



Waldbauliche Möglichkeiten zur Anpassung urbaner Wälder an den Klimawandel – Waldpflege in Zeiten von Hitze und Trockenheit

universität freiburg

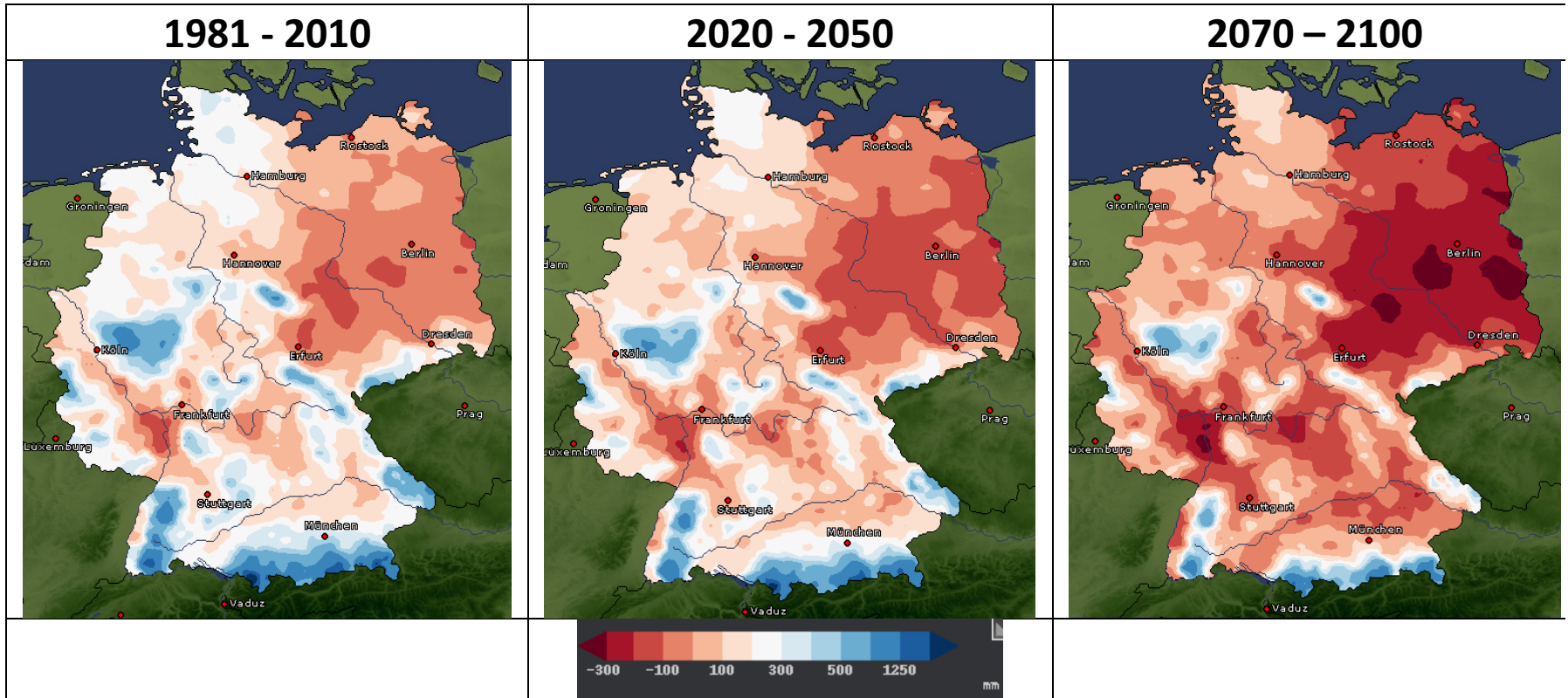
Jürgen Bauhus
Professur für Waldbau

Überblick



- Was sind die gegenwärtigen Herausforderungen?
- Wie können wir bestehende Wälder resilienter gestalten? – Waldpflege, Grundwasserentnahme
- Wie können wir in Zukunft Wälder verjüngen?
- Schlussfolgerungen

Klimatische Wasserbilanz heute und zukünftig.



Klimaprojektionen mit dem Emissionsszenario RCP8.5/GCM STARS. Die klimatische Wasserbilanz ist die Differenz aus der Niederschlagssumme und der Summe der potenziellen Verdunstung.

[http://www.klimafolgenonline.com/.](http://www.klimafolgenonline.com/)

Zunahme der Störungen und ihrer Wechselwirkungen in Europa

Feuer



Foto: Siegener Zeitg.

Windwurf



Insektenkalamitäten



Biomasse,
Bestandesdichte

Baumalter,
Biomasse

Blattflächenindex
Biomasse



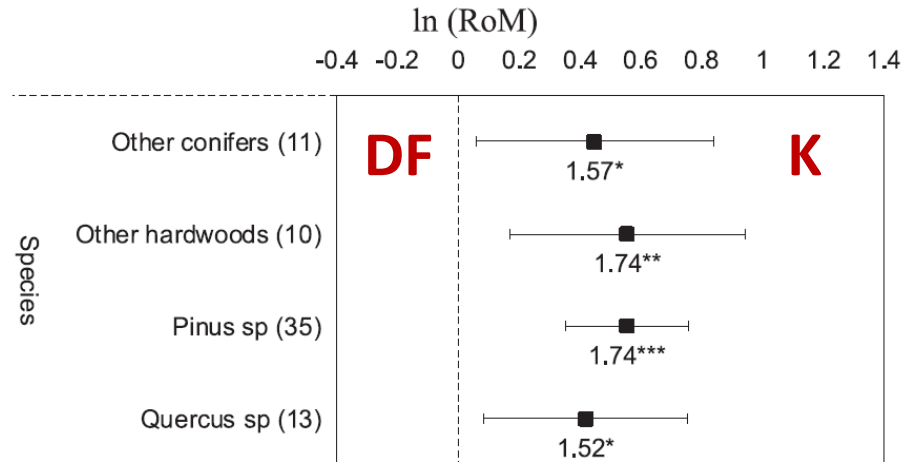
Anpassungsoption Waldpflege

Hypothesen zur Auswirkung der Bestandespflege (Standraumerweiterung) auf Wachstum und Mortalität

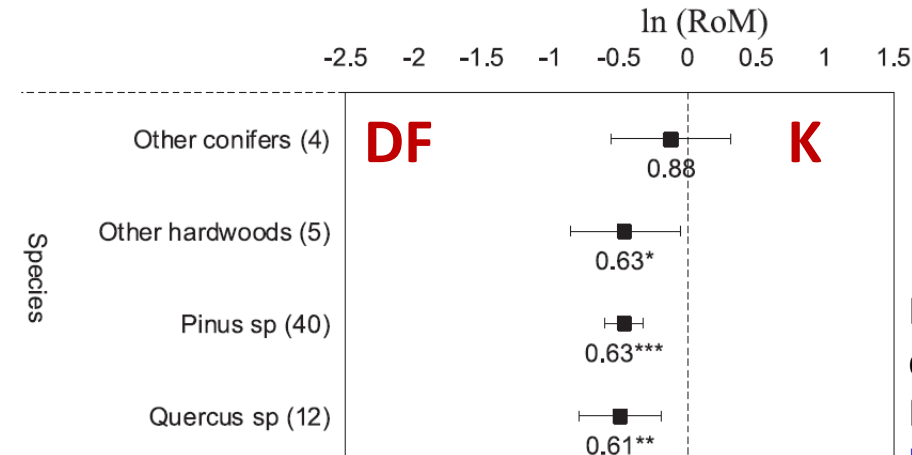


- Erhöhtes Wurzel-Spross-Verhältnis
- Mehr verfügbares Bodenwasser pro Einheit Blattfläche
- Bessere Ernährung, höhere Wassernutzungseffizienz
- Höhere Speicherung von Reservestoffen
- Erhöhte Evapotranspiration nach Durchforstung
- Größere Kronen der einzelnen Bäume
- Vermehrte Entwicklung von konkurrierendem Unterwuchs

Meta-Analyse zur Auswirkung von Durchforstung auf hydrologische Variablen (Del Campo et al. 2022)



Bestandestranspiration

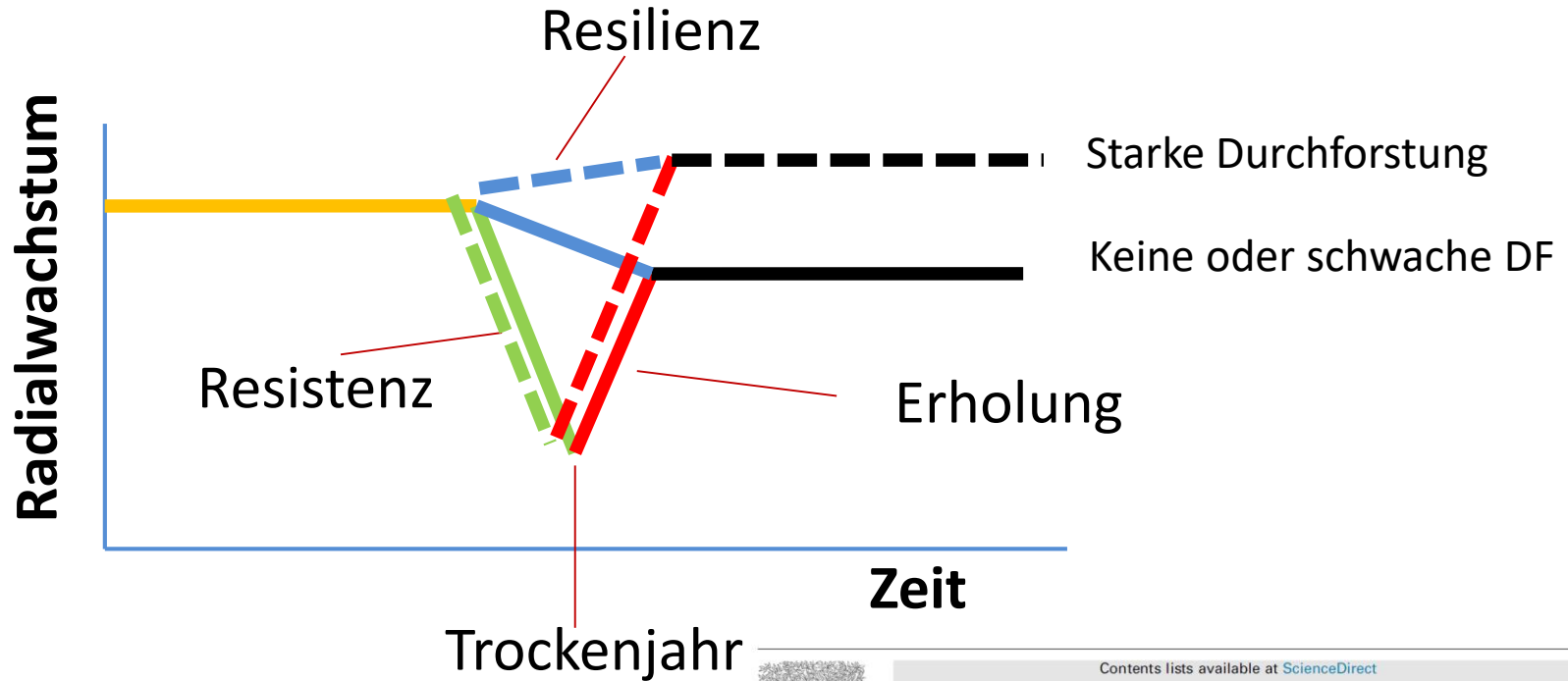


Saftfluss in Einzelbäumen

Mittlere Effektgrößen (ln (RoM) ist der natürliche Log des Verhältnisses Mittelwert-Kontr./Mittelwert-Durchf. Positiver Wert: Kontrolle > Durchforstung

<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120324>

Typische Reaktionen des radialen Baumwachstums auf starke Trockenheit in unterschiedlich intensiv durchforsteten Beständen



Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Forest Ecology and Management

journal homepage: www.elsevier.com/locate/foreco



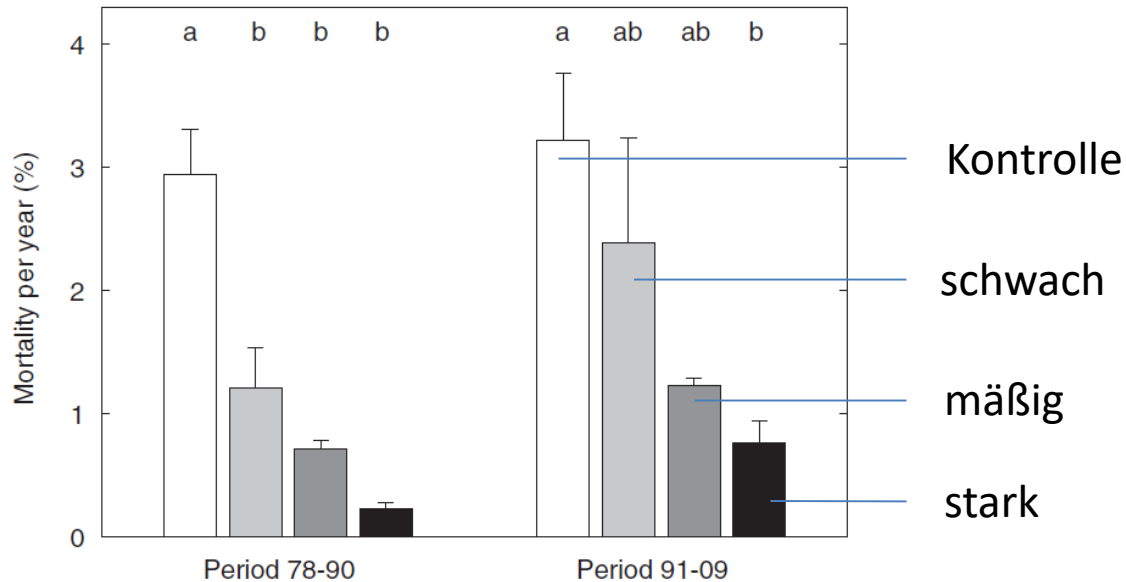
Potential of forest thinning to mitigate drought stress: A meta-analysis

Julia A. Sohn ^{*,1}, Somidh Saha ¹, Jürgen Bauhus

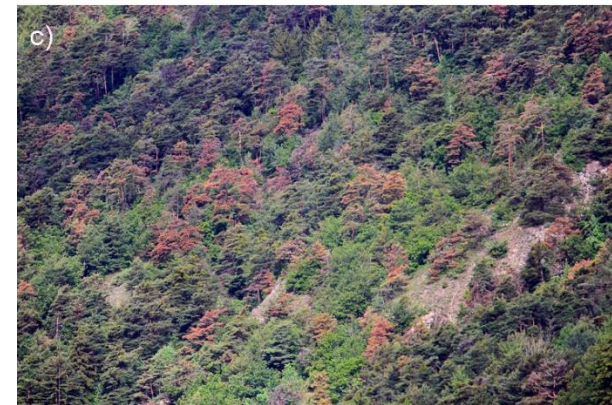
Chair of Silviculture, University of Freiburg, D-79085 Freiburg, Germany



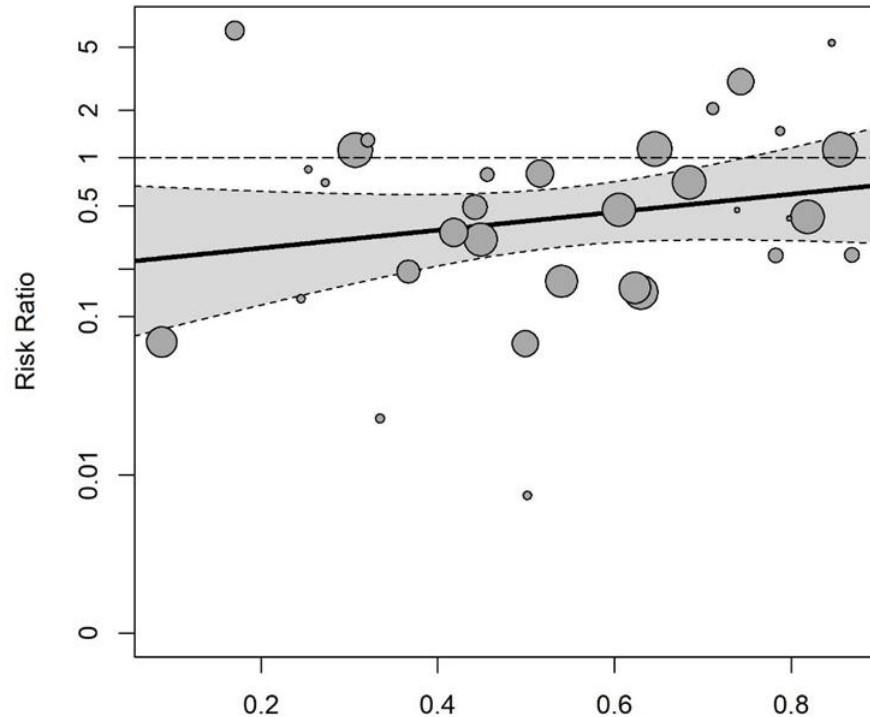
Durchforstung und trockenstressbedingte Mortalität in Kiefern



Jährliche Mortalitätsraten für unterschiedlich intensiv durchforstete Kiefernbeständen in der Südschweiz in zwei Beobachtungsperioden.



Der Einfluss der Durchforstung auf trockenheitsbedingte Sterblichkeit (Willig unveröff. Meta-Analyse)




Verhältnis der Bestandesdichte zwischen durchforsteten und nicht durchforsteten Beständen

Auswirkung einer starken Durchforstung auf die Sterblichkeit in den Beständen in Inventurperiode mit dem trockensten Jahr, das für jeden Versuch aufgezeichnet wurde.

Risk ratio: Verhältnis der Sterblichkeitsrate in durchforsteten Beständen im Vergleich zur Kontrolle.

Vor Dürre: 0.329
Während/nach Dürre: 0.246

Das Problem großer alter Bäume im Klimawandel

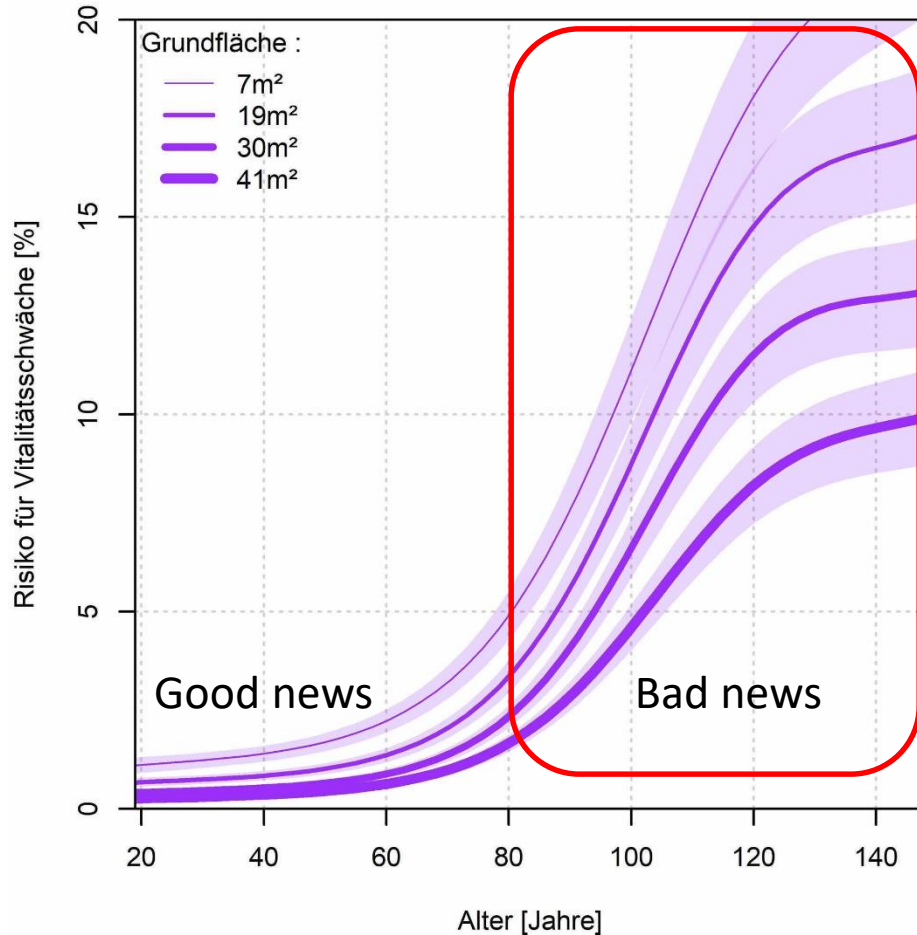
- 
- Geraten schneller unter Trockenstress und werden dadurch anfällig gegenüber sekundären Schädlingen und Krankheiten
 - Mortalität alter Bäume hat signifikant zugenommen

Sollten Wälder geschlossen bleiben, um vor Austrocknung und Hitze zu schützen?

- Waldinnenklima
- Transpiration
- Mortalität
- Biodiversität
- Vorverjüngung als Versicherung

Vitalitätsverluste der Buche in Nordostdeutschland

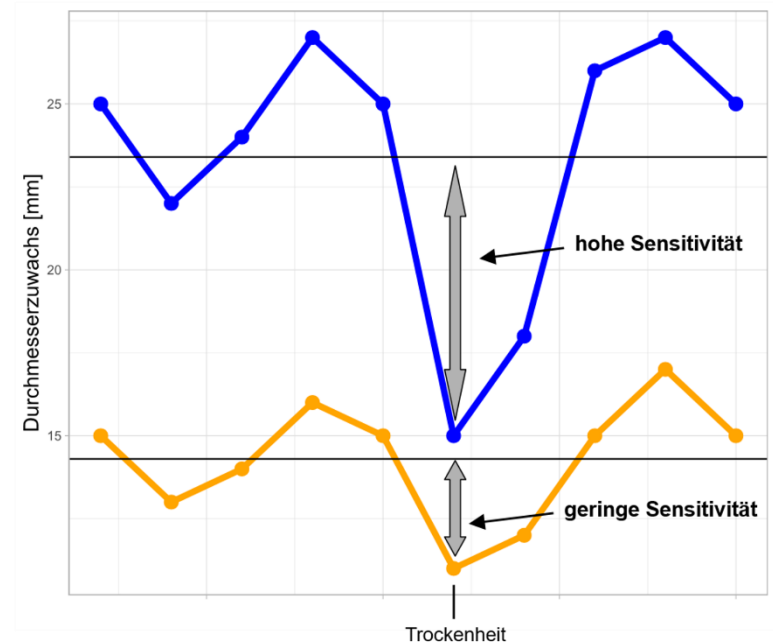
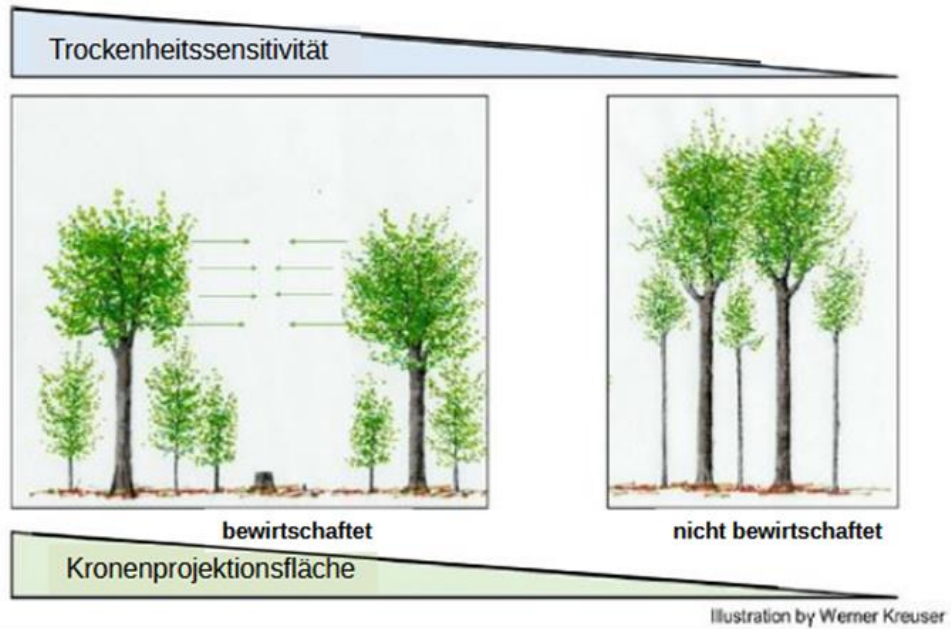
(Thurm et al. 2022)



Diese Bestände haben i. d. R. ein anderes Durchforstungsregime erfahren als die jungen Bestände jetzt.

Hier sprechen wir nicht mehr über unmittelbare Durchforstungseffekte.

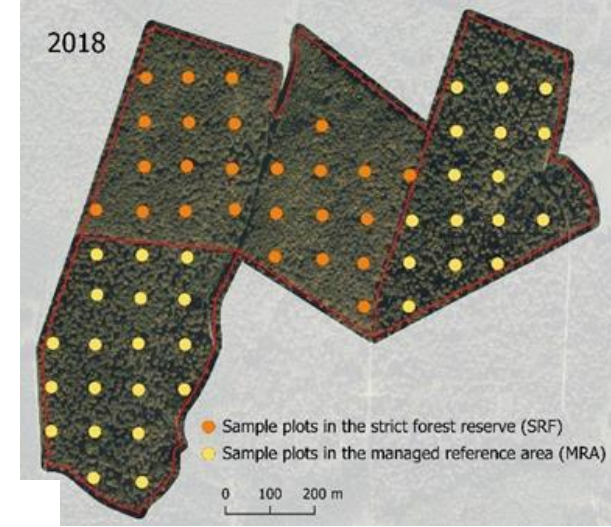
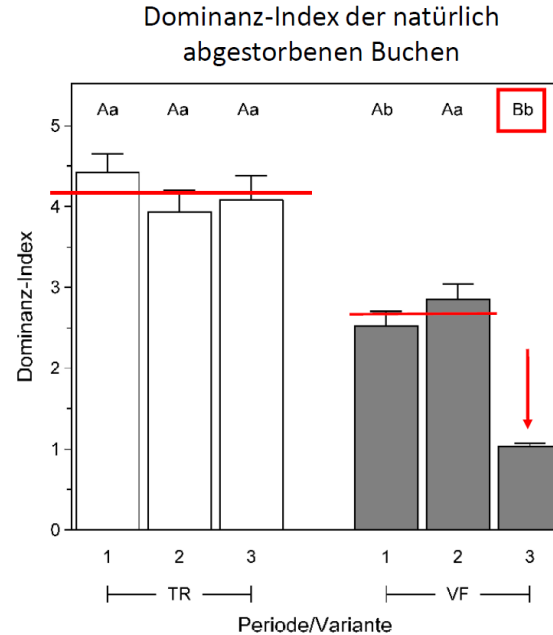
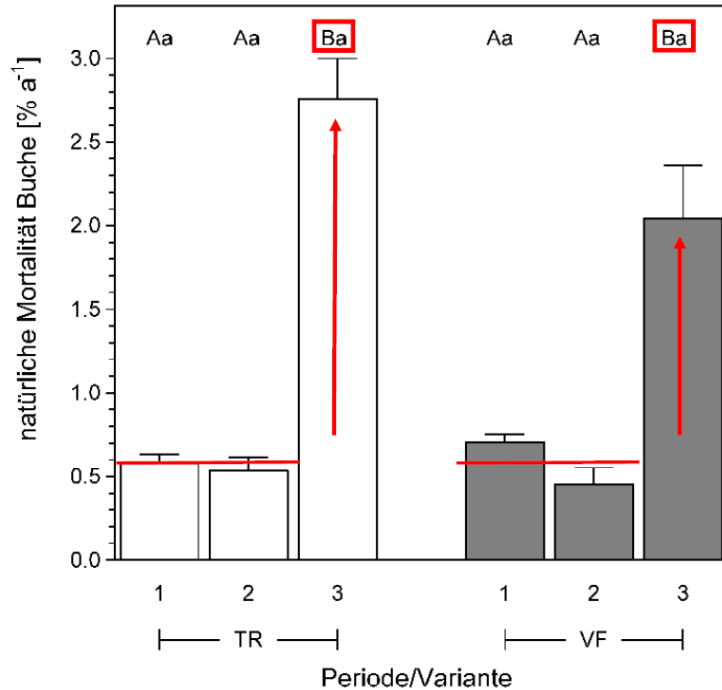
Es braucht die richtigen Indikatoren: Sensitivität allein ist ungeeignet



Mausolf et al. 2018

Vergleich der Mortalität der Buche- zwischen hessischen Naturwaldreservaten und Wirtschaftswäldern (Meyer et al. 2022)

Natürliche Mortalitätsraten der Buche (≥ 7 cm BHD) pro Zeitraum in bewirtschafteten Referenzflächen (VF) und strengen Waldschutzgebieten (TR).



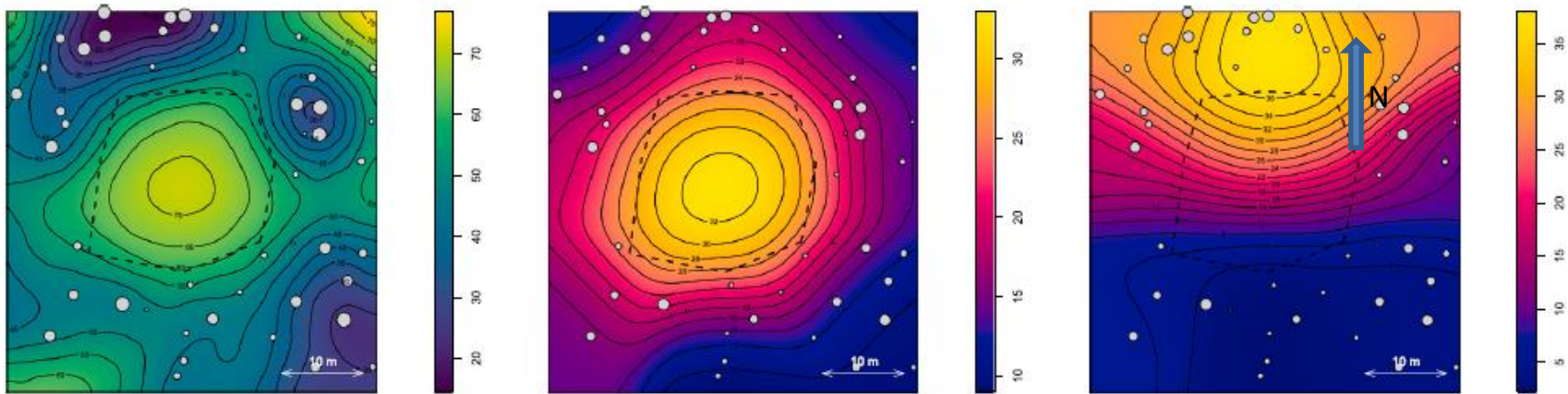
Perioden: 1) Zeit zwischen 1. und 2. Inventur, 2) Zeit zwischen 2. Inventur bis 2017 und 3) Dürrejahre 2018-2020. Buchstaben zeigen signifikante ($p < 0,05$) Unterschiede zwischen den Zeiträumen an.

Verjüngung und Trockenstress



Auswirkungen von Kronendachlücken auf die Ressourcenverfügbarkeit am Waldboden (Wilkens & Wagner 2021)

Rostocker Heide, 4x6 Lücken (50-600m²), Buchen gepflanzt Okt. 2017



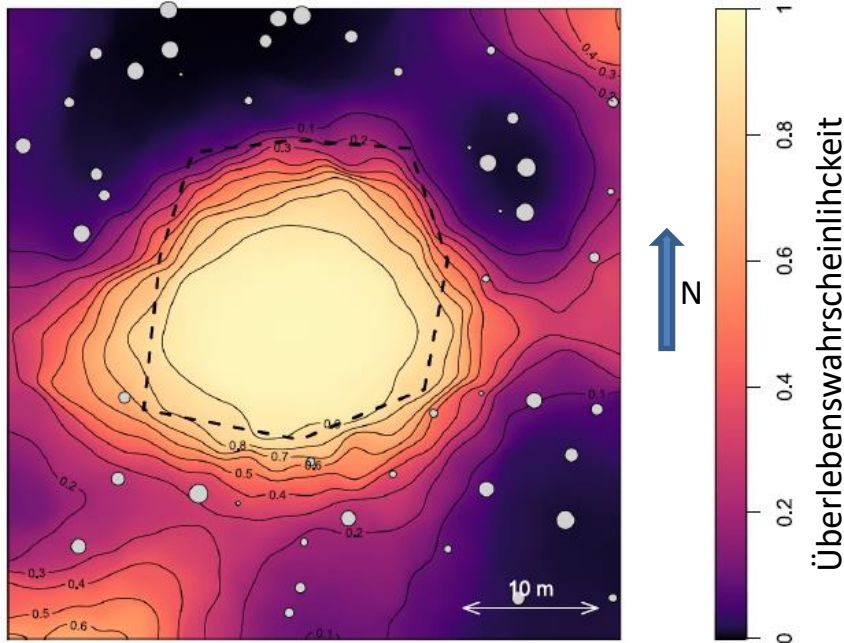
Verfügbares
Bodenwasser

Diffuse Strahlung

Direkte Strahlung

Drei verschiedene Umweltfaktoren (jeweils in % von Freifläche) in einem Buchenaltbestand [etwa 50 x 50m], der im Zentrum eine experimentelle Lücke (unterbrochene Linie; etwa 400m²) enthält; kleine graue Kreise sind die Baumpositionen der Altbuchen. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119627>

Überlebenswahrscheinlichkeit von gepflanzter Buche in derselben Lücke (Wilkins & Wagner 2021)



In der Mitte von Lücken von 400m² liegen die DIFFSF-Werte bei ca. 30% und die Verfügbarkeit der Bodenwasserresource bei etwa 65% = Überlebenswahrscheinlichkeit von etwa 90%.

Bei 200m² Lücken sind die entsprechenden Werte 22% und 50% = Überlebenswahrscheinlichkeit von etwa 45-50%.

<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119627>

Innovative waldbauliche Verfahren zur Verjüngung auf Extremstandorten



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Innovative waldbauliche Verfahren zur Verjüngung auf Extremstandorten



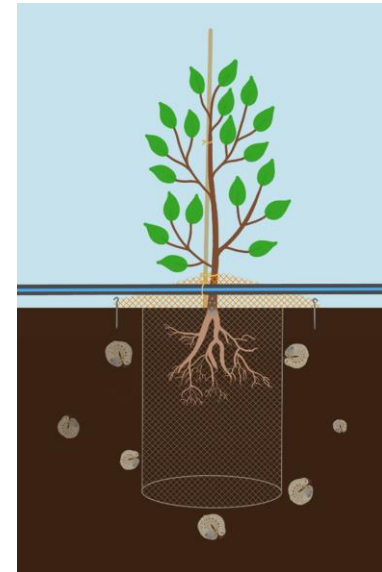
3 Standorte:

4 Baumarten:

- *versch. funktionelle Typen bzgl. Trockenstress*
- *Flaumeiche, Roteiche, Traubeneiche, Spitzahorn*

Pflanzdesign:

- *Trupp-Pflanzungen
(16-20 Pfl. je Baumart)*
- *eine Behandlung
(Bewässerung ja/nein)*
- *Wurzelschutz nested
in diesen Behandlungen*



Grundwasserentnahme unter Wald

Design:

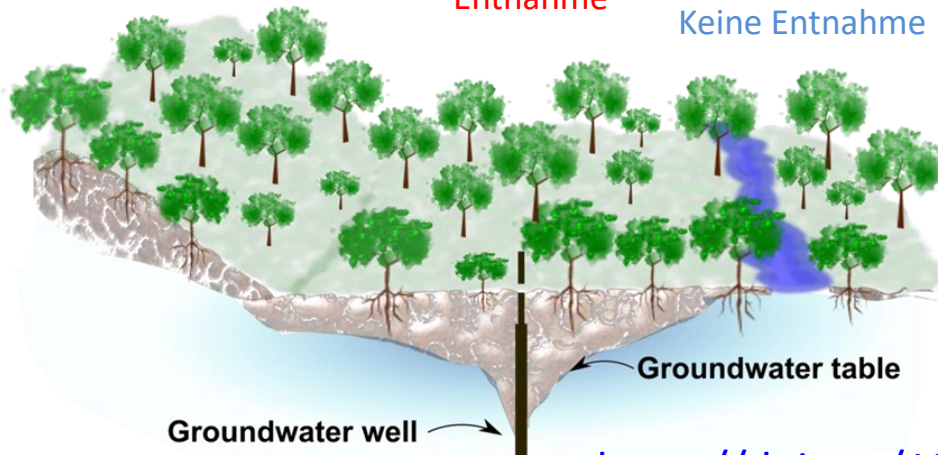
- 12 Eichenbestände mit **Grundwasserentnahme**
- 7 Bestände **ohne Grundwasserentnahme**
- 8 Bestände in Vorbergzone
- Jeweils junge und alte Bestände
- 20 Bäume pro Bestand in verschiedenen Vitalitätsklassen



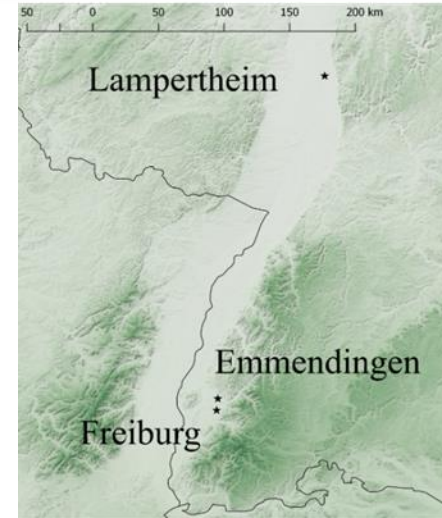
Nicht Grundwasser
beeinflusst

Entnahme

Keine Entnahme

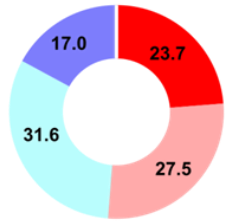


<https://doi.org/10.3389/ffgc.2019.00005>



Auswirkung der Grundwasserentnahme auf Vitalität

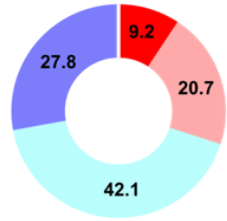
Grundwasserentnahme



Vitalitätsstufe:

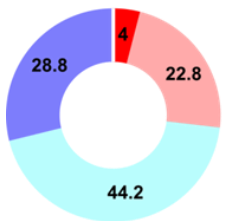


Keine Grundwasserentnahme

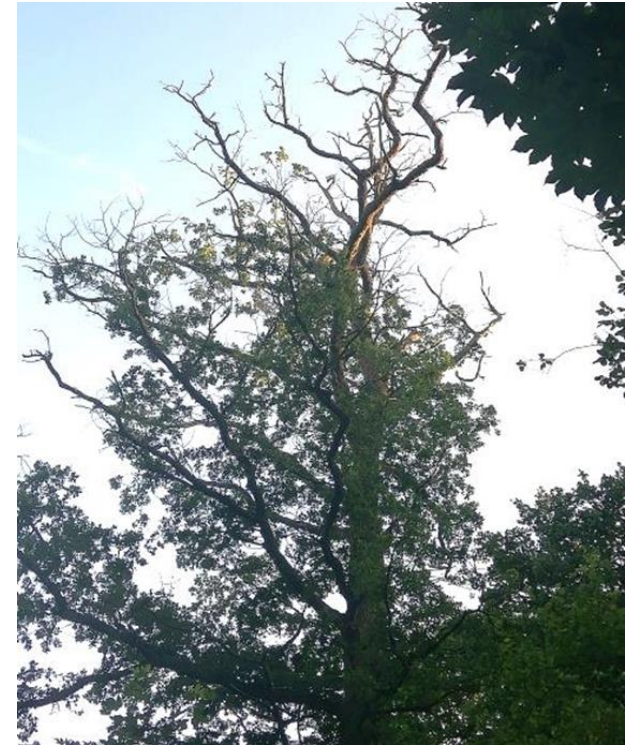


10% weniger gesunde Bäume
an Standorten mit
Grundwasserentnahme

Vorbergzone



Mehr geschwächte Bäume an
Standorten mit Grund-
wasserentnahme



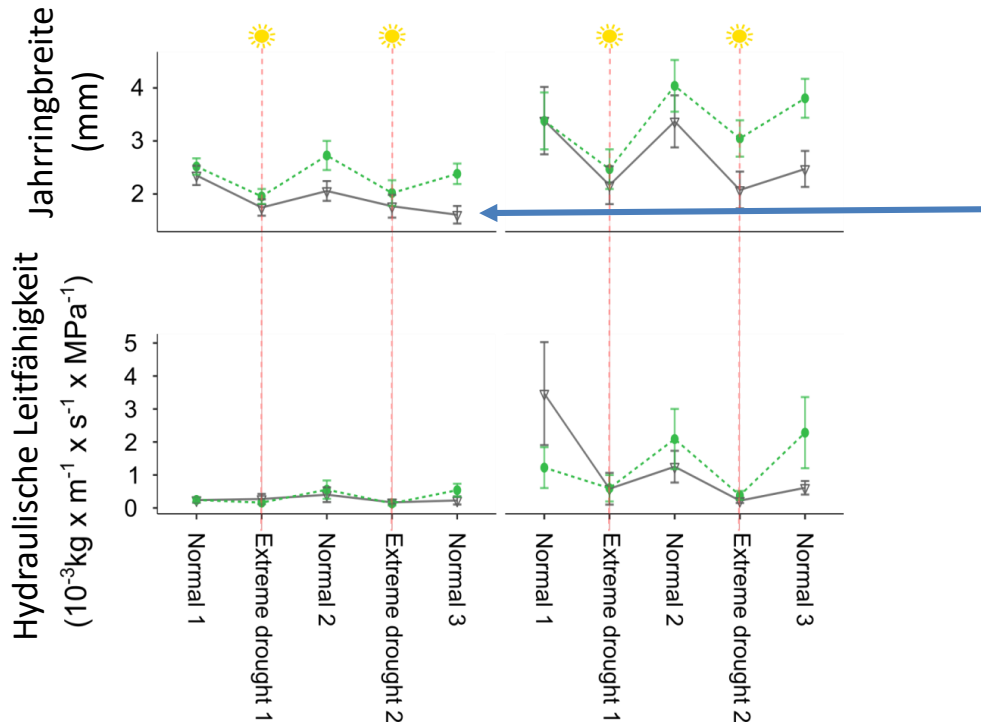
Kronenvitalität nach Roloff (2001)

Reaktion des Jahrringwachstums vitaler und geschwächter Eichen auf Standorten mit und ohne Grundwasserentnahme (Skiadareisis et al. 2021)

Vitalität

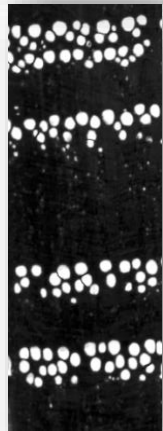
● gesund ▽ geschwächt

Grundwasserentnahme Keine Grundwasserentnahme



Geschwächte Eichen auf Standorten mit Grundwasserentnahme haben die geringste „Sensitivität“, denn sie können in günstigen Phasen nicht mit erhöhtem Wachstum reagieren = geringste Resilienz.

<https://doi.org/10.1038/s41598-021-84322-6>



Zusammenfassung

- Mäßige bis starke Durchforstungen erhöhen nicht unbedingt die Widerstandsfähigkeit des Wachstums bei extremer Dürre, aber verbessern die Erholung und Resilienz
- Mäßige bis starke Durchforstungen verbessern Wasserverfügbarkeit für Einzelbäume und erhöhen nicht die Sterblichkeit in Dürreperioden
- Stärkere Öffnungen des Kronendachs in hohen (alten) Beständen können Vitalitätsverluste und Sterblichkeit fördern.
- Risikoarme Verjüngung wird durch Schutz vor direkter Strahlung und Vermeidung von Wurzelkonkurrenz mit Altbäumen gefördert
- Grundwasserentnahme unter Wald reduziert Vitalität und Erholungsfähigkeit von Eichen



Schlussfolgerungen



- Waldpflege kann einen wichtigen Beitrag zur Erhöhung der Resistenz und Resilienz gegenüber Trockenstress leisten
- Neue Ansätze für die Ernte und Verjüngung alter Wälder erforderlich
- Grundwasserentnahme unter Wald sollte zwecks Walderhalt unbedingt reduziert werden (Wertefrage)
- Neue Lösungen für Anpassungsoptionen bedürfen intensiver und langfristiger Forschung

Wissenschaft kann nicht sagen, wie die Zukunft sein wird,
aber sie kann uns helfen, uns darauf vorzubereiten.

