



Empfehlungen für den Wald

- Freie Sukzession nach Störung
- Diversität auch gezielt erhöhen (Pflanzungen, Unterpflanzung, hochdiverse Samenquellen)
- Wasser im Wald lassen (Drainage reduzieren)
- Totholz- und Biotopbaum-Management
- Ernte- und Verarbeitungstechnologie und Vermarktung an diverses Holzangebot anpassen
- Artidentitäten: Trockenheitsangepasste Arten und Genotypen (aus Mitteleuropa und südlich angrenzenden Regionen)





5 x 100 Arten
 23 davon submediterranean
 40 instrumentiert

z.B. ARBOfun

Forschungs-
 Arboretum
 Großpösna

Agrarflächen: „Ökologische Intensivierung“

Märkisch Wilmersdorf – Wilmars Garten

- Ökologischer Landbau
- Zwischenfruchtanbau
- Agroforst-Systeme
- Diversifizierung der Fruchtfolgen
- Permakultur
- Paludikultur
- u.v.m



WBGU: Landwende im Anthropozän von der Konkurrenz zur Integration (2020)

https://permakultur-landwirtschaft.org/wp-content/uploads/2025/02/agroforst_gimenez_2025-02-03_12-16-18.jpg

Chapter 6 in Sparks DL (Ed) (2022)
Advances in Agronomy. Academic Press

Diversifying crop rotations enhances agroecosystem services and resilience

Chang Liu^{a,k}, Daniel Plaza-Bonilla^b, Jeffrey A. Coulter^c, H. Randy Kutcher^d, Hugh J. Beckie^e, Li Wang^f, Jean-Baptiste Floc'h^g, Chantal Hamel^h, Kadambot H.M. Siddiqueⁱ, Lingling Li^{a,k,*}, and Yantai Gan^{h,t,*}

Aufgabe

- CBD/GBF - 30% Schutzgebiete bis 2030
- „Ökologische Intensivierung“ auf den restlichen 70% (Multifunktionale Landschaft schaffen; WBGU 2020)
- Biodiversität hilft Einsatz von Energie und Chemie zu reduzieren, aber Innovationsschub notwendig (Versuchsflächen, technische Innovation bei Ernte und Verarbeitung)
- Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz (ANK) braucht schnellere Genehmigungsverfahren / Bürokratieabbau
- Politische Unterstützung der Transformation auch zukünftig

Vielen Dank

...auch an die vielen Kooperationspartner:innen: Remy Beugnon, Helge Bruelheide und BEF China Team, Nico Eisenhauer und Jena Team, Ulisse Gomarasca, Pi-hsin Hu, Mirko Migliavacca, Jörg Müller, Markus Reichstein, Lena Sachsenmaier, Florian Schnabel, Josef Settele, Alexandra Weigelt
u.v.m

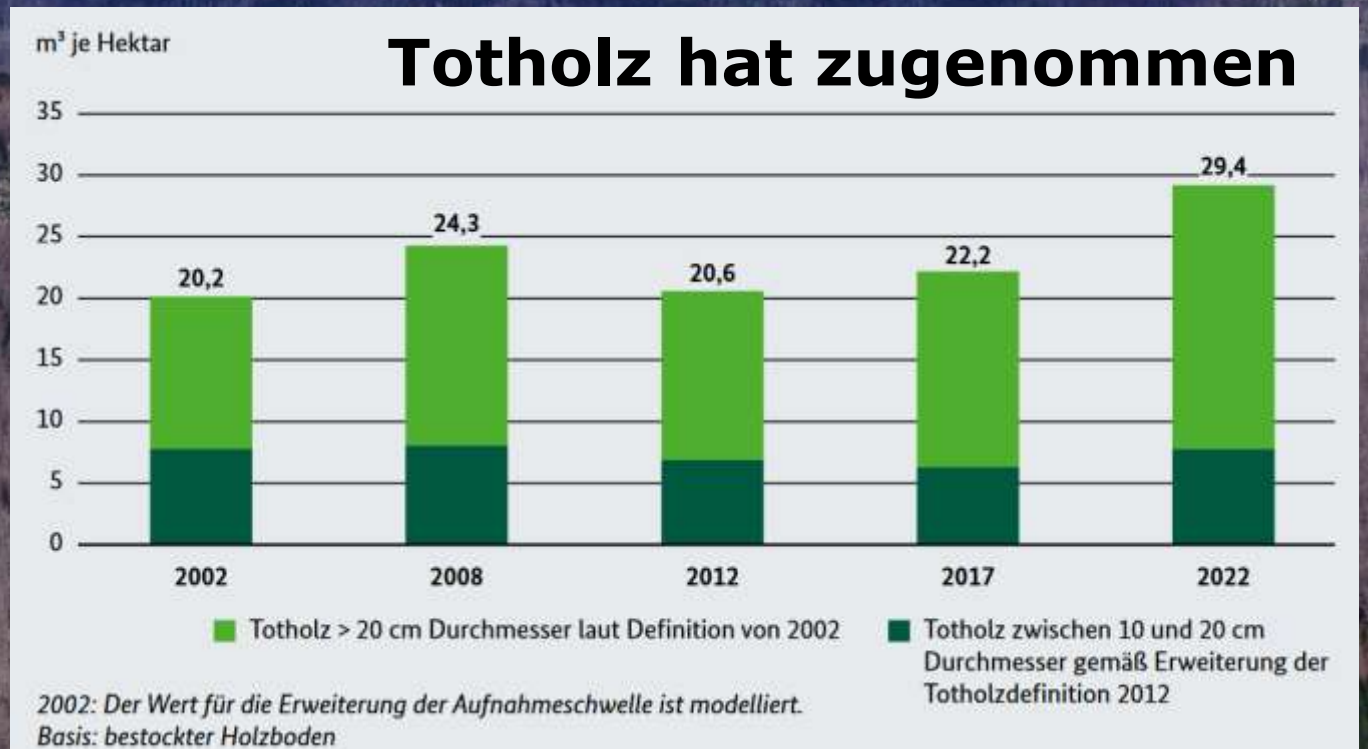


„Positives“ negatives Feedback

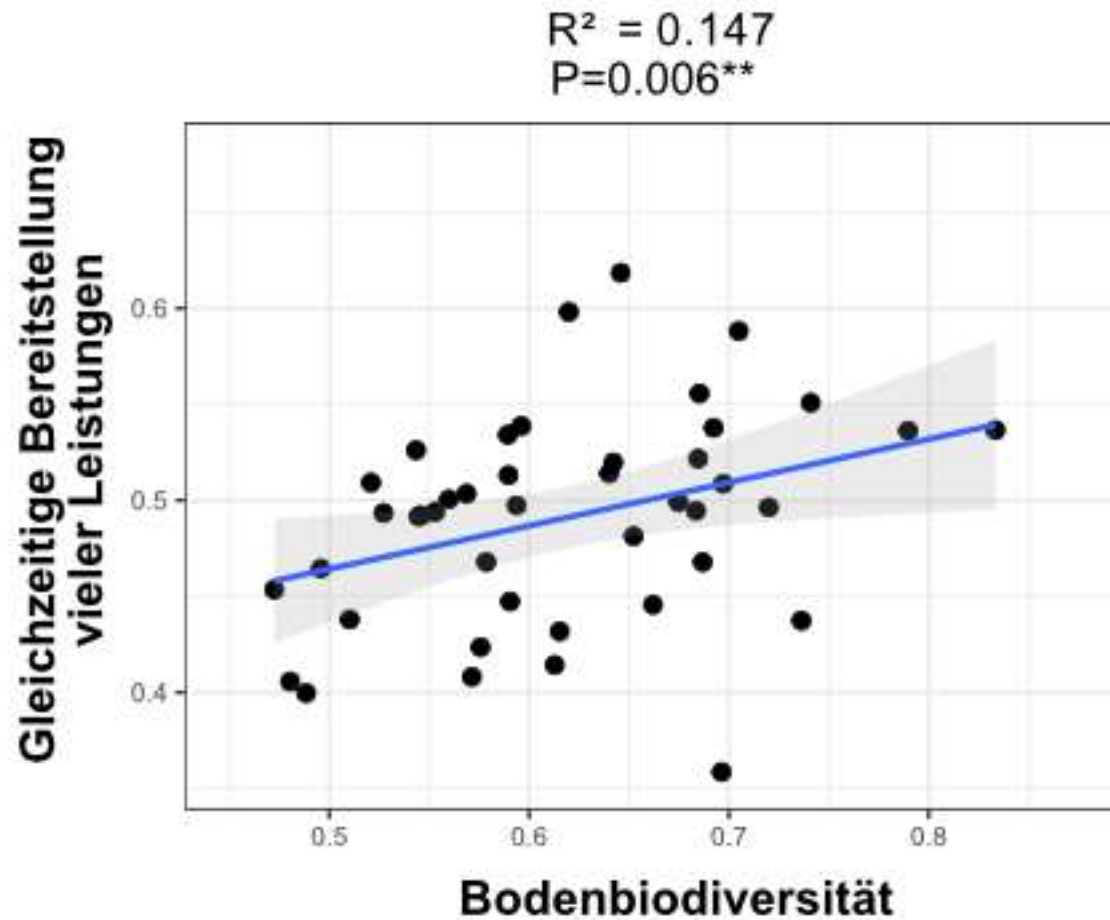
Klimawandel fördert Mischwald und Waldbiodiversität

Naturnahe
Verjüngung hat
zugenommen

16% → 25%



Nachhaltige Bewirtschaftung → Bodenbiodiversität → Multifunktionalität



Zusätzlich: Potential von Erhöhung der Bodenbiodiversität (z. B. Inokkulierung)

Hilfreiche Diversität bei Klimaextremen

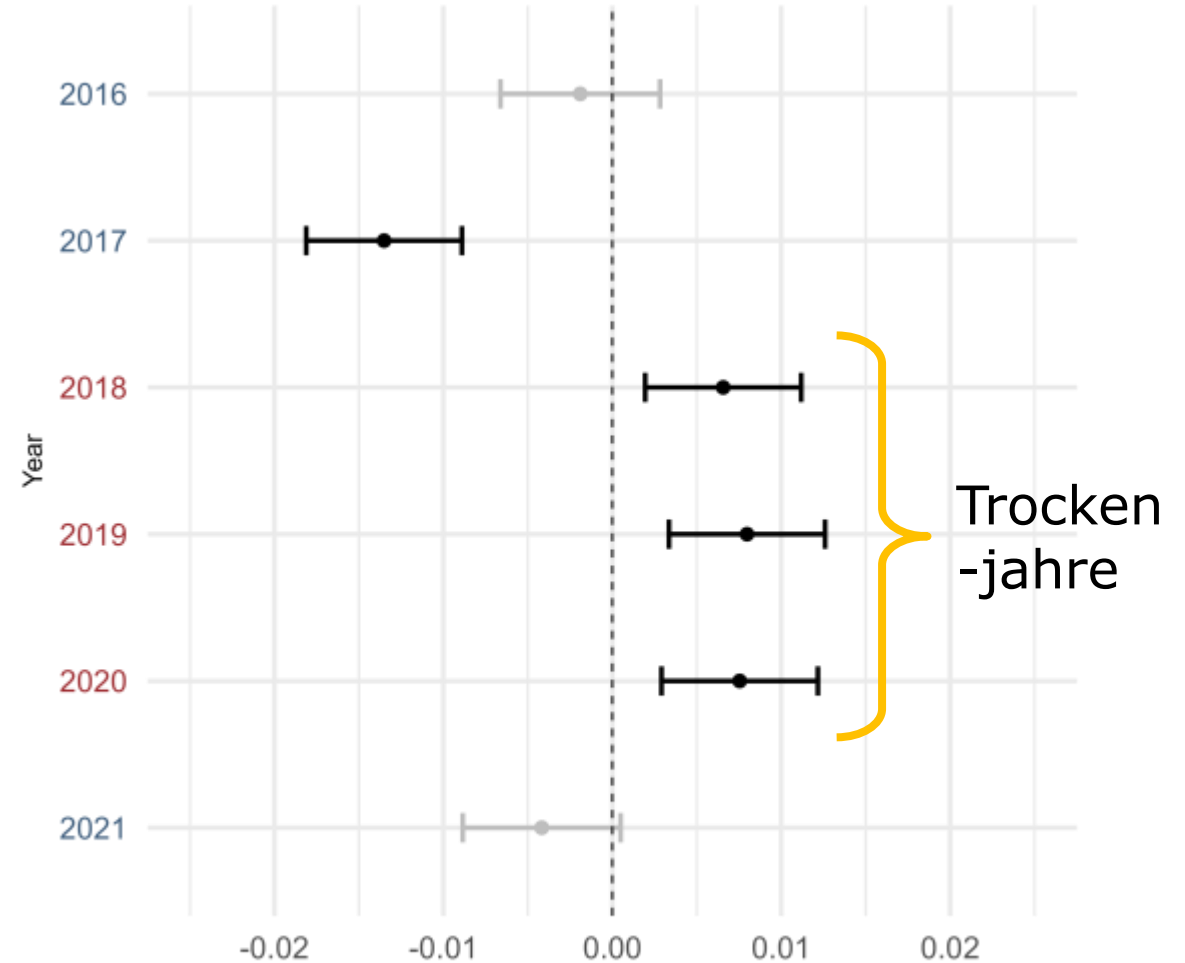


10 Laubbaumarten, 1-, 2-, 4-Arten-Mischungen

Hydro-Diversität:

„andersartige“ Nachbarn hilfreich in Extremjahren

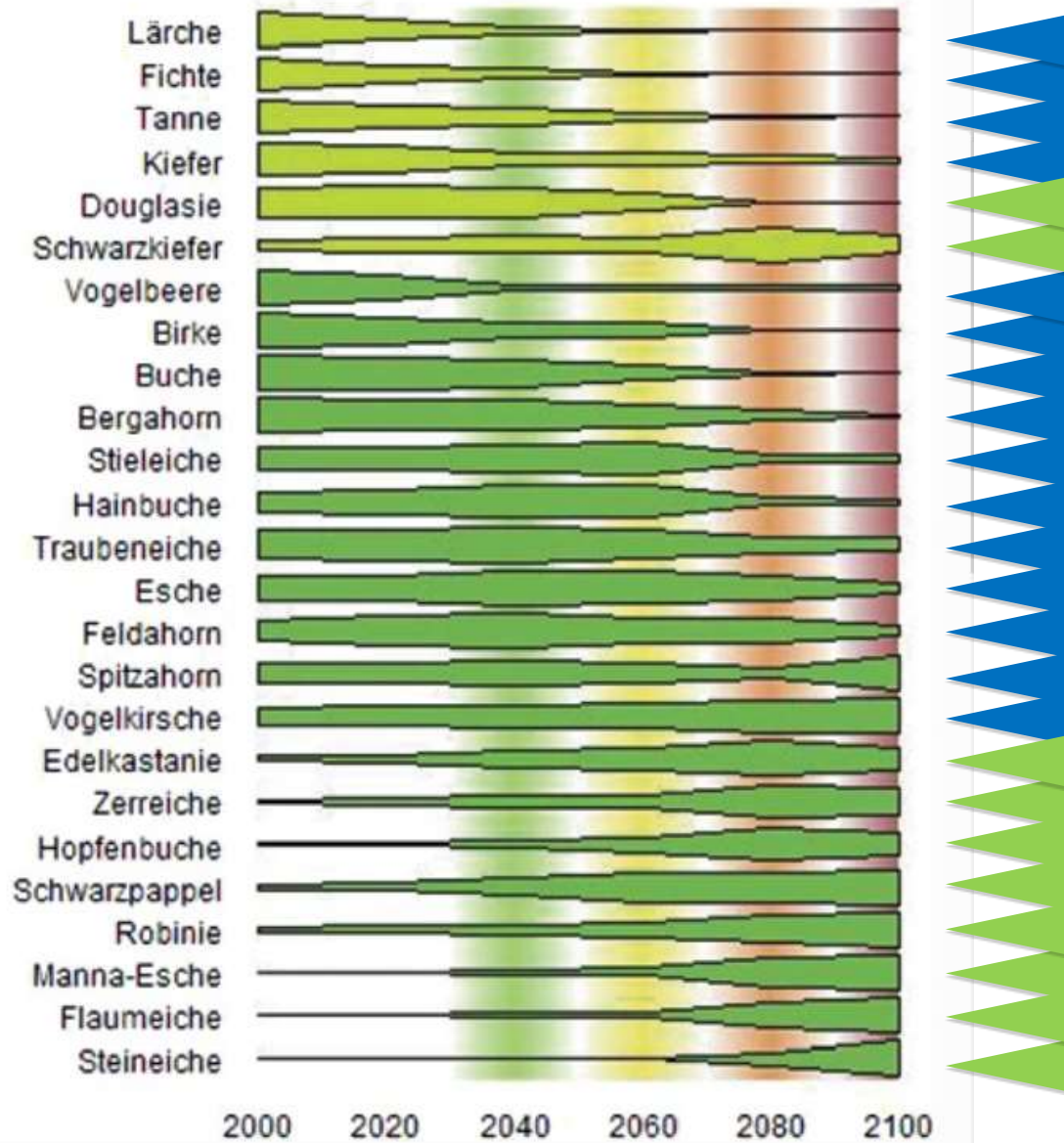
- 14 Merkmale, die relevant sind für den Wasserhaushalt (hydraulische Sicherheit, stomatäre Kontrolle)
- Quantifizierung der Andersartigkeit der Nachbarn



Negativ Effekt funktioneller Andersartigkeit auf Baumwachstum **Positiv**



RCP 8.5



Modellvorhersage

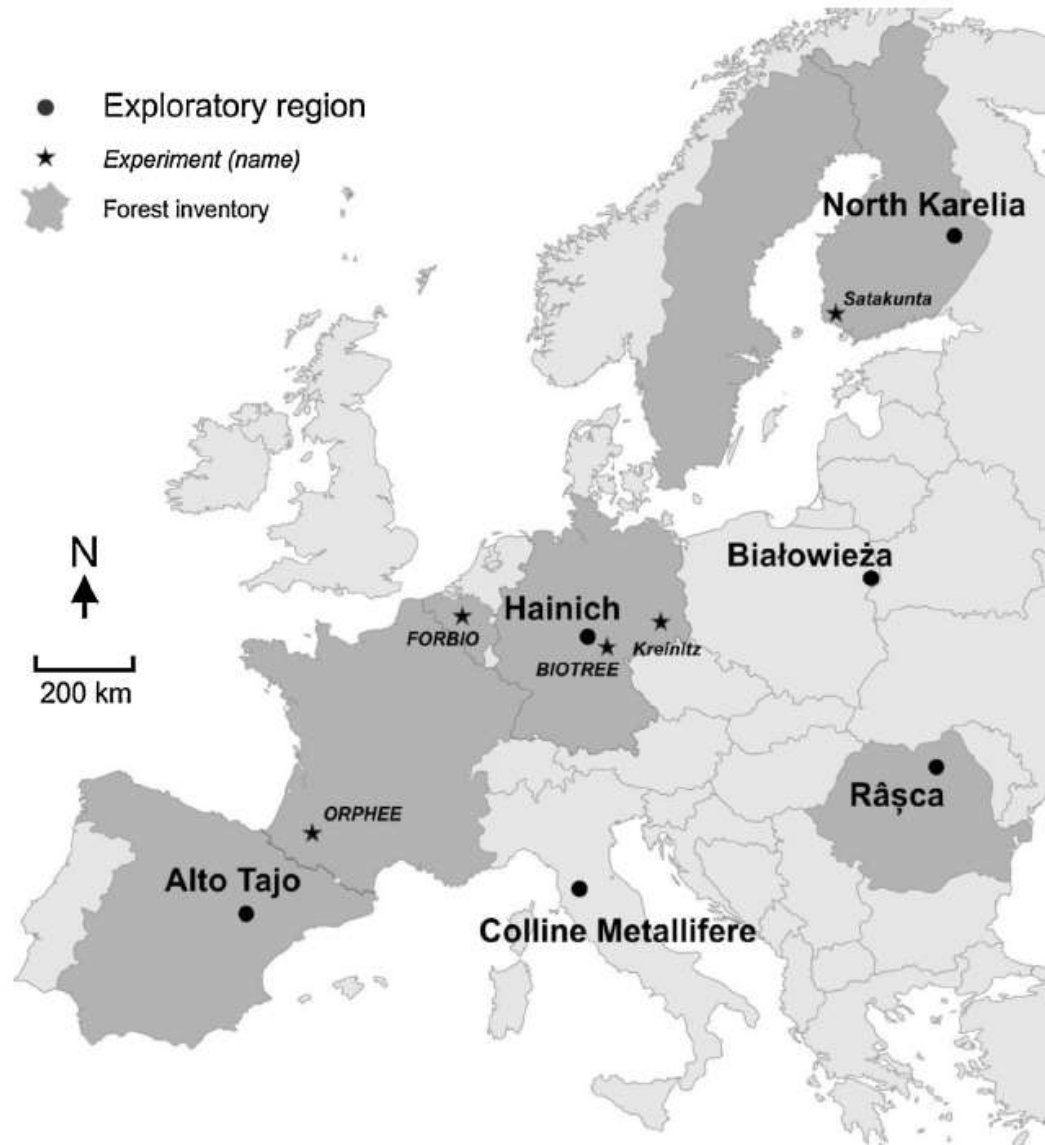
Kölling, C., and T. Mette. 2022. Wälder im Klimawandel – Neues Klima erfordert neue Baumarten. S. 145–158 in K. Berr and C. Jenal (Hrsg.) Wald in der Vielfalt möglicher Perspektiven. Springer, Wiesbaden.

Heimische Baumarten
überwiegend abnehmend.

Wie ersetzen?

Nicht-heimische Baumarten
Nehmen zu. **Wie integrieren?**

EU Projekt zur Walddiversität und Funktionen



FunDivEUROPE

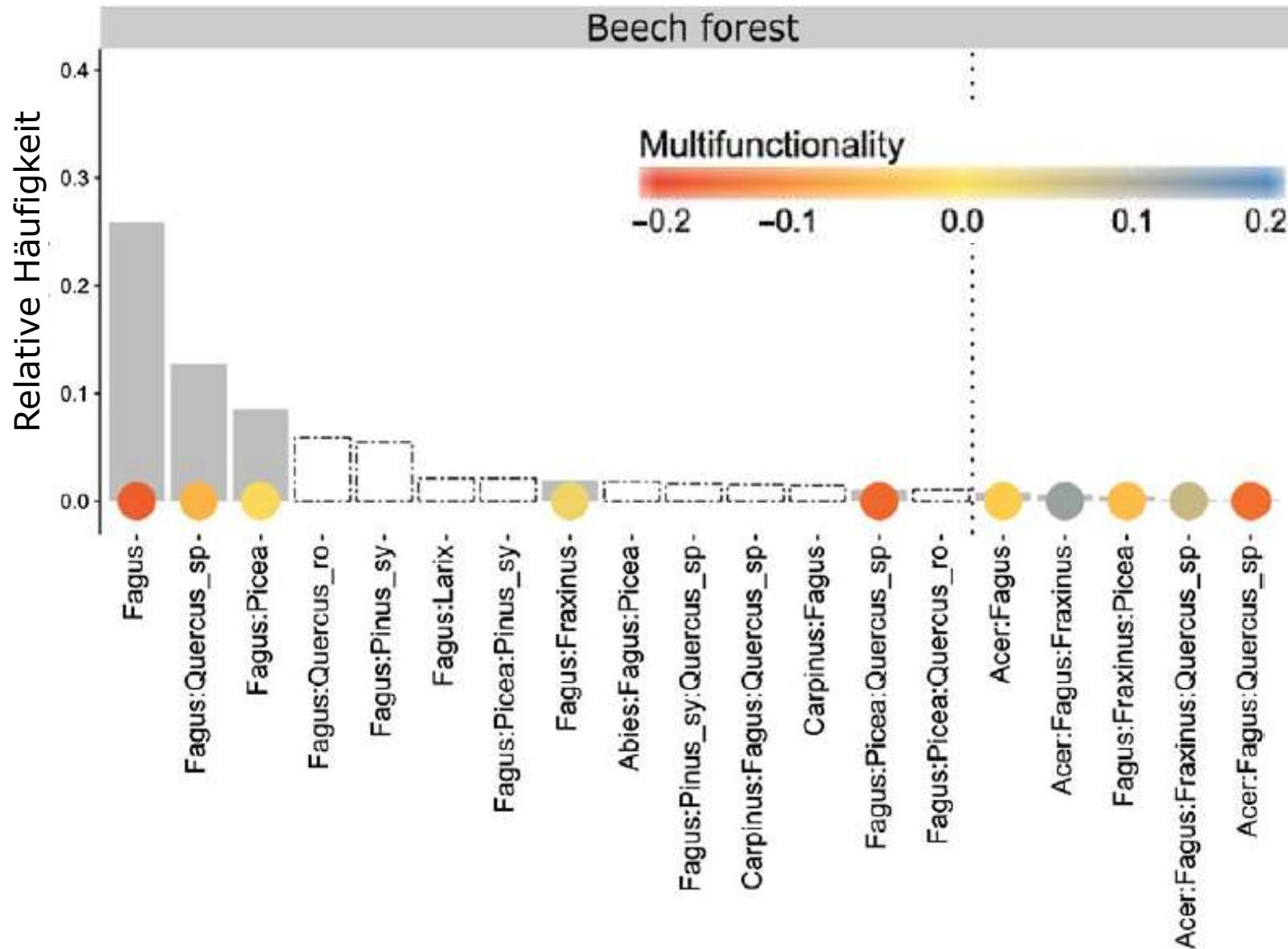
Diversitätsgradienten
in realen Wäldern in
6 Waldregionen Europas

Überall 30 Funktionen gemessen
→ Multifunktionalität

**Nationale
Waldinventuren**
aus 7 EU Ländern

Häufigkeit von Mischungen

Kaum multifunktionale Mischungen in Mitteleuropa

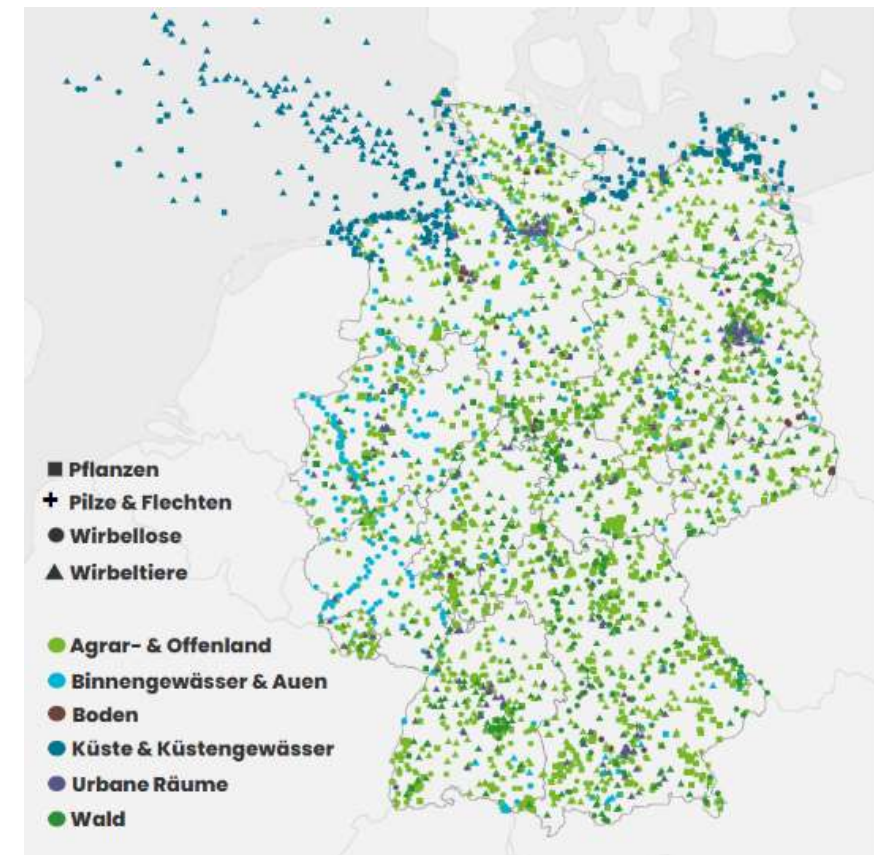


Baeten et al. (2019)
J. Applied Ecology

Wie ist die Situation in Deutschland?

- **60%** der FFH Lebensräume mit unzureichenden oder schlechten Erhaltungszustand
- **40%** der Biotoptypen mit negativer Entwicklung
- **1/3** der Arten sind bestandsgefährdet (Rote Listen)
- Überwiegend **negative Rote Liste-Trends**
- Erstmals quantifiziert: **Mehr negative als positive Diversitätstrends (aber am meisten neutrale)**

> 15.000 Zeitreihen



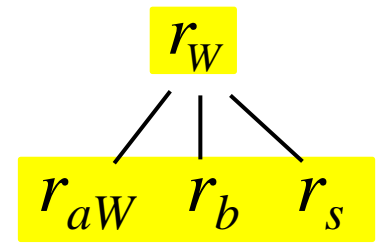
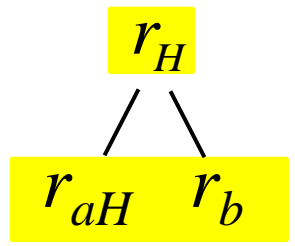
Land energy balance and vegetation

Radiative Forcing
(short-wave, long-wave)
Sensible heat losses
Latent heat losses

Long-wave emitted
H
Heat storage

$$(1 - a)S \downarrow + \varepsilon L \downarrow = \varepsilon \sigma (T_{abs})^4 - \frac{\rho C_p (T_a - T_s)}{r_H} - \frac{\rho C_p (e_a - e^*_{[T_s]})}{\gamma r_W} + G$$

- leaf reflectance
- leaf angle
- leaf size
- ...



- Vegetation height
- Crown shape
- Leaf angle
- ...

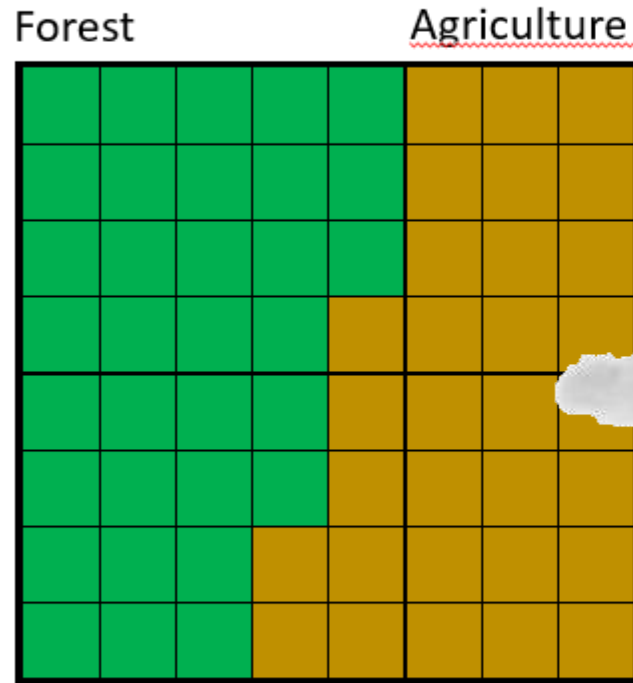
- Leaf size
- Leaf morphology

- Stomata traits
- Stomata control
- Stem flux density
- Rooting depth
- ...

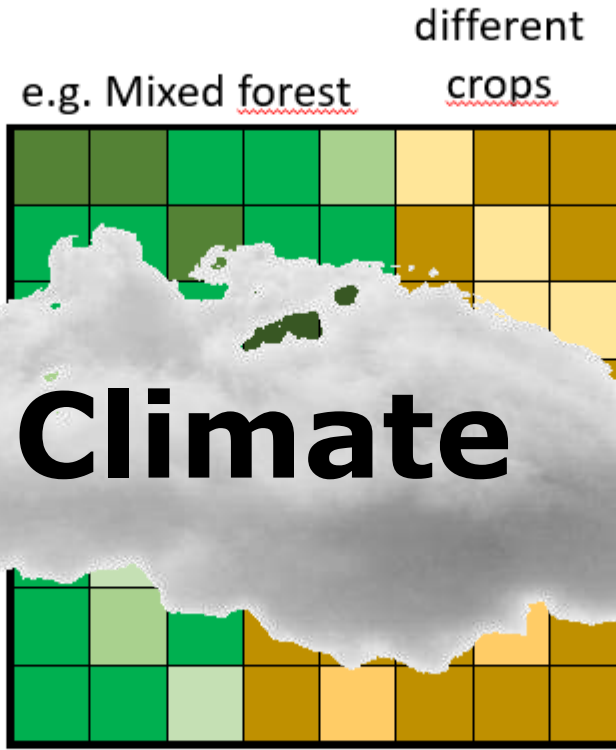
a = albedo
r = resistance

Vegetation and climate

Vegetation types

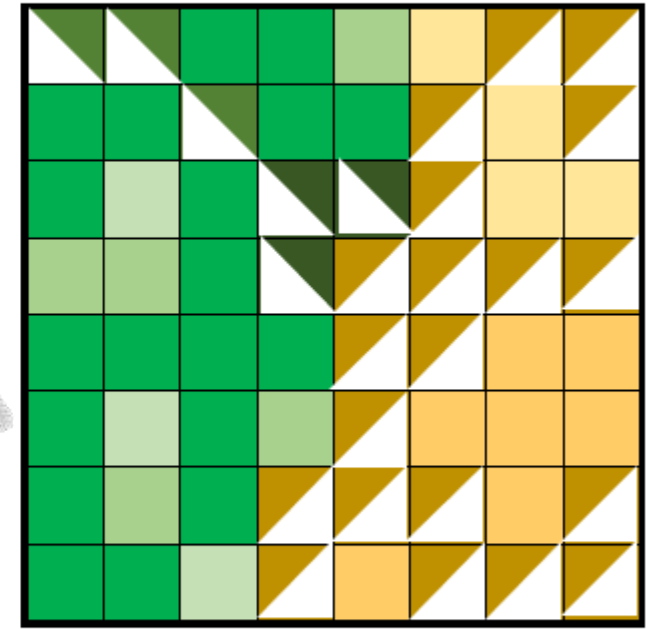


Species / structures



→ Variance = f(div)
→ Mean = f(div)

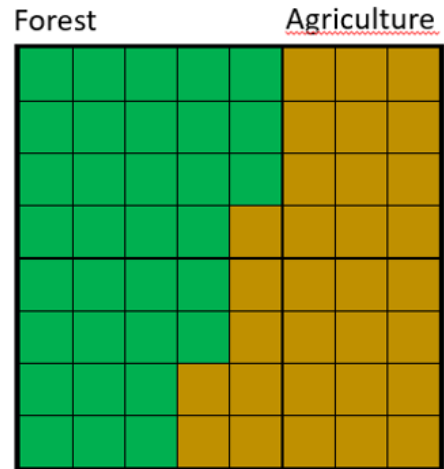
Stress responses



△ = response changing
surface characteristics

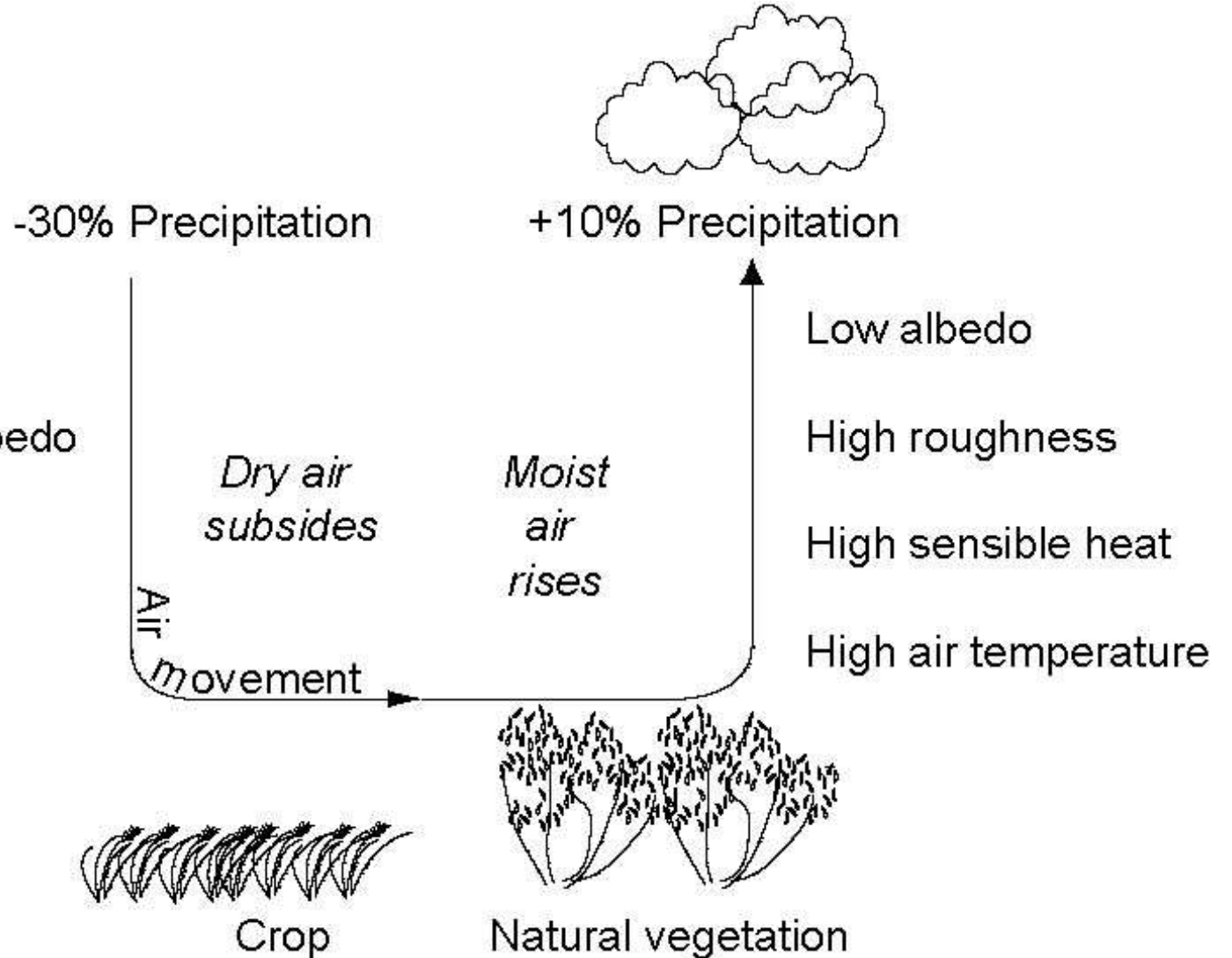
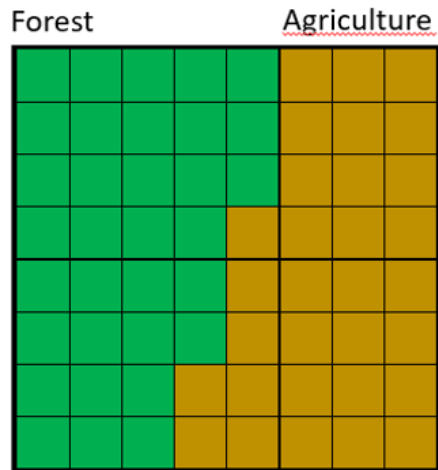
Landscape diversity and climate

Vegetation types

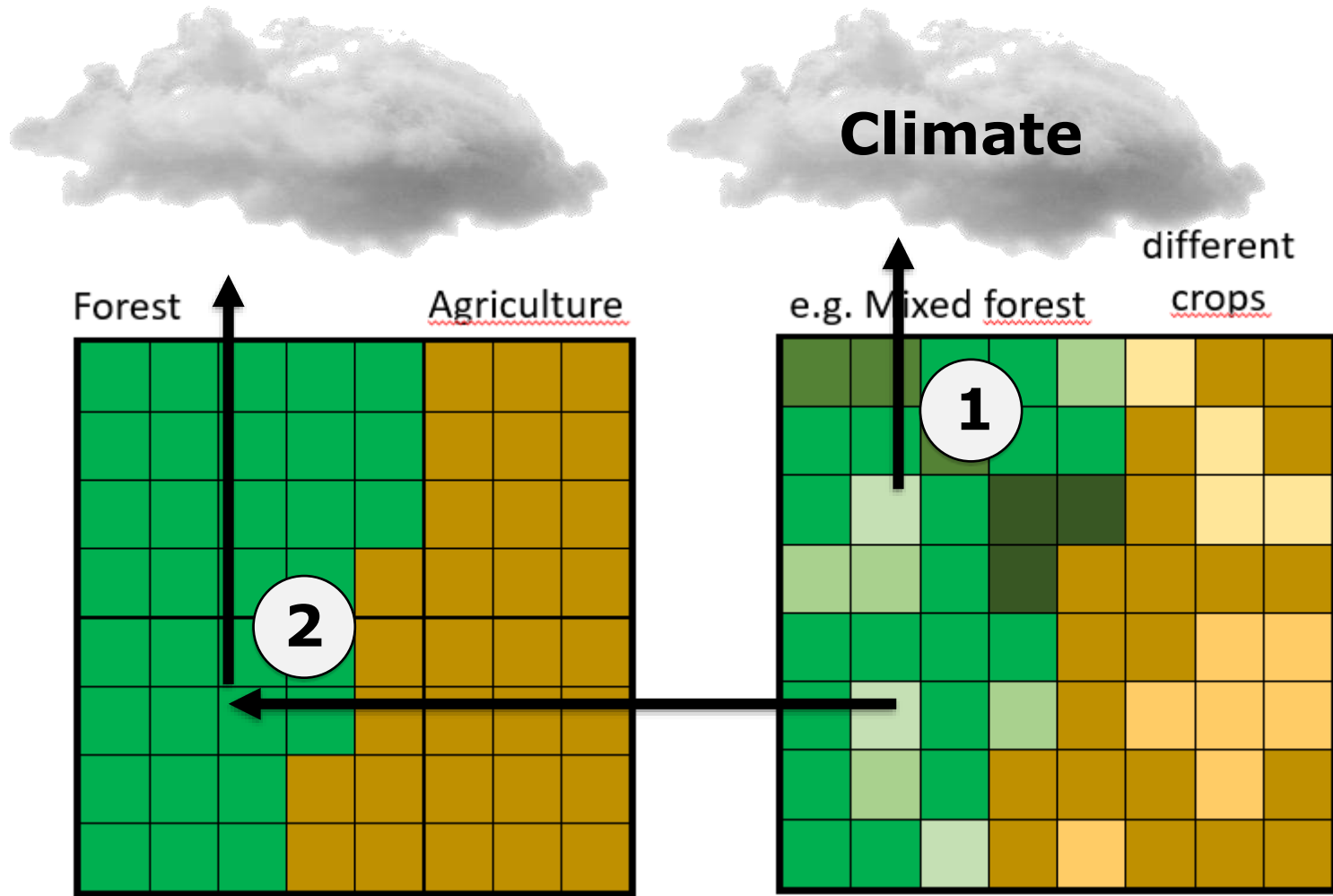


Landscape diversity and climate

Vegetation types



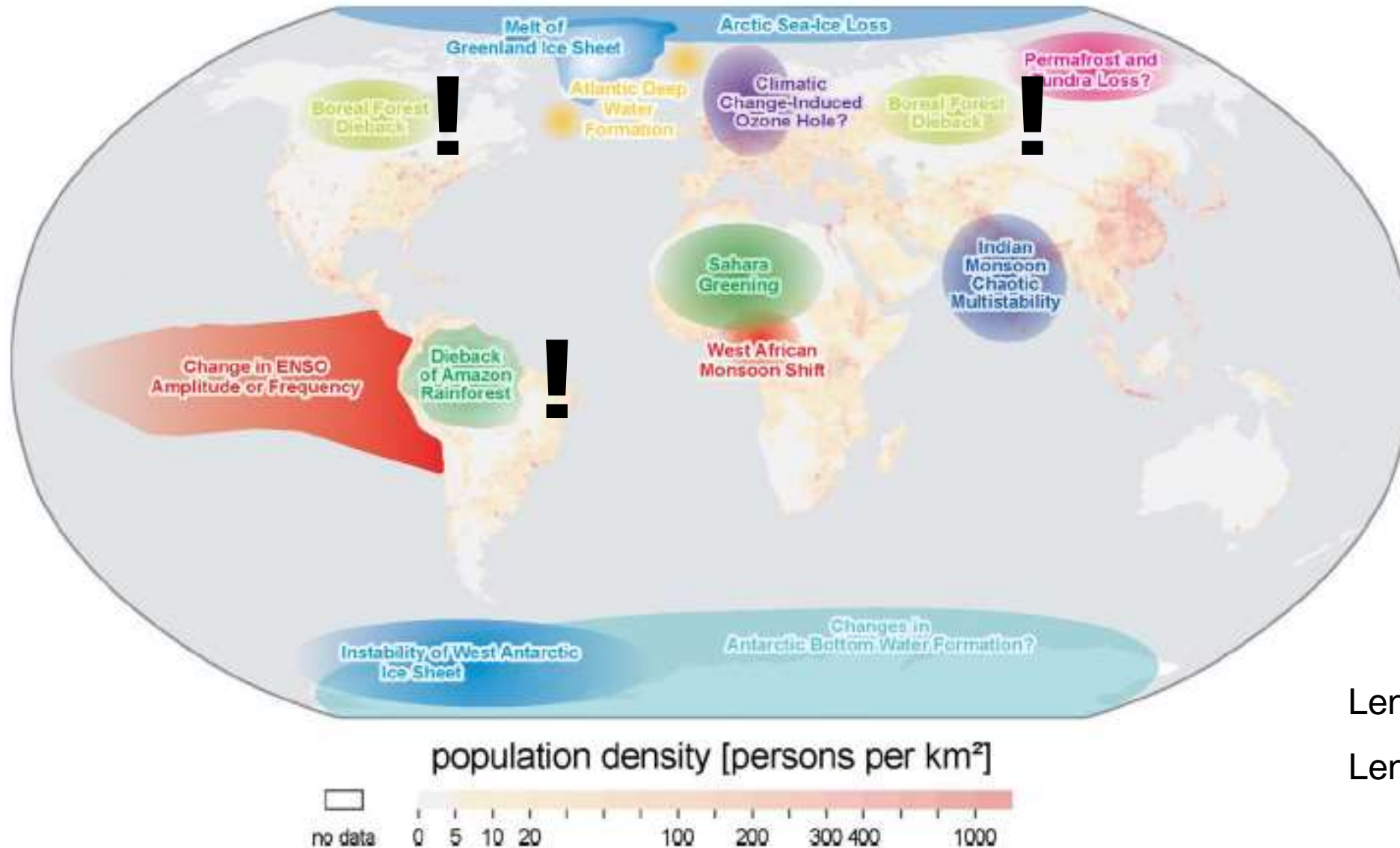
Forest stability → climate



Path 1: Forest diversity influences climate directly

Path 2: Forest diversity stabilises forest cover → forest *per se* influences climate

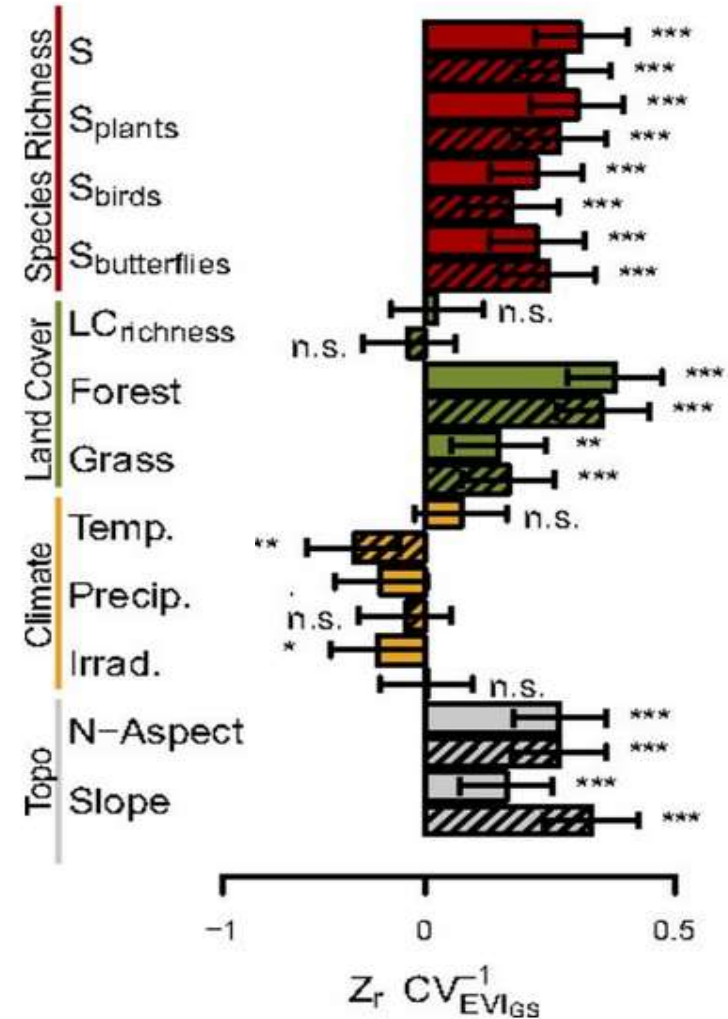
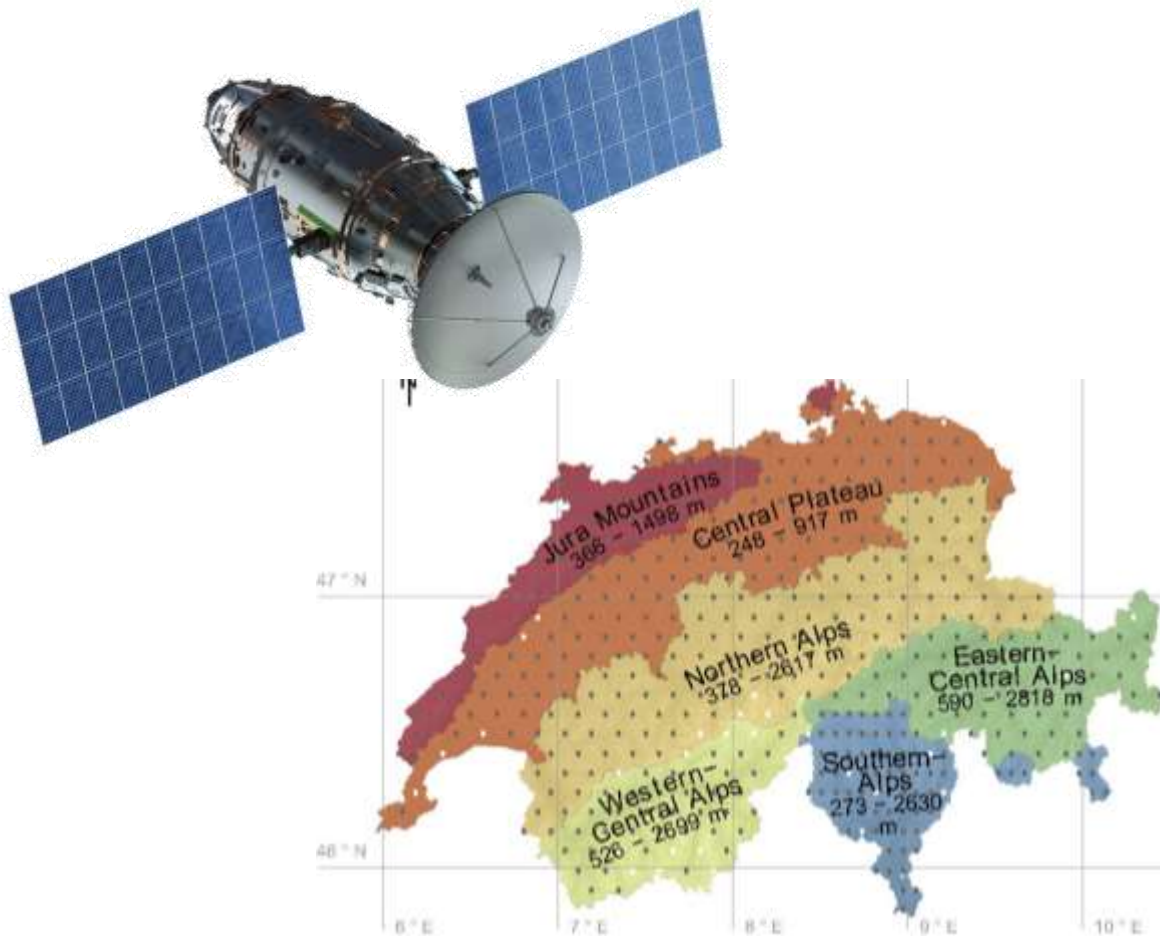
Climate tipping points: Having forests or not



Lenton et al. 2008 PNAS,
Lenton et al. 2020 Nature

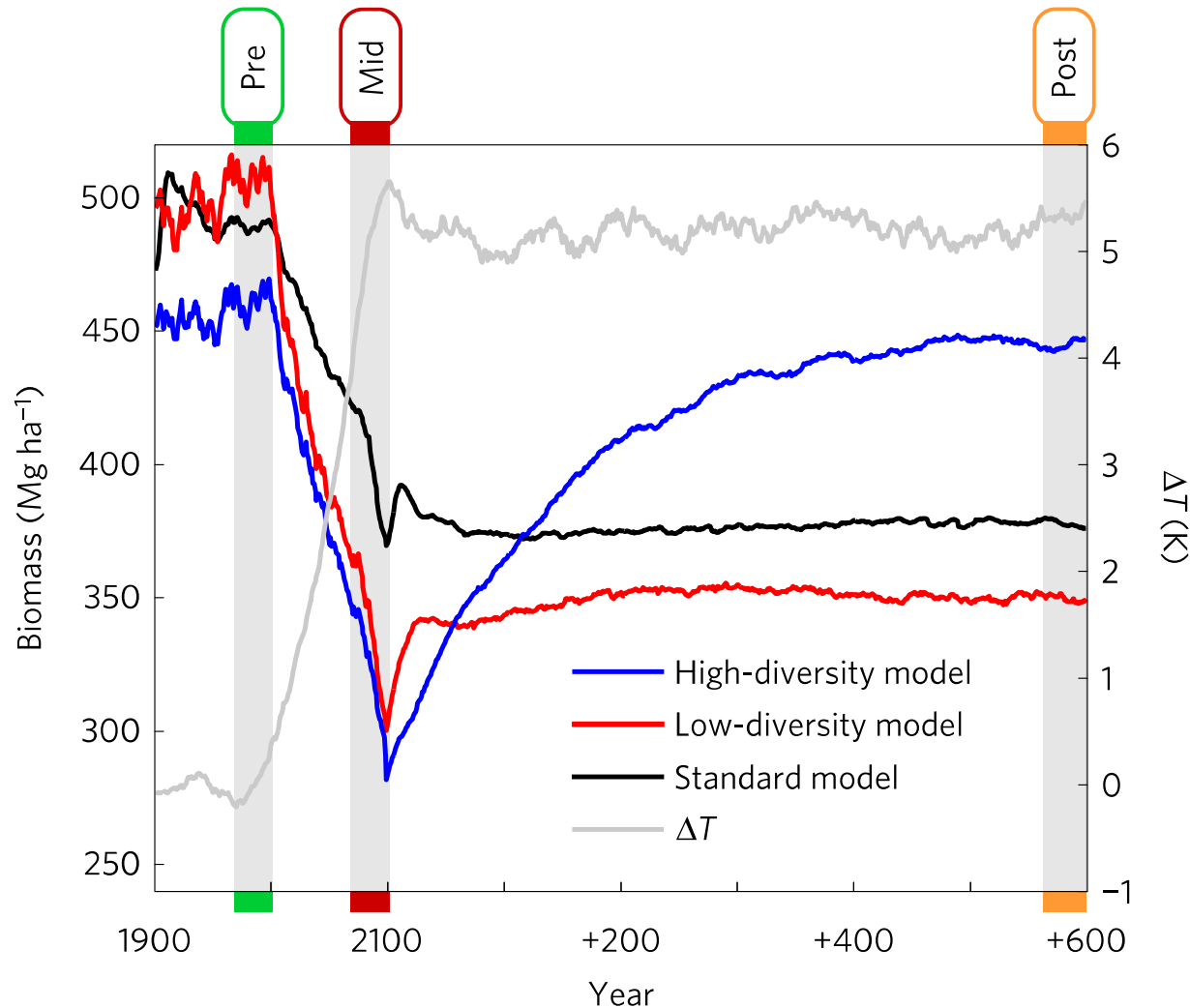
Diversity lends stability at larger scales

Stability in in EVI (enhanced vegetation index)



Oehri et al. (2017) PNAS

Functional diversity stabilising Amazon forest



- Global vegetation model with trait variability applied to simulate Amazon rainforest under drought stress
- Diverse model forests are not more resistant, but more resilient (forest coming back)



Direkte
Treiber

Wald

Störungsflächen

→ Hotspots der Biodiversität



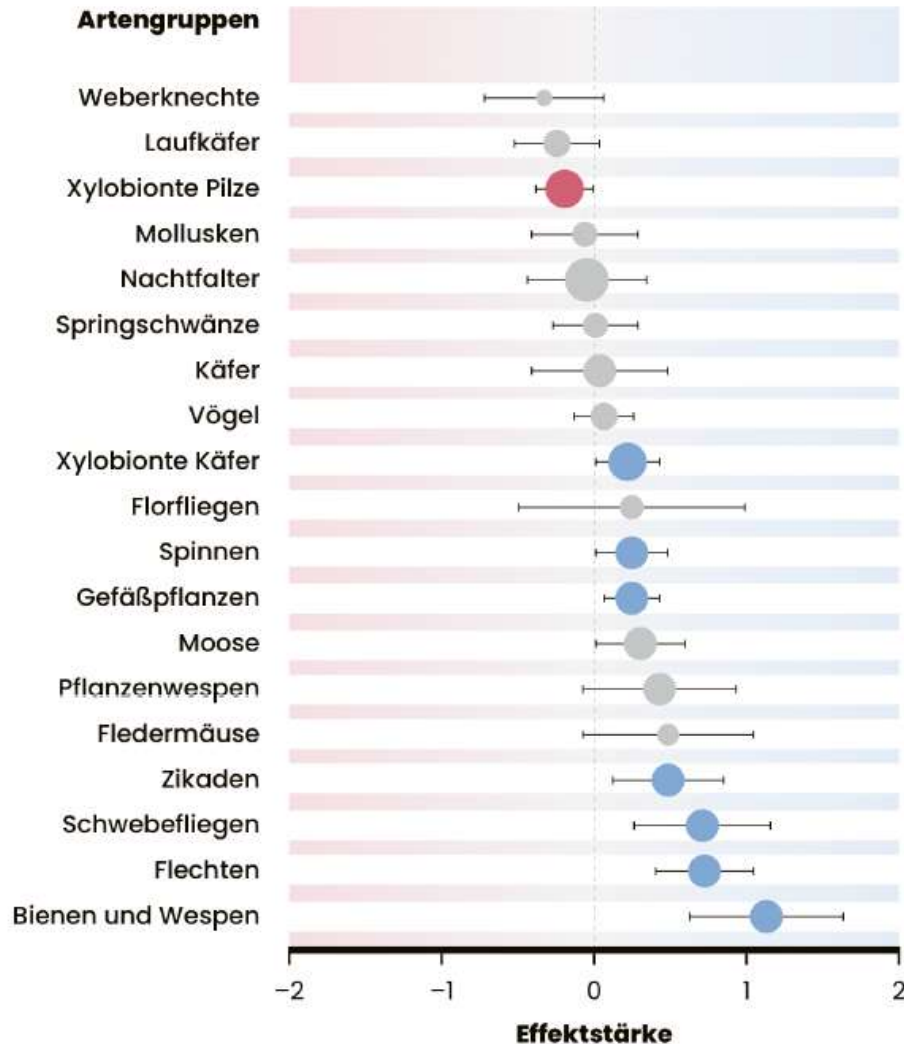
Zitronengelbe Tramete



Gartenrotschwanz

Kalamitäten fördern Biodiversität

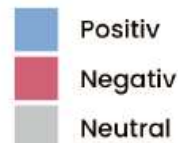
Wald



Anzahl der Arten



Einfluss auf Organismen

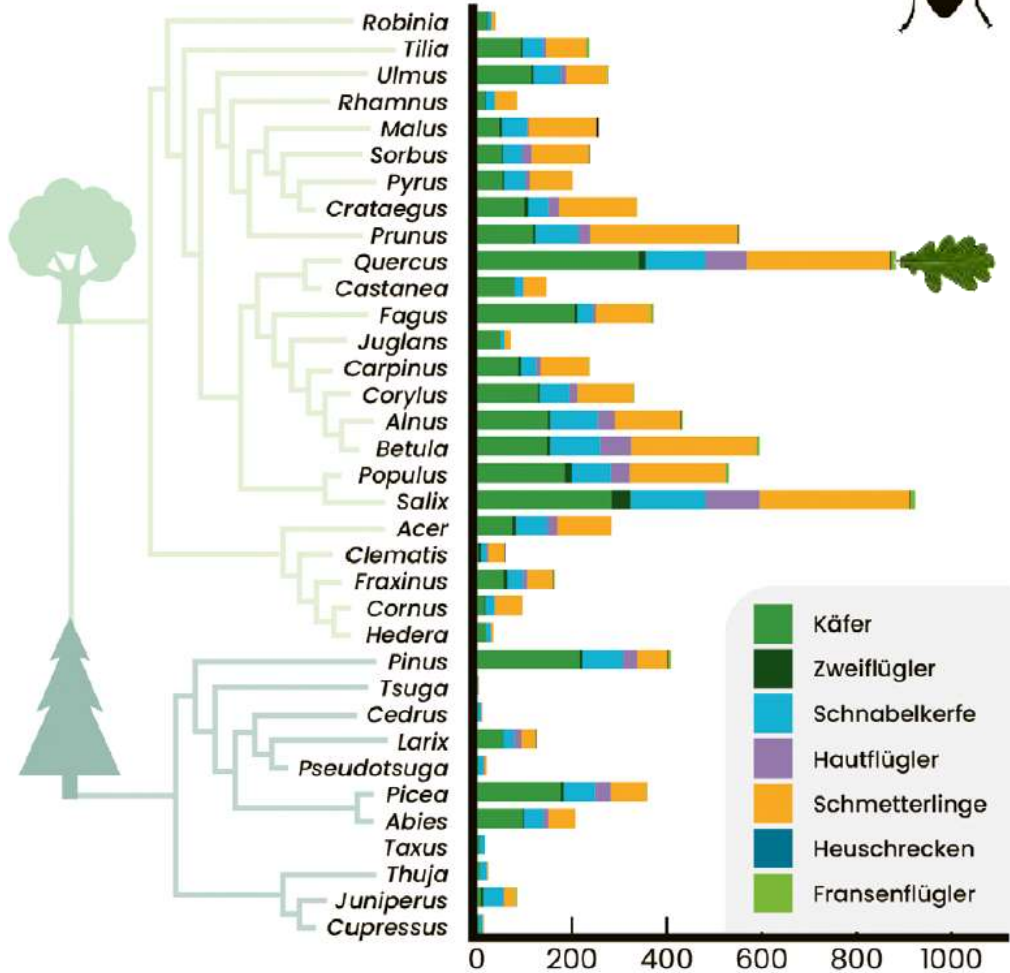


- Im Zusammenhang mit Borkenkäfer-Befall profitieren 7 von 19 Artengruppen signifikant.
- Nur eine Artengruppe (xylobionte Pilze) reagiert signifikant negativ.

→ ○ Direkte Treiber

Beitrag von Baumgattungen zur Artenvielfalt

Wald



A Arthropoden



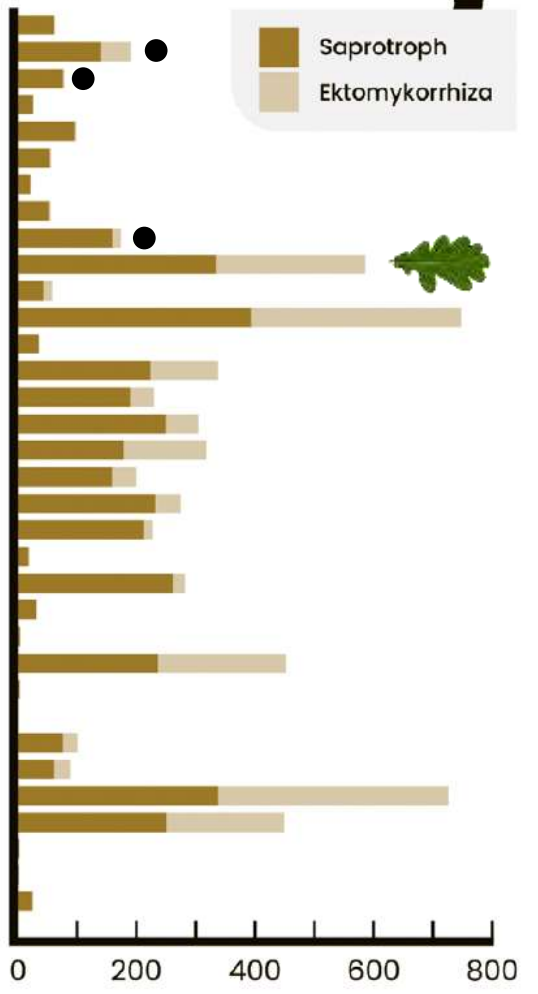
Arten in Deutschland

B Arthropoden – Spezialisten



Arten in Deutschland

C Pilze



Arten in Baden-Württemberg



Viele neue Konzepte - Umsetzung?

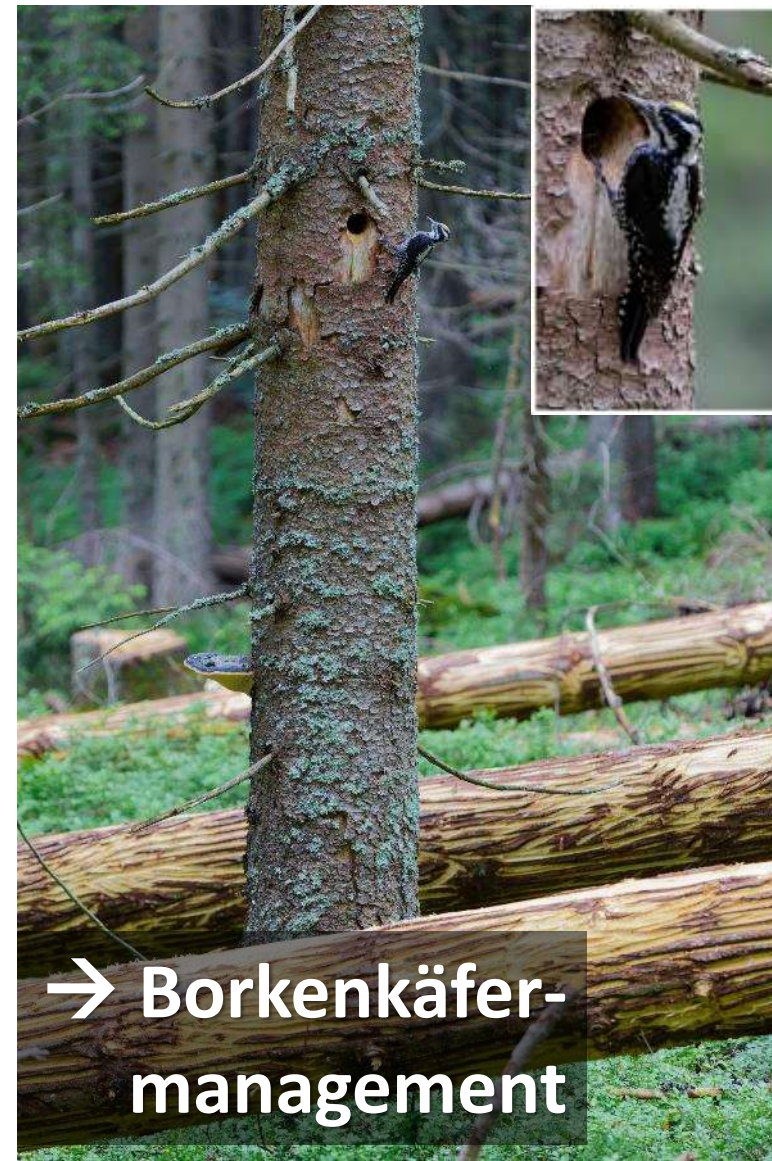
Wald



→ Prozessschutz



→ Totholzanreicherung

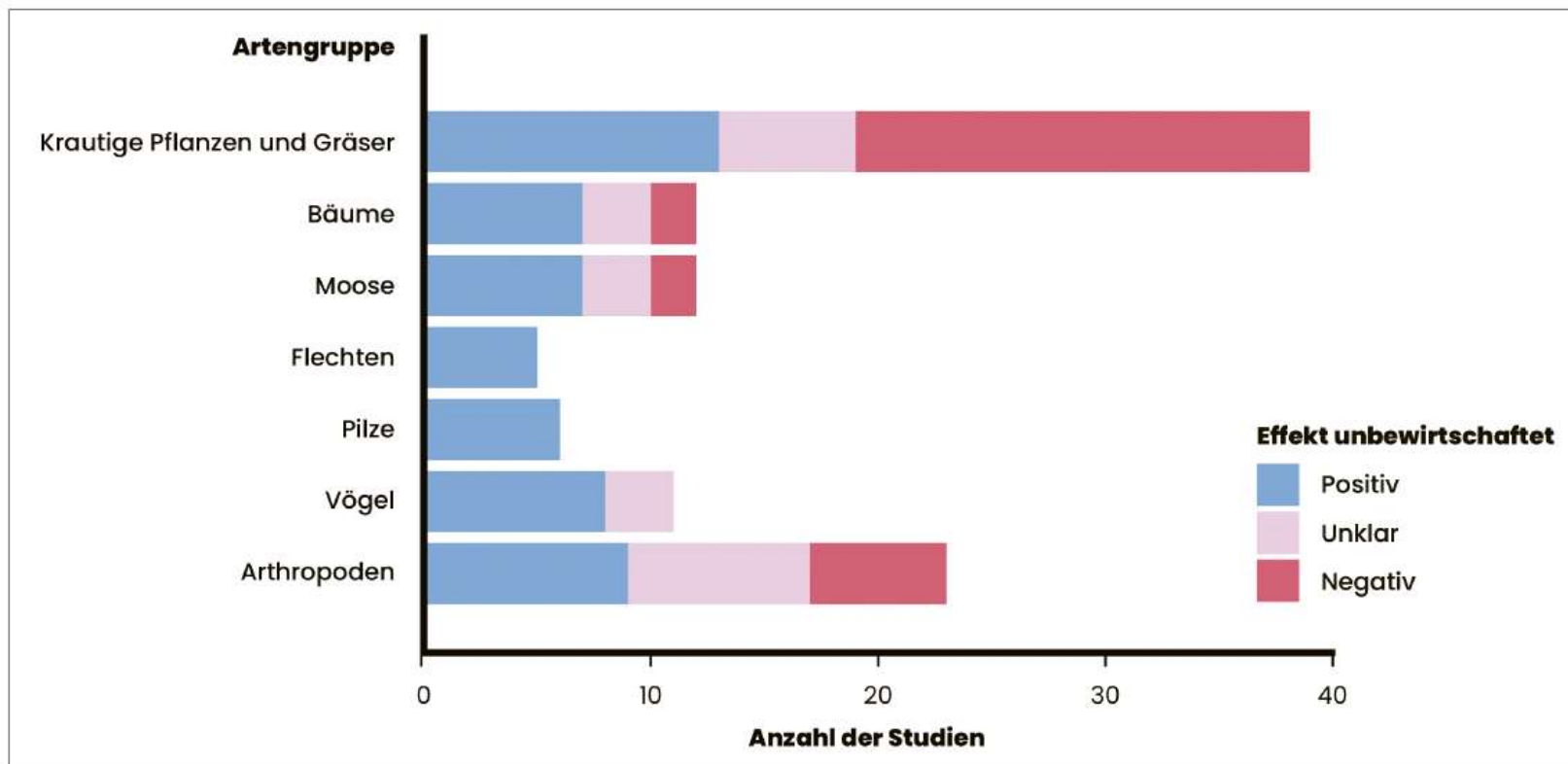


→ Borkenkäfermanagement

Prozessschutz im Wald

Viele Naturschutzgruppen fordern Prozessschutz im Wald

Review von Studien, die bewirtschaftete und unbewirtschaftete Wälder vergleicht (Meyer et al. 2023)



- Das kann negative Auswirkungen auf höhere Pflanzen und Arthropoden haben.
- Profiteure sind Vögel, Flechten, Pilze

Abbildung 4.14: Ergebnisse aus Vergleichsstudien bewirtschafteter und unbewirtschafteter mitteleuropäischer Laubwälder in Hinblick auf die Artenvielfalt. Die farbliche Unterteilung der Balken zeigt die Anzahl der Ergebnisse mit positiven, negativen und unklaren Effekten der Nutzungseinstellung in Artengruppe (aus: Meyer 2023)



Fläche statt räumliche Anordnung

Wald

Gesamtfläche hochwertiger Waldhabitate



→ Hochwertige Flächen



263 Arthropodenarten



Vorrangflächen als Einkommensquelle

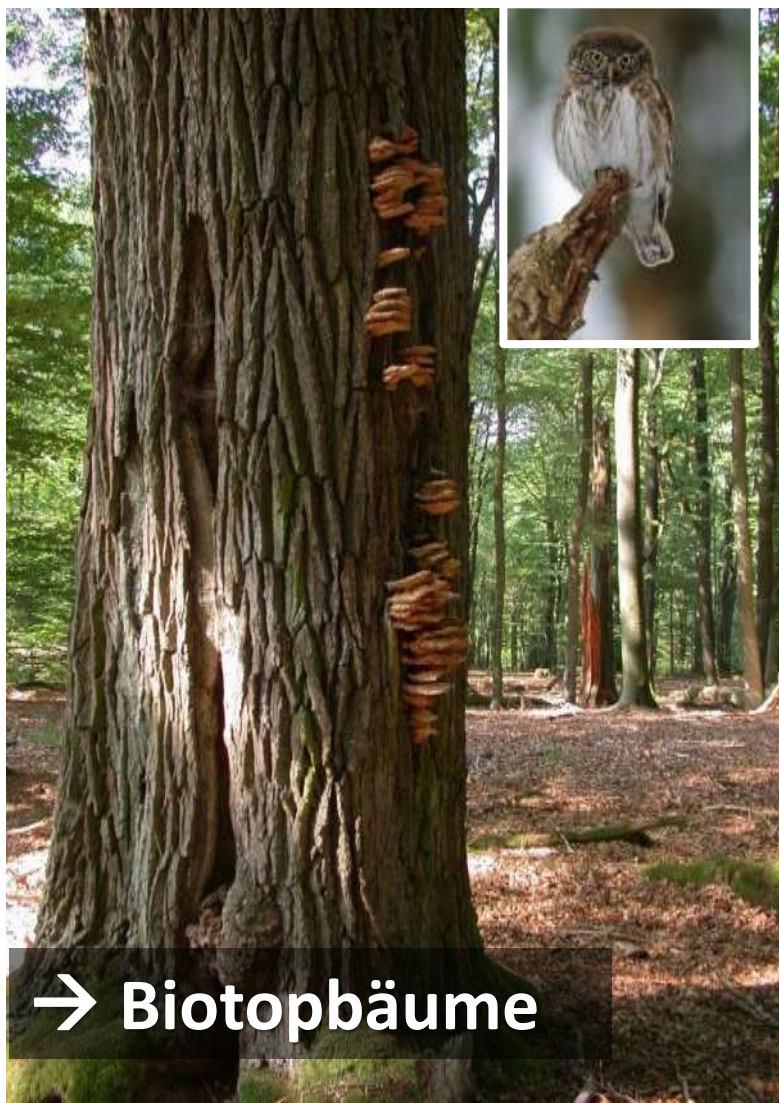
Wald

Peltis grossa (Flachkäfer)



→ Störungsflächen

Sperlingskauz



→ Biotopbäume

Bekassine



→ Gewässer im Wald



Empfehlungen

Wirksamkeit	Instrument/Maßnahme
Besonders fördernde Maßnahmen	Verbesserung des Umgangs mit Störungsflächen
	Anreicherung von Biotopbäumen und Totholz
	Erhalt und Förderung wirtschaftlich weniger bedeutsamer Mischbaumarten
	Förderung anthropogen & natürlich lichter Wälder
	Anlage von Waldtümpeln
Besonders hemmende Maßnahmen	Förderung der Flächenräumung nach Störungen
	Waldbaukonzepte

→ ○ Direkte Treiber

Wald

Umweltheterogenität in Wäldern als Treiber für die Biodiversität

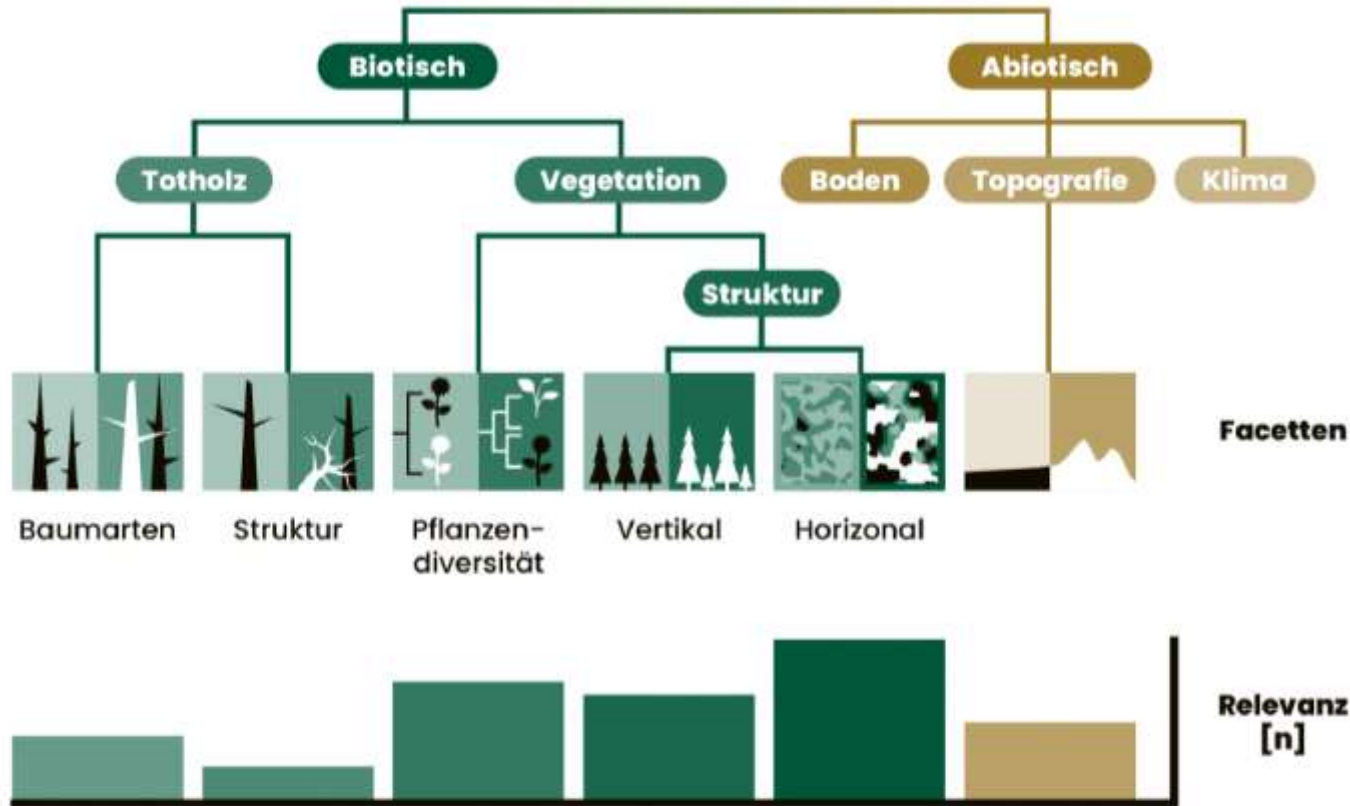


Abbildung 4.1: Die Habitatheterogenität in Wäldern kann in folgende Facetten aufgeteilt werden, welche die Biodiversität beeinflussen: Heterogenität in der vertikalen (Höhe) und in der horizontalen Struktur (Länge der Lückenränder), Pflanzendiversität (phylogenetische Vielfalt) und mikroskalige Topografie (Hangneigung), erweitert um den taxonomischen und strukturellen Reichtum des Totholzes. Die Relevanzbalken stellen die Anzahl der ermittelten signifikanten Effekte dar. Die Daten beruhen auf 1 ha Untersuchungsflächen. Abbildung

- Biotische Heterogenität ist wichtiger als abiotische.
- Besonders wichtig ist horizontale Strukturvielfalt (v.a. Bestandslücken)
- Pflanzendiversität (d.h. auch Baumartenreichtum) ist wichtig.
- Totholz von unterschiedlichen Baumarten

→ **Wirtschaftswälder mit Monokulturen sind ungünstig für Biodiversität**



Ökosystem-
leistungen

Boden-
biodiversität

C

Kohlen-
stoff

3x mehr Kohlenstoff in Böden
artenreicher Wiesen



Ökosystem-
leistungen

Boden-
biodiversität

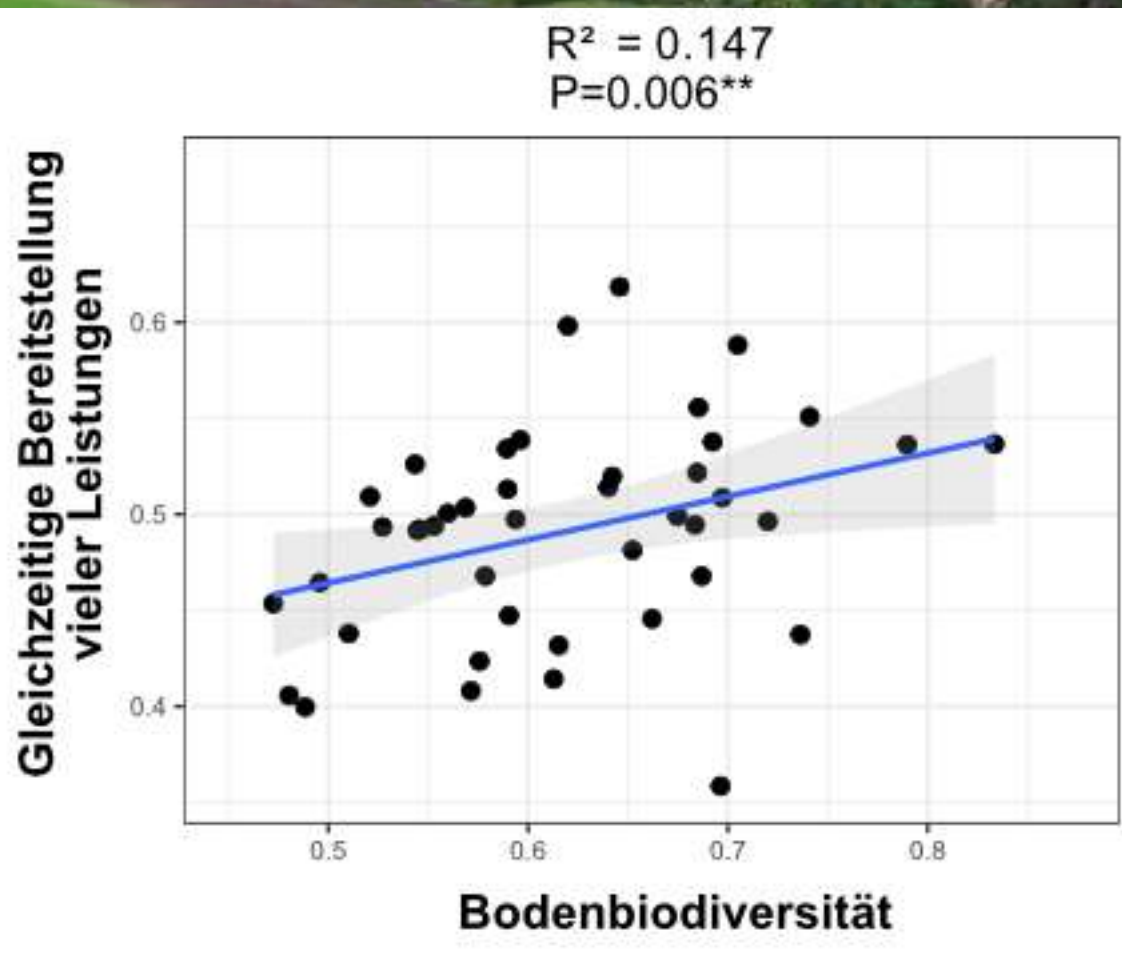
Die vielen Vorteile von Bodenbiodiversität



Ökosystem-
leistungen

Boden-
biodiversität

Die vielen Vorteile von Bodenbiodiversität



Home story

Weinhähnchen
(*Oecanthus pellucens*)



Gottesanbeterin
(*Mantis religiosa*)



~~Kleiner Fuchs
(*Aglais urticae*)~~



https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/35/Kleiner_Fuchs%2C_Aglais_urticae.JPG

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/24/Oecanthus_pellucens.jpg

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f5/Mante_religieuse_adulte.jpg/1280px-Mante_religieuse_adulte.jpg