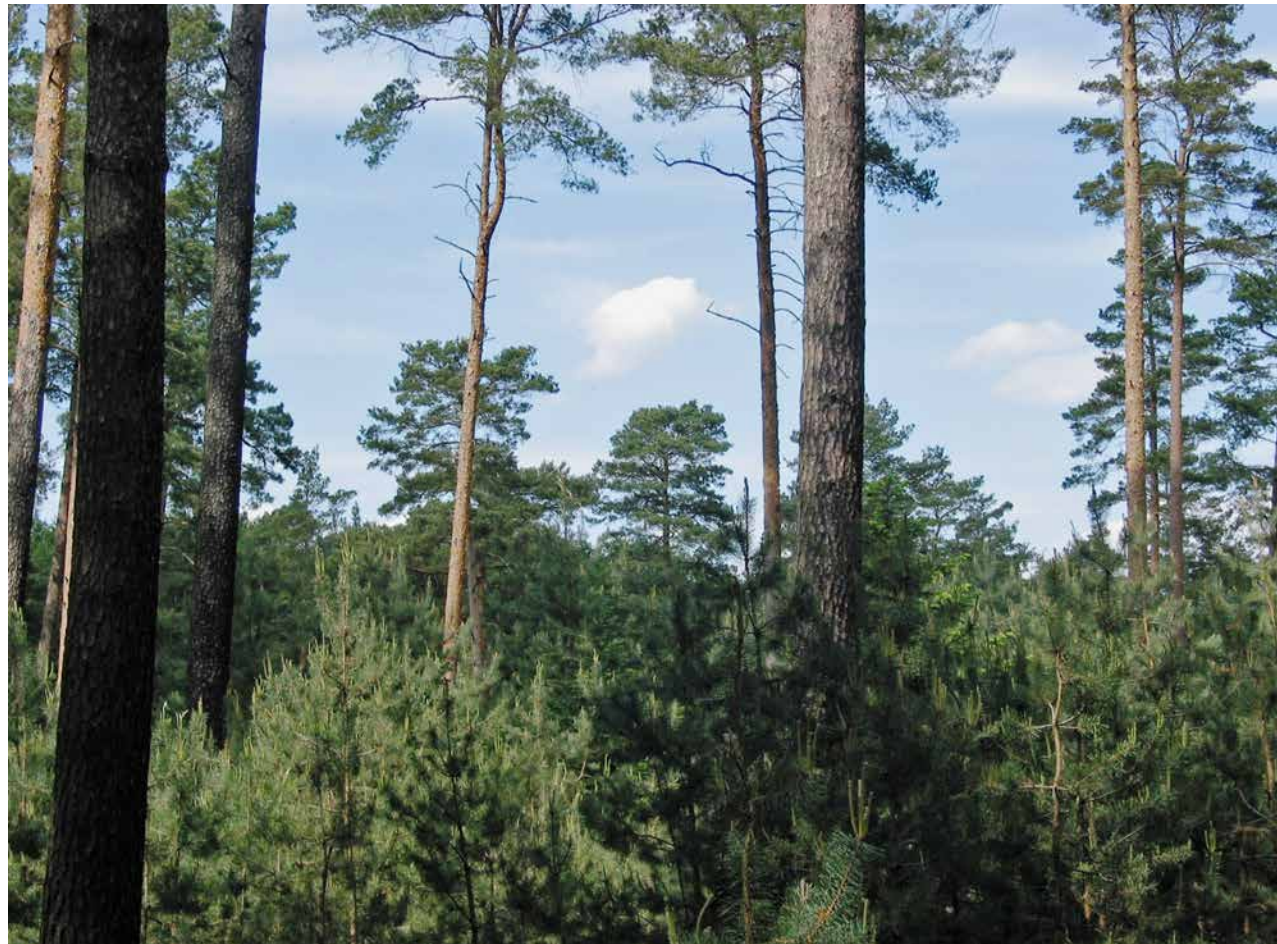


Kiefernwaldbau am Computer – mit Prognosen in die Zukunft

Modellieren von Waldentwicklung und Holzaufkommen für Mecklenburg-Vorpommern unter Klimawandel

Hergen Knocke, Dr. Maximilian Axer, Dr. Ralf-Volker Nagel

Der Klimawandel macht den Wald zum Patienten. Insbesondere die häufigste Baumart in MV, die Kiefer, ist zumindest im Reinbestand vielerorts nicht mehr standortgerecht. Bewährte Betriebskonzepte, die den Holzertrag optimieren, unterliegen beim klimasmarten Waldumbau gewissen Risiken. Worauf stützt sich diese Hypothese?



1 Kiefern beim Mit-Ideengeber, dem Dauerwald-Revier Bärenthoren, Betreuungsforstamt Nedlitz, Sachsen-Anhalt. (A. Noltensmeier)

Unsere Partner – nämlich Baumschulen, Sägewerke und Naturschützer, benötigen Infos, wann welche Sämlinge nachgefragt werden, wo welche Holzmengen auf den Markt kommen oder ob Biotope erhalten bleiben. Die Gemeine Kiefer (GKI) ist das Standbein vieler Bewirtschafter und ihre Naturschutzbedeutung stellt sich als lichtdurchlässige Baumart (BA) heraus, indem sie nach Eiche und Weide am drittmeisten spezialisierte Insekten auf sich vereint (Brändle & Brandl 2001). Über allem schwebt aber der unsichere Verlauf des Klimawandels, der das ‚eiserne Gesetz des Örtlichen‘ insofern abwandelt, als dass die Wasserversorgung der Standorte nicht mehr konstant ist (Pfeil 1857) und sich Biozönosen ändern. Grund genug, die neuen BZT ihren künftigen Standorten dynamisch zuzuordnen und eine dauerwaldartige Behandlung des Gesamtwaldes am Computer nachzuempfinden.

Haben wir 2062 mehr oder weniger Kiefer?

Das Ziel des FNR-Projektes „KiefernStolz“ über sechs norddeutsche Bundesländer mit hohen Kiefernanteilen ist es, Informationen zu Waldentwicklung und Holzaufkommen zu gewinnen. Mit Blick auf die Klimazukunft sollen dadurch strategische Anpassungen des derzeit praktizierten Waldbaus ermöglicht werden. Kennzeichnend für die Ausgangssituation sind zunehmende GKI-Starkholzsortimente >50 cm BHD. Diese sind zur waldbaulichen Steuerung wichtig, aber werden vor dem Hintergrund von oft nur mittlerer Holzqualität leider schlecht bezahlt. Außerdem wird angenommen, dass eine wenig differenzierte Hiebsreife den dringend notwendigen Waldumbau verzögert und eine risikoarme Streckung der bedingt durch den ungleichmäßigen Altersaufbau hohen Kiefernvorrate erschwert.

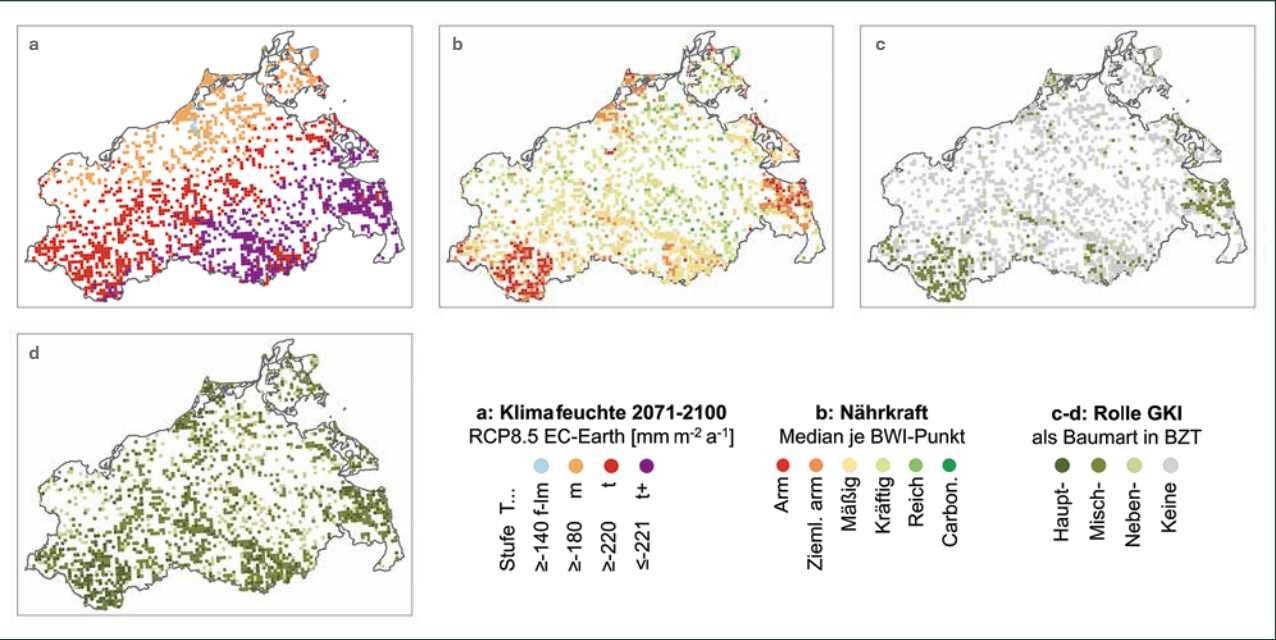
Den damit verbundenen Fragen wurden im Rahmen von 50-jährigen Prognosen auf Grundlage der Bundeswaldinventur-Punkte (BWI³) in Verschneidung mit Forsteinrichtungs- und Standortdaten nachgegangen. Hierbei wurden länderspezifische Hiebsreifekriterien (geästet/ungeästet), Nutzungsgänge angestrebter Bestandesziele (Waldumbau in Licht- oder Schatt-BA) und ein durch den Klimawandel verändertes Wachstum berücksichtigt (Schmidt 2020). Im vorliegenden Beitrag werden die Ergebnisse für MV als Projektpartner dargestellt.

Modelleinstellungen und Annahmen

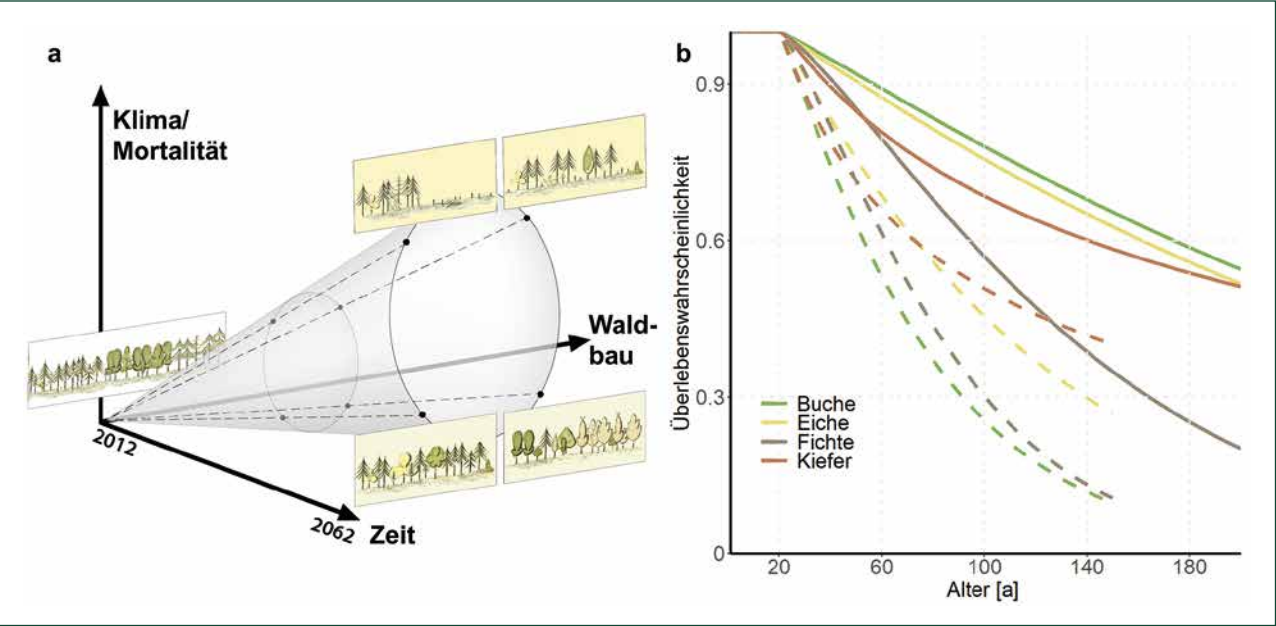
Auf der Basis des Klimaszenarios RCP8.5, das als „Worst Case“, aber derzeit leider realistisch von einem Temperaturplus von etwa 4°C bis 2100 ausgeht, bot sich ein Ensemble von Modellen an. In diesem Beitrag werden hieraus Ergebnisse für das eher moderate Modell EC-Earth RACMO angegeben. Abb. 2a veranschaulicht anhand des 30-jährigen Mittels der klimatischen Wasserbilanz (KWB) in der Vegetationszeit (Niederschlag minus potenzielle Verdunstung) die drastische Verschlechterung der somit nachempfundenen Klimafeuchte bis 2100. Zusammen mit der konstanten Nährkraft (Abb. 2b) ermöglicht eine dynamisierte Klimafeuchte die Zuordnung von im Klimawandel noch standortgerechten BZT. Im Grünen Ordner hat der GKI-Anteil je nach Klimafeuchtestufe, Standort und möglichen BZT einen Spielraum, der minimiert oder maximiert werden kann (Abb. 2c–d). Die Fortschreibung der Waldentwicklung erfolgt mithilfe der in Göttingen und Eberswalde genutzten Software *WaldPlaner*. Eine BA-spezifische Absterberate durch biotische und abiotische Risiken wurde an europaweiten WZE-Plots in Abhängigkeit von Baumalter, Mischungsanteil, Temperatur sowie Niederschlag ermittelt (Brandl et al. 2020). Ihre Berücksichtigung vervollständigt die klimasensitiven Prognosen. Dabei fungieren die GKI-Anteile der BZT und das Sterberisiko als Begrenzungen eines im bildlichen Sinne aufgespannten Trichters, innerhalb dessen sich die künftige Waldentwicklung vollzieht (Abb. 3a).

Zu den weiteren Annahmen gehört, dass sich die Bewirtschafter an die Regeln des Grünen Ordners halten, der Holzabsatz gesichert ist und Eingriffe stattfinden, benötigte Sämlinge verfügbar sind und sich Naturverjüngung ausreichend etabliert (Knocke et al. 2024). Der Trichter wurde in drei möglichen Entwicklungspfaden durch die unterschiedliche Kombination von Modelleinstellungen begrenzt, die mit dem Ausgangszustand verglichen werden:

1. Verjüngung in empfohlene BZT mit Licht-BA bei maximalen GKI-Anteilen (Abb. 2c); ohne Sterberisiko
2. wie 1. aber mit Sterberisiko
3. Verjüngung in empfohlene BZT mit Schatt-BA bei minimalen GKI-Anteilen (Abb. 2d); ohne Sterberisiko



2 a zukünftige Klimafeuchte (2071 – 2100) unter EC-Earth an den BWI-Punkten. Zusammen mit der Nährkraft b ist es möglich, auf standörtlicher Grundlage empfohlene BZT durch Algorithmus zuzuordnen und c – d nach ihrem GKI-Anteil zu sortieren, um in Simulationen als Leitplanken der Unter- / Obergrenze einer künftigen Waldentwicklung zu dienen.



3 a Mögliche Entwicklung heutiger Wälder hin zu Mischungen mit Fokus auf Licht- / Schatt-BA (Waldbau-Achse), der die GKI-Anteile maximiert/minimiert. Je nach Klima, Mischung und Alter variieren die Sterberisiken (Achse Klima/ Mortalität). Der Median der Überlebenschance b (Brandl et al. 2020) wurde für die BWI-Punkten in MV auf heutige (1971 – 2000, durchgezogene) und künftige (bis 2062, gestrichelte Kurven) Verhältnisse unter EC-Earth angewendet.

Naturnaher Waldbau als Rezept

Bei den Ergebnissen handelt es sich um Entwicklungstrends ohne Absolutheitsanspruch. Dennoch kann man aus den Varianten einiges über die Wirkung wesentlicher Faktoren auf die Waldentwicklung lernen:

Bei einer Betrachtung über alle BA hinweg mag zunächst erschrecken, dass aufgrund hoher Sterberaten im Mittel künftig nur noch ein Drittel der Buche oder Fichte das Alter 100 erreicht, während es bei Eiche und GKI noch etwa die Hälfte ist (Abb. 3b). Allerdings gilt je Bestand ein individueller Sterbeverlauf, der in Abhängigkeit des Ausgangsalters, des Mikroklimas und des Mischungsanteils deutlich variieren kann. Hinzu kommt, dass Wahrscheinlichkeiten keine Häufigkeiten sind; also in unserem „Schicksalsspiel“ auch mehrere erfreuliche Sechsen gewürfelt werden könnten. Was dem Patienten objektiv betrachtet hilft, ist ein strukturreiches standortgemäßes BA-Portfolio durch Naturnahen Waldbau.

Prognose des künftigen Waldzustandes

Wichtige Ergebnisse der simulierten Waldentwicklung lassen sich zunächst an einer Vorratsverteilung nach BA und Stärkeklassen darstellen (Abb. 5). Dabei ist die linke Säule jeweils das „Heute“. Die projizierten Werte im Jahr 2062 für die Szenarien 1.–3. sind in den weiteren Säulen dargestellt:

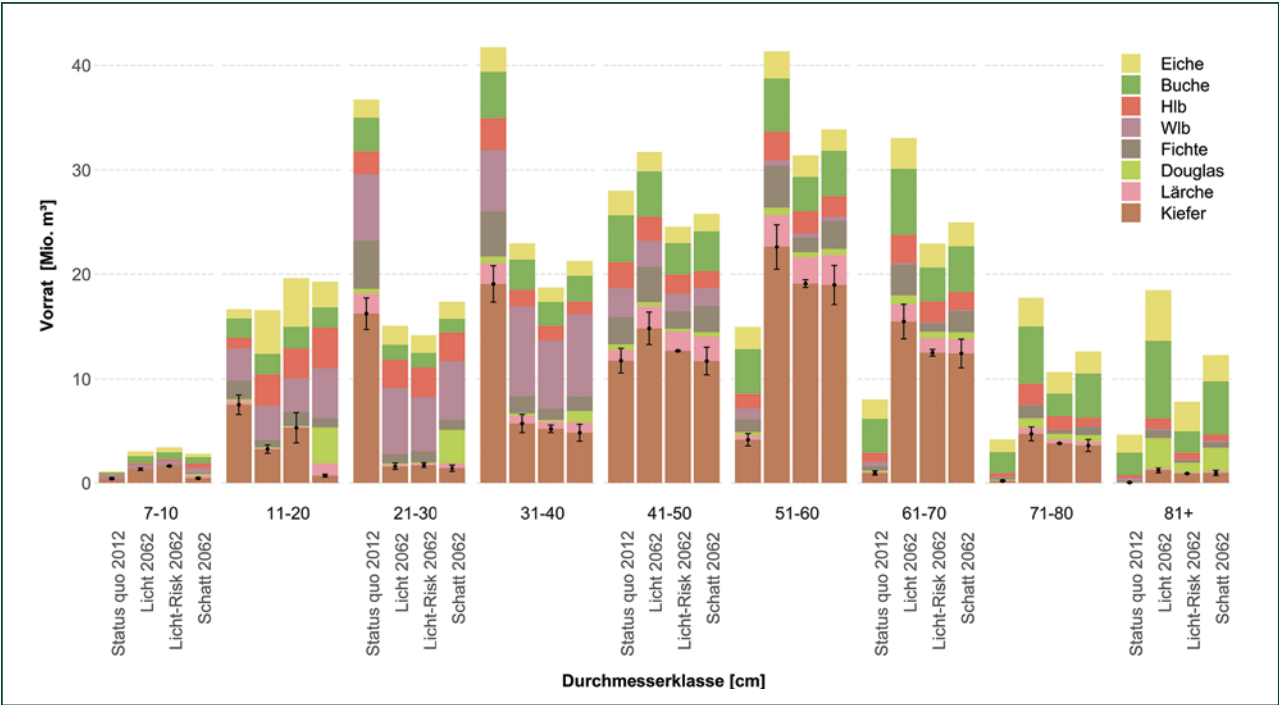
Im Vergleich zu 2012 weisen die Wälder MVs im Jahr 2062 selbst bei Unterstellung des hohen Sterberisikos gegenüber der Ausgangssituation massiv gestiegene Starkholzvorräte >50 cm BHD auf. Insgesamt verschiebt sich die in 2012 linkschiefe Durchmesserverteilung (und die hier nicht gezeigte ungleiche Altersklassenverteilung) nach rechts und bleibt unausgeglichen.

Unter Berücksichtigung des Sterberisikos bleibt der Vorrat der GKI (60 Mio. m³ in 2012) nur annähernd gleich, selbst wenn man sie zukünftig massiv förderte. Der Gesamtvorrat aller BA hingegen nimmt um bis zu 7% ab (auf 145 Mio. m³ in 2062). Für den Fall eines Ausbaus von Schatt-BA, die unter Schirm eher gebracht werden, bestünde die Möglichkeit, Wälder frühzeitig maßvoll aufzulichten und durch die Etablierung einer neuen Baumgeneration Sterberisiken zu puffern.

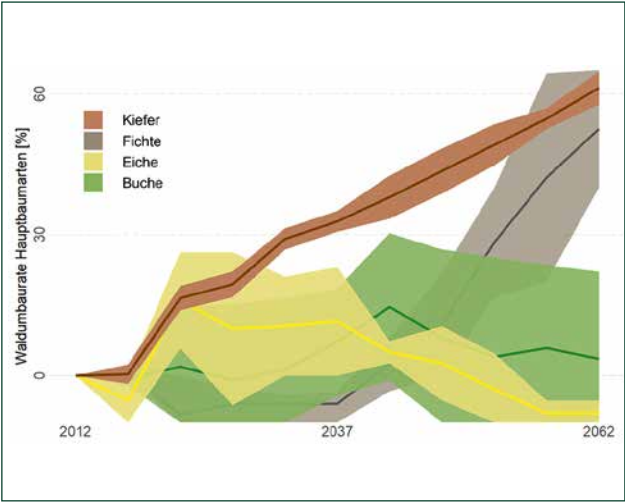
Die Untersuchung des Umbaufortschritts vormaliger Reinbestände erfolgte anhand einer Konvention auf Basis der BWI³. Wenn an allen vier Punkten einer Stichprobe (150 m Abstand) zu über 90% eine BA vorherrscht, wurden diese als Reinbestände mit prioritärem Umbaubedarf bewertet (2012 etwa 96 Tsd. ha GKI). Abb. 6 zeigt deren relative Abnahme ausgehend von 2012. Während die Eichenreinbestände bis 2062 sogar leicht zunehmen und bei der Buche kaum abnehmen, macht die Überführung reiner GKI-Bestände den größten Fortschritt auf über 60% in 2062. Bei der Fichte sind die Bestände ab etwa 2037 hiebsreif oder kalamitätsbetroffen und es erfolgt ab dann ein sehr forcierter Umbau.



4 Qualitativ hochwertiges Kiefern-Starkholz. (A. Noltensmeier)



5 Vergleich der Vorratsentwicklung nach BHD-Klassen für die Szenarien 1.–3. (rechte Säulen) in 2062 mit dem „Heute“ (linke Säule). Während allen Szenarien EC-Earth zugrunde liegt, wurde der Waldzustand unter Sterberisiko nur für das Szenario 2. im Rahmen einer vorrangigen Verjüngung auf empfohlene Licht-BA modelliert.



6 Mittlere Umbaurate von Reinbeständen auf Basis der BWI³ (rel. Abnahme der BA-Fläche zugunsten anderer BA mit Bezug auf 2012) im Gesamtwald von MV unter EC-Earth mit und ohne Sterberisiko. Der abgesetzte Vertrauensbereich ergibt sich aus den einzelnen Szenario-Mittelwerten, die sowohl Licht- als auch Schatt-BA anzielen.

Fazit

Waldbau am Computer bleibt ein Experiment und benötigt in der Umsetzung ein tatkräftiges Zusammenspiel von Praxis, Partnern und Politik. Der zügige Umbau des Waldes, die der Klimawandel „mit brennender Sorge“ anmahnt, bedarf dabei einem differenzierten Vorgehen: Während hohe Bestandesvorräte einerseits Stolz der Waldbesitzenden sind, weil Wälder somit als Spardose und Kohlenstoffspeicher dienen, verzögern sie andererseits auch die Klimaanpassung (Wechsel zu standortgemäßen Mischungen) empfindlich. Die obigen Ergebnisse sagen zwar nur geringe Vorratsverluste voraus, aber beinhalten mit Blick auf Zuwachs und Nutzung außerplanmäßige Einschlüsse in Höhe von einem Drittel der Erntemenge.

Die auf Holzerträge ausgelegten Tafelwerke optimieren Bestandeszuwächse, aber erzeugen eher instabile und dürr empfindliche Einzelbäume (Sohn et al. 2016; Bose et al. 2024). Weil die Wälder in MV besonders typenreich sind, könnten differenzierte Ansätze helfen: Je nach Standort und Qualität (instabil/astig bis betriebssicher/geästet) könnte dies z.B. für GKI in einem baumindividuellen Zielstärkenrahmen von 40–60 cm unter dem Motto „Vielfalt



7 Absterbende Kiefern mahnen zum Waldumbau. (J. Weymar)

durch Vervielfältigung“ münden. Dabei würde auch berücksichtigt, dass bis 2062 erhaltene Reinbestände die γ-Diversität (Landschaftsebene) als Rückzugsmöglichkeit für Spezialisten wahren (Heinrichs et al. 2020).

Dieser Beitrag belegt, dass Starkholzvorräte selbst unter Sterberisiko ansteigen könnten. Zum Zwecke des Waldum-

baus bedarf es einer konsequenten Waldgestaltung gemäß Grünem Ordner. Darüber hinaus zeigen leicht angepasste Modelleinstellungen, dass sich die Umbaurate um fast 20 % steigern ließe, wenn stärker gepflegt wird (Jugend stark, Alter mäßig) und sich am Waldboden eher Nachwuchs einfindet.

Literaturverzeichnis

Bose, AK; Gessler, A; Büntgen, U; Rigling, A (2024) Tamm review: Drought-induced Scots pine mortality – trends, contributing factors, and mechanisms. For Ecol Manag 561:121873

Brandl, S; Paul, C; Knoke, T; Falk, W (2020) The influence of climate and management on survival probability for Germany's most important tree species. For Ecol Manag 458:117652

Brändle, M; Brandl, R (2001) Species richness of insects and mites on trees: expanding Southwood. J Anim Ecol 70:491–504

Heinrichs, S; Schall, P; Ammer, C; et al. (2020) Annahmen und Ergebnisse zur Biodiversität im Wirtschaftswald – Neues aus der Biodiversitätsforschung. WSL-Berichte 100:15–29

Knocke, HC; Axer, M; Hamkens, H; et al. (2024) Quo vadis Scots pine forestry in northern Germany: How do silvicultural management and climate change determine an uncertain future? Eur J For Res 143:1477–1497

Pfeil, W (1857) Was wollen und können wir durch die Wirthschaftseinrichtung und nachhaltige Ertragsberechnung des Waldes erreichen? Krit Blätt Forst Jagdwiss 38 (2):151–178

Schmidt, M (2020) Standortsensitive und kalibrierbare Bonitätsfächer: Wachstumspotenziale wichtiger Baumarten unter Klimawandel. Allg Forst Jagdztg 190 (5/6):136–160

Sohn, JA; Hartig F; Kohler, M; et al. (2016) Heavy and frequent thinning promotes drought adaptation in Pinus sylvestris forests. Ecol Appl 26:2190–2205



Hergen Knocke und Dr. Maximilian Axer sind wiss. Mitarbeiter an der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt, die von Direktor Dr. Ralf-Volker Nagel geleitet wird. Hergen Knocke wurde vom Landwirtschaftsministerium in Schwerin für das Projekt „KiefernStolz Waldbau“ beurlaubt und nutzt das Thema zur Promotion an der Universität Göttingen.

Kooperationspartner

Georg-August-Universität Göttingen, Wilhelm-Klauditz-Institut der Fraunhofer-Gesellschaft, Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt

Forstverwaltungen des Bundes und der Länder BB, HE, MV, NI, SH und ST sowie das Stadtforstamt HRO

Projektförderung

Das Projekt wird aus Mitteln des Waldklimafonds unter gemeinsamer Aufsicht von BMEL und BMUV mit einer Laufzeit von 2021–2025 gefördert.