

# Climate-Smart Forestry

## 1. Alle Ärmel hoch- und Reinbestände umkrepeln?

Es dürfte ein Kopf-an-Kopf-Rennen sein, bis die BWI<sup>4</sup> ermittelt hat, welche die häufigste deutsche Baumart ist, denn insbesondere bei der bisherigen Spitzenreiterin Fichte sind Blößen in Höhe von bis zu 450 000 ha [1, 2] entstanden. Egal welche Baumart jedoch auf Platz eins rangiert, wird in Norddeutschland zukünftig vor allem die Kiefer den forstlichen Arbeitsschwerpunkt bilden, denn sie ist am häufigsten einschichtig und ohne Mischung [3]. Bereits für Fichten und Buchen wird gefordert, den Waldumbau zu vervierfachen, um ihn bis 2050 abzuschließen [4]. Umso drängender wäre dies für die Kiefer [5, 6]. Klimaschutz kann nur gelingen, wenn Kiefernwälder an die globale Erwärmung angepasst

und das vermehrt anfallende Kiefernstarkholz (KSH) stofflich noch wertschöpfender verwertet wird. Dies bindet das enthaltene CO<sub>2</sub> noch länger und substituiert energieintensivere Stoffe. Wie sieht aber die *climate-smart forestry* (engl. etwa: Klimafreundliche Forstwirtschaft) für Kiefer aus und muss jeder Bestand umgebaut werden?

In einem aus dem Waldklimafonds von BMEL und BMUV finanzierten Vorhaben der Fraunhofer-Gesellschaft, Georg-August-Universität Göttingen und Nordwestdeutscher Forstlicher Versuchsanstalt werden nachhaltige Nutzungspotenziale für KSH unter den Aspekten Holzaufkommen, Waldbau, Holzernnte, Verwertung und Wertschöpfung neu untersucht.

## 2.1 Ausgangslage

Das Projekt umfasst mit den Bundesländern BB, HE, MV, NI, SH, und ST etwa 77 % der deutschen Kiefernfläche (Abb. 1). Gemäß BWI<sup>3</sup> wurden hier 2012 bereits 5 % des Vorrates als Starkholz über 50 cm BHD klassifiziert. Nur etwa 1 % des Gesamtvorrates aller Kiefern wurde geästet. Diese Bestände lassen im Gegensatz zu Ungeästeten eine mehr als zweistellige Prozentzahl an Wertholz erwarten [7] und sind später erntereif. Es droht sich eine Schere zwischen wachsenden Baumdurchmessern und nötiger Güte zu öffnen: Regionale Wertschöpfung wird dann nicht realisiert, wenn KSH seltener die Qualitätsklasse A enthält und weniger wertvolle Sortimente fern des Sägefensters durch Exporte öfter den EU-Binnenmarkt verlassen [8].

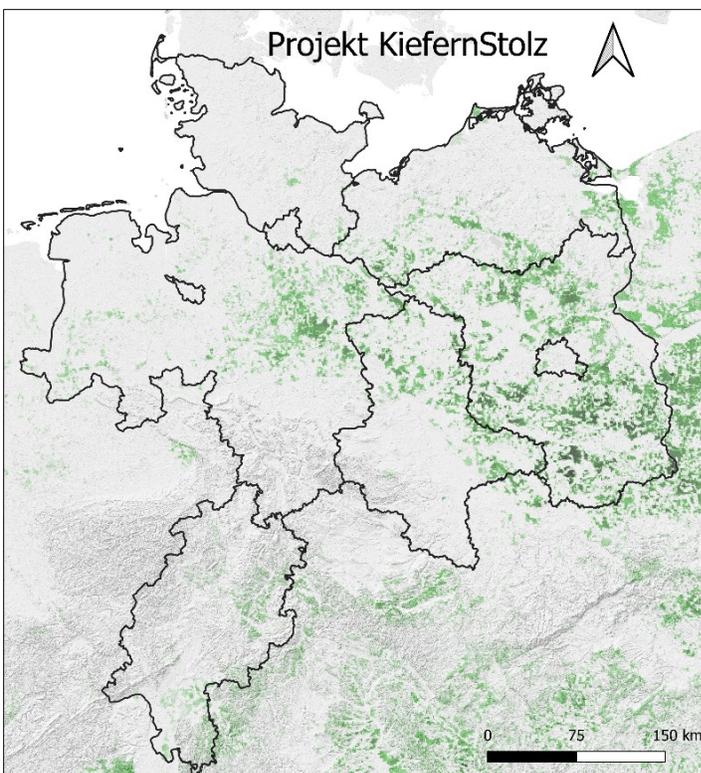


Abb. 1: Kiefernfläche heute (grün) [9, 10]; OSM-WMS SRTM30 Hill-shade (grau) © terrestris Bonn und Bundesland-Grenzen (schwarz) © GeoBasis-DE/ BKG (2022).

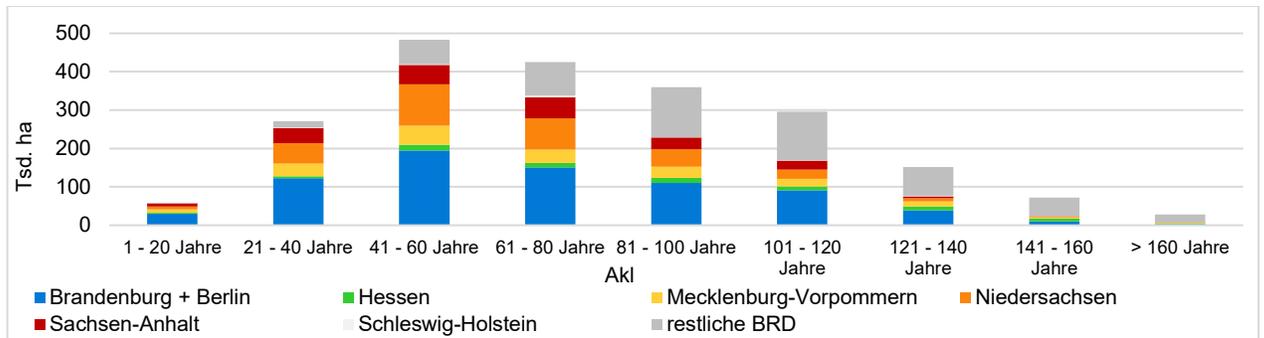


Abb. 2: BWI<sup>3</sup>-Altersklassenflächen I-IX der Baumartengruppe Kiefer in 2012 – Zeit für „flatten the curve“?

Die Faktoren, die zur ungleichen Flächenverteilung der Kiefern-Altersklassen beigetragen haben, lassen sich nicht genau quantifizieren. Die obige Flächenausprägung der Akl III und IV (Abb. 2) resultiert aus einer Verkettung von Kriegsfolgen vor und nach 1945 und wird vereinfachend oft auf Reparationen reduziert [11]. Prägend waren auch Waldbrände durch Kampfhandlungen und präventive Beräumung bei Splitterverdacht [12], zivile und militärische (Brennholz-) Übernutzung [13, 14], verzögerte Wiederbewaldung

durch Waldfeldbau und Bodenreform [11, 15], Überkapazität der Holzindustrie [16] sowie Wind- und Insektenkalamitäten [17]. **Nach Ende des Krieges waren im Wald mindestens die folgenden Anteile Blößen: NI 15,8 %, BB 15,0 %, ST 12,3 %, SH 11,2 %, MV 9,6 % und HE 4,7 %** und der Durchschnittsvorrat lag je nach Bundesland bei nur 60 bis 130 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> [17, 18].

## 2.2 Entwicklungsstand von Waldbau und Forsteinrichtung

Die Waldbaurichtlinien der o.g. Bundesländer sehen zur Verjüngung der Kiefer durchweg Schirmschlag- bzw. Samenbaumverfahren vor. Hiebsarten werden einzelbestandsweise durch die Forsteinrichtung geplant und Endnutzungsmengen summarisch meist durch die Formel nach Gerhardt [19] gestreckt, wobei monotone Altersklassenblöcke auch forstortsweise untergliedert werden können.

Die Betriebsziele der Länder variieren historisch und ertragstafelbedingt: Während HE, NI und SH eher auf Einzelbaumstabilität setzen und dies durch Flächenzuwachsverluste bei Wertzuwachslenkung erreichen [20], unterschreiten die Schlussgrade in BB, MV und

ST die kritische Grundflächenhaltung nicht, sodass der Flächenzuwachs zugunsten einer Kollektivstabilität optimal ausgenutzt wird [21]. In allen sechs Ländern gilt jedoch, dass sich die Produktionszeiträume verkürzen und damit die Baumdurchmesser verringern: Während Umtriebszeiten u. a. risikobedingt [22] bei z. T. nur noch 80 Jahren liegen und sich eine Zielstärke für Holz der Qualitätsklasse B/C von 45 cm BHD bzw. eine Bestandeshiebsreife ab 30cm d<sub>g</sub> durchsetzt, werden hierin Nachteile für Ökologie und CO<sub>2</sub>-Speicherung nach Treibhausgasinventar (LULUCF) deutlich [23 – 25]. Hinsichtlich ihrer Anbaueignung unterscheiden sich expertenbasierte [26] deutlich von evidenzbasierten Bewertungen [27].

### 2.3 Wertschöpfung sichern und Risiko reduzieren mit Überhalt?

Die unter dem Durchschnitt der Waldbau-richtlinien liegenden ökonomisch optimalen Umtriebszeitkalkulationen erklären sich im Wesentlichen dadurch, dass das im Holz gebundene Kapital Opportunitätskosten durch Kapitalbindung verursacht und nennenswerten ökonomischen Risiken ausgesetzt ist. Wie erlebt, kann die nächste Großkalamität zu einstelligen Deckungsbeiträgen für große Holzvolumina führen [28], während stehendes oder liegendes Holz entwertet wird [29]. Somit lässt sich das verbreitet vorzufindende dimensionsstarke Holz bisher nur unzureichend forstökonomisch erklären. Das dürfte auch daran liegen, dass sowohl die Umtriebszeit als auch der Durchmesser der Bestandeshiebsreife meist über die Faustmannsche Formel [30] auf Bestandesebene ermittelt wird. Dem gegenüber steht heute eine vorherrschende Bewirtschaftung auf Einzelbaumebene, mit welcher auch eine waldbaulich komplexere Bewirtschaftung mit Durchforstungs- oder Endnutzungsentscheidungen sowie einer vertikalen Strukturierung einhergeht.

Im Rahmen dieser Entscheidungen steht der Bewirtschafter vor der Frage, ob und welcher

Baum entnommen wird. Bei dieser Entscheidung verbleiben drei Optionen je Baum: Entnahme, Belassen oder eine Freistellung. Einflussparameter dieser Entscheidung sind hier insbesondere die bis zur nächsten Durchforstung bzw. bis zum nächsten Endnutzungseingriff erwartete Wüchsigkeit sowie die Qualität des Einzelbaumes. Intuitiv spricht der Bewirtschafter somit den aus der Verlängerung der Zeit und der Vergrößerung des Standraumes zu erwartenden Volumenzuwachs an und schätzt den Wertzuwachs nach qualitätsabhängigen Holzerlösen ein.

Eine Modellierung dieser intuitiv sicherlich tausendfach täglich getroffenen Entschlüsse trägt dazu bei, Nutzungsentscheidungen und ihre Treiber besser zu verstehen. Insbesondere die unter waldbaulichen und Klimaschutzaspekten spannende Überhaltwirtschaft könnte eine ökonomische Erklärung erfahren, wenn der waldbauliche Nutzen und die tatsächliche Wertzuwachsleistung entsprechender Überhaltskiefern auf Einzelbaumebene berücksichtigt werden. Beispielhaft ist hier die Senkung des Frostschadensrisikos durch Überhaltskiefern über Voranbauten.

### 2.4 Eine Frage der richtigen Verfahrenstechnik und Organisation

Nach BWI<sup>3</sup> liegen im Projektgebiet rund 80 % der Starkholzmengen in der BHD-Klasse 50 bis 59 cm; weitere 16 % sogar in der Klasse 60 bis 69 cm [3]. Bei einer Stammlänge von rund 30 m betragen die Frischholzgewichte unter der Annahme von 833 kg/m<sup>3</sup> für waldfrisches Kiefernholz etwa 3 bis 4,5 t bzw. 4,5 bis 6 t, zuzüglich Baumkrone. Dies bringt unterschiedliche Herausforderungen mit sich. Gängige Harvester, selbst manche Starkholz-Vollernter, kommen hier an ihre Leistungsgrenze. Die motormanuelle Holzfällung

mit Kranschlepper-Rückung ist recht teuer für ein Sortiment, dessen Vermarktung sich bei mittlerer Holzqualität schwierig gestaltet. Gleichzeitig treibt die drohende Verblauung des liegenden Holzes zur Eile bei Rückung und Abtransport. Gut ausgebildetes und mit den in Frage kommenden Verfahren vertrautes Fachpersonal ist auch hier essentiell; personelle Engpässe sind allerdings zukünftig vermehrt zu befürchten [31].

## 2.5 Kiefernstarkholz (KSH) als Klimakönner

Zum Thema (K-)SH in Deutschland abgehaltene Fachtagungen 2001, 2008 und 2016 haben Chancen und Probleme dieses Sortimentes thematisiert [32 – 34]. Heutzutage scheint es beim Cluster Forst und Holz jedoch ein größeres Bestreben zu geben, die Potentiale des KSH wertzuschätzen.

Derzeit werden v. a. nennenswerte Anteile des qualitativ schlechteren KSH exportiert, weil die Verarbeitungsmöglichkeiten in Deutschland limitiert sind bzw. die Sägelinien für Schwachholzsortimente optimiert wurden. Nach Aussage einzelner Sägewerke sei es schwierig, ausreichend Menge an hochwertigem KSH zu erhalten. Bislang konnte nicht nachgewiesen werden, dass überproportional viel KSH von Nutzungsrestriktionen betroffen ist, weil vor allem Laubbaum-Lebensraumtypen durch die NWE-Vorhaben unter Prozessschutz gestellt wurden.

Obwohl die Forsteinrichtung Ästungen in den meisten Bundesländern nachweist, wird das geästete KSH nach bisherigen Erkenntnissen nur selten explizit als solches Sortiment (bspw. auf Submissionen) angeboten. Die Nachfrage nach feinastigem Splintholz ist insgesamt höher als für das häufig grobstigere, harzigere und rissigere Kernholz der Kiefer: Die weitgehend unerforschte Verkernung der Kiefer kann je nach Alter, Standort und Behandlung stark variieren [35], wobei innige Baumartenmischungen im Waldbau die Holzeigenschaften der Kiefer weiter verschlechtern können [36].

Aktuelle Abnehmer stellen Fenster, Türen, modifizierte Fassaden, Terrassen- und Massivholzdielen, Leisten, konstruktive Vollholzprodukte sowie Furnierschichtholz aus

KSH her. Zum einen wird KSH und Kiefer generell als mögliche Alternative zum stark abnehmenden und bislang marktdominierenden Fichtenholz gesehen. Zum anderen könnte es eine regionalere Alternative zur Monterey-Kiefer (*P. radiata*) sein, die häufig in modifizierten Kiefernprodukten eingesetzt wird.

Die nach gezieltem Einschnitt mögliche Unterteilung des KSH in Kern- und Splintholzsortimente stößt kundenseitig auf reges Interesse. Diese Gliederung wird bereits bei einzelnen Sägewerken durchgeführt und bedarf flexibelster Einschnittstechnologie. Während die Einschnittleistung bei KSH geringer als bei Schwachholz ist, sind Wertschöpfung und Ausbeute abhängig von den erzielten Sortimenten oftmals größer als beim Schwachholz. Ein sortenreiner Einschnitt der Sortimente ist nicht möglich, weshalb ein gewisser Anteil an Mischsortimenten abnehmerseitig akzeptiert werden muss. Außerdem handelt es sich bei dem reinen Splintholzsortiment häufig um gefladerte Seitenware und es können häufig nur geringe Brettbreiten hergestellt werden.

Ob künftig bereits während der Holzernte kern- bzw. splintholzreiche Stämme sortiert werden sollten, welche Holzeigenschaften für eine bessere Vermarktung zu prüfen sind, ob eher ein FSC-Standard (international-) käuferseitig gewünscht und welche werksseitigen Umstellungen bei gezielter Starkholzauftrennung vonnöten sind, wird Gegenstand der künftigen Forschung sein. Bereits jetzt werden den Akteuren des Clusters Informationen bereitgestellt, um *joint ventures* (engl.: Unternehmenskooperationen) abzuschließen.

### 3. Cliffhanger

Eine *climate-smart forestry* muss großflächige Kiefernreinbestände umbauen [37], ohne aber den Reichtum von hier spezialisierten Arten [38, 39] zu gefährden oder auf Landschaftsebene monotone Strukturen durch ähnliche Überschildungs- und Voranbauverhältnisse zu schaffen [40]. Nicht jeder Bestand muss also umgebaut werden, was im Kleinprivatwald auch utopisch wäre. Ein Mittelmaß aus Ökologie (Biodiversität: Hö-

here Zielstärken) und Ökonomie (Risiko: Geringere Zielstärken) kann durch vielfältige Waldbauverfahren einen Beitrag leisten [41], die Altersklassenverteilung räumlich und zeitlich auszugleichen und regionale Wertschöpfung fördern. Weitere anwendungsorientierte Forschung folgt.

Hergen C. Knocke, Henning Dirks,  
Marius Kopetzky, Hannes Stolze

### 4. Literatur

- [1] BMEL, „Massive Schäden - Einsatz für die Wälder.“, *Wald in Deutschland*, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). Berlin, S. 1–5, 13. Dezember 2022.
- [2] DLR, „Satellitendaten machen großflächige Verluste des Baumbestands sichtbar. Sorge um den deutschen Wald“, *Aktuelles*, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR). Köln, S. 1–4, 21. Februar 2022.
- [3] BMEL, *Der Wald in Deutschland - ausgewählte Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur*, 3. korrigierte Auflage. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), 2018. Zugriffen: 7. Juli 2022. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/bundeswaldinventur3.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=6](https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/bundeswaldinventur3.pdf?__blob=publicationFile&v=6)
- [4] A. Bolte u. a., „Zukunftsaufgabe Waldanpassung“, *AFZ/Wald*, Bd. 76, Nr. 4, S. 12–16, 2021.
- [5] M. Grüll, A. Degenhardt, D. Keil, T. Kindermann, und R. Meißner, „WUP: Zahlen und Karten zum Waldumbaupotenzial“, in *Wald im Wandel – Risiken und Lösungsansätze. 15. Eberswalder Winterkolloquium am 20. Februar 2020*, Bd. 69, MLUK und LFB, Hrsg. Potsdam: Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz des Landes Brandenburg (MLUK), Landesbetrieb Forst Brandenburg (LFB), Brandenburgische Universitätsdruckerei und Verlagsgesellschaft Potsdam mbH, 2020, S. 39–48. [Online]. Verfügbar unter: [https://forst.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/efs\\_69.pdf](https://forst.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/efs_69.pdf)
- [6] M. Hanewinkel, D. A. Cullmann, M.-J. Schelhaas, G.-J. Nabuurs, und N. E. Zimmermann, „Climate change may cause severe loss in the economic value of European forest land“, *Nat. Clim. Change*, Bd. 3, Nr. 3, S. 203–207, März 2013, doi: 10.1038/nclimate1687.
- [7] A. Offer und K. Staupendahl, „Neue Bestandessortentafeln für die Waldbewertung und ihr Einsatz in der Bewertungspraxis“, *Forst Holz*, Bd. 64, Nr. 5, S. 16–25, 2009.
- [8] WBW, *Die Anpassung von Wäldern und Waldwirtschaft an den Klimawandel*. Berlin: Wissenschaftlicher Beirat für Waldpolitik (WBW) beim Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), 2021.
- [9] D. de Rigo, G. Caudullo, und J. San Miguel-Ayanz, „Distribution map of *Pinus sylvestris*“, 2016. [Online]. Verfügbar unter: <http://data.europa.eu/89h/54f646ea-3e73-48f9-b68b-d64cdb533bdf>
- [10] J. San-Miguel-Ayanz, D. de Rigo, G. Caudullo, T. Houston Durrant, und A. Mauri, *European atlas of forest tree species*, 2. Reprint der Aufl. von 2016. Luxembourg: Publication Office of the European Union, 2021.
- [11] A. Nelson, *Cold War Ecology: Forests, Farms, and People in the East German Landscape, 1945-1989*. New Haven & London: Yale University Press, 2005.
- [12] A. Milnik, *In Verantwortung für den Wald. Die Geschichte der Forstwirtschaft in der Sowjetischen Besatzungszone und in der Deutschen Demokratischen Republik*, 2. ergänzte Auflage. Remagen-Oberwinter: Kessel, 2013.
- [13] E. Schmid, „Die organisatorische Entwicklung der Forstwirtschaft der Sowjetischen Besatzungszone Deutschlands bzw. Deutschen Demokratischen Republik unter besonderer Berücksichtigung der Forstverwaltung“, Dissertation, Hochschule für Bodenkultur, Wien, 1960.
- [14] P.-M. Steinsiek, „Zu den Auswirkungen von Nationalsozialismus und früherer Nachkriegszeit auf Wald und Forstwirtschaft in Niedersachsen und Schleswig-Holstein“, *Forst Holz*, Bd. 50, Nr. 12, S. 375–382, 1995.
- [15] R. Back, „Geleitwort“, in *Die Technik der Kiefernkultur*, Bd. VIII, Arbeitsring Aufforstung bei der TZF, Hrsg. Hannover: Technische Zentralstelle der Deutschen Forstwirtschaft (TZF), Verlag M. & H. Schaper, 1949, S. V–VI.
- [16] W. Pfalzgraf, „Forstwirtschaft contra Holzwirtschaft“, *Forstwirtsch., Holzwirtsch.*, Bd. 1, Nr. 7, S. 97–100, 1947.
- [17] N. Thielecke, „Die Beschaffung von standortgerechten Samen und Pflanzen“, in *Wiederaufbau der Forstwirtschaft. Aus der Arbeit der DLG Forst*, Bd. 5, Berlin: Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG). Deutscher Zentralverlag, 1949, S. 19–27.
- [18] BMELF, Hrsg., *Die Forsterhebung 1948*. Bonn: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (BMELF). C. Bandt, 1953.
- [19] E. Gerhardt, „Beitrag zur Hiebsatz-Herleitung durch Massenverfahren“, *Z. Forst- Jagdwes.*, Bd. 55, Nr. 1, S. 28–38, 1923.
- [20] J. Bauhus, „Die Anpassung der Wälder an den Klimawandel – eine waldbauwirtschaftliche Perspektive“, *Nat. Landsch.*, Bd. 97, Nr. 7, S. 318–324, Juli 2022, doi: 10.10217/NuL2022-07-01.
- [21] P. Spathelf und C. Ammer, „Forest management of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in northern Germany –

- A brief review of the history and current trends“, *Forstarchiv*, Bd. 86, Nr. 3, S. 59–66, Aug. 2015, doi: 10.4432/0300-4112-86-59.
- [22] T. B. Möllmann und B. Möhring, „A practical way to integrate risk in forest management decisions“, *Ann. For. Sci.*, Bd. 74, Nr. 4, S. 75, Dez. 2017, doi: 10.1007/s13595-017-0670-x.
- [23] C. Ammer, „Starkholz - wertvolles Instrument der waldbaulichen Steuerung“, *AFZ/Wald*, Bd. 71, Nr. 19, S. 31–34, 2016.
- [24] M. Bösch, P. Elsasser, J. Rock, S. Rüter, H. Weimar, und M. Dieter, „Costs and carbon sequestration potential of alternative forest management measures in Germany“, *For. Policy Econ.*, Bd. 78, S. 88–97, Mai 2017, doi: 10.1016/j.forpol.2017.01.005.
- [25] N. V. Turmukhametova, P. V. Bedova, und I. G. Vorobeva, „Structure peculiarities of *Pinus sylvestris* L. consortium“, *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, Bd. 548, Nr. 4, S. 042035, Aug. 2020, doi: 10.1088/1755-1315/548/4/042035.
- [26] T. Böckmann u. a., *Klimaangepasste Baumartenwahl in den Niedersächsischen Landesforsten*. 2019.
- [27] R. Rehschuh und N. K. Rühr, „Diverging responses of water and carbon relations during and after heat and hot drought stress in *Pinus sylvestris*“, *Tree Physiol.*, Bd. 41, S. tpab141, 1–17, Nov. 2021, doi: 10.1093/treephys/tpab141.
- [28] M. Dög und B. Möhring, „Betriebsvergleich Westfalen-Lippe: Schlussverkauf der Fichte?“, *AFZ/Wald*, Bd. 75, Nr. 23, 2020.
- [29] B. Möhring u. a., „Schadenssumme insgesamt 12,7 Mrd. Euro“, *Holz-Zent.bl.*, Bd. 147, Nr. 9, S. 155–158, 2021.
- [30] M. Faustmann, „Berechnung des Werthes, welchen Waldboden, sowie noch nicht haubare Holzbestände für die Waldwirtschaft besitzen“, *Allg. Forst- und Jagdztg.*, Bd. 15, Nr. 12, S. 441–455, 1849.
- [31] BMEL, Hrsg., *Klima schützen. Werte schaffen. Ressourcen effizient nutzen. Charta für Holz 2.0*, 4. Auflage. Ostbevern: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). MKL Druck, 2021.
- [32] P. Glos und A. Pähler, „Starkholz - Eine Chance für kleine und mittlere Sägewerke“, in *Starkholz - Premi- umprodukt oder Problemsortiment? Chance und Herausforderung für Produktion, Bereitstellung und Vermarktung*, Freiburg: Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA), 2008, S. 47–64.
- [33] U. H. Sauter, F. Brüchert, und L. Breinig, „Qualität von Starkholz - Erwartungen und Wirklichkeit“, *AFZ/Wald*, Bd. 71, Nr. 19, S. 26–28, 2016.
- [34] H.-O. Schrade, „Verwendung von Kiefern-Starkholzsortimenten aus Sicht eines Sägers“, *Forst Holz*, Bd. 57, Nr. 3, S. 67–69, 2002.
- [35] B. Dix und E. Roffael, „Einfluß der Verkernung und des Baumalters auf die Eigenschaften von Spanplatten aus Kiefernholz (*Pinus sylvestris*). Teil 1: Kernholz und seine Eigenschaften“, *Holz Roh- Werkst.*, Bd. 55, Nr. 1, S. 25–33, 1997.
- [36] H. Pretzsch und A. Rais, „Wood quality in complex forests versus even-aged monocultures: review and perspectives“, *Wood Sci. Technol.*, Bd. 50, Nr. 4, S. 845–880, Juli 2016, doi: 10.1007/s00226-016-0827-z.
- [37] C. Leuschner, A. Förster, M. Diers, und H. Culmsee, „Are northern German Scots pine plantations climate smart? The impact of large-scale conifer planting on climate, soil and the water cycle“, *For. Ecol. Manage.*, Bd. 507, S. 120013, 1–12, März 2022, doi: 10.1016/j.foreco.2022.120013.
- [38] M. Brändle und R. Brandl, „Species richness of insects and mites on trees: expanding Southwood“, *J. Anim. Ecol.*, Bd. 70, Nr. 3, S. 491–504, Mai 2001, doi: 10.1046/j.1365-2656.2001.00506.x.
- [39] S. Heinrichs, P. Schall, C. Ammer, M. Fischer, und M. Gossner, „Annahmen und Ergebnisse zur Biodiversität im Wirtschaftswald – Neues aus der Biodiversitätsforschung“, *WSL Berichte*, Bd. 100, S. 15–29, 2020.
- [40] S. Heinrichs u. a., „Landscape-Scale Mixtures of Tree Species are More Effective than Stand-Scale Mixtures for Biodiversity of Vascular Plants, Bryophytes and Lichens“, *Forests*, Bd. 10, Nr. 1, S. 73, Jan. 2019, doi: 10.3390/f10010073.
- [41] C. Ammer u. a., „Waldbewirtschaftung und Biodiversität: Vielfalt ist gefragt!“, *AFZ/Wald*, Bd. 72, Nr. 17, S. 20–25, 2017.

## 5. Fachspezifische Abkürzungen

AKI	Altersklasse	HE	Hessen
BB	Brandenburg	KSH	Kiefernstarkholz ab 50 cm BHD
BHD	Brusthöhendurchmesser	LULUCF	Land Use, Land-Use Change and Forestry (engl.: Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft)
BKG	Bundesamt für Kartographie und Geodäsie	MV	Mecklenburg-Vorpommern
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft	NI	Niedersachsen
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz	NWE	Natürliche Waldentwicklung
BWI	Bundeswaldinventur	OSM	Open Street Map (engl.: Quelloffen nutzbare Geodaten)
d <sub>g</sub>	Durchmesser des Grundflächenmittelstammes	SH	Schleswig-Holstein
EU	Europäische Union	ST	Sachsen-Anhalt
FSC	Forest Stewardship Council (engl. etwa: Forstliches Verantwortungs-Ausschuss)	WMS	Web Map Service (engl.: Karten-Netz-Dienst)