

Wachstum von Bäumen und Wäldern im Wandel. Fakten, Risiken, Konsequenzen

Hans Pretzsch
Lehrstuhl für Waldwachstumskunde
Technische Universität München

<http://www.wwk.forst.wzw.tum.de/info/presentations/>

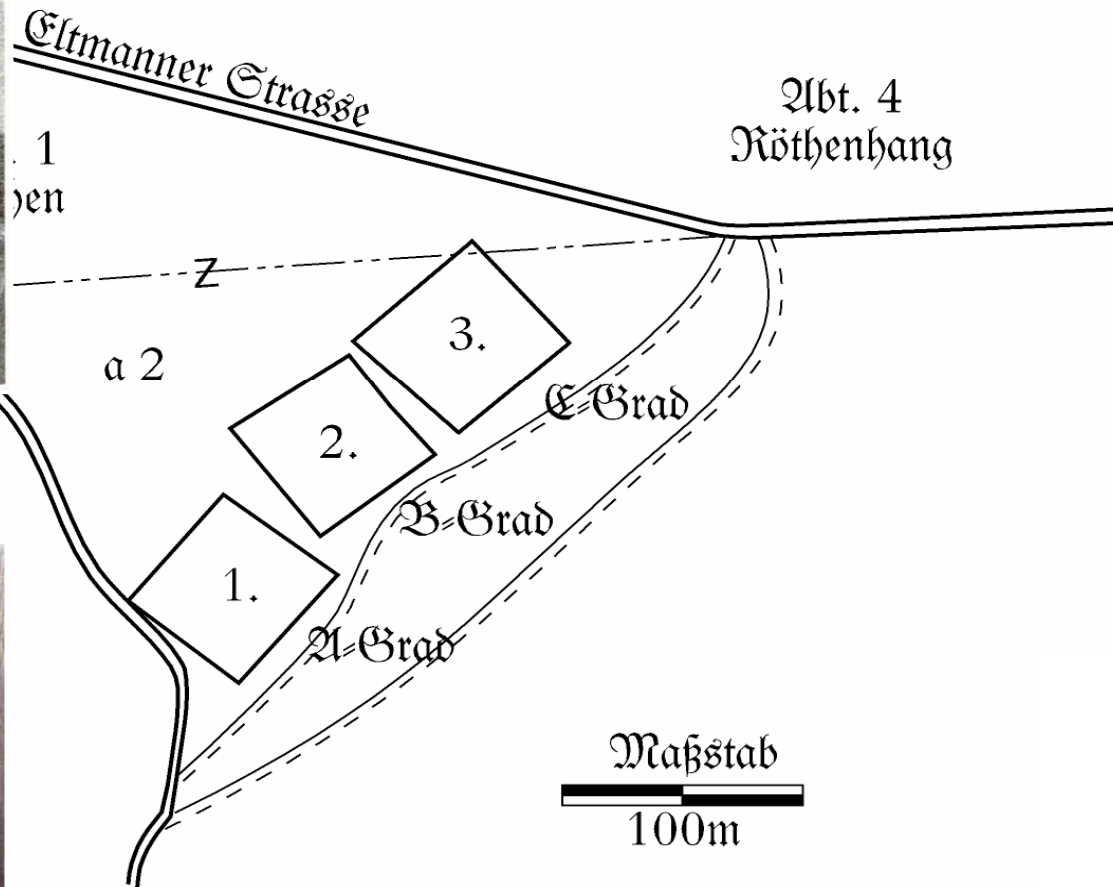
Durchforstungsversuch Fabrikschleichach Situationsplan 1870



C. v. Carlowitz
*1645 †1714



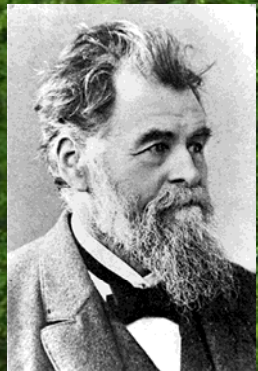
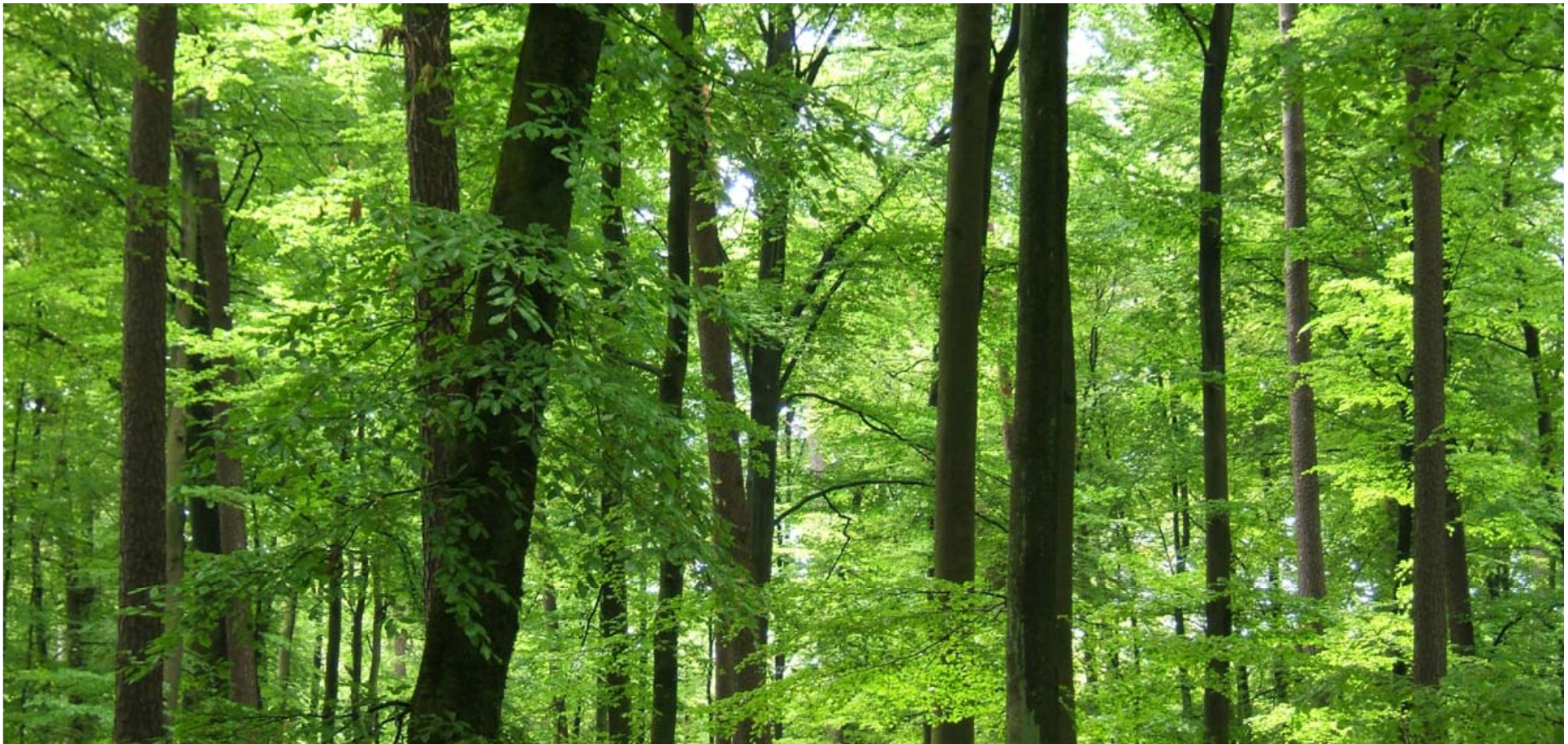
W. L. Pfeil
*1783 †1859



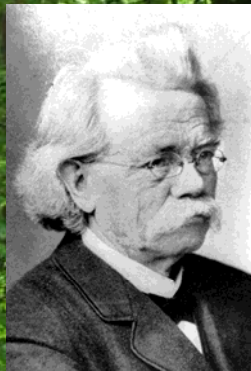
B. Danckelmann
*1831 †1901



A. Schwappach
*1851 †1932



A. v. Ganghofer
*1827 †1900



F. v. Baur
1878-1897



R. Weber
1897-1905



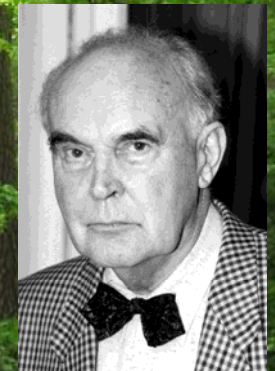
V. Schüpfer
1905-1937



K. Vanselow
1937-1951

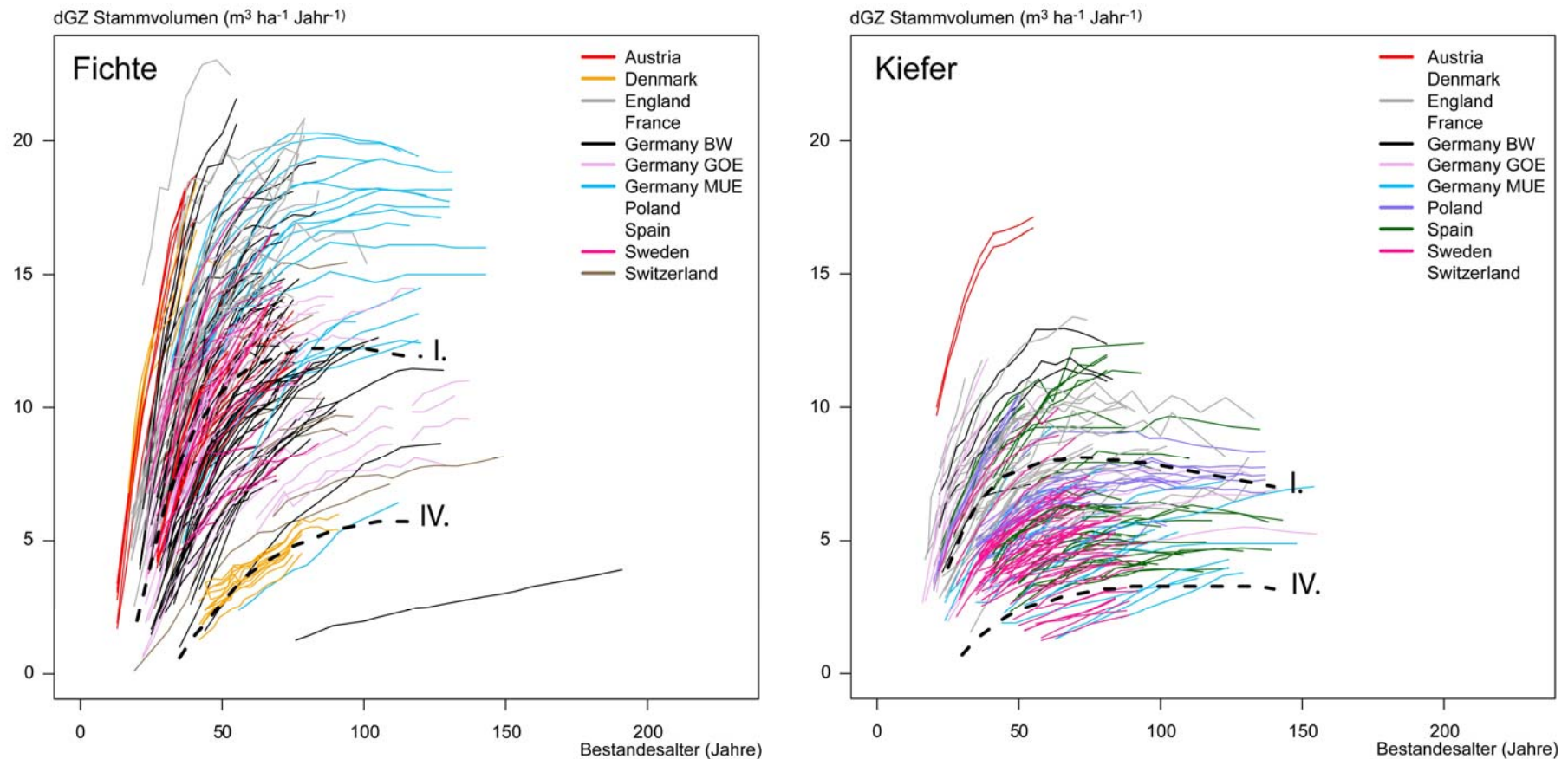


E. Assmann
1951-1972



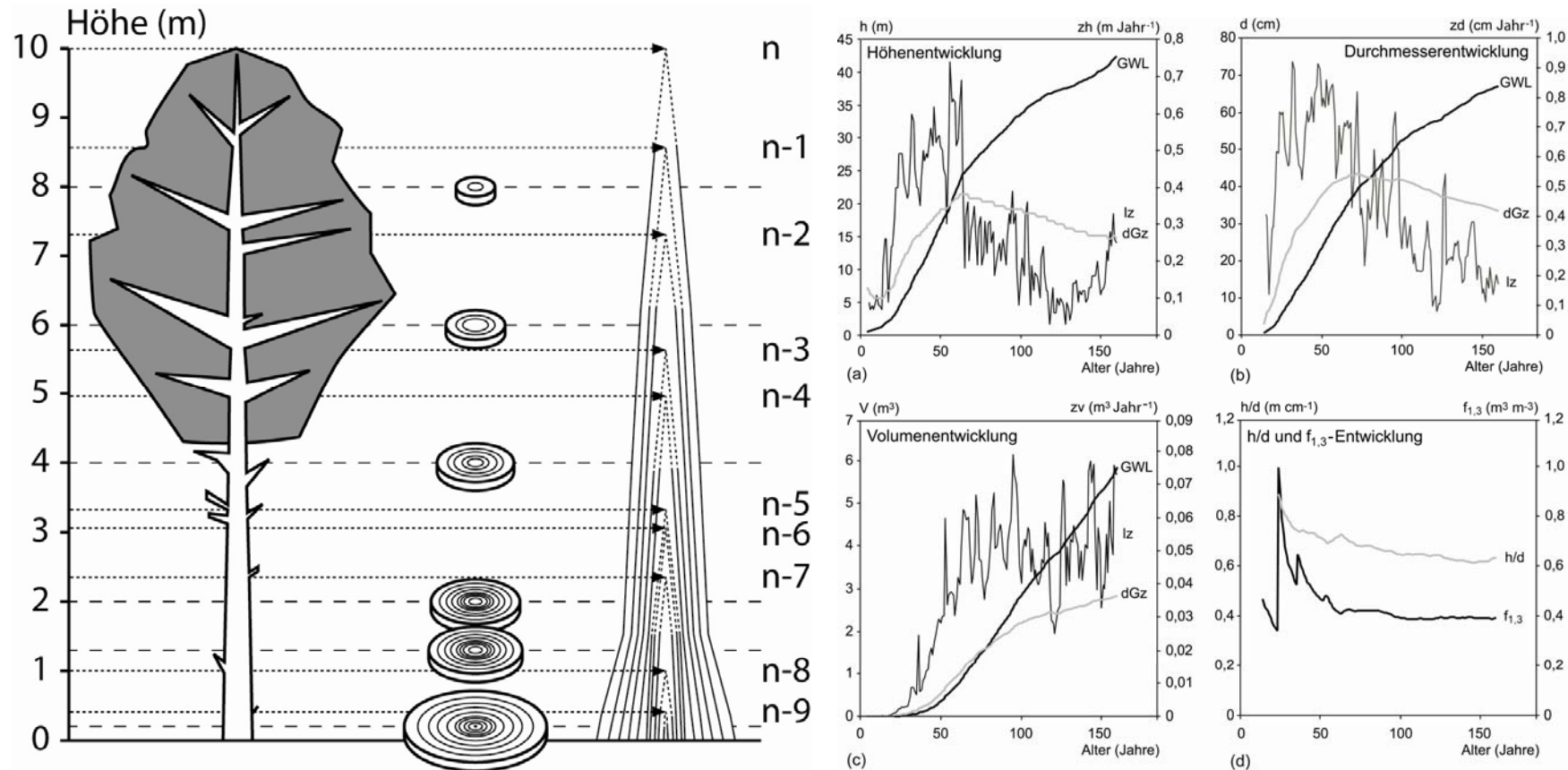
F. Franz
1972-1993

Entwicklung des dGZ in $\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{Jahr}^{-1}$ auf langfristigen Fichten- und Kiefernversuchen in Europa seit 1860



Pretzsch, H., del Rio, M., Biber, P. et al. (2019): Maintenance of long-term experiments for unique insights into forest growth dynamics and trends: review and perspectives. European Journal of Forest Research 138(1):165-185

Retrospektive Erforschung des Baumwachstums durch Stammanalyse





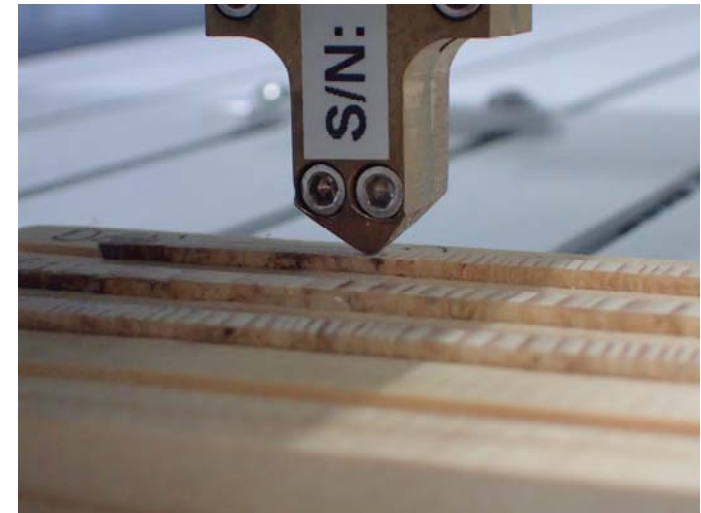
Bohrkerne für retrospektive Zuwachs- und Dichteanalysen



Bohrkerngewinnung und -analysen:

Flächenanzahl: 41 langfristige Versuche
Arten: Fichte (13), Kiefer (11), Buche (8),
Eiche (9)
Anzahl Bäume: 392
Bäume/Art: Fichte (127), Kiefer (103), Buche
(63), Eiche (99),
Zeitraum: 1870-2016
Altersrahmen: 31-194 Jahre
analysierte Jahrringe: > 30.000

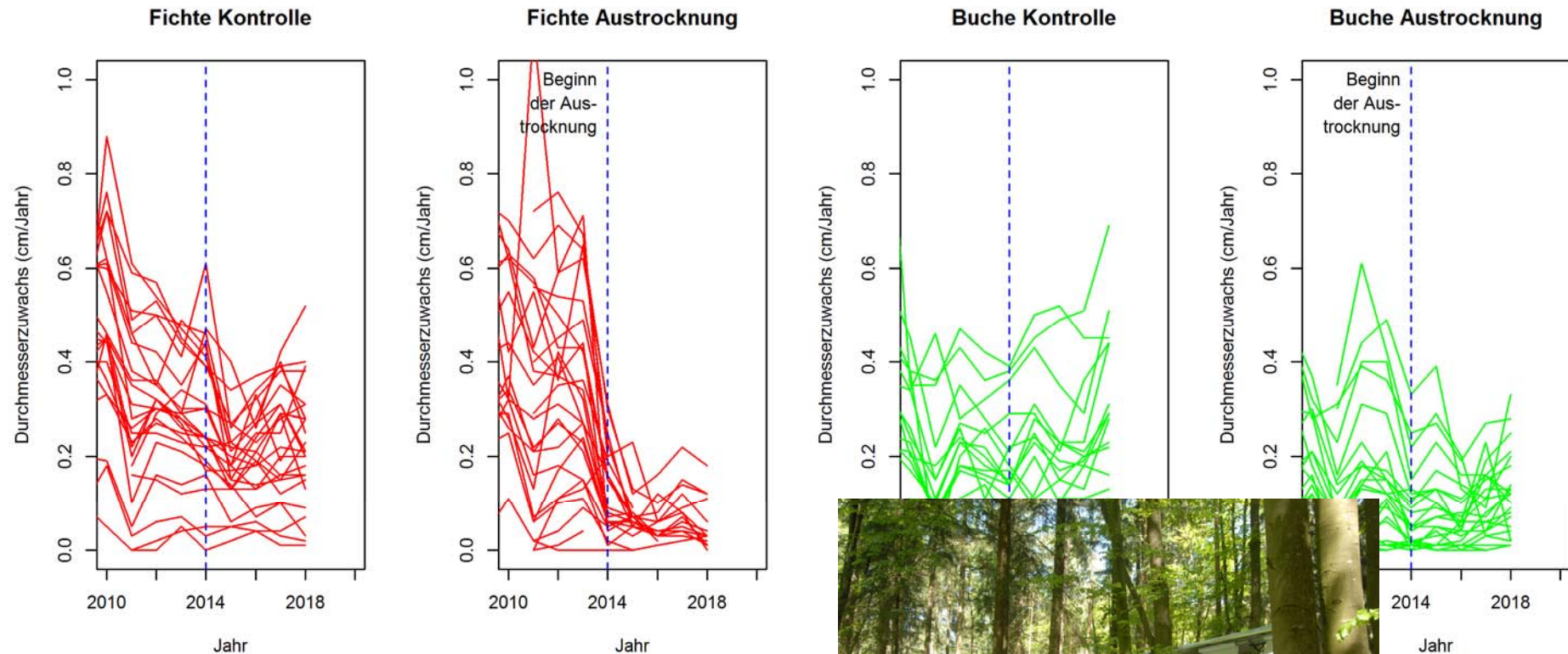
LIGNOSTATION, Hochfrequenz-
densitometrie



Modell: Holzdichte = f (Baumgröße, Jahrringbreite, Kalenderjahr...)



Permanente Umfangsmessbänder können Aufschluss über die Zuwachsreaktion auf natürlichen und experimentellen Trockenstress erbringen



Wachstum von Bäumen und Wäldern im Wandel. Fakten, Risiken, Konsequenzen

- 1 Großregionale Trends des Waldwachstums
- 2 Stabilität und Mehrzuwachs durch Mischung
- 3 Episodischer Stress und Erholung

Perspektiven

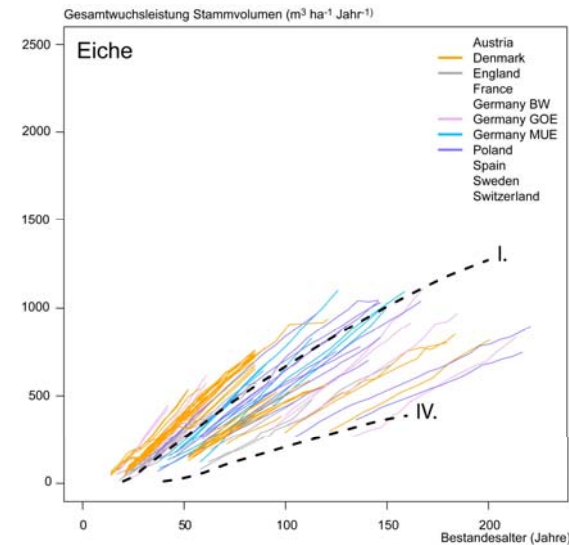
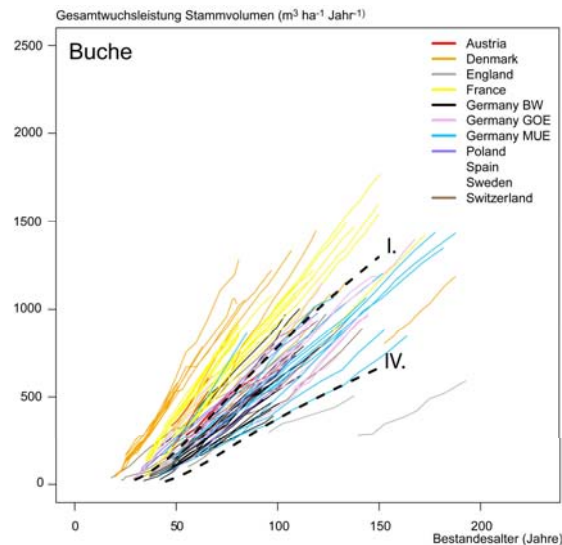
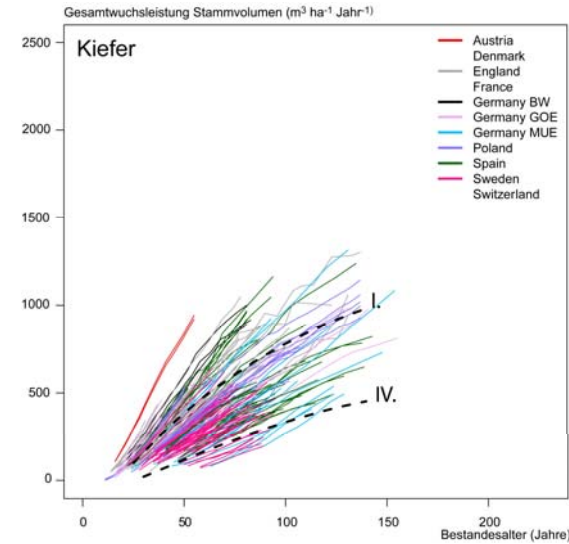
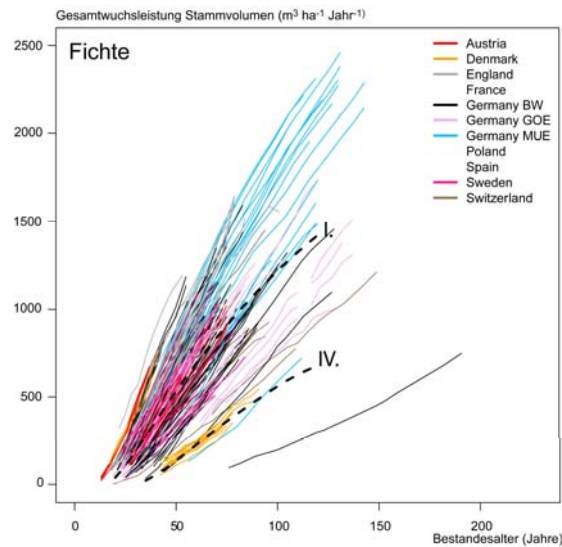


Norway spruce stands damaged by bark beetle
Rachel und Lusen, Bavarian Forest, 2010

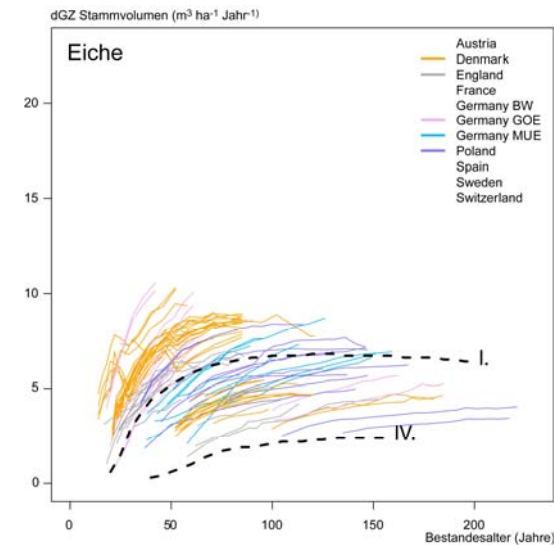
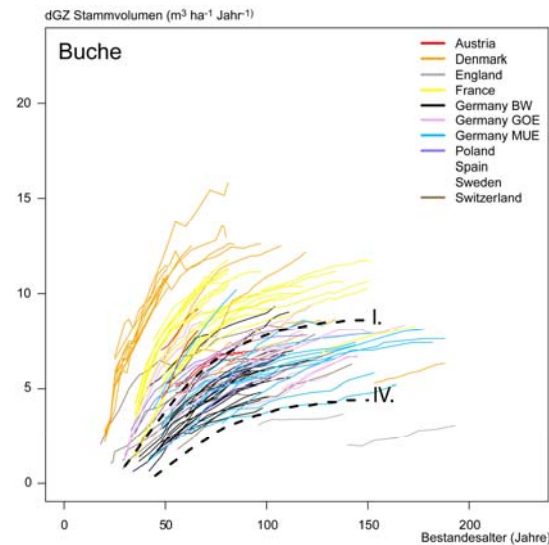
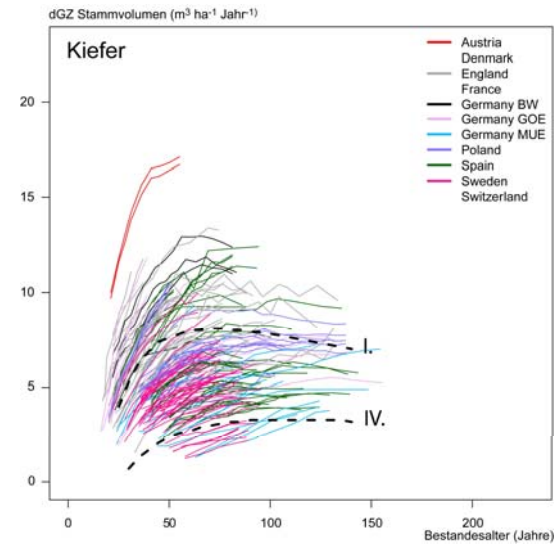
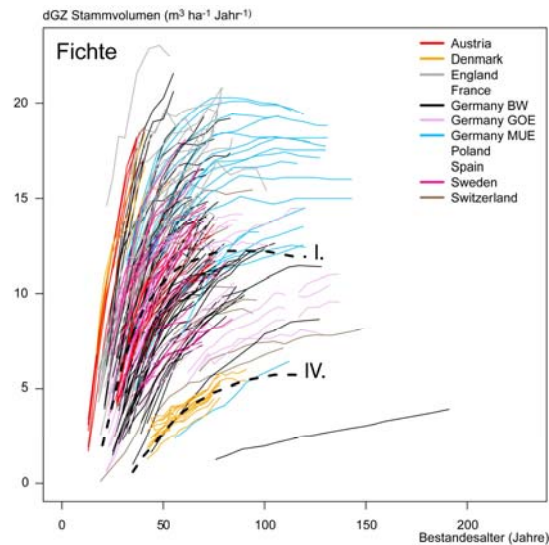


**Storm damage by Gudrun
>75 million m³ Småland,
Schweden, 2005**

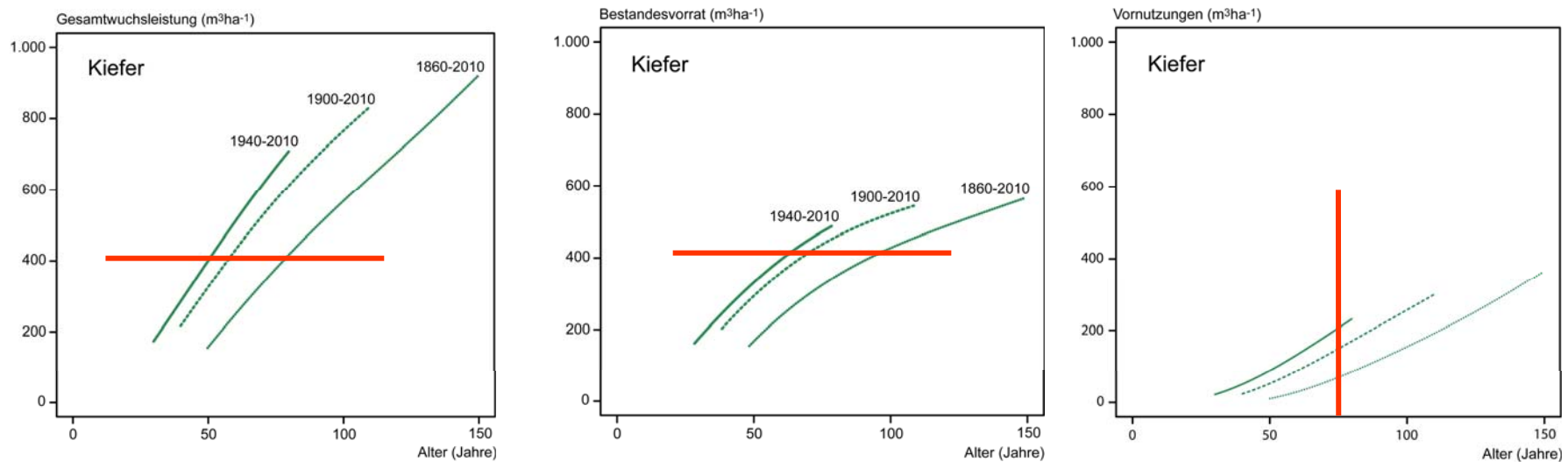
Wachstumstrends: Gesamtwuchsleistung auf 577 langfristigen Versuchsflächen in Europa seit 1860



Wachstumstrends: dGZ auf 577 langfristigen Versuchsflächen in Europa seit 1860

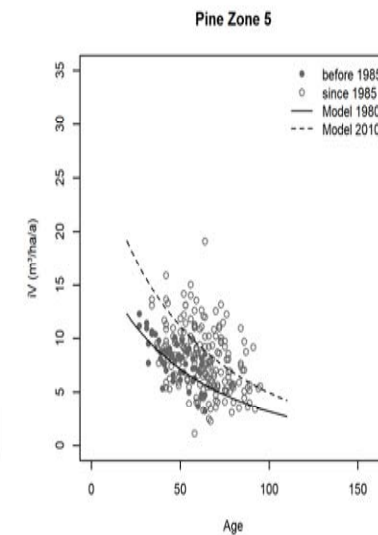
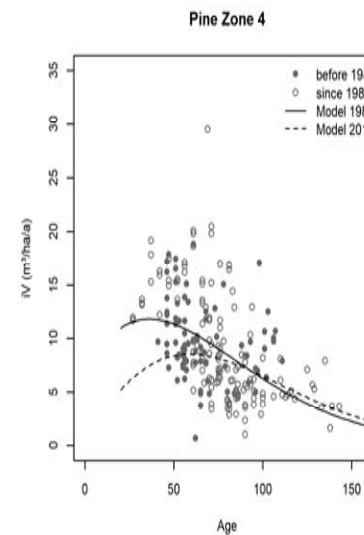
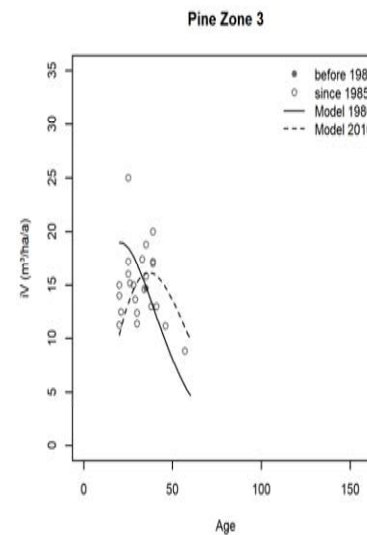
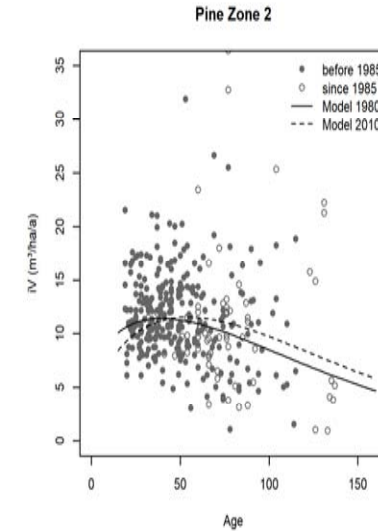
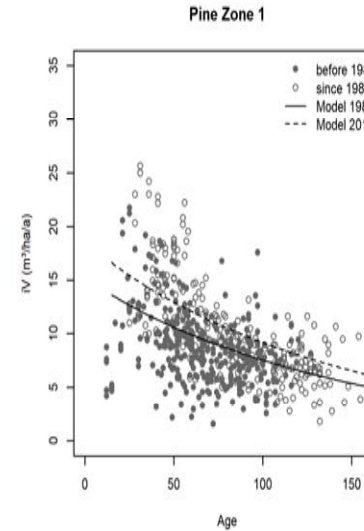
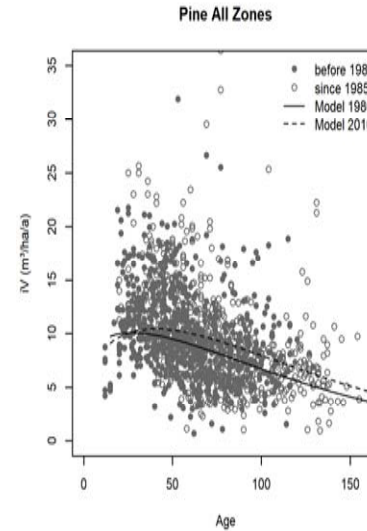
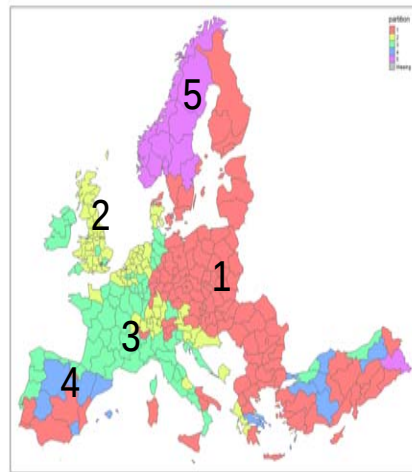


Konsequenzen der Wachstumstrends der Hauptbaumarten, dargestellt am Beispiel der Kiefer



- eine gegebene Gesamtwuchsleistung oder ein Vorrat werden 30 Jahre früher erreicht als vor 100 Jahren
- im Alter 75 beträgt die Vornutzung gegenwärtig 200 m^3ha^{-1} während es vor 100 Jahren nur 75 m^3ha^{-1} im gleichen Alter waren,
- das bedeutet eine Zunahme der Vornutzung um 150 %.

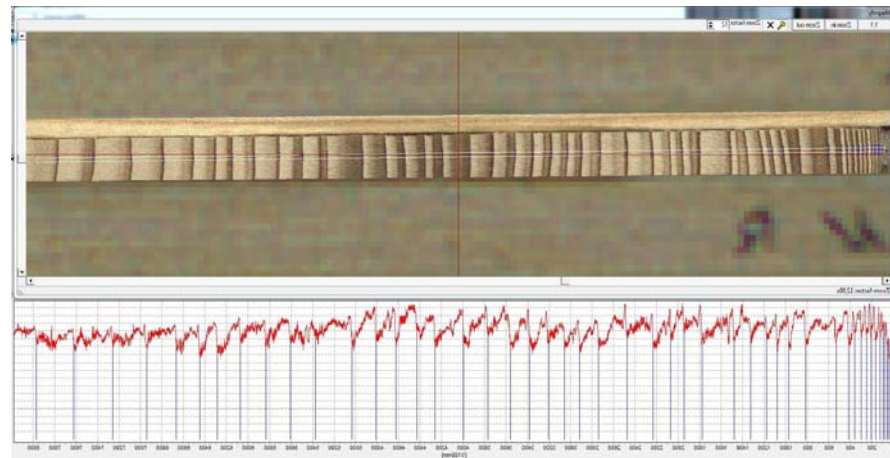
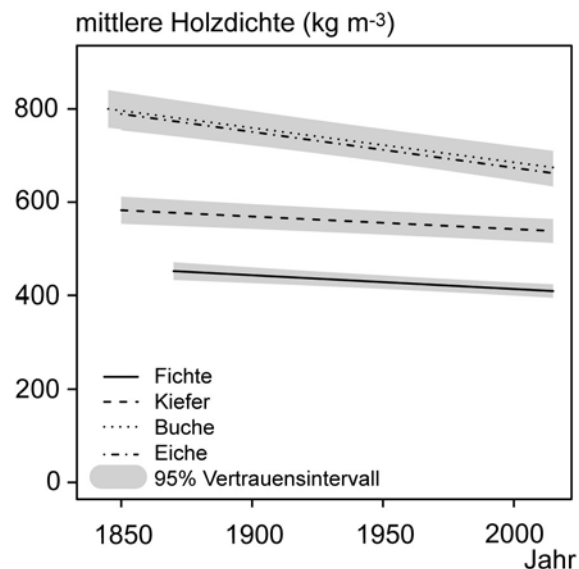
Wachstumstrends hängen von der Baumart und insbesondere den regionalen Wuchsbedingungen ab



Beschleunigung des Zuwachs – Reduktion der Holzdichte

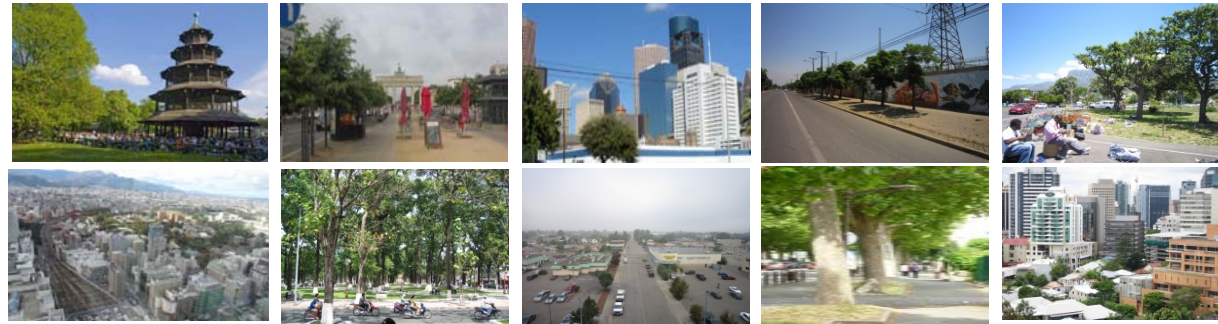
Baumart	Fichte	Kiefer	Eiche	Buche	Mittel
Erhöhung ($\pm$ SE) in %	10 ($\pm$ 9)	33 ($\pm$ 7)	18 ($\pm$ 5)	30 ($\pm$ 17)	20
Korrekturfaktor	1,10	1,30	1,10	1,20	1,20

Bayerische Forstverwaltung 2018: Hilfstafeln der Forsteinrichtung, S. 22-25



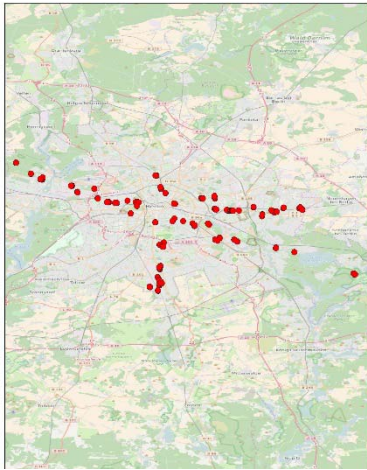
Holzdichte hat von 1900 bis 2015 bei der Fichte um 8 % abgenommen, bei Kie, Bu, Ei um 5, 11 bzw. 12 %; im Spätholz mehr als im Frühholz

Datenbasis: 10 beprobte Städte

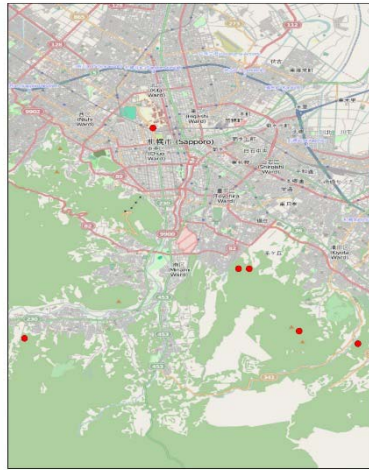


Pretzsch, H., Biber, P., Uhl, E., Dahlhausen, J., Schütze, G., Perkins, D., ... & Chavanne, A. (2017). Climate change accelerates growth of urban trees in metropolises worldwide. *Scientific reports*, 7(1), 15403.

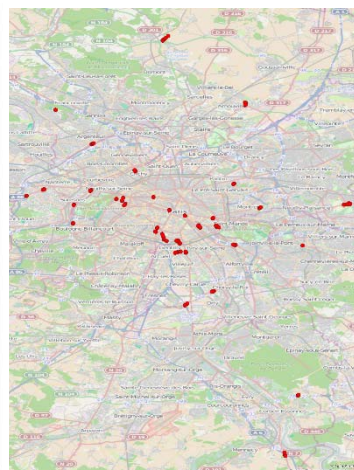
Datenbasis: Stichprobenplan



a



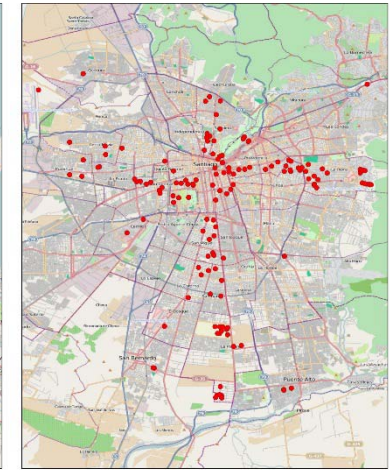
b



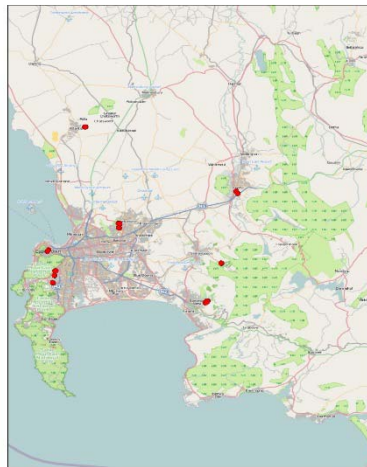
c



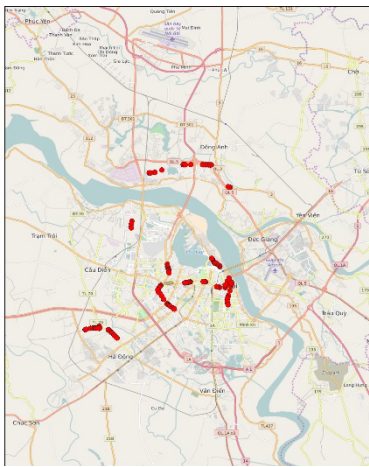
d



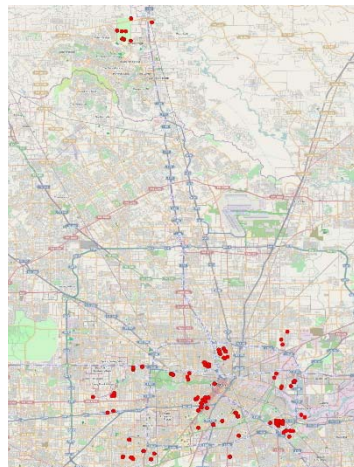
e



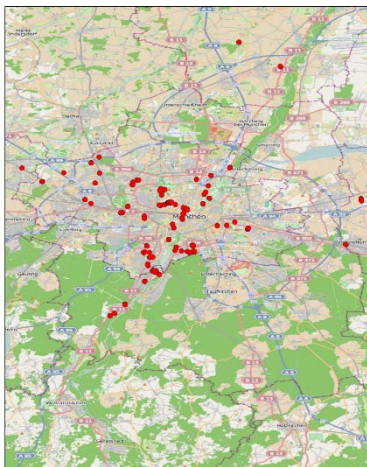
f



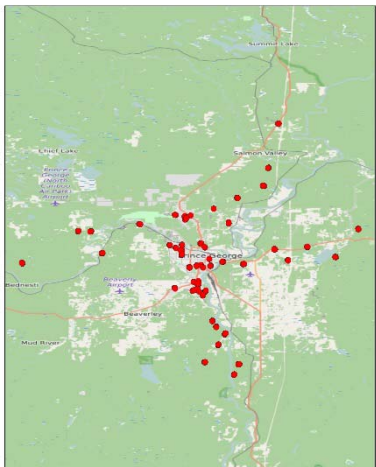
g



h



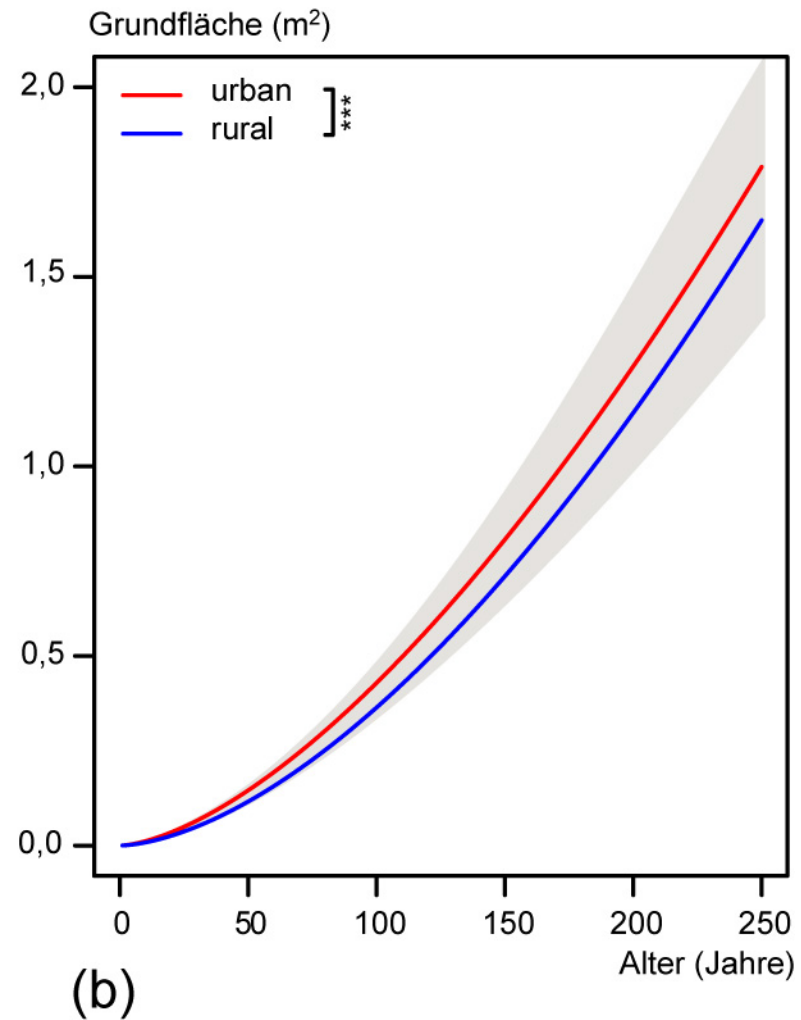
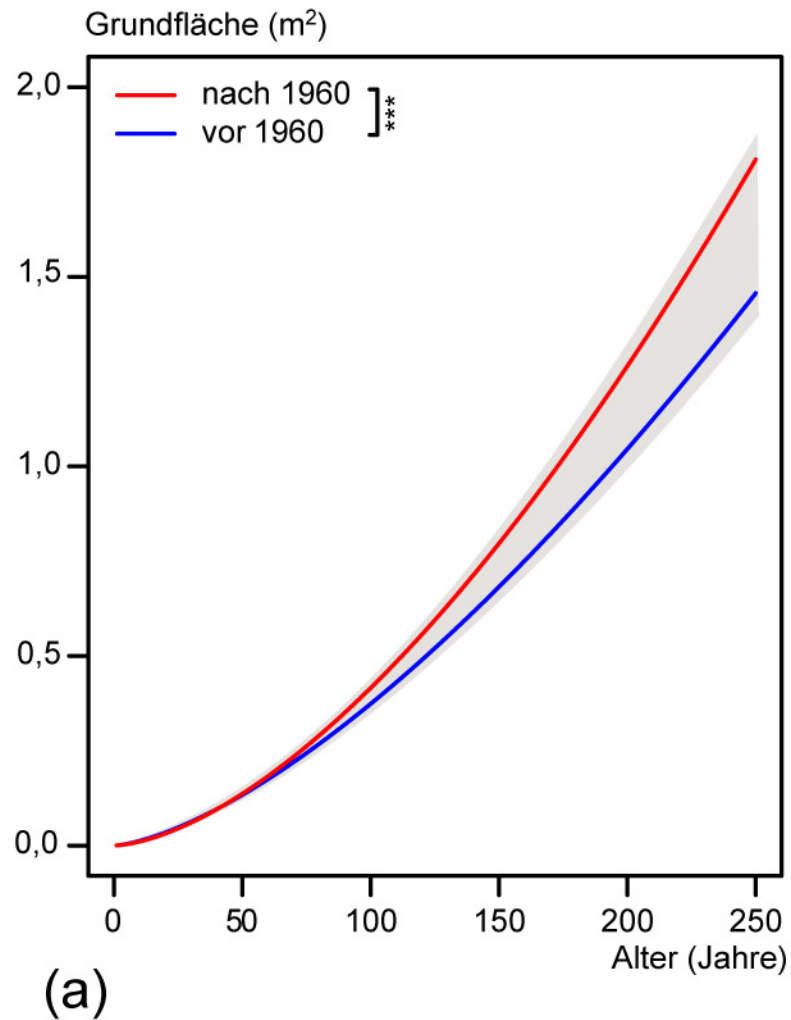
i



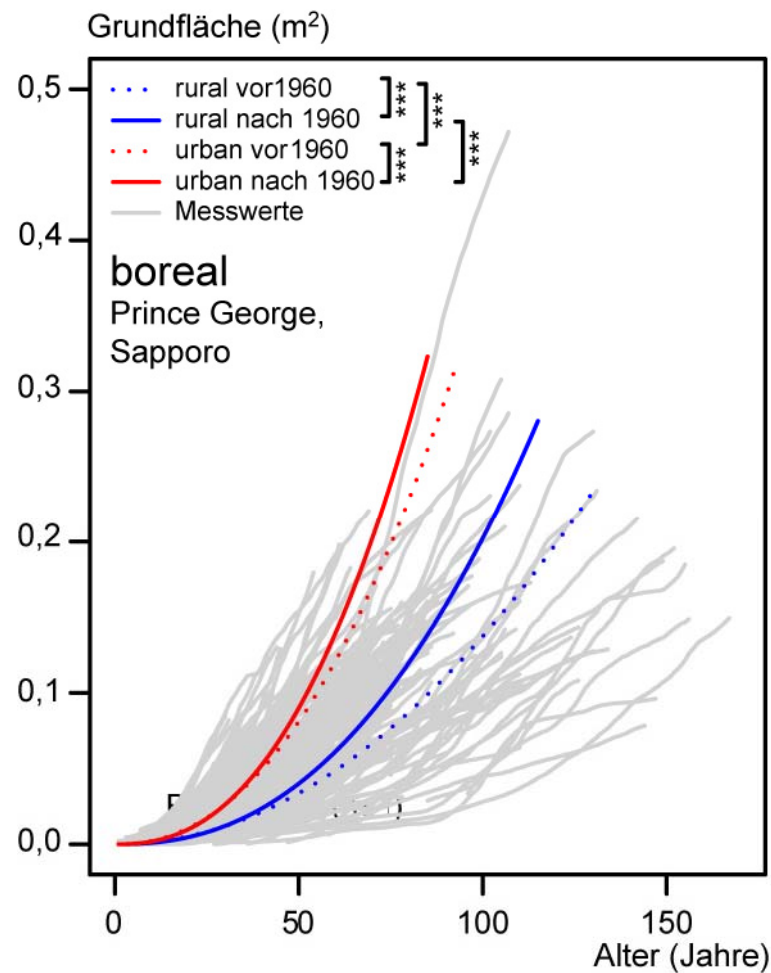
j

Maps of the cities showing the distribution of the measured trees. Berlin (a), Sapporo (b), Paris (c), Brisbane (d), Santiago de Chile (e), Cape Town (f), Hanoi (g), Houston (h), Munich (i) and Prince George (j).

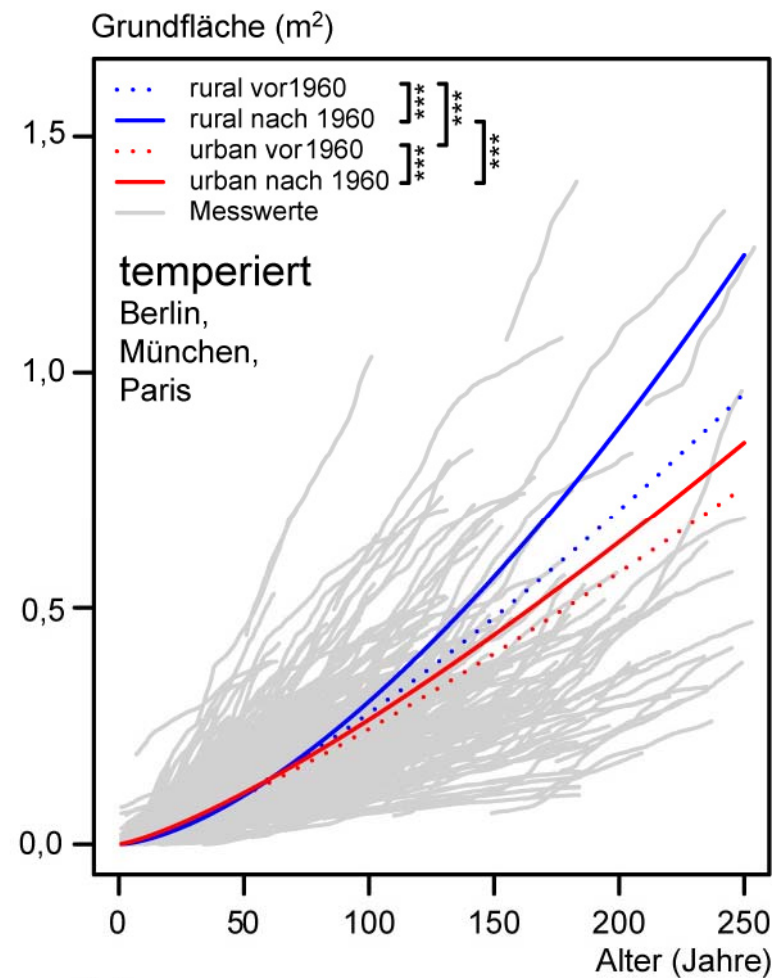
Wachstumstrends von Stadtbäumen insgesamt und regionale Unterschiede



Wachstumstrends von Stadtbäumen insgesamt und regionale Unterschiede



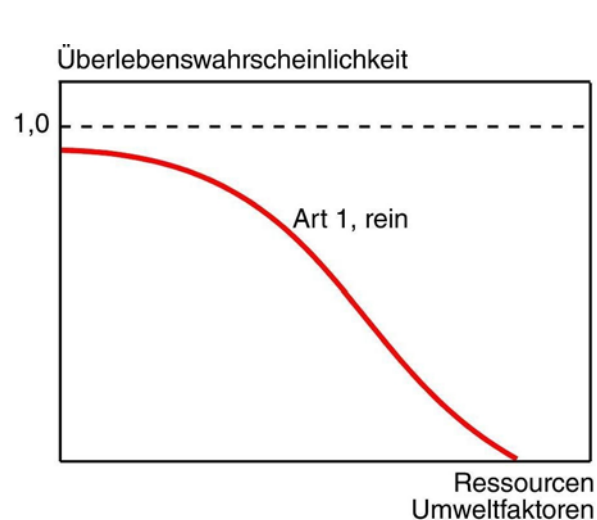
(a)



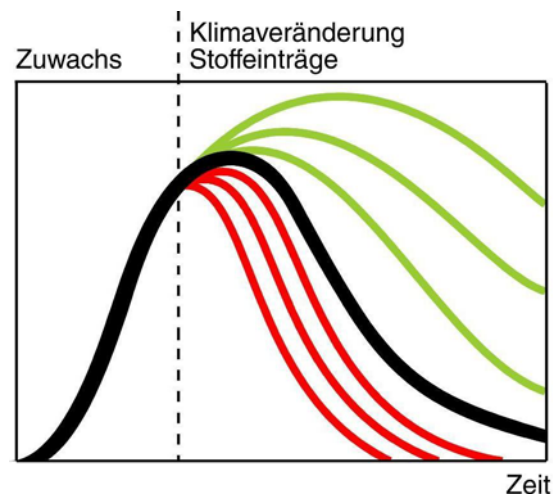
(b)

Resümee 1:

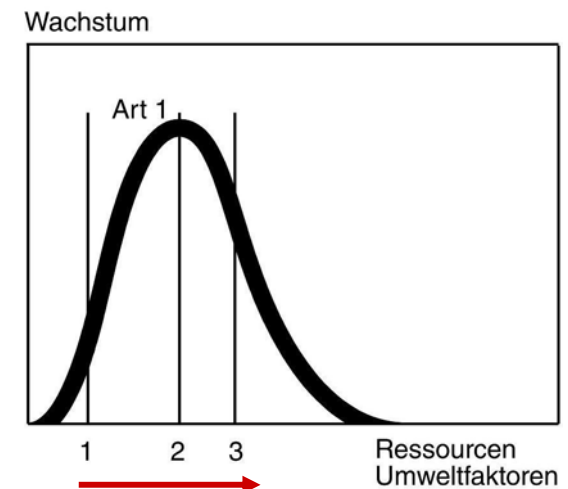
Katastrophen hier Wuchsbeschleunigung dort bilden keinen Widerspruch: Reaktionen hängen von der Baumart und vor allem von den Wuchsbedingungen ab



Die Überlebenswahrscheinlichkeiten können angesichts von Sturm, Insektenkalamitäten oder Trockenjahren sinken



Die Zuwächse können steigen oder zurückgehen, je nachdem, ob die veränderten Wuchsbedingungen verbessernd oder limitierend wirken



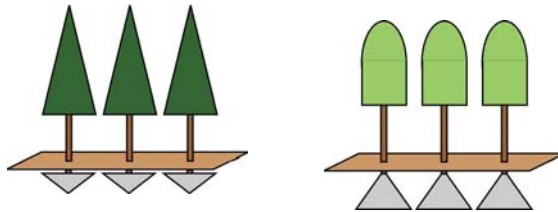
Entscheidend ist, ob sich die Wuchsbedingungen in der Mitte oder am Rand der ökologischen Nische bewegen

Wachstum von Bäumen und Wäldern im Wandel. Fakten, Risiken, Konsequenzen

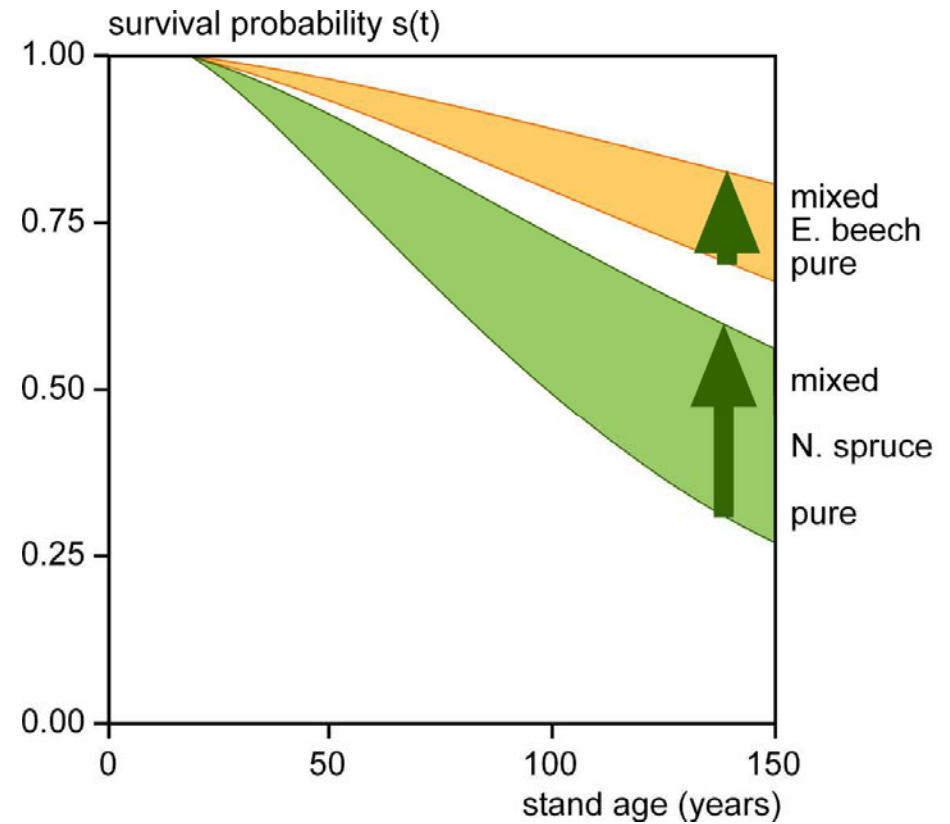
- 1 Großregionale Trends des Waldwachstums
- 2 Stabilität und Mehrzuwachs durch Mischung
- 3 Episodischer Stress und Erholung

Perspektiven

Tief- + Flachwurzler: Erhöhung der Resistenz durch Mischung

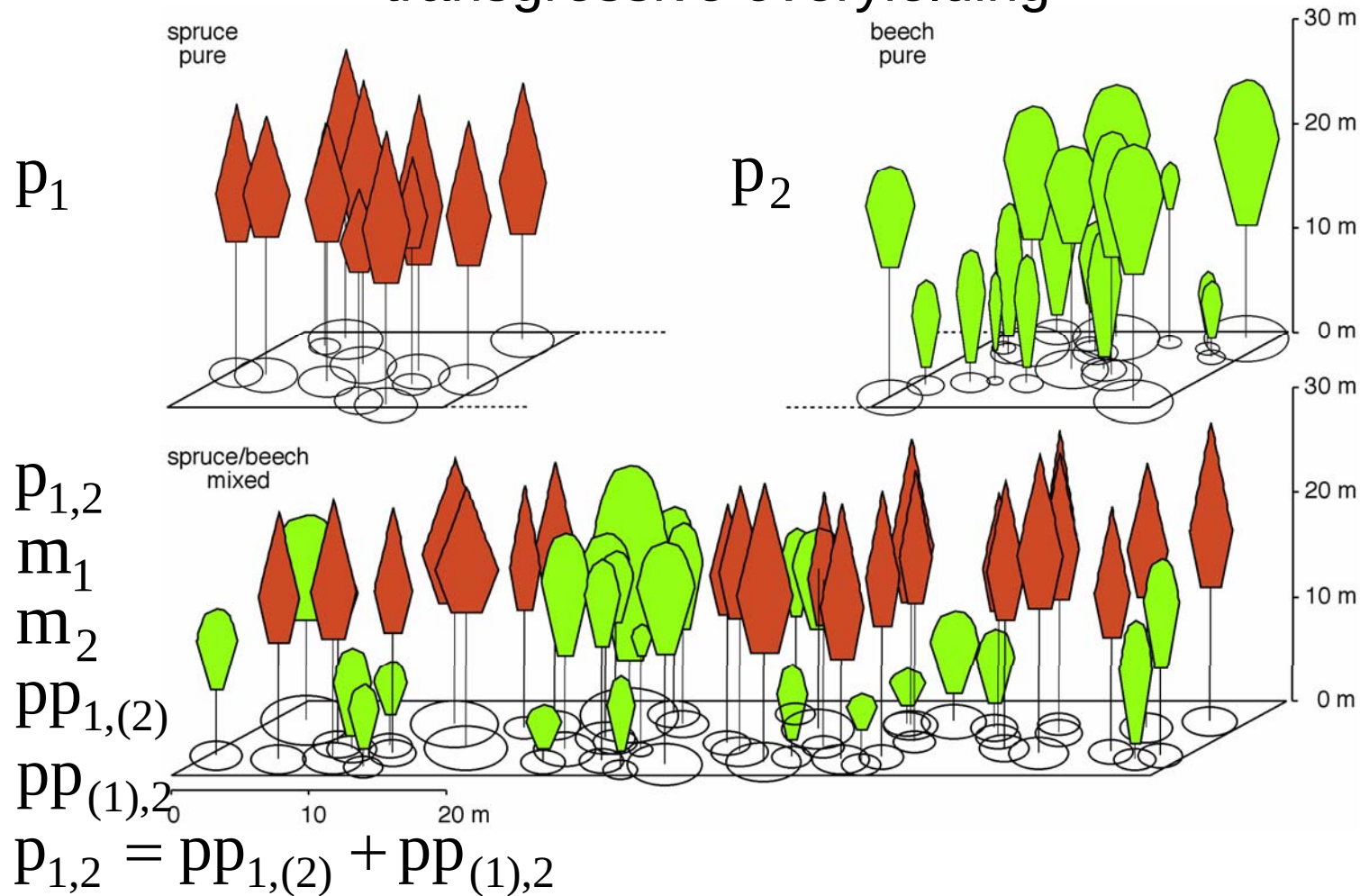


Windstabilität: Eiche > Buche > Kiefer > Fichte

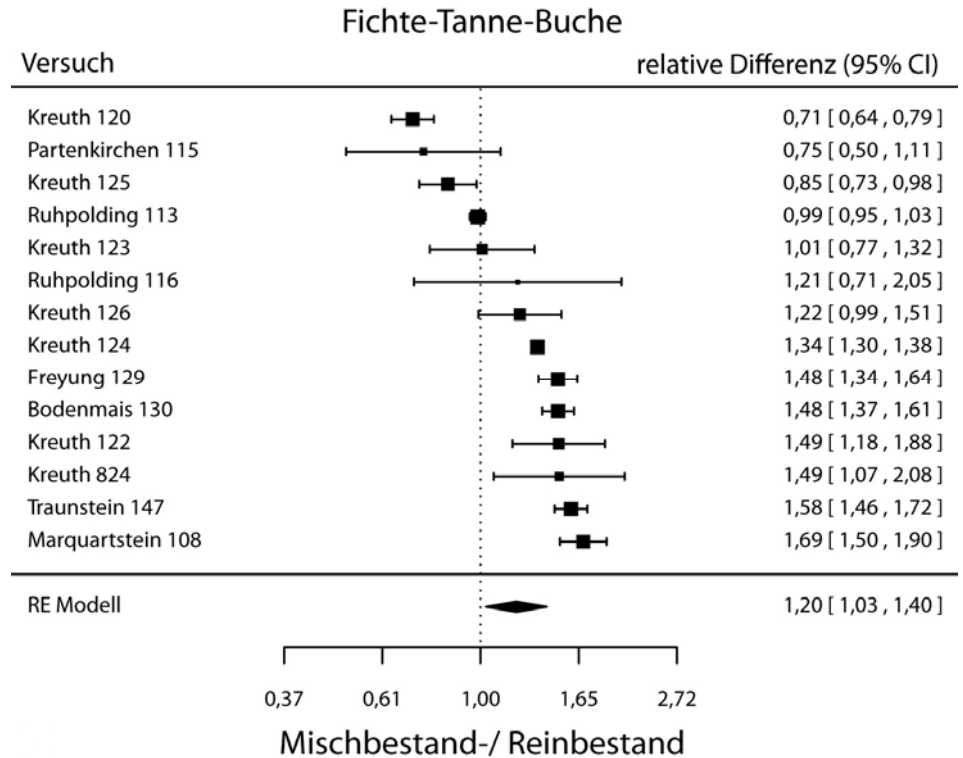
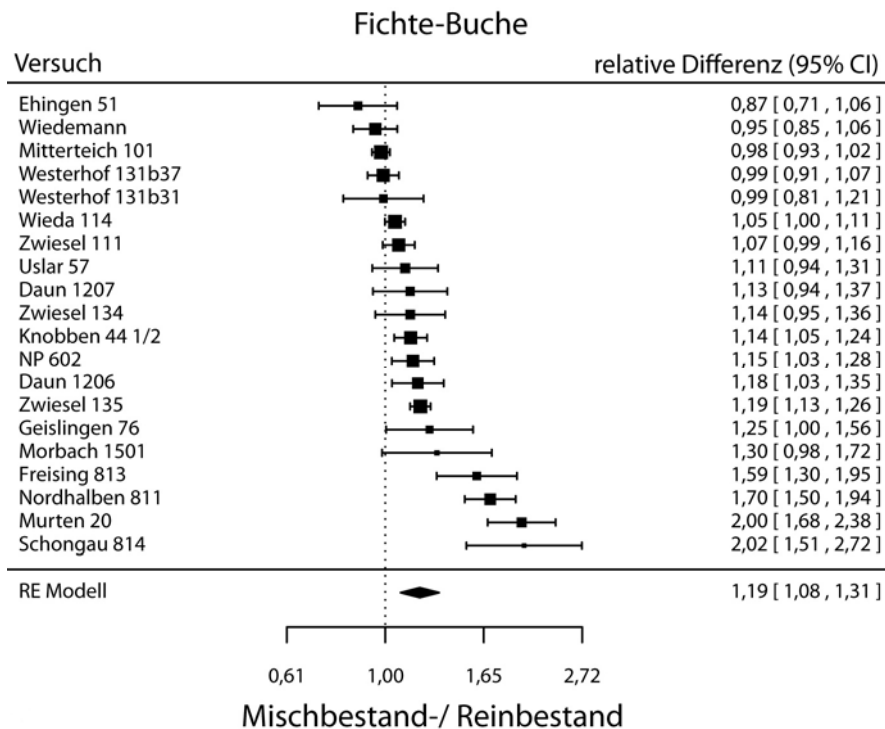


Brandl et al. (2018)
Griess and Knoke (2011)

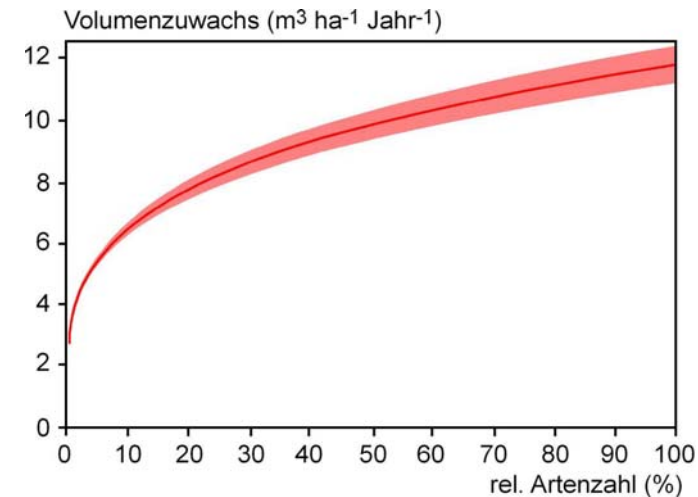
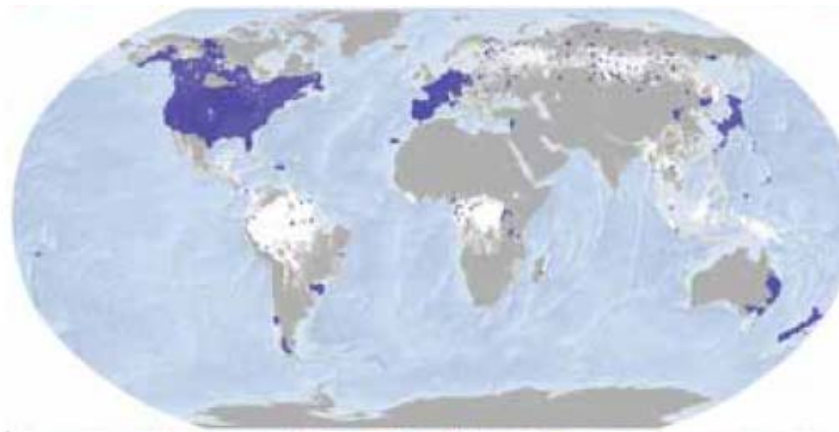
Mehrzuwächse. Quantifizierung von overyielding und transgressive overyielding



Misch- vs. Reinbestände. Ergebnisse Mehrzuwächse auf Versuchsflächen 15-25 %



Produktivität von Mischbeständen weltweit (oben) und in Mitteleuropa (unten)

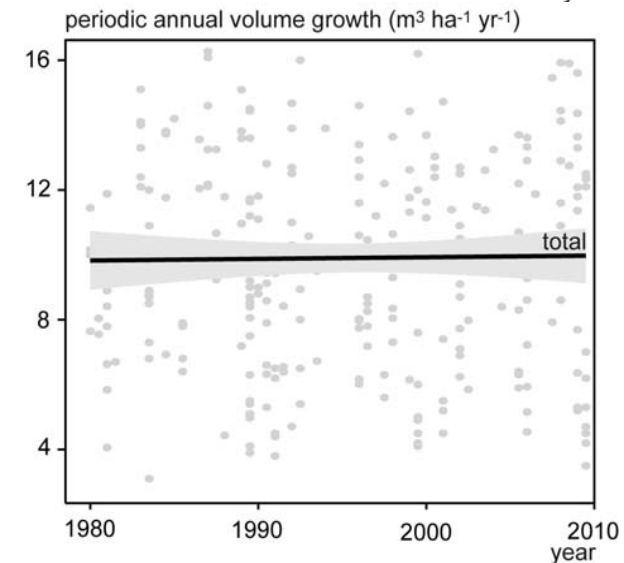
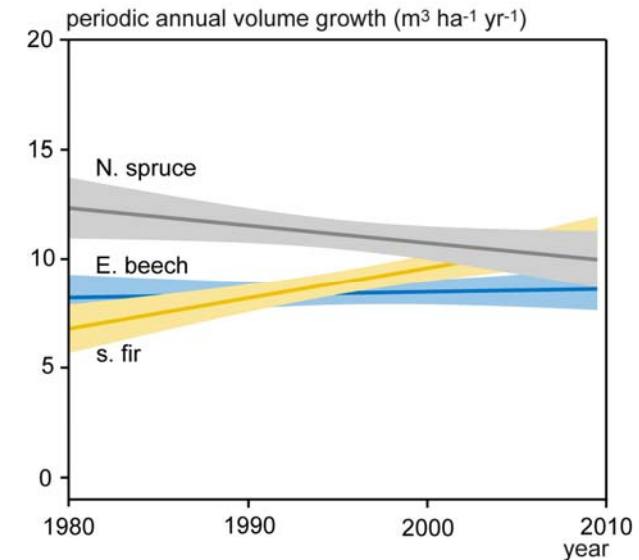
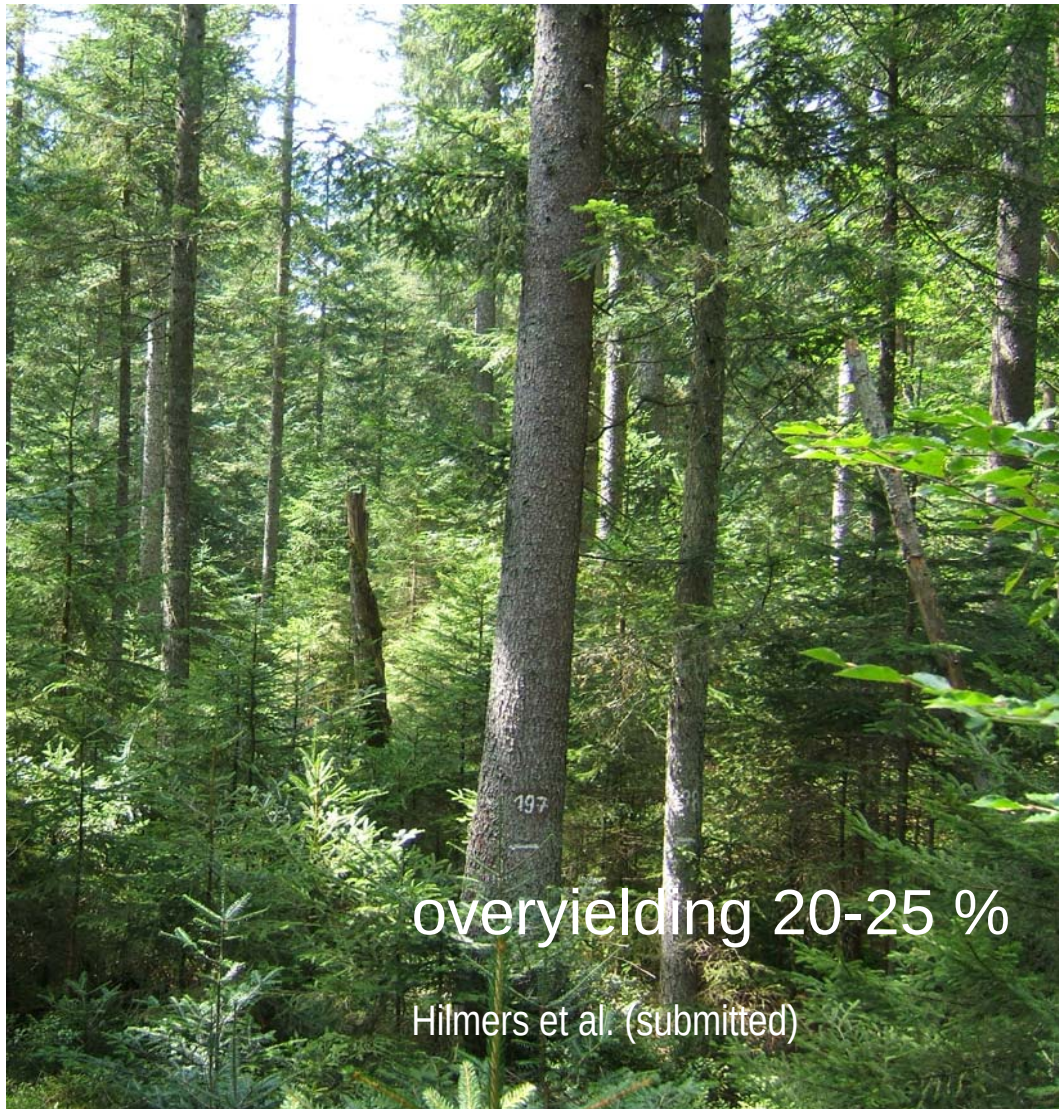


Liang, J. et al (2016) Positive Biodiversity-Productivity Relationship Predominant in Global Forests, Science, 354 aaf8957, DOI:10.1126/science.aaf8957

Baumarten-kombination	Fichte/Buche	Kiefer/Buche	Eiche/Buche	Buche/Dougl.	Kiefer/Fichte	Lärche/Fichte	Fichte/Tanne	Mittel
Erhöhung ($\pm$ SE) in %	21 ($\pm$ 3)	30 ($\pm$ 9)	20 ($\pm$ 3)	11 ($\pm$ 8)	21 ($\pm$ 11)	25 ($\pm$ 6)	13 ($\pm$ 6)	
Korrekturfaktor	1,10	1,20	1,10	1,10	1,20	1,20	1,10	1,10

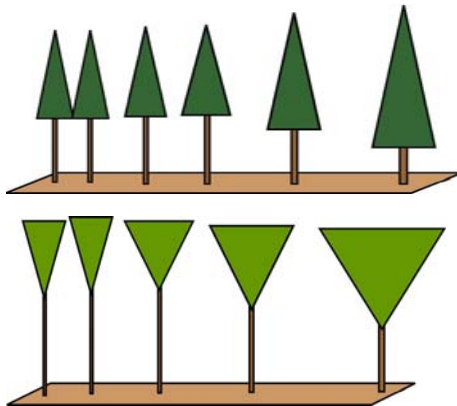
Pretzsch (2016) Ertragstafel-Korrekturfaktoren für Umwelt- und Mischungsgeffekte, AFZ Der Wald, 14/2016: 47-50

Overyielding and growth stability of the n=105 CLIMO study # 1 spruce-fir-beech stands

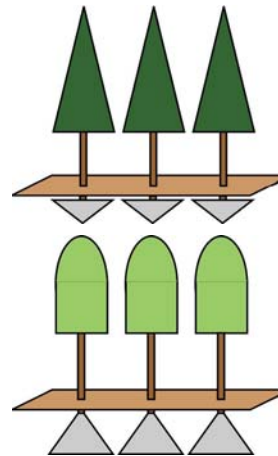


Vorteile durch Komplementarität in Mischbeständen

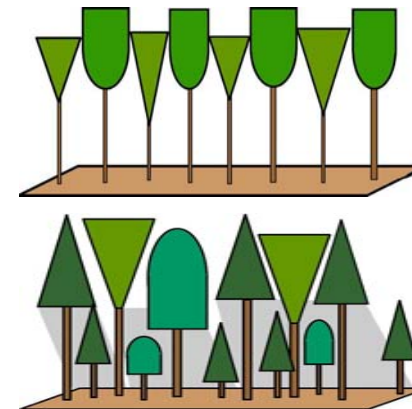
unplastisch - plastic



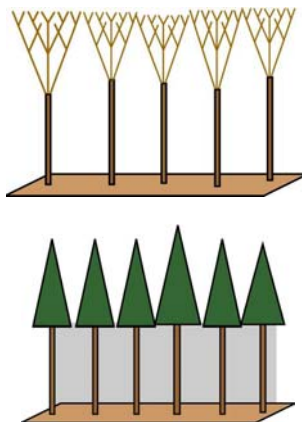
flach – tiefwurzelnd



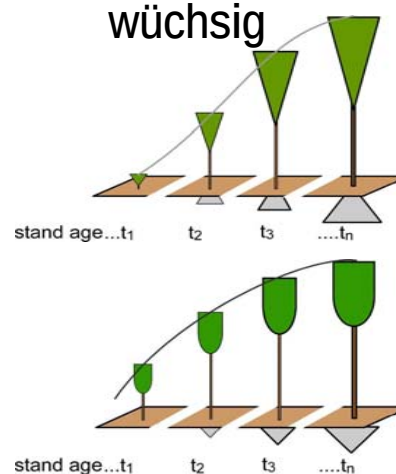
lichtbedürftig - schattentolerant



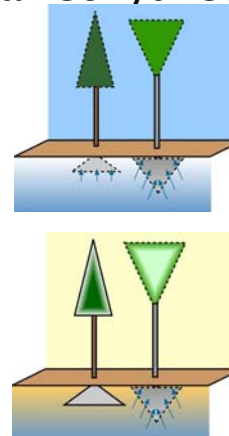
saisonal - immergrün



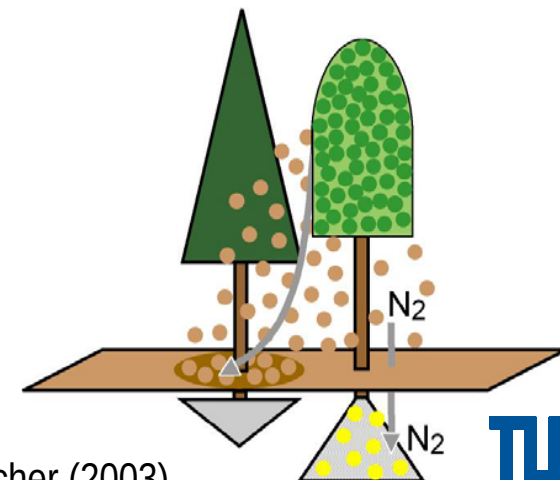
langsam- schnell-
wüchsig



isohydrisch-
aniso-hydrisch

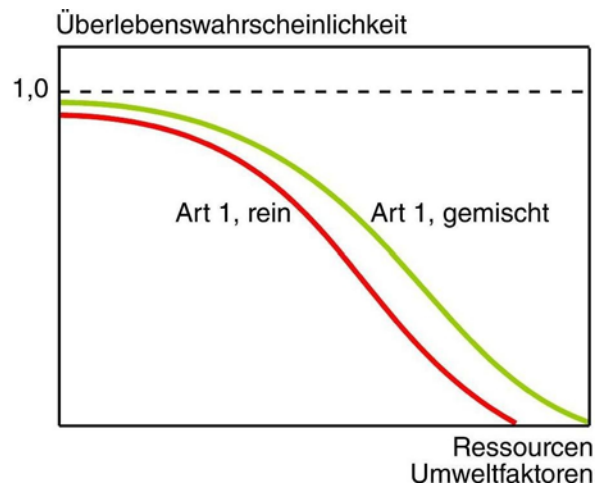


N-fixierend – nicht fixierend

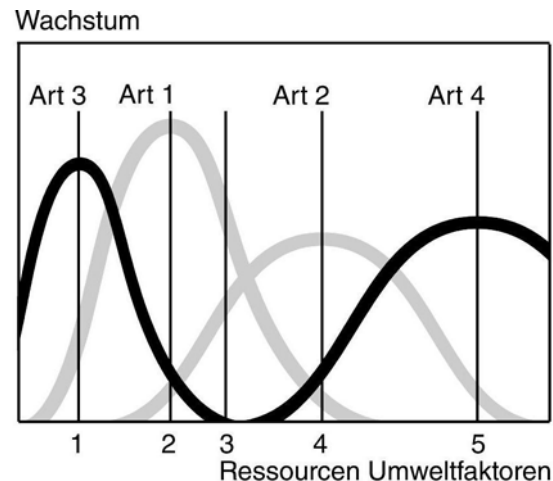


Ammer (2018), Pretzsch et al. (2017), Ellenberg and Leuschner (2010), Larcher (2003)

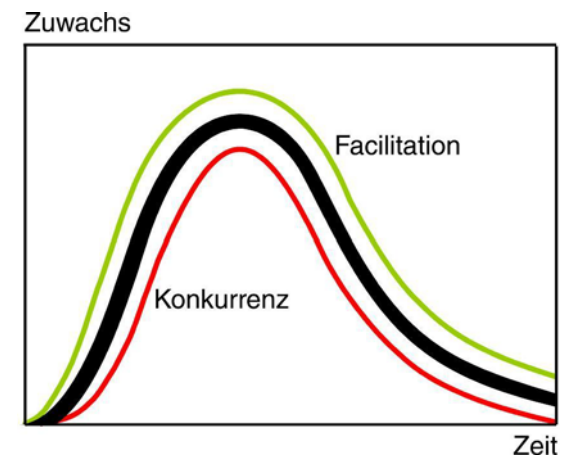
Resümee 2: Mischung kann die Resistenz, Stabilität, Produktivität und Kontinuität des Zuwaches erhöhen



Erhöhung der Überlebensw-
 scheinlichkeit, z. B.
 Fichte mit Buche,
 Fichte mit Kiefer



Mischung kann die Zuwachs-
 stabilität durch Risiko-
 streuung erhöhen



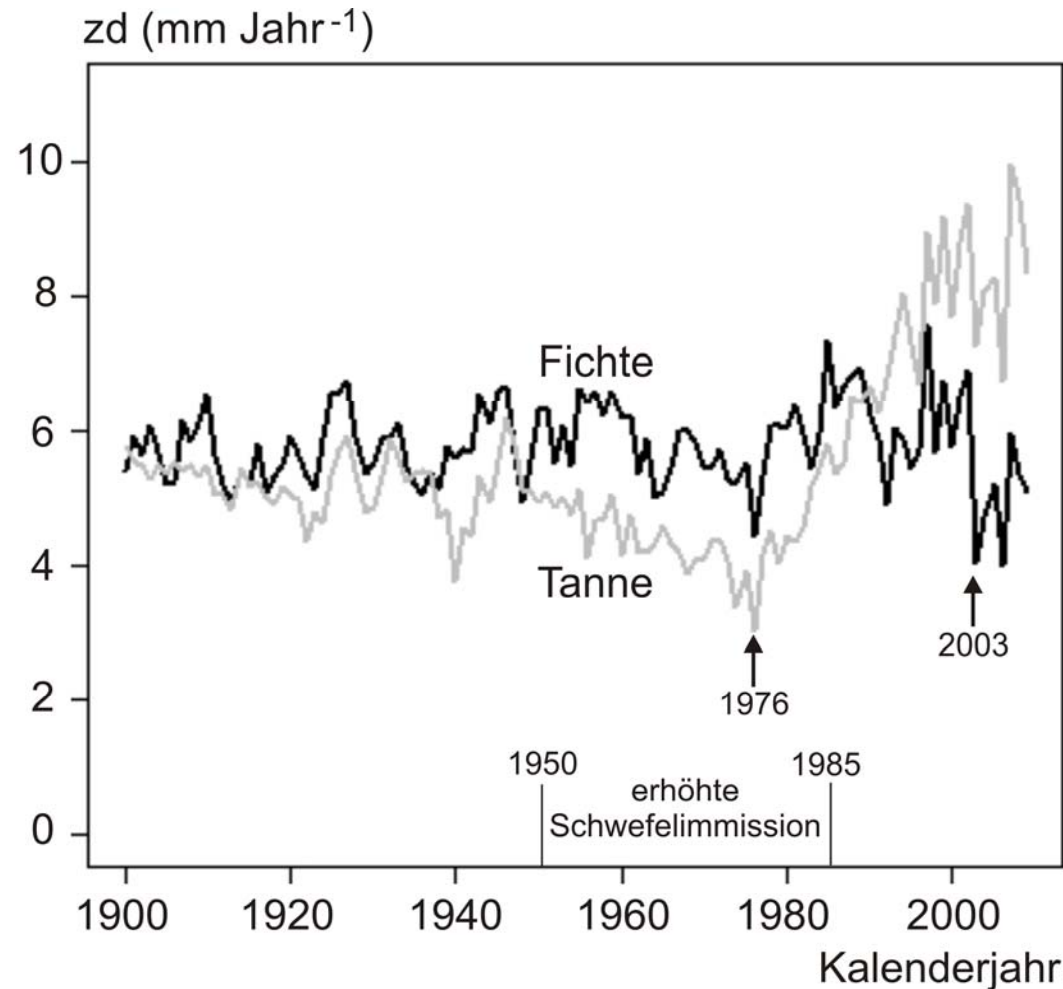
Mischung kann die Produktivität
 durch gegenseitige Förderung
 erhöhen,
 z. B. Eiche/Buche

Wachstum von Bäumen und Wäldern im Wandel. Fakten, Risiken, Konsequenzen

- 1 Großregionale Trends des Waldwachstums
- 2 Stabilität und Mehrzuwachs durch Mischung
- 3 Episodischer Stress und Erholung

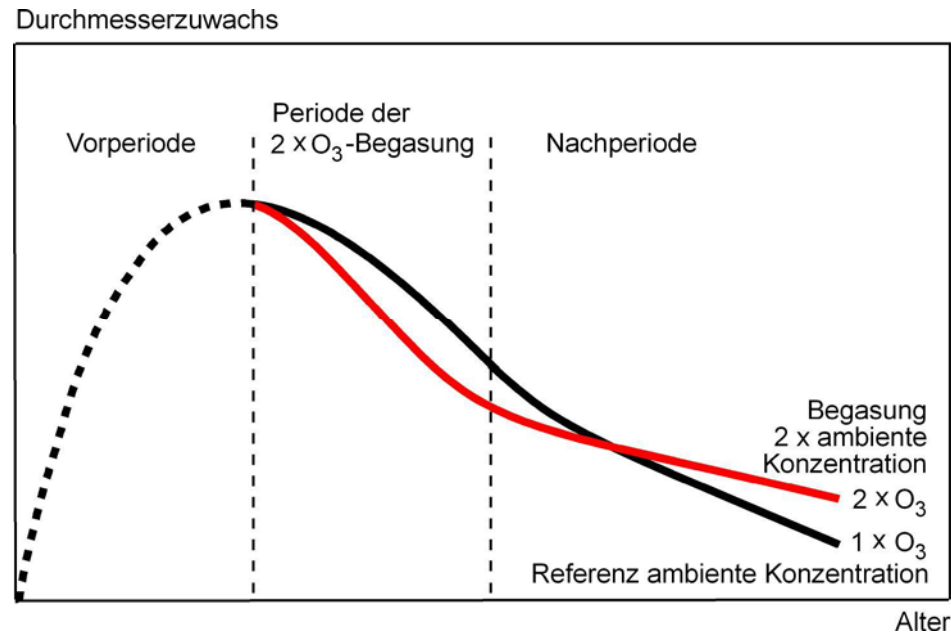
Perspektiven

Schädigung der Tanne durch Schwefelbelastung und Erholung seit den 1970iger Jahren nach Großfeuerungsanlagen Verordnung



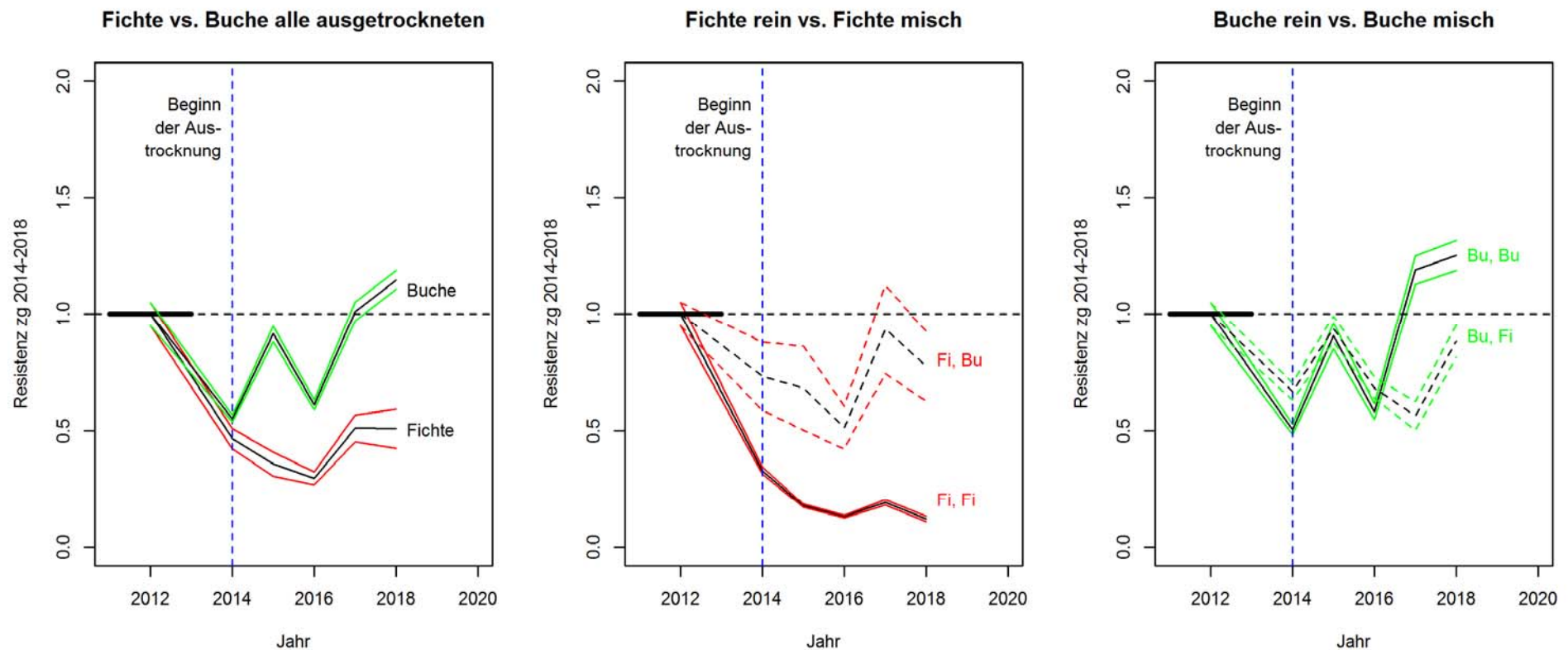
Uhl et al. 2013

Schädigung von Buchen und Fichten durch Ozonbegasung im Kranzberger Forst und Erholung nach Einstellung der Ozonbegasung



Pretzsch und Schütze 2018

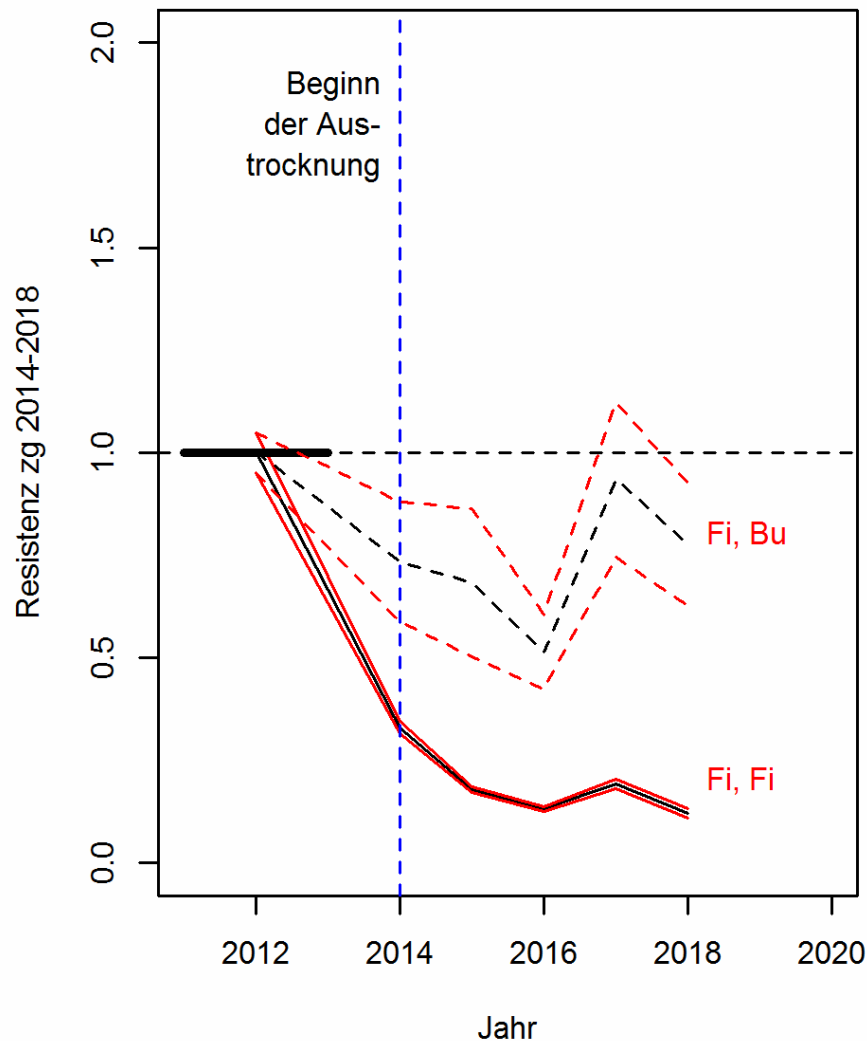
Zuwachseinbruch und Anpassungsreaktion bei 5-Jahre-langer Austrocknung von Fichten und Buchen im Kranzberger Forst



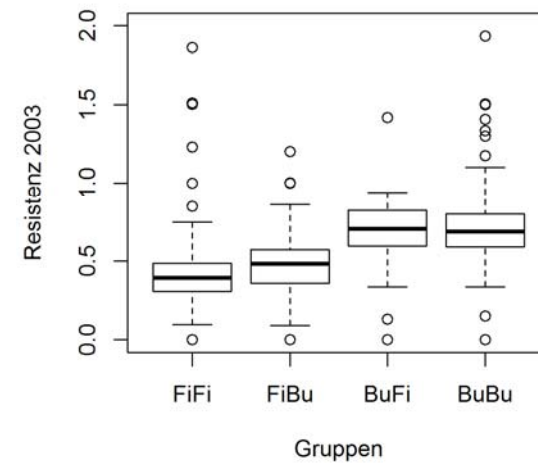
Pretzsch et al. 2019

Resistenz tendenziell bei inter-spezifischer Nachbarschaft höher als bei intra-spezifischer Nachbarschaft

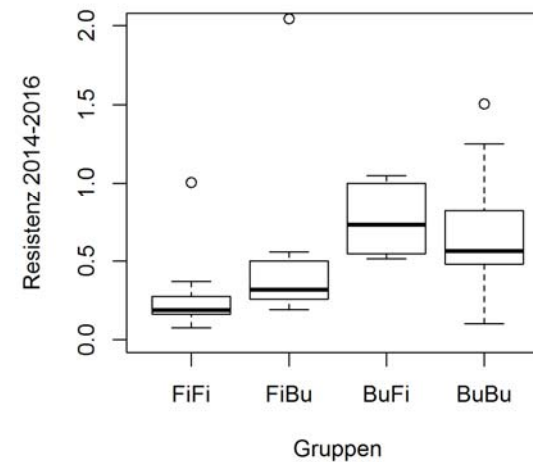
Fichte rein vs. Fichte misch



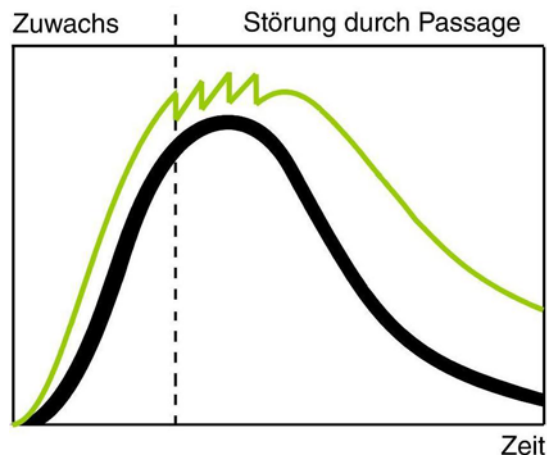
Resistenz 2003



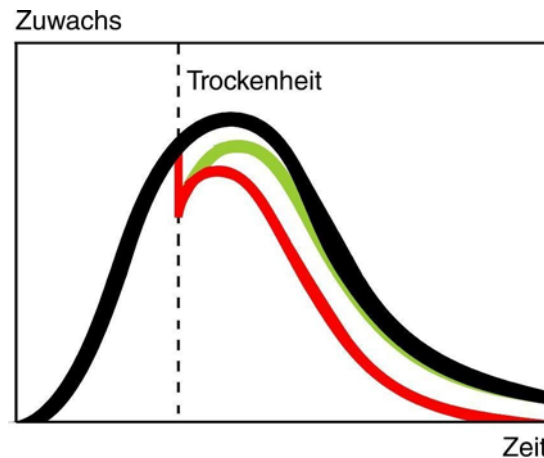
Resistenz 2014-2016 alle ausgetrocknet



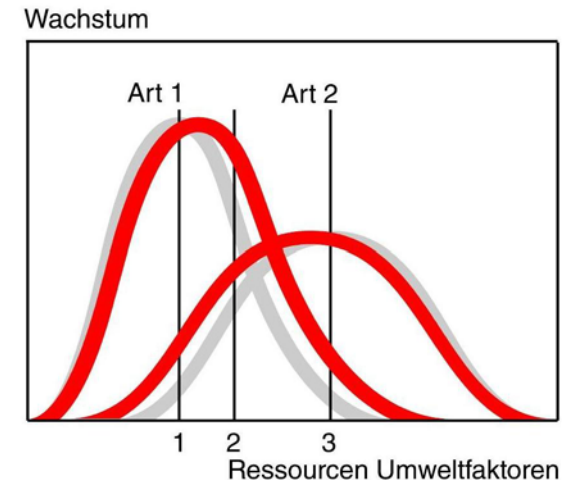
Resümee 3: Episodischen Einbrüchen kann Erholung folgen, Zuwächse können sich stabilisieren



Zuwächse liegen häufig
weit über Erwartungswerten,
Einbrüche reduzieren Zuwachs
auf normales Niveau

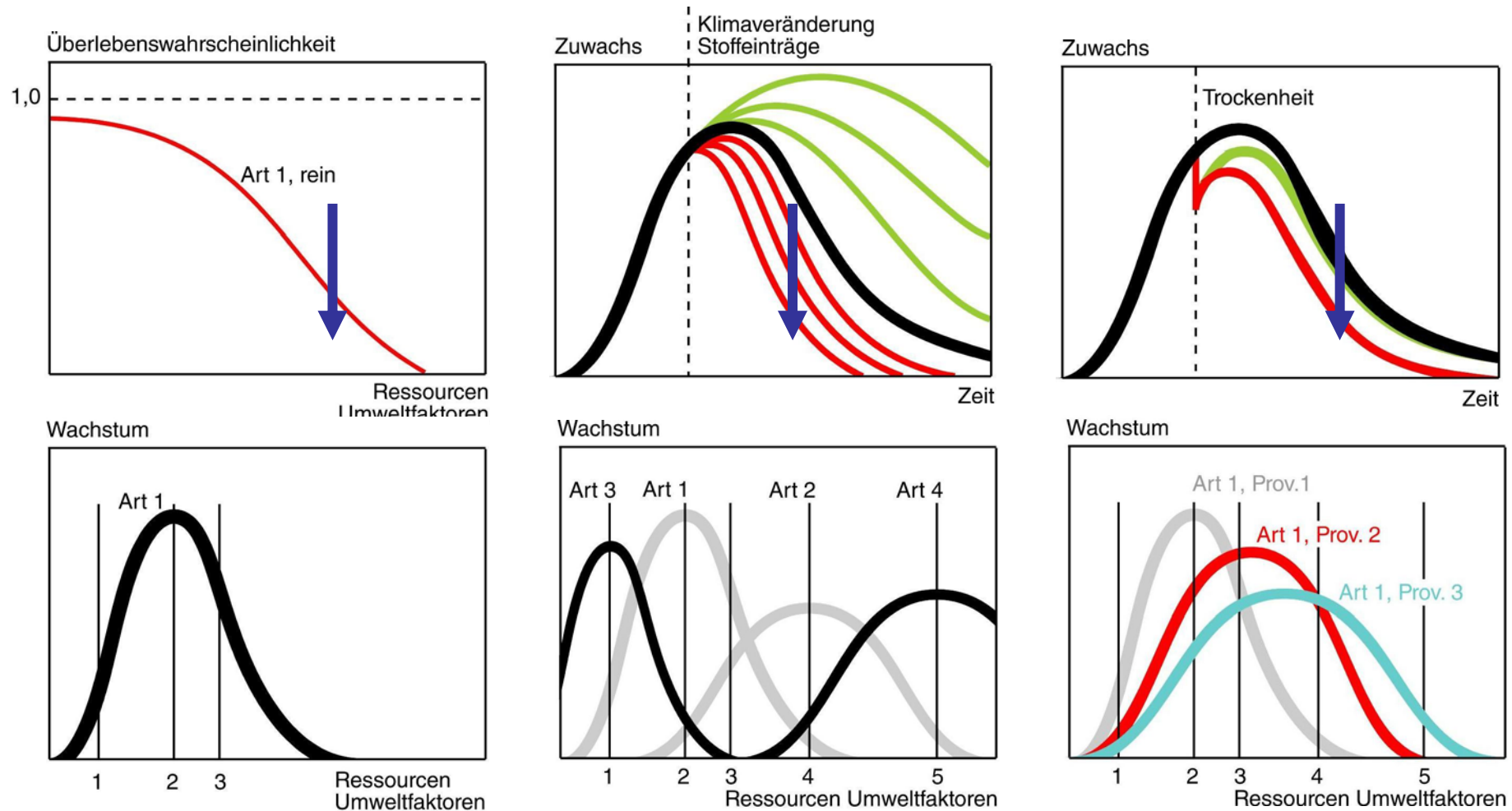


Bäume können sich in gewissem
umfang an Stress
anpassen. Episodische Ein-
brüche können überzeichnen



Mischung kann Stress-
reaktionen mindern,
z. B. Trockenstress

Konsequenzen und Perspektiven



Arten mit zukunftstauglicher ökologischer Amplitude, geeignete Provenienzen, Diversifizierung
Arten: Douglasie, Küstentanne, Schwarzkiefer, westl. Hemlock, Libanonzeder, Roteiche, Robinie, Baumhasel, Edelkastanie, Hybridpappel, Schwarznuss, Weißulme, Zerreiche



Mein Dank geht an

Hermann Spellmann, NW-FVA Göttingen

Hans-Peter Ehrhart, FAWF Trippstadt

Ulrich Kohnle, FVA Freiburg

Andreas Zingg, WSL Birmensdorf

Axel M. Jensen, Royal. Vet. Kopenhagen

Kamil Bielak, Universität Warschau

für die Bereitstellung wertvoller

Datensätze von langfristigen

Mischbestandsversuchen

und EU, DFG, BayStMinELF und BaySF

für die finanzielle Förderung des

Ertragskundlichen Versuchswesens