

# Entscheidungshilfen zur klimaangepassten Baumartenwahl

Hermann Spellmann, Johannes Sutmöller,  
Thomas Böckmann, Heidi Döbbeler, Hans Hamkens  
und Ralf-Volker Nagel

## Ausgangssituation

Die Klimaerwärmung ist in Hessen seit Ende des letzten Jahrhunderts durch Messungen eindeutig belegt. Im Vergleich zur Klimanormalperiode 1961 bis 1990 beträgt die mittlere Temperaturerhöhung rund 1 K, im Vergleich zur vorindustriellen Zeit (vor 1880) bereits knapp 1,5 K. Von den letzten 20 Jahren (2000 bis 2019) gehören 19 Jahre zu den wärmsten seit Messbeginn im Jahr 1881. Insbesondere die Jahre 2018 und 2019 zeichneten sich durch eine außergewöhnliche Andauer und Intensität von Trockenperioden aus. Bis zum Ende des Vegetationsjahres 2020 setzte sich die Trockenheit und Wärme fort (s. Seite 18: Witterung und Klima). Das Jahr 2018 war in Hessen das wärmste seit Beginn der regelmäßigen Beobachtungen, dicht gefolgt von 2019 und 2014. Gleichzeitig wurden im Jahr 2018 sehr geringe Niederschlagsmengen gemessen, so dass trotz gut gefüllter Bodenwasserspeicher zu Beginn der Vegetationsperiode im Laufe des Sommers die Waldböden vielfach austrockneten. Die Serie sehr warmer und trockener Monate setzte sich auch im Jahr 2019 fort. Viele Böden in Hessen waren zu Beginn der Vegetationsperiode 2019 nur unzureichend mit

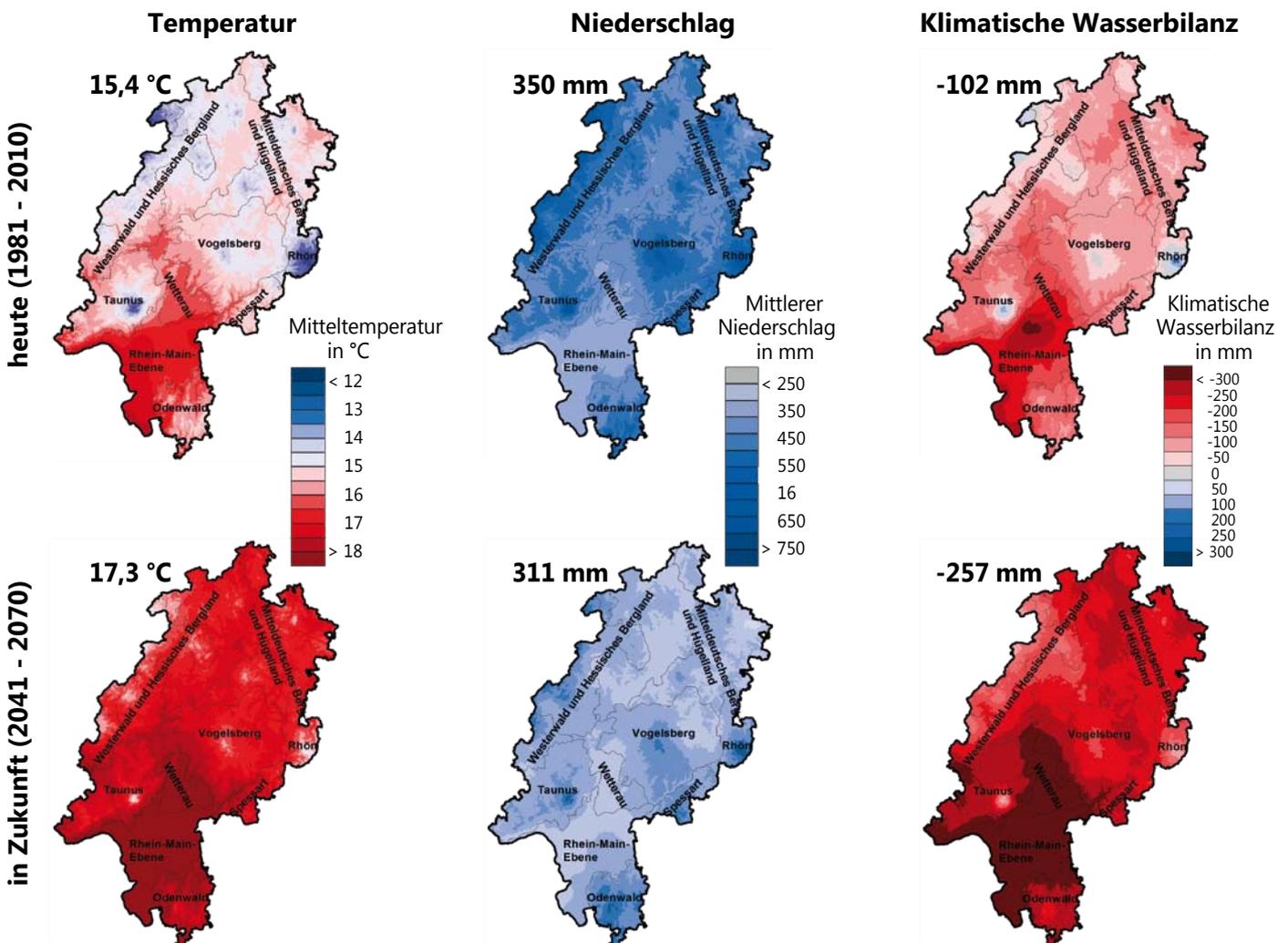
Wasser gefüllt, so dass die Bäume bereits frühzeitig unter Wassermangel litten. Die Folge waren sichtbare Schäden in den Wäldern, die zunehmend auch in der Öffentlichkeit wahrgenommen und diskutiert werden. Die Ursache für die Vielzahl an Waldschäden ist direkt (Trockenheit, Stürme) und indirekt (Begünstigung von Schadinsekten und Pilzen) durch die voranschreitende Klimaerwärmung begründet. Die Klimaanpassung der Wälder ist derzeit die größte Herausforderung der Forstbetriebe und hat einen unmittelbaren Einfluss auf den Beitrag des Forst- und Holzsektors zum Klimaschutz.

## Datengrundlagen

Mögliche Klimaentwicklungen werden derzeit durch die RCP-Klimaszenarien<sup>1</sup> (IPCC 2014) beschrieben. Während das optimistische Szenario RCP2.6 gegenüber dem Zeitraum 1986-2005 einen Anstieg der globalen Jahresmitteltemperatur um 0,3 °C bis 1,7 °C bis zum Ende des Jahrhunderts projiziert, ist nach dem pessimistischen Szenario RCP8.5 mit einer Temperaturerhöhung von 2,6 °C bis 4,8 °C zu rechnen. Ungeachtet der Unterschiede im Detail lassen sämtliche Klimaprojektionen für Deutschland einen deutlichen Temperaturanstieg bei gleichzeitig veränderten jährlichen Niederschlagsverteilungen erwarten (Abb. unten). Sehr wahrscheinlich ist zudem ein gehäuftes Auftreten von

Klima-Kennwerte in der Vegetationszeit für Hessen in den Klimaperioden 1981-2010

(Messwerte Deutscher Wetterdienst) und 2041-2070 (Klimaszenario RCP8.5, Modell ECHAM6 STARS II, Median-Lauf)



<sup>1</sup> RCP - Representative Concentration Pathways: Deren Ziffern geben an, welche zusätzliche Energie (in Watt/m<sup>2</sup>) maximal durch den fortschreitenden Treibhauseffekt in die bodennahe Atmosphäre eingebracht wird.

# Entscheidungshilfen zur klimaangepassten Baumartenwahl

Witterungsextremen wie Trockenperioden, Starkregenerereignissen oder Stürmen (IPCC 2014, UBA 2015, Hübener et al. 2017).

Die erarbeiteten Entscheidungshilfen der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (NW-FVA) zur Klimaanpassung basieren auf dem Emissionsszenario RCP8.5, gerechnet mit dem Globalmodell ECHAM 6 (Max-Planck-Institut für Meteorologie in Hamburg, s. Jungclaus et al. 2010, Stevens et al. 2013) und dem statistischen Regionalmodell STARS II (Orlowsky et al. 2008) für den Zeitraum 2041 bis 2070. Diese wurden an der NW-FVA mit einem kombinierten Verfahren aus Inverse Distance Weighting (IDW) und Höhenregressionen (Schulla u. Jasper 2007) auf ein 50 x 50 m-Raster herunterskaliert, um den örtlichen Bezug herzustellen.

Neben den Daten zum zukünftigen Klima sind Informationen über die physikalischen und chemischen Bodeneigenschaften eine wichtige Voraussetzung für eine standortgemäße Baumartenwahl. Diese Merkmale werden im Rahmen der forstlichen Standortkartierungen erfasst. Diese lag bislang für ca. 80 % der Waldflächen in Hessen vor, mit größeren Lücken im Privat- und Kommunalwald. Darüber hinaus hat die zweite Bodenzustandserfassung (BZE II) aufgezeigt, dass die vorliegenden Standortkartierungen zu wenig differenzieren (2/3 Nährstoffansprache mesotroph, >50 % Geländewasserhaushalt frisch bis betont frisch). Zum Lückenschluss und zur Verbesserung der Standortkartierungsergebnisse wurden neue Modelle entwickelt, um die Trophie, den Geländewasserhaushalt sowie die nutzbare Feldkapazität (nFK) für die kartierten und nicht kartierten Flächen herleiten zu können.



Weitverbreiteter hessischer Waldboden – Löß über Buntsandstein, SWB<sub>vz</sub>: -122 mm, Trophie: mesotroph Foto: NW-FVA

## Klimaanpassung

Der Klimawandel führt zu verlängerten Vegetationsperioden und erhöht bei den meisten mitteleuropäischen Baumarten deren Verdunstungsanspruch. Hierdurch wird der Trockenstress für die Wälder zunehmen, so dass die Produktivität gemindert und die Anfälligkeit gegenüber weiteren abiotischen und biotischen Stressfaktoren steigen wird.

Um die Wasserversorgung der Wälder in der Vegetationszeit unter heutigen und zukünftigen Klimabedingungen abschätzen zu können, wird für die Trägerländer der NW-FVA die so genannte Standortswasserbilanz (SWB) flächendeckend berechnet. Die SWB ist ein einfach zu berechnender Indikator zur baumartenspezifischen Einschätzung des Trockenstressrisikos eines Standortes (s. Erläuterungskasten „Definitionen“). Neben der zentralen Größe der Klimatischen Wasserbilanz in der Vegetationszeit wird bei der Berechnung der SWB der Bodenwasserspeicher in Form der nutzbaren Feldkapazität (nFK) berücksichtigt. Stark vereinfacht ausgedrückt, handelt es sich dabei um die Eigenschaft der Waldböden, in gewissem Maße Niederschlagswasser zu bevorraten und den Bäumen für ihren Bedarf zur Verfügung zu stellen.

### Definitionen

Die **Standortswasserbilanz (SWB)** für grund- und stauwasserfreie Waldstandorte ist die Summe aus der Klimatischen Wasserbilanz (KWB) und dem pflanzenverfügbaren Bodenwasser (nutzbarer Feldkapazität, nFK).

Die **Klimatische Wasserbilanz (KWB)** ist die Differenz zwischen Niederschlag und potenzieller Verdunstung, die nach FAO-Norm (FAO = Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen) für eine einheitliche Grasbedeckung und nach dem Ansatz von Penman/Monteith berechnet wird (MONTEITH 1965, PENMAN 1948).

Das **pflanzenverfügbare Bodenwasser** (nutzbare Feldkapazität, nFK) wurde im Rahmen des Klimaschutzplanes Hessen für alle Waldflächen in Hessen neu berechnet. Als wichtigste Einflussgrößen gingen in die dafür notwendige Modellbildung die Bodenart, der Skelettanteil des Bodens und die Substratlagerung ein. Die beste Grundlage für eine möglichst genaue flächendeckende Berechnung der nFK sind die Daten der forstlichen Standortkartierung in Form detailliert beschriebener und genau verorteter Bodenprofile in Kombination mit der flächendeckenden Kartierung der wichtigsten Bodeneigenschaften. Für Waldflächen ohne forstliche Standortkartierung wurden für die nFK-Berechnung die Bodenflächendaten im Maßstab 1:50.000 (BfD50) des HLNUG verwendet. Im Mittel der hessischen Waldflächen beträgt die nFK 123 mm, wobei die Bandbreite von knapp 50 mm auf den mäßig trockenen und bis zu rund 180 mm auf betont frischen Standorten reicht.

Die derzeit im Rahmen der Klimaanpassung von der NW-FVA verwendeten Berechnungen der Standortswasserbilanz in der Vegetationszeit (SWB<sub>vz</sub>) gehen von der Annahme aus, dass der pflanzenverfügbare Bodenwasserspeicher zu Beginn der Vegetationsperiode weitgehend aufgefüllt ist.

Hinsichtlich der Ansprüche an die Wasserversorgung und demzufolge auch in der Toleranz gegenüber Trockenstress gibt es deutliche Unterschiede zwischen den Baumarten, die grundlegend in ihren physiologischen Eigenschaften begründet liegen. Eine gewisse Spanne dieser Eigenschaften ist durch die genetische Differenzierung auf Artebene sowie eine individuelle phänotypische Anpassung in In-

# Entscheidungshilfen zur klimaangepassten Baumartenwahl

teraktion mit dem jeweiligen Standort gegeben. Dennoch lassen sich die Baumarten auf der Grundlage vorliegender Erkenntnisse und Beobachtungen bestimmten Gruppen unterschiedlicher Trockenstress-Gefährdung und dementsprechenden Bereichen der Standortwasserbilanz zuordnen (Böckmann et al. 2019). Dabei bewerten die Schwellenwerte der Trockenstress-Risikostufen der SWB<sub>VZ</sub> die Vitalität, Widerstandsfähigkeit und Produktivität der Baumarten, ohne jedoch auch bei hoher Gefährdung eine absolute Existenz- oder Verbreitungsgrenze darzustellen (Tab. unten). Unter den Klimabedingungen der Periode 1981 bis 2010 (Messdaten des DWD) ist die Standortwasserbilanz in der

*Klassifizierung des Trockenstressrisikos der Hauptbaumarten und zugeordneter Nebenbaumarten im Anhalt an die Standortwasserbilanz (Summe aus Klimatischer Wasserbilanz in der Vegetationszeit (Grasreferenz) und nutzbarer Feldkapazität (nFK))*

Trockenstressrisiko	Fichte	Buche	Eiche/Douglasie	Kiefer
	Roterle* Moorbirke*	Weißtanne Japanlärche Bergulme Schwarznuß	Roteiche Ahornarten Esche Hainbuche Linde Europ. Lärche Küstentanne	Sandbirke Schwarzkiefer
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

\*benötigen hoch anstehendes Grundwasser

Vegetationsperiode (SWB<sub>VZ</sub>) in weiten Regionen von Hessen positiv. Im Mittel aller Waldflächen beträgt sie +34 mm (Abb. unten). Nach dem Regionalmodell STARS II wird sich die SWB<sub>VZ</sub> für die Waldflächen in Hessen für den Zeitraum von 2041 bis 2070 deutlich auf -124 mm verschlechtern.

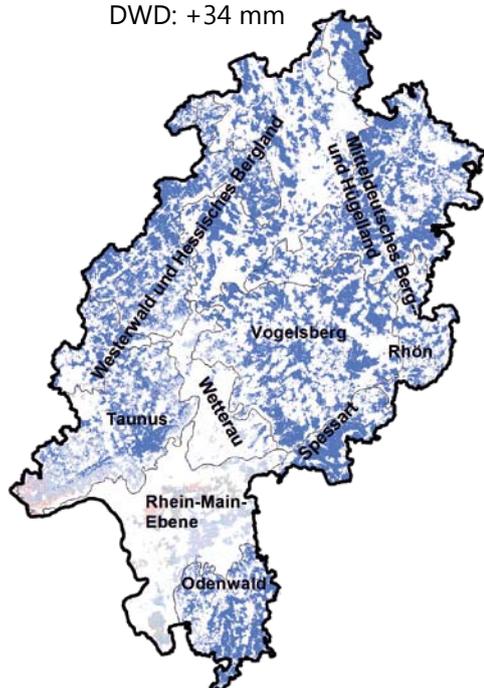
## Potenzialabschätzung der Baumarten

Die Grundlage aller Klimaanpassungsmaßnahmen ist die Überprüfung, ob auf gegebenem Standort die heute dort wachsenden bzw. dort zu verjüngenden Baumarten nach derzeitigem Stand des Wissens geeignet sind, sowohl mit dem herrschenden, als auch mit dem künftigen Klima zurechtzukommen. Zur Potenzialabschätzung der Baumarten wurde an der NW-FVA eine Zuordnungstabelle entwickelt. Darin wird die Stellung der Baumarten in Mischwäldern entsprechend ihrer Wasser- und Nährstoffansprüche nach der SWB<sub>VZ</sub> und der Trophie eingeordnet. Je nach Erfüllung ihrer ökologischen Ansprüche an den Standort kann die Baumart führend, beigemischt, vorübergehend beigemischt, begleitend oder vom Anbau ausgeschlossen sein. Eine durch Inventur- und Literaturangaben abgesicherte Bewertung ordnet dabei sowohl die derzeit verbreitetsten und wirtschaftlich wichtigsten, als auch alle derzeit weniger stark verbreiteten Baumarten dezidiert standörtlich zu. Ihre Trockenstressgefährdung wird berücksichtigt, indem die Hauptbaumarten nur bis zur Mitte ihrer mittleren Trockenstressgefährdung als führend eingeordnet werden (Tab. links). Ab der Mitte des Bereichs mittlerer Trockenstressgefährdung bis an die Grenze zu einer hohen Gefährdung bleibt die Baumart Mischbaumart. Der Sonderfall „vorübergehend beigemischt“ bezieht sich auf waldbauliche Ausgangssituationen in Buchen- und Fichtenbeständen mit flä-

30-jähriges Mittel der Standortwasserbilanz in der Vegetationsperiode; links Periode 1981-2010 (berechnet aus Messdaten des Deutschen Wetterdienstes), rechts Periode 2041-2070 (berechnet nach der Klimaprojektion RCP8.5, ECHAM6 STARS II, Median-Lauf)

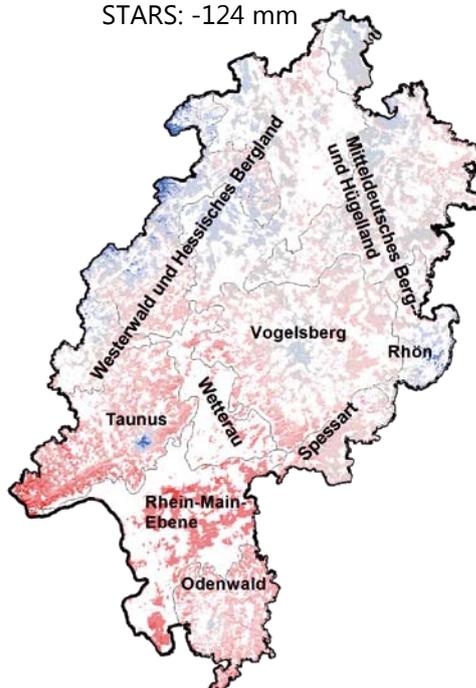
### Periode 1981 bis 2010

DWD: +34 mm

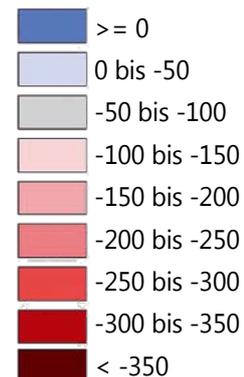


### Periode 2041 bis 2070

STARS: -124 mm



Standortwasserbilanz in mm



# Entscheidungshilfen zur klimaangepassten Baumartenwahl



Klimaangepasster Mischwald nach Fichtenbestockung

Foto: M. Delpho

chiger Naturverjüngung, die auf Standorten stocken, deren Wasserversorgung in der Vegetationszeit sich in den kommenden Jahrzehnten in die Standortwasserbilanz-Stufe mit hoher Trockenstressgefährdung verschlechtert, so dass hier die vorhandene Verjüngung nur „vorübergehend“ mit kürzeren Produktionszeiten und geringeren Zielstärken in die Waldentwicklung einbezogen werden kann. Begleitend sind natürlich ankommende Baumarten, die im Wald oder am Waldrand im Sinne der Risikovorsorge und Artenvielfalt willkommen und in ökologisch nicht zu vernachlässigenden Anteilen an der Baumartenzusammensetzung in den Waldentwicklungszielen (WEZ) vorgesehen sind.

Abweichend von den standortsökologischen Kriterien SWB<sub>VZ</sub> und Trophie enthält die Zuordnungstabelle noch folgende Setzungen:

- Die SWB<sub>VZ</sub>-Stufe -50 bis -100 mm bildet den mittleren Trockenstressrisikobereich der Buche ab. Mit Blick auf die Bedeutung der Buche in Hessen und für den Naturschutz wurde hier für die ganze Stufe noch führende Buche vorgesehen, die i.d.R. aus Naturverjüngung hervorgeht.
- Im Bereich der SWB<sub>VZ</sub>-Stufe  $\geq 0$  mm sind die dort ebenfalls standortsgemäßen Baumarten, wie z. B. Kiefer und Sandbirke, nicht eingeordnet, weil dieser Standortbereich flächenmäßig stark schrumpft und Baumarten mit höheren Wasseransprüchen vorbehalten bleiben sollte.
- Im Bereich SWB<sub>VZ</sub> -100 bis -150 mm ist die Vogelkirsche nicht als führend eingestuft, weil die Leistung und Vitalität mit abnehmender Wasserversorgung deutlich sinkt und damit die notwendigen hohen Investitionen nicht mehr gerechtfertigt sind.
- Im frischeren Bereich (SWB<sub>VZ</sub> > -100 mm) ist keine führende Winterlinde vorgesehen, um ertragreicheren Baumarten Planungsfläche zu reservieren.
- Auf karbonat-eutrophen Standorten sind mehrere Baumarten ausgeschlossen, um Rotfäule oder Ernährungsungleichgewichten vorzubeugen.

Des Weiteren ist zu beachten, dass das breite Anbauspektrum der gut an den Klimawandel angepassten Esche nicht das biotische Risiko des Eschen-Triebsterbens berücksichtigt. In der Regel werden unter heutigen Bedingungen keine Eschen gepflanzt und auch im Fall von Naturverjüngung keine Bestände mit führender Esche angestrebt. Ein Ausschluss der Esche ist aber ebenso falsch. Die Potenzialabschätzung der Baumarten berücksichtigt außerdem keine Restriktionen, die sich aus Schutzgebiets- und Zertifizierungsaufgaben ergeben. Es wird auch grundsätzlich nicht zwischen natürlicher und künstlicher Bestandesbegründung unterschieden. Dies muss betrieblich entschieden werden. Für hydromorphe Standorte (Grund- und Stauwasser beeinflusste Böden) ist eine Zuordnung der Baumarten mit Hilfe der Standortwasserbilanz nicht geeignet. Für diese Standorte erfolgt die Zuordnung der Baumarten nach dem Geländewasserhaushalt aus der Standortkartierung (nass, feucht, wechselfeucht, sickerfeucht und wechsell trocken) und der Trophiestufe.

## Waldentwicklungsziele (WEZ)

In dem standortsgebundenen Rahmen lassen sich Baumarten, die in ihren ökologischen Ansprüchen und in ihrem Wuchsverhalten zueinander passen und oftmals auch natürlich miteinander vergesellschaftet sind, zu Mischbestands-typen kombinieren. Für die Bevorzugung von Mischbeständen sprechen vor allem ihre oft höhere Stabilität und ihre fast immer höhere Resilienz beim Ausgleich von Störungen. Durch die strenge Beachtung der Standortsansprüche und des Konkurrenzverhaltens der Baumarten lassen sich Misserfolge vermeiden, Pflegekosten begrenzen und natürliche Entwicklungen gezielt nutzen. Unter Berücksichtigung dieser Gesichtspunkte ist es in gleichaltrigen Mischungen meist empfehlenswert, die Baumarten gruppen- bis horstweise oder kleinflächig zu mischen.

Waldentwicklungsziele für die waldbauliche Planung beschreiben Leitbilder des angestrebten Waldaufbaus in der

# Entscheidungshilfen zur klimaangepassten Baumartenwahl



Elsbeere

Foto: NW-FVA



Winterlinde

Foto: M. Spielmann



Roteiche

Foto: M. Spielmann



Spitzahorn

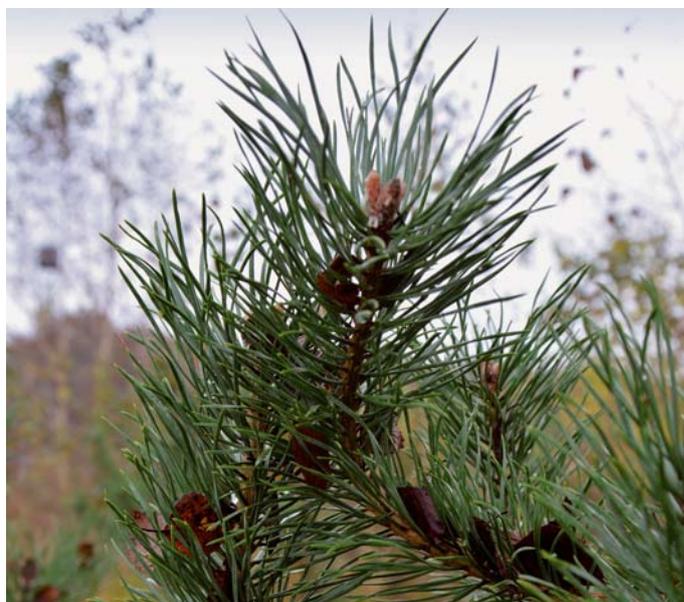
Foto: J. Evers



Douglasie

Foto: T. Friedhoff

Beispiele für Baumarten mit geringem Trockenstressrisiko



Kiefer

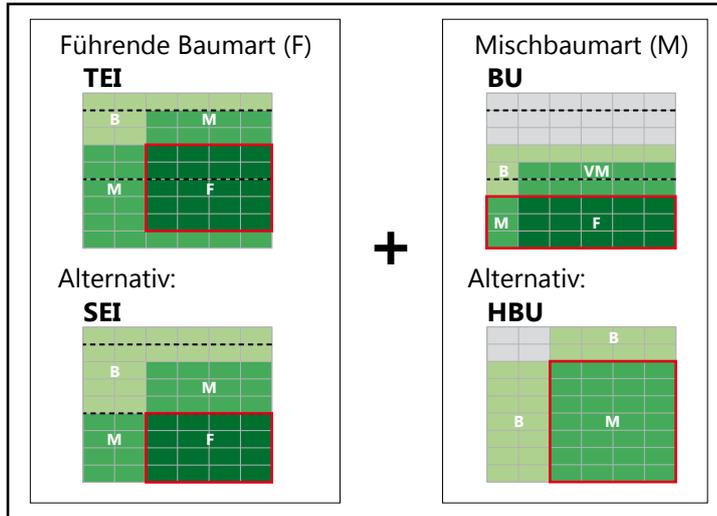
Foto: J. Evers

# Entscheidungshilfen zur klimaangepassten Baumartenwahl

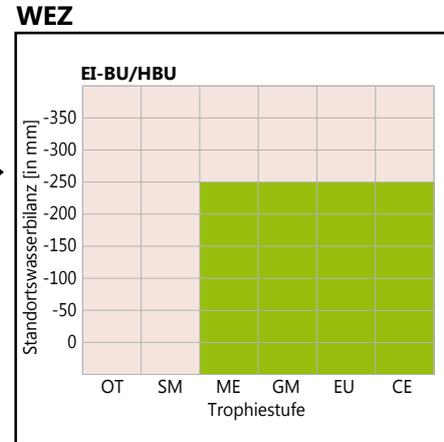
Aus der Zuordnungstabelle nach SWB<sub>vz</sub> und Trophiestufe abgeleiteter Planungsbereich des WEZ 10 Eiche-Buche/Hainbuche

## WEZ 10: Eiche – Buche/Hainbuche

Rangfolge der Baumarten



WEZ 10: EI-BU/HBU	
Eiche:	60 - 80 %
Buche/Hainbuche	10 - 20 %
Begleitbaumarten:	bis 10 %



Planungsbereiche der Baumarten

----- Grenzen der Risikoklassifizierung des Trockenstresses (Tab. Seite 24)

(B begleitende Baumart, VM vorübergehend beigemischte Baumart –

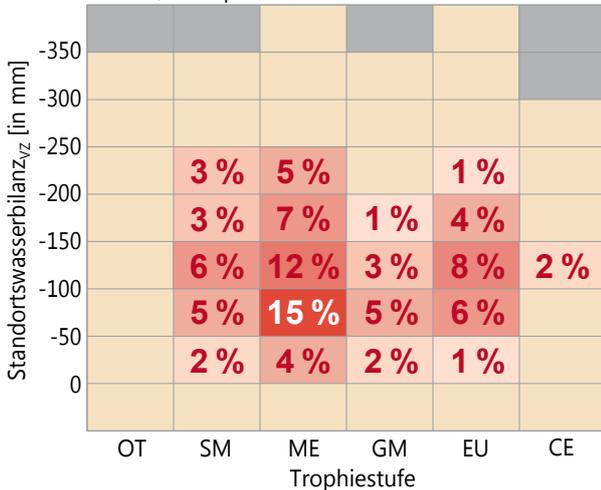
OT oligotroph, SM schwach mesotroph, ME mesotroph, GM gut mesotroph, EU eutroph, CE carbonat-eutroph)

Planungsbereich des WEZ

Darstellung der relativen Flächenanteile der Standortskombinationen in der Periode 2041-2070 (links) und der Anzahl der möglichen WEZ je Standortskombination (rechts) für terrestrische Standorte, Darstellung für den Kommunal- und Privatwald

### Flächenverteilung SWB<sub>vz</sub>/Trophie

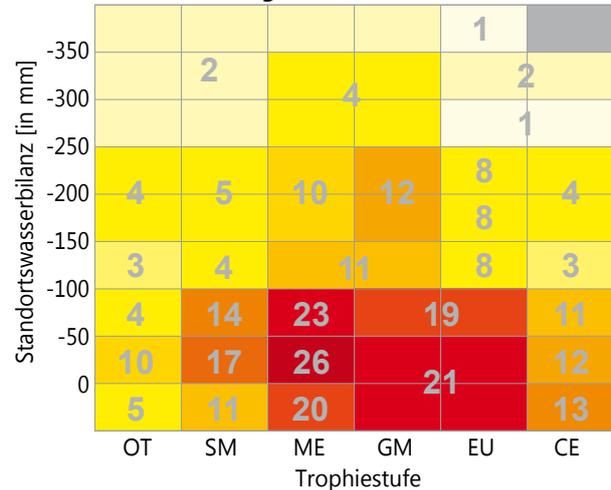
Hessen / Klimaperiode: 2041-2070



Flächenanteil 0 %    Flächenanteil < 1 %

(OT oligotroph, SM schwach mesotroph, ME mesotroph, GM gut mesotroph, EU eutroph, CE carbonat-eutroph)

### Anzahl der möglichen WEZ



nächsten Waldgeneration, ordnen ihre sukzessionale Stellung ein und benennen Entwicklungsziele hinsichtlich der Schutz- und Erholungsfunktion. Die Ziele der Holzherzeugung sind in Form von angestrebten Zielstärken und Produktionszeiträumen dargelegt. Sowohl für die Entwicklungs- als auch für die Verjüngungsziele werden Baumartenanteile prozentual festgelegt.

Aus der Stellung der an einem WEZ beteiligten Baumarten lassen sich standörtliche Planungsbereiche ableiten, die für

jedes WEZ in einer Abbildung dargestellt sind (vgl. Abb. oben). Der Waldentwicklungszielkatalog für den Kommunal- und Privatwald umfasst insgesamt 30 Waldentwicklungsziele. Jener für den Staatswald weist aufgrund der hier bestehenden FSC-Zertifizierung leichte Modifikationen auf und umfasst 32 WEZ.

In der Regel ergeben sich auch unter künftigen Standortbedingungen mehrere Optionen für die Wahl geeigneter WEZ. Ein nicht unerheblicher Teil der Waldstandorte in

# Entscheidungshilfen zur klimaangepassten Baumartenwahl



Aufforstungsfläche nach Sturmwurf und Borkenkäferbefall in Fichtenbeständen  
Foto: J. Weymar

Hessen wird sich allerdings bezüglich der Standortwasserbilanz schon bis zur Mitte des Jahrhunderts in Bereiche verschlechtern, die die Auswahl möglicher WEZ gegenüber heute stark einschränken.

Darüber hinaus entscheidungsrelevant sind ggf. Restriktionen durch etwaige Schutzgebietsauflagen, sonstige Gefährdungen, die waldbauliche Ausgangssituationen oder betriebliche Belange. Die auf den einzelnen Bestand bezogene Baumartenwahl im Forstbetrieb folgt somit einem Entscheidungsbaum, der zunächst anhand des Trockenstressrisikos die Potenziale abschätzt und Schutzgebietsauflagen berücksichtigt, dann anhand von Wuchsleistung und Gefährdung unter den standortsgemäßen Baumarten bzw. Waldentwicklungszielen weiter differenziert und schließlich die waldbaulichen Ausgangssituationen (Istbestockung, Vorverjüngung) und betriebliche Belange (Ertragserwartung, Risikobereitschaft, Vorgaben eines Zertifikats, Investitionsbereitschaft, andere Ökosystemleistungen etc.) berücksichtigt.

Die Entscheidungshilfen zur klimaangepassten Baumartenwahl werden in das forstbetriebliche GIS von HessenForst integriert bzw. werden den Waldbesitzer\*innen als REST-Web-Service ([https://www.nw-fva.de/BaEm/rest/v1/recomm\\_xy](https://www.nw-fva.de/BaEm/rest/v1/recomm_xy)) und als einfache WEB-Applikation von der NW-FVA (<https://www.nw-fva.de/BaEm/>) zur Verfügung gestellt. In der Web-Applikation öffnet sich mit einem Click in die Karte hessenweit an jedem Waldstandort eine Tabelle mit Informationen zur Position, zum Standort und den dort empfohlenen Waldentwicklungszielen. Ein terrestrischer Standort wird mit der SWB<sub>VZ</sub>, angegeben in mm und Klassen, und der Trophie beschrieben. Für hydromorphe Standorte werden die Geländewasserhaushaltsstufe und die Trophie angegeben. Die empfohlenen Waldentwicklungsziele (WEZ) sind nach Typen sortiert aufgelistet. Die Reihenfolge der Liste beinhaltet keine Rangfolge und ist unabhängig

von der waldbaulichen Ausgangssituation. Mit einem Click auf ein WEZ gelangt man zur detaillierten Beschreibung des Waldentwicklungsziels mit Leitbild, sukzessionaler Stellung, Schutz- und Erholungsfunktion sowie Produktionszielen. Die angestrebten Baumartenanteile werden in Entwicklungs- und Verjüngungsziel mit Hinweisen zur Mischungsform angegeben. Für jedes WEZ findet man eine grafische Darstellung des Planungsbereiches nach SWB<sub>VZ</sub> und Trophie. Farblich markierte WEZ weisen auf mögliche alternative Mischbaumarten hin, auf die in Teilen des angegebenen Planungsbereichs zurückgegriffen werden sollte. Darüber hinaus lassen sich übersichtliche Tabellen zur Baumartenzuordnung jeweils für terrestrische wie hydromorphe Standorte bzw. zur WEZ-Zuordnung abrufen und herunterladen. Auch der WEZ-Katalog sowie ausführliche Hintergrundinformationen und Erläuterungen stehen als Download zur Verfügung. Der REST-Service<sup>2</sup> bietet die Möglichkeit, die WEZ-Empfehlungen in eine beliebige IT-Infrastruktur zu integrieren. Dazu kann unter Angabe von Koordinaten (x,y), des Projektionssystems (srid) und des gewünschten Datenformats (format) eine Empfehlung automatisiert abgerufen werden.

## Ausblick: Anwendung des Kernensembles für das RCP8.5-Klimaszenario

In den letzten Jahren wurden im Rahmen des ReKliEs-De-Projektvorhabens (Regionale Klimaprojektionen Ensemble für Deutschland) erstmals für Deutschland umfassende Ensembles regionaler Klimaprojektionen der aktuellen RCP-Klimaszenarien RCP2.6 und 8.5 in einer räumlichen Auflösung von 12 x 12 km zur Verfügung gestellt (Hübener et al. 2017). Aus dem Gesamtensemble mit 26 verschiedenen Modellkombinationen (Global- und Regionalmodell) für das RCP8.5-Klimaszenario („Weiter-wie-bisher-Szenario“) wurde nach vorgegebenen Qualitätskriterien für Anwender von Wirkmodellen im Rahmen des Bund-Länder-Fachgespräches ein so genanntes Kernensemble ausgewählt (Dalelane et al. 2018). Diese werden zurzeit an der NW-FVA im Rahmen des IKSP-Projektes L-12 „Klimarisiko- und Zielbestockungskarten Forst“ in ihren Auswirkungen bis 2100 überprüft. Für den Anwendungszweck der Klimaanpassung im Wald war es notwendig, die Projektionen auf eine sehr viel höhere räumliche Auflösung herunter zu skalieren. An der NW-FVA wurden dazu mit Hilfe des Quantile Mapping-Verfahrens die Modellergebnisse auf Gitterbasis an ausgewählte Klimastationen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) anpasst (Feigenwinter et al. 2018, Suttmöller et al. 2020). Die so erzeugten Zeitreihen an den Klimastationen können in einem zweiten Schritt mittels Regionalisierungsverfahren an beliebige Punkte und in beliebige Rasterweiten interpoliert werden. Inzwischen liegt für alle Modellsimulationen das RCP8.5-Szenario eine Auswertung mit einer räumlichen Auflösung von 50 x 50 m vor. Nach derzeitigem Auswertungsstand wird sich auch nach den Modellergebnissen des Kernensembles zum Klimaszenario RCP8.5 die SWB<sub>VZ</sub> für die Waldflächen in Hessen im Zeitraum von 2071 bis 2100 deutlich verschlechtern. Diese Modellläufe bedürfen aber noch einer gemeinsamen Überprüfung und Bewertung, bevor sie 2021/2022 Eingang in Entscheidungshilfen für die forstliche Praxis finden werden.

<sup>2</sup> REST = Representational State Transfer; bezeichnet ein Programmierparadigma für verteilte Systeme, insbesondere für Webservices zum Zweck der Maschine-zu-Maschine-Kommunikation