



Alle Hoffnungen der Waldbesitzer ruhen derzeit auf diesem Winter, der gerne noch frostiger und feuchter sein darf, um die Borkenkäferbrut unter der Rinde auf natürlichem Weg zu vernichten. So können Kahlflecken vermieden und Aufforstungen überflüssig werden.

Wissen, welche Baumart auf die eigene Kahlflecke passt

Entscheidungshilfe zur klimaangepassten Baumartenwahl

Die Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt bietet auf der Grundlage von Standortinformationen Empfehlungen für Waldentwicklungsziele in einem Online-Portal für den hessischen Kommunal- und Privatwald an. Das Land Hessen hat im Rahmen des Klimaschutzplans Hessen 2025 ein Verbundprojekt der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (NW-FVA), des Landesbetriebes Hessen-Forst und des Hessischen Waldbesitzerverbandes mit 2,8 Mio. Euro gefördert. Daraus entstand das Online-Portal.

Ziel des Projektes ist es, verbesserte Beratungsgrundlagen für hessische Waldbesitzende zu schaffen. Die trockenen Jahre 2018 bis 2020 machen deutlich, dass im Zuge der Klimaerwärmung die Anpassungsfähigkeit unserer Baumarten vielerorts überschritten wird. Eine waldbauliche Handlungsoption zur langfristigen Risikoversorgung ist die Begründung und Entwicklung gemischter, artenreicher Wälder.

Praxisrelevante Empfehlungen auf der Basis einschlägiger Forschungsergebnisse stehen in einem Online-Portal der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (NW-FVA) zur Verfügung und werden im Folgenden vorgestellt.

Der Klimawandel führt zu längeren Vegetationsperioden und infolge höherer Temperaturen sowie geringerer Niederschläge zu einem erhöhten Verdunstungsanspruch der Vegetation.

Grundlagen der Entscheidungsfindung

Der Forschungsansatz der NW-FVA beruht auf der Einschätzung des dadurch steigenden Trockenstressrisikos für Wälder auf grund- und stauwasserfreien Standorten und ihrer damit erhöhten Anfälligkeit gegenüber weiteren Stressfaktoren wie Borkenkäfer. Zur Abschätzung der Wasserversorgung der

Wälder unter künftigen Klimabedingungen wird für alle Waldflächen der Kennwert der „Standortswasserbilanz“ (SWB) in der Vegetationszeit genutzt.

In Standortwasserbilanz fließen Bodeneigenschaften mit ein

Das nach dem Winter im Boden gespeicherte Wasser fließt in die Bilanz ein. Die SWB errechnet sich aus dem Mittelwert der klimatischen Wasserbilanz in der Vegetationsperiode für eine 30-jährige Klimaperiode und der nutzbaren Feldkapazität des Bodens.

Die erarbeiteten Entscheidungshilfen zur Klimaanpassung basieren auf bewährten Modellen, die das Klima für den Zeitraum 2041 bis 2070 prognostizieren. Diese wurden an der NW-FVA auf ein 50 x 50 m-Raster räumlich hoch aufgelöst, um den örtlichen Bezug herzustellen.

Ein Schwerpunkt der bisherigen Arbeiten lag in der Aufbereitung flächendeckender Standortinformationen zum Wasser- und Nährstoffangebot für die gesamte Waldfläche Hessens. Für 80 Prozent dieser Fläche lagen bereits Standortinformationen vor, die weiter differenziert wurden. Auf den verbleibenden rund 20 Prozent wurde nun ein Lückenschluss vollzogen.

Eigenschaften der Baumarten werden berücksichtigt

Die Baumarten lassen sich anhand der Standortwasserbilanz in Gruppen unterschiedlicher Trockenstressgefährdung einteilen (Böckmann et al. 2019). Die Schwellenwerte der Trockenstress-Risikostufen bewerten die Vitalität, Widerstandsfähigkeit und Produktivität der Baumarten, ohne jedoch auch bei hoher Gefährdung eine absolute Existenz- oder Verbreitungsgrenze darzustellen (siehe Tab. 1). Es zeigen sich Kiefer, Sandbirke und Schwarzkiefer als sehr stresstolerant gegenüber Trockenheit.

Mit Hilfe dieser Art der Risikoeinschätzung wurde die geeignete Stellung der Baumarten in Mischbeständen abgeleitet und in einer standörtlichen Zuordnungstabelle mit den Kriterien Standortwasserbilanz und Nährstoffversorgung (Trophie) systematisiert. Je nach Erfüllung ihrer ökologischen Ansprüche an den Standort kann eine Baumart führend, beigemischt, vorübergehend beigemischt, begleitend oder vom Anbau ausgeschlossen sein. Begleitend sind meist natürlich ankommende Baumarten, die im Sinne der Risikovor-sorge 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 Trophie hinaus enthält die Tabelle auch einige waldbauliche und wirtschaftliche Setzungen wie der Verzicht auf Kiefer auf gut wasserversorgten Standorten oder den Ausschluss eini-

LANDWIRTSCHAFTLICHES WOCHEN BLATT

ger Baumarten auf karbonatetropen Standorten, um Rotfäule oder Ernährungsungleichgewichten vorzubeugen.

Waldentwicklungsziele für Mischwälder

Für hydromorphe Standorte (Grund- und Stauwasser beeinflusste Böden) ist eine Zuordnung der Baumarten mit Hilfe der Standortwasserbilanz nicht geeignet. Für sie erfolgt die Zuordnung nach dem Geländewasserhaushalt (nass, feucht, wechselfeucht, sickerfeucht und wechsell trocken) und der Trophiestufe.

Durch die Mischung von Baumarten, die in ihren ökologischen Ansprüchen und in ihrem Wuchsverhalten zueinander passen und oftmals auch natürlich miteinander vergesellschaftet sind, lassen sich Misserfolge vermeiden und durch die gezielte Nutzung natürlicher Entwicklungen Pflegekosten begrenzen. Die für den hessischen Kommunal- und Privatwald erarbeiteten 30 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 Holzerzeugung sind in Form von angestrebten Zielstärken und Produktionszeiträumen dargelegt. Sowohl für die Entwicklungs- als auch für die Verjüngungsziele werden Baumartenanteile prozentual festgelegt. Die Empfehlung für die Mischungsform berücksichtigt das Konkurrenzverhalten der beteiligten Baumarten untereinander.

Für jedes WEZ wird ein standörtlicher Planungsbereich grafisch dargestellt, der sich aus der Stellung (führend oder beigemischt) der in einem WEZ kombinierten Baumarten ableiten lässt (siehe Grafik 1).

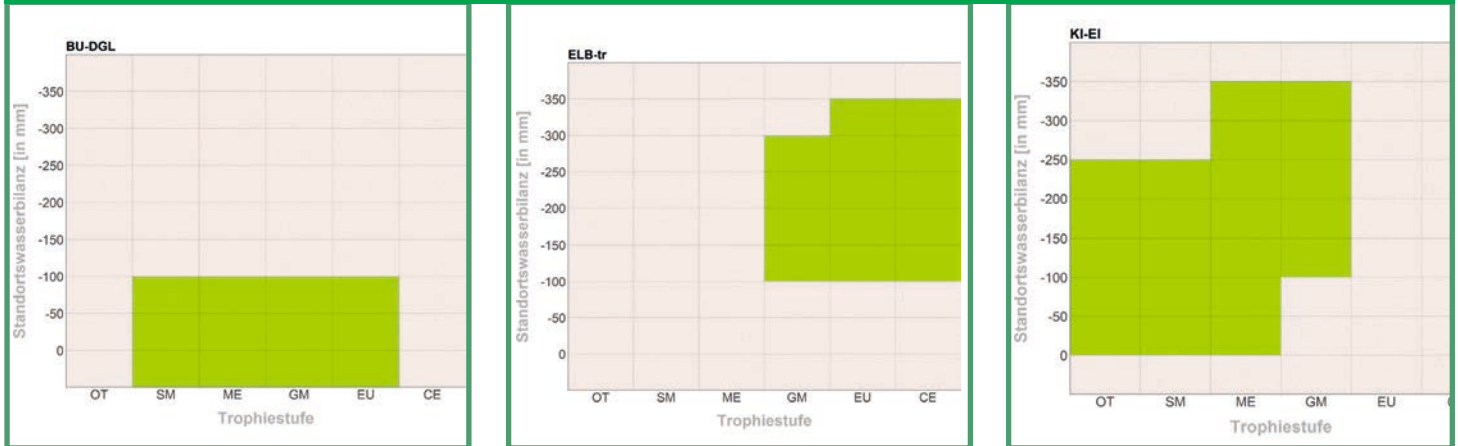
Ein nicht unerheblicher Teil der Waldstandorte in Hessen wird sich bezüglich der Standortwasserbilanz schon bis zur Mitte des Jahrhunderts in Bereiche verschlechtern, die die Auswahl möglicher WEZ gegenüber heute stark einschränken. In der Regel ergeben sich aber auch künftig meist mehrere Optionen für die Wahl geeigneter WEZ.

Tabelle 1: Klassifizierung des Trockenstressrisikos der Hauptbaumarten und zugeordneter Nebenbaumarten in der Vegetationszeit im Anhalt an die Standortwasserbilanz (SWB)

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

Grafik 1: Beispiele verschiedener Waldentwicklungsziele



Planungsbereiche am Beispiel der WEZ 26 Buche-Douglasie, 71 Kiefer-Eiche und 33 Edellaubbäume-warm/trocken (OT oligotroph, SM schwach mesotroph, ME mesotroph, GM gut mesotroph, EU eutroph, CE carbonat-eutroph).

Online – Portal und Anwendungsbeispiele

Die Entscheidungshilfen zur klimaangepassten Baumartenwahl werden den Waldbesitzenden als einfache WEB-Applikation, als Kartendienst (WMS) und als REST-Web-Service von der NW-FVA (<https://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 den dort empfohlenen Waldentwicklungszielen erscheinen.

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. Rot markierte WEZ können bei einer FSC-Zertifizierung Einschränkungen unterliegen. Mit einem Klick auf ein WEZ gelangt man zu dessen detaillierter Beschreibung. Der vollständige WEZ-Katalog steht außerdem zum Download zusammen mit weiteren Hintergrundinformationen und Erläuterungen zur Verfügung.

Grafisch dargestellt ist das Standortsspektrum des im Auswahlmenü (Pull-Down-Menü) jeweils angewählten WEZ. Der gelbe Punkt im Fadenkreuz von Standortswasserbilanz und Tro-

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 weiterer Baumarten, die gegebenenfalls schon auf den Flächen vorhanden sind oder 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 Standortspolygone – 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 Standortswasserbilanz angezeigt.

Die Grundlage aller Klimaangepassungsmaßnahmen ist die Überprüfung, ob auf gegebenem Standort die heute dort wachsenden und dort zu verjüngenden Baumarten nach derzeitigem Stand des Wissens geeignet sind, sowohl mit dem herrschenden, als auch mit dem künftigen Klima zurechtzukommen.

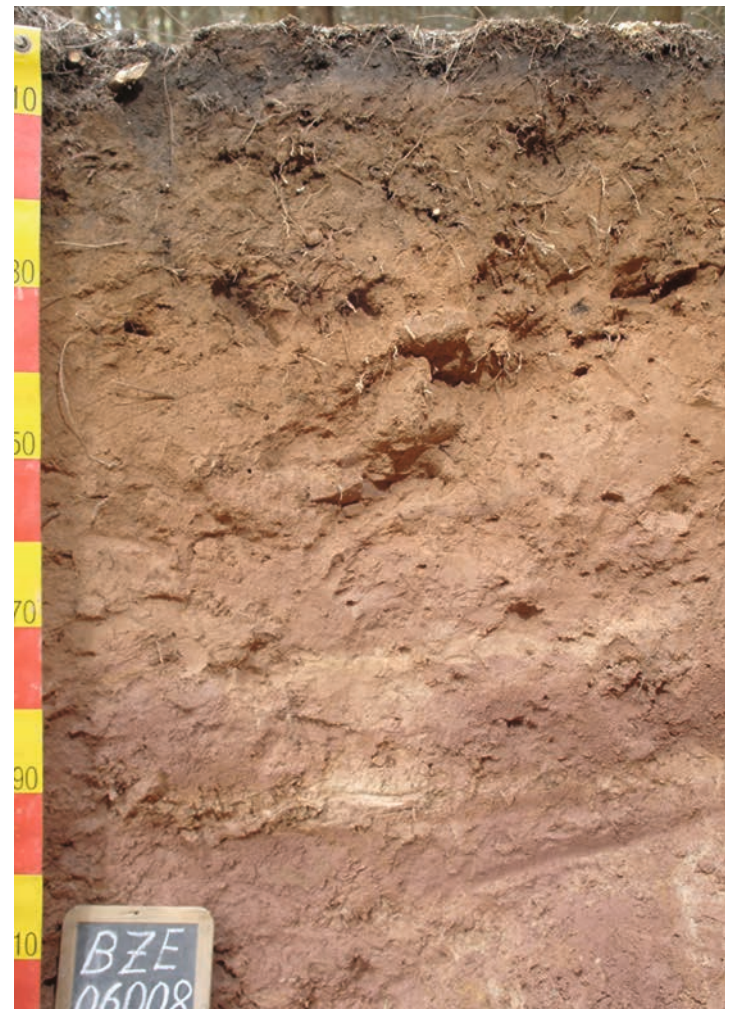
Mit den folgenden zwei Beispielen wird versucht, die Anwendung des WEB-Services zu erklären. Zuerst wird ein im hessischen Mittelgebirge häufig vorkommender Standort betrachtet, der sich auf „Mittlerem Buntsandstein“ in einer Höhen-

lage von rund 350 bis 450 m Höhe über NN befindet und eine Lößlehmschicht aufweist.

Steht geeignetes Pflanzgut zur Verfügung?

Im gewählten Beispiel wird der terrestrische Standort mit einer

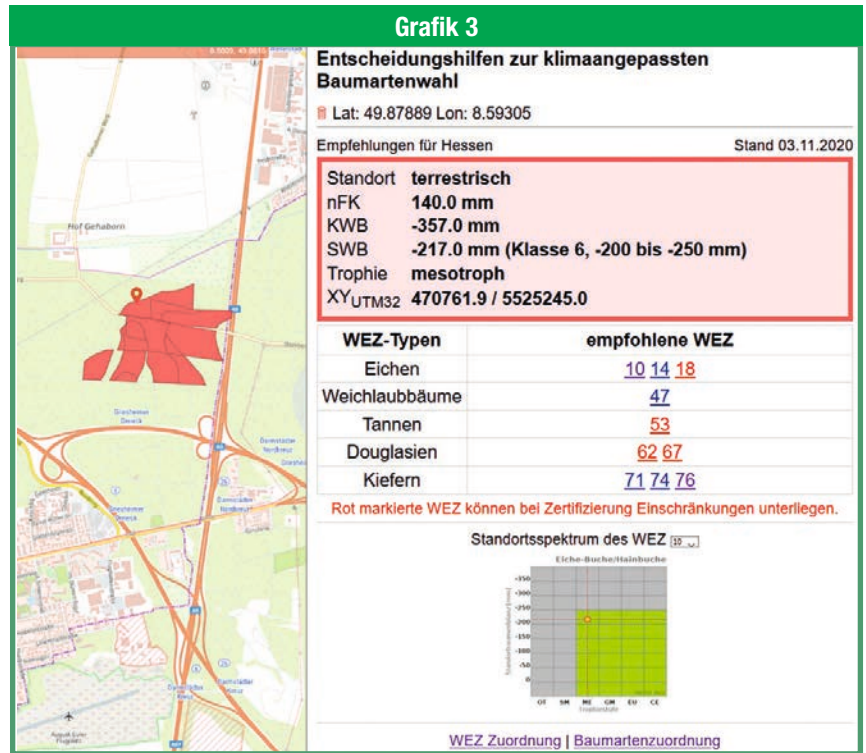
nutzbaren Feldkapazität von 137 mm und einer klimatischen Wasserbilanz von -190 mm beschrieben (siehe Grafik 2). Daraus errechnet sich eine Standortswasserbilanz von -53 mm, womit der Standort in die SWB-Klasse 3 fällt. Für die Kombination mesotroph/Klasse 3 ist die Auswahl



Im hessischen Mittelgebirgsraum verbreiteter Waldboden: Löß auf Mittlerem Buntsandstein. Foto: NW-FVA

möglicher Waldentwicklungsziele groß. Zur Unterstützung der Entscheidungsfindung müssen weitere Kriterien herangezogen werden: relevant können Schutzgebietsrestriktionen sein sowie auch weitere Risiken wie Spätfrostgefahr oder Gefahr durch Sturm. Großen Einfluss hat die waldbauliche Ausgangssituation: Handelt es sich um eine Freifläche oder ist noch Schirm vorhanden? Gibt es Naturverjüngung? Welche Baumarten stehen als Samenbäume auf der Fläche oder in deren Nachbarschaft zur Verfügung? Kann geeignetes Vermehrungsgut beschafft werden? Auch betriebliche Belange gilt es zu bedenken: Wie ist die finanzielle Situation des Betriebes, können Fördergelder in Anspruch genommen werden, steht geeignetes Pflanzgut zur Verfügung? Mit der Beantwortung dieser und weiterer Fragen und den persönlichen Präferenzen der Waldbesitzenden entsteht eine Rangfolge unter den empfohlenen WEZ.

Ein zweites Beispiel bezieht sich auf einen Standort in der Rhein-Main-Ebene, der ebenfalls als mesotroph eingeschätzt ist, aber eine Standortswasserbilanz von -217 mm aufweist und damit in die SWB-Klasse 6 fällt



Ausschnitt der Standortrisikokarte des WEB-Portals mit Informationsfenster für einen Standort in der Rhein-Main-Ebene (SWB Kl. 6, mesotroph). Es bleiben deutlich weniger WEZ.

(siehe Grafik 3). Hier ist die Auswahl an möglichen WEZ bereits stark ein-

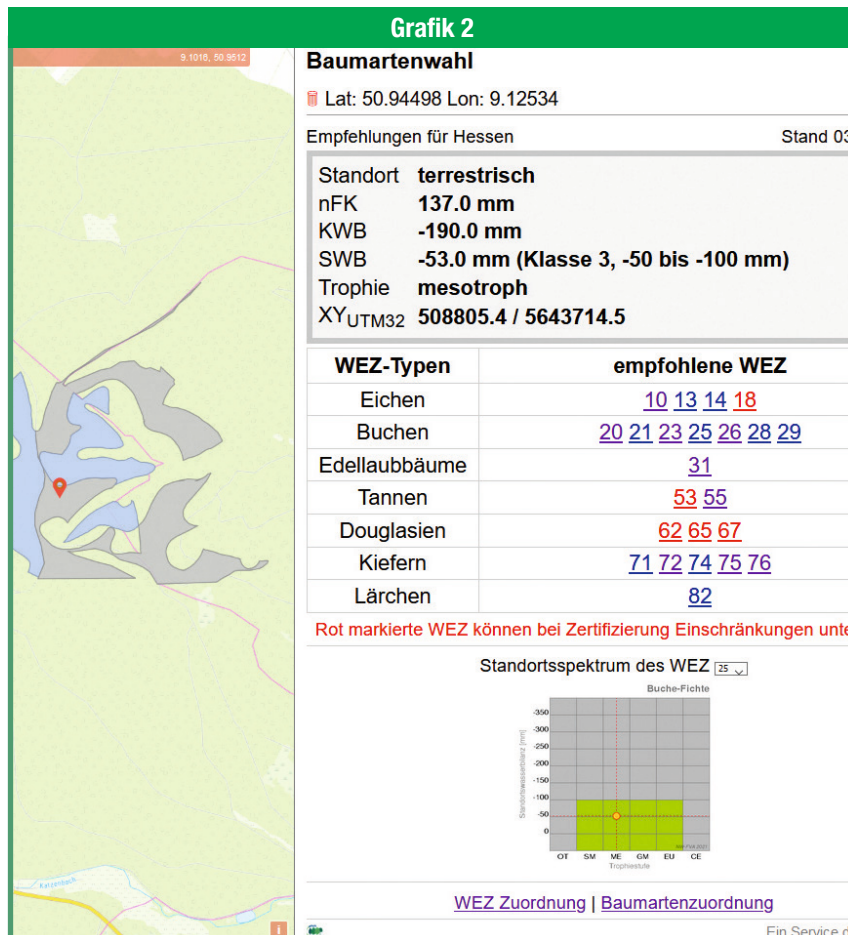
geschränkt, dennoch müssen die zuvor genannten Kriterien zur Entscheidungsfindung herangezogen werden.

Der vorgestellte WEB-Dienst unterliegt einer fortwährenden Weiterentwicklung. Daher sollte bei jeder Anwendung auf Neuerungen geachtet werden. Rückmeldungen aus der Forstpraxis werden gerne entgegengenommen. Dazu kann der Feedback-Link, der auf der Einführungsseite zu finden ist, verwendet werden.

Für fortgeschrittene Anwender und Nutzer eines Geografischen Informationssystems ist im Online-Portal ein Kartenservice (WMS) implementiert, der neben der Karte auch die empfohlenen WEZ bereitstellt. Darüber hinaus wird eine URL mit ausgegeben, welche es erlaubt, weitere Details online abzurufen. Der dem gesamten Dienst zugrunde liegende REST-Service kann in bestehende Softwareprodukte, wie Betriebs-/Fachanwendungen integriert werden. Dies sollte gegebenenfalls von der zuständigen IT-Betreuung durchgeführt werden.

Ein Literaturverzeichnis kann bei der NW-FVA angefordert werden.

Hermann Spellmann,
Heidi Döbbeler, Hans Hamkens,
Jan Hansen, Johannes Suttmöller,
Ronald Bialozyt und Ralf-Volker Nagel
aus: LW Hessenbauer/
Pfälzer Bauer/Der Landbote
Nr. 6/2021



Ausschnitt der Standortrisikokarte des WEB-Portals mit Informationsfenster für einen hessischen Mittelgebirgsstandort (SWB Kl. 3, mesotroph).