

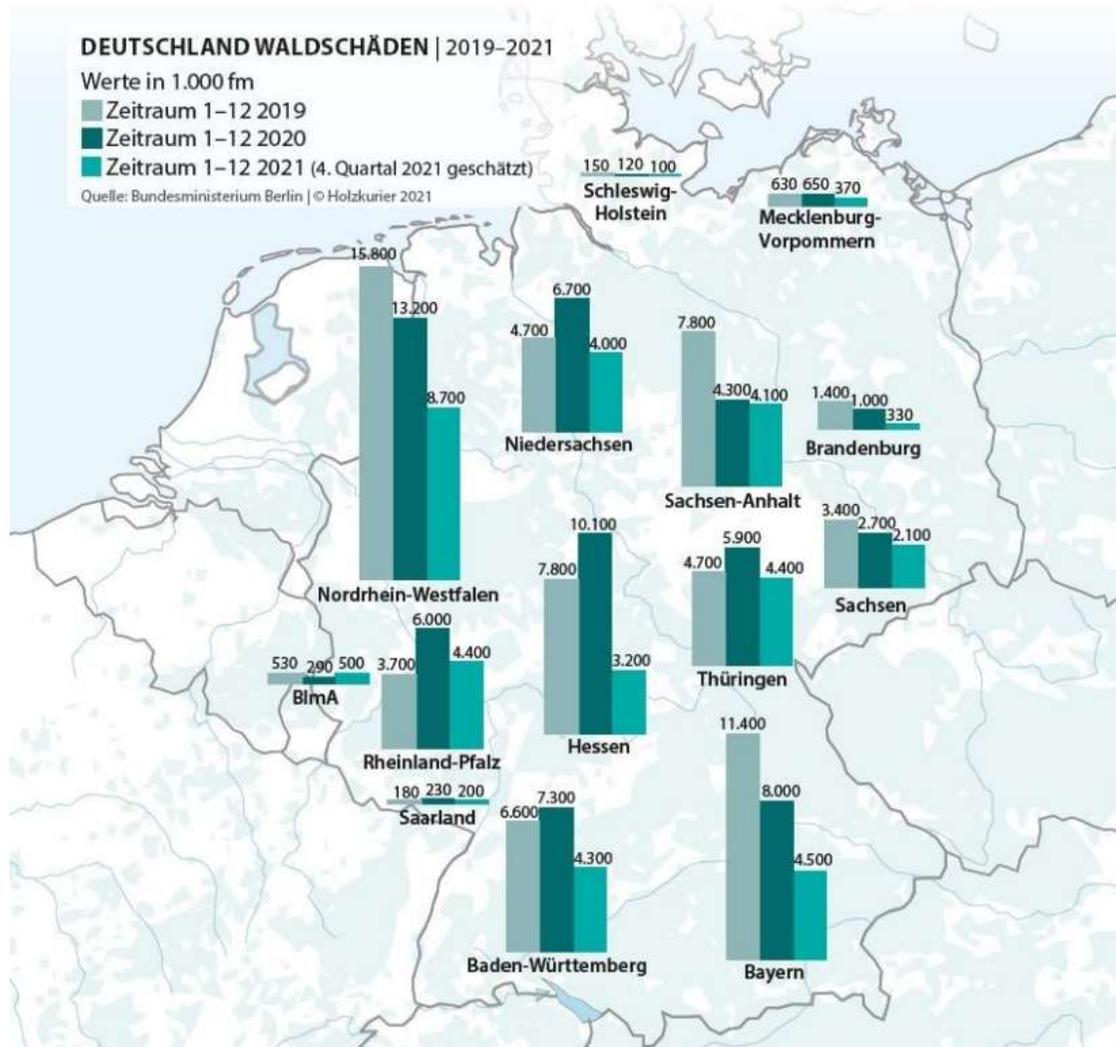


KWF-Thementage 2022

**„Der Wald im Klimawandel – eine Herausforderung mit vielen Aspekten“**

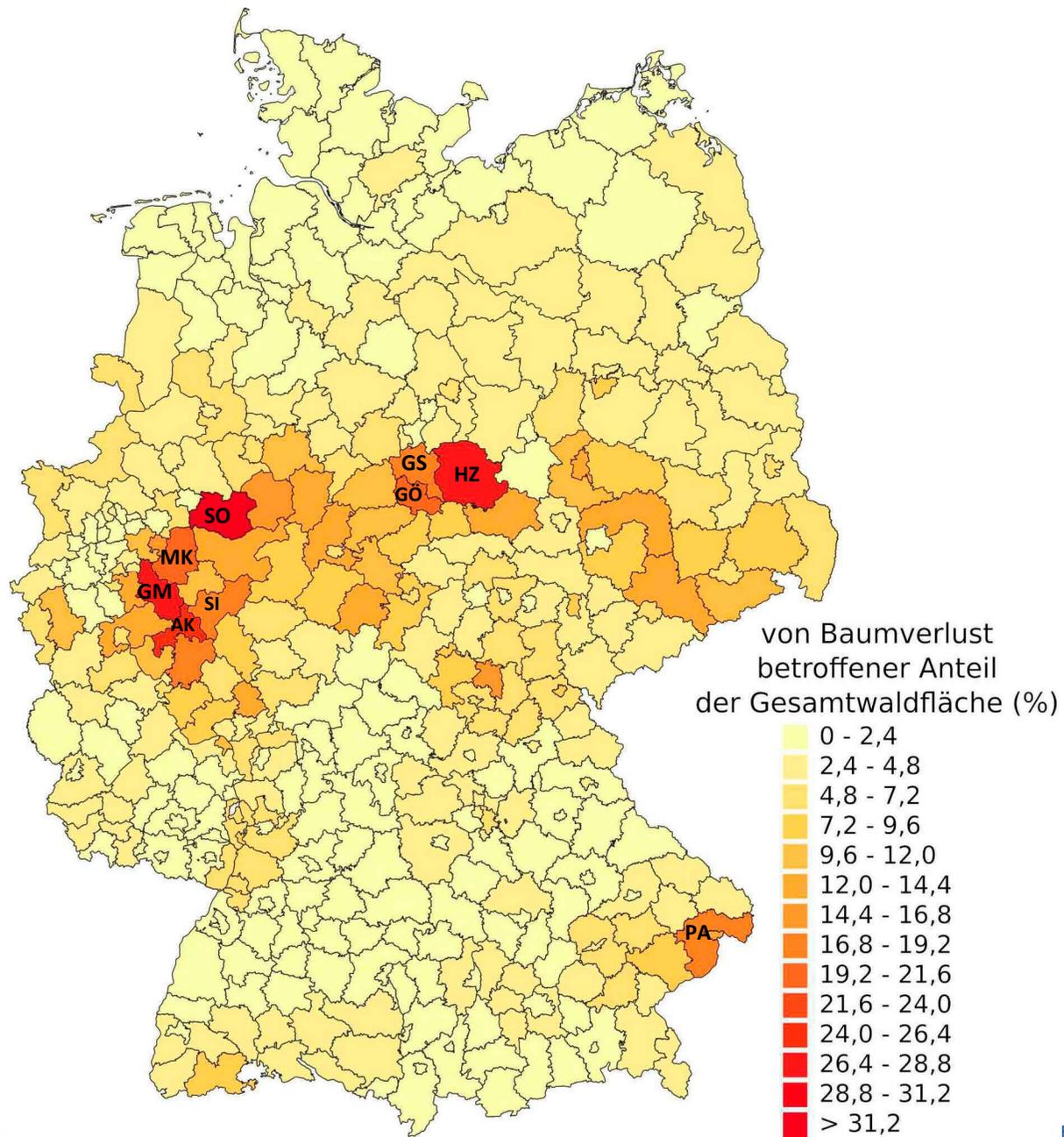
Jessen/Elster, 2. April 2022

Foto: H.Hamkens 2021

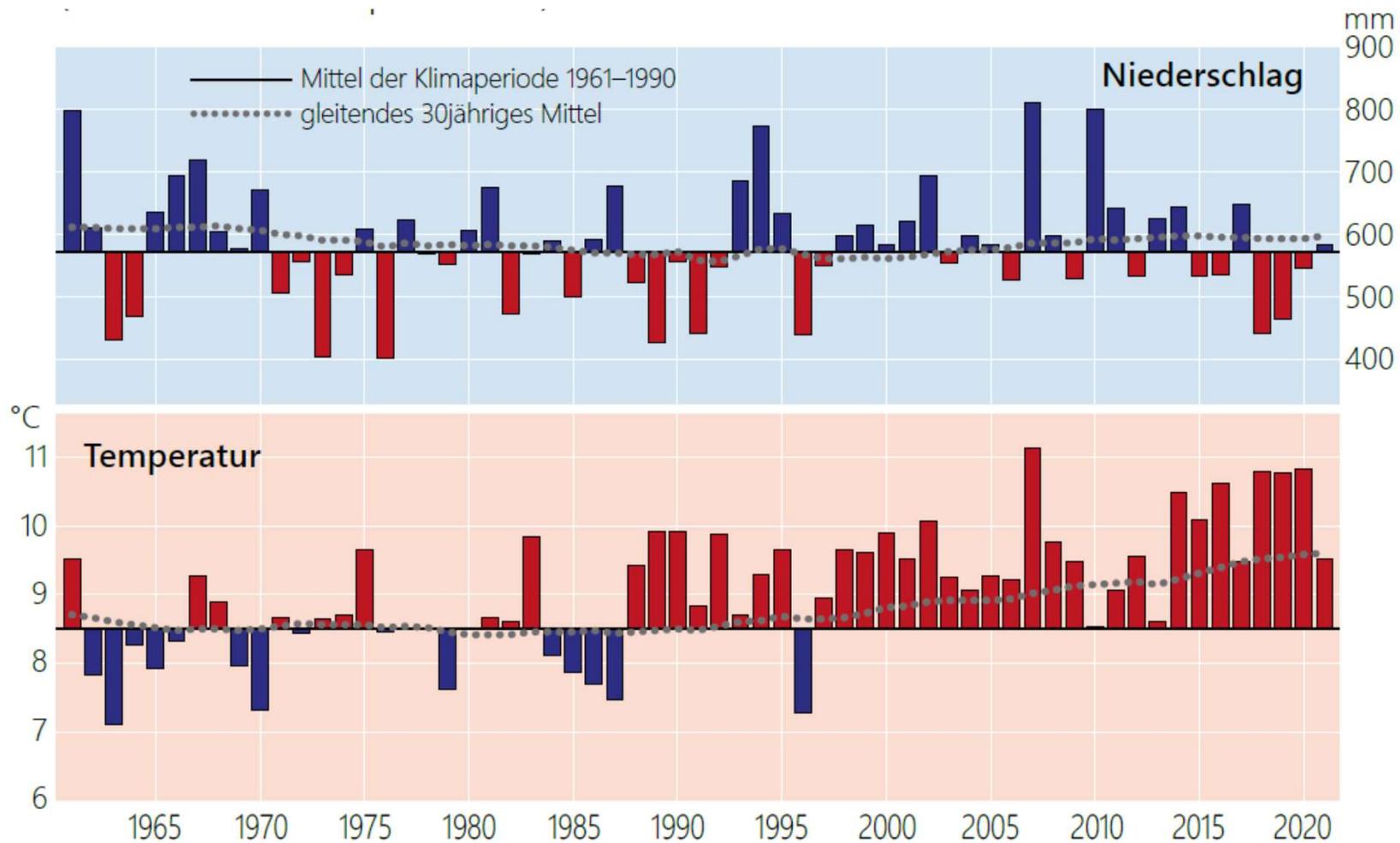


### Geschätztes Schadensausmaß (seit 2018)

- mehr als 500.000 Hektar Waldfläche (=2,7%) geschädigt
- mehr als 250 Millionen Festmeter Schadholz angefallen
- Milliardenverluste für die betroffenen Forstbetriebe
- Engpässe in der Pflanzenversorgung



# Entwicklung Niederschlag-Temperatur Sachsen-Anhalt

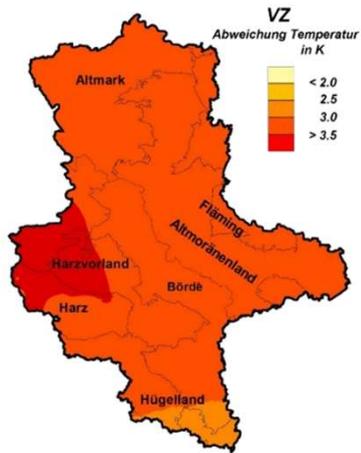


Daten des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach

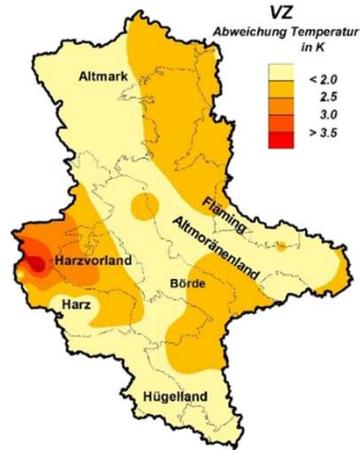
Daten 2021 nur bis September

# Abweichung von Temperatur / Niederschlag in der Vegetationszeit vom langjährigen Mittel

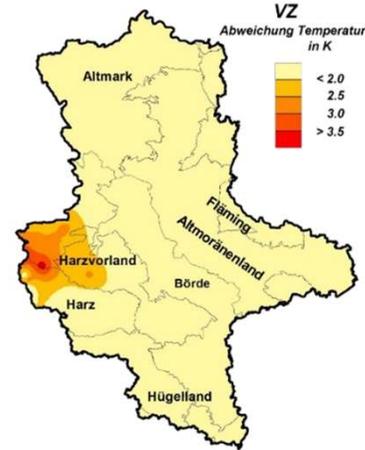
2017/2018



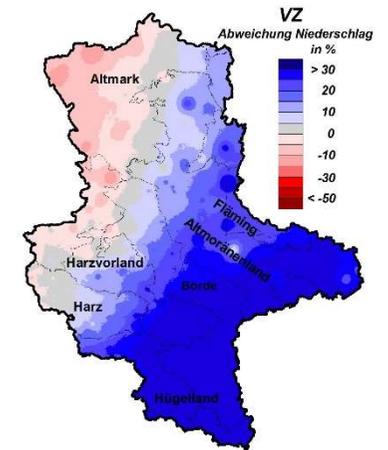
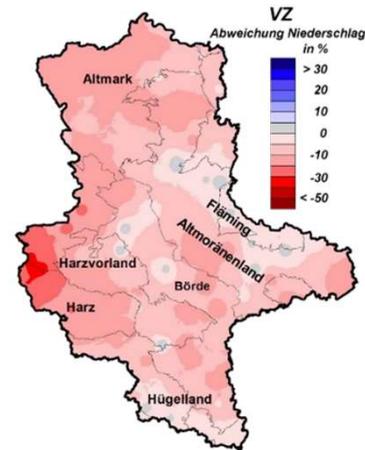
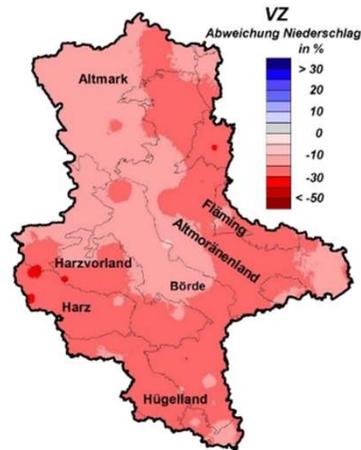
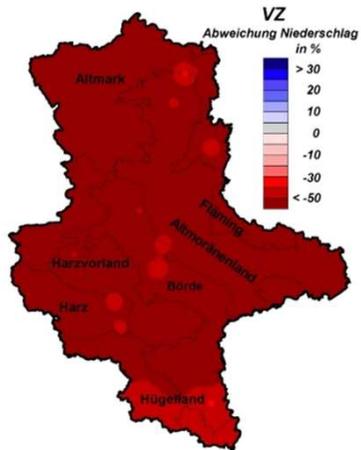
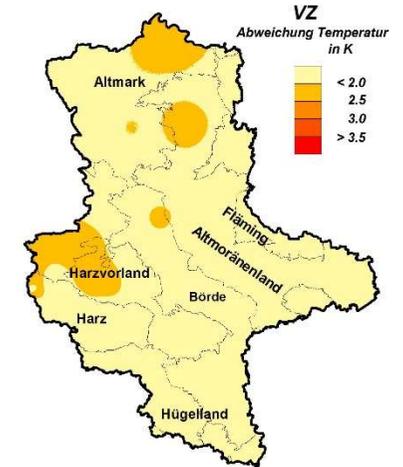
2018/2019



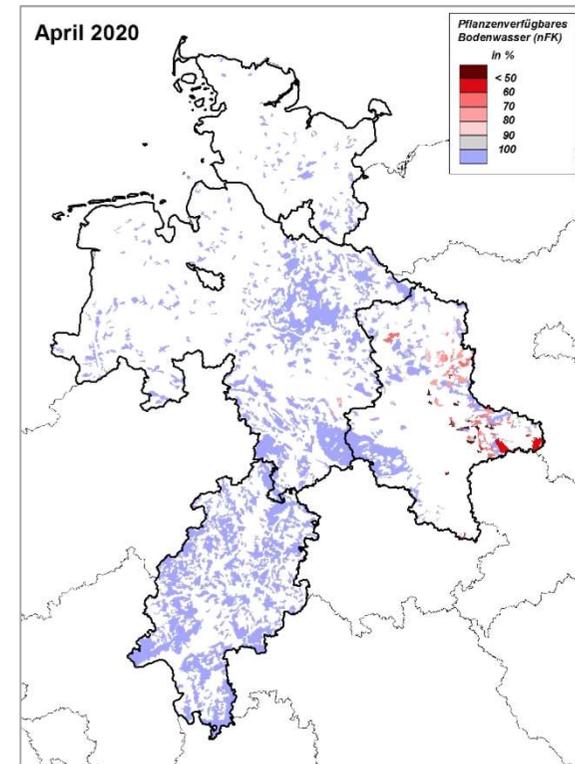
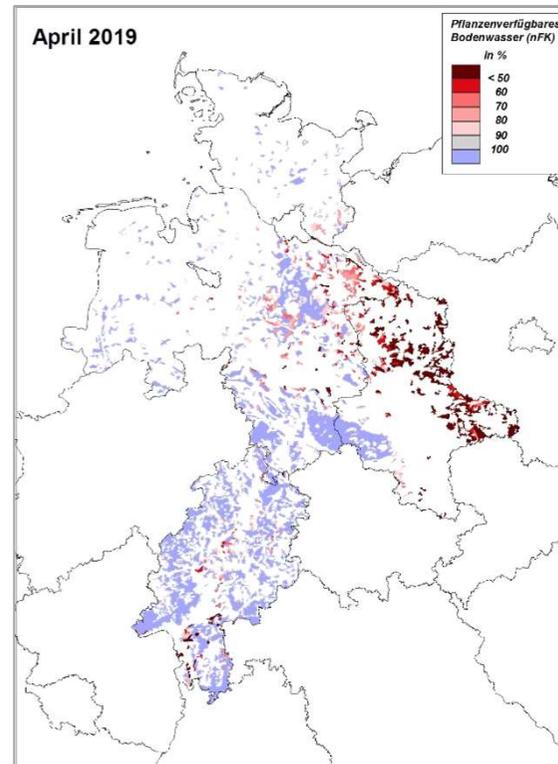
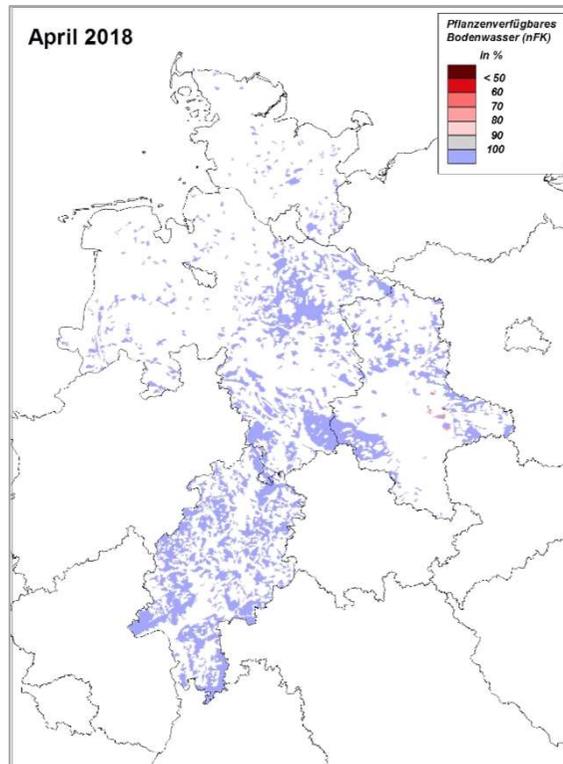
2019/2020



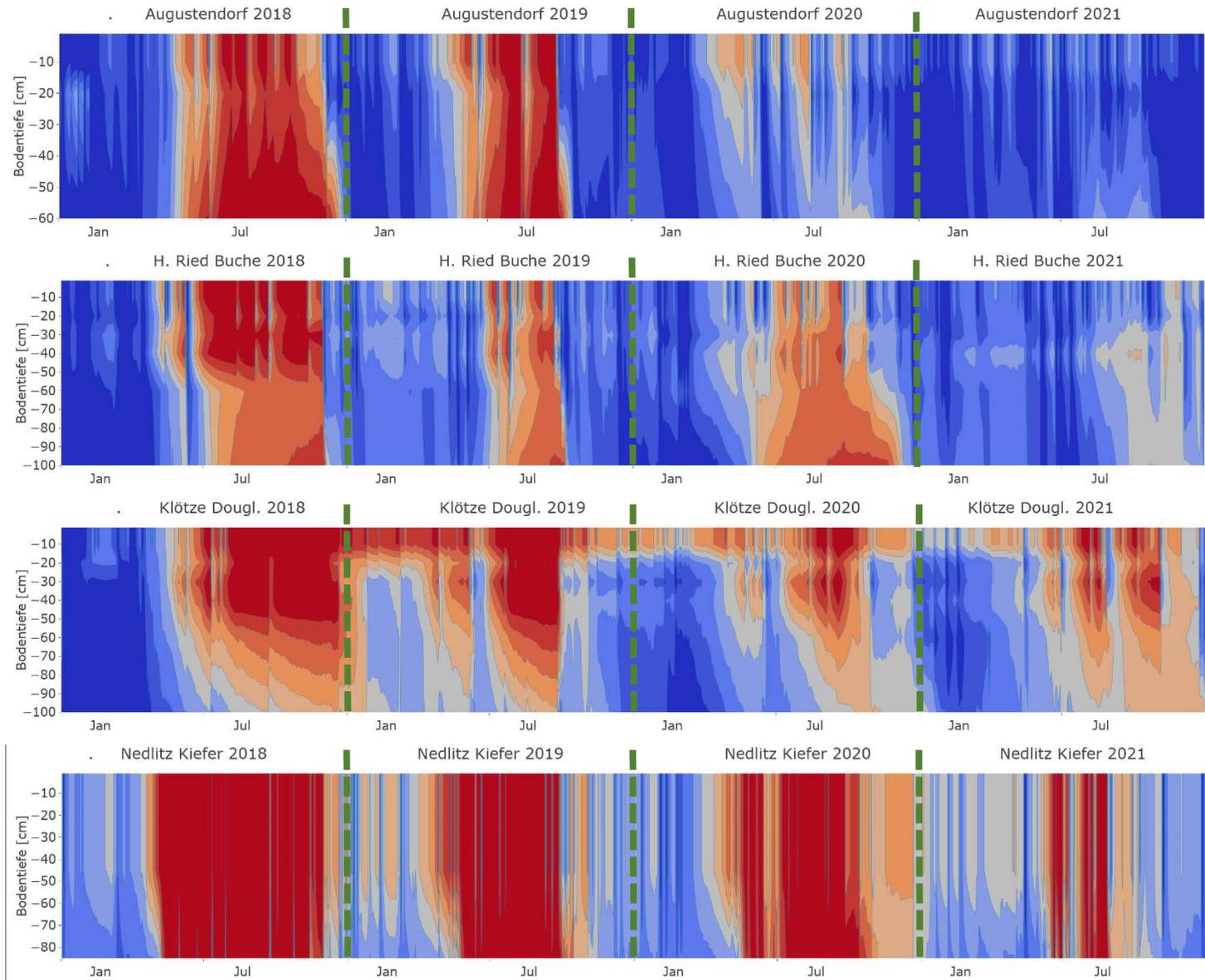
2020/2021



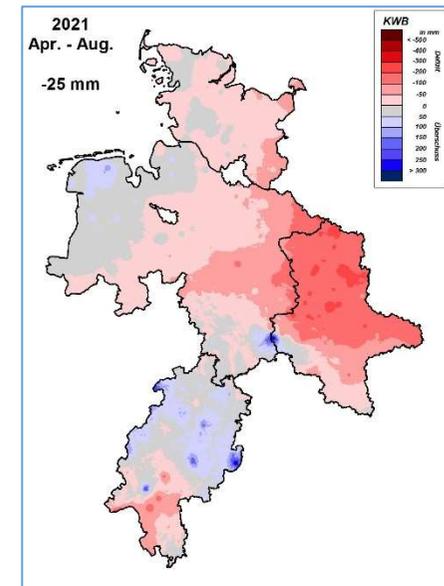
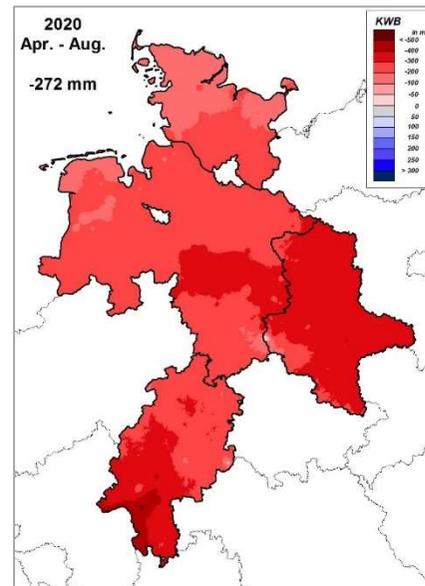
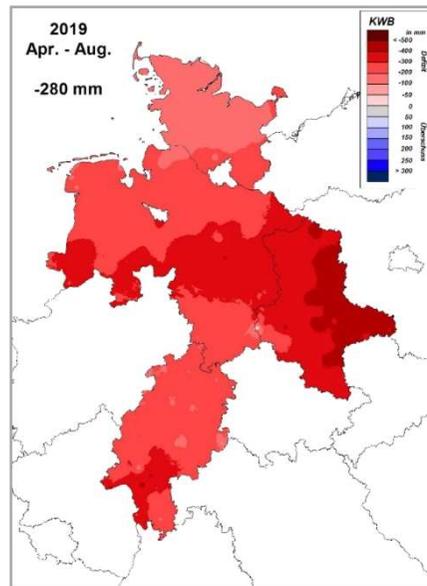
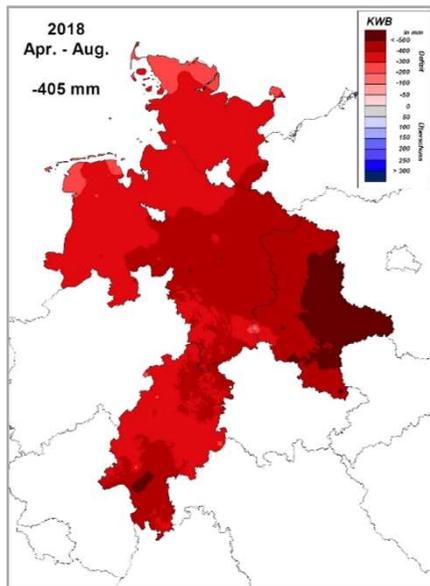
# Pflanzenverfügbares Bodenwasser (in % der nFK) zu Beginn der Vegetationszeit



**Die Böden kommen häufig nicht mehr wassergesättigt aus dem Winter**

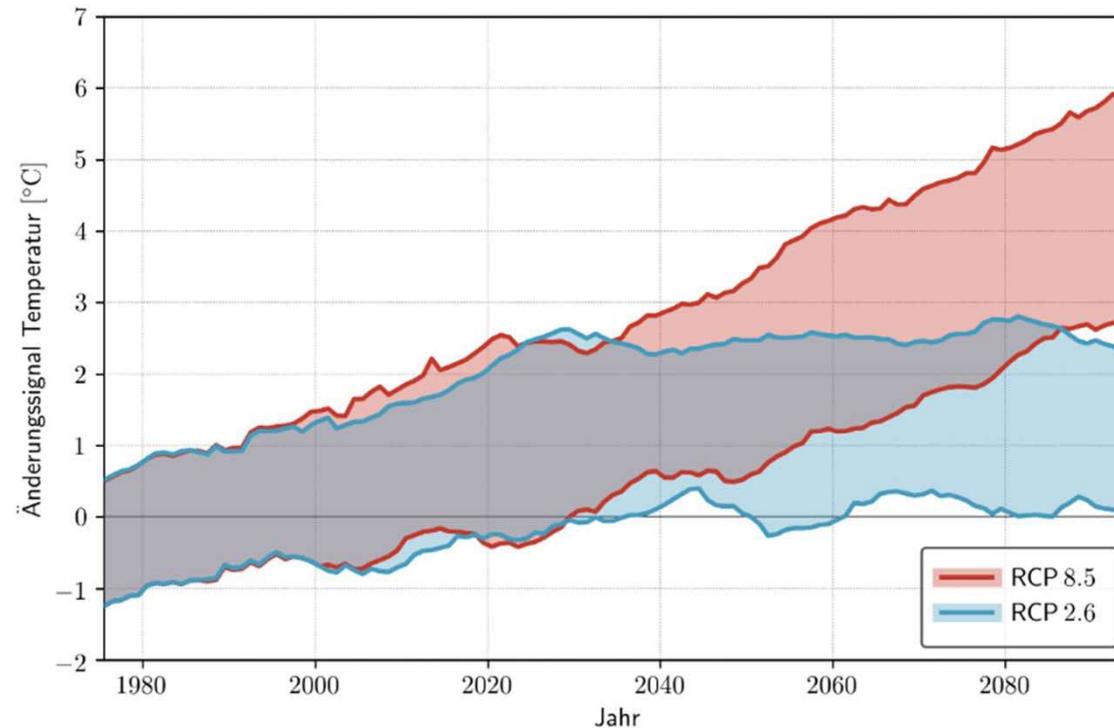


# Klimatische Wasserbilanz\* für die Monate April bis August 2018 bis 2021



\* KWB= Differenz zwischen Niederschlag und pot. Verdunstung

Veränderung der Jahresmitteltemperatur gegenüber dem Median des Referenzzeitraumes (1971-2000) für das **Weiter-wie-bisher Szenarios (RCP8.5)** und **Klimaschutz Szenarios (RCP2.6)**



### Gemeinsamkeit aller Klimaprojektionen:

- Anstieg der Temperatur (wärmere Sommer und Winter, verlängerte Vegetationszeiten)
- Veränderte Niederschlagsverteilung (trockenere Sommer, feuchtere Winter)
- Häufigere Witterungsextreme (Dürren, Starkregen, Stürme)

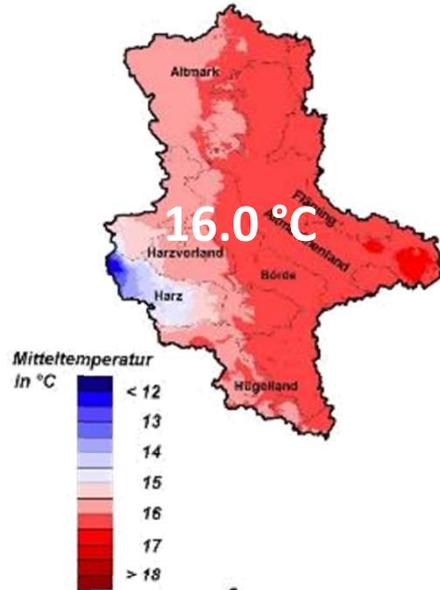
RCP - Representative Concentration Pathways, deren Ziffern geben an, welche zusätzliche Energie (in Watt/m<sup>2</sup>) maximal durch den fortschreitenden Treibhaus-effekt in die bodennahe Atmosphäre eingebracht wird.

# Klima und Wasserhaushalt in der Vegetationsperiode

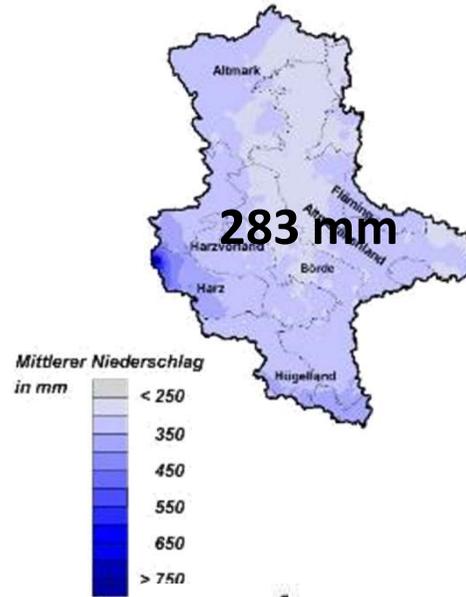
Klimadaten (1981-2010) DWD, Klimaprojektion (2041-2070) RCP8.5 ECHAM6 STARS II, nutzbare Feldkapazität aus Wald-BÜK 1:1 Mill.

heute (1981 – 2010)

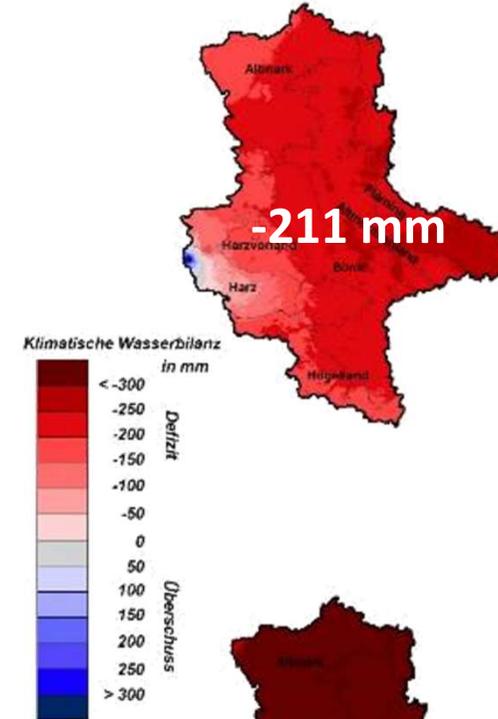
## Temperatur



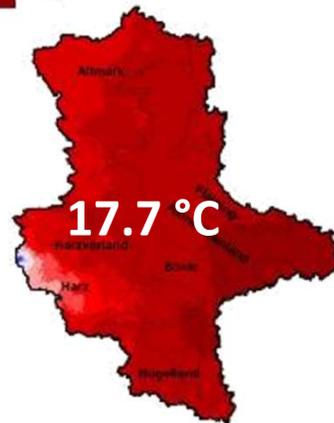
## Niederschlag



## Klimatische Wasserbilanz



in Zukunft (2041 - 2070)



# Quantifizierung des pflanzenverfügbaren Wassers in der Vegetationszeit

Trockenstressindikator: **Standortswasserbilanz**

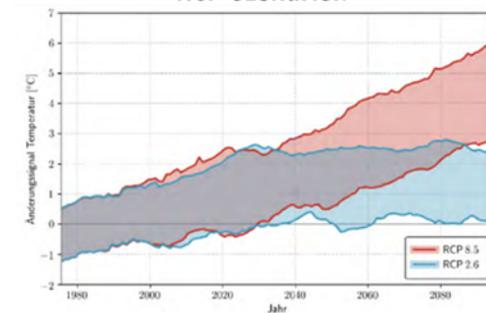
$$\text{Standortswasserbilanz (SWB)} = \text{nutzbare Feldkapazität (nFK)} + \text{Klimatische Wasserbilanz (KWB)}$$



Standortkartierung

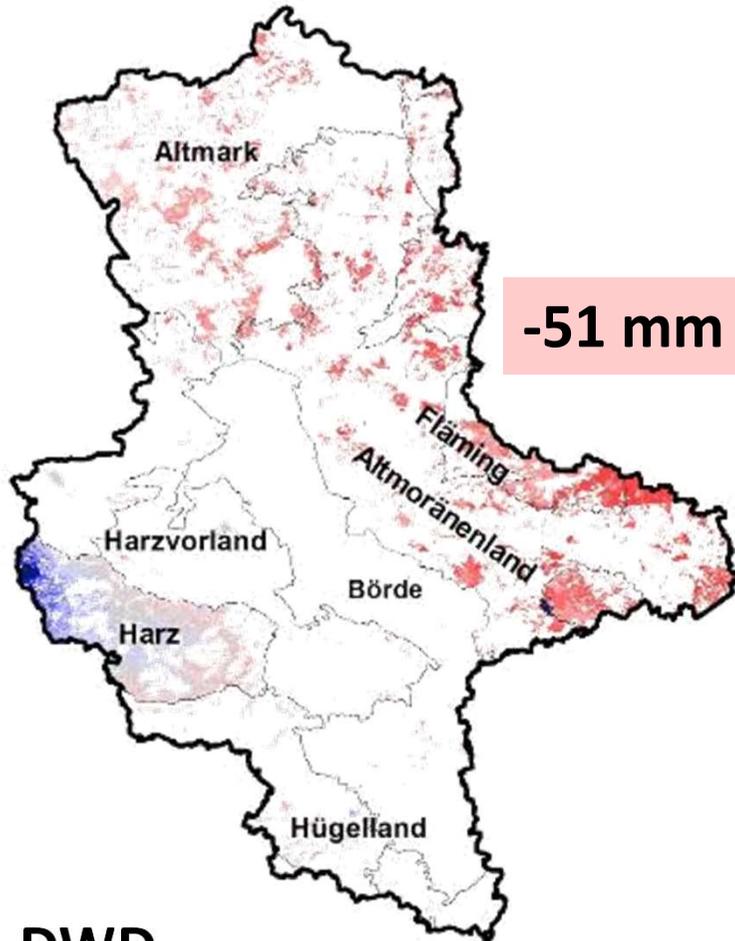


RCP-Szenarien

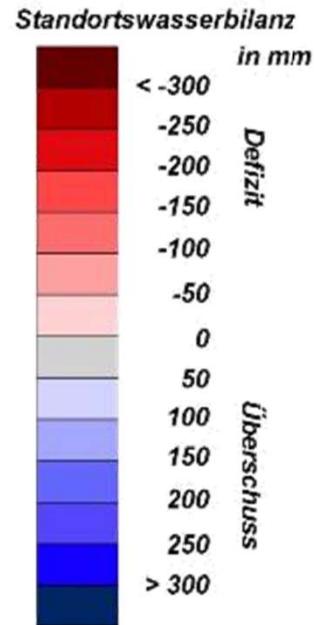
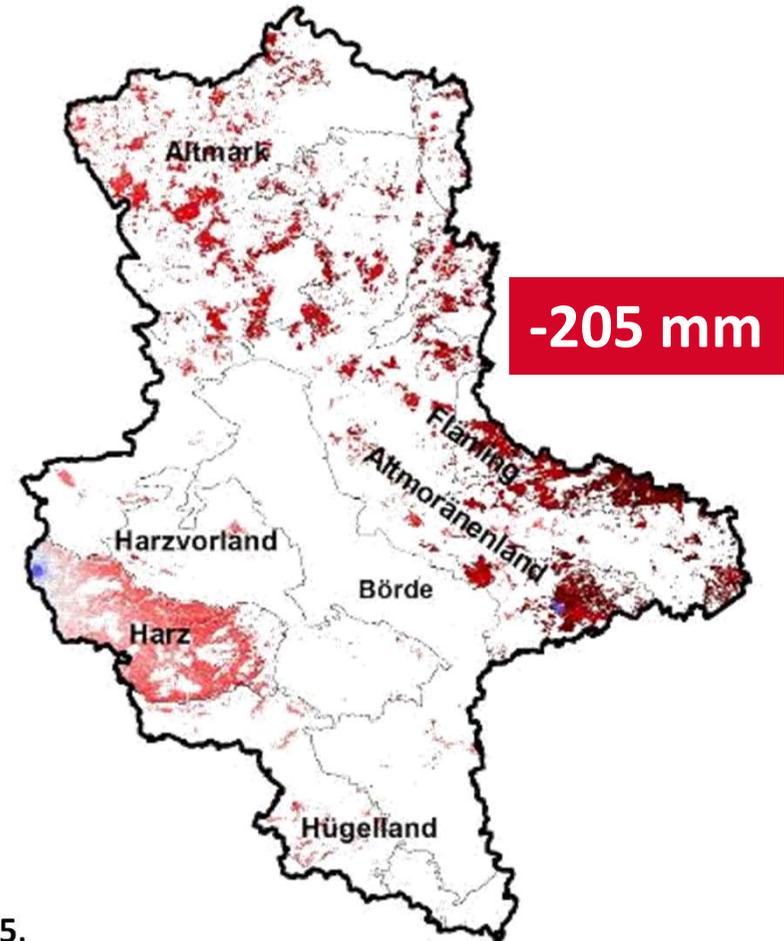


# Standortwasserbilanz in der Vegetationsperiode

1981 - 2010



2041 - 2070



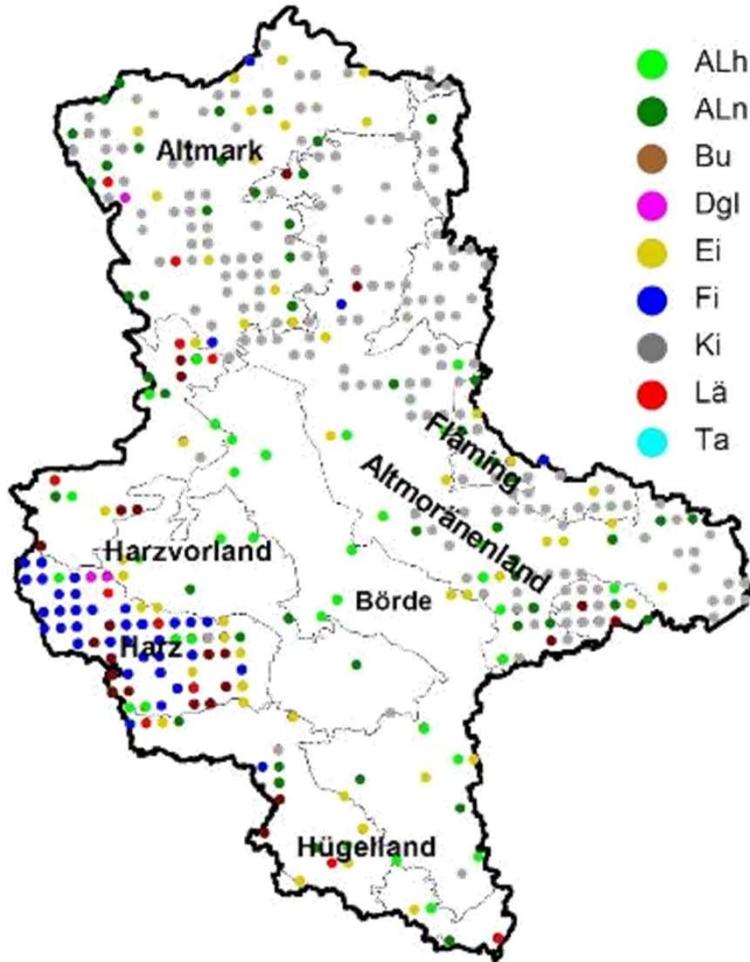
DWD

RCP8.5,  
STARS II, Median

# BWI<sup>3</sup> – Baumartenverteilung an den Waldtraktecken

## Istbestockung

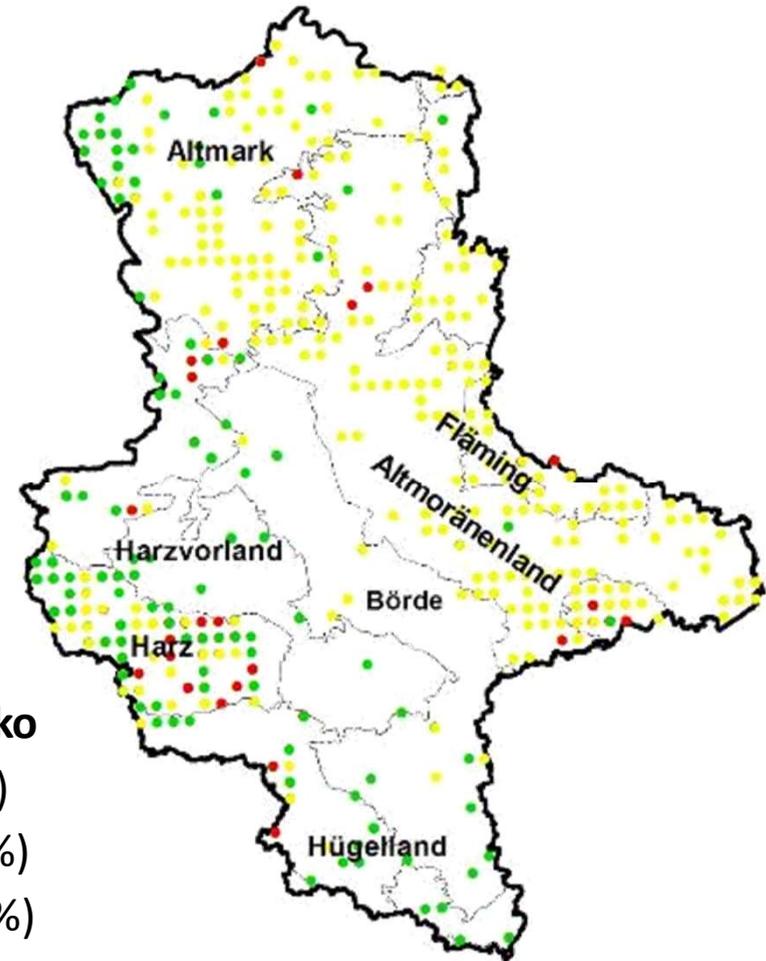
nur terrestr. Böden mit StaO-Informationen



## Trockenstressgefährdung

Klimaszenario RCP8.5 ECHAM6 STARS II,  
nFk aus WKF-Projekt WP-KS-KW 2017

Periode  
2041 - 2070



## Trockenstressrisiko

- hoch (7,5%)
- mittel (70,7%)
- gering (21,8%)

## Übergeordnete Ziele des Waldumbaus



Fotos: J. Weymar

- Standortgerechte Baumartenwahl mit angepassten Herkünften (Klimawandel)
- Begründung zukunftsfähiger Mischbestände (Risikoverteilung, biologische Vielfalt)
- Konsequente Nutzung natürlicher Potenziale
- Sicherung standortgerechter Nadelbaumanteile

# Entscheidungshilfen zur Klimaanpassung

## 1. Priorität: Stabilisierung der vorhandenen Wälder

- Erhöhung der Einzelbaumstabilität
- Gestaffelte Durchforstung zur Verkürzung der Produktionszeiträume (früh stark → mäßig → schwach)
- Förderung von Mischbaumarten

## 2. Priorität: Senkung bzw. Verteilung der Risiken

- Standortgerechte Naturverjüngung nutzen
- Begrenzung der Vorratshöhe
- Strukturierung und frühzeitige Vorausverjüngung
- Konsequenter Waldschutz

# Entscheidungshilfen zur Klimaanpassung

## 3. Priorität: Standortgemäßer Waldumbau

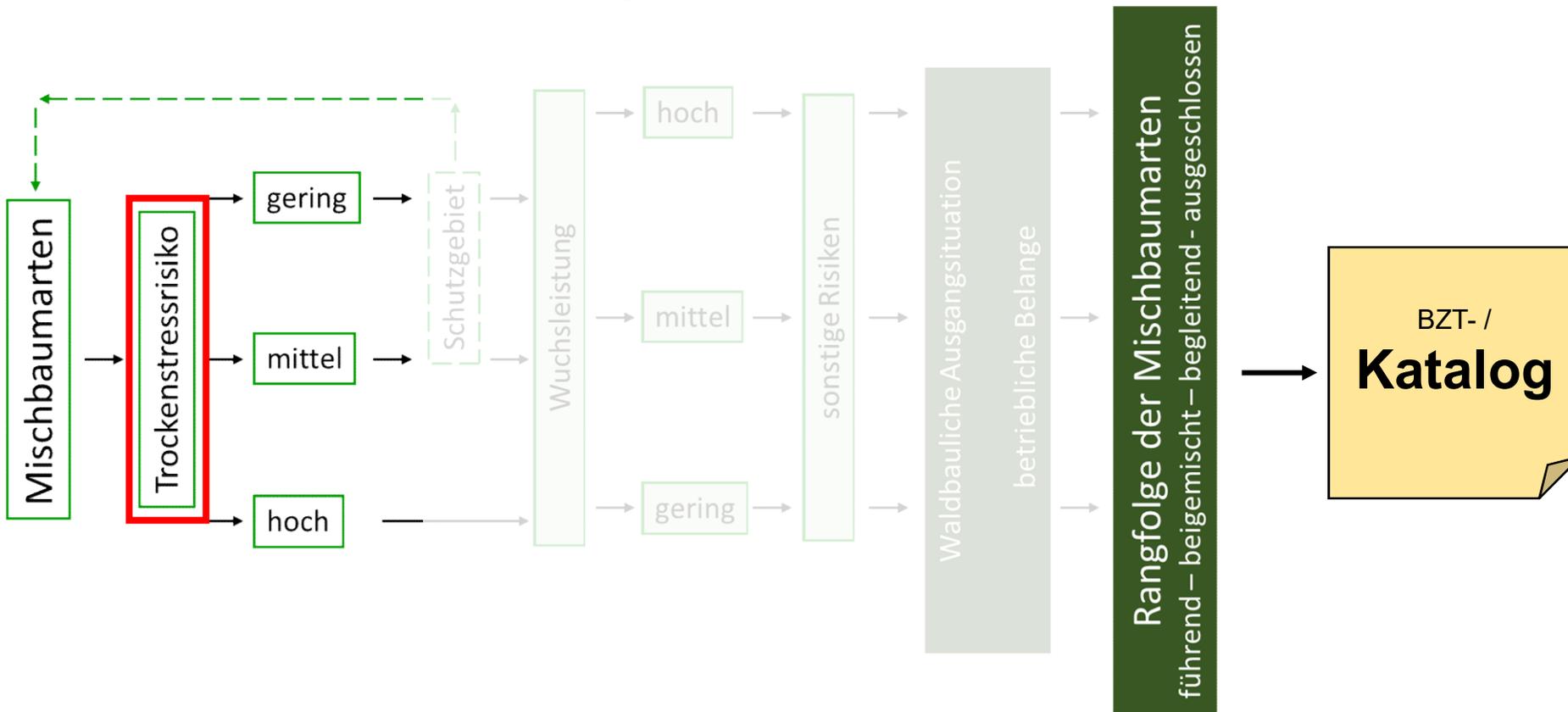
### Übergeordnete Ziele:

- keine Übernahme schon heute nicht standortgemäßer Naturverjüngung
- Überpflanzen nicht standortgerechter Fi-Naturverjüngung mit Dgl
- Kein Anbau von Baumarten im klimatisch-standörtlichen Grenzbereich
- Begründung von Mischbeständen
- Ausnutzen größerer Störungslöcher
- Integration von Pionierbaumarten (Vorwald)
- Integration anbauwürdiger eingeführter Baumarten (Dgl, Kta, Rei, Jlä)
- Identifikation zukünftig standortgemäßer Baumarten

### Potenzialabschätzung

### Differenzierung unter den standortgemäßen Baumarten

### Betriebliche Umsetzung



# Trockenstressgefährdung

Risikoklassifizierung im Anhalt an die Standortwasserbilanz  
 - klimatische Wasserbilanz in der Vegetationsperiode (Grasreferenz)  
 und nutzbare Feldkapazität (nFK) -

Trockenstressrisiko	Fichte	Buche	Eiche/ Douglasie	Kiefer
gering	> 0 mm	> -50 mm	> -150 mm	> -200 mm
mittel	0 bis -80 mm	-50 bis -100 mm	-150 bis -350 mm	-200 bis -450 mm
hoch	< -80 mm	< -100 mm	< -350 mm	< -450 mm

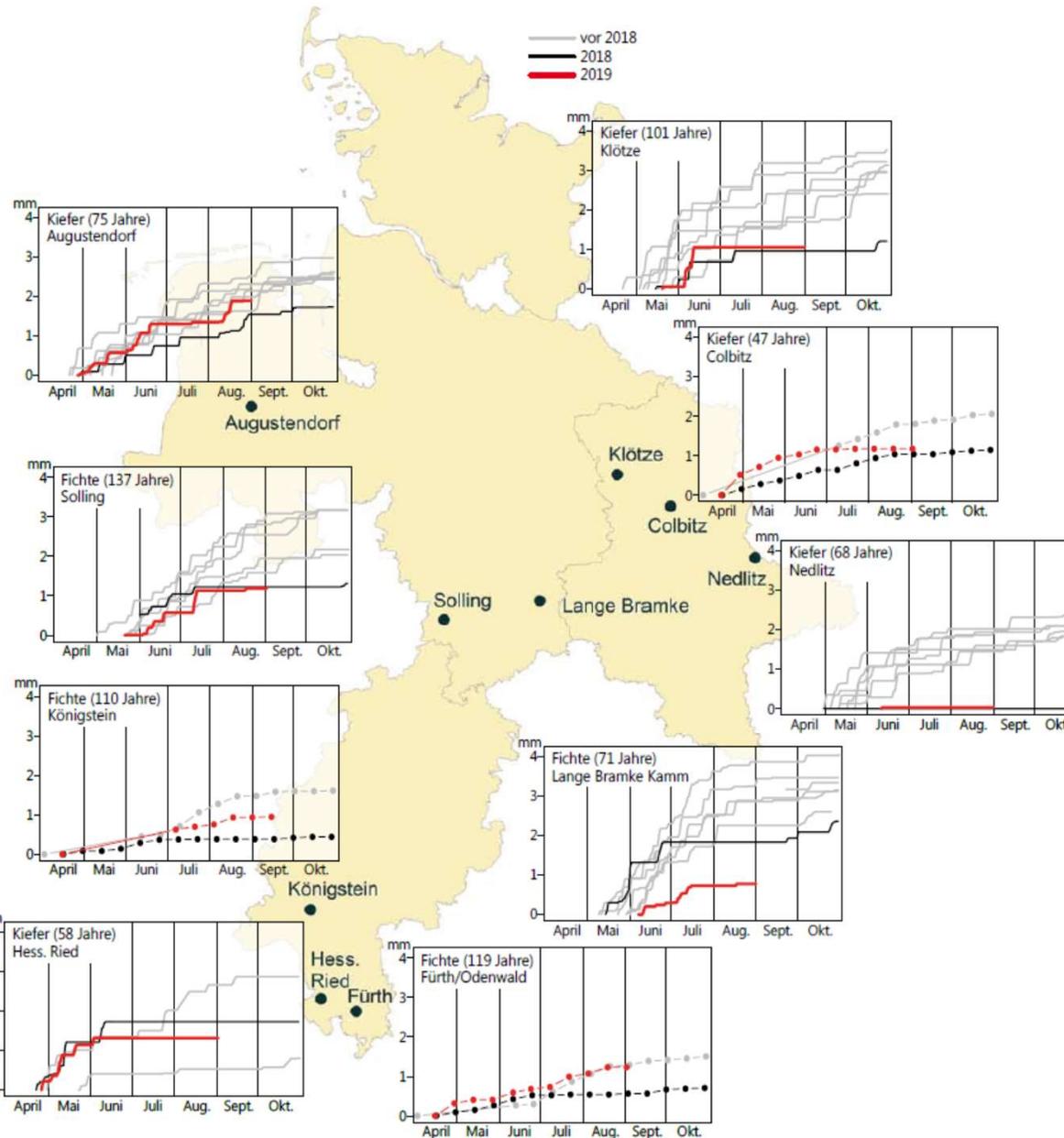
- Roterle
- Moorbirke

- Weißtanne
- Japanlärche
- Bergulme
- Schwarznuss

- Roteiche
- Ahornarten
- Esche
- Hainbuche
- Linde
- Europ. Lärche
- Küstentanne

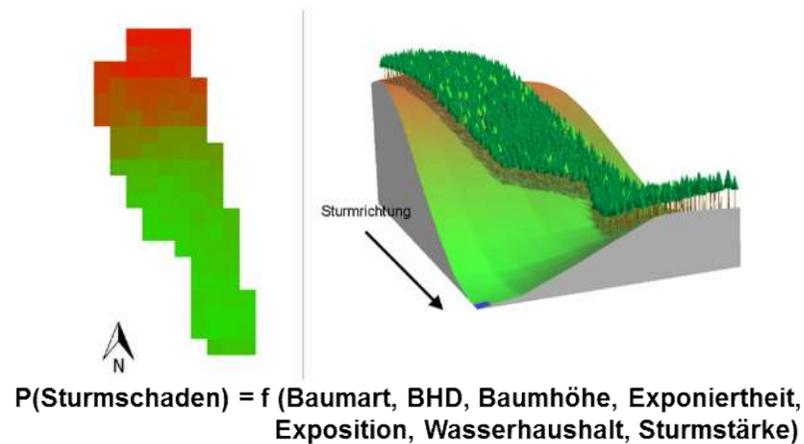
- Sandbirke
- Schwarzkiefer

# Radialzuwachs von Fichte/Kiefer auf den Intensivmonitoringflächen

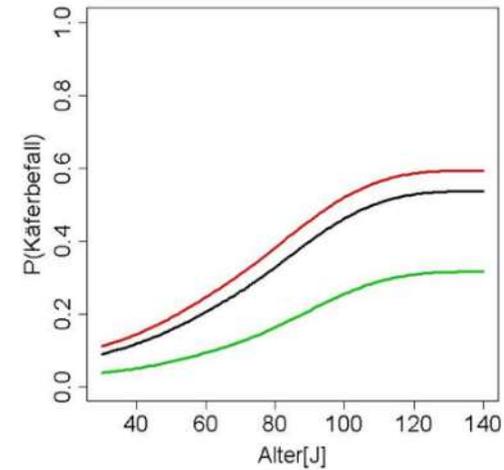


# Abgrenzung standortsabhängiger Waldschutzrisiken

## Sturmschadensmodell

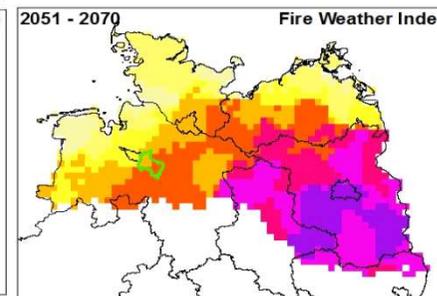
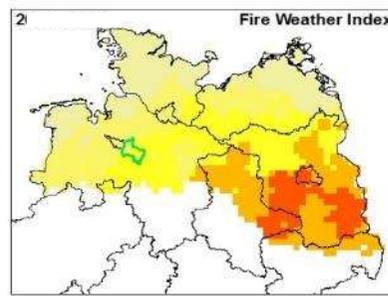
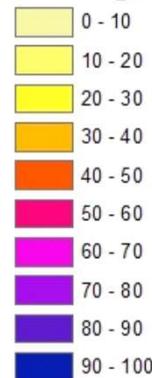


## Borkenkäfermodell



## Waldbrandgefährdung

### Risikotage



# Vielfalt an Walderkrankungen



*Diplodia*-Triebsterben bei **Kiefer**,  
aber auch an **Douglasie** u. a.



Komplexe Schäden an  
**Buche**



Rußrindenerkrankung an  
**Ahorn**



**Tannen**-Rindenne-  
krose, WTa-Rüssler



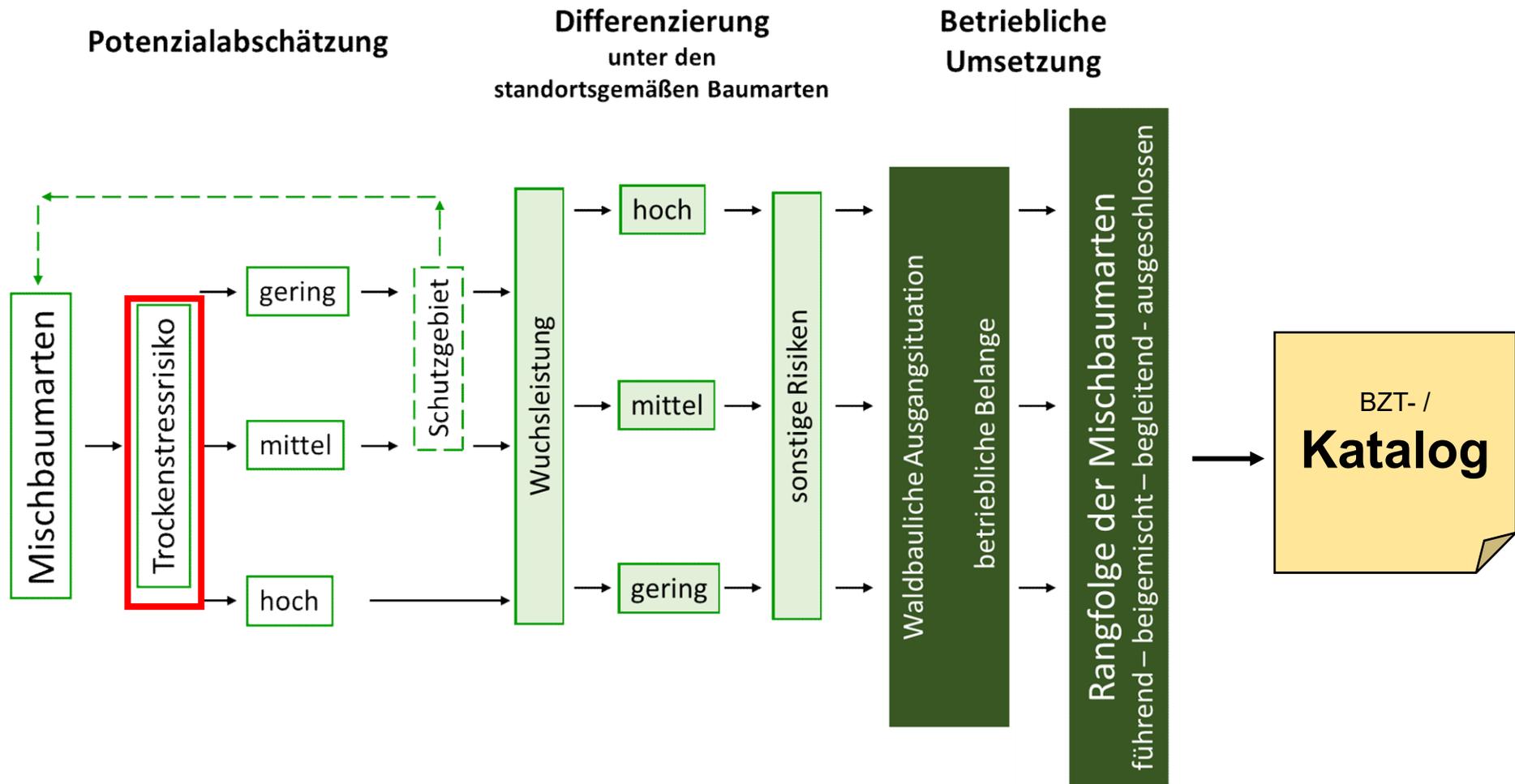
**Fichten** -  
Borkenkäfer



Schmetterlings-  
arten an **Eiche**  
(EPS, SchwSpi,  
FSpa, EiWi)

+ Sturm





Es gibt nicht nur die „eine Lösung“

## Vorgehensweise der Trockenstress-Risikoeinschätzung

Trockenstressrisiko	Fichte	Buche	Eiche/ Douglasie	Kiefer
gering	> 0 mm	> -50 mm	> -150 mm	> -200 mm
mittel	0 bis -80 mm	-50 bis -100 mm	-150 bis -350 mm	-200 bis -450 mm
hoch	< -80 mm	< -100 mm	< -350 mm	< -450 mm

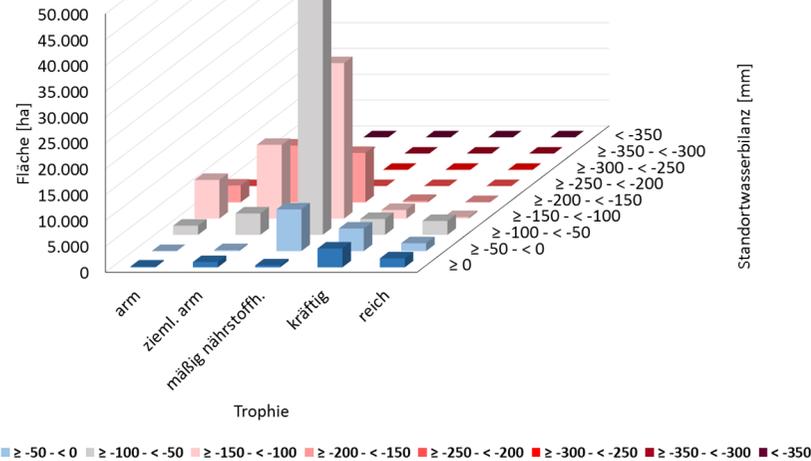
  

- Roterle - Moorbirke	- Weißtanne - Japanlärche - Bergulme - Schwarznuss	- Roteiche - Ahornarten - Esche - Hainbuche - Linde - Europ. Lärche - Küstentanne	- Sandbirke - Schwarzkiefer
--------------------------	---	---	--------------------------------

1. Setzung von SWB-Risikoschwellenwerten für Baumarten
2. Potentialabschätzung der Baumarten auf Basis von SWB und Trophie



## 1981-2010



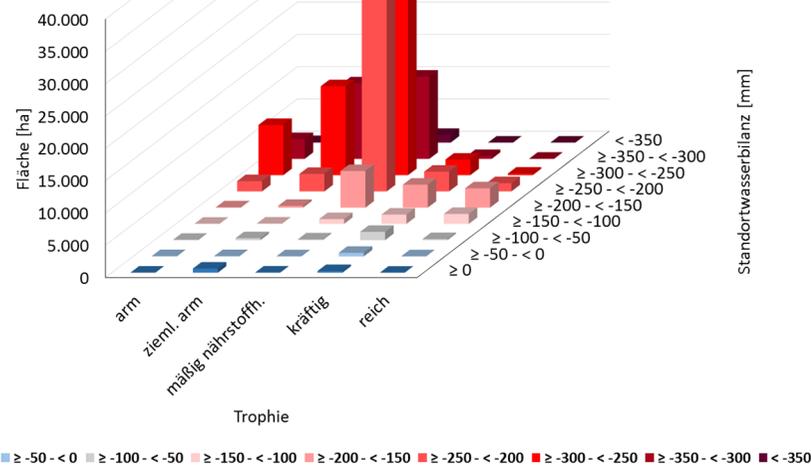
## Standortspektrum Tiefland

- Nährkraftstufe u. Standortwasserbilanz -

### SWB

bis  $\geq -100$  mm: 51 %  
 $\leq -100$  bis  $-350$  mm: 49 %

## 2041-2070

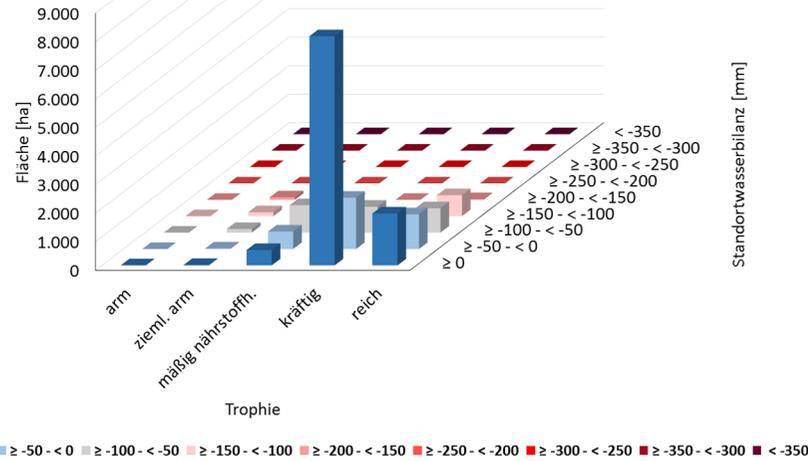


ca. 160.000 ha (51 %)

### SWB

bis  $\geq -100$  mm: 2 %  
 $\leq -100$  bis  $-350$  mm: 98 %

## 1981-2010



## Standortspektrum Hügelland

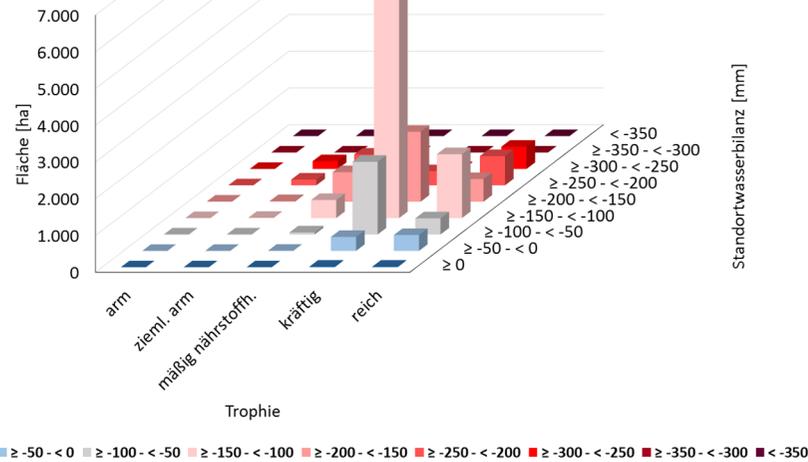
- Nährkraftstufe u. Standortwasserbilanz -

### SWB

bis  $\ge -100$  mm: 92 %

$\le -100$  bis  $-350$  mm: 8 %

## 2041-2070



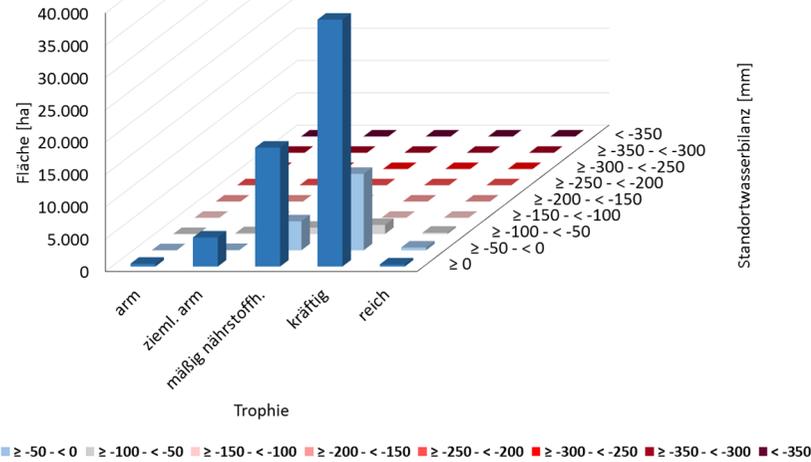
ca. 18.500 ha (29 %)

### SWB

bis  $\ge -100$  mm: 18 %

$\le -100$  bis  $-350$  mm: 82 %

## 1981-2010



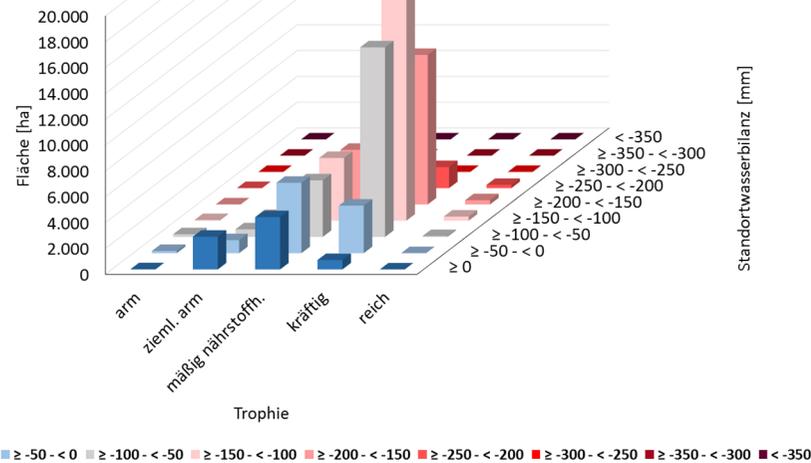
## Standortspektrum Bergland

- Nährkraftstufe u. Standortwasserbilanz -

### SWB

bis ≥ - 100 mm: 100 %  
 ≤ - 100 bis - 350 mm: 0 %

## 2041-2070

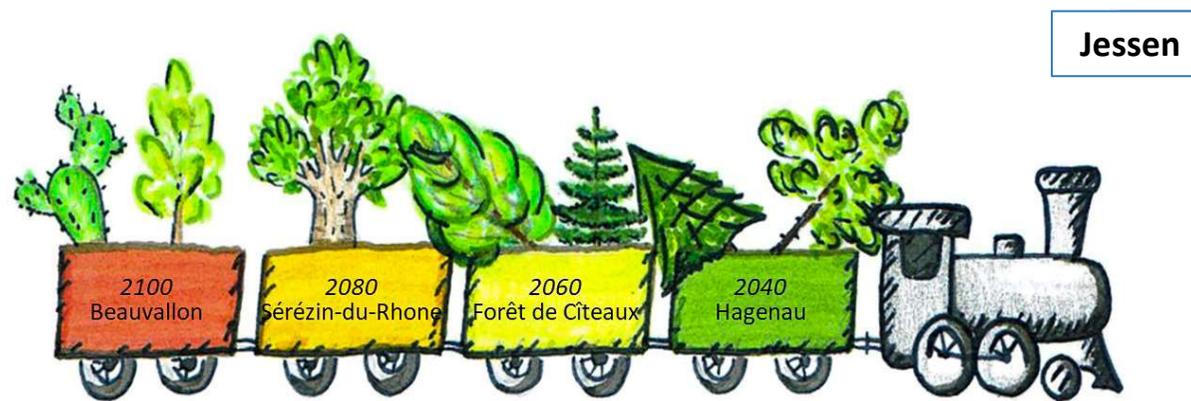


ca. 81.500 ha (87 %)

### SWB

bis ≥ - 100 mm: 46 %  
 ≤ - 100 bis - 350 mm: 54 %

# Klimazug von Südfrankreich nach Jessen/Elster



nach Kölling, Mette 2021

Was wissen wir über die Baumarten, die der Klimazug mitbringt?  
Wachsen diese bei uns unter den **neuen** Klima-Bedingungen?  
Welche Pathogene bringen sie mit?  
Welchen Gefahren unterliegen sie bei uns?  
Was ist mit dem Standort? Wechsel der auch von S-Frankreich?

.....

## Bewertung „nicht forstlich anbauwürdig“

### Ergebnisse erster Anbauversuche

Art	Deutsche Bezeichnung	Grund
<b>Nadelholzarten</b>		
Abies firma	Momi-Tanne	Geringe Frosthärte
Abies mariesii	Maries-Tanne	
Abies sachalinensis	Sachalin-Tanne	
Chamaecyparis lawsoniana	Lawsons Scheinzypresse	
Juniperus virginiana	Virginischer Wacholder	
Picea alcockiana	Alcocks-Fichte	Keine Vorzüge ggü. heimischer FI
Picea engelmannii	Engelmann-Fichte	Keine Vorzüge ggü. heimischer FI
Picea jezoensis	Ajan-Fichte	Keine Vorzüge ggü. heimischer FI
Pinus banksiana	Bankskiefer	
Pinus jeffreyi	Jeffrey-Kiefer	Wuchsform
Pinus ponderosa	Gelbkiefer	Wuchsform
Pinus rigida	Pechkiefer	
Pinus strobus	Weymouthskiefer	Blasenrost
<b>Laubholzarten</b>		
Acer negundo californicum	Östlicher Eschenahorn	
Carya cordiformis	Bitternuss	Holzqualität
Carya lacinosa	Königsnuss	Holzqualität
Carya tomentosa	Spottnuss	Langsamwüchsig, Klima
Catalpa speciosa	Prächtiger Trompetenbaum	Nicht frosthart
Maackia amurensis	Asiatisches Gelbholz	
Phellodendron amurense	Amur-Korkbaum	
Zelkova serrata	Japanische Zelkove	Wärmebedarf, Wuchsform

- Erste Anbauversuche in den 1880er Jahren
- Über 40 Baumarten getestet
- Nur für Dgl, KTa, Jlä, (SKi) und REi ist die Anbaueignung wissenschaftlich bestätigt.

nach Schwappach (1901, 1911), Stratmann (1988), Otto (1993)

**„Beschränkt anbauwürdig“**

Art	Deutsche Bezeichnung
<b>Nadelholzarten</b>	
Abies concolor	Kolorado-Tanne
Chamaecyparis obtusa	Hinoki-Scheinzypresse
Cryptomeria japonica	Sicheltanne
Picea pungens	Stechfichte
Picea omorika	Serbische Fichte
Pinus nigra laricio	Korsische Schwarzkiefer
Tsuga heterophylla	Westliche Hemlocktanne
<b>Laubholzarten</b>	
Betula lenta	Zuckerbirke
Carya ovata	Schuppenrinden-Hickory
Fraxinus americana	Weißesche
Liriodendron tulipifera	Tulpenbaum
Prunus serotina	Spätblühende Traubenkirsche

**„indifferent / Forschungsbedarf“**

Art	Deutsche Bezeichnung
<b>Nadelholzarten</b>	
Abies amabilis	Purpurtanne
Abies balsamea	Balsam-Tanne
Abies nobilis	Edeltanne
Abies nordmanniana	Nordmantanne
Chamaecyparis pisifera	Sawara-Scheinzypresse
Tsuga sieboldii	Südjapanische Hemlocktanne
<b>Laubholzarten</b>	
Acer dasycarpum	Silberhorn
Acer sacharinum	Zuckerahorn
Cercidiphyllum japonicum	Japanischer Kuchenbaum
Fraxinus pennsylvanica	Rotesche

nach Schwappach (1901, 1911), Stratmann (1988), Otto (1993)

- „Anbaufähige Arten“, die keine Vorzüge gegenüber heimischen Baumarten aufweisen
- Einige dieser Baumarten sind z. B. auf Sonderstandorten oder als Mischhölzer durchaus anbauwürdig
- Teilweise geringer Kenntnisstand und unterschiedliche Bewertung einzelnen Arten (z. B. Nordmantanne, Edeltanne)

# Bewertung der Anbauwürdigkeit „eingeführter“ Baumarten

nach OTTO (1991)



„Eingeführte Baumarten“ sind anbauwürdig, wenn sie heimischen Arten in mindestens einer dieser Eigenschaften überlegen sind (Klimaanpassung!) und gleichzeitig in keinem Merkmal grundsätzlich negativ zu beurteilen sind.



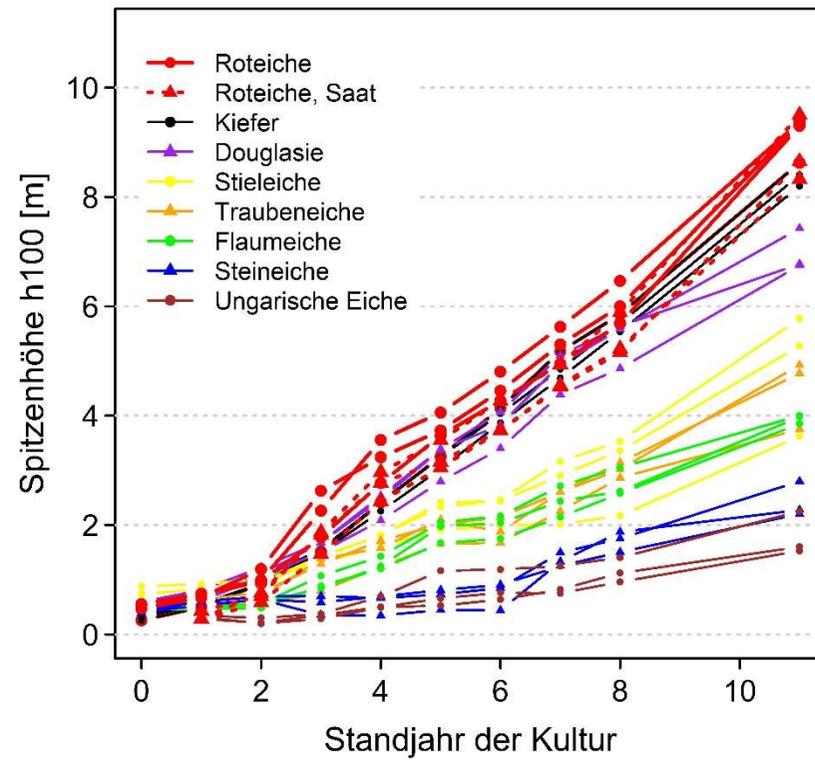
**ARTENSTECKBRIEFE 2.0**

**Alternative Baumarten im Klimawandel  
Eine Stoffsammlung**



Foto: R. Mertens

## Spitzenhöhenentwicklung



Laubbäume	Nadelbäume
Orient Buche ( <i>Fagus orientalis</i> )	Westl. Hemlockstanne ( <i>Tsuga heterophylla</i> )
Schwarznuß ( <i>Juglans nigra</i> )	Korsische Schwarzkiefer ( <i>Pinus nigra laricio</i> )
Schindelrindige Hickory ( <i>Carya ovata</i> )	Riesenlebensbaum ( <i>Thuja plicata</i> )
Esskastanie ( <i>Castanea sativa</i> )	Türkische Tanne ( <i>Abies bornmülleriana</i> )
Baumhasel ( <i>Corylus colurna</i> )	Atlaszeder ( <i>Cedrus atlantica</i> )
Flaumeiche ( <i>Quercus pubescens</i> )	Eibe ( <i>Taxus baccata</i> )
Tulpenbaum ( <i>Liriodendron tulipifera</i> )	Nordmannstanne ( <i>Abies nordmanniana</i> )
Spitzahorn ( <i>Acer platanoides</i> )	
Feldahorn ( <i>Acer campestre</i> )	
Winterlinde ( <i>Tilia cordata</i> )	
Sommerlinde ( <i>Tilia platyphyllos</i> )	
Hainbuche ( <i>Carpinus betulus</i> )	
Elsbeere ( <i>Sorbus torminalis</i> )	
Flatterulme ( <i>Ulmus laevis</i> )	
Speierling ( <i>Sorbus domestica</i> )	
Walnuß ( <i>Juglans regia</i> )	

- **Potenziell** anbaufähig, aber keine Anbauerfahrungen und Forschungsergebnisse
- Berücksichtigung seltener, heimischer Baumarten mit hoher Trockenheitstoleranz:
  - WLi, HBu, SAh, Els., Nüsse; Archäophyten (Eßkastanie, Speierling)
- **laufende Untersuchungen** Projekt Hessen und Niedersachsen zu alternativen Baumarten
- bundesweiter Verbundversuch DFVVA in Planung

# Empfehlungen zum waldbaulichen Umgang mit (neu) eingeführten Baumarten

- Aufgrund der Unsicherheiten bezüglich des zukünftigen Klimas ist eine breite Baumartenpalette unumgänglich (Risikostreuung).
  - Eingeführte Baumarten sind kein Ersatz, sondern eine willkommene Bereicherung des begrenzten heimischen Baumartenportfolios (Mischbestände).
  - Nur für Dgl, KTa, JLa und REi ist die Anbaueignung wissenschaftlich mit über 150 Jahren Anbauerfahrungen bestätigt.
  - Einige weitere Baumarten scheinen vielversprechend (HTa, BHa). Es fehlen aber langfristige Anbau- und Herkunftsversuche, sodass großflächige Anbauten erhebliche Risiken mit sich bringen und zunächst dem Versuchswesen vorbehalten bleiben sollten.
  - Mindestens ebenso wichtig wie die Baumartenwahl sind geeignete Provenienzen und die Versorgung mit hochwertigem, herkunftsgesichertem Vermehrungsgut. Dies ist für einige eingeführte Arten bisher nicht gewährleistet (z.B. Baumhasel).
- **Grundsatz: DIE Wunderbaumart gibt es nicht, daher Augenmaß statt Aktionismus!**

## Fazit

- Der Klimawandel führt zu veränderten Produktionsgrundlagen, Produktionsrisiken und Ertragsaussichten.
- Der Klimawandel wird vielerorts die Anpassungsfähigkeit der Baumarten überfordern.
- Angesichts der Langfristigkeit der forstlichen Produktion und der Unsicherheiten der Klimaprojektionen verbietet sich jegliche Form von Aktionismus und Panikmache, wenngleich im öffentlichen Diskurs neuerdings die These „entzieht den Förstern den Wald“ gestellt wird.
- Die wesentlichen Instrumente als „Anfasser“ für die Klimaanpassung sind:
  - die Stabilisierung der vorhandenen Waldbestände
  - die Senkung bzw. Verteilung der Risiken und
  - der standortgerechte Waldumbau
- Ein adaptives Management vermeidet grobe Fehler und nutzt den Erkenntnisfortschritt.
- Risikovorsorge ist dringend geboten und erfordert betriebliche, politische, gesellschaftliche und wissenschaftliche Aktivitäten.
- Viele Betriebe kommen/sind am Rand ihrer Existenz. Die vielfältigen Ökosystemleistungen des Waldes rechtfertigen eine finanzielle Unterstützung der Waldbesitzenden bei der Klimaanpassung mit öffentlichen Mitteln – heute und morgen

A photograph of a forest. In the foreground, two large, thick tree trunks with rough, textured bark stand prominently. The ground is covered in dry leaves and twigs. In the background, a dense forest of tall, thin trees with green foliage stretches towards the sky. Sunlight filters through the canopy, creating dappled light on the forest floor.

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**

Foto: Th.Gasparini