



# TOP Verzicht auf Holzeinschlag

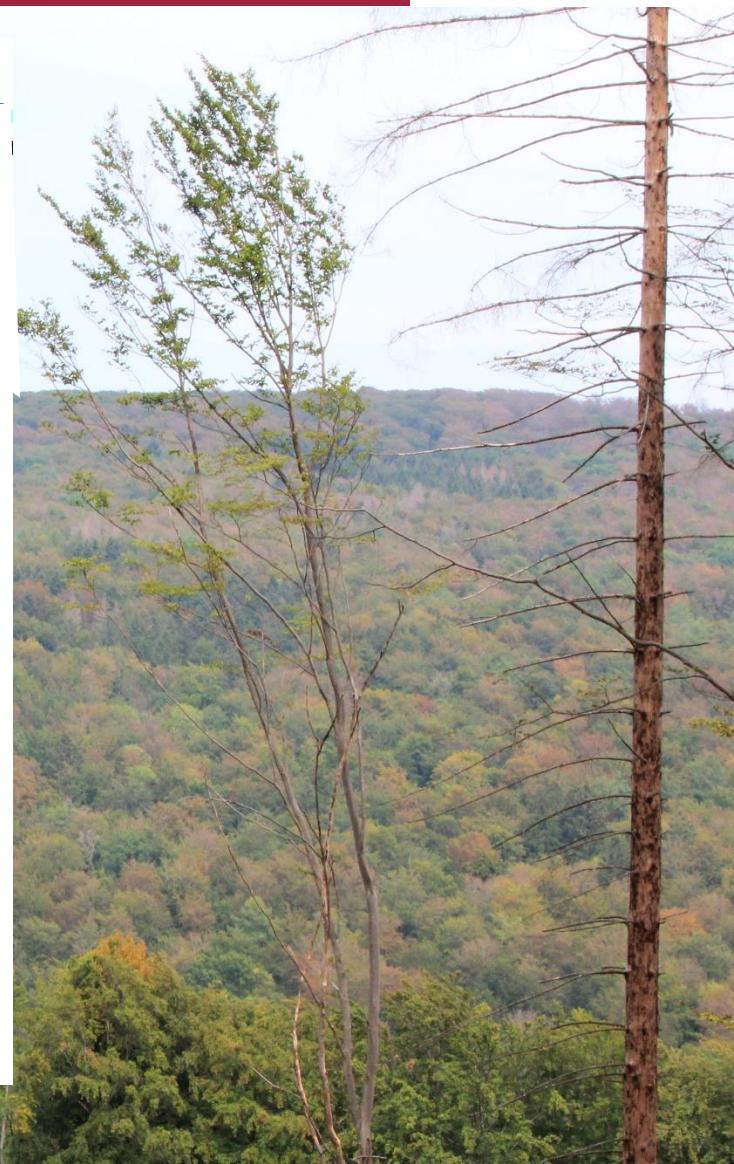
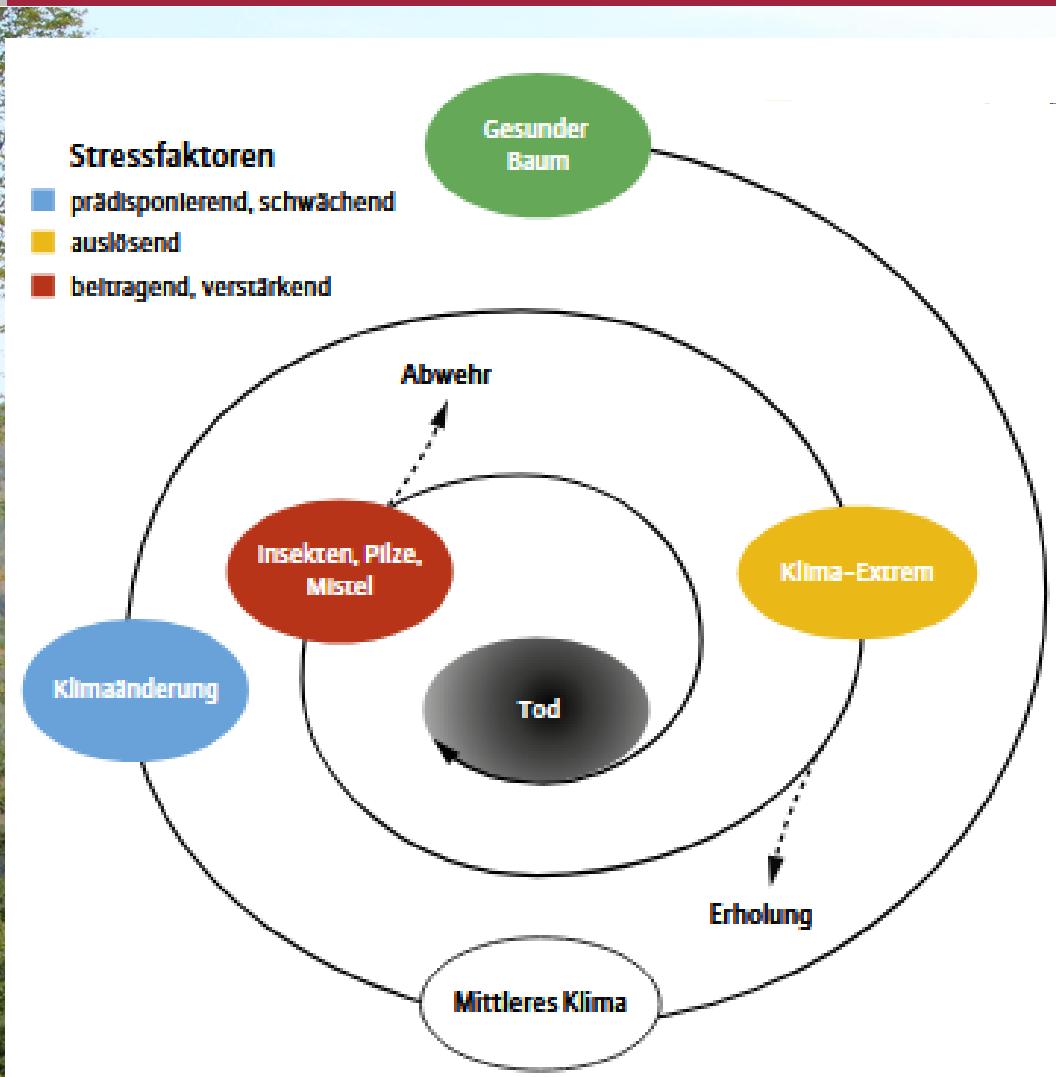
## Klimaschutzzkommission Stadt Koblenz 01.09.2020

Dr. Ulrich Matthes

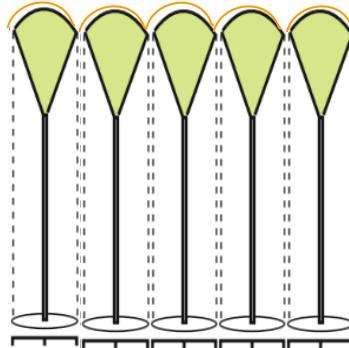
Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen  
an der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft



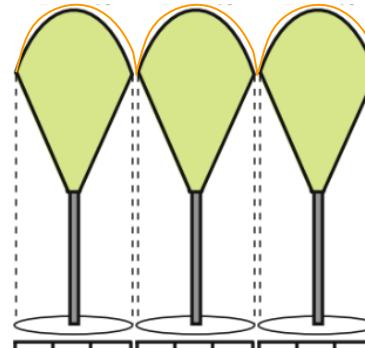
# Zum Einstieg: Wald im Klimastress



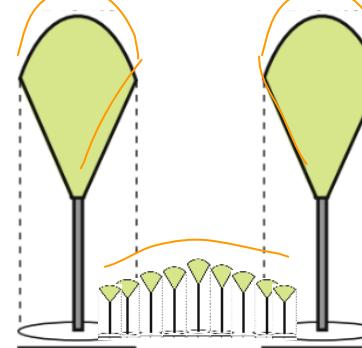
# Diskussionsgegenstand



unbehandelt



durchforstet

Baumentnahme zur Verjüngung  
(Femel- bzw. Schirmschlag)

Grafik: verändert nach  
Pretzsch H (2019) Grundlagen  
der Waldwachstumsforschung

- **Aktive Verjüngung von Laubwäldern macht Wälder anfälliger gegen Klimaänderungen (Trockenstress)**
- **intaktes Kronendach schützt** gegen den Klimawandel
- Laubbäume in **unbewirtschaftetem Wald haben kleinere Kronen**  
→ weniger Wasserverbrauch, weniger trockenstressemfindlich

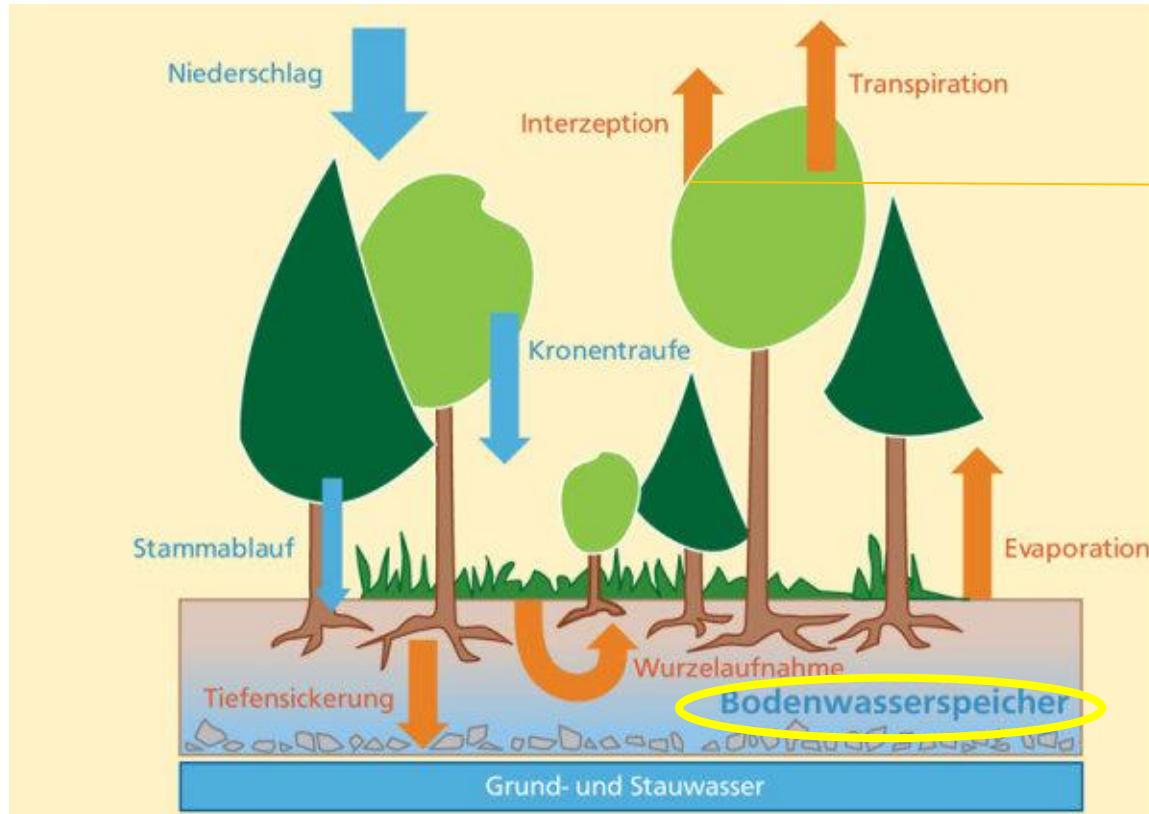
Bezugsstudien:

Scharnweber et al 2020: Tree growth at the end of the century – the extreme years 2018/19 as template for future growth conditions

Zellweger et al. 2020: Forest microclimate dynamics drive plant responses to warming

**Gibt es wissenschaftliche Belege, dass durchforstungsbedingt größere Kronen und Lücken durch Baumentnahmen Buchen (Laubbäume) anfälliger gegen Trockenstress machen?**

# Grundlage: Wasserkreislauf in Wäldern



**Interzeptionsverlust:**  
ca. 40% bei Buche  
bei 500 bis 700 mm  
Jahresniederschlag

Quelle: LWF Bayern

$$\text{Niederschlag} - \text{Interzeption} = \text{Evaporation} + \text{Transpiration} + \text{Vorratsänderung}$$



# Kernaussagen der Studien

## Scharnweber

- Buche und Eiche nutzen in der Vegetationszeit insbesondere Winterfeuchte
- **Ältere, große/dominante Bäume anfälliger gegenüber Trockenstress**
- **Ähnliche Reaktionen in bewirtschafteten und nichtbewirtschafteten Wäldern** (Baumdimensionen, Zuwachs)
- **Vitalitätsschwächen**, Wachstumsrückgang bis zu Mortalität bei aufeinanderfolgenden **Trockenjahren** zu erwarten
- **Trockenstresstoleranz baumartenspezifisch:**  
Eiche > Hainbuche > Bergahorn > Buche
- **Eiche gewinnt** bei Trockenheit gegenüber Buche

## Zellweger

- **Mikroklima** bestimmt Reaktionen von Ökosystemen
- „**Thermophilisation**“ nach Kronenöffnung
- **Öffnung des Kronendachs** durch **Baumentnahme** oder **Absterben** beeinflusst **Mikroklima** und **Vulnerabilität** der Wälder stark
- **Höhere Bestandsdichten** und damit verbundene **Kühlung** puffern **thermische Einflüsse** von außen



# Kernaussagen der Studien

## Scharnweber

- Buche und Eiche nutzen in der Vegetationszeit insb. Winterfeuchte
- **Ältere, große/dominante Bäume anfälliger gegenüber Trockenstress**
- **Ähnliche Reaktionen in bewirtschafteten und nichtbewirtschafteten Wäldern** (Baumdimensionen. Zuwachs unterscheiden sich kaum)
- Vit Fazit:
  - auf → Mikroklima im Wald von hoher Bedeutung
- **Trockenstress** → wird maßgeblich beeinflusst durch Kronenschluss
- **Eiche** → keine eindeutigen Aussagen zu möglichen Vorteilen
- **Eiche** → von Nichtbewirtschaftung
  - vielmehr indirekte Hinweise auf Nachteile und Vorteile

## Zellweger

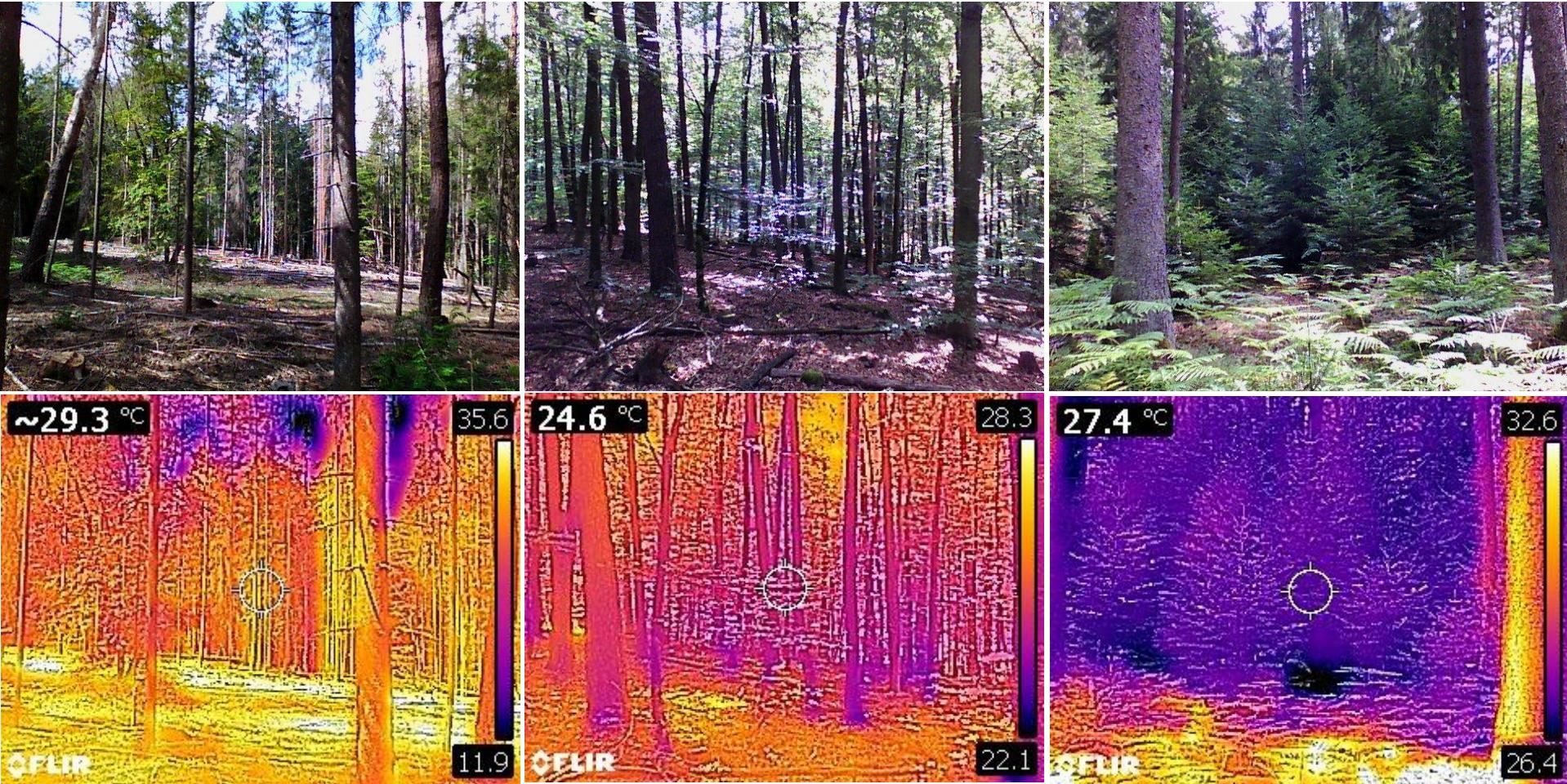
- **Mikroklima** von bestimmten Formen der Waldbewirtschaftung
- „**Thermophilisation**“ nach Kronenöffnung
- **Öffnung des Kronendachs** durch **Baumentnahme oder Absterben** beeinflusst **Mikroklima** und **Vulnerabilität** der Wälder stark
- **Höhere Bestandsdichten** und damit verbundene **Kühlung** puffern **thermische Einflüsse** von außen

# Bedeutung des Mikroklimas in Wäldern



RheinlandPfalz

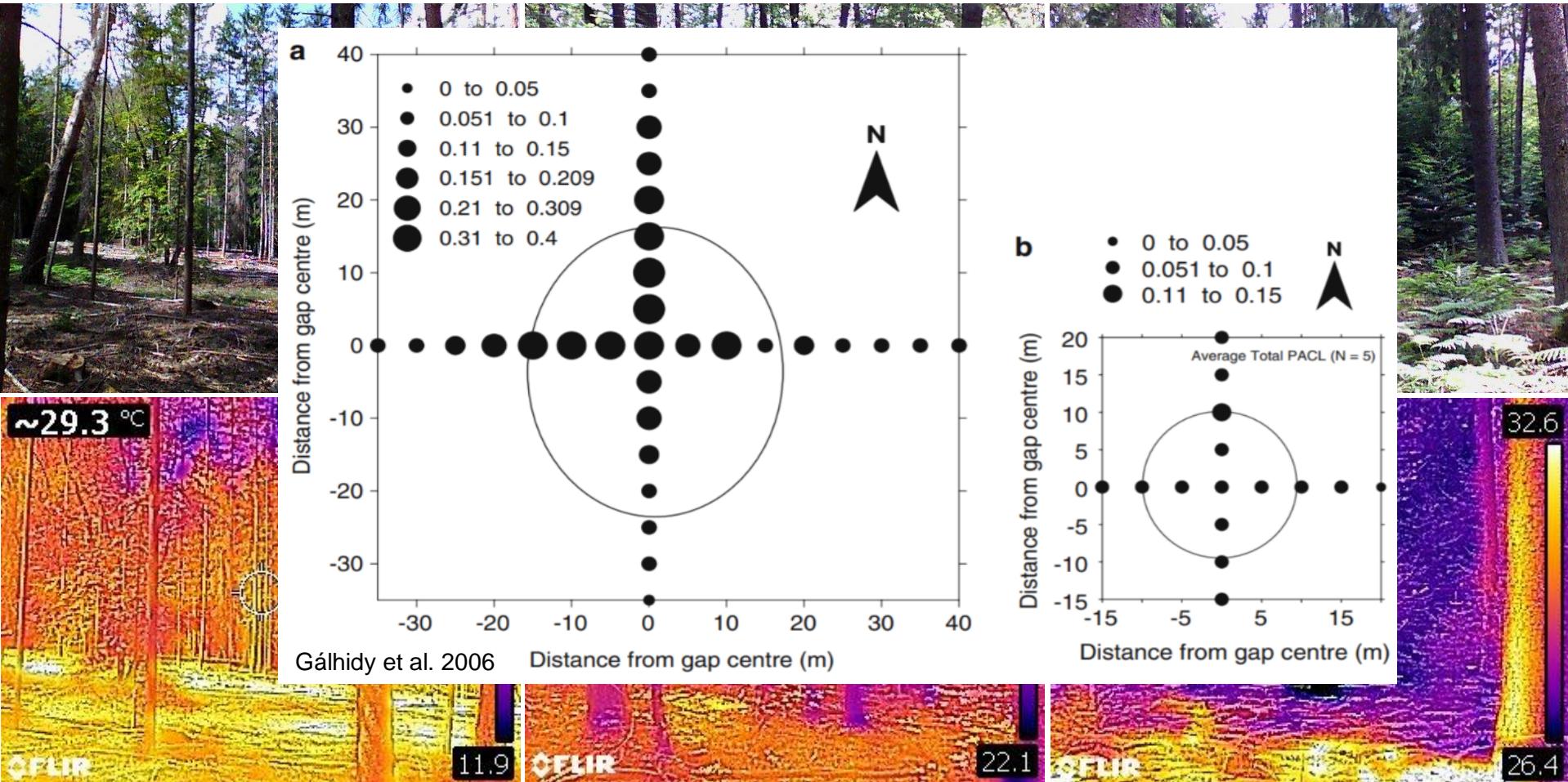
Waldbestände im FA Kaiserslautern, 15.08.2020, 13:30 Uhr



# Höhere Strahlung in Bestandslücken



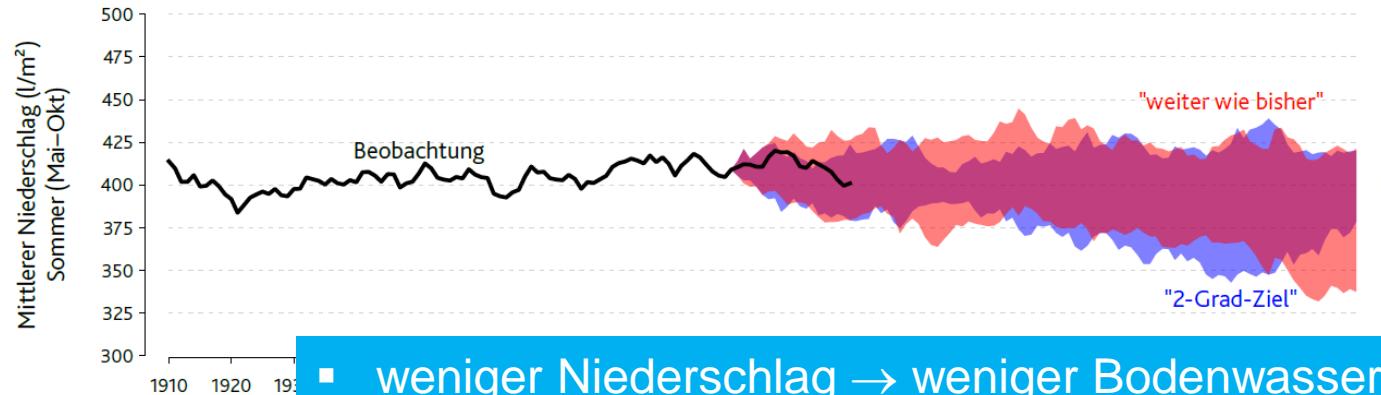
- 1) Je mehr Blattbiomasse und Kronenüberschirmung, um so kühler das Mikroklima
- 2) Verjüngung nach Auflichtung kann Blattfläche zusätzlich erhöhen



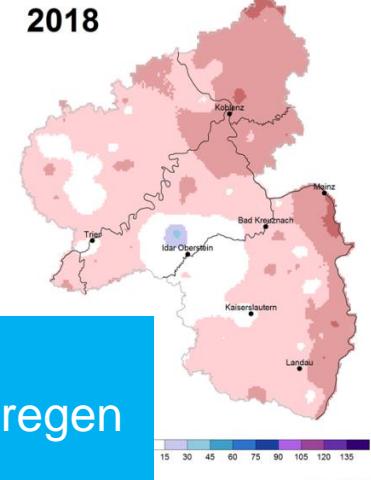
# Makroklima Klimawandel in Rheinland-Pfalz



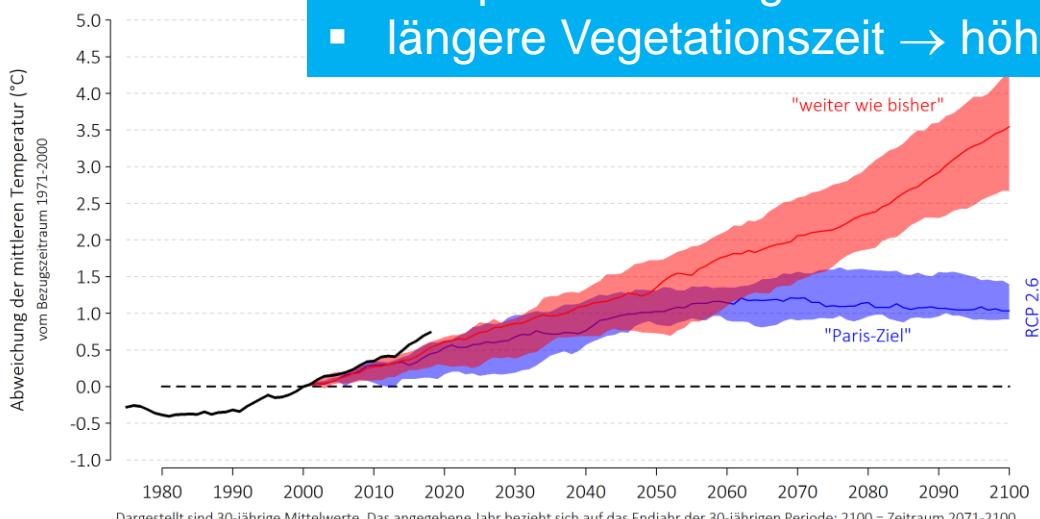
RheinlandPfalz



Abweichung des Niederschlags in der forstlichen Vegetationszeit (Mai-Sep) vom langjährigen Mittel (1971-2000) für das Jahr 2018 in Rheinland-Pfalz

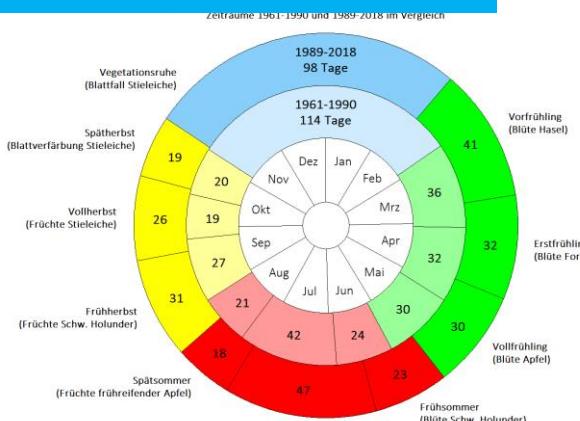


- weniger Niederschlag → weniger Bodenwasser
- Niederschlag räumlich-zeitlich konzentriert - Starkregen
- Temperaturanstieg → höhere Verdunstung
- längere Vegetationszeit → höherer Wasserbedarf



Daten: BLFG-Referenzensemble, bereitgestellt durch DWD, basierend auf Daten der Projekte CORDEX und ReKLIEs-De

Darstellung: RLP Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen ([www.kwis-rp.de](http://www.kwis-rp.de))



Im äußeren Kreis ist der Zeitraum 1989-2018 dargestellt, im inneren Kreis der Referenzzeitraum 1961-1990.

Datenquelle: Deutscher Wetterdienst

© RLP Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen ([www.kwis-rp.de](http://www.kwis-rp.de))

# Folgen des Klimawandels

## Veränderung von Wärmestufen

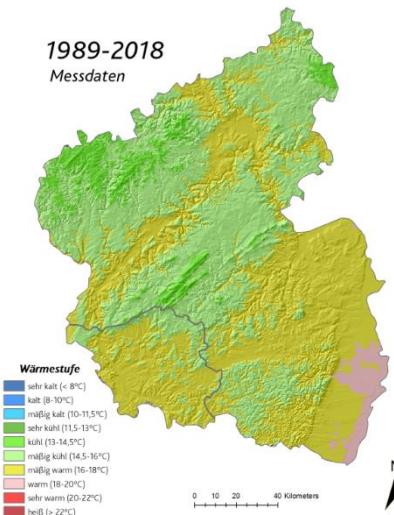


RheinlandPfalz

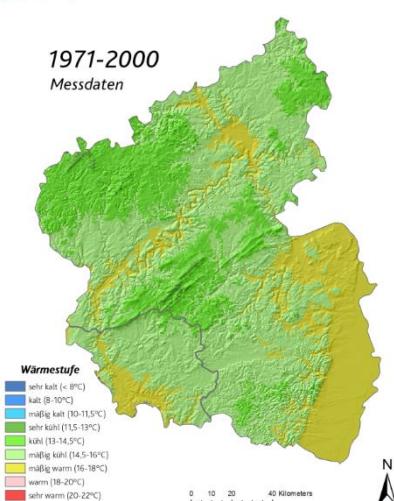
Wärmestufen im Saarland und in Rheinland-Pfalz

abgeleitet aus der Durchschnittstemperatur in der  
forstlichen Vegetationszeit Mai bis September

1989-2018  
Messdaten



1971-2000  
Messdaten

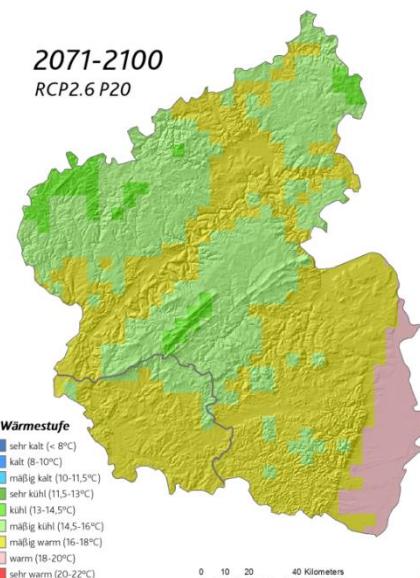


Klimaschutz

Wärmestufen im Saarland und in Rheinland-Pfalz

abgeleitet aus der Durchschnittstemperatur in der  
forstlichen Vegetationszeit Mai bis September

2071-2100  
RCP2.6 P20

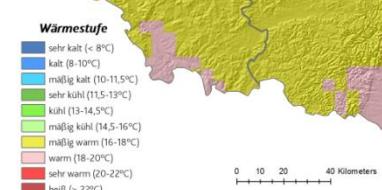


mittelstarker Klimawandel

Wärmestufen im Saarland und in Rheinland-Pfalz

abgeleitet aus der Durchschnittstemperatur in der  
forstlichen Vegetationszeit Mai bis September

2071-2100  
RCP4.5 P50

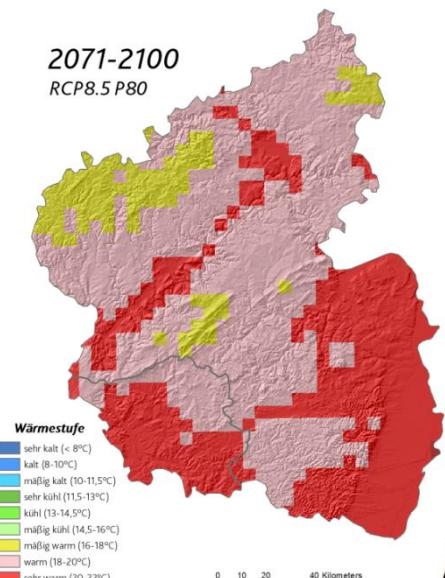


starker Klimawandel

Wärmestufen im Saarland und in Rheinland-Pfalz

abgeleitet aus der Durchschnittstemperatur in der  
forstlichen Vegetationszeit Mai bis September

2071-2100  
RCP8.5 P80



### Wärmestufe

- |                        |                        |
|------------------------|------------------------|
| sehr kalt (< 8°C)      | mäßig kühl (14,5-16°C) |
| kalt (8-10°C)          | mäßig warm (16-18°C)   |
| mäßig kalt (10-11,5°C) | warm (18-20°C)         |
| sehr kühl (11,5-13°C)  | sehr warm (20-22°C)    |
| kühl (13-14,5°C)       | heiß (> 22°C)          |

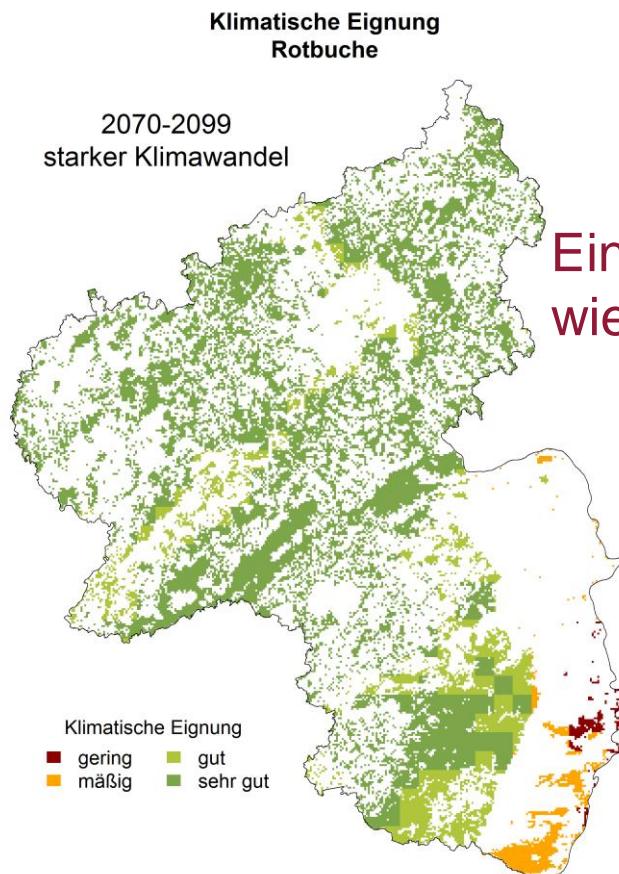
# Klimaeignung Rotbuche

(53% im Stadtwald)



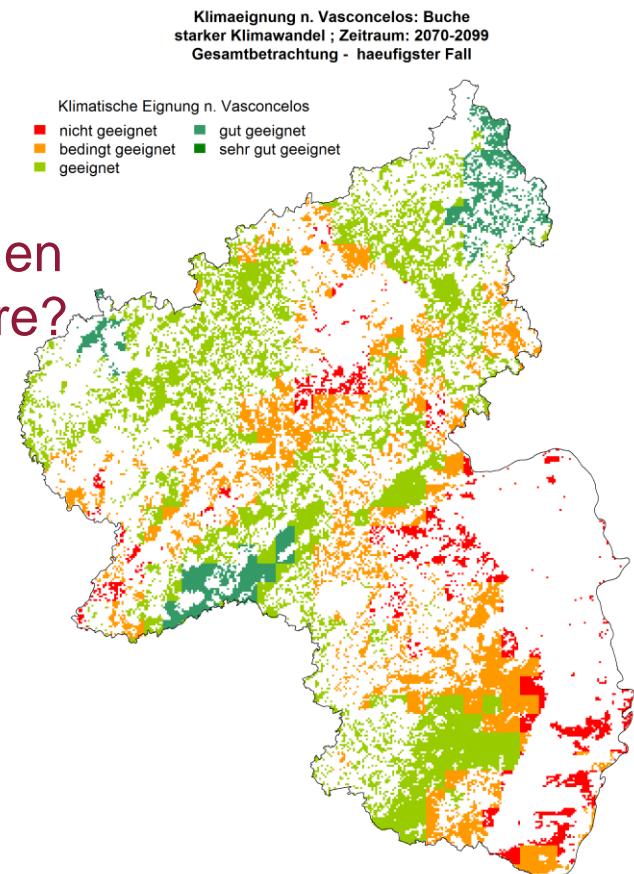
RheinlandPfalz

Methode Klimaindizes –  
klimatische Überlebensfähigkeit



Einfluss von Extremen  
wie anhaltende Dürre?

Methode Klimaeignung (T und N) –  
Wachstumspotenzial



Datenquelle: Referenzensemble des Bund-Länder-Fachgesprächs, das aus Klimaprojektionen der Projekte CORDEX und ReKLIES-DE besteht, die vom Deutschen Wetterdienst im Rahmen des Projektes 'BMVI-Expertenrat für Klimawandelfolgen' aufbereitet wurden.  
Darstellung: RLP Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen ([www.kwis-rlp.de](http://www.kwis-rlp.de))

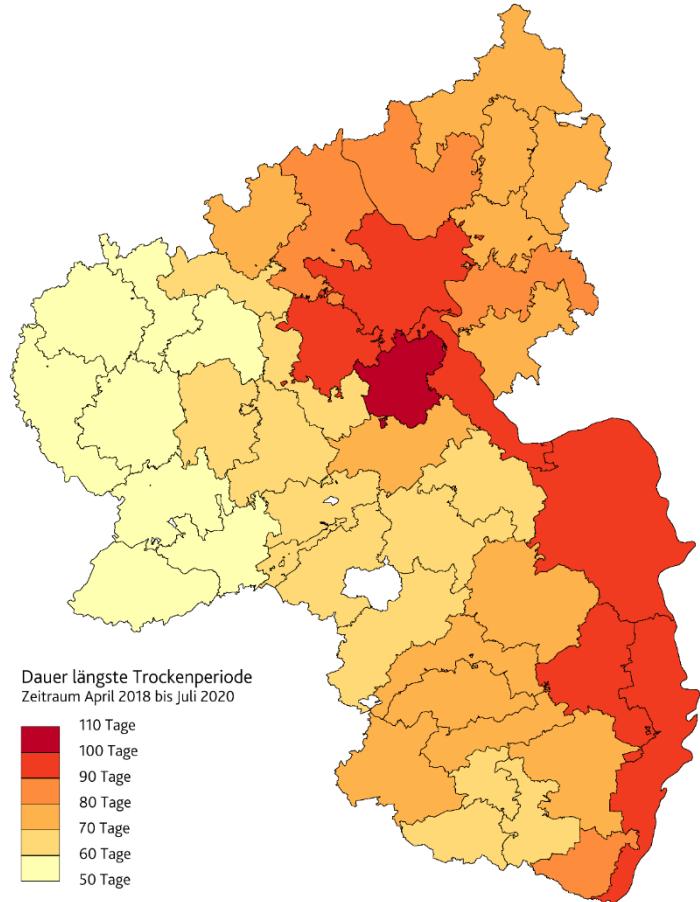
Datenquelle: Referenzensemble des Bund-Länder-Fachgesprächs, das aus Klimaprojektionen der Projekte CORDEX und ReKLIES-DE besteht, die vom Deutschen Wetterdienst im Rahmen des Projektes 'BMVI-Expertenrat für Klimawandelfolgen' aufbereitet wurden.  
Darstellung: RLP Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen ([www.kwis-rlp.de](http://www.kwis-rlp.de))

# Folgen des Klimawandels

## Extreme Ereignisse – Trockenheit/Dürre



RheinlandPfalz



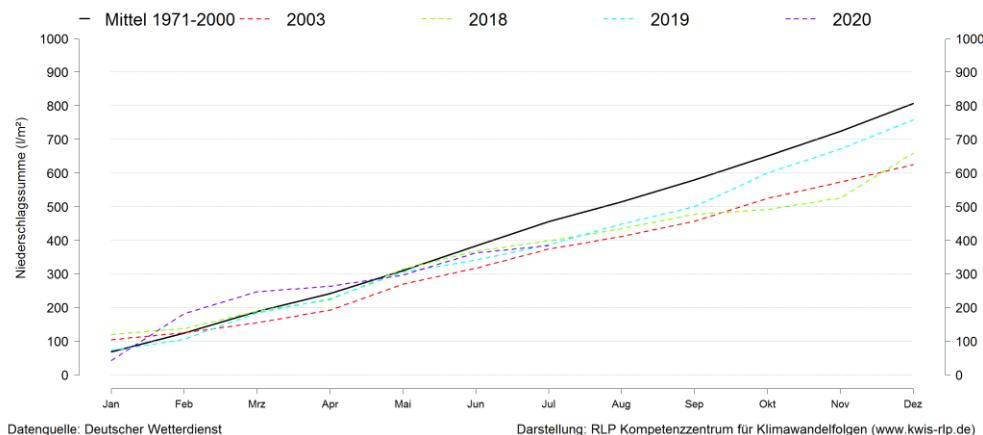
RLP Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen



### Zunahme 2-jhg. Sommerdürren

- 7-fach häufiger bei starkem Klimawandel
- 3-4-fach bei mittelstarkem

Niederschläge in den Jahren 2003, 2018, 2019, 2020 in Rheinland-Pfalz  
im Vergleich zum langjährigen Mittel 1971 bis 2000





# Zurück zum Diskussionsgegenstand: Effekte Bewirtschaftung/Nichtbewirtschaftung

## Umfassende Literaturstudie

Nutzung positiv	Nutzung negativ
<b>Reduktion der Blattfläche</b> durch reduzierte Bestandsdichte positiv für verbleibende Bäume - mehr <b>Niederschlag am Boden, Verdunstung</b> reduziert (Gavinet J. et al. 2020)	<i>bei Buche und Tanne</i> <b>dickere Bäume</b> anfälliger gegenüber Sommer trockenheit
Durchforstung verbesserte <b>Wachstumserholung</b> nach Trockenheit unabhängig vom Zeitpunkt (Sohn et al., 2013)	Bewirtschaftete Naturwald-Vergleichsflächen haben 20% <b>geringeren Kronenschlussgrad</b> . Meiste Reservate werden erst einmal <b>dunkler, feuchter und dichter</b> (FAWF-Mitt.)
Baumentnahme aus der oberen Ebene verbesserte <b>Wasserverfügbarkeit</b> im aufgelichteten Bestand (Eiche) durch reduzierten <b>Kronenwasserrückhalt</b> und reduzierte <b>Verdunstung</b> (Breda 1995)	Art und <b>Stärke</b> der <b>Durchforstung</b> beeinflussen temporär <b>Mikroklima</b> (höhere Temperatur, geringere Luftfeuchte)
<b>Durchforstung vermindert Konkurrenz</b> , verbessert <b>Vitalität</b> und erhöht <b>Trockenstresstoleranz</b> : reduzierte Mortalität, erhöhtes Stammwachstum, erhöhte <b>Samenproduktion</b> (genetische Diversität), mehr Wasser, Nährstoffe und Licht; <b>stärkere Bäume</b> können wasser- und kohlenstoff-limitierenden Bedingungen besser widerstehen (Rodriguez-Calcerrada, J. et al. (2011); Diaconu et al. 2017)	
<b>Ältere Bäume</b> können durch zunehmende Stressoren von höherer <b>Mortalität</b> betroffen sein (Schmidt et al 2006; Lindenmayer u. Lawrence 2017)	



# Effekte Bewirtschaftung/Nichtbewirtschaftung auf Klimasensitivität, Bodenwasser und Trockenstress

## Literaturstudie

### Nutzung positiv

- stärkere Bäume resilenter
  - positiv für verbleibende Bäume - mehr **Niederschlag am Boden**
- weniger Bäume/geringere Dichte:  
weniger Konkurrenz, mehr Wasser am Boden, weniger Interzeption und Transpirationsstress
- beschleunigtes Wachstum
- Wachstumserholung nach Trockenstress
- Begünstigung früh/reich fruchtender Bäume
- verbesserte Vitalität
- Jungbäume erhöhen Strukturvielfalt
- ältere Bäume anfälliger

### Nutzung negativ

- Dickere Bäume anfälliger und exponierter
- starke Durchforstung erhöht Mikroklima
- Naturwaldreservate RLP:  
höherer Kronenschluss, nach Jahrzehnten dichter, dunkler, feuchter

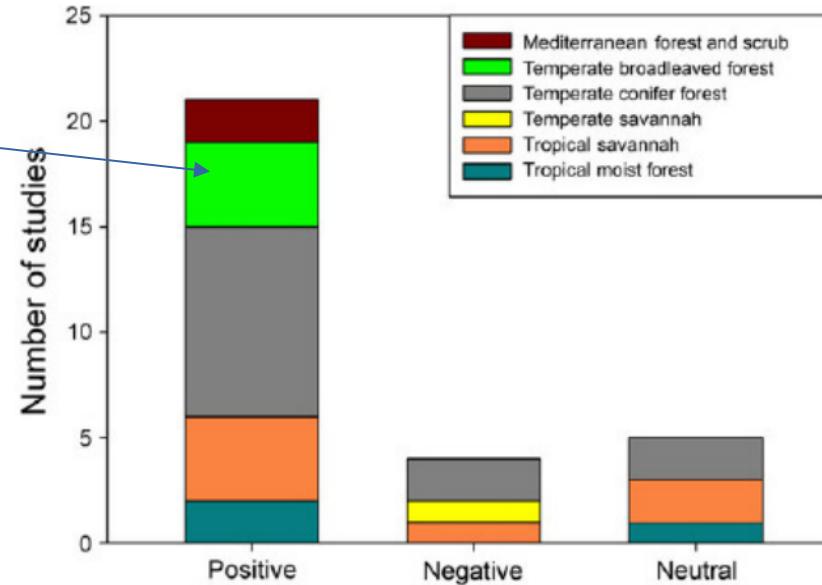
# Metastudie Trockenheitsausfälle

(Jump et al. 2017, n=75)



RheinlandPfalz

Temperierte  
Laubwälder



**Fig. 2** Frequency of positive, negative, or neutral effect of stand density on drought-induced tree mortality among quantitative, field-based observational studies in forest types classified using Olson *et al.* (2001) biomes.

**Höhere Bestandesdichten führen bei Trockenheit zu höheren Ausfällen in temperierten Laubwäldern**

# Erkenntnisse aus der Naturwaldforschung



RheinlandPfalz



BIODIVERSITÄT IN BUCHENWALD-  
NATURWALDRESERVATEN -  
30 JAHRE NUTZUNGSFREIE WALDENTWICKLUNG

Mitteilungen aus der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz Nr. 82/18



- Zyklen von Biomasseakkumulation und Zusammenbruch – Zerfallsstadien bis 45% der Fläche im Buchenurwald (Korpel 1995)
- Kohlenstoff-Waldspeicher naturnah bewirtschafteter Wälder ähnlich hoch wie in Naturwäldern
- Waldspeicher labil: je älter und höher die Vorräte, umso mehr
- geringe Anpassungsfähigkeit an kurzfristige, abrupte Änderung von Umweltbedingungen
- Naturwaldreservate: häufig Entmischung zugunsten der Buche

Fotos: FAWF, Landesforsten RLP

Naturwaldreservate Etscheid (Osteifel) und



Stuttpferch (Bienwald)





# Klimaresilienter Zukunftswald RLP im Lichte von Bewirtschaftung und Nichtbewirtschaftung



Leitbild: Naturnahe, vielfältige Laubmischwälder ... haben vor allem bodennah ein **feuchtkühles Mikroklima**

- **Risikostreuung** fördert Anpassungs- und Widerstandsfähigkeit
- Natürliche Abläufe/Sukzession lenken und integrieren  
**(Eingriffsstärke anpassen)**
- rein natürliche Entwicklung führt meist zu Entmischung zugunsten von Buche, Tempo Klimawandel: **Anpassungspotenziale** werden nicht genutzt
- Förderung von **Wärme und Trockenheit angepassten Baumarten**
- **Lichtliebende Baumarten** (Eiche) erhöhen Biodiversität
- **Totholz belassen**: Humus, Mikroklima, Wasserhalt, Nährstoffnachlieferung
- **Standörtliche Eignung** heute und in der Zukunft - Je extremer der Standort, umso bedeutender ist der Walderhalt!

# Wie können wir unsere Wälder anpassen?



RheinlandPfalz

Waldlandschaft

Waldkomplex

Waldort

Waldtypenvielfalt

Naturnaher Mischwald

Baumartenvielfalt

Waldüberführung

(Natürliche) Arten- und Genvielfalt

Warm-trockene Baumarten/Herkünfte

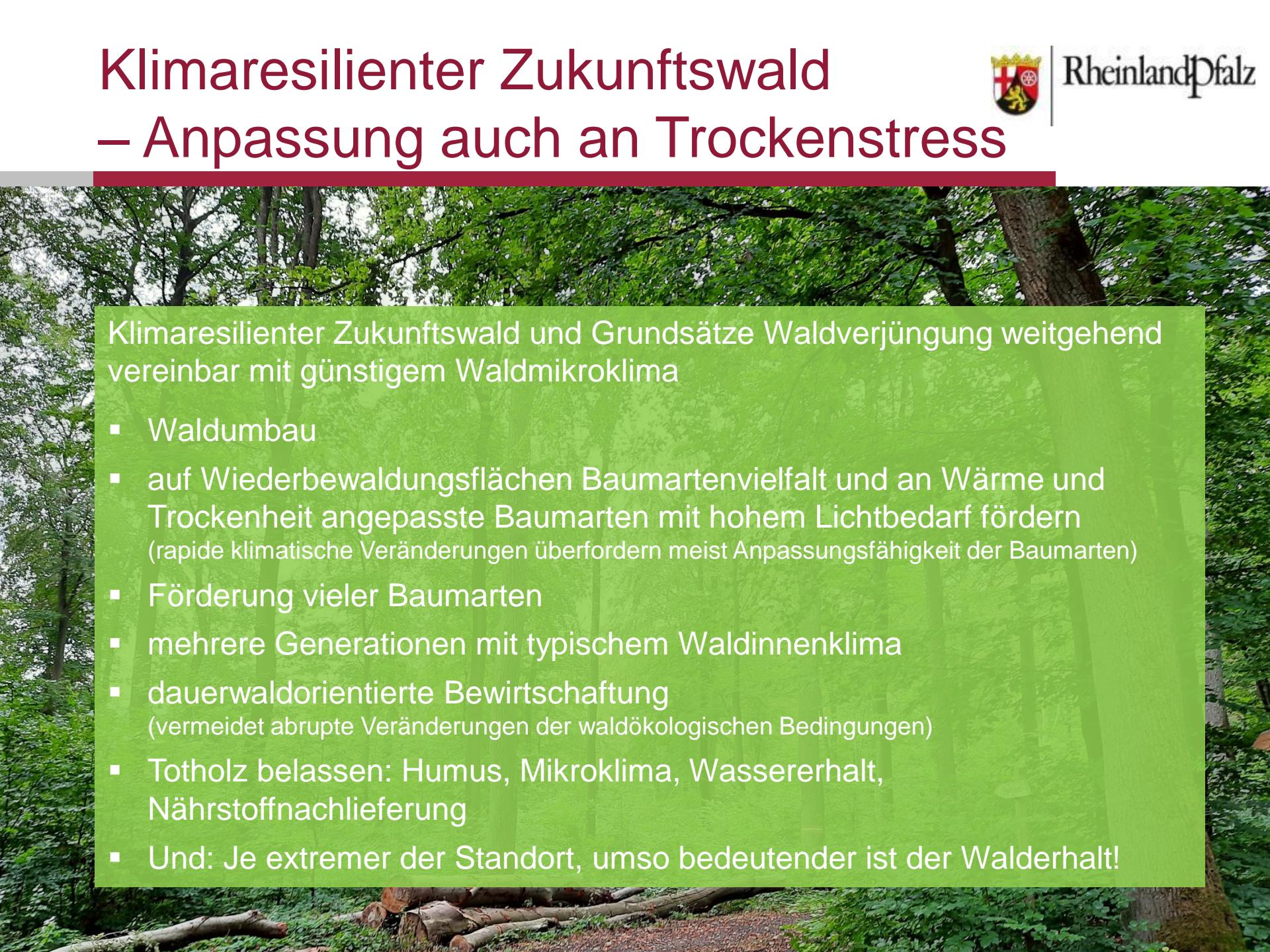
Stabilität und Vitalität

Bodenrestauration

Neophyten steuern



# Klimaresilienter Zukunftswald – Anpassung auch an Trockenstress

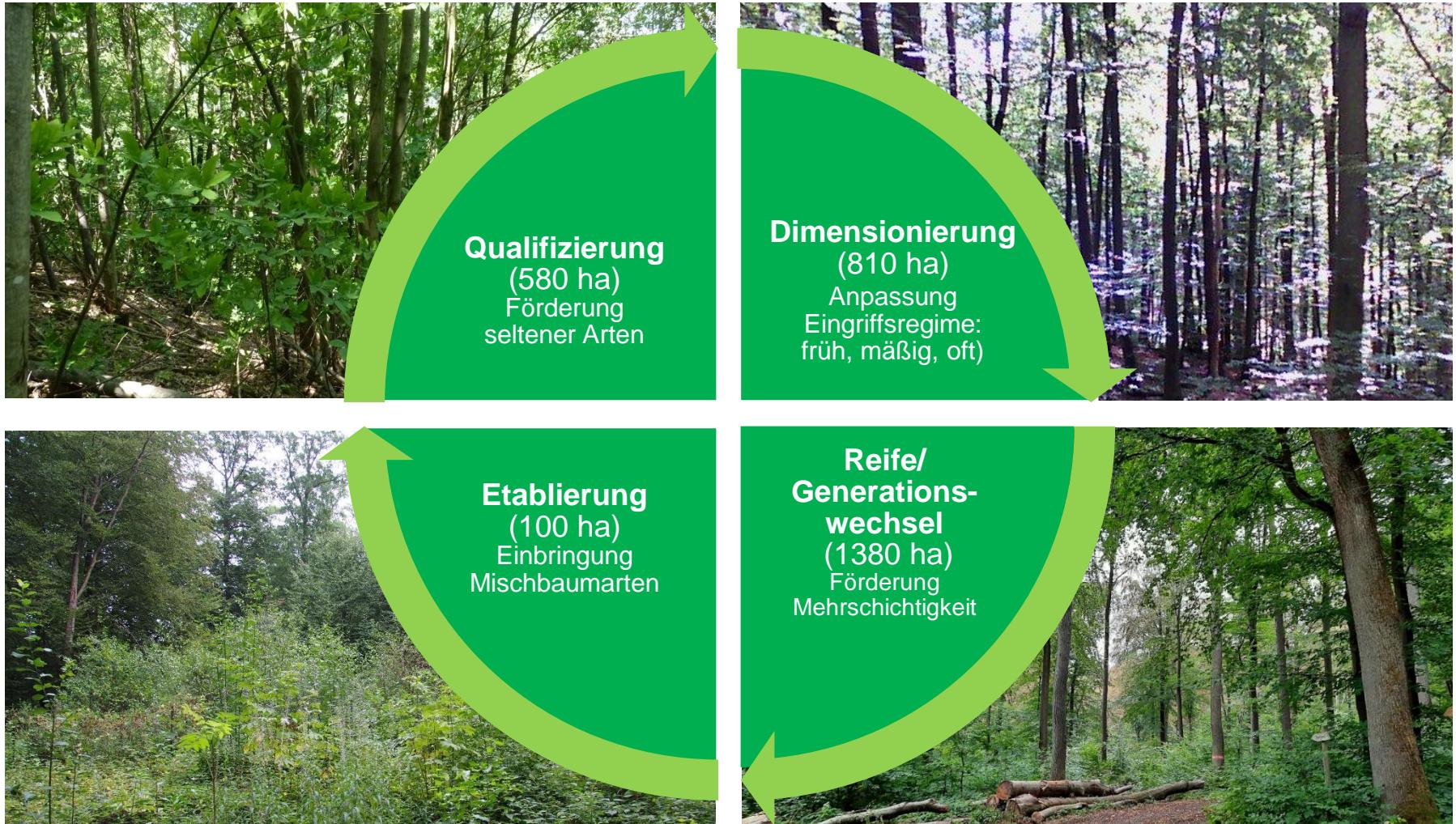


Klimaresilienter Zukunftswald und Grundsätze Waldverjüngung weitgehend vereinbar mit günstigem Waldmikroklima

- Waldumbau
- auf Wiederbewaldungsflächen Baumartenvielfalt und an Wärme und Trockenheit angepasste Baumarten mit hohem Lichtbedarf fördern (rapide klimatische Veränderungen überfordern meist Anpassungsfähigkeit der Baumarten)
- Förderung vieler Baumarten
- mehrere Generationen mit typischem Waldinnenklima
- dauerwaldorientierte Bewirtschaftung (vermeidet abrupte Veränderungen der waldökologischen Bedingungen)
- Totholz belassen: Humus, Mikroklima, Wassererhalt, Nährstoffnachlieferung
- Und: Je extremer der Standort, umso bedeutender ist der Walderhalt!



# Resilienzpotenzial durch Waldmanagement im Stadtwald



# Weitere Überlegungen für den Zukunftswald

## Ökosystemdienstleistungen



Natürliche Waldentwicklung gewährleistet nicht aus sich selbst heraus, dass **gesellschaftliche Ansprüche** hinreichend erfüllt werden.

### UNTERSTÜTZUNGS-FUNKTION

Nährstoffkreislauf  
Bodenbildung  
Primärproduktion  
...



### REGULIERUNGS-FUNKTION

Klimaregulation  
Überschwemmungsregulation  
Wasserreinigung  
...



### PRODUKTIONS-FUNKTION

Nahrungsmittel  
Frisches Wasser  
Holz und Faser  
Brennstoff  
...



### KULTURELLE FUNKTION

Ästhetisch  
Spirituell  
Pädagogisch  
Erholung  
...



# Weitere Überlegungen für den Zukunftswald Klimaschutz durch Bauen mit Holz



RheinlandPfalz



## ● Waldspeicher (3,7 Mio.t)

Unser Wald ist ein effizienter CO<sub>2</sub>-Speicher. In jedem Kubikmeter Holz sind rund 1.000 kg CO<sub>2</sub> gespeichert. Zum Vergleich: In etwa dieselbe Menge CO<sub>2</sub> entsteht, wenn man mit einem Mittelklassewagen von Paris nach Moskau und wieder zurück fährt.

## ● Holzproduktespelcher (0,5 Mio.t)

Auch Gegenstände aus Holz, zum Beispiel Tische, Schränke oder Holzhäuser sind große CO<sub>2</sub>-Speicher. Denn in dem Holz bleibt das Kohlenstoffdioxid gespeichert, das der Baum zum Wachsen gebraucht hat. Erst wenn das Holz verrottet oder verbrennt, wird das CO<sub>2</sub> wieder freigesetzt. Wird das Holz mehrfach genutzt, z. B. durch Recycling, ist dies für den Klimaschutz besonders günstig.

## ● Energiesubstitution (1,9 Mio.t)

Wird Holz verbrannt, setzt es nur so viel CO<sub>2</sub> frei, wie der Baum zuvor gespeichert hat. Das CO<sub>2</sub>, das beim Verbrennen frei wird, nehmen andere Bäume wieder auf. Durch den Einsatz von Holz anstelle anderer Energieträger, wie Öl oder Gas, werden große Mengen CO<sub>2</sub> vermieden.

## ● Materialsubstitution (2,6 Mio.t)

Baumaterialien wie Stahl und Beton haben durch ihren energieaufwändigen Herstellungs- und Verarbeitungsprozess eine ungünstige CO<sub>2</sub>-Bilanz. Ersetzt man diese Baustoffe durch Holz, lässt sich die Emission deutlich verringern. In einem Einfamilienhaus in Holzbauweise sind rund 40.000 kg CO<sub>2</sub> und mehr gespeichert – und das für viele Jahrzehnte oder sogar Jahrhunderte.

## ● Windkraft (1,1 Mio.t)

Nachhaltige Energiegewinnung durch Windkraftanlagen im Wald spart rund eine Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr. Mehr dazu erfahren Sie auf den folgenden Seiten.

Jährliche Klimaschutzeistung  
des Sektors Forst und Holz in  
Rheinland-Pfalz



entspricht:

26 %

der Emissionen von ganz  
Rheinland-Pfalz

oder

CO<sub>2</sub>-Ausstoß von fast

1 Mio.

Menschen in Deutschland

aus: „Klimawandel heißt Waldwandel, [www.wald-rlp.de](http://www.wald-rlp.de)



# Zusammenfassung/Fazit

- Thematik komplex, wissenschaftliche Faktenlage nicht eindeutig und von spezifischen Versuchsbedingungen (Standort, Alter, Baumart) abhängig
- wenig Anhaltspunkte für Vorteile der Nichtbewirtschaftung
- viele Anhaltspunkte für Vorteile von Bewirtschaftung/Management zur Stabilisierung ... aber naturnah und dauerwaldorientiert (Boden-/Mikroklima!)
- Wissensdefizite in der Wurzelkonkurrenz von Altbäumen und Verjüngung in Trockenjahren – betrifft nicht Durchforstung, sondern Verjüngungsnutzung (aktuelle Studie Uni Freiburg und FAWF Trippstadt)

Naturnahe, flexible, dynamische Waldbehandlung mit integriertem Prozessschutz:

- umfassende **Klimaresilienz**
- umfassender **Waldnaturschutz** ... schließt Naturwälder (Prozessschutz) im Verbund und auf begrenzter Fläche ein
- erweiterter **aktiver Klimaschutz** (Kohlenstoffspeicherung Holz) und
- **Multifunktionalität** (Schutz-, Nutz-, Erholungsfunktionen gleichberechtigt!?)

# weitere Infos:

[www.fawf.wald-rlp.de](http://www.fawf.wald-rlp.de) (Umweltmonitoring)  
[www.kwis-rlp.de](http://www.kwis-rlp.de)



Dr. Ulrich Matthes

Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen  
an der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft  
[ulrich.matthes@klimawandel-rlp.de](mailto:ulrich.matthes@klimawandel-rlp.de)



# Literatur

- AUSSENAC, G., GRANIER, A. (1988): Effects of thinning on water-stress and growth in douglas-fir. *Can.J.For.Res.* 18 (1), 100 – 105.  
[https://www.researchgate.net/publication/237868807\\_Effects\\_of\\_thinning\\_on\\_water\\_stress\\_and\\_growth\\_in\\_Douglas-fir](https://www.researchgate.net/publication/237868807_Effects_of_thinning_on_water_stress_and_growth_in_Douglas-fir)
- BRÉDA, N. et al. (1995): Effects of thinning on soil and tree water relations, transpiration and growth in an oak forest. *Tree Physiol.* 15, 295 – 306.  
<https://www.semanticscholar.org/paper/Effects-of-thinning-on-soil-and-tree-water-and-in-Breda-Granier/2fb62379e21073997476618185065634720f64e9>
- CESCATTI, A., PIUTTI, E. (1998): Silvicultural alternatives, competition regime and sensitivity to climate in a European beech forest. *For.Ecol.Manage.* 102, Issues 2-3, 213 – 223. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112797001631>
- GIUGGIOLA, A. et al. (2013): Reduction of stand density increases drought resistance in xeric Scots pine forests. *For.Ecol.Manage.* 310, 827 – 835.  
[https://www.researchgate.net/publication/270875067\\_Reduction\\_of\\_stand\\_density\\_increases\\_drought\\_resistance\\_in\\_xeric\\_Scots\\_pine\\_forests](https://www.researchgate.net/publication/270875067_Reduction_of_stand_density_increases_drought_resistance_in_xeric_Scots_pine_forests)
- GUILLEMOT, J. et al. (2015): The effects of thinning intensity and tree size on the growth response to annual climate in *Cedrus atlantica*: a linear mixed modelling approach. *Ann.For.Sci.* 72, 651 – 663. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13595-015-0464-y>
- KOHLER, M. et al. (2010): Can drought tolerance of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) be increased through thinning? *Eur.J.For.Res.* 129 (6), 1109 – 1118.  
[https://www.researchgate.net/publication/225752076\\_Can\\_drought\\_tolerance\\_of\\_Norway\\_spruce\\_Picea\\_abies\\_L\\_Karst\\_be\\_increased\\_through\\_thinning](https://www.researchgate.net/publication/225752076_Can_drought_tolerance_of_Norway_spruce_Picea_abies_L_Karst_be_increased_through_thinning)
- MÉRIAN, P., LEBOURGEOIS, F. (2011): Size-mediated climate-growth relationships in temperate forests: A multi-species analysis. *Forest Ecology and Management* Vol. 261, 8: 1382-1391
- MORENO, G., CUBERA, E. (2008): Impact of stand density on water status and leaf gas exchange in *Quercus ilex*. *For.Ecol.Manage.* 254, 74 – 84.  
[https://www.researchgate.net/publication/223888029\\_Impact\\_of\\_stand\\_density\\_on\\_water\\_status\\_and\\_leaf\\_gas\\_exchange\\_in\\_Quercus\\_ilex](https://www.researchgate.net/publication/223888029_Impact_of_stand_density_on_water_status_and_leaf_gas_exchange_in_Quercus_ilex)
- RODRIGUEZ-CALCERRADA, J. et al. (2011): Is selective thinning an adequate practice for adapting *Quercus ilex* coppices to climate change? *Ann.For.Sci.* 68, 575 – 585.  
[https://www.researchgate.net/publication/225939463\\_Is\\_selective\\_thinning\\_an\\_adequate\\_practice\\_for\\_adapting\\_Quercus\\_ilex\\_coppices\\_to\\_climate\\_change](https://www.researchgate.net/publication/225939463_Is_selective_thinning_an_adequate_practice_for_adapting_Quercus_ilex_coppices_to_climate_change)
- SOHN, J.A. et al. (2013): Mitigation of drought by thinning: short-term and long-term effects on growth and physiological performance of Norway spruce (*Picea abies*). *For.Ecol.Mange.* 308, 188 – 197. <https://europepmc.org/article/agr/ind500696470>
- Gavinet J. et al. (2020): Drought mitigation by thinning: Benefits from the stem to the stand along 15 years of experimental rainfall exclusion in a holm oak coppice. *Forest Ecology and Management*, Volume 473. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118266>
- Cameron A.D. (2002): Importance of early selective thinning in the development of long-term stand stability and improved log quality: a review. *Forestry*, Vol. 75, No. 1.
- Brang P., et al. (2014): Suitability of close-to-nature silviculture for adapting temperate European forests to climate change. *Forestry* 2014; 87, 492–503, doi:10.1093/forestry/cpu018



# Literatur

Autor, Herausgeber oder Institution	Jahr/ermitt.	Titel	Untertitel	Dokumenttyp	Zeitschrift/Zitung	DOI	Band	Numm.	Seiten von
Abetz, P.	1993	Ein Plädoyer für den Z-Baum: Argumente gegen die Kritik an der Z-Baum-orientierten Auslesedurchforstung		Zeitschriftenaufsatz	Holz-Zentralblatt	19	305-310		
Andreas, Rais; van de Kuilen, Jan-Willem, G.; Harms, J.	2014	Growth-reaction patterns of tree height, diameter, and volume of Douglas-fir ( <i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco) under acrid summer drought		Zeitschriftenaufsatz	Eur J Forest Res (Euro)	10.1007/s10118-013-0333-6	6	1043-1056	
Aussenac, G.	2000	Interactions between forest stands and microclimate		Zeitschriftenaufsatz	Annals of Forest Sci.	10.1051/fore:57	3	287-301	
Aussenac, G.; Granier, A.	1984	Effects of thinning on water stress and growth in Douglas-fir		Zeitschriftenaufsatz	Can.J.For.Res. (Canad.)	10.1139/x84-118	100-103		
Diackon, D.; Kahlke, H.-P.; Spiecker, H.	2017	The impact of tree species drought tolerance of European beech		A case study of long-term thinning effects	European Journal of Forest Research	10.1007/s10654-016-0436-1	136	319-326	
Diackon, D.; David M.; Downes, Geoffrey M.	2018	Growth at the margin of water availability		Zeitschriftenaufsatz	For. Ecol. and Envir.	10.1186/s40656-018-0505-1	1	859	
Gebhardt, T.; Haberle, K.-H.; Matyssek, R.; Schulz, C.	2014	The more, the better? Water relations of Norway spruce stands after progressive thinning		Zeitschriftenaufsatz	Agricultural and Forest Ecology	10.1016/j.agrilev.2014.07.001	1-3	235-243	
Giuggiola, A.; Bugmann, H.; Zingg, A.; Dobbertin, M.	2013	Reduction of stand density increases drought resistance in xeric forests		Zeitschriftenaufsatz	Forest Ecology and M	10.1016/j.fore.2013.07.010	310	827-835	
Gebhardt, T.; Bräuer, N.; Longden, J.; Gross, P.; Ngadi, S.; Kohler, M.; Sohn, G.; Nausch, G.; Bauhus, J.	2010	Treatment effects on stand growth in a young beech forest at Hohenfels, North-eastern France		Zeitschriftenaufsatz	Annals of Forest Sci.	10.1051/fore:2010020	7	709-704	
Kohler, M.; Sohn, G.; Nausch, G.; Bauhus, J.	2010	Can drought tolerance of Norway spruce ( <i>Picea abies</i> (L.) Karst.) be increased through thinning?		Zeitschriftenaufsatz	European Journal of Forest Research	10.1007/s10654-010-0329-6	6	1109-1118	
Lütschwager, D.; Jochheim, H.	2020	Drought primarily reduces canopy transpiration of exposed beech trees and decreases the share of water uptake from deeper soil		Zeitschriftenaufsatz	Forests	10.3390/f1110_111	5	537	
Martin-Benito, D.; Del Rio, M.; Heinrich, I.; Helle, M.; Llorente, J.; Martínez, J.; Martínez, J.; Martínez, J.	2010	Response of climate-growth relationships and water use efficiency to thinning in a <i>Pinus nigra</i> afforestation		Zeitschriftenaufsatz	Forest Ecology and M	10.1016/j.fore.2010.06.001	259	967-975	
Misson, L.; Vincke, C.; Devillez, F.	2003b	The effect of thinning on the growth of Norway spruce stands		Zeitschriftenaufsatz	Forest Ecology and M	10.1016/j.fore.2003.07.001	177	51-63	
Sabater, S.; Gracia, C. A.; Sánchez, A.	2002	Likely effects of climate change on growth of <i>Quercus ilex</i> , <i>Pinus halepensis</i> , <i>Pinus pinaster</i> , <i>Pinus sylvestris</i> and <i>Fagus sylvatica</i> in the Mediterranean region		Zeitschriftenaufsatz	Forest Ecology and M	10.1016/j.fore.2002.07.001	162	23-37	
Seitz, M.; Schmid, J.; Trost, R.; Seydel, J.	2020	Decreasing stand density favours resilience and recovery of Quercus petraea trees to a severe drought, particularly on southern German mountain slopes		Zeitschriftenaufsatz	Annals of Forest Sci.	10.1051/fore:2019035	2	660	
Spiecker, H.; Oberholzer, C.; Sommer, C.; Bauhus, J.	2013	Minimizing the effect of thinning on stem and long-term effects on growth and physiological performance of Norway spruce		Zeitschriftenaufsatz	Forest Ecology and M	10.1016/j.fore.2013.06.008	198	189-197	
Trasobares, A.; Zingg, A.; Walther, L.; Bigler, C.	2016	A climate-sensitive empirical growth and yield model for forest management planning of even-aged beech stands		Zeitschriftenaufsatz	European Journal of Forest Research	10.1007/s10654-016-0735-2	125	263-282	
White, D. A.; Crombie, D. S.; Kinard, J.; Battaglia, M.	2005	Managing productivity and drought risk in <i>Eucalyptus globulus</i> plantations in south-western Australia		Zeitschriftenaufsatz	Forest Ecology and M	10.1016/j.fore.2005.01.029	1	33-44	
Wittenberg, J.; Durchein, J.; Spiecker, H.	2012	Higher Drought Resistance in <i>Eucalyptus</i> ?		Zeitschriftenaufsatz	LW Forestry	10.1007/s10935-012-9142-2	87	81-100	
Zabel, J.; Körber, P.; Härtel, W.; Loh, A.; Schmitz, J.	2012	Higher light sensitivity of radial growth of European beech in managed than unmanaged forests		Zeitschriftenaufsatz	Science of the Total Environment	10.1016/j.scitotenv.2012.04.042	120	120-1208	
Zellweger, F.; De Frenne, P.; Lenoir, J.; Vangansbeke, D.	2020	Forest microclimate dynamics drive plant responses to warming		Zeitschriftenaufsatz	Science	10.1126/science.368	772-775		
Scharnweber, T.; Smiljanic, M.; Cruz-Garcia, R.; M.	2020	Tree growth at the end of the 21st century – the extreme years 2018/19 as template for future growth conditions		Zeitschriftenaufsatz	Environmental Resear	10.1088/1748-15	7	74022	
Sohn, A.; Saha, S.; Bauhus, J.	2016	The effect of thinning on tree growth and water use efficiency: A meta-analysis		Zeitschriftenaufsatz	Tree Physiology	10.1093/treephys/tpw380	2	261-272	
Guillemin, J.; Klein, E.; Davi, H.; Courbet, F.	2013	Effects of thinning on drought vulnerability and climate response in north temperate forest ecosystems	a linear mixed	Zeitschriftenaufsatz	Ecology and Evolution	10.1002/ece3.103	1	173-1742	
van der Maaten, E.	2013	The effects of thinning intensity and tree size on the growth response to annual climate in <i>Cedrus atlantica</i>		Zeitschriftenaufsatz	Annals of Forest Sci.	10.1007/s13752-013-0651-6	651-663		
Moreno, G.; Cubera, E.	2008	Impact of stand density on water status and leaf gas exchange in <i>Quercus ilex</i>		Zeitschriftenaufsatz	Forest Ecology and M	10.1016/j.fore.2008.07.001	306	135-141	
Kox, K. R.; van der Valk, A. J.	2004	Treat Size and Prolonged Aftermath: Ponderosa Pine Response to Thinning and Burning Treatments		Zeitschriftenaufsatz	Forest Ecology and M	10.1016/j.fore.2004.05.001	254	74-84	
Schenk, H.; Hartig, F.; Kohler, M.; Hess, J.; Bauhus, J.	2016	Head-to-head frequency thinning vs. regular drought reduction in <i>Pinus sylvestris</i> forests		Zeitschriftenaufsatz	Ecological Applicatio	10.1002/ecap.26	2190-2205		
Simonin, K.; Kolb, T.E.; Montes-Helu, M.; Koch, G.	2007	The influence of thinning on components of stand water balance in a ponderosa pine forest stand during and after extreme drought		Zeitschriftenaufsatz	Agricultural and For	10.1016/j.agrilev.2007.04.013	226	276-277	
Gavoret, J.; Durchein, J.; Limousin, J.	2019	Higher Drought Resistance in <i>Eucalyptus</i> ?		Zeitschriftenaufsatz	New Phytol	10.1111/nph.12233	223	1261-1279	
Elkin, C.; Giuggiola, A.; Rigling, A.; Bugmann, H.	2015	Impact of drought on tree growth and thinning can alter the relationship between forest functioning and drought	thinning mit	Zeitschriftenaufsatz	Tree Physiology	10.1093/treephys/tpv044	1	73-82	
Cabon, A.; Mouillet, F.; Lemperiere, M.; Ourcival, M.	2018	Short- and long-term efficacy of thinning to mitigate drought impacts in mountain forests in the European Alps		Zeitschriftenaufsatz	Ecological Applicatio	10.1089/1994-012-025	1083-1098		
Narváez-Cerrillo, R.M.; Sánchez-Salguero, R.; Rodríguez, J.; Camarero, J.J.	2019	Thinning increases tree growth by delaying drought-induced growth cessation in a Mediterranean evergreen oak coppice		Zeitschriftenaufsatz	Forest Ecology and M	10.1016/j.fore.2019.04.009	409	333-342	
Vernon, M.J.; Sheriff, R.J.; Van Mantgem, P.; Kandt, A.	2018	Simultaneous assessment of high-spatial and stand-scale effects of water use efficiency (WUE) in thinned pines shows improvement in growth	The case of p	Zeitschriftenaufsatz	Forest Ecology and M	10.1016/j.fore.2018.04.033	433	313-324	
Aldea, J.; Bravo, F.; Bravo-Oviedo, A.; Ruiz-Peinado, J.	2017	Thinning, tree growth, and resistance to multi-year drought in a mixed-conifer forest of northern California		Zeitschriftenaufsatz	Forest Ecology and M	10.1016/j.fore.2017.04.001	422	239-249	
Gavinet, J.; Durchein, J.; Gauzere, J.; Garcia de Abad, J.	2017	Thinning enhances the species-specific radial increment response to drought in Mediterranean pine-oak stands		Zeitschriftenaufsatz	Ecological Applicatio	10.1002/ecap.238	371-383		
Sohn, J.; Kohler, M.; Messel, A.; Bauhus, J.	2002	Impact of thinning on tree growth: the drought resistance of radial stem growth and isopetal composition of Norway spruce ( <i>Picea abies</i> (L.) Karst.)		Zeitschriftenaufsatz	Tree Physiology	10.1093/treephys/22.10.1213	32	1199-1213	
Van Der Valk, A.	2001	Effect of thinning on tree production, leaf transpiration, and canopy interaction of a plantation subject to drought		Zeitschriftenaufsatz	Tree Physiology	10.1093/treephys/21.9.1209	1	1003-1012	
Xiu, L.; Sun, G.; Mitra, B.; Noormets, A.; Gavazza, N.	2018	Drought and juvenile response to thinning and drought in a southern United States coastal plain		Zeitschriftenaufsatz	Plant Ecology & Dive	10.1007/s10728-018-0755-6	7	73-85	
Le Goff, N.; Ottorini, J.-M.	1993	Thinning and climate effects on growth of beech ( <i>Fagus sylvatica</i> L.) in experimental stands		Zeitschriftenaufsatz	Forest Ecology and M	10.1016/0378-1078(93)90028-2	62	1-14	
Law, B.E.; Hudiburg, T.W.; Luyssaert, S.	2013	Thinning effects on forest productivity: consequences of preserving old forests and mitigating impacts of fire and drought		Zeitschriftenaufsatz	Tree Physiology	10.1093/treephys/tpw328	1	1085-1096	
Del Rio, M.; Bravo-Oviedo, A.; Pretzsch, H.; Löh, M.	2017	High-intensity thinning treatments in mature <i>Pinus halepensis</i> plantations experiencing prolonged drought		Zeitschriftenaufsatz	European Journal of Forest Research	10.1007/s10654-017-0325-5	135	551-563	
Lechuga, K.; Carreiro, V.; Vinhuela, M.; Moshe, Y.; Calav, A.	2016	A review of thinning effects on Scots pine stands	From growth	Zeitschriftenaufsatz	Forest Systems	10.5442/fcs.26	26		
Lechuga, K.; Carreiro, V.; Vinhuela, M.; Calav, A.; Wirth, R.	2019	Juniper thinning can reduce the effects of drought on tree growth and water consumption in a young <i>Pinus contorta</i> stand: stand vs. tree	Dealing with drought	Zeitschriftenaufsatz	Forest Ecology and M	10.1016/j.fore.2019.04.054	110	1132-1137	
Chang, C. T.; Speirich, D.; Sabater, S.; Sanchez-Compte, J.	2016	Mitigating the Stress of Drought on Soil Respiration by Selective Thinning:	Contrasting E	Zeitschriftenaufsatz	Forests	10.3390/forests71171	263		
Gavinet, J.; Durchein, J.; Gauzere, J.; Garcia de Abad, J.	2020	Drought mitigation by thinning: Benefits from the stem to the stand along 15 years of experimental rainfall exclusion in a holm oak coppice		Zeitschriftenaufsatz	Forest Ecology and M	10.1016/j.fore.2019.07.043	473	1186-1196	
Rodríguez-Calzada, J.; Pérez-Ramos, I.M.; Outeiro, J. A.; García, J. M.; Muñoz, J. M.	2011	Is selective thinning an adequate practice for adapting <i>Quercus ilex</i> coppices to climate change?		Zeitschriftenaufsatz	Annals of Forest Sci.	10.1007/s10654-011-0365-6	575-585		
Oliu, S.; Bell, R.W.; Hobbs, R.J.; McComb, A.J.	2013	Thinning to enhance tree resistance to drought in a Mediterranean <i>Quercus ilex</i> coppice	insights for ad	Zeitschriftenaufsatz	New Forests	10.1007/s10677-013-9311-3	509-513		
Overstuur, J.; Barendse, D.Z.; Zou, C.B.; Cobb, N.S.	2010	Ecological thinning and influence in a heterogeneous gradient: Responses to management and drought-induced tree reductions		Zeitschriftenaufsatz	Plant Soil	10.1007/s10640-010-0111-3	365	291-303	
Lechuga, V.; Carrasco, R.; Viñuela, P.; Carreiro, J.A.	2013	Managing drought-sensitive forests under global change	Low competit	Zeitschriftenaufsatz	Plant Soil	10.1007/s10640-013-0406-2	72-82		
López, B.C.; Gracia, C.A.; Sabater, S.; Keenan, T.	2019	Assessing the resistance of Mediterranean headwater catchments to selective thinning		Zeitschriftenaufsatz	Acta Ecologica	10.1016/j.actaeo.2019.04.003	35	849-854	
Breda, N.; Aussenac, G.	1999	Effects of thinning and planned burning on tree resistance to extreme drought in a Sierras Nevada mixed-conifer forest	Master Thesis	Zeitschriftenaufsatz	Tree Physiology	10.1093/treephys/1999.210.1	10	295-306	
Giuggiola, A.; Ogeje, I.; Rigling, A.; Gessler, B.; Aude, 2016	Improvement of water and energy availability after thinning at a xeric site, which matters more? A dual isotope approach		Zeitschriftenaufsatz	New Phytol	10.1111/nph.12100	108-121			
Llorente, J.; Camarero, J.J.; Carreiro, V.	2016	Physiological response of Abies pinsapo to temperature and thinning gradients		Zeitschriftenaufsatz	Tree Physiology	10.1093/treephys/tpw29	29	1525-1536	
Islam, J.; Nunez, L.; Wood, C.W.; Allen, C.D., Jr.	2016	The impact of increasing drought on tree hydraulic structure and biodiversity in the United States		Zeitschriftenaufsatz	Glob Chang Biol	10.1111/gcb.12436	22	237-246	
Bottero, J.; Amato, D.W.; Palik, B.J.; Bradford, J.	2017	Density-dependent vulnerability of forest ecosystems to drought		Zeitschriftenaufsatz	J Appl Ecol	10.1111/1365-0058.02645	1605-1614		
Sienczorek, K.; Breton, C.; Asbjørnsen, H.; Hernández, J.	2019	Drought Effects on Tectona grandis Water Regulation Are Mediated by Thinning, but the Effects of Thinning Are Temporary		Zeitschriftenaufsatz	Front. For. Glob. Chai	10.3389/fglog.2019.00026	82	403-403	
Simoneau, J.; Léger, J.; Bergeron, Y.	2019	Reassessing thinning and influence of tree size and leaf area to save wood production in boreal forests		Zeitschriftenaufsatz	Tree Physiology	10.1093/treephys/tpz026	1646-1655		
Perry, P.D.; Breshears, D.D.; Zou, C.B.; Cobb, N.S.	2010	Ecological thinning and drought in a semiarid gradient: Responses to management and drought-induced tree reductions		Zeitschriftenaufsatz	Forest Ecology and M	10.1016/j.fore.2010.06.026	334	358-369	
Trouvé, R.; Bontemps, J.-D.; Collet, C.; Seynave, I.	2014	Growth partitioning in forest stands is affected by stand density and summer drought in sessile oak and Douglas-fir		Zeitschriftenaufsatz	Forest Ecology and M	10.1016/j.fore.2014.06.003	334	358-369	
Millar, C.I.; Westfall, R.D.; Delany, D.L.	2007	Response of high-elevation limber pine ( <i>Pinus flexilis</i> ) to multidecadal droughts and 20th-century warming		Zeitschriftenaufsatz	Canadian Journal of Forest Research	10.1139/t07-037	2509-2520		
Inyang, J.; Westfall, R.D.; Delany, D.L.	2017	Implications of thinning on tree growth and thinning practices		Zeitschriftenaufsatz	New Zealand Journal of Forest Sci.	10.1080/00288220.2017.138666	158		
Diackon, D.; Kahlke, H.-P.; Spiecker, H.	2015	Tree and Stand-Level Thinning Effects on Growth in a Northeast- and a Southwest-facing Slope in Spain		Zeitschriftenaufsatz	Glob Chang Biol	10.1111/gcb.12377	3742-3757		
Jump, A.S.; Ruiz-Benito, P.; Greenwood, S.; Allen, L.H.	2017	Contrasting overshoot of tree growth with climate variability and the global spectrum of drought-induced forest dieback		Zeitschriftenaufsatz	Forest Ecology and M	10.1016/j.fore.2017.03.010	310	956-967	
Sanchez-Salguero, R.; Camarero, J.J.; Dobbertin, M.	2013	Contrasting vulnerability and resilience to drought-induced decline of densely planted vs. natural rear-edge Pinus nigra forests		Zeitschriftenaufsatz	European Journal of Forest Research	10.1007/s10654-013-0455-5	223	222-232	
Agustí, J.; Lopez, J.; Lopez, B.C.; Josep, C.; Josep, C.	2019	Thinning and stand-level dependence of tree ring response to climate in <i>Abies alba</i> and <i>Fagus sylvatica</i> shift in importance with increasing stand basal area		Zeitschriftenaufsatz	Tree Physiology	10.1093/treephys/tpz026	11	70-79	
Zhang, C.; Chen, C.; Zhang, L.; Li, X.; Son, X.	2020	Climate change increases the drought risk in Central European forests: What are the options for adaptation?		Zeitschriftenaufsatz	Forestry Journal	10.2478/forj-2020-0040	60	5-18	
Kolström, M.; Lindner, M.; Vilén, T.; Maroszek, N.	2011	Reviewing the Science and Implementation of Climate Change Adaptation Measures in European Forestry		Zeitschriftenaufsatz	Forest	10.3390/fore1101024	961-982		
Cardill, A.; Iniesta, J.; Camarero, J.I.; Primicia, I.	2018	Impact of thinning on tree growth and thinning drive radial growth in an Iberian mixed pine-beech forest	Conference paper	Zeitschriftenaufsatz	Canadian Journal of Forest Research	10.1139/t17-037	62-74		
Hawthorne, S.N.D.; Lane, P.N.J.; Bren, L.J.; Sims, N.	2013	The long term effects of thinning intensities on vegetation structure and water yield		Zeitschriftenaufsatz	Forest Ecology and M	10.1016/j.fore.2013.01.031	983-993		
Park, J.; Kim, T.; Moon, M.; Cho, S.; Ryu, D.; Seo, J.	2018	Effects of thinning intensities on tree water use, growth, and resultant water use efficiency of 50-year-old <i>Pinus koraiensis</i> forest over four years		Zeitschriftenaufsatz	Forest Ecology and M	10.1016/j.fore.2018.04.008	408	121-128	
Li, J.; Guo, J.; Khurshid, S.; Brodeur, J.; Leduc, R.	2017	Short-term effects of thinning frequency on hydraulic properties of boreal pine trees in eastern Canada		Zeitschriftenaufsatz	Hydrology	10.1002/hyd2.12660	6	676-686	
Gleason, K.; Bradford, J.B.; Bottero, J.; Amato, D.	2017	Competition amplifies drought stress in forests across biogeographic and climatic gradients		Zeitschriftenaufsatz	Ecosphere	10.1002/ecs2.8	601849		
Trouvé, R.; Bontemps, J.-D.; Collet, C.; Seynave, I.	2017	Radial growth resilience of sessile oak after drought is affected by site water status, stand density, and social status		Zeitschriftenaufsatz	Trees	10.1007/s00431-017-0404-3	517-529		
Lebourg, F.; Eberlé, P.; Mérain, P.; Seynave, I.	2014	Social status-mediated tree-ring response to climate of <i>Abies alba</i> and <i>Fagus sylvatica</i> shift in importance with increasing stand basal area		Zeitschriftenaufsatz	Tree Physiology	10.1093/treephys/tpz026	328	209-218	
Leblanc, M.; Perron, J.; Poitras, J.; Kerecowski, N.	2015	Effects of thinning and stand density on tree ring response to climate in sessile oak and Scots pine		Zeitschriftenaufsatz	Tree Physiology	10.1093/treephys/tpz026	339	22-33	
Oliver, J.; Bogino, S.; Rathgeber, C.; Bonneosez, N.	2014	Thinning has a positive effect on growth dynamics and growth-climate relationships in Aleppo pine ( <i>Pinus halepensis</i> ) trees of different crown densities		Zeitschriftenaufsatz	Annals of Forest Sci.	10.1007/s10117-013-1751-7	395-404		
Orive, J.; Lopez, C.; Gracia, C.; Bermejo, J.	2012	Stand structure modulates the long-term vulnerability of <i>Pinus halepensis</i> to climatic drought in a semiarid Mediterranean ecosystem: Stand s		Zeitschriftenaufsatz	Plant, Cell & Environ	10.1111/j.1365-1307.2012.02398.x	136	1026-1039	
Opéz, J.; Sabater, S.; Gracia, C.	2015	Development of a model of a <i>Quercus</i> and <i>Byrnia</i> stand under different thinning regimes		Zeitschriftenaufsatz	Tre Physiology	10.1093/treephys/tpz026	183	601-606	
Cortillas, M.; Arribalzaga, P.; Antonio, D.C.; Tarcisio, F.J.G.; Antón, M.	2015	Development of a model of a <i>Quercus</i> and <i>Byrnia</i> stand under different thinning regimes		Zeitschriftenaufsatz	Agricultural and For	10.1016/j.agrilev.2015.09.020	40-50		
Bradford, D.; Bell, D.M.	2017	A window of opportunity for climate-change adaptation: easing tree mortality by reducing forest basal area		Zeitschriftenaufsatz	Front Ecol Environ	10.1111/1747-024X.00115	11	1-7	
Diackon, D.; Kahlke, H.-P.; Spiecker, H.	2013	Thinning increases climatic resilience of red pine		Zeitschriftenaufsatz	Can. J. For. Res.	10.1139/cfr-143	878-889		
Tague, C.L.; Morris, M.; Hanan, E.	2019	The changing water cycle: The eco-hydrologic impacts of forest density reduction in Mediterranean (seasonally dry) regions		Zeitschriftenaufsatz	WIREs Water	10.1002/wat2.1350	e1350		
Cortillas, M.; Salmerón, C.; Gracia, C.; Espelta, J.M.	2019	Growth response of <i>Pinus</i> and <i>Quercus</i> to rainfall reduction in semi-arid <i>Quercus</i> pine woods		Zeitschriftenaufsatz	European Journal of Forest Research	10.1007/s10654-019-01683-2	1677-1683		
Briggs, D.G.; Kavantachai, R.	2018	The thinning effects on interfall regeneration in stem of Douglas Fir in Four Coastal Pacific Northwest sites		Zeitschriftenaufsatz	Forest Science	10.1093/forst64	139-148		