

Zukunftsaufgabe Waldanpassung

Drei Trockenjahre in Folge haben erhebliche Schäden in Deutschlands Wäldern mit mehreren Hunderttausend Hektar Schadfläche verursacht. Die beabsichtigten, sinnvollen Aktivitäten zur Wiederbewaldung der Schadflächen sollten dennoch nicht den Blick auf die größere, langfristige Aufgabe verstellen: die Umgestaltung unserer Wälder auf mehreren Millionen Hektar zur Anpassung an den Klimawandel.

TEXT: ANDREAS BOLTE, MARKUS HÖHL, PETRA HENNIG, TOBIAS SCHAD, FRANZ KROIHER, BJÖRN SEINTSCH, HERMANN ENGLERT, LYDIA ROSENKRANZ



Foto: S. Krause

Abb. 1: Drohnenaufnahmen von Waldschäden (2018)

Die beiden Extremjahre 2018 und 2019 mit starker Hitze sowie langen sommerlichen Trockenphasen und das ebenfalls zu trockene Jahr 2020 haben zu dem bisher größten Schadholzaufkommen seit mehr als 70 Jahren geführt: Insgesamt werden ca. 178 Mio. m³ Schadholzvolumen und fast 285.000 ha wiederzubestockende Waldfläche für die Jahre 2018 bis 2020 geschätzt [2]. Deutschlandweite Karten der klimatischen Wasserbilanz (KWB) machen deutlich, dass das Jahr 2018 während der Vegetationsperiode (April bis September) in nahezu ganz Deutschland extrem trocken war (Abb. 3) und das bisherige Rekordjahr 2003 deutlich in der Trockenheitsintensität übertrafen hat. Die Jahre 2019 und 2020 waren in den meisten Regionen ähnlich trocken wie 2003, nur in den südlichen Teilen Bayerns und Baden-Württembergs war die Situation weniger angespannt.

Insbesondere auf Standorten mit geringer Wasserspeicherkapazität und geringer Bodenwasserauffüllung während des Winters 2018/19 war eine jahresübergreifende Trockenheit vom Früh-

jahr 2018 bis zum Herbst 2019 zu verzeichnen [8]. Die Folgen von Hitze und Trockenheit waren fast deutschlandweit in den Wäldern zu spüren, aber je nach Region, Standort und Baumart in unterschiedlichem Maße. Besonders stark geschädigt wurden trockengestresste Fichtenwälder durch Borkenkäfer (Buchdrucker, Kupferstecher). Diese Schadinsekten konnten sich durch höhere Generationszahlen – einerseits aufgrund ausgedehnter Vegetationsperioden und höherer Sommerwärme, andererseits durch das hohe Angebot von Brutmaterial – stark ausbreiten [4, 6]. Brutmaterial bildeten zu Beginn der Borkenkäferepidemie frisches Fichtenschadholz aus gebietsweise erheblichen Windwurfschäden im Winter 2017/18 und anschließend die trockenheitsgestressten Fichten in den Sommern 2018 bis 2020, die durch schwindenden Harzdruck den Borkenkäferbefall nicht abwehren konnten.

Auffällig war auch die deutliche Zunahme von Buchenschäden in den Jahren 2019 und 2020 im Vergleich zum ersten Trockenjahr 2018. Die stärkere Bodenwas-

Schneller ÜBERBLICK

- » **Wälder mit führender Baumart Fichte oder Buche** sind auf einem Viertel der Gesamtwaldfläche in Deutschland (2,85 Mio. ha) einem hohen Risiko durch Trockenheit und Schaderregerbefall ausgesetzt
- » **Die Waldumbauflächen zur Anpassung der Wälder** auf diesen Fichten- und Buchenstandorten müssten auf 95.000 ha jährlich vervierfacht werden, um die Umgestaltung der Wälder bis 2050 abzuschließen
- » **Der geschätzte erforderliche Kapitalbedarf** von 14 bis 43 Mrd. € über die nächsten 30 Jahre lässt sich nur mit Unterstützung von Bund und Ländern schultern

serausschöpfung bis in größere Bodentiefen insbesondere auf flachgründigen Standorten, mangelnde Verdunstungskühlung und die Rekordhitze mit Gewebe- und Kambialschäden an empfindlichen Blättern und dünnrindigen Kronenästen sind vermutlich wichtige Faktoren für die Schaddynamik. Diese begünstigte sekundäre Schaderreger wie Insekten (Bu-

chenborkenkäfer, Buchenprachtkäfer) und pilzliche Schaderreger [10].

Auch an der Kiefer sind Schäden zu verzeichnen, wobei regionale Unterschiede vorliegen. Stärkeren Schäden im Süden und der Mitte Deutschlands stehen bisher (noch) geringere Schäden in den ausgedehnten Kieferengebieten Nord- und Ostdeutschlands gegenüber. Wichtige Schadfaktoren sind dabei rinden- und holzbewohnende Insekten und Pilze, die neben den typischen nadelfressenden Insekten an Bedeutung gewinnen.

Die heimischen Eichenarten weisen ebenfalls gebietsweise Schäden auf. Die Zunahme an Schäden ist aber meist geringer als bei den anderen Hauptbaumarten, weil das Schadniveau der vorwiegend biotischen Schaderreger bereits vor den Trockenjahren auf einem hohen Niveau lag [3]. Noch machen aber die Schäden insgesamt in ihrem Umfang nur 2,5 % der Waldfläche von 11,4 Mio. ha bzw. 6 % des stehenden Derbholzvorrats von 3,9 Mrd. m³ in den Wäldern Deutschlands aus (Stand 2017, Vorratsangaben nach [11]). Daher ist die Bezeichnung „Waldsterben 2.0“ bisher auf der nationalen Ebene noch nicht gerechtfertigt, auch wenn wir in einzelnen besonders betroffenen Regionen vor erheblichen Herausforderungen im Waldschutz und der Wiederbewaldung stehen. Sorge bereitet allerdings der Blick in die Zukunft mit zu erwartenden weiteren Häufungen und Verschärfungen von Extremwetterlagen wie Hitze und Trockenheit infolge des Klimawandels. Aufgrund der laufenden Epidemie mit hohem Borkenkäferbefallsdruck ist in den Folgejahren auch bei kühl-feuchter Sommerwitterung mit weiteren Schäden besonders an Fichte zu rechnen.

Vor diesem Hintergrund stellen sich folgende Fragen: Sind unsere Wälder an die Umweltbedingungen der Zukunft ausreichend angepasst? Wo liegen Schwerpunkte der Waldanpassung und des zukünftigen Umgestaltungsbedarfs unserer Wälder?

Szenarien zum zukünftigen Umgestaltungsbedarf

Deutschlandweite Übersichtsprojektionen zu den Risiken und zum zukünftigen Bedarf an Waldanpassung und Waldumbau liefern einen Schätzrahmen zu Flächen und regionalen Schwer-



Abb. 2: Abgestorbene Fichten im Nationalpark Harz

punkten. Sie eignen sich aber nicht für lokale Empfehlungen und Entscheidungen zur Baumartenwahl und Bewirtschaftung auf Bestandesebene. Hierzu sind differenzierte regionale und lokale Informationen zu Standort, Klima und Baumarteneignung erforderlich, an denen derzeit auch intensiv in den Ländern gearbeitet wird.

Der hier vorgestellte deutschlandweite Projektionsansatz zum Schadrisiko leitet sich direkt aus den Erfahrungen der zurückliegenden Trockenjahre ab und bezieht sich nur auf Fichten- und Buchenbestände. Folgende Annahmen wurden getroffen:

1. *Fichtendominierte Bestände sind unter 600 m ü. NN langfristig einem hohen Schadrisiko insbesondere durch Borkenkäferbefall ausgesetzt [5].*

„Um zukünftig weiteren großflächigen Waldschäden vorzubeugen, sollten die Wälder in Deutschland umgestaltet und an die steigenden Risiken des Klimawandels angepasst werden.“

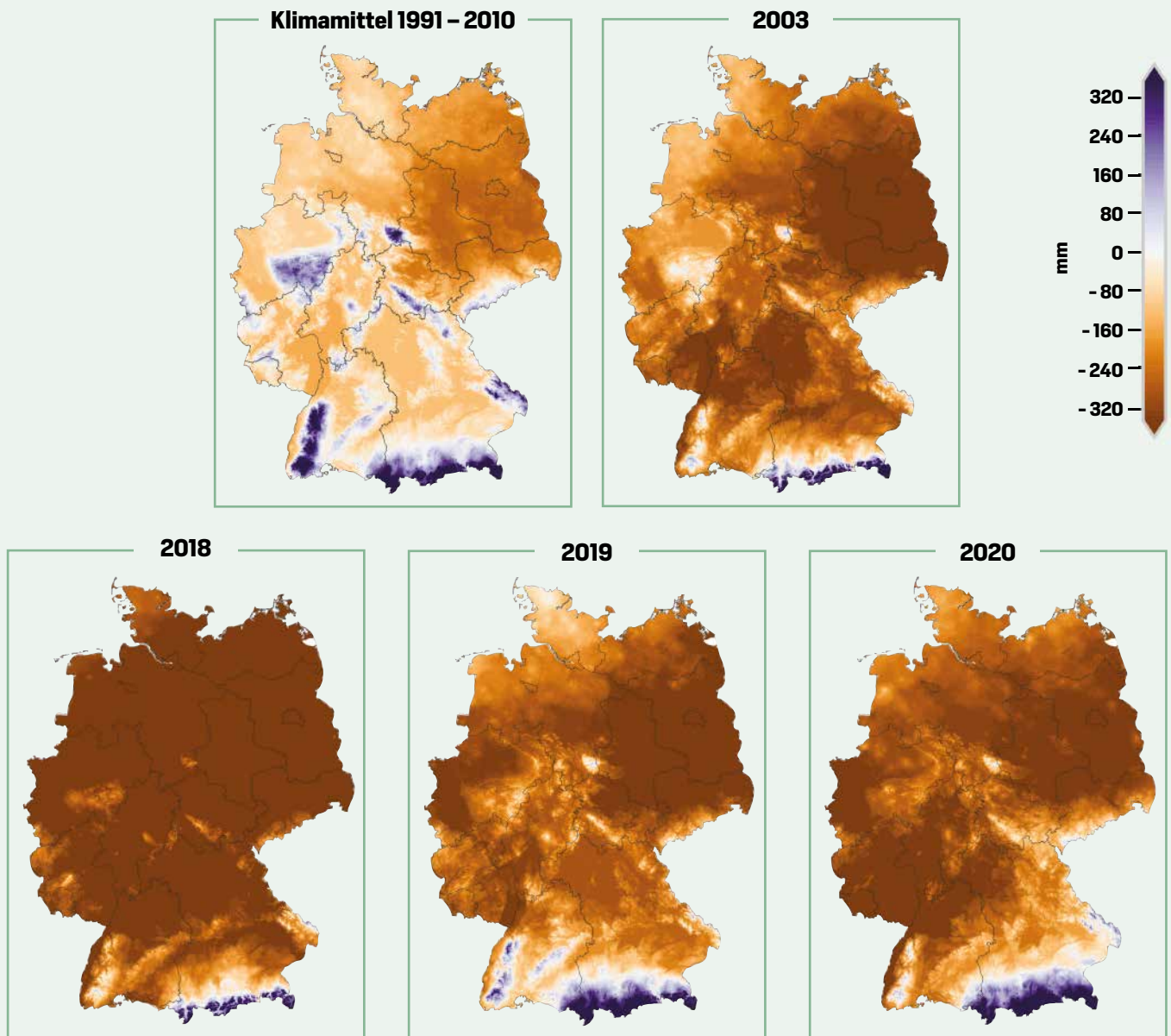
ANDREAS BOLTE

2. *Buchendominierte Bestände mit einer maximalen nutzbaren Bodenwasserspeicherkapazität (nWSK) von unter 90 mm bis 1 m Bodentiefe bzw. 90 mm m⁻¹ weisen ein erhöhtes Schadrisiko auf. Nimmt man diese Bodentiefe als Näherungswert für den effektiven Wurzelraum an, entspricht dies einer geringen bis äußerst geringen nWSK [1].*

Für Kiefer und die Eichenarten sind einfache Annahmen aufgrund der deutlich differenzierteren Schadeinflüsse und -symptomatik nicht möglich. Das dargestellte Schadrisiko muss nicht automatisch zu einem Schaden führen, wenn regionale und lokale Bedingungen wie erhöhte Niederschläge – z. B. im Alpen- und Voralpenraum oder im Südschwarzwald in den Jahren 2018 und 2019 – die Risiken mindern. Andererseits können auch Fichten über 600 m ü. NN geschädigt werden, wenn z. B. regional begünstigende Faktoren wie ein erhöhtes Angebot an frischem Schadholz als Brutsubstrat und hohe Käferdichten die mit der Höhe abnehmenden Aktivitätszeiträume kompensieren.

Als Datengrundlagen wurden die Rasterdaten der Bundeswaldinventur 2012 und die seit kurzem vorliegenden Standortinformationen (nur im 4 km x 4 km-Netz) aus der BWI 2012-Umweltdatenbank [7] verwendet. Als Typ „Fichte“ bzw. „Buche“ wurden die BWI-Traktecken klassifiziert, bei denen eine dieser Baumarten zum Stichjahr 2012 dominant in der Hauptbestockung war (Fichten- bzw. Buchen-Typ). Die Ergebnisse in Tab. 1 sind direkt aus den bis zu vier Traktecken pro

KLIMATISCHE WASSERBILANZ (Summe April – September)



Quelle: Thünen-Institut; eigene Berechnungen; Datengrundlage: DWD

Abb. 3: Klimatische Wasserbilanz [KWB = NDS – ETp] in Deutschland April bis September, NDS: Niederschlagssumme, ETp: potenzielle Evapotranspiration

BWI-Trakt berechnet. Für die Darstellung der Punktkarte (nur BWI-Trakte, Abb. 4) wurden die Traktinformationen nach folgenden Regeln aggregiert:

- **Fichtenrisiko:** Mindestens eine Traktecke mit führender Baumart Fichte und Höhenlage unter 600 m ü. NN sowie keine Traktecke mit führender Baumart Buche.
- **Buchenrisiko:** Mindestens eine Traktecke mit führender Baumart Buche und nutzbarer Bodenwasser-

speicherkapazität (*nWSK*) unter 90 mm m^{-1} Bodentiefe sowie keine Traktecke mit führender Baumart Fichte.

Risikostandorte für Fichte und Buche

Annähernd 70 % der Waldflächen (Stand 2012) mit führender Baumart Fichte und mehr als 30 % der Standorte mit führender Baumart Buche sind

nach diesen Szenarien gefährdet. Die Schwerpunkte liegen bei der Fichte in den unteren und mittleren Mittelgebirgslagen Nordrhein-Westfalens, Niedersachsens, Sachsen-Anhalts, Hessens, Thüringens, Sachsens und Bayerns. Nur Hochlagen der Mittelgebirge und der Voralpen- und Alpenraum sind weniger betroffen. Bei der Buche sind die Risikogebiete deutlich kleinteiliger verteilt und finden sich insbesondere in den kalkreichen Mittelgebirgen der Fränki-

schen und Schwäbischen Alb, auf Muschelkalkstandorten Thüringens und Hessens und im Weserbergland. Aber auch Tieflandstandorte sind zum Teil betroffen. Insgesamt ergibt sich danach ein möglicher Umbau- bzw. Umgestaltungsbedarf auf 2,85 Mio. ha, das sind ca. 25 % der gesamten Waldfläche. Betroffen sind Fichten- und Buchenwälder mit einem Gesamtderbholzvorrat von 1,1 Mrd. m³ und somit ca. 30 % des Gesamtvorrats in den Wäldern Deutschlands (s. Tab. 1).

Folgt man den Szenarien, müssten deutschlandweit 30 Jahre lang rund 95.000 ha Waldfläche pro Jahr umgebaut werden, um bis zum Jahr 2050 die Umgestaltung abgeschlossen zu haben. Dieser Wert ist mehr als viermal so hoch wie die bisherige Waldumbaufäche aller Waldbesitzarten mit ca. 22.000 ha jährlich (2000 bis 2017 [12, S. 28]). Bleiben aber die Umbaumaßnahmen auf dem bisherig niedrigen Niveau, zieht sich die Umgestaltung und

Flächen und Derbholzvorräte auf Risikostandorten

Tab. 1: Flächen und Derbholzvorräte (Stand 2012) auf Risikostandorten mit führender Baumart Fichte (Fichten-Typ) unter 600 m (ü. NN) und führender Baumart Buche (Buchen-Typ) mit einer maximal nutzbaren Bodenwasserspeicherkapazität (nWSK) von < 90 mm m⁻¹ in Deutschland. Die Prozentangaben beziehen sich auf die Anteile an den Gesamtwaldflächen mit Fichten-Typ bzw. mit Buchen-Typ.

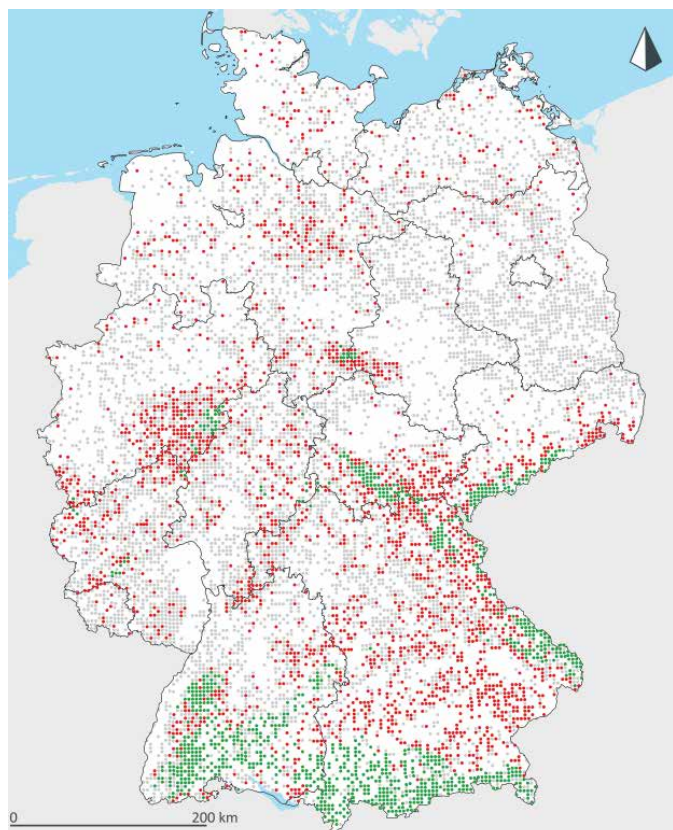
	Fichten-Typ (führende Baumart Fichte unter 600 m ü. NN)	Buchen-Typ (führende Baumart Buche mit nWSK < 90 mm m ⁻¹)
Fläche [ha]	2.228.038 69,9 %	622.526 34,4 %
Vorrat [Tsd. m³]	884.218 68,3 %	220.286 33,6 %

Anpassung der Wälder an den Klimawandel bis ins nächste Jahrhundert hin. Dann ist zu befürchten, dass Waldschäden und deren Beseitigung weiterhin die Debatten um den Wald prägen.

Kapitalbedarfsschätzungen zum Waldumbau

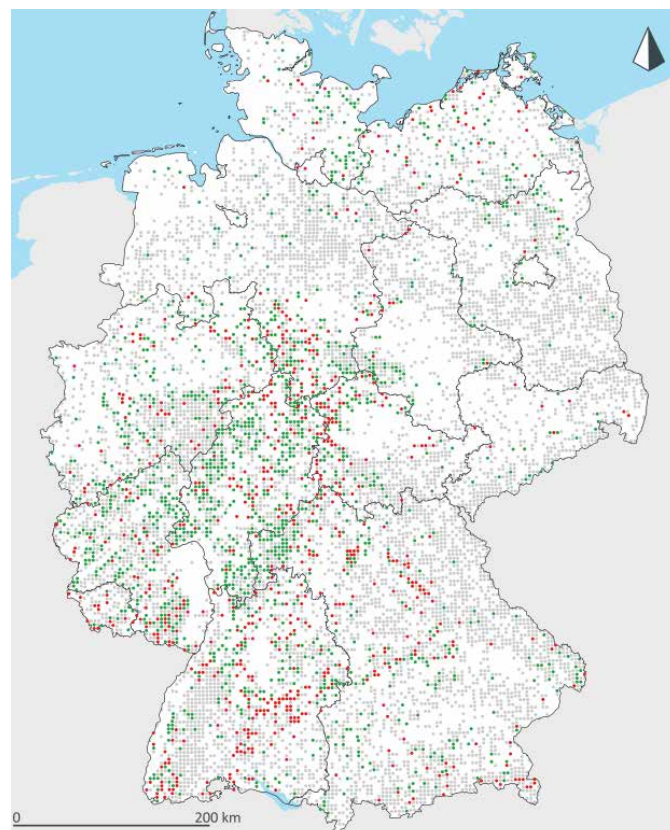
Zur Realisierung der Waldumbauszenarien wird künstliche Verjüngung unter-

stellt, da die vorhandene Bestockung größtenteils nicht übernommen werden kann. Für die Waldeigentümerinnen und Waldeigentümer können neben den üblichen Kosten für Pflanzen, Pflanzung und Kulturpflege ggf. auch Kosten für katastrophal bedingte Flächenräumung und Bodenvorbereitung anfallen. Ebenso ist beim Umbau mit neuen Baumarten mit erhöhten Kosten für Zaunbau oder Verbissschutz sowie für die Entfernung



Trakte im 4x4 km Netz der BWI 2012
 ● Fichte unter 600 m ü. NN.
 ● Begehrbarer, bestockter Holzboden mit Fichte
 ● Begehrbarer, bestockter Holzboden

© Thünen-Institut, 2020



Trakte im 4x4 km Netz der BWI 2012
 ● Buche mit nWSK < 90 mm bis 1 m Tiefe
 ● Begehrbarer, bestockter Holzboden mit Buche
 ● Begehrbarer, bestockter Holzboden

© Thünen-Institut, 2020

Abb. 4: Risikostandorte mit führender Baumart Fichte bzw. Buche (BWI-Trakte, 4 km x 4 km), Risiko Fichte: Geländehöhe unter 600 m ü. NN, Risiko Buche: nWSK unter 90 mm m⁻¹ Bodentiefe

„unerwünschter“ Naturverjüngung zur Konkurrenzregulation zu rechnen. Zusätzlich fallen verstärkt Kosten für die Nachbesserung ausgefallener Kulturen, z. B. durch Trockenheit, an.

Für die Abschätzung des Kapitalbedarfs der oben entwickelten Waldumbauszenarien stehen wenige Datenquellen zur Verfügung. Beispielsweise werden in den Waldbewertungsrichtlinien der Länder aufgeführte Kulturkosten zitiert, bei denen es sich jedoch teilweise um einfache Setzungen handelt [9]. Zusätzlich kann die Berichterstattung des Bundes zu Fördermitteln herangezogen werden. Gemäß UBA [12] flossen deutschlandweit zwischen den Jahren 2000 und 2017 auf 22.000 ha Waldfläche öffentliche Finanzmittel von rund 82 Mio. € (durchschnittlich 3.727 €/ha) in den Waldumbau. Darin enthalten sind sowohl GAK-Fördermittel (Gemeinschaftsaufgabe Agrarstruktur und Küstenschutz) als auch Maßnahmen von Bund und Ländern. Im GAK-Förderbereich A „Naturnahe Waldbewirtschaftung“ bei der Maßnahme 2.0 „Waldumbau“ werden „bis zu 70 bis 85 % der nachgewiesenen Ausgaben“ als Zuwendung gefördert. Die verbleibenden 15 bis 30 % müssen die Waldbesitzenden als Eigenanteil leisten. Kapitalbedarfsschätzungen auf Basis der aktuellen Förderbeträge, die die bisherigen waldbaulichen Ziele, Verfahren und Anbau Risiken der Baumarten reflektieren, werden den tatsächlichen Kapitalbedarf jedoch stark unterschätzen. Expertenbefragungen durch Offer [9] ergaben Kulturkosten für Eichen-, Buchen- und



Abb. 5: Abgestorbene, trockene Buche bei Eberswalde

Douglasienkulturen in einer Spannweite von 12.000 bis 35.000 €/ha. Für den Umbau von Fichte in Buche und Douglasie konnten rund 5.000 €/ha ermittelt werden (eigene Befragung). Im Durchschnitt ergeben sich Waldumbaukosten zwischen 5.000 und 15.000 €/ha. Insgesamt ergibt sich daraus ein Kapitalbedarf von 14 bis 43 Mrd. € für den Waldumbau auf 2,85 Mio. ha Waldfläche.

Die Umgestaltung der Wälder erfolgt jedoch nicht nur durch künstliche Verjüngung, sondern teilweise auch durch Naturverjüngung. Dadurch tragen auch Fichten und Buchen aus dem Vorbestand zur Entwicklung von Mischbeständen bei, was Kosten reduziert. Andererseits werden in der vorliegenden Bewertung nur der Umbaubedarf von Standorten mit der führenden Baumart Fichte bzw. Buche geschätzt. Kiefern- und Eichenstandorte wurden nicht be-

rücksichtigt. Auch diese Waldstandorte dürften jedoch teilweise umbauwürdig sein, wodurch sich der gesamte Kapitalbedarf für Waldumbau in Deutschland wiederum erhöhen könnte.

Folgerungen

Der bisherige Fokus der umfangreichen gemeinsamen Förderaktivitäten des Bundes und der Länder liegt auf der Bewältigung der aktuellen Waldschäden aus den zurückliegenden Trockenjahren und auf der Wiederbewaldung der Schadflächen. Um zukünftig aber weiteren großflächigen Waldschäden vorzubeugen, sollten die Wälder in Deutschland umgestaltet und an die steigenden Risiken des Klimawandels angepasst werden. Dazu müssten die Anstrengungen zur Umgestaltung und zum Umbau der Wälder aber vervielfacht werden. Der geschätzte Kapitalbedarf, allein für den notwendigen Waldumbau von Waldstandorten mit führender Baumart Fichte und Buche, von 475 Mio. € bis mehr als 1.425 Mio. € jährlich und 14 bis 43 Mrd. € insgesamt über die nächsten 30 Jahre stellen Bund und Länder vor gewaltige Herausforderungen. Diese können sie nur gemeinsam und zusammen mit den Waldeigentümerinnen und Waldeigentümern bewältigen.



Prof. Dr. Andreas Bolte andreas.bolte@thuenen.de,

leitet das Thünen-Institut für Waldökosysteme in Eberswalde. **Markus Höhl**, **Petra Hennig** und **Dr. Tobias Schad** sind wissenschaftliche Mitarbeiter im Arbeitsbereich Waldressourcen und Klimaschutz. **Franz Kroihner** arbeitet im Arbeitsbereich Waldökologie und Biodiversität. **Dr. Björn Seintsch** leitet den Arbeitsbereich Waldwirtschaft in Deutschland am Thünen-Institut für Internationale Waldwirtschaft und Forstökonomie. **Hermann Englert** und **Dr. Lydia Rosenkranz** sind wissenschaftliche Mitarbeiter in dem Arbeitsbereich.

Literaturhinweise:

[1] AK Standortkartierung (2016): Forstliche Standortaufnahme. 7. Aufl. Eching b. München, 400 S.
[2] BMEL [Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft] (2020a): Massive Schäden - Einsatz für die Wälder. Online unter: <https://www.bmel.de/DE/themen/wald/wald-in-deutschland/wald-trockenheit-klimawandel.html> (25.09.2020). [3] BMEL [Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft] (2020b): Ergebnisse der Waldzustandserhebung 2019. Bonn, 59 S. [4] BOLTE, A.; HILBRIG, L.; GRUNDMANN, B. M.; ROLOFF, A. (2014): Understory dynamics after disturbance accelerate succession from spruce to beech-dominated forest - the Sigaboda case study. *Annals of Forest Science* 71, 139-147. doi: 10.1007/s13595-013-0283-y.
[5] EBNER, G. (2018): 913 Mio. fm Fichte unter 600 m. *Holzkurier.com*. Online unter: https://www.holzkurier.com/rundholz/2018/09/913_mio_fm-fichte-unter-600m.html (25.09.2020).
[6] HLÁSNÝ, T.; KROKENE, P.; LIEBHOLD, A. et al. (2019): Living with bark beetles: impacts, outlook

and management options. *From Science to Policy* 8. European Forest Institute, Joensuu, 52 S. <https://doi.org/10.36333/fs08>. [7] METTE, T.; AMBERGER, H.; AHRENDTS, B. et al. (2018): BWI 2012 Umweltdatenbank. Göttingen. Open Agrar Repositorium. [8] NW-FVA [Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt] (2019): Waldzustandsbericht Hessen 2019. NW-FVA, Abt. Umweltkontrolle. Göttingen, S. 27 (Online unter: https://www.nw-fva.de/fileadmin/user_upload/Sachgebiet/Waldzustand_Boden/WZE-Berichte/WZB2019_Hessen_Internet.pdf (27.11.2019)). [9] OFFER, A. (2020): Bedeutung der Kulturkosten bei forstlichen Bewertungen. *AFZ-DerWald*, Heft 10, S. 12-15. [10] ROHDE, M.; LANGER, G.; HURLING, R.; PLASIL, P. (2020): Waldschutzsituation in Nordwestdeutschland. *AFZ-DerWald*, Heft 11, S. 43-47. [11] Thünen-Institut (Hrsg.) (2019): Wald in Deutschland - Wald in Zahlen. Flyer Kohlenstoffinventur 2017. [12] UBA [Umweltbundesamt] (Hrsg.) (2019): Monitoringbericht 2019 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Dessau-Roßlau, 276 S.