

# Entscheidungshilfen zur klimaangepassten Baumartenwahl

Kommunale und private Waldbesitzer aus Hessen können Standortinformationen und empfohlene Waldentwicklungsziele im Onlineportal der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt unter [nw-fva.de/BaEm](http://nw-fva.de/BaEm) abrufen.

Der Klimawandel stellt für die Forstwirtschaft eine besondere Herausforderung dar, denn es wird erwartet, dass durch ihn die Anpassungsfähigkeit unserer Baumarten vielerorts überschritten wird. Eine waldbauliche Handlungsoption zur Risikovorsorge ist die Wahl standortgerechter Baumarten, die jetzt bei der Wiederbewaldung von Schadflächen von grundlegender Bedeutung ist.

Die Empfehlungen zur klimaangepassten Baumartenwahl in Hessen wurden im Rahmen des Projekts „Klimarisikokarten Forst – Verbesserte Beratungsgrundlagen für neue Herausforderungen an hessische Waldbesitzer“ im Integrierten Klimaschutzplan Hessen 2025 entwickelt. Bei dem Forschungsansatz der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (NW-FVA) wird das Trockenstressrisiko für grund- und stauwasserfreie Standorte über Schwellenwerte der Standortwas-

serbilanz in der Vegetationszeit geschätzt. In dieser Bilanz wird der Mittelwert der klimatischen Wasserbilanz in der Vegetationsperiode für eine 30-jährige Klimaperiode mit der nutzbaren Feldkapazität des Bodens verrechnet.

## Hintergrund

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 °C, im Vergleich zur vorindustriellen Zeit (vor 1880) bereits knapp 1,5 °C. Insbesondere die Jahre 2018 und 2019 zeichneten sich durch eine außergewöhnliche Andauer und Intensität von Trockenperioden aus. Die Ursache für die Waldschäden durch Trockenheit, Stürme, Schadinsekten und Pilze ist durch die voranschreitende Klimaerwärmung begründet.

## Datengrundlagen

Mögliche Klimaentwicklungen werden derzeit durch die RCP-Klimaszenarien (IPCC, 2014) beschrieben. Nach dem Szenario RCP 8.5 ist mit einem Anstieg der globalen Jahresmitteltemperatur um 2,6 °C bis 4,8 °C bis zum Ende des Jahrhunderts zu rechnen. Alle Klimaprojektionen für Deutschland lassen einen deutlichen Temperaturanstieg bei gleichzeitig veränderten jährlichen Niederschlagsverteilungen erwarten. Sehr wahrscheinlich ist zudem ein gehäuftes Auftreten von Witterungsextremen wie Trockenperioden, Starkregenereignissen oder Stürmen (IPCC, 2014, UBA, 2015, Hübener et al. 2017). Die erarbeiteten Entscheidungshilfen der NW-FVA zur Klimaanpassung basieren auf dem Emissionsszenario RCP 8.5, gerechnet mit dem Globalmodell ECHAM 6 des Max-Planck-Instituts 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 auf ein 50 x 50 m-Raster herunterskaliert, um den örtlichen Bezug herzustellen. Neben den Daten zum zukünftigen Klima sind Informationen über die Bodeneigenschaften eine wichtige Voraussetzung für eine standortgerechte Baumartenwahl. Diese Merkmale werden im Rahmen der forstlichen Standortkartierungen erfasst und lagen bislang für ca. 80 % der Waldflächen in Hessen vor, mit größeren Lücken im Privat- und Kommunalwald. Darüber hinaus hat die zweite Bodenzustandserfassung (BZE II) gezeigt, dass die vorliegenden Standortkartierungen zu wenig differenzieren (2/3 Nährstoffansprüche mesotroph, >50 % Geländewasserhaushalt frisch bis betont frisch). Zum Lückenschluss und zur Verbesserung der Standortkartierungsergebnisse wurden neue Modelle entwickelt, um die Trophie (Nährstoffversorgung), den Geländewasserhaushalt und die nutzbare Feldkapazität (nFK) für die kartierten und nicht kartierten Flächen herleiten zu können.

**Tabelle 1: Klassifizierung des Trockenstressrisikos**

Trockenstressrisiko	Fichte Roterle* Moorbirke*	Buche Weißtanne Japanlärche Bergulme Schwarznuß	Eiche/Douglasie Roteiche Ahornarten Esche Hainbuche Linde Europ. Lärche Küstentanne	Kiefer 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  
Für die Hauptbaumarten und zugeordnete Nebenbaumarten in der Vegetationszeit im Anhalt an die Standortwasserbilanz (SWB)

**Klimaanpassung**

Der Klimawandel führt zu längeren Vegetationsperioden und infolge höherer Temperaturen und geringerer Niederschläge zu einem erhöhten Verdunstungsanspruch der Vegetation. Dementsprechend nimmt der Trockenstress der Wälder zu und es steigt die Anfälligkeit gegenüber weiteren Stressfaktoren (z. B. Borkenkäfer). Zur Abschätzung der Wasserversorgung der Wälder wird für künftige Klimabedingungen der Kennwert der Standortwasserbilanz (SWB) in der Vegetationszeit berechnet. Diese ergibt sich aus der Summe von Klimatischer Wasserbilanz (Differenz zwischen Niederschlag und potenzieller Verdunstung) und der nutzbaren Feldkapazität (nFK), also dem pflanzenverfügbaren Bodenwasser. Die Baumarten lassen sich anhand der Standortwasserbilanz in Gruppen unterschiedlicher Trockenstressgefährdung einteilen (Böckmann et al. 2019). Mittels Schwellenwerten der Trockenstress-Risikostufen werden die Vitalität, Widerstandsfähigkeit und Produktivität der Baumarten bewertet, ohne jedoch auch bei hoher Gefährdung eine absolute Existenz- oder Verbreitungsgrenze darzustellen (s. Tab. 1).

**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 eine Zuordnungstabelle entwickelt. Darin wird die Stellung der Baumarten in Mischwäldern eingeordnet. Je nach Erfüllung ihrer ökologischen Ansprüche an den Standort kann die Baumart führend, beigemischt, vorübergehend beigemischt, begleitend oder vom Anbau ausgeschlossen sein. Begleitend sind meist natürlich ankommende Baumarten, die im Sinne der Risikoversorge und Artenvielfalt willkommen und in ökologisch nicht zu vernachlässigenden Anteilen an der Baumartenzusammensetzung in den Waldentwicklungszielen (WEZ) vorgesehen sind. Grundsätzlich wird in den Empfehlungen nicht zwischen natürlicher und künstlicher Verjüngung unterschieden. Über die Kriterien SWB und Tro-

phie hinaus enthält die Tabelle auch einige waldbauliche bzw. wirtschaftliche Setzungen (z. B. Verzicht auf Kiefer auf gut wasser-versorgten Standorten oder den Ausschluss einiger Baumarten auf karbonat-eutrophen Standorten, um Rotfäule oder Ernährungsungleichgewichten vorzubeugen). Für hydromorphe Standorte (grund- und stauwasserbeeinflusste Böden) ist eine Zuordnung der Baumarten mithilfe der Standortwasserbilanz nicht geeignet. Für sie erfolgt die Zuordnung nach dem Geländewasserhaushalt (nass, feucht, wechselfeucht, sickerfeucht und wechselfeucht) und der Trophiestufe.

**Waldentwicklungsziele**

Baumarten, die in ihren ökologischen Ansprüchen und in ihrem Wuchsverhalten zueinanderpassen und oftmals auch

natürlich miteinander vergesellschaftet sind, lassen sich zu Mischbestandstypen kombinieren. Für die Bevorzugung von Mischbeständen sprechen vor allem ihre oft höhere Stabilität und ihre meist größere Fähigkeit, Störungen auszugleichen. Durch die Beachtung der Standortansprüche 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 nächsten Waldgeneration, stellen sie in Bezug zu den natürlichen Waldgesellschaften 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 (siehe Abb. 1). Der Waldentwicklungszielkatalog für den Kommunal- und Privatwald umfasst insgesamt 30 Waldentwicklungsziele. Ein nicht unerheblicher Teil der Waldstandorte

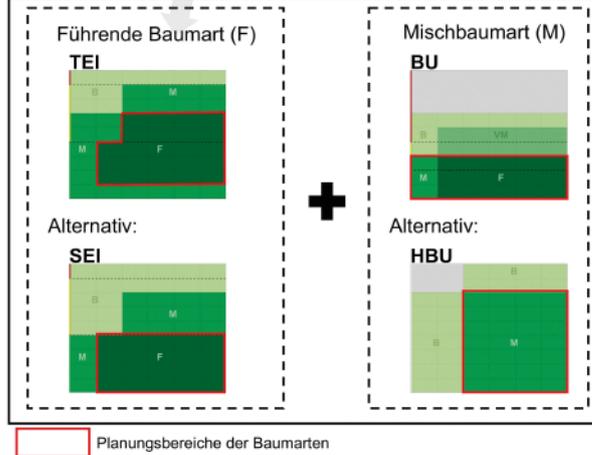
in Hessen wird sich bezüglich der Standortwasserbilanz schon bis zur Mitte des Jahrhunderts in Bereiche verschlechtern, die die Auswahl möglicher WEZ gegenüber heute stark einschränken. In der Regel ergeben sich aber auch unter künftigen Standortbedingungen mehrere Optionen für die Wahl geeigneter WEZ. Darüber hinaus entscheidungsrelevant sind ggf. Restriktionen durch etwaige Schutzgebietsauflagen, sonstige Gefährdungen, waldbauliche Ausgangssituationen oder betriebliche Belange.

**Onlineportal**

Die Entscheidungshilfen zur klimaangepassten Baumartenwahl werden den Waldbesitzenden als einfache Web-Applikation, als Kartendienst (WMS) und als REST-Web-Service von der NW-FVA (www.nw-fva.de/BaEm) angeboten. In der Web-Applikation öffnet sich mit einem Klick in die Karte für Hessen ein Fenster in dem für jeden Standort Informationen zur Position, zum Standort und zu den dort empfohlenen Waldentwicklungszielen erscheinen (s. Abb. 2). Ein terrestrischer Standort wird mit der SWB 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 Klick auf ein WEZ gelangt man zu dessen detaillierter Beschreibung mit Leitbild, Bezug zu den natürlichen Waldgesellschaften, Schutz- und Erholungsfunktion sowie Produktionszielen. Die angestrebten Baumartenanteile werden in Entwicklungs- und Verjüngungsziel mit Hinweisen zur Mischungsform angegeben. Rot markierte WEZ können bei einer FSC-Zertifizierung Einschränkungen unterliegen. Grafisch dargestellt ist das Standortspektrum des im Auswahlmenü (Pull-Down-Menü) jeweils angewählten WEZ. Der gelbe Punkt im Fadenkreuz von Standortwasserbilanz und Tro-

**WEZ 10: Eiche – Buche/Hainbuche**

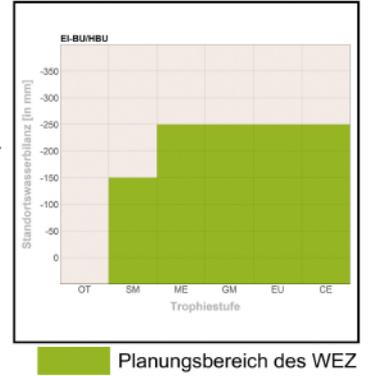
**Rangfolge der Baumarten**



**WEZ 10: EI-BU/HBU**

Eiche:	60 - 80 %
Buche/Hainbuche:	10 - 20 %
Begleitbaumarten:	bis 10 %

**WEZ**



**Abb. 1: Ableitung eines Planungsbereiches am Beispiel des WEZ 10 Eiche-Buche/Hainbuche (OT oligotroph, SM schwach mesotroph, ME mesotroph, GM gut mesotroph, EU eutroph, CE carbonat-eutroph)**

WEZ-Typen	empfohlene WEZ
Eichen	10 13 18
Buchen	20 21 23 29
Edellaubbäume	31 36
Weichlaubabäume	40
Tannen	55

**Abb. 2: Ausschnitt der Standortsrisikokarte des WEB-Portals mit Informationsfenster**

phie markiert den ausgewählten Standort im Planungsbereich des WEZ und lässt optisch erkennen, ob er sich in dessen Mitte oder am Rand befindet. Zur Überprüfung der Anbaueignung alternativer Baumarten, die ggf. schon auf den Flächen vorhanden sind oder ggf. zusätzlich in die Verjüngung der Bestände einbezogen werden sollen, kann auf die Baumartenzuordnungstabelle zurückgegriffen werden, die wie die WEZ-Zuordnungstabelle jeweils für terrestrische und hydromorphe Standorte abgerufen und heruntergeladen werden kann.

Bis zu 100 Standortpolygone (d.h. Flächen gleicher SWB) können angeklickt und dargestellt werden. Die Tabelle aktualisiert sich mit jedem erneuten Klick in die Karte. Ausgewählte Polygone können zwischenzeitlich wieder gelöscht werden. Bei einer höheren Auflösung wird der gesamte Layer für die Standortwasserbilanz angezeigt. Der vollständige WEZ-Katalog steht außerdem zum Download zusammen mit weiteren Hintergrundinformationen und Erläuterungen zur Verfügung. Im Onlineportal ist auch ein Kartenservice (WMS) implementiert.

Dieser erlaubt es, die Empfehlungen in ein beliebiges GIS zu integrieren. Der Dienst stellt neben der Karte auch die empfohlenen WEZ bereit. Darüber hinaus wird eine URL mit ausgegeben, welche es erlaubt weitere Details online abzurufen. Der Service kann in bestehende Softwareprodukte integriert werden. Diese sollte ggf. von der zuständigen IT-Betreuung durchgeführt werden.

≡ Hermann Spellmann,  
Heidi Döbbele, Hans Hamkens,  
Jan Hansen, Johannes Suttmöller,  
Ronald Bialozyt und  
Ralf-Volker Nagel