Bundesministerium
für Landwirtschaft, Ernährung
und Heimat

BUNDESWALDINVENTUR

Waldentwicklung und Rohholzaufkommen

Modellierung für die Jahre 2023 bis 2062

bmleh.de

Jährliches Rohholzpotenzial im Mittel der Jahre 2023–2062 in Deutschland

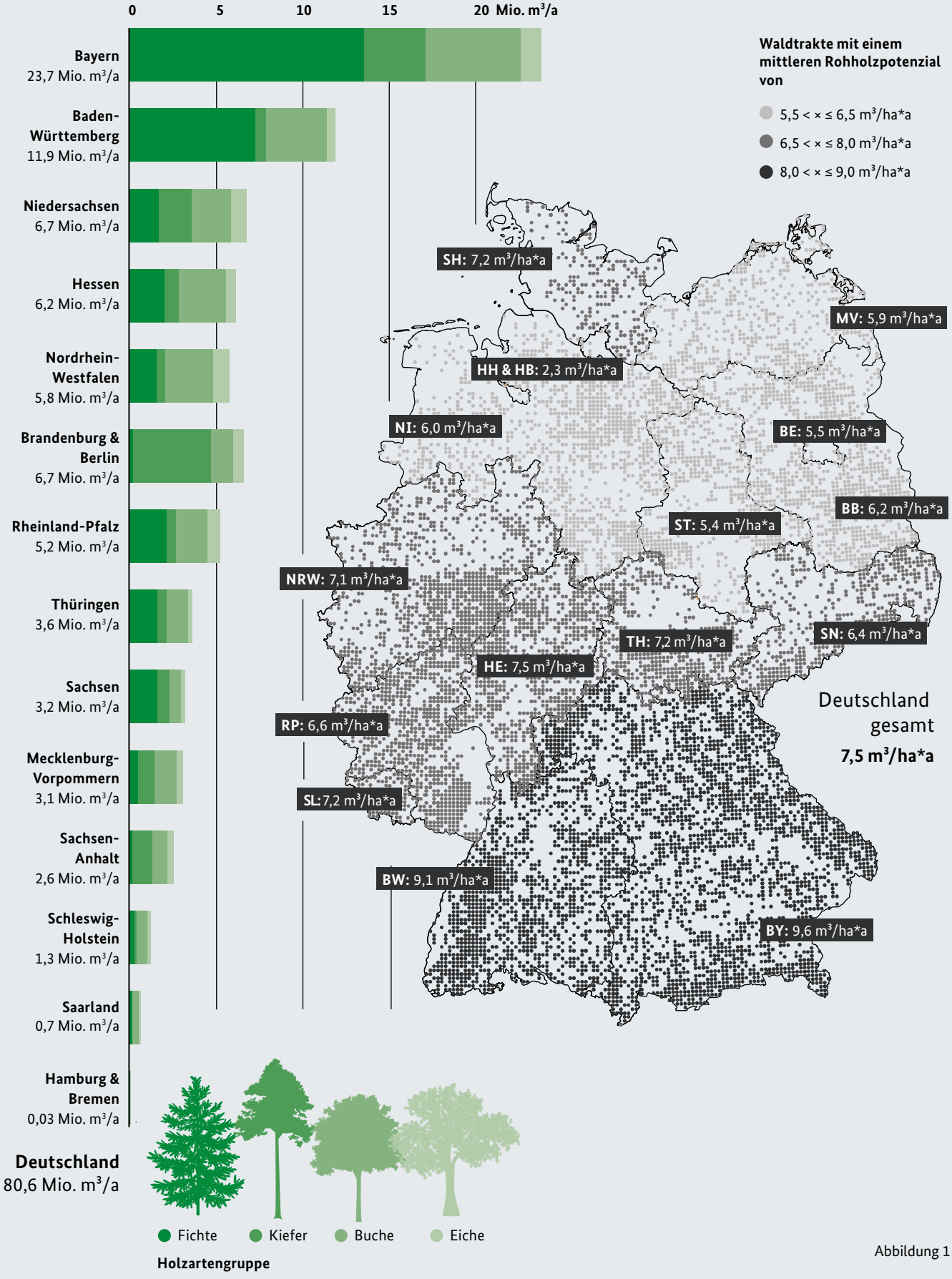


Abbildung 1

„Eine nachhaltige Wald- und Holznutzung gelingt nur, wenn ökonomische, ökologische und gesellschaftliche Aspekte gemeinsam betrachtet werden.“

Liebe Leserinnen und Leser,

der Wald ist eine unserer wertvollsten Ressourcen – als Lebensraum für unzählige Tiere und Pflanzen, als Klimaschützer und Erholungsort sowie als Rohstofflieferant für Wirtschaft und Gesellschaft.

Wir brauchen fundierte und vorausschauende Modelle, um die mögliche Entwicklung des Waldes und das künftige Rohholzaufkommen schätzen zu können. Dies soll die Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung, kurz WEHAM, leisten. WEHAM ermöglicht es uns, Szenarien der Waldentwicklung zu betrachten und daraus wichtige Handlungsoptionen für die kommenden Jahrzehnte abzuleiten.

Das Basisszenario, das auf den Erfahrungen der letzten Jahre und den Erwartungen an die Zukunft basiert, wurde vom Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat (BMLEH) gemeinsam mit dem Thünen-Institut und den Ländern erarbeitet. Es schätzt das Rohholzpotenzial des Waldes von 2023 bis 2062 und die zugehörige Waldentwicklung.

Die Ergebnisse sind von Bedeutung für die Forstwirtschaft und die holzverarbeitende Industrie wie auch für die Bewertung heutiger Entscheidungen. WEHAM zeigt das große Rohholzpotenzial der nächsten Jahre, die Verschiebungen der Baumartenanteile, deren regional unterschiedliche Verfügbarkeit und die Folgen der Kalamitäten der letzten Jahre aufgrund des Klimawandels. Sie macht die waldbauliche Herausforderung der kommenden Jahrzehnte sichtbar, die Mammutaufgabe der Jungwald-Pflege.

Dabei gilt: Holz ist eine wertvolle, aber begrenzte Ressource. Die Verfügbarkeit von Holz bedeutet nicht automatisch, dass es auf dem Markt angeboten wird. Ziele der Bewirtschafter, Qualitätsanforderungen der Verarbeiter, Marktdynamiken und regionale Besonderheiten beeinflussen die Nutzung. Für eine nachhaltige Nutzung der Potenziale sind vorausschauendes, wissensbasiertes und risikobewusstes waldbauliches Handeln ebenso unerlässlich wie gezielte Investitionen, die Stärkung regionaler Wertschöpfungsketten und eine durchdachte Innovationsstrategie.

WEHAM macht zudem deutlich, wie Wald und forstliches Handeln zur Erreichung unserer Klimaziele beitragen können. Eine nachhaltige Wald- und Holznutzung gelingt nur, wenn ökonomische, ökologische und gesellschaftliche Aspekte gemeinsam betrachtet werden. Die Politik schafft hierfür die Rahmenbedingungen – das WEHAM-Basisszenario liefert dafür einen wichtigen Beitrag.

Ich danke allen Expertinnen und Experten aus Wissenschaft und Verwaltung auf Bundes- und Länderebene, die dieses gemeinsame Szenario entwickelt haben. Die vorliegende Broschüre soll eine interdisziplinäre Diskussion anstoßen, um den Handlungsbedarf für Waldbesitz, Forst- und Holzwirtschaft sowie Politik abzuleiten.

Lassen Sie uns gemeinsam die Zukunft unseres Waldes gestalten – nachhaltig, verantwortungsvoll und vorausschauend.

Alois Rainer, MdB
Bundesminister für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat

INHALT

Vorwort ***3***

Das WEHAM-Szenario auf einen Blick ***6***

1 Ziele und Hintergründe der Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung ***8***

2 Die Waldentwicklung – ein dynamisches Szenario ***10***

2.1 Fläche – Konstanz unterstellt ***11***

2.2 Baumarten – Anteile verschieben sich ***14***

2.3 Vorrat – wenig Veränderung ***15***

2.4 Alter – nach Baumarten unterschiedliche Tendenzen ***16***

2.5 Zuwachs – etwas weniger als bisher ***17***

3 Das potenzielle Rohholz-Aufkommen – viel Holz mit sich ändernder Zusammensetzung zu erwarten ***18***

3.1 Überblick über das Rohholzpotenzial – Privatwald als wesentliche Rohstoffquelle ***19***

3.2 Bisherige Nutzung und Potenzial – hohes Niveau, aber Verschiebung der Baumartenanteile ***23***

3.3 Holzartengruppe Fichte – zukünftig weniger ***25***

3.4 Holzartengruppe Buche – hohes Potenzial ***30***

3.5 Holzartengruppe Kiefer – hoch startend, dann weniger ***36***

3.6 Holzartengruppe Eiche – sehr hohes Potenzial ***40***

4 Nebenbestand und Ernteverluste – nicht zu vergessen ***44***

4.1 Nebenbestand – was war und was kommt ***45***

4.2 Ernteverluste und Mortalität – was im Wald bleibt ***47***

5 Risiko – immer mitzudenken ***48***

6 WEHAM und die Klimaschutz-Ziele ***50***

7 Das Modell zum Wald ***53***

7.1 Basisszenario – Waldbehandlung gemäß den Erfahrungen und Erwartungen der Forstwirtschaft ***54***

7.2 Datengrundlage Bundeswaldinventur ***54***

7.3 Nachklärung der Trockenschäden ***56***

7.4 Modellaufbau ***56***

7.5 Grenzen des Modells ***60***

8 Anhang ***61***

8.1 Glossar ***62***

8.2 Abkürzungen ***65***

8.3 Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen ***66***

Das WEHAM-Szenario auf einen Blick

Die Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung (WEHAM) zeigt auf Basis der vierten Bundeswaldinventur (BWI 2022), wie sich die Wälder Deutschlands in Struktur und Nutzungspotenzialen über die kommenden vier Jahrzehnte entwickeln könnten. Bund und Länder haben hierzu gemeinsam ein Modell parametrisiert. Forstpolitik, Waldbewirtschaftung sowie Akteure entlang der Holzwertschöpfungskette erhalten damit eine Perspektive der Entwicklung von Wald und Rohholzpotenzial.

Zielsetzung und Ausgangslage

WEHAM 2022 modelliert eine mögliche Entwicklung des Waldes und des damit verbundenen Rohholzpotenzials der nächsten vier Jahrzehnte.

Die Daten zum Wald aus der BWI 2022 bilden hierfür die wesentliche Grundlage. Die fortschreitenden Waldschäden nach den Trockenjahren seit 2018 erfordern geringe nachträgliche Änderungen.

Aufbauend auf Erfahrungen der letzten Jahre und Erwartungen an die kommenden Jahre haben Experten aus Bund und Ländern ein Modell zur Waldbehandlung parametrisiert. Ökonomische Einflussgrößen bleiben unberücksichtigt.

Rohholzpotenzial und Waldentwicklung werden in 5-Jahres-Perioden bis zum Jahr 2062 modelliert.

Modellierte Fläche – konstant

Die modellierte Waldfläche umfasst 10,7 Mio. Hektar. Sie bleibt unverändert, auch in den Unterkategorien Länder und Eigentumsarten.

Flächen mit dauerhaften Nutzungseinschränkungen (z. B. Schutzgebiete, unerschlossene Lagen) reduzieren das Rohholzpotenzial.

Baumartenzusammensetzung verändert sich

Das Verjüngungsmodell berücksichtigt eine verstärkte Hinwendung zu Laubbäumen angesichts der klimawandelbedingten Waldschäden der letzten Jahre.

Die Fichte verliert deutlich an Fläche. Angesichts des Klimawandels wird ihr in Zukunft nur noch ein geringerer Flächenanteil zugemessen. Auch die Kiefer verliert an Fläche, selbst wenn sie im Klimawandel eine bessere Aussicht hat, mit Trockenheit und Wetterextremen auszukommen.

Buche, Eiche sowie weitere Laubbaumarten nehmen an Fläche zu.

Vorrat

Der Gesamtvorrat bleibt bei rund 3,6 Mrd. m³ insgesamt stabil. Allerdings verschiebt sich die Verteilung zwischen den Baumarten, die Durchmesserstruktur ändert sich.

Durch die Trockenheit und die Massenvermehrung von Schädlingen im Wald der letzten Jahre sind große Freiflächen entstanden. Zudem stehen nach wie vor große Mengen an Altbeständen aus Nachkriegsaufforstungen in den kommenden Jahrzehnten zur Ernte an.

Die aufwachsende Verjüngung erzeugt ein hohes Rohholzpotenzial in geringen Durchmessern. Dies wird eine waldbauliche und arbeitstechnische Herausforderung in der Mitte des Projektionszeitraums werden.

Die Fichte ist zunächst vorratsstärkste Baumart, verliert aber im Verlauf der Projektion 15 % ihres Vorrats. Die Kiefer verliert 20 % ihres Vorrats.

Die Tanne und Douglasie verzeichnen steigende Vorräte.

Die Buche bleibt die bedeutendste Laubbaumart. Der Vorrat ist hoch und steigt in der zweiten Hälfte der Projektion weiter an.

Die Eiche profitiert vom Waldumbau, ihr Vorrat steigt um 15 %.

Altersstruktur und Zuwachs

Das Durchschnittsalter aller Baumarten steigt geringfügig von 82 auf 86 Jahre.

Das Alter von Buche und Fichte nimmt um 5 %, das der Tanne sogar um 30 % ab wegen ihrer großen Verjüngungsfläche.

Die Baumarten und deren Altersklassenverteilung bestimmen die Höhe des Zuwachses. Der Zuwachs liegt zunächst leicht unter dem der BWI 2022 (–6 %), steigt aber im Laufe des Betrachtungszeitraums wieder an, insbesondere, wenn die Verjüngung auf den Kalamitätsflächen die Derbholzgrenze überschreitet.

Rohholzpotenzial

Das Rohholzaufkommen beträgt 80,6 Mio. Erntefestmeter pro Jahr im Mittel des 40-jährigen Prognosezeitraums.

Im Vergleich zur Nutzung der Bundeswaldinventur 2022 startet die WEHAM mit einem um gut 20 % höheren Rohholzpotenzial von ca. 88 Mio. m^3/a. Das Niveau sinkt im Verlaufe der nächsten 30 Jahre fast auf das Niveau der Bundeswaldinventur von ca. 75 Mio. m^3/a. Es steigt danach um wenige Millionen m^3 bis zum Ende der Projektionsperiode an.

Das Rohholzpotenzial der Holzartengruppe Fichte unterschreitet deutlich die Nutzung der BWI 2022 und nimmt bis zur Mitte des Projektionszeitraums weiter ab. Insbesondere im Durchmesserbereich 20 bis 50 cm BHD zeigt sich in der Unterschreitung des Potenzials im Vergleich zur Nutzung der BWI die Auswirkung der Kalamitäten der letzten Jahre. Gleichwohl liefert die Fichte 41 % des Rohholzpotenzials, bei einem Flächenteil von nur 26 %.

Die Holzartengruppe Buche hat einen Anteil von 31 % am Rohholzpotenzial. Sie ist eine heterogene Holzartengruppen. Nur gut die Hälfte seines Potenzials ist Buche. Der andere Teil stammt von anderen Laubbaumarten wie Esche, Ahorn, Birke oder Erle oder sonstigen Laubbäumen mit niedriger oder hoher Lebensdauer. Das Potenzial übersteigt die Nutzung der BWI erheblich.

Der Anteil der Holzartengruppe Kiefer am Potenzial beträgt 20 %. Das durchschnittliche Potenzial der nächsten 15 Jahre überschreitet die Nutzung nach BWI 2022 um 43 %. Es sinkt dann im Verlaufe der Projektion auf das Niveau der BWI ab.

Die Holzartengruppe Eiche steuert 9 % zum Rohholzpotenzial bei. Bei dieser Holzartengruppe übersteigt das Potenzial die Nutzung um ein Mehrfaches.

Eigentumsarten und Holzmobilisierung

52 % des modellierten Potenzials stammt aus dem Privatwald, obwohl er nur 48 % der Fläche hat.

Besonders der Kleinprivatwald bietet hohe Potenziale. Wie weit diese mobilisiert werden können, ist z. B. wegen struktureller Hemmnisse fraglich.

Der Staatswald weist überproportional hohe Nutzungseinschränkungen wegen Schutz- und Gemeinwohlfunktionen auf.

Risiko

Unvorhersehbare Ereignisse können schleichend oder schlagartig den Zustand und die Entwicklung des Waldes und damit seines Rohholzpotenzials verändern. Dies ist bei der Nutzung des Basisszenarios stets mitzudenken.

Eine quantitative Einschätzung von Risiken muss wegen der schier endlosen Vielzahl der Möglichkeiten genauso eigenen Studien vorbehalten sein wie die Entwicklung alternativer Szenarien.

Klimaschutz und Bioökonomie

Der Wald leistet durch Kohlenstoffbindung, Rohstoffbereitstellung sowie daraus resultierender Substitutionseffekte einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz.

Das Basisszenario zeigt für die lebende Biomasse des Waldes parallel zur Vorratsentwicklung für die ersten beiden Perioden eine Kohlenstoffquelle, dann eine Kohlenstoffsenke an.

Wird Holz dem Wald entnommen, wird es in den Speicher „Holzprodukte“ überführt. Die darin gespeicherte Kohlenstoffmenge verbleibt dort je nach Produkt und Nutzungsdauer unterschiedlich lang. Abnehmende Potenziale vermindern den potenziellen Zufluss von Kohlenstoff in den Produkte-Speicher und vermindern damit dessen Senkenwirkung.

Für die anderen Speicher (Totholz, organische Böden, mineralische Böden, Streu) sind keine Aussagen möglich.

1

Ziele und Hintergründe der Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung

Die Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung schätzt die Entwicklung des Waldes und das Rohholzpotenzial für die nächsten vier Jahrzehnte als ein mögliches Szenario aufbauend auf den Daten der BWI 2022 und gemäß den Erfahrungen der letzten Jahre sowie den Erwartungen an die kommenden Jahre. Sie wurde in Zusammenarbeit von Expertinnen und Experten aus Bund und Ländern entwickelt. Für Politik, Verbände, Wissenschaft und Forst- und Holzwirtschaft ist sie ein Instrument zur Prüfung der Auswirkung gedachter waldbaulicher Entwicklungen und Ziele sowie zur Planung von Nutzung und Verarbeitung des Rohstoffes Holz und von Investitionen in der Wertschöpfungskette.

Die Waldbewirtschaftung ist nach der Landwirtschaft die flächenmäßig wichtigste Landnutzung in Deutschland. Der Wald erstreckt sich über 11,5 Mio. Hektar oder 32 % Landesfläche. Der Wald ist Lebensraum für Pflanzen und Tiere und dient dem Menschen zur Erholung und Entspannung. Gleichzeitig ist der Wald ein Wirtschaftsfaktor. Er produziert den nachwachsenden und ökologisch wertvollen Rohstoff Holz. Das Cluster Forst und Holz bietet je nach Abgrenzung für rund 1 Mio. Menschen in Deutschland (inkl. Verlags- und Druckereiwesen) bzw. 820.000 (ohne Verlags- und Druckereiwesen) einen Arbeitsplatz. Es erwirtschaftete im Jahr 2022 einen Umsatz von 233 Mrd. Euro (189 Mrd. Euro ohne Verlags- und Druckereiwesen) und trägt mit 65 Mrd. Euro (46 Mrd. Euro ohne Verlags- und Druckereiwesen) zur preisbereinigten Bruttowertschöpfung bei. Somit trägt die holzbasierte Wertschöpfung rund 2,85 % (bzw. 1,96 %) zur Gesamtbeschäftigung und etwa 2 % (bzw. 1,4 %) zur preisbereinigten Bruttowertschöpfung der deutschen Volkswirtschaft bei.[1]

Der Wald verändert sich durch vielfältige dauerhafte, periodische, episodische oder einmalige Vorgänge und Einflüsse wie durch Wachstum, Sturm, Schnee und Insekten sowie durch die Bewirtschaftung des Menschen. Insbesondere verändert der rasch voranschreitende Klimawandel den Wald und seine Wuchsbedingungen. Deswegen sind für eine planmäßige, nachhaltige Bewirtschaftung des Waldes und die Sicherung seiner Funktionen sein Zustand regelmäßig zu erfassen und seine Entwicklungen abzuschätzen.

Die Bundeswaldinventur (BWI) erfasst den Wald in allen Ländern und Eigentumsarten nach einem einheitlichen Stichprobenverfahren. Die hier vorgelegte Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung (WEHAM) schätzt auf Grundlage der vierten BWI[2], wie sich der Wald angesichts der Ausgangslage entwickeln und mit welchem potenziellen Rohholzaufkommen gerechnet werden könnte. Diese Schätzung erfolgt

- → getrennt nach Ländern, Baumarten, z. T. nach Eigentumsarten und Sorten,
- → in 5-Jahres-Perioden für die nächsten 40 Jahre.

Als Rahmenbedingungen
- → wird der Zuwachs der vierten BWI fortgeschrieben,
- → wird eine Waldbehandlung aufbauend auf den Erfahrungen der letzten Jahre und Erwartungen an die kommenden Jahre unterstellt,
- → wird eine Änderung der Baumarten-Anteile angenommen und
- → wird das Rohholzpotenzial sortiert.

Im Modell außer Acht gelassen werden wirtschaftliche Einflüsse wie die Entwicklung von Nachfrage und Preis oder forsttechnische Größen wie zum Beispiel Geländeneigung oder die Erschließung des Waldes mit Wegen. Ebenfalls werden individuelle Eigentümerziele zur Höhe und Intensität der Nutzung und Baumartenwahl nicht berücksichtigt, da sie zumeist unbekannt sind. Für die Potenzialbewertung ist zu berücksichtigen, dass Eigentümer möglicherweise Potenziale nicht oder je nach Marktlage zu anderen Zeitpunkten auf den Markt bringen.

Jede Modellierung birgt Unschärfe. Die Unschärfe des Modellergebnisses steigt mit der Länge des modellierten Zeitraums, des sogenannten Projektionszeitraums. Sie lässt sich nicht wie bei Stichproben-Erhebungen in Fehlerprozente fassen. Sie entsteht, da sich komplexe Gebilde wie das Ökosystem Wald und es beeinflussende Faktoren wie Klima und Waldbehandlung nicht exakt im Modell abbilden lassen. Dies ist bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen. Daher wurde der Projektionszeitraum auf 40 Jahre begrenzt. Zugleich ist WEHAM mit der Wiederholung der BWI alle zehn Jahre zu erneuern. Die Modellprojektion kann von der realen Entwicklung umso mehr abweichen, je kleinräumiger (regional und sachlich) die Betrachtung erfolgt.

Die Modelleinstellungen des hier dargestellten Szenarios wurden mit den Ländern erarbeitet. Sie bauen auf den Erfahrungen der letzten Jahre auf und berücksichtigen die Erwartungen an die kommenden Jahre. Dieses Szenario wird als „WEHAM 2022-Basisszenario“ bezeichnet und ist eines von vielen denkbaren Zukunftsbildern der Waldentwicklung und der Waldbewirtschaftung. Alternative Szenarien mit anderer Waldbehandlung oder anderem Zuwachs sind Gegenstand von Forschung oder werden von Interessensgruppen formuliert und in Auftrag gegeben.

1 www.thuenen.de/de/fachinstitute/waldwirtschaft/zahlen-fakten/clusterstatistik-forst-holz
2 Bezugsjahr 2022; BMEL, 2024: Der Wald in Deutschland. Ausgewählte Ergebnisse der vierten Bundeswaldinventur, s. auch www.bundeswaldinventur.de

2

Die Waldentwicklung – ein dynamisches Szenario

Die Trockenheit und die Massenvermehrung von Schädlingen im Wald der letzten Jahre haben Spuren hinterlassen. Dies bedingt in den kommenden Jahren eine dynamische Waldentwicklung mit sich ändernden Baumartenanteilen, Vorrats- und Zuwachs-Verhältnissen.

2.1 Fläche – Konstanz unterstellt

Von der Waldfläche Deutschlands von 11,5 Mio. ha gehen 10,7 Mio. ha in die Modellierung ein. Diese Fläche bleibt im Projektionszeitraum unverändert. Auch die Waldflächen-Anteile der Länder an der Waldfläche in Deutschland bleiben unverändert und entsprechen denen der BWI 2022.

Ein geringer Teil der Waldfläche bleibt bei WEHAM unberücksichtigt. Dies ist zum einen Fläche, die wegen Geländehindernissen (Wasser, Gebirge) nicht begehbar ist. Diese Waldfläche fällt aus der Modellierung heraus, da hier Informationen über Baumarten und Alter und damit die Startwerte für das Modell fehlen. Zum anderen wird der sogenannte Nichtholzboden ausgeschlossen. Dazu zählen Waldwege, Holzlagerplätze oder Wildwiesen. Auf diesen Flächen wird voraussichtlich auch zukünftig kein Holz produziert.

Waldfläche, die aus unterschiedlichen Gründen vorübergehend nicht bestockt ist, nennt man Blöße. Sie entsteht bei der Holzernte oder durch Kalamitäten. Durch die Trockenheit seit 2018 und der folgenden Borkenkäfer-Massenvermehrung sind großflächig Waldbäume abgestorben. Die BWI hat 100.000 Hektar erhoben, mehr als das Doppelte der BWI 2012. Im Nachgang zur BWI-Erhebung haben die Länder unter Zuhilfenahme von Fernerkundungsdaten den Umfang der Stichproben abgeschätzt, die nach den Außenaufnahmen zur BWI, aber vor dem Start der WEHAM-Simulationen ihren Baumbestand verloren haben (s. Kap. 7.3). Es wurden daraufhin rund 850 Stichprobenpunkte, dies entspricht einer Waldfläche von 124.000 Hektar, zusätzlich mit der Eigenschaft „Blöße“ versehen. Allerdings ist davon auszugehen, dass diese Stichproben größtenteils wieder mit Bäumen bewachsen sind oder in Kürze zuwachsen werden. Aus diesem Grund wurde in der Modellierung ein Teil dieser als Blöße markierten Stichproben mit einem Jungbestand wiederbestockt, um eine Unterschätzung des zukünftigen Rohholzpotenzials zu vermeiden. Am Ende verbleiben rund 59.000 Hektar im „WEHAM-Basisszenario“ als Blöße, was einem Wert vor den Kalamitäten der letzten Jahre entspricht. Lediglich das Land Brandenburg schätzt einen dauerhaften Anstieg der Blöße auf rund 1,6 % seiner Waldfläche. Für die Modellierung wird vereinfachend angenommen, dass die Blößenfläche im Projektionszeitraum unverändert bleibt.

Im Wald können kleine Flächen ohne Bäume vorkommen. Diese Flächen bezeichnet die BWI als Lücke. Auch die Lücken bleiben bei der Modellierung unverändert baumlos im Projektionszeitraum und daher im Modell unberücksichtigt. Deswegen ist die in der Projektion modellierte Waldfläche kleiner als die bestockte Holzbodenfläche.

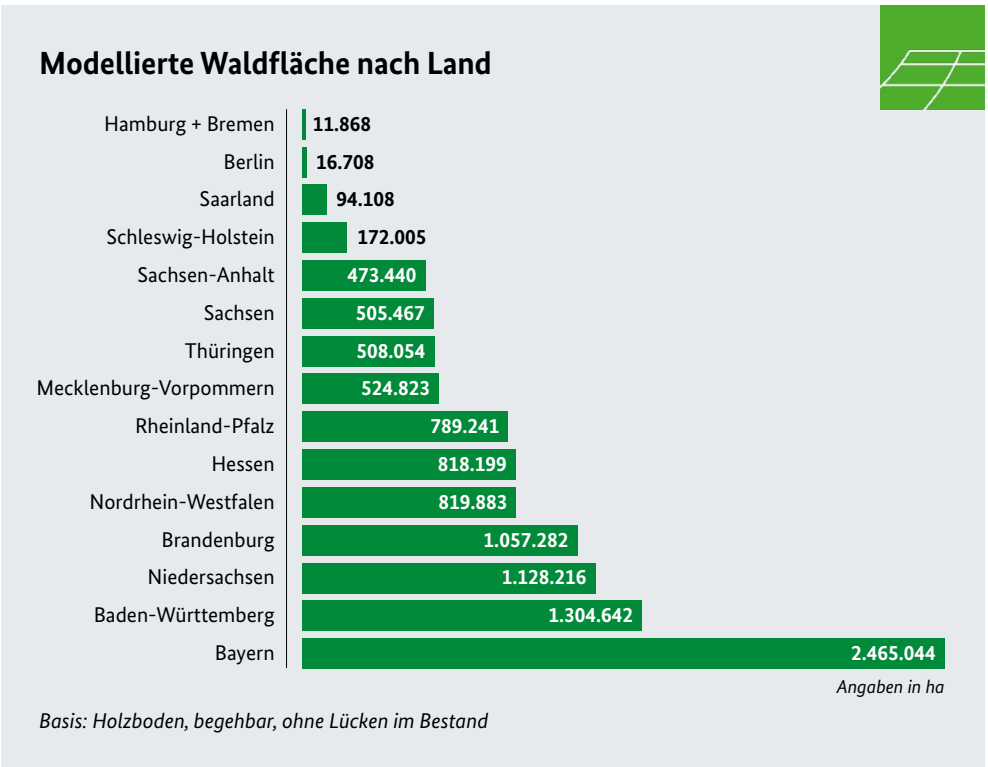
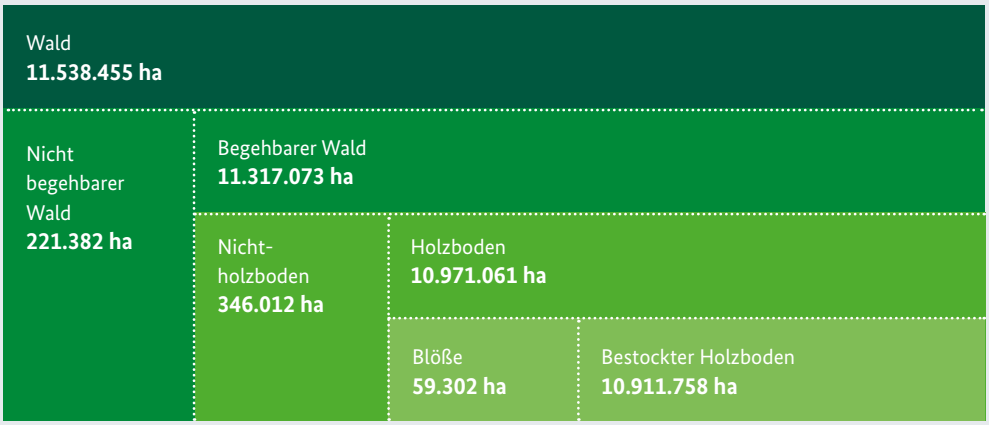


Abbildung 2

Waldkategorien der Bundeswaldinventur 2022 in der WEHAM 2022



Angaben in Hektar (ha)

Abbildung 3

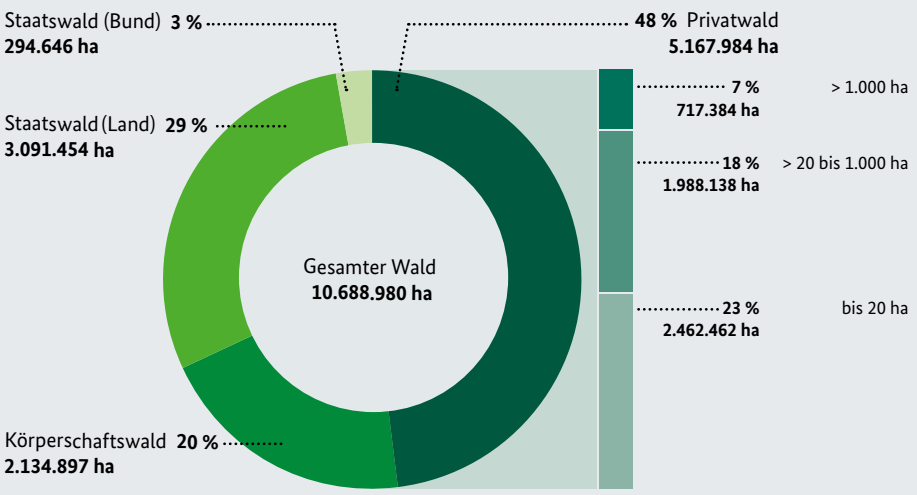
Die flächenmäßig größte Eigentumsart ist mit 48 % der Privatwald. Er verteilt sich auf schätzungsweise rund 2 Mio. Eigentümer. Fast ein Viertel des deutschen Waldes ist Klein-Privatwald mit weniger als 20 ha. Allein schon durch ihre große Anzahl sind die Kleinprivatwaldeigentümer eine wichtige, allerdings in Struktur und Verhalten heterogene und zudem teilweise schwer erreichbare Gruppe. Der Kleinprivatwald hat mit 27 % des Vorrats in Deutschland etwa den gleichen Vorratsanteil wie der Landeswald. Der Kleinprivatwald verfügt damit über ein großes Rohholzpotenzial. Die Mobilisierbarkeit des Rohholzpotenzials ist aber schwer abzuschätzen, denn gerade Kleinprivatwaldeigentümer unterscheiden sich stark in ihrem Bewirtschaftungsinteresse und der Nutzungsintensität ihrer Wälder. Zudem stehen einer Mobilisierung von Holz und der damit einhergehenden Waldpflege im Kleinprivatwald einige Gründe entgegen: Wegen der geringen Waldfläche je Eigentümer können meist nur geringe Holzmengen mit entsprechend wenig wirtschaftlichen Erträgen geerntet werden. Durchforstungen werden häufig verspätet oder gar nicht durchgeführt. Die Holznutzung dient häufig der Eigenversorgung mit z. B. Brennholz. Durch Erbfolge und teilweise zunehmende räumliche Distanz der Waldeigentümer, aber auch damit möglicherweise einhergehend schwindendem Wissen und Engagement ist die Nutzung im Kleinprivatwald vergleichsweise gering. Daher sind für die Holzmobilisierung im Kleinprivatwald auch und gerade wegen der notwendigen Anpassung der Wälder an den Klimawandel besondere Anstrengungen erforderlich.

Forstwirtschaftliche Zusammenschlüsse (nach § 15 Bundeswaldgesetz) nehmen im Privatwald dabei eine wichtige Rolle ein, zum Beispiel durch Angebote zur Holzvermarktung, Betreuung und Beratung bei der forstlichen Förderung oder für Bewirtschaftungsverträge. Bund und Länder haben die Förderung der forstwirtschaftlichen Zusammenschlüsse durch die Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ (GAK) daher gestärkt. Darüber hinaus unterstützen einige Länder den Kleinprivatwald durch weitere Initiativen.

Mit dem fortschreitenden Klimawandel nehmen Extremwetterereignisse voraussichtlich weiter zu und Waldstandorte verändern sich. Deshalb sind Risiken waldbaulich zu streuen und Wälder verstärkt an den Klimawandel anzupassen und in artenreiche und klimaresiliente Wälder umzubauen. Die GAK-Waldmaßnahmen und das Förderprogramm „Klimaangepasstes Waldmanagement“ haben sich hier als effektives Instrument für eine Förderung der kommunalen und privaten Waldbesitzer bewährt.

Die BWI hat erhoben, wenn mögliche Holznutzungen wenigstens zu einem Teil nicht wahrgenommen werden können z. B. aus rechtlichen Auflagen oder ungünstigen Geländeeigenschaften. Diese Angaben werden in WEHAM dazu genutzt, an solchen Stichproben das Potenzial um 1/3 oder 2/3 zu reduzieren oder es vollständig unberücksichtigt zu lassen. Die Länder haben zusätzlich zu den BWI-Flächen weitere Flächen diesen Kategorien zugeordnet, um aus der Nutzung genommene Flächen (z. B. Wildnisflächen) oder ungünstige Eigentumsverhältnisse (z. B. Kleinstprivatwald) abzubilden. Demnach ist auf etwa 690.000 ha oder 6 % der Holzbodenfläche die Holznutzung nicht zulässig oder nicht zu erwarten. Hierzu gehören die Kernzonen der Nationalparke und andere Totalschutzflächen. Für diese Flächen wird deshalb kein Rohholzpotenzial ausgewiesen. Für weitere 1,1 Mio. ha

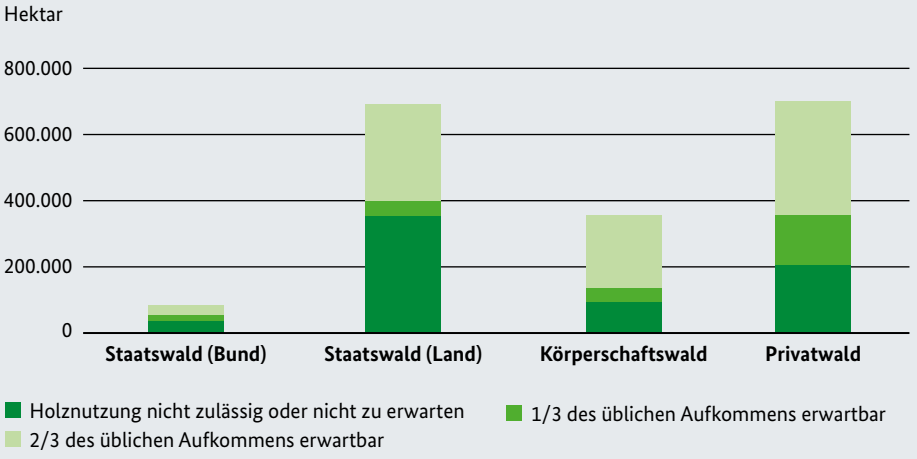
Modellierte Waldfläche nach Eigentumsart, Privatwald nach Größenklassen



Basis: Deutschland, Holzboden, begehbar, ohne Lücken im Bestand

Abbildung 4

Modellierte Waldfläche nach Eigentumsart und Nutzungseinschränkung



Basis: Holzboden, begehbar, einschließlich Lücken in der Bestockung bzw. im Bestand

Abbildung 5

sind ebenfalls Einschränkungen in der Nutzung aus o. g. Gründen zu erwarten. Hier wird das normalerweise simulierte Potenzial auf 1/3 oder 2/3 reduziert. Auf diesen insgesamt 1,8 Mio. ha schätzt das Mortalitätsmodell das konkurrenzbedingte Absterben von Bäumen und damit die Entstehung von Totholz.

Der Staatswald-Land und der Staatswald-Bund haben überproportional viel Fläche mit Nutzungseinschränkungen. Dies spiegelt die Vorbildfunktion dieser Eigentumsarten wider.

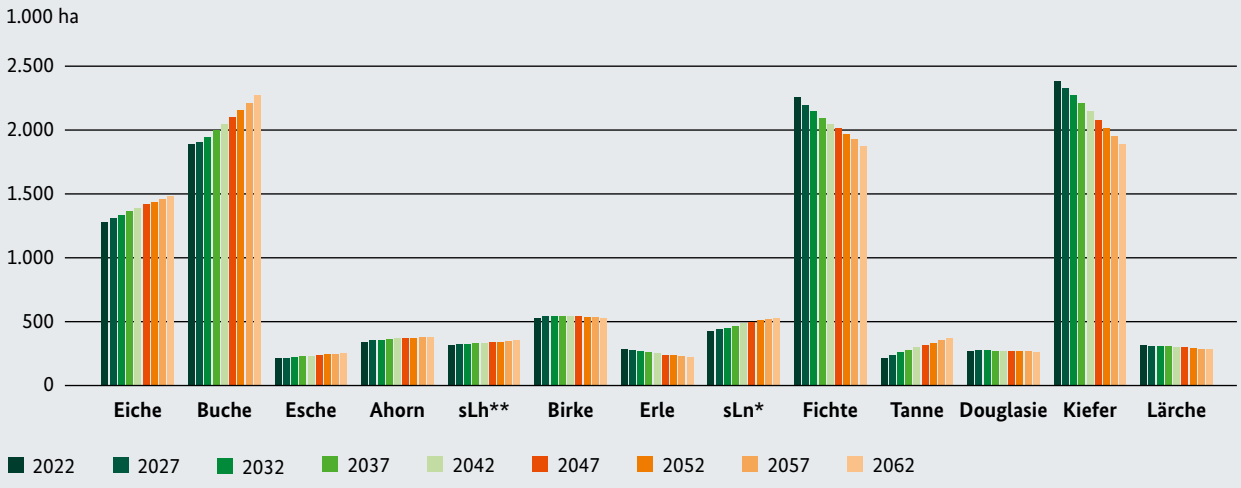
2.2 Baumarten – Anteile verschieben sich

Die Baumartenanteile der BWI 2022 bilden die Grundlage für die WEHAM. WEHAM startet jedoch mit geringfügig anderen Baumarten-Flächen, da für das Modell unterstellt wird, dass die kalamitätsbedingt große Blößenfläche z. T. wieder mit Bäumen bestockt ist. Die restliche Blößenfläche wird über den ganzen Projektionszeitraum als ohne Baumbestand modelliert, da immer ein Teil der Waldfläche unbestockt ist.

Im Gegensatz zu früheren Modellierungen ändern sich Baumartenanteile jedoch auch im Verlauf der Projektion deutlich. Wurden früher nach einer Endnutzung einer Stichprobe die Baumarten des Vorbestandes im Modell wieder begründet, werden nun erstmals flächenmäßig bedeutsam Baumarten der natürlichen Waldgesellschaft bei der Verjüngung berücksichtigt. Dies vermehrt die Anzahl der Baumarten pro Flächeneinheit als Beitrag zum Waldumbau hin zu mehr Klimaresilienz angesichts der Waldschäden der letzten Jahre. Im Wald zeigt sich aber auch eine starke Vitalität der Naturverjüngung, sodass diese die nächste Waldgeneration vielfach bestimmen wird. Zudem wird mangels Arbeitskraft und Vermehrungsgut das Angebot der Natur genutzt werden müssen, statt diese durch Pflanzungen zu ersetzen. Wie bereits in früheren Modellierungen verändern sich schließlich Baumartenanteile im Verlauf des Projektionszeitraums durch die Nutzung und das unterschiedlich schnelle Wachstum der Baumarten.

Die Fläche von Buche und Eiche steigt, auf einem geringeren Niveau auch die von Tanne und sonstigen Laubbäumen mit niedriger Lebensdauer, demgegenüber verlieren Kiefer und Fichte an Fläche.

Fläche nach Baumart und Periode



Basis: Holzboden, begehbar, ohne Lücken im Bestand

* *Sonstige Laubbäume mit niedriger Lebensdauer*
** *Sonstige Laubbäume mit hoher Lebensdauer*

Abbildung 6

2.3 Vorrat – wenig Veränderung

Der Vorrat nimmt bis zur Mitte der Projektion ab und steigt danach wieder nahezu auf das Anfangsniveau von 3,6 Mrd. m³ an. Die Fichte verliert über die vier Jahrzehnte ca. 15 %, die Kiefer sogar gut 20 % ihres Vorrats. Diese Modell-Vorräte wären in der Realität angesichts des Klimawandels mit einem hohen Risiko behaftet. Ob diese Baumarten im Rahmen regulärer Bewirtschaftung oder durch Zwangsnutzung nach Kalamitäten genutzt werden, ist für eine Potenzial-Betrachtung unerheblich. Zur Periodenmitte wachsen die nach den Kalamitäten seit 2018 verjüngten Bäume in Derbholz-Dimensionen ein. Durch deren großen Anteil nehmen schwache Durchmesser zu. Dennoch kann dies den Vorratsverlust der ersten Jahrzehnte nur teilweise ausgleichen. Bei den starken Durchmessern nehmen die Vorratsanteile zu, insbesondere bei Eiche und Buche.

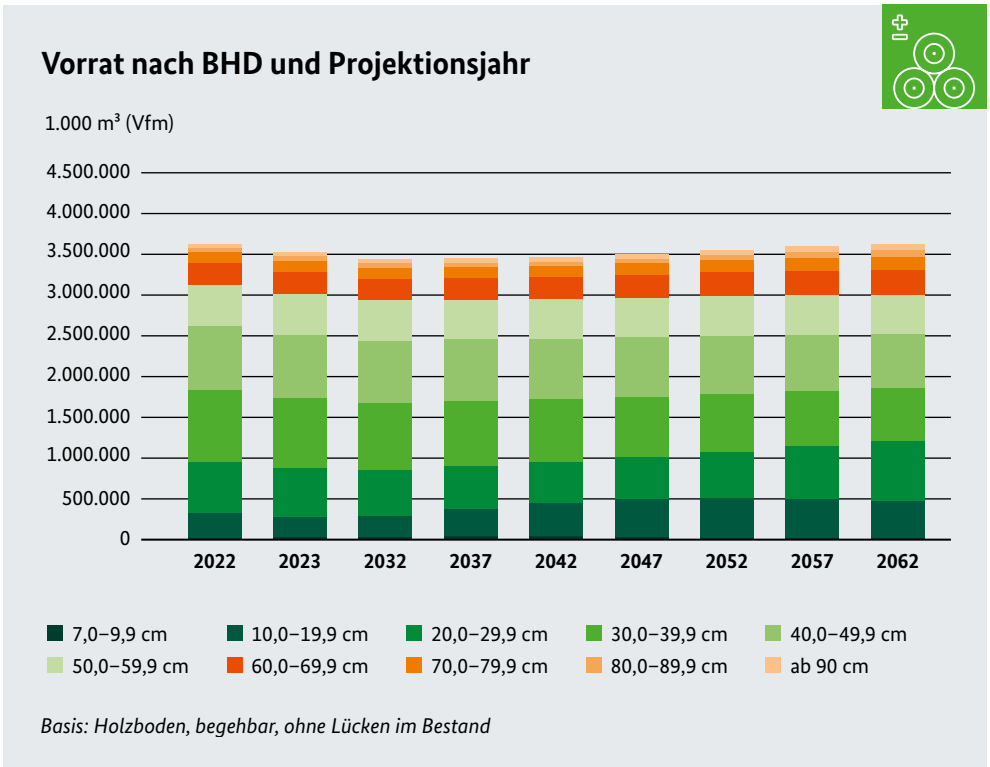


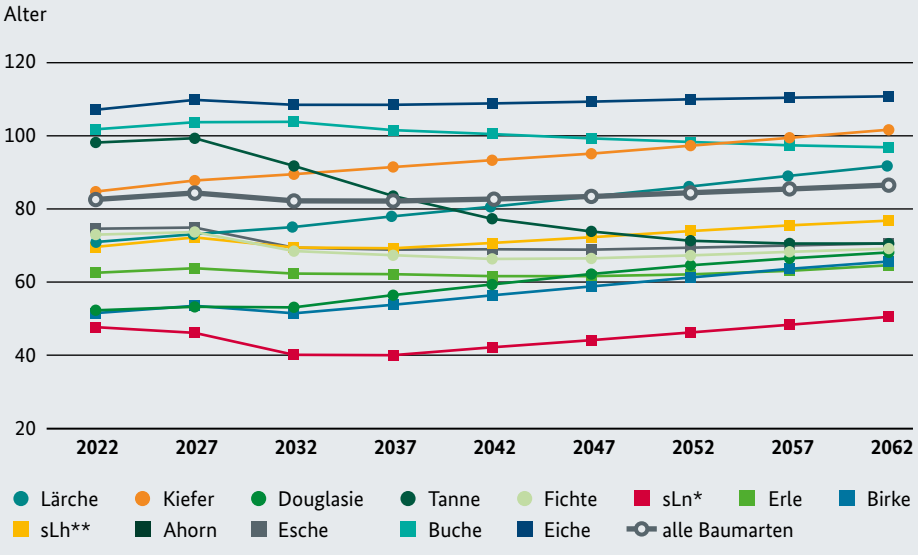
Abbildung 7 *Basis: Holzboden, begehbar, ohne Lücken im Bestand*

2.4 Alter – nach Baumarten unterschiedliche Tendenzen

Im Verlaufe der Projektion steigt das durchschnittliche Alter aller Baumarten um vier Jahre von 82 auf 86 Jahre. Dies ist das Ergebnis zweier gegenläufiger Tendenzen: Bei Buche, Esche und Fichte nimmt das Alter um 5 %, bei Tanne sogar um 30 % ab. Gründe sind das relativ hohe Alter dieser Baumarten im Vergleich zu ihrer Umtriebszeit bzw. ihren Zieldurchmessern und bei Buche weiterhin die Zunahme der Verjüngung auf Kalamitätsflächen.

Die übrigen Baumarten steigen in ihrem durchschnittlichen Alter an. Am deutlichsten wird dies an den relativ jungen Baumarten Douglasie und Birke mit ca. 30 % Alterszunahme.

Flächengewogenes Alter nach Baumartengruppe und Projektionsjahr (Hauptbestand)



Basis: Holzboden, begehbar, ohne Lücken im Bestand

* *Sonstige Laubbäume mit niedriger Lebensdauer*
** *Sonstige Laubbäume mit hoher Lebensdauer*

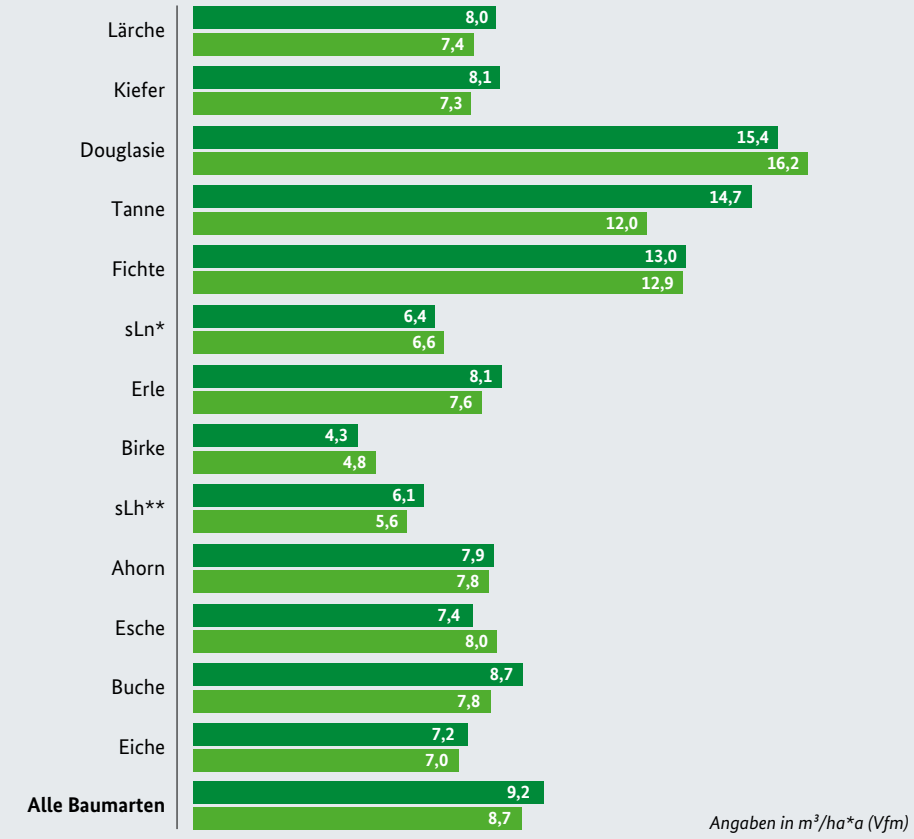
Abbildung 8

2.5 Zuwachs – etwas weniger als bisher

Der Zuwachs wird v. a. bestimmt durch die Faktoren Baumart, Alter, Standort, Witterung und Klima. Dabei kann WEHAM nur die Änderung der ersten beiden Parameter berücksichtigen. Der projizierte Zuwachs des Hauptbestandes liegt mit 8,7 Vfm pro ha*a für die Jahre 2023 bis 2037 um 6 % unter dem Zuwachs der Bundeswaldinventur 2022. Mit dem Einwachsen der Verjüngung auf den Kalamitätsflächen in ca. 20 Jahren erreicht der Zuwachs etwa das Niveau der Bundeswaldinventur 2022. Dies zeigt den starken Einfluss des Alters auf den Zuwachs. Erwartungsgemäß zeigen die Baumarten Douglasie, Tanne und Fichte Zuwachsleistungen über dem Durchschnitt aller Baumarten. Der Rückgang des Tannenzuwachses ist im Wesentlichen ein Effekt zunehmender Verjüngungsflächen. Diese Flächen produzieren noch kein Derbholz und liefern damit rechnerisch keinen Zuwachs.

Der Zuwachs variiert über die Projektionsperiode bis 2062 innerhalb der einzelnen Baumarten aufgrund sich ändernder Altersstrukturen. Bei einem hohen Anteil junger Bäume noch unterhalb der Derbholzgrenze sinkt der Zuwachs. Bei Überschreiten der Derbholzgrenze und bei einem hohen Anteil von Bäumen in zuwachsstarken mittleren Jahrgängen steigt der Zuwachs an.

Mittlerer Zuwachs der Baumartengruppen im Hauptbestand nach BWI 2022 (Jahre 2012–2022) und WEHAM (Jahre 2023–2037)



Basis: Holzboden, begehbar, ohne Lücken im Bestand

Abbildung 9

3

Das potenzielle Rohholz-Aufkommen – viel Holz mit sich ändernder Zusammensetzung zu erwarten

WEHAM weist ein potenzielles Rohholzaufkommen von jährlich 80,6 Mio. Erntefestmeter im Durchschnitt der nächsten vier Jahrzehnte aus.

3.1 Überblick über das Rohholzpotenzial – Privatwald als wesentliche Rohstoffquelle

WEHAM weist für die Jahre 2023 bis 2062 ein mittleres potenzielles Rohholzaufkommen von 80,6 Mio. m^3/a oder 7,5 m^3/ha*a über alle Bestandesschichten aus. Die Holzartengruppe Fichte trägt zum Rohholzpotenzial mit 41 % am stärksten bei, gefolgt von der Holzartengruppe Buche mit 31 %, der Holzartengruppe Kiefer mit 20 % und der Eiche mit 9 % (s. Abbildung 10).

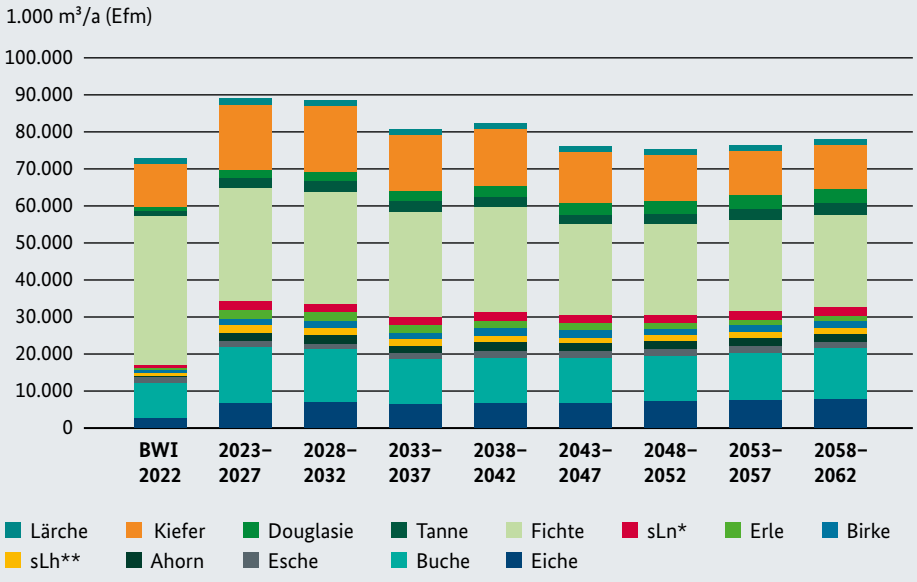
Im Vergleich zur Nutzung der Bundeswaldinventur 2022 startet die WEHAM mit einem um gut 20 % höheren Rohholzpotenzial von ca. 88 Mio. m^3/a. Das Niveau sinkt im Verlaufe der nächsten 30 Jahre fast auf das Niveau der Bundeswaldinventur von ca. 75 Mio. m^3/a. Es steigt danach um wenige Millionen m^3 bis zum Ende der Projektionsperiode an.

Zum Beginn der Projektion unterschreitet das Potenzial der Baumart Fichte die in der Bundeswaldinventur festgestellte Nutzung erheblich (–32 %). Dies liegt an der hohen Kalamitätsnutzung der vergangenen Jahre. Das Potenzial der Fichte nimmt im Verlauf der Projektion noch weiter ab. Auch das Rohholzpotenzial der Kiefer nimmt im Verlaufe der Projektion ab. Die anderen Baumarten gleichen dieses Defizit aus. Von den mengenmäßig bedeutenden Baumarten nimmt das Potenzial der Eiche und zum Ende der Projektionsperiode das Potenzial der Buche zu. Die prozentual stärkste Zunahme findet sich bei der Douglasie, die ihr Potenzial im Verlauf der Projektion auf 163 % und auf fast 4 Mio. m^3/a steigern kann, allerdings bei einem geringen Anteil am Potenzial von 4 %.

Das hohe Potenzial zum Start der Projektion ist verständlich angesichts der im historischen und europäischen Vergleich hohen Vorräte im deutschen Wald. Modellbedingt werden diese Vorräte, die teilweise mit einem hohen Risiko verbunden sind, in den nächsten Jahrzehnten als Potenzial ausgewiesen. Durch das Einwachsen der Verjüngung auf Kalamitätsflächen der letzten Jahre in Derbholzdimensionen steigt das Rohholzpotenzial zu Ende der Projektion wieder an.

Die höchsten Potenziale bezogen auf einen Hektar erzeugen die Baumarten Fichte, Douglasie und Tanne. Insbesondere das Potenzial der Fichte spiegelt die Nutzung hoher Risikovorräte wider.

BWI-Nutzung und Rohholzpotenzial nach Baumartengruppe und Periode



Basis: Holzboden, begehbar, ohne Lücken im Bestand

* *Sonstige Laubbäume mit niedriger Lebensdauer*
** *Sonstige Laubbäume mit hoher Lebensdauer*

Abbildung 10

Holzartengruppen, Baumartengruppen, Baumarten, Bestandesschichten

Das Rohholzpotenzial wird in diesem Bericht wie im Holzmarktbericht des BMLEH nach Holzartengruppen gegliedert. Zur besseren Übersicht werden die Baumarten und Baumartengruppen zu 13 Baumartengruppen der BWI, diese zu vier Holzartengruppen zusammengefasst (s. Tabelle 1). Auf den Unterschied von Holzartengruppe und Baumartengruppe ist zu achten. Zu einzelnen Baumarten macht WEHAM keine Angaben.

Angaben beziehen sich grundsätzlich auf alle Bestandesschichten, soweit nicht ausdrücklich auf anderes hingewiesen wird. Angaben zum Zuwachs beziehen sich auf den rechnerisch ermittelten Reinbestand im Hauptbestand. Auswertungen des Hauptbestands schließen den Plenterwald ein.

Die Ergebnisse der 13 BWI-Baumartengruppen sind unter → ***https://bwi.info*** abrufbar. Hier kann zwischen Auswertungen für „alle Bestandesschichten“ oder „Hauptbestand inkl. Plenterwald“ gewählt werden.

Der Privatwald hat für die Rohholzversorgung eine große Bedeutung, allein schon dadurch, dass er die flächenmäßig größte Eigentumsart in Deutschland ist. Sein Anteil am Potenzial ist allerdings noch etwas größer als sein Flächenanteil. Der Privatwald hat am Rohholzpotenzial einen Anteil von 52 % bei einem Flächenanteil von 48 %. Bezogen auf den Hektar liegt er damit bei 108 % des Durchschnitts aller Waldflächen, der Staatswald Land bei 91 % und der Kommunalwald bei 97 %. Damit verschieben sich die Gewichte im Vergleich zur letzten WEHAM erneut weiter Richtung Privatwald, speziell Richtung Kleinprivatwald. Die Mobilisierung dieses Kleinprivatwald-Potenzials ist auch unter den Aspekten Waldpflege und -umbau sinnvoll, allerdings aufwendig und mit vielen Herausforderungen und offenen Fragen verbunden.

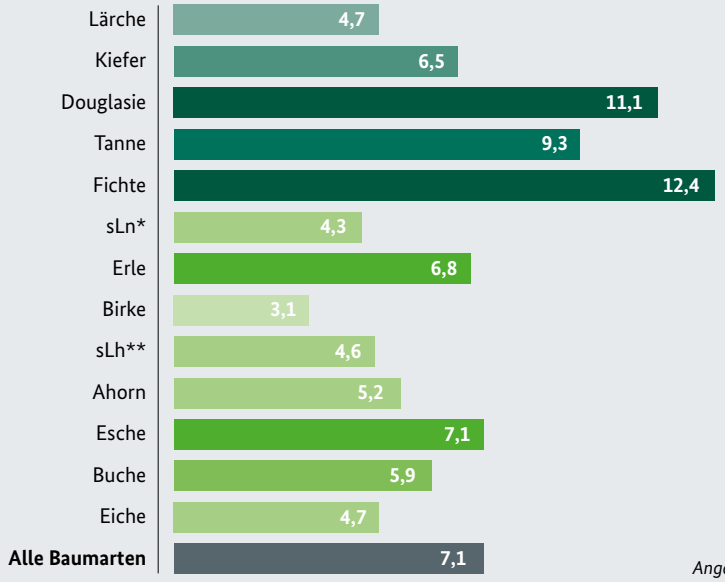
Die meisten Flächen mit Nutzungsverzicht befinden sich im Staatswald. Daraus lässt sich ein aktiver Nutzungsverzicht der Länder ableiten, was auch durch entsprechende Steuergrößen bei der Waldbehandlung gestützt wird.

WEHAM sortiert das Rohholzpotenzial in Stammholz, Industrieholz und sonstiges Derbholz. Das WEHAM-Sortierungsmodell nutzt dazu die Kriterien Baumart und Durchmesser. Es weist einen hohen Stammholzanteil aus, da durch die BWI keine für die tatsächliche spätere Sortierung relevanten Holzqualitätsmerkmale (z. B. Astigkeit) erfasst werden. Bei WEHAM ist der Durchmesser damit die entscheidende Größe bei der Sortierung.

TABELLE 1: **Holzartengruppen der WEHAM, Baumartengruppen der BWI und Baumarten**

Holzartengruppe der WEHAM	Baumartengruppe der BWI	Baumart
Eiche	Eiche	Stieleiche, Traubeneiche, Roteiche
Buche	Buche	Buche
	Esche	Esche
	Ahorn	Spitzahorn, Bergahorn, etc.
	Birke	Birke
	Erle	Erle
	Sonstige Laubhölzer mit hoher Lebensdauer	z. B. Kastanie, Linde, Robinie
	Sonstige Laubhölzer mit niedriger Lebensdauer	z. B. Elsbeere, Pappel, Traubenkirsche
Fichte	Fichte	Fichte, Sitkafichte, etc.
	Tanne	Weißtanne, Küstentanne, etc.
	Douglasie	Douglasie
Kiefer	Kiefer	Waldkiefer, Schwarzkiefer, etc.
	Lärche	Europäische Lärche, Japanische Lärche

Mittleres Rohholzpotenzial der Jahre 2023–2062 nach Baumartengruppe (nur Hauptbestand)



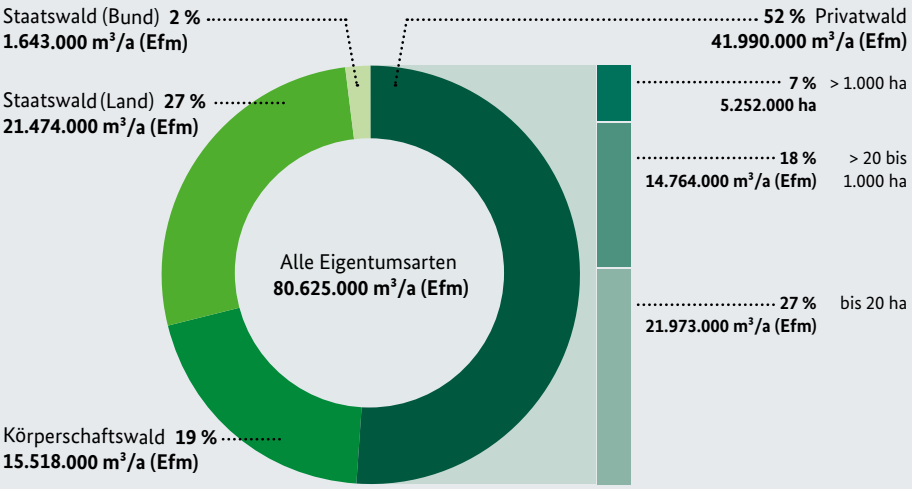
*Angaben in m³/ha*a (Efm)*

* *Sonstige Laubbäume mit niedriger Lebensdauer*
** *Sonstige Laubbäume mit hoher Lebensdauer*

Basis: Holzboden, begehbar, ohne Lücken im Bestand

Abbildung 11

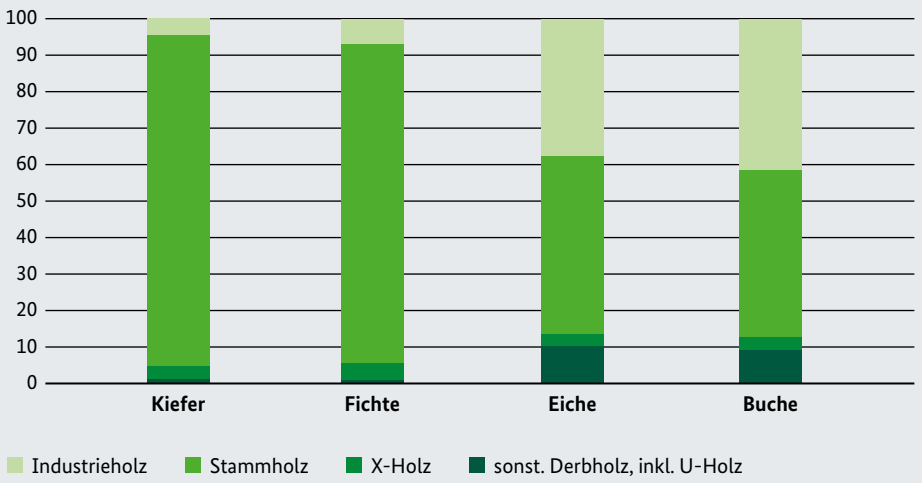
Mittleres Rohholzpotenzial der Jahre 2023–2062 nach Eigentumsart



Basis: Holzboden, begehbar, ohne Lücken im Bestand

Abbildung 12

Sortenanteile im Mittel der Jahre 2023–2062 nach Holzartengruppe



Basis: Holzboden, begehbar, Bäume ab 7 cm BHD aller Bestandesschichten

Abbildung 13

Auf das so modellierte Stammholz entfallen im Mittel des Projektionszeitraums über drei Viertel des Rohholzpotenzials. Die Stammholzanteile liegen bei den Nadelbaumarten bei ca. 90 %, bei den Laubbaumarten unter 50 %. Energieholz als eigenes Sortiment wird nicht dargestellt, da letztlich alle Biomasse unabhängig von Qualität und Dimension verbrannt werden kann.

Die tatsächlich auf dem Markt erzielten Stammholzanteile unterscheiden sich deutlich von denen des WEHAM-Sortierungsmodells durch den Einbezug von Qualitätsmerkmalen des Holzes bei der Sortierung. Zudem wird das Holz beim Verkauf nach Kundenwünschen ausgehalten.

Die Holzeinschlagsstatistik ermittelt die in Tabelle 2 dargestellten Sortimentsanteile.

TABELLE 2: **Holzeinschlagsstatistik Deutschland der Jahre 2013–2022, ausgehaltene Sortimente der Forstbetriebe**

	Nadelholz	Laubholz	Gesamt
Stammholz	65 %	26 %	57 %
Industrieholz	19 %	25 %	21 %
Energieholz	11 %	40 %	17 %
nicht verwertetes Holz	4 %	10 %	5 %
Gesamt	**100 %**	**100 %**	**100 %**

Quelle: Destatis Gensis: Holzeinschlagsstatistik (forstl. Erzeugerbetriebe) (Code: 41261) www-genesis.destatis.de/datenbank/online/statistic/41261/details

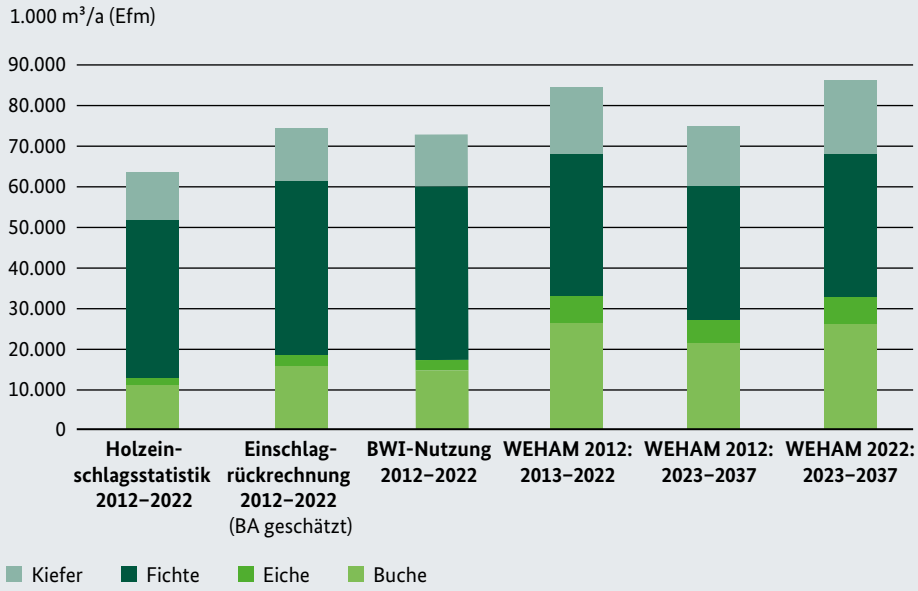
3.2 Bisherige Nutzung und Potenzial – hohes Niveau, aber Verschiebung der Baumartenanteile

Die amtliche Holzeinschlagsstatistik weist im Mittel der Jahre 2013–2022 einen Einschlag von 63 Mio. m³/a aus. Sie unterschätzt allerdings den tatsächlichen Einschlag. Die Einschlagsrückrechnung des Thünen-Instituts gleicht die Differenz aus und zeigt einen Einschlag von 74 Mio. m³/a auf. Die BWI schätzt 73 Mio. m³/a.

Im Folgenden wird die BWI mit der aktuellen WEHAM-Projektion und der WEHAM-Projektion von 2012 verglichen. Bezogen auf die Nutzung in der letzten BWI-Periode hat die WEHAM 2012 ein um 16 % höheres Potenzial ausgewiesen. Im Gegensatz dazu übertraf die Nutzung der Fichte das Potenzial um 21 %. Bei den anderen Baumarten überstieg das Potenzial die vergangene Nutzung erheblich, bei der Eiche war es das 2,5-fache. Die WEHAM 2022 schätzt mit einem Potenzial von 85,9 Mio. m³ für die Periode 2023–2037, dass das Rohholzpotenzial um 18 % über der Nutzung der Bundeswaldinventur für die Jahre 2013–2022 liegt. Damit scheint in der Summe reichlich Holz für den heimischen Markt vorhanden zu sein. Allerdings ergibt sich für die einzelnen Baumarten ein davon abweichendes Bild.

Die Holzartengruppe Fichte wurde in der vergangenen BWI-Periode stärker genutzt als in der WEHAM 2012 modelliert (+21 %). Das Potenzial für die kommenden 15 Jahre liegt 18 % unter der Nutzung der letzten BWI-Periode. Diese Zahlen verdeutlichen die starken, kalamitätsbedingten Schäden in dieser Baumart und ein abnehmendes Rohholzpotenzial in der kommenden Periode im bundesweiten Überblick. Bei der Holzartengruppe Kiefer unterschreitet die Nutzung der BWI das für diesen Zeitraum ausgewiesene Potenzial erheblich (–22 %). Entsprechend ist hier für die kommenden 15 Jahre ein noch mal erhöhtes Potenzial geschätzt. Es übersteigt die Nutzung der vergangenen BWI-Periode um 43 %. Bei der Holzartengruppe Eiche ist nur ein Bruchteil des 2012 ausgewiesenen Potenzials genutzt worden (40 %). Entsprechend wird ein Vielfaches für die nächsten 15 Jahre als Potenzial geschätzt (+160 %). Bei der Holzartengruppe Buche wurde ebenfalls 2012 ein deutlich höheres Potenzial ausgewiesen als genutzt wurde. Die Nutzung unterschreitet das Potenzial um 45 %. Dies lässt das Potenzial der kommenden 15 Jahre auf 178 % der BWI-Nutzung ansteigen.

Jährliche Nutzung der Holzartengruppen nach Holzeinschlagsstatistiken, BWI und WEHAM-Potenzialen



Basis: Holzboden, begehbar, ohne Lücken im Bestand

Abbildung 14

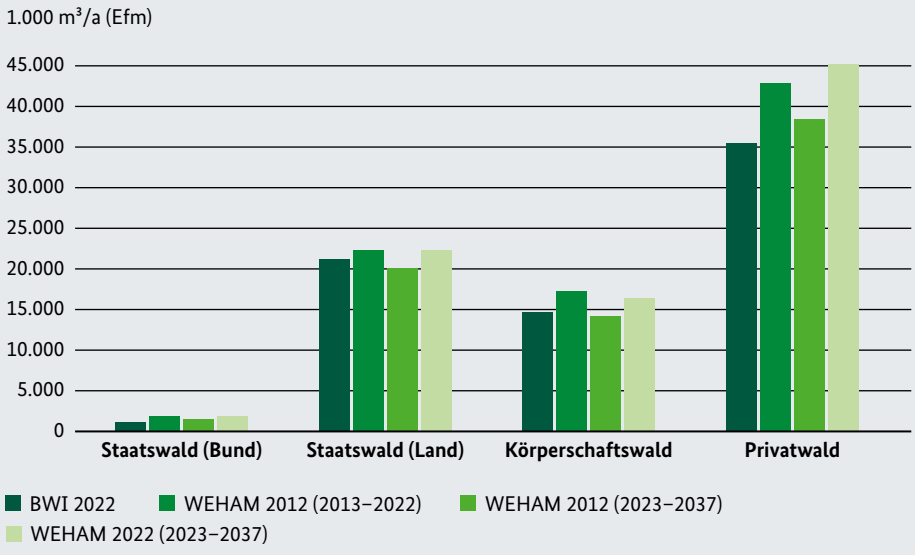
Das Verhältnis zwischen der jährlichen Nutzung der BWI 2022, der WEHAM 2012-Projektion für die vergangene BWI-Periode und der für die nächsten 15 Jahre sowie der WEHAM 2022-Projektion für die nächsten 15 Jahre unterscheidet sich zwischen den Eigentumsarten vergleichsweise wenig (s. Abbildung 15). Im Staatswald Land überschreitet das Potenzial der Jahre 2013 bis 2022 die Nutzung der vergangenen BWI-Periode um 5 %, lm Körperschaftswald sogar um 17 %. Im Privatwald hatte die vergangene Projektion ein um 21 % höheres Potenzial modelliert. Für die kommenden 15 Jahre übersteigt das Potenzial die BWI-Nutzung im Privatwald sogar um 27 %, während es im Kommunalwald 11 %, im Staatswald Land nur 5 % sind. Prozentual größere Abweichungen zwischen vergangener Nutzung und Potenzialschätzung gibt es für den Staatswald Bund. Wegen seiner geringen Flächengröße ist dies jedoch weniger bedeutend.

Bei einem Vergleich der BWI 2022-Nutzung mit dem mittleren Potenzial des Projektionszeitraums 2023–2037 nach Holzartengruppen und BHD fällt das Defizit in der Holzartengruppe Fichte und deutlich geringer in der Holzartengruppe Kiefer in den unteren Durchmesserklassen auf (s. Abbildung 16).

Bei der Holzartengruppe Fichte unterschreitet das künftige Potenzial die vergangene Nutzung im BHD-Bereich 20 bis 50 cm um 12,5 Mio. m³/a. Dafür liegt das Potenzial der Durchmesser über 50 cm um 3,7 Mio. m³/a darüber. Die Kalamitäten der letzten Jahre haben gerade im mittleren Durchmesserbereich zu hohen Nutzungen geführt. Dies verstärkt die Differenz gegenüber einer Periode ohne Schäden.

Für die Kiefer gibt es lediglich ein Delta von 1,1 Mio. m³/a bei den BHD zwischen 10 bis 30 cm, was wirtschaftlich weit weniger relevant sein dürfte als das bei der Fichte.

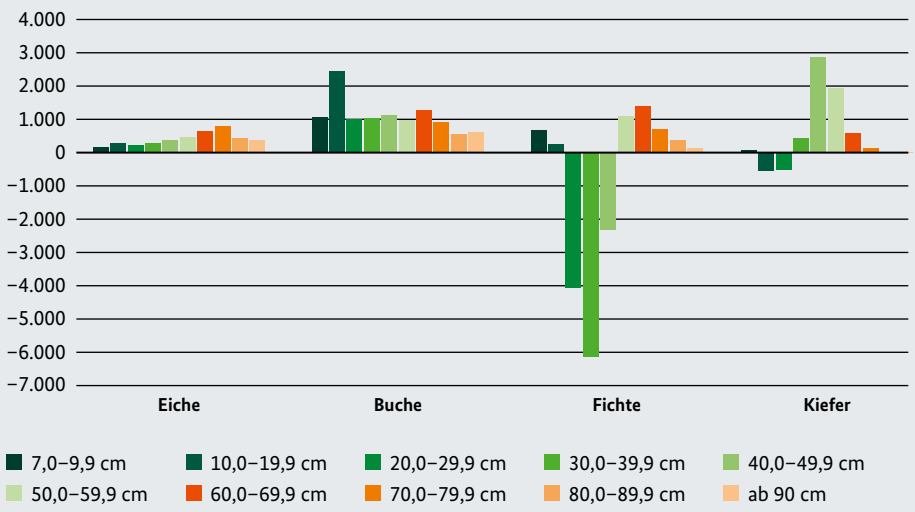
Jährliche Nutzung nach Eigentumsart (BWI 2022, WEHAM 2012, WEHAM 2022)



Basis: Holzboden, begehbar, Bäume ab 7 cm BHD aller Bestandesschichten

Abbildung 15

Differenz von jährlicher Nutzung der BWI 2022 und mittlerem Potenzial der Jahre 2023–2037 nach BHD-Klassen und Holzartengruppen



Basis: Holzboden, begehbar, ohne Lücken im Bestand

Abbildung 16

3.3 Holzartengruppe Fichte – zukünftig weniger

Die ihrer Holzartengruppe den Namen gebende Baumart Fichte gilt als „Brotbaum“ der Forstwirtschaft in Deutschland. Allerdings ist sie bedingt durch die Kalamitäten der letzten Jahre nur noch die flächenmäßig zweithäufigste Baumart nach der Kiefer. Mit einem durchschnittlichen Potenzial von 32,9 Mio. m³/a liefert die Holzartengruppe Fichte 41 % des potenziellen Rohholzaufkommens in den nächsten 40 Jahren, obwohl ihr Flächenanteil nur 26 % beträgt. Die hohe Ertragskraft dieser Holzartengruppe wird damit augenfällig. Neben den Fichtenarten gehören die Douglasie und die Tanne zu dieser Holzartengruppe.

Fichtenholz ist vielseitig einsetzbar. Bei der stofflichen Verwertung wird es vor allem von der Bauwirtschaft nachgefragt (z. B. im Innenausbau und als Konstruktionsholz). Zudem spielt der Verpackungssektor eine bedeutende Rolle. Schwächeres Fichtenholz wird vor allem in der Holzwerkstoff- sowie der Zellstoff- und Papierindustrie verarbeitet. In nadelholzreichen Regionen kommt z. T. auch der energetischen Nutzung ein hoher Stellenwert zu.

3.3.1 Potenziale und BWI-Nutzung

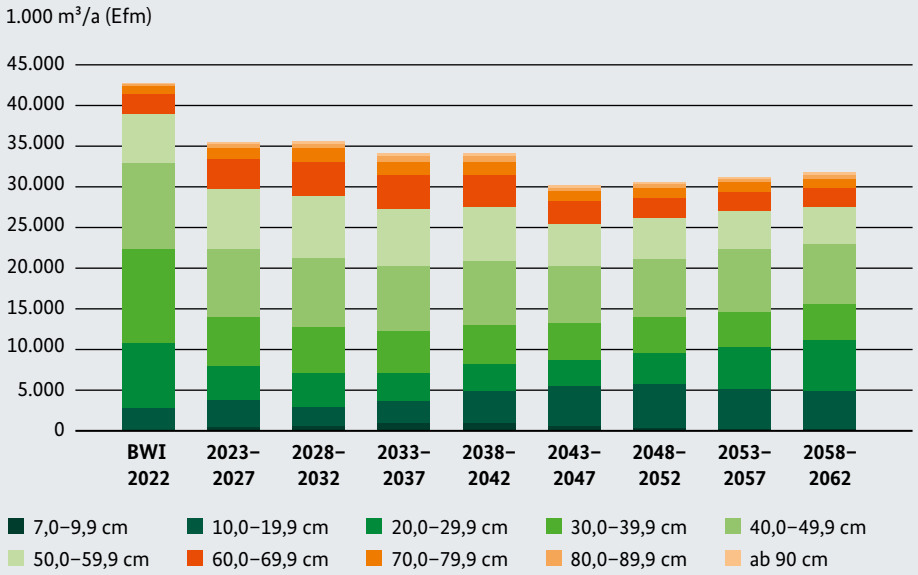
Das durchschnittliche jährliche Potenzial der nächsten 15 Jahre unterschreitet die Nutzung nach BWI 2022 um 18 %. Dies liegt an den hohen kalamitätsbedingten Nutzungen der Fichte in der letzten BWI-Periode. Das Defizit zeigt sich vor allen Dingen in den Dimensionen bis 50 cm BHD. In den stärkeren Dimensionen übersteigt das Potenzial die Nutzung. Erst wenn die Verjüngung auf Kalamitätsflächen in Derbholz einwächst, in ca. 20 Jahren, steigt das Potenzial der Fichte in den schwächeren Dimensionen wieder an.

Angesichts der Dynamik im Klimawandel sind die Projektionen insbesondere zur Fichte allerdings mit großen Unsicherheiten behaftet.

Die Fichte prägt mit einem Anteil von 82 % am Potenzial diese Holzartengruppe, die Douglasie hat einen Anteil von 9 % und die Tanne einen Anteil von 8 %.

Aus Bayern und Baden-Württemberg kommen über 60 % des Potenzials dieser Holzartengruppe. Damit ist die Bedeutung der anderen Länder für diese Holzartengruppe gesunken. Dies spiegelt die große Waldfläche beider Länder wider, die dort hohen Flächenanteile dieser Baumarten, aber auch die kalamitätsbedingten Verluste in anderen Bundesländern in den letzten Jahren (s. Abbildung 17).

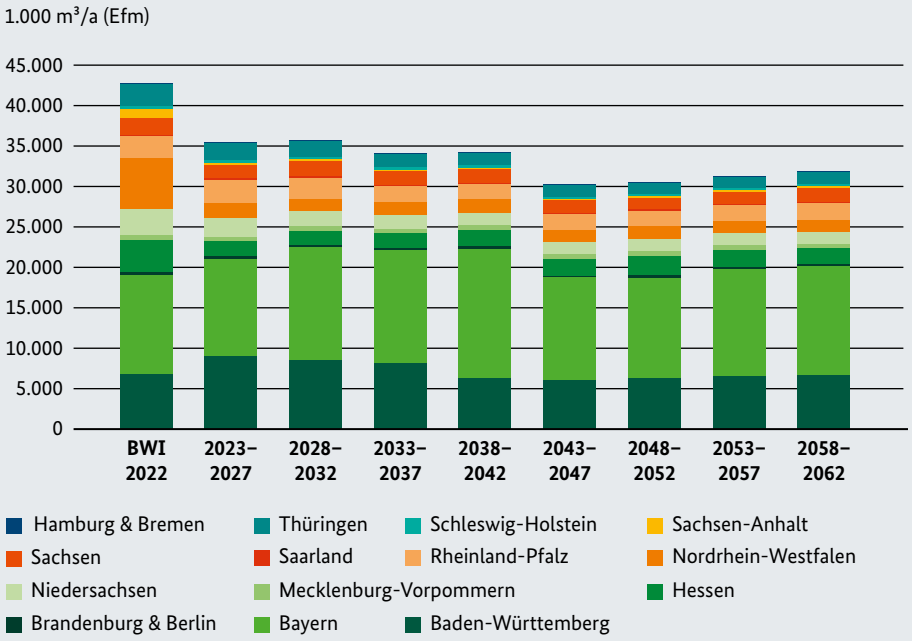
BWI-Nutzung und Potenzial der Holzartengruppe Fichte nach BHD und Periode



Basis: Holzboden, begehbar, Bäume ab 7 cm BHD aller Bestandesschichten

Abbildung 17

BWI-Nutzung und Potenzial der Holzartengruppe Fichte nach Land und Periode



Basis: Holzboden, begehbar, ohne Lücken im Bestand

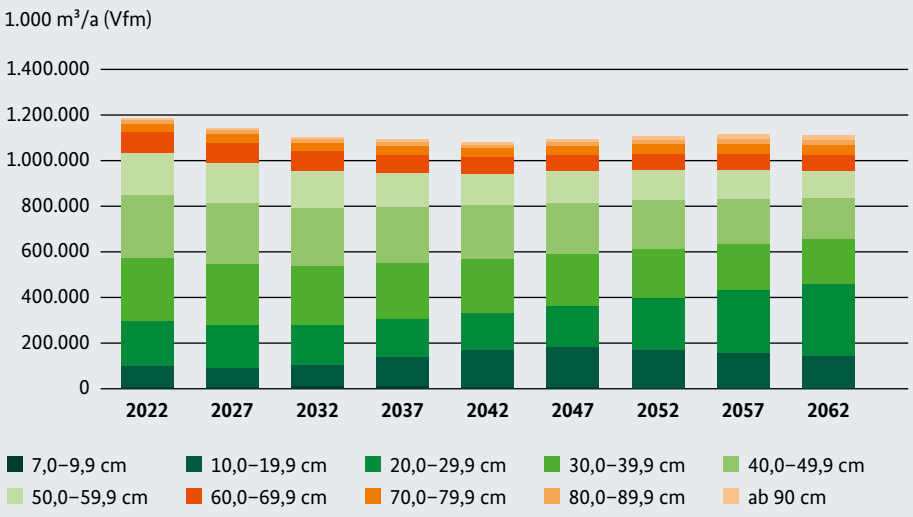
Abbildung 18

3.3.2 Verbleibender Bestand

Der Hektar-Vorrat der Fichte sinkt im Laufe der nächsten 20 Jahre ab und steigt dann wieder an. Dies spiegelt die Nutzung der vorratsreichen Bestände durch das Modell und die Verjüngung auf den Kalamitätsflächen, die nach 20 Jahren in Derbholzstärken einwachsen, wider. Bei der Tanne verläuft diese Entwicklung deutlich stärker. Sie verliert 25 % ihres Vorrats in den nächsten 20 Jahren, bevor der Vorrat geringfügig wieder ansteigt. Demgegenüber steigt der Hektar-Vorrat der Douglasie kontinuierlich um ca. ein Drittel an. Seine Bedeutung am Gesamtvorrat des Waldes bleibt gleichwohl mit 3 % gering. 55 % des Fichtenvorrats steht im Privatwald, 30 % des Fichtenvorrats allein im Kleinprivatwald. Die Vorräte nehmen in allen Eigentumsarten ab, im Kleinprivatwald deutlich überproportional angesichts der derzeitig noch hohen Vorräte, vor allen Dingen im süddeutschen Kleinprivatwald.

Der Zuwachs dieser Holzartengruppe ist der höchste aller Holzartengruppen. Die Zuwachsentwicklung von Fichte und Tanne korrespondiert mit der Altersentwicklung. Mit der Nutzung der Altbestände sinkt der Zuwachs, um dann nach 20 Jahren mit dem Einwachsen der Verjüngung in Derbholz und zuwachsstarke mittlere Jahrgänge wieder anzusteigen. Im Gegensatz dazu entwickelt sich das Alter der Douglasie aufwärts bei einem geringen Durchschnittsalter, entsprechend der Zuwachs.

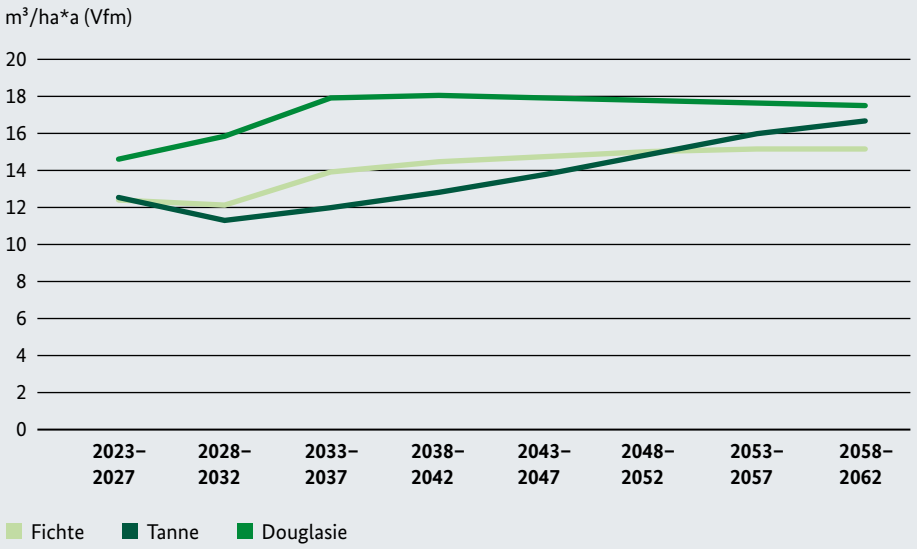
Vorrat der Holzartengruppe Fichte nach BHD und Projektionsjahr



Basis: Holzboden, begehbar, Bäume ab 7 cm BHD aller Bestandesschichten

Abbildung 19

Projizierter Zuwachs der Baumartengruppen Fichte, Tanne und Douglasie nach WEHAM Periode



Basis: Hauptbestand

Abbildung 20

3.3.3 Modelleinstellungen

Tabelle 3 zeigt die Werte-Spannen für die einzelnen Modell-Parameter. Die Spannen, d. h. die Werte für Minimum, Median und Maximum ergeben sich aus den unterschiedlichen Behandlungsvarianten der Länder und Eigentumsarten für das Nutzungsmodell.

Die Produktivität dieser Holzartengruppe zeigt sich in den Einstellungen zur Produktionszeit. Die Holzartengruppe Fichte wird im Vergleich zu den anderen Holzartengruppen mit geringerer durchschnittlicher Produktionszeit modelliert. In dieser Zeit soll die Douglasie stärkere Dimensionen erreichen als die beiden anderen Baumarten Fichte und Tanne. Nur die anderen Laubbäume mit hoher und niedriger Lebensdauer haben eine geringere Produktionszeit.

Derzeit werden Baumarten häufig nach Zieldurchmessern und nicht nach Produktionszeiten bewirtschaftet. Einige Länder haben deshalb die Produktionszeit so hoch angesetzt, dass diese im Projektionszeitraum nicht erreicht werden kann. Damit kommt im Modell nur die Zielstärkenutzung zum Tragen. Die quasi unendlich hohen Produktionszeiten wurden bei der Berechnung der Tabellenwerte ausgeschlossen.

Eine Besonderheit ist der Wert “20” für die “maximale Zielstärke”: Dieser Wert bewirkt die Entnahme von sog. “Protzen” im Rahmen der Erstdurchforstung, also im Alter von 15–40 Jahre. “Protzen” sind stark vorwüchsige und qualitativ schlecht veranlagte Bäume, die in dieser jungen Entwicklungsphase entnommen werden. Der Wert beschreibt kein Produktionsziel. Allerdings findet sich dieser Wert nur bei sehr wenigen Ländern. Die Produktionszeiten in Tabelle 3 können von den Angaben aus Waldbaurichtlinien der Landesforstverwaltungen zu Umtriebszeiten abweichen.

Genutzte Bäume unterhalb des Aufarbeitungs-BHD verbleiben als Totholz im Bestand und werden nicht dem Potenzial zugerechnet. Die maximalen Zopfdurchmesser beim Stammholz stammen von Sortiervarianten, bei denen ein relativ kurzes Stück am unteren Stammende einer besonderen Verwendung zugeführt werden soll und darüber noch weitere Stamm- oder Kurzholzsortimente ausgehalten werden.

TABELLE 3: **Steuerparameter zum Nutzungsmodell der Holzartengruppe Fichte**

Steuerparameter-Nutzung	Fichte			Tanne			Douglasie		
	Min.	Med.	Max.	Min.	Med.	Max.	Min.	Med.	Max.
Produktionszeit (Jahre)	80	110	160	100	120	200	80	120	200
Durchforstungs-beginn im Alter (Jahre)	15	30	35	15	35	40	15	20	25
Durchforstungs-beginn bei Mittelhöhe (m)	5	10	17	5	10	15	5	10	14,5
maximale Zielstärke (cm)	20	45	60	20	50	300	20	60	200
maximale Zielstär-ken-Entnahme-prozent (%)	15	50	100	5	50	100	5	50	100

TABELLE 4: **Steuerparameter zum Sortierungsmodell der Holzartengruppe Fichte**

Steuerparameter-Sortierung	Fichte			Tanne			Douglasie		
	Min.	Med.	Max.	Min.	Med.	Max.	Min.	Med.	Max.
Stammholzzopf (cm)	12	30	60	12	35	60	12	40	60
Aufarbeitungszopf (cm)	7	8	13	7	8	13	7	8	12
Aufarbeitungs-BHD (cm)	8	10	20	8	10	20	8	10	20

3.4 Holzartengruppe Buche – hohes Potenzial

Die Holzartengruppe Buche ist häufig, weit verbreitet und heterogen. Die Holzartengruppe Buche hat einen Anteil von 37 % an der projizierten Waldfläche. Mit einem potenziellen Rohholzaufkommen im Projektionszeitraum von 24,8 Mio. m³/a hat sie einen Anteil von 31 % am gesamten Rohholzpotenzial. Nach der Holzartengruppe Fichte ist dies das zweitgrößte potenzielle Rohholzaufkommen einer Holzartengruppe. Die Holzartengruppe Buche ist allerdings stärker gemischt als die anderen Holzartengruppen. Nur gut die Hälfte des Potenzials dieser Gruppe ist Buche. Das übrige Potenzial stammt von anderen Laubbaumarten wie Esche, Ahorn, Birke oder Erle oder sonstigen Laubbäumen mit niedriger oder hoher Lebensdauer (s. Tabelle 1).

Starkes, qualitativ hochwertiges Buchenholz ohne Kernbildung ist besonders zur Herstellung von Schäl- und Messerfurnieren geeignet. Mittelstarkes und starkes Buchenholz wird z. B. im Möbelbau sowie im Innenausbau, z. T. auch im konstruktiven Holzbau eingesetzt. Schwächeres Buchenholz wird häufig zu Holzwerkstoffen wie Spanplatte oder Zellstoff verarbeitet.

Buche ist als Energieholz begehrt. Brennholz aus der Buchenkrone fällt regelmäßig als Koppelprodukt der Stammholznutzung an. Eine vorausgehende stoffliche Nutzung des Holzes ist für die CO_2-Bilanz sinnvoll. Dies gilt generell für jede energetische Holznutzung.

Angesichts der steigenden Rohholzpotenziale in der Holzartengruppe Buche ist eine stärkere stoffliche Nutzung entscheidend, um Wertschöpfungsketten zu sichern und auszubauen sowie die Kohlenstoffbindungswirkung der Holznutzung weiter zu steigern. Neben klassischen Anwendungsbereichen wie Möbelbau und Innenausbau sollten innovative Verwendungen ins Blickfeld rücken, um wettbewerbsfähige Produkte aus Laubholz zu entwickeln. Die Buche bietet im konstruktiven Bereich z. B. als Furnierschichtholz (z. B. Laminated Veneer Lumber) vielversprechende Möglichkeiten. Weitere Perspektiven bieten sich in der Textilindustrie oder neuen Anwendungen der Bioökonomie. Dennoch bleibt ihr Einsatz, ebenso wie der von weiteren Laubhölzern derzeit noch hinter möglichen Potenzialen zurück. Dies gilt auch für den Einsatz in Holzwerk- und Faserstoffen oder in neuen Produkten der Bioraffinerie. Forschung und Entwicklung sowie die praktische und wirtschaftliche Umsetzung neuer industrieller Verfahren bleiben zentrale Herausforderungen, um das Potenzial von Laubholz besser zu erschließen.

3.4.1 Potenzial und BWI-Nutzung

Das Rohholzpotenzial der Holzartengruppe Buche liegt über den in der BWI 2022 ermittelten Nutzungen. Im Verhältnis zur vergangenen Nutzung beträgt das durchschnittliche jährliche Potenzial der Jahre bis 2037 bei der Baumartengruppe Buche 144 %. Auch bei den anderen Baumarten übersteigt das kommende Potenzial die BWI-Nutzung erheblich. Nur bei der Esche liegt es um nur 11 % über der Nutzung. Für alle Baumartengruppen dieser Holzartengruppe sind die Werte in Tabelle 5 angegeben.

Nutzungsverzicht, verstärkte Unterschutzstellung und Segregation oder Integration von Naturschutz-Strukturen als alternative wie auch als sich ergänzende Modelle werden intensiv diskutiert. Dabei gewinnen auch vor dem Hintergrund der fortschreitenden Auswirkungen des Klimawandels auf Standort und den Wald zunehmend neue qualitative Aspekte wie Effizienz und Effektivität der Maßnahmen, Gewicht im nationalen und internationalen Kontext, oder die Frage konkurrierender Naturschutzziele (Artenschutz versus Prozessschutz) an Bedeutung. Wie sich die Diskussionen und die Dynamik um Rohholzversorgung und Unterschutzstellung in den kommenden Jahren fortsetzen werden, ist schwer abzuschätzen. Der Schutz von Buchenwäldern, insbesondere alten Buchenwäldern, ist Teil des Aktionsprogramms „Natürlicher Klimaschutz“ der Bundesregierung. Er ist zudem in verschiedene Länderprogramme integriert Die zukünftige Nutzung der Buche könnte aufgrund von Nutzungsverzicht kleiner ausfallen als das im Basisszenario ausgewiesene Potenzial. In WEHAM werden aktuelle Nutzungseinschränkungen modelliert, soweit sie die BWI erfasst hat oder von den Ländern nachträglich gemeldet wurden. Eine zukünftige Entwicklung ist spekulativ und kann nicht abgebildet werden.

Das Potenzial der Buche sinkt im Verlauf der ersten zwei Jahrzehnte um ca. 10 % und steigt dann wieder auf das Anfangsniveau. In den stärkeren Dimensionen (BHD ≥ 50 cm) bleibt das Rohholzpotenzial etwa gleich. Die mit Buche wiederbewaldeten Kalamitätsflächen wachsen nach 20 Jahren in Derbholz-Dimensionen ein und weisen ersten Vornutzungen und damit ein potenzielles Rohholzaufkommen auf.

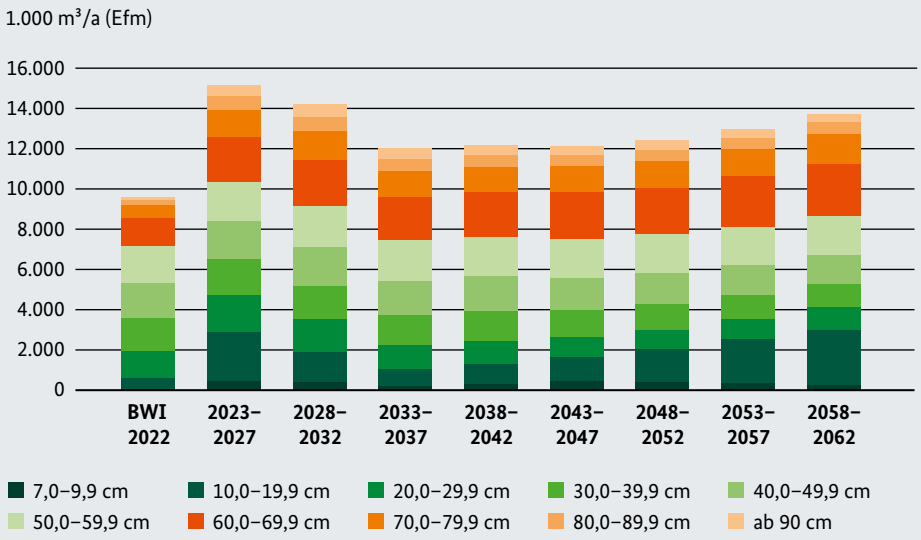
Bei den anderen Baumarten ist die Tendenz uneinheitlich. Das Potenzial von sLh sinkt um 1/3, das der Erle um die Hälfte. Die Verjüngung auf den Kalamitätsflächen bewirkt bei den Baumarten eine starke Zunahme von schwachen Dimensionen im Rohholzpotenzial zur Mitte des Projektionszeitraums. Bei der Esche ist die Potenzialabschätzung angesichts der Schäden durch Eschentriebsterben mit einem großen Fragezeichen zu versehen.

Die Holzartengruppe Buche enthält viele Baumarten, die auf seltenen Standorten von hohem naturschutzfachlichem Interesse wie Blockhalden, Auen oder Moorwälder wachsen. Nach Ergebnissen der Bundeswaldinventur begründen sich Nutzungseinschränkungen häufig im Naturschutz. Diese Einschränkungen sind oftmals eine bewusste Entscheidung der Eigentümer für einen gezielten Naturschutz im Wald.

TABELLE 5: **Verhältnis der Baumartengruppen am Potenzial der Holzartengruppe und zur bisherigen Nutzung**

Baumartengruppe	Anteil der Baumartengruppe am Rohholzpotenzial der Holzartengruppe	Verhältnis des durchschnittlichen jährlichen Potenzials der Jahre bis 2037 zur Nutzung gemäß BWI 2022
Buche	53 %	144 %
Sonstige Laubbäume mit niedriger Lebensdauer (sLn)	10 %	256 %
Ahorn	9 %	380 %
Erle	7 %	552 %
Sonstige Laubbäume mit hoher Lebensdauer (sLh)	7 %	309 %
Esche	7 %	118 %
Birke	7 %	184 %

BWI-Nutzung und Potenzial der Baumart Buche nach BHD und Periode



Basis: Holzboden, begehbar, Bäume ab 7 cm BHD aller Bestandesschichten

Abbildung 21

Regionaler Schwerpunkt der Holzartengruppe ist Bayern, Baden-Württemberg und Hessen, nennenswert zudem Rheinland-Pfalz, Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen.

Im Mittel des Projektionszeitraums ist das Potenzial je Hektar im Privatwald, insbesondere im Kleinprivatwald höher als im öffentlichen Wald.

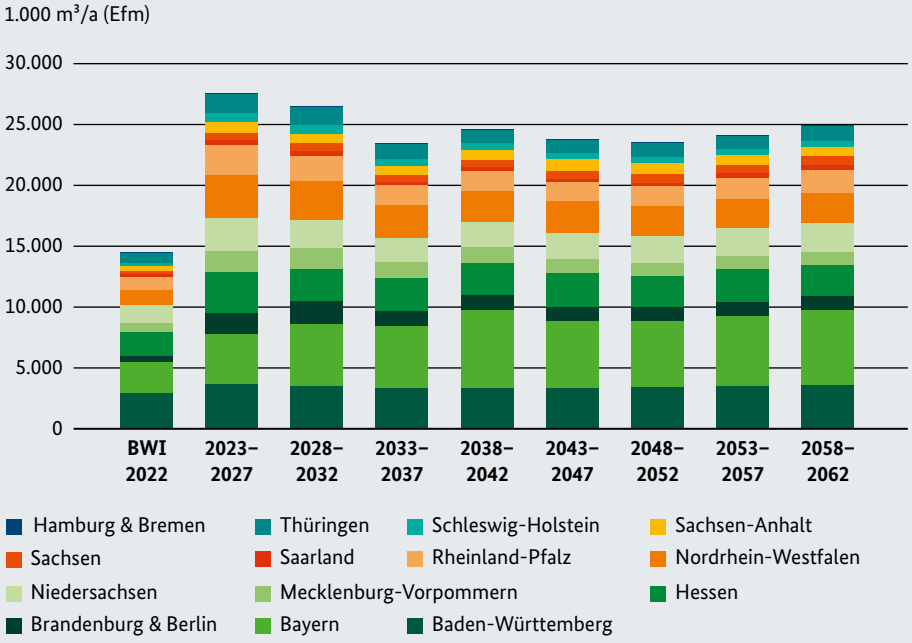
BWI-Nutzung und Potenzial der übrigen Baumartengruppen der Holzartengruppe Buche nach BHD und Periode

Basis: Holzboden, begehbar, Bäume ab 7 cm BHD aller Bestandesschichten

* *Sonstige Laubbäume mit niedriger Lebensdauer*
** *Sonstige Laubbäume mit hoher Lebensdauer*

Abbildung 22

BWI-Nutzung und Potenzial der Holzartengruppe Buche nach Land und Periode



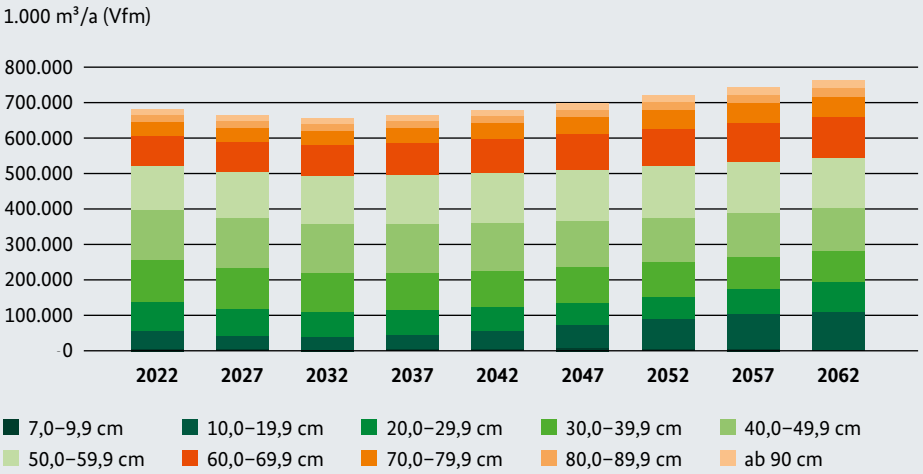
Basis: Holzboden, begehbar, ohne Lücken im Bestand

Abbildung 23

3.4.2 Verbleibender Bestand

Der Vorrat der Buche wie der der anderen Baumarten dieser Holzartengruppe steigt im Verlauf der Projektion selbst bei dem hohen Potenzial noch an. Nur die Erle verliert ein Drittel ihres Vorrats.

Vorrat der Baumart Buche nach BHD und Projektionsjahr



Basis: Holzboden, begehbar, ohne Lücken im Bestand

Abbildung 24

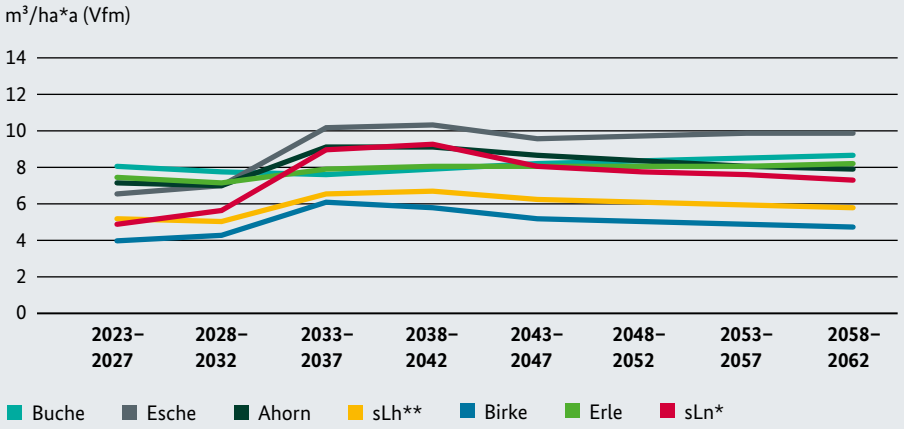
Vorrat der übrigen Baumartengruppen der Holzartengruppe Buche nach BHD und Projektionsjahr

Basis: Holzboden, begehbar, Bäume ab 7 cm BHD aller Bestandesschichten

* *Sonstige Laubbäume mit niedriger Lebensdauer*
** *Sonstige Laubbäume mit hoher Lebensdauer*

Abbildung 25

Projizierter Zuwachs der Baumarten der Holzartengruppe Buche nach WEHAM Periode



Basis: Hauptbestand

* *Sonstige Laubbäume mit niedriger Lebensdauer*
** *Sonstige Laubbäume mit hoher Lebensdauer*

Abbildung 26

3.4.3 Modelleinstellungen

Die Modelleinstellungen zeigen die Heterogenität dieser Holzartengruppe. Die Produktionszeiten der Baumartengruppen differieren in keiner anderen Holzartengruppe so stark.

In wenigen Ländern ist die Produktionszeit, vor allem bei der Buche, so hoch eingestellt, dass sie von keinem Baum erreicht werden kann. Hiermit wird eine Nutzung nur nach Zielstärke oder ein Stehenlassen alter Bäume simuliert. Diese hohen Produktionszeiten bleiben in Tabelle 6 unberücksichtigt. Da die verschiedenen Bedingungen für geringe Produktionszeiten oder Zieldurchmesser nicht erfüllt sein können, ist eine frühe Nutzung nicht möglich.

TABELLE 6: **Steuerparameter zum Nutzungsmodell der Holzartengruppe Buche**

Steuerparameter-Nutzung	Buche			sonst Lb. hoher Lebensd.			sonst. Lb. niedr. Lebensd.		
	Min.	Med.	Max.	Min.	Med.	Max.	Min.	Med.	Max.
Produktionszeit (Jahre)	130	160	250	100	130	200	60	80	150
Durchforstungs-beginn im Alter (Jahre)	25	40	40	5	20	30	5	20	25
Durchforstungs-beginn bei Mittelhöhe (m)	5	14	16	5	10	14,5	5	10	13,5
maximale Zielstärke (cm)	40	60	300	30	60	200	30	45	80
maximale Zielstär-ken-Entnahme-prozent (%)	10	40	100	10	40	100	20	50	100

TABELLE 7: **Steuerparameter zum Sortierungsmodell der Holzartengruppe Buche**

Steuerparameter-Nutzung	Buche			sonst Lb. hoher Lebensd.			sonst. Lb. niedr. Lebensd.		
	Min.	Med.	Max.	Min.	Med.	Max.	Min.	Med.	Max.
Stammholzzopf (cm)	20	20	60	20	20	60	20	20	60
Aufarbeitungszopf (cm)	7	10	25	7	15	25	7	12	25
Aufarbeitungs-BHD (cm)	7	20	35	15	20	35	10	20	35

3.5 Holzartengruppe Kiefer – hoch startend, dann weniger

Der Anteil der Holzartengruppe Kiefer am Potenzial beträgt 20 %. Sie ist damit die drittgrößte Holzartengruppe. Die Holzartengruppe Kiefer nimmt 25 % der modellierten Fläche ein. Im Mittel der kommenden 40 Jahre beläuft sich ihr Potenzial auf 16,0 Mio. m³/a. Die Holzartengruppe Kiefer umfasst alle Kiefern- und Lärchenarten. Der Anteil der Baumartengruppe Lärche am Potenzial der Holzartengruppe beträgt allerdings nur 9 %. Das Holz der Holzartengruppe Kiefer wird vorrangig im Baubereich eingesetzt. Es findet Verwendung als Konstruktionsholz sowie bei Fassaden (insbesondere Lärche), aber auch im Innenausbau. Kiefernholz von guter Qualität wird für Fenster, Türen sowie für Möbel genutzt. Aufgrund seiner gleichmäßigen Struktur eignet es sich auch für Profilhölzer, Leisten und sichtbare Anwendungen. Kiefernholz, zumeist imprägniert, thermisch oder anders behandelt, wird im Außenbereich für Spielplätze, Zäune, Gartenmöbel und Terrassen verwendet. Schwächeres Kiefernholz wird in der Holzwerkstoffindustrie verarbeitet, etwa zu Span-, OSB-(Oriented Strand Board) und Faserplatten oder zur Palettenproduktion genutzt. Auch in der Zellstofferzeugung wird Kiefer verwendet. Schlechtere Qualitäten, Koppelprodukte der Holzernte und Sägenebenprodukte werden auch energetisch verwertet, etwa als Brennholz oder in Form von Hackschnitzeln und Pellets.

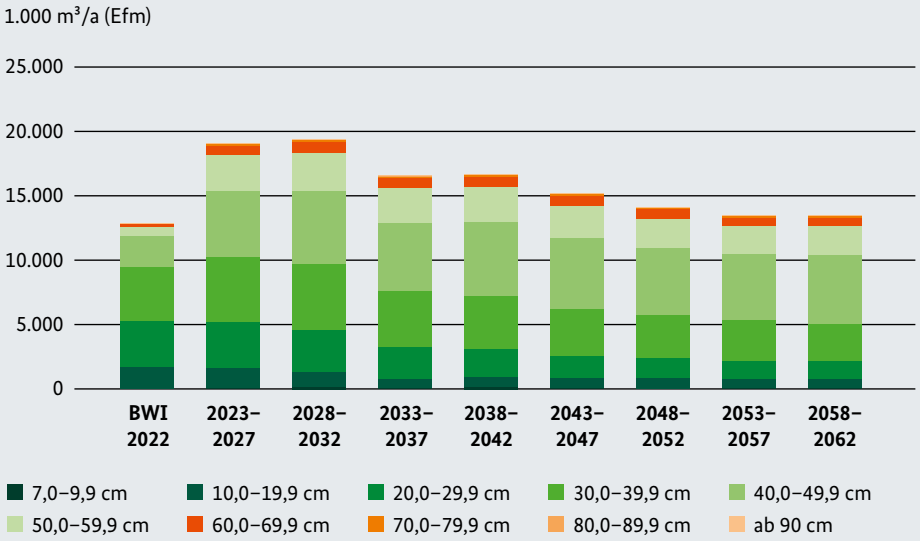
3.5.1 Potenzial und BWI-Nutzung

Das durchschnittliche jährliche Potenzial der nächsten 15 Jahre überschreitet die Nutzung nach BWI 2022 um ca. 43 %. Es sinkt dann im Verlaufe der Projektion auf das Niveau der BWI ab. Im BHD-Bereich von 40 cm ist über die ganze Projektion ein stabiles Potenzial. Allerdings zeigt sich bei dieser Baumart kein Einwachsen schwacher Dimensionen aus der Verjüngung von Kalamitätsflächen.

Wie sonst keine andere Baumart ist die Kiefer mit einem Land verbunden: Brandenburg. Das Potenzial der Baumartengruppe Kiefer wird in Deutschland durch Brandenburg wesentlich beeinflusst. 28 % des Kiefernpotenzials kommt aus Brandenburg. Umgekehrt prägt die Kiefer den Wald in Brandenburg. Sie ist dort die wichtigste Baumart, bestockt ca. 57 % der dortigen projizierten Waldfläche und macht 67 % des dortigen Potenzials aus.

Auch wenn die Waldumbaumaßnahmen der letzten Jahrzehnte in den Ergebnissen der BWI vor allem in der Verjüngung und Schichtigkeit sichtbar werden, bleibt die Weiterentwicklung der großflächigen Kiefernbestände in strukturierte Mischwälder weiterhin die zentrale Aufgabe für alle Waldbesitzer in Brandenburg. Entsprechend der Waldentwicklungsplanung sollen reine Nadelwälder im Jahr 2050 nur noch auf weniger als 50 Prozent der Waldfläche vorkommen. Die von Brandenburg in WEHAM gewählten Steuerparameter sollen Waldumbaupotenziale darstellen und abbilden, dass Einzelbaumstabilität geför-

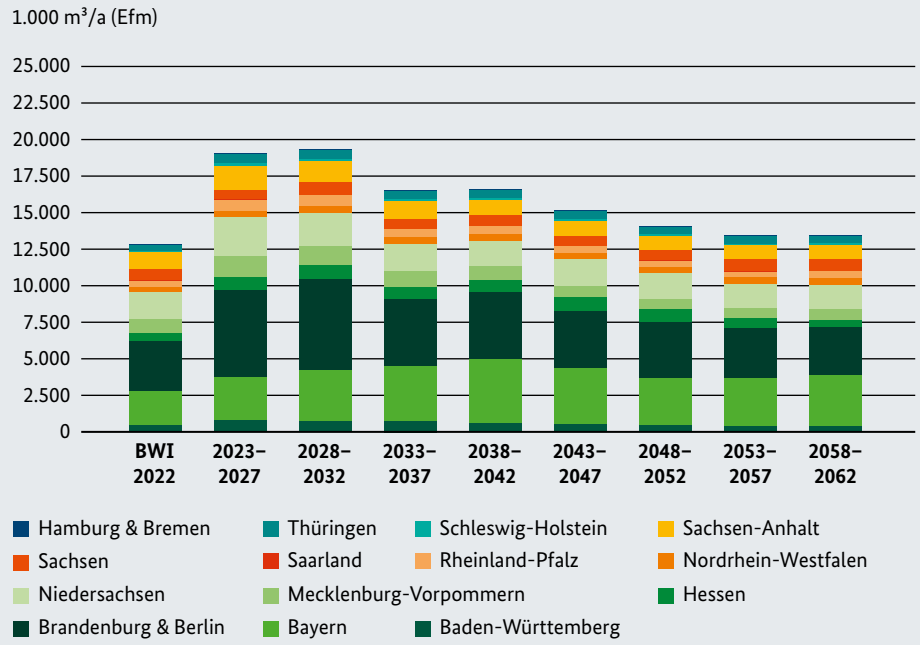
BWI-Nutzung und Potenzial der Holzartengruppe Kiefer nach BHD und Periode



Basis: Holzboden, begehbar, ohne Lücken im Bestand

Abbildung 27

BWI-Nutzung und Potenzial der Holzartengruppe Kiefer nach Land und Periode



Basis: Holzboden, begehbar, Bäume ab 7 cm BHD aller Bestandesschichten

Abbildung 28

dert und Verjüngung initiiert wird. Die Eigentumsstruktur geht ein beispielsweise durch hohe Zielbestockungsgrade und langen Zeiten zwischen den Eingriffen im Kleinprivatwald entsprechend der bisher beobachteten geringen Bewirtschaftungsintensität.

Die Länder Bayern und Niedersachsen steuern weitere wesentliche Anteile am Kiefernpotenzial bei. Die regionale Verteilung ändert sich im Zeitablauf. In Brandenburg und Niedersachsen sinkt das Potenzial nach dem ersten Jahrzehnt, in Bayern kulminiert es zur Mitte des Projektionszeitraumes.

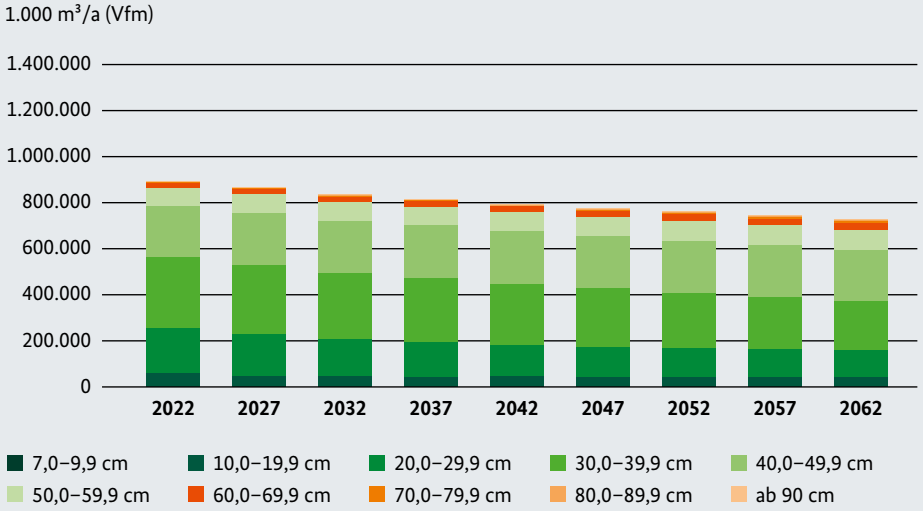
3.5.2 Verbleibender Bestand

Die Entwicklung der Holzartengruppe wird geprägt durch die Kiefer. Der Vorrat der Kiefer nimmt ab, entsprechend der abnehmenden Fläche. Der Vorrat der Lärche bleibt demgegenüber weitgehend konstant trotz eines Flächenrückgangs um 10 %, deren mittlere Durchmesser und ihr Hektarvorrat steigen an.

Der Zuwachs der Kiefer sinkt um 15 %, was durch die steigenden mittleren Durchmesser und dem damit einhergehenden zunehmendem mittleren Alter bedingt ist.

Der Zuwachs der Lärche steigt zuerst noch um 5 % an, um dann 4 % unter das Ausgangsniveau zu sinken.

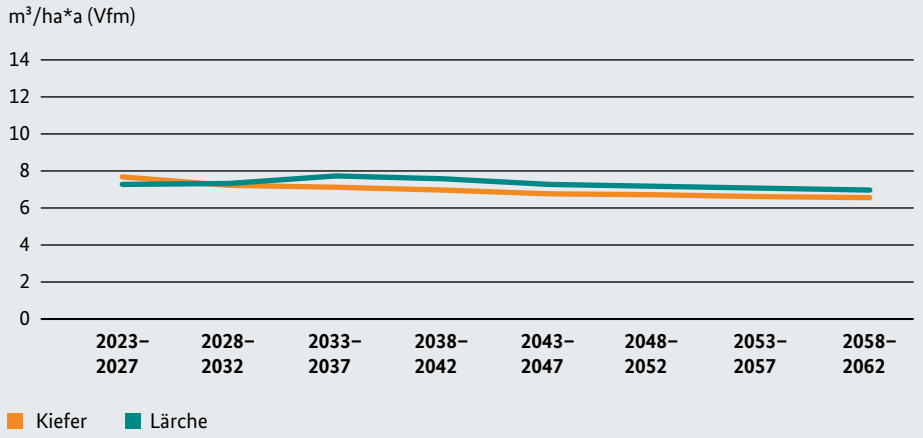
Vorrat der Holzartengruppe Kiefer nach BHD und Projektionsjahr



Basis: Holzboden, begehbar, ohne Lücken im Bestand

Abbildung 29

Projizierter Zuwachs der Baumartengruppen Kiefer und Lärche nach WEHAM Periode



Basis: Hauptbestand

Abbildung 30

3.5.3 Modelleinstellungen

Bei Kiefer und Lärche als Lichtbaumarten mit starkem Jugendwachstum beginnt die Durchforstung im Vergleich zu anderen Baumartengruppen relativ früh. Die Produktionszeiten und Zielstärkedurchmesser entsprechen denen anderer Baumartengruppen. Der relativ hohe Wert einer maximalen Zielstärke von "200" ist singulär und simuliert ein Stehenlassen im Wald, da in diesem speziellen Einzelfall für die Kiefer die Produktionszeit auf quasi unendlich hohen Wert gesetzt wurde.

TABELLE 8: **Steuerparameter zum Nutzungsmodell der Holzartengruppe Kiefer**

Steuerparameter-Nutzung	**Kiefer**			**Lärche**		
	Min.	**Med.**	**Max.**	**Min.**	**Med.**	**Max.**
Produktionszeit (Jahre)	110	140	200	120	130	160
Durchforstungsbeginn im Alter (Jahre)	10	17	30	10	20	25
Durchforstungsbeginn bei Mittelhöhe (m)	5	10	13,5	5	10	15,5
maximale Zielstärke (cm)	20	50	200	20	60	70
maximale Zielstärken-Entnahmeprozent (%)	10	50	100	10	50	100

TABELLE 9: **Steuerparameter zum Sortierungsmodell der Holzartengruppe Kiefer**

Steuerparameter-Nutzung	**Kiefer**			**Lärche**		
	Min.	**Med.**	**Max.**	**Min.**	**Med.**	**Max.**
Stammholzzopf (cm)	12	30	61	12	40	61
Aufarbeitungszopf (cm)	7	9	13	7	8	13
Aufarbeitungs-BHD (cm)	7	10	23	10	10	23

3.6 Holzartengruppe Eiche – sehr hohes Potenzial

Die Holzartengruppe Eiche fasst alle Eichenarten in Deutschland zusammen. Sie ist mit 9 % Anteil am Rohholzpotenzial die kleinste Holzartengruppe, wenngleich sie mit 12 % einen vergleichsweise hohen Anteil an der Fläche hat. WEHAM schätzt für die Holzartengruppe Eiche im Mittel des Projektionszeitraums ein potenzielles Rohholzaufkommen von 6,5 Mio. m³/a. Eichenholz zählt zu den wertvollsten heimischen Laubhölzern. Bei guter, astfreier Qualität erzielen Eichenstämme für Furniere auf Versteigerungen Spitzenpreise. Eichenholz ist vielseitig einsetzbar und wird im Innenbereich für Möbel, Parkett, Dielen und Treppen verwendet. Aufgrund seiner Festigkeit und natürlichen Dauerhaftigkeit sowie Witterungsbeständigkeit wird Eichenholz auch für den konstruktiven Holzbau (z. B. Fachwerk) genutzt. Im Außenbereich findet es Anwendung für Brücken, Weichenschwellen, Türen, Fenster, Terrassen oder Spielplätze. Auch in vielen traditionellen Nutzungsformen wie für die Herstellung von Fassdauben und für Zäune wird Eiche verwendet. Schwächere Dimensionen werden zur Herstellung von Holzwerkstoffen wie Span- oder Faserplatten genutzt. Als Koppelprodukt der Holzernte und bei schlechteren Qualitäten spielt die energetische Nutzung (Brennholz) eine Rolle.

3.6.1 Potenzial und BWI-Nutzung

Das durchschnittliche jährliche Potenzial der nächsten 15 Jahre überschreitet die Nutzung nach BWI 2022 um das 2,6-fache . Es steigt danach noch weiter an. Die periodischen Schwankungen der ersten zwei Jahrzehnte entstehen bei einem Zusammentreffen relativ langer Eingriffsintervalle (7–10 Jahre) mit kurzen Projektionsperioden (5 Jahre). An einigen Stichprobenpunkten wird in diesem Fall nur in jeder zweiten Periode ein Eingriff simuliert.

Das Rohholzpotenzial der Eiche wurde in der BWI 2022-Periode nicht ausgenutzt. Entsprechend liegt das künftige Rohholzpotenzial im Vergleich zur Nutzung der BWI 2022 so hoch. Es ist also reichlich Holz für eine Nutzung vorhanden. Auch bei dieser Baumart wirkt sich die flächenmäßig häufige Verjüngung auf Kalamitätsflächen durch eine Zunahme des Rohholzpotenzials geringer Durchmesser in 20 Jahren aus.

Regionale Schwerpunkte des Eichen-Potenzials liegen in Bayern, Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen und Rheinland-Pfalz.

3.6.2 Verbleibender Bestand

Selbst bei dem hohen und noch steigenden Potenzial steigt der Vorrat ab der zweiten Hälfte des Projektionszeitraumes wegen der steigenden Flächenanteile noch an. Die Vorräte je Hektar bleiben stabil.

Die Verhältnisse der Stärkeklassen bleiben im Projektionszeitraum gleich.

118.000 ha Eichen-Lebensraumtypen in Deutschland zeigen die Bedeutung der Eiche für den Naturschutz. Diese Lebensraumtypen sind historisch überwiegend durch Bewirtschaftung entstanden, z. B. ehemalige Hutewälder. Nur durch eine weitere zielorientierte Bewirtschaftung können diese Flächen in demselben Umfang als Lebensraumtypen erhalten werden.

Integriert ein Betrieb aktiv Naturschutzziele in die Bewirtschaftung und verzichtet auf die Nutzung von Rohholz, indem er Totholz und Biotopbäume im Bestand belässt, so reduziert dies das Rohholzpotenzial. Solche betrieblichen Maßnahmen kann WEHAM nicht abschätzen.

Der Einwuchs junger Eichen in das Derbholz lässt den Zuwachs in den kommenden Jahrzehnten steigen.

BWI-Nutzung und Potenzial der Holzartengruppe Eiche nach BHD und Periode

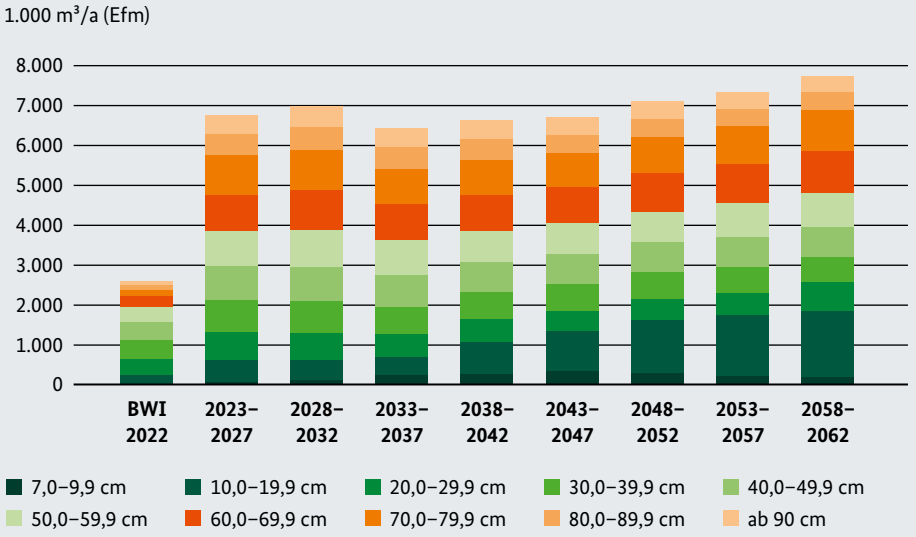


Abbildung 31 *Basis: Holzboden, begehbar, ohne Lücken im Bestand*

BWI-Nutzung und Potenzial der Holzartengruppe Eiche nach Land und Periode

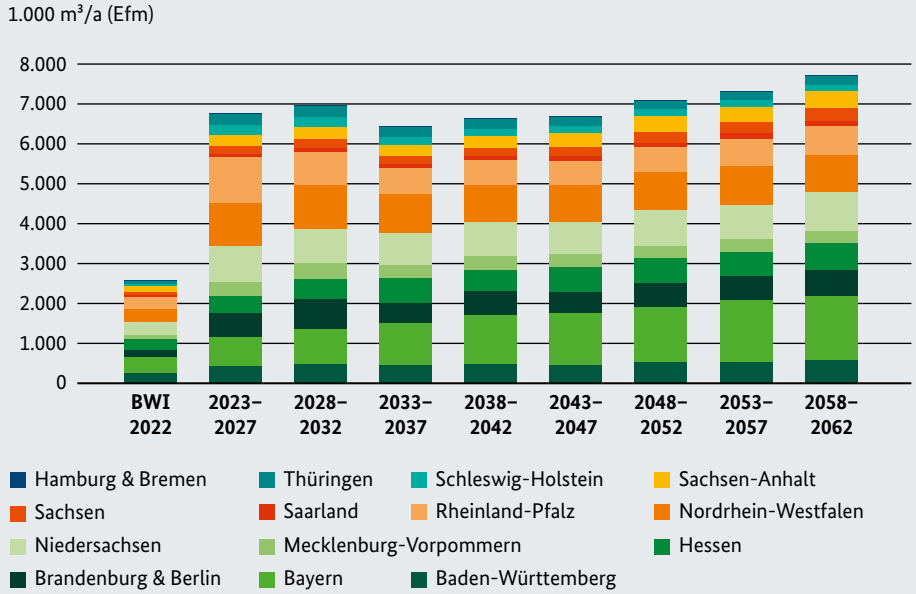
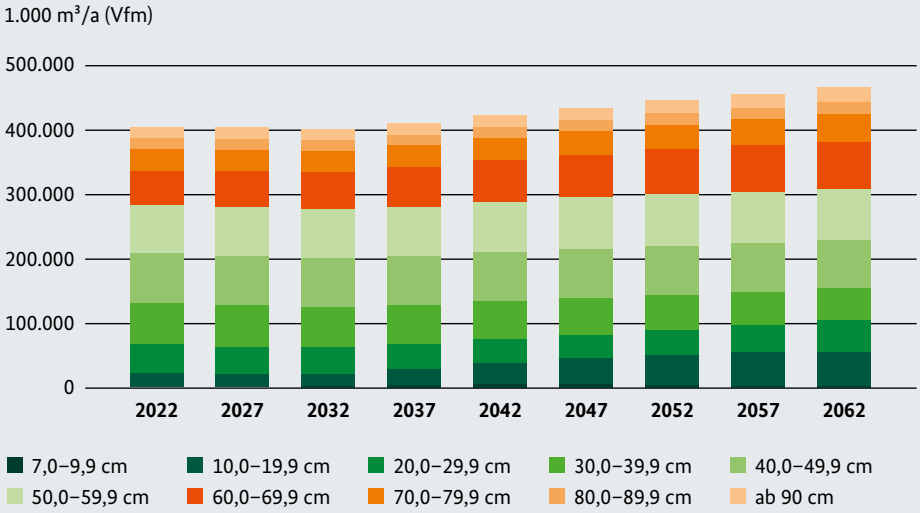


Abbildung 32 *Basis: Holzboden, begehbar, ohne Lücken im Bestand*

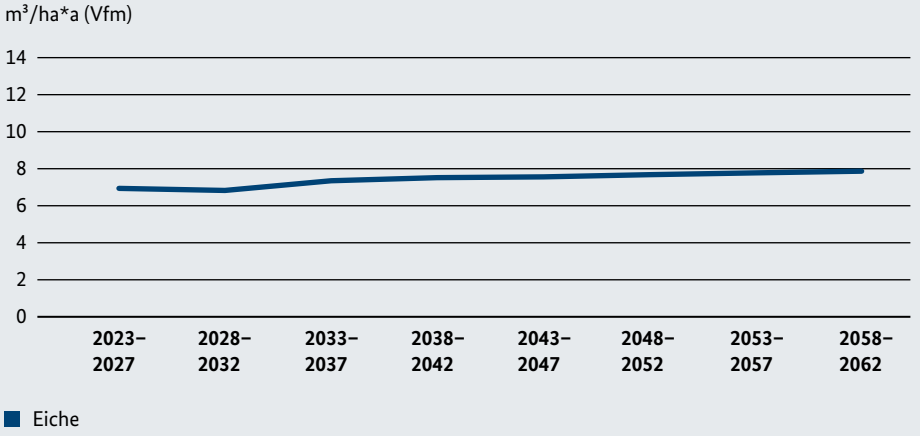
Vorrat der Holzartengruppe Eiche nach BHD und Projektionsjahr



Basis: Holzboden, begehbar, ohne Lücken im Bestand

Abbildung 33

Projizierter Zuwachs der Baumarten Eiche nach WEHAM Periode



Basis: Hauptbestand

Abbildung 34

3.6.3 Modelleinstellungen

Die Eiche ist die Baumartengruppe mit der längsten Produktionszeit und den größten Zieldurchmessern, bedingt durch ihren langsamen Wuchs und dem waldbaulichen Ziel, starkes Wertholz zu erzielen.

TABELLE 10: **Steuerparameter zum Nutzungsmodell der Eiche**

Steuerparameter-Nutzung	**Eiche**		
	Min.	**Med.**	**Max.**
Produktionszeit (Jahre)	160	200	400
Durchforstungsbeginn im Alter (Jahre)	20	30	35
Durchforstungsbeginn bei Mittelhöhe (m)	5	12	14
maximale Zielstärke (cm)	40	70	300
maximale Zielstärken-Entnahmeprozent (%)	10	50	100

TABELLE 11: **Steuerparameter zum Sortierungsmodell der Eiche**

Steuerparameter-Nutzung	**Eiche**		
	Min.	**Med.**	**Max.**
Stammholzzopf (cm)	20	30	60
Aufarbeitungszopf (cm)	7	12	20
Aufarbeitungs-BHD (cm)	10	20	35

4

Nebenbestand und Ernte-verluste – nicht zu vergessen

4.1 Nebenbestand – was war und was kommt

Der Nebenbestand setzt sich aus Ober- und Unterstand zusammen. Diese Schichten machen bei der BWI 2022 zwar nur 4 % des Holzvolumens aus. Ihre Bedeutung für den Wald ist jedoch weit höher einzuschätzen. Die Schichten bereichern die Struktur des Waldes, bieten Lebensraum und sind wichtig für den aktuellen Wert und die zukünftige Entwicklung des Waldes. Durchmesser und Stammzahl verdeutlichen die unterschiedliche Wirkung der Schichten. Im Oberstand stehen 1 % des Volumens und mit überwiegend starken Durchmessern 0,4 % aller Stämme, im Unterstand mit fast 3 % des Volumens mit geringem BHD, aber 18 % aller Stämme.

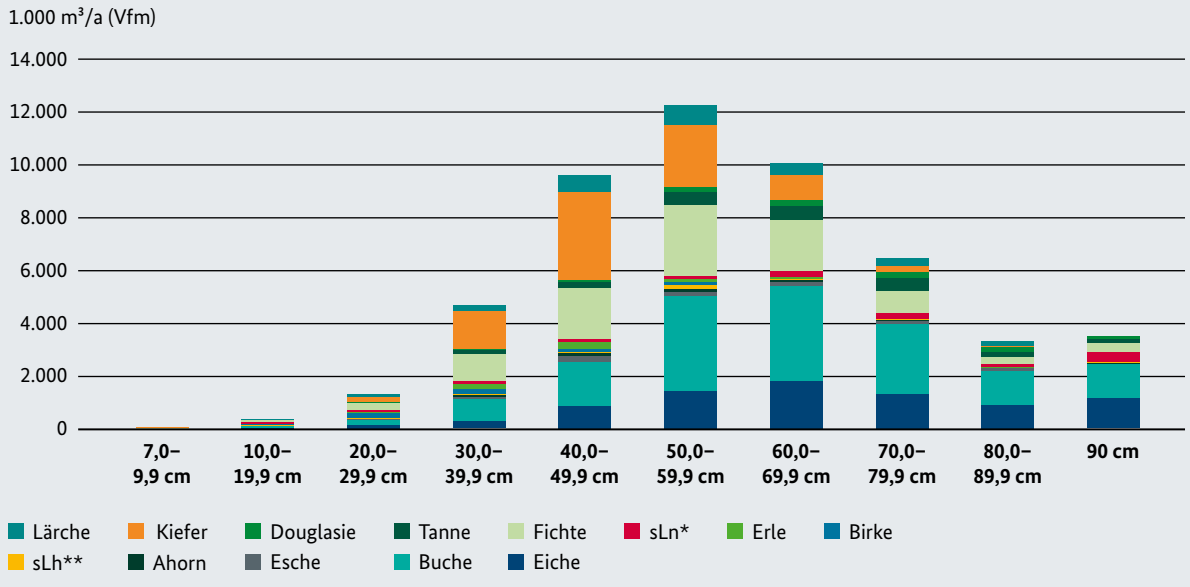
Der Oberstand mehrschichtiger Bestände wird geprägt von oft hiebsreifen Fichten, Kiefern und Lärchen, ab 60 cm BHD von Buchen und Eichen. 45 % des Volumens hat einen BHD von 60 cm und mehr. Der Oberstand ist ein wichtiger Faktor für den Wert eines Bestandes. Bäume sollen lange wachsen können, ggf. sogar eine zweite Bestandesgeneration hindurch, und große Durchmesser erreichen, um wertvolles Holz produzieren zu können.

Im Unterstand wächst vielfach die Zukunft des Waldes heran. 62 % des Volumens sind dünner als 20 cm BHD. Als Ergebnis der erwünschten und geförderten waldbaulichen Umbaumaßnahmen der letzten Jahre und Jahrzehnte in Deutschland wird der Unterstand mehrschichtiger Bestände von Buchen (29 % Anteil am Vorrat des Unterstandes) sowie anderen Laubbäumen hoher Lebensdauer (11 %) geprägt. Die Laubbäume machen am Volumen 66 % aus. Auch Fichten spielen mit 24 % am Volumen nach wie vor eine wichtige Rolle im Unterstand und damit in der nächsten Waldgeneration.

Das Potenzial des Nebenbestandes beträgt 4,8 Mio. m³/a im Durchschnitt des Prognosezeitraums. Das sind 6 % des Rohholzpotenzials. Ein überdurchschnittlich hohes Potenzial wird in den ersten beiden Perioden ausgewiesen. Möglicherweise ist dies ein Artefakt bedingt durch den Modellstart. Über die ersten drei Perioden gemittelt beträgt das Potenzial des Nebenbestandes 6,2 Mio. m³/a. Dies sind 7 % des Rohholzpotenzials.

Das Potenzial des Nebenbestandes wird vor allem von den Baumartengruppen Fichte und Buche gebildet. Der Anteil mit BHD 10 bis 20 cm am Potenzial macht im Mittel des Prognosezeitrums 65 % aus, von den Baumarten überwiegen Buchen und Fichten. Auch diese Auswertung zeigt die große waldbauliche Aufgabe, die in der Verjüngung der großflächigen Kalamitätsflächen in zwei Jahrzehnten heranwächst.

BWI 2022-Vorrat des Oberstandes nach Baumartengruppe und BHD

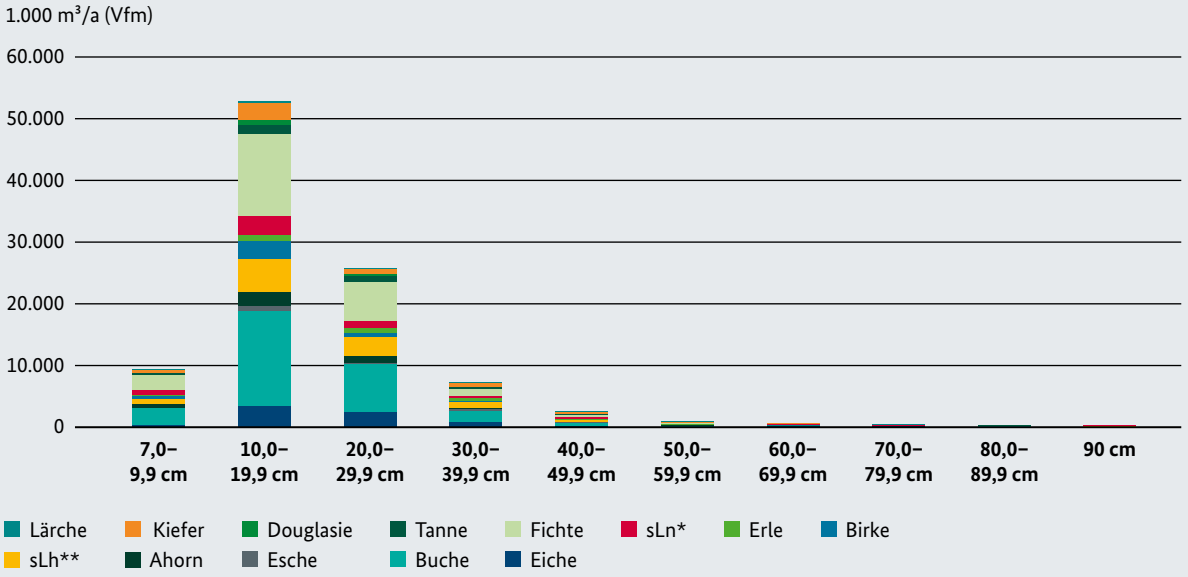


Basis: Holzboden, begehbar, ohne Lücken im Bestand

* *Sonstige Laubbäume mit niedriger Lebensdauer*
** *Sonstige Laubbäume mit hoher Lebensdauer*

Abbildung 35

BWI 2022-Vorrat des Unterstandes nach Baumartengruppe und BHD

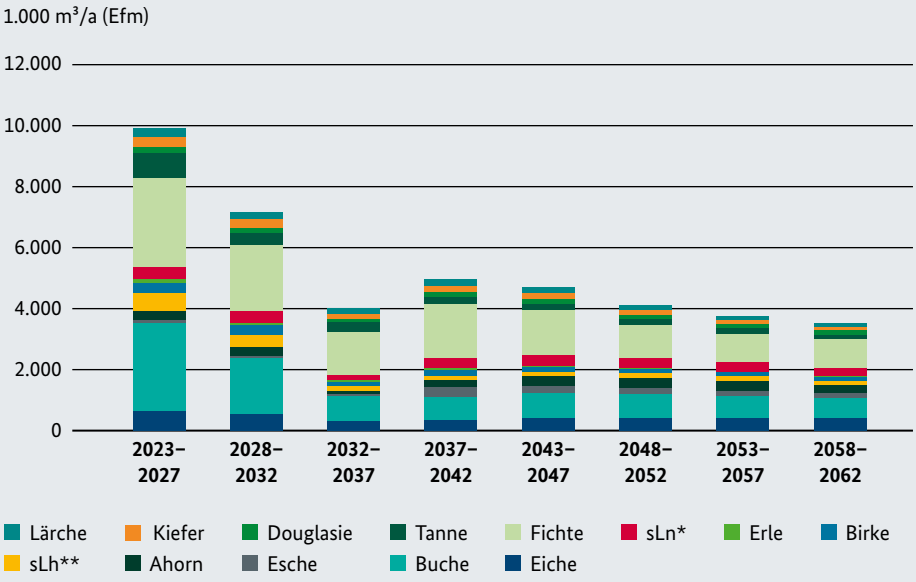


Basis: Holzboden, begehbar, ohne Lücken im Bestand

* *Sonstige Laubbäume mit niedriger Lebensdauer*
** *Sonstige Laubbäume mit hoher Lebensdauer*

Abbildung 36

Potenzial des Nebenbestandes nach Baumartengruppe und Periode

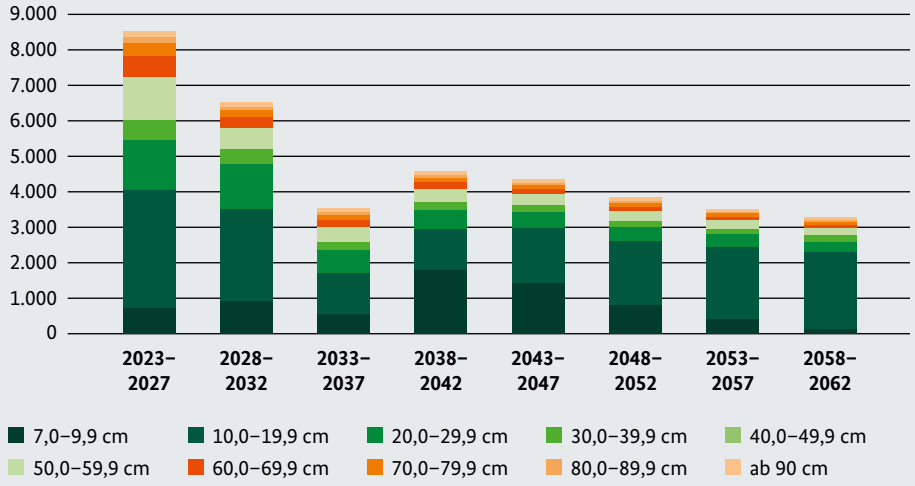


Basis: Holzboden, begehbar, ohne Lücken im Bestand

* *Sonstige Laubbäume mit niedriger Lebensdauer*
** *Sonstige Laubbäume mit hoher Lebensdauer*

Abbildung 37

Potenzial des Nebenbestandes nach BHD und Periode



Basis: Holzboden, begehbar, ohne Lücken im Bestand

Abbildung 38

4.2 Ernteverluste und Mortalität – was im Wald bleibt

Zustand und Entwicklung der lebenden Bäume (= stehender Holzvorrat) werden in Vorratsfestmeter gemessen und simuliert. Durch Modellierung von Nutzung und Mortalität scheiden Bäume aus dem lebenden Bestand aus. Deren Vorrat bildet den sogenannten Abgang (ebenfalls in Vorratsfestmeter). Die Nutzung (je nach Baumart zwischen 90 % und 99 % des gesamten Abgangs) durchläuft das Sortierungsmodul und wird nach dem in Abbildung 43 gezeigten Schema in Sortimente unterteilt, wobei das Volumen der Sorten in Erntefestmetern (verwertbar und unverwertbar) unter Abzug von Rinde und Ernteverlusten (Stubben, Äste, Sägeschnitte, Überlängen usw.) bestimmt wird.

Bei der Holzartengruppe Fichte bleibt dadurch im Durchschnitt über den Projektionszeitraum pro Vorratsfestmeter Nutzung etwa 0,8 Erntefestmeter an Rohholzpotenzial übrig, von dem wiederum 87 % Stammholz und 7 % Industrieholz und damit verwertbare Sorten sind. Der Rest fällt als X-Holz (5 %) und sonstiges Derbholz (1 %) und damit als nicht verwertbare Sortimente an. Diese Anteile entsprechen in etwa den bei der Bundeswaldinventur ermittelten Werten.

Der Abgang aus Mortalität gehört nicht zum Potenzial. Die Mortalität beträgt etwa 4 % des Abgangs.

5

Risiko – immer mitzudenken

Stürme, Trockenheit und Dürre, Schädlinge und Waldbrände können in kurzer Zeit Bäume und ganze Waldbestände schwächen und abtöten. Ein Teil der Bäume wird genutzt werden, ein anderer Teil verbleibt als Totholz im Wald, verrottet, geht als Humus in den Boden oder als Emission in die Atmosphäre.

Kalamitätsmengen, die das geplante Einschlagsniveau übersteigen oder Ereignisse, die die Waldstruktur, insbesondere Baumarten- und Altersverteilung, deutlich verändern, wirken sich auf das Potenzial zum Zeitpunkt des Ereignisses, aber auch auf das der folgenden Jahre und Jahrzehnte aus. So hat z. B. der Ausfall produktiver mittelalter Fichtenbestände in den Jahren 2018–2021 das Nutzungspotenzial für die nächsten Jahre reduziert, da auf vielen geschädigten Flächen jetzt Jungbestände stehen. Diese können ab Mitte des Jahrhunderts allein aufgrund ihres Alters einen größeren Zuwachs aufweisen als die Vorgängerbestände es zu dem Zeitraum leisteten. Das Nutzungspotenzial wäre dann irgendwann sogar höher, als es ohne die Kalamitäten gewesen wäre.

Zeitpunkt, Art und Ausmaß einer Kalamität sind nicht vorhersehbar. Die Ausgangskonstellation der Ereignisse ab 2018 und der zeitliche Verlauf der Witterungsextreme dabei lassen sich z. B. in vielen aktuellen Klimamodellen nicht abbilden und sind in Modellläufen für zukünftige Klimaentwicklungen nicht zu identifizieren. Gleiches gilt für Sturmereignisse oder Waldbrände. Kalamitäten könnten als zufällige Ereignisse modelliert werden, wobei aber der Zeitpunkt des Eintretens und die Auswirkungen die Ergebnisse insgesamt beeinflussen und man nicht wie hier eine einzelne Referenzlinie projizieren könnte, sondern z. B. aus einer Vielzahl von Modellläufen mit jeweils zufälligen Kalamitätsereignissen einen Mittelwert bilden müsste. Da das hier vorgelegte WEHAM-Basisszenario für ein Fachpublikum entwickelt wurde, wird davon ausgegangen, dass die Möglichkeit von Kalamitäten und deren Folgen bei der Bewertung der Ergebnisse permanent mitgedacht wird.

Die Eintrittswahrscheinlichkeit einer Störung und ihre Auswirkung hängen von der Stärke der Störung ab (z. B. Windgeschwindigkeit), aber auch von der Empfindlichkeit eines ihr ausgesetzten Bestandes. Diese steigt in Bezug auf z. B. Stürme mit Alter und Höhe der Bäume an und wird durch Bewirtschaftungsmaßnahmen beeinflusst. Es gibt dabei keine „Generallösung", die überall, in verschieden alten Beständen verschiedener Baumarten (-mischungen) immer richtig wäre und den Wald gegen jede Störungsursache resistenter machte. Auch kann eine Maßnahme (z. B. Durchforstung zur Erhöhung der Einzelbaumstabilität) die Resilienz eines Bestandes kurzfristig herabsetzen, sie aber nach mehreren Jahren erhöhen. Unterbleibt eine Durchforstung, kann ein Bestand im Laufe der Zeit empfindlicher gegenüber Störungen werden. Sein Risiko, einer Kalamität zum Opfer zu fallen, steigt.

Die Zuwachsfunktionen berücksichtigen Witterungseinflüsse auf das Wachstum der Bäume der letzten Inventurperiode. Das erfasst nicht die Kalamitäten an sich, aber die subletalen Auswirkungen dieser Periode. Mögliche Entwicklungen des Waldes unter Berücksichtigung verschiedener Klimabedingungen sind für den Projektionsbericht der Bundesregierung (Wehnemann et al. 2025)[3] erstellt worden (Rock et al. 2025)[4]. Sie nutzen die gemessenen Veränderungen zwischen den Bundeswaldinventuren 2012 und 2022 sowie der Kohlenstoffinventur 2017. Somit ergeben sich drei Projektionen mit

a) günstiger Entwicklung (wie zwischen 2012 und 2017),
b) ungünstiger Entwicklung (wie in der Periode 2017–2022) und
c) mittlerer Entwicklung (wie in der Periode 2012–2022).

Im Gegensatz zur hier vorliegenden WEHAM wird die Bewirtschaftung des Waldes der jeweiligen Zeiträume quasi konstant fortgeschrieben und nicht separat modelliert.

3 Wehnemann, K., Koßmann, M., Purr, K., Pagel, M., Steinbrenner, I., Voß-Stemping, J. (2025). Treibhausgas-Projektionen 2025 – Ergebnisse kompakt, Dessau-Roßlau, UBA. 38 S. DOI: https://doi.org/10.60810/openumwelt-7821

4 Rock J, Adam S, Bender S, Dunger K, Rüter S, Stümer W (2025) Effects of the 2018–2020 disturbances on the projected carbon balance of German forests and LULUCF climate protection targets. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 20 p, Thünen Working Paper 268, DOI:10.3220/253-2025-33 https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn069665.pdf

6

WEHAM und die Klimaschutz-Ziele

WEHAM dient der Schätzung des Rohholzpotenzials und nicht der Treibhausgas-Modellierung. Das ermittelte Rohholzpotenzial ist eine theoretische Größe. Demgegenüber ist es die Aufgabe der Projektionsberichts, eine wahrscheinliche Entwicklung abzubilden und die Wirkung von Maßnahmen zu schätzen. Dennoch liefert auch WEHAM Zahlen zur Treibhausgasentwicklung, die Zusammenhänge erläutern helfen.

Die Klimaschutzleistung des Waldes wird durch die Veränderung des Kohlenstoff-Vorrats in den Speichern „lebende Biomasse", „Totholz", „Boden und Streu" und „Holzprodukte" im Treibhausgasinventar gemessen und im Sektor LULUCF („Land Use, Land-Use Change and Forestry" – Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft) verbucht. Dieser Sektor war über lange Jahre eine Senke, d. h. es wurden mehr Treibhausgase gebunden als emittiert. Den größten Anteil hieran hatte die „lebende Biomasse" im Wald, die die Emissionen aus z. B. organischen Böden mehr als ausgeglichen haben. In den letzten Jahren hat sich dies verändert. Durch neu zu berücksichtigende Speicher (künstliche Gewässer, z. B. Fischteiche) und bessere Verfahren zur Bestimmung von Treibhausgasen sowie die Folgen der Kalamitäten der letzten Jahre wurde der Sektor zu einer Quelle. Mit der vorliegenden WEHAM lässt sich abschätzen, wie sich der Speicher „lebende Biomasse" in den kommenden 40 Jahren entwickeln könnte und welchen Einfluss dies auf die Klimaziele Deutschlands hätte, wenn das Potenzial tatsächlich genutzt würde.

Die im WEHAM-Basisszenario projizierte Entwicklung der Kohlenstoffmenge in der lebenden Wald-Biomasse zeigt in den ersten beiden Projektionsperioden jährliche Emissionen von 12,23 Mio. t CO_2 bzw. 7,54 Mio. t CO_2 (Tabelle 12). Ab der dritten Periode (2033–2037) wirkt die lebende Biomasse als Senke, für zwei Perioden mit ca. −2,5 Mio. t CO_2, danach bis ca. 2057 mit ca. −9 Mio. t CO_2 und zum Ende der Projektionen mit wieder sinkender Tendenz ca. −6 Mio. t CO_2. Die Entwicklung ist damit unter Klimaschutzgesichtspunkten etwas negativer als die in Kapitel 7 genannte, mit einem anderen Modell und

anderer Herangehensweise als das WEHAM-Basisszenario erstellte, „mittlere" Projektion aus dem Projektionsbericht 2025, die eine kontinuierliche jährliche Senkenleistung der „lebenden Biomasse" von fast −10 Mio. t CO_2 projiziert.

Zur Gesamtbilanz des Waldes gehören noch die Speicher „Totholz", „organische Böden", „mineralische Böden", „Streu" und „Holzprodukte" (HWP – „harvested wood products"). Totholz war in den letzten Jahren eine Senke, da der entsprechende Vorrat ständig zugenommen hatte. Dieser Speicher wird durch abgestorbene Bäume (natürliche Mortalität) und Einschlagsreste, die im Wald verbleiben, gespeist. Die Einschlagsmenge geht im Verlauf der Projektion zurück. Somit wird auch dieser Speicher bei Ausbleiben von Störungen zumindest zeitweise zu einer Quelle, da mehr Totholz abgebaut wird als hinzukommt. Die mineralischen Waldböden sind aktuell eine (geringe) Senke, die organischen eine leichte Quelle für CO_2. Die Änderungen bei der Streuauflage sind unbedeutend.

Die Kohlenstoffvorräte im Wald und der Kohlenstoffspeicher in Holzprodukten (HWP, engl. Harvested Wood Products") verhalten sich wie „kommunizierende Röhren":

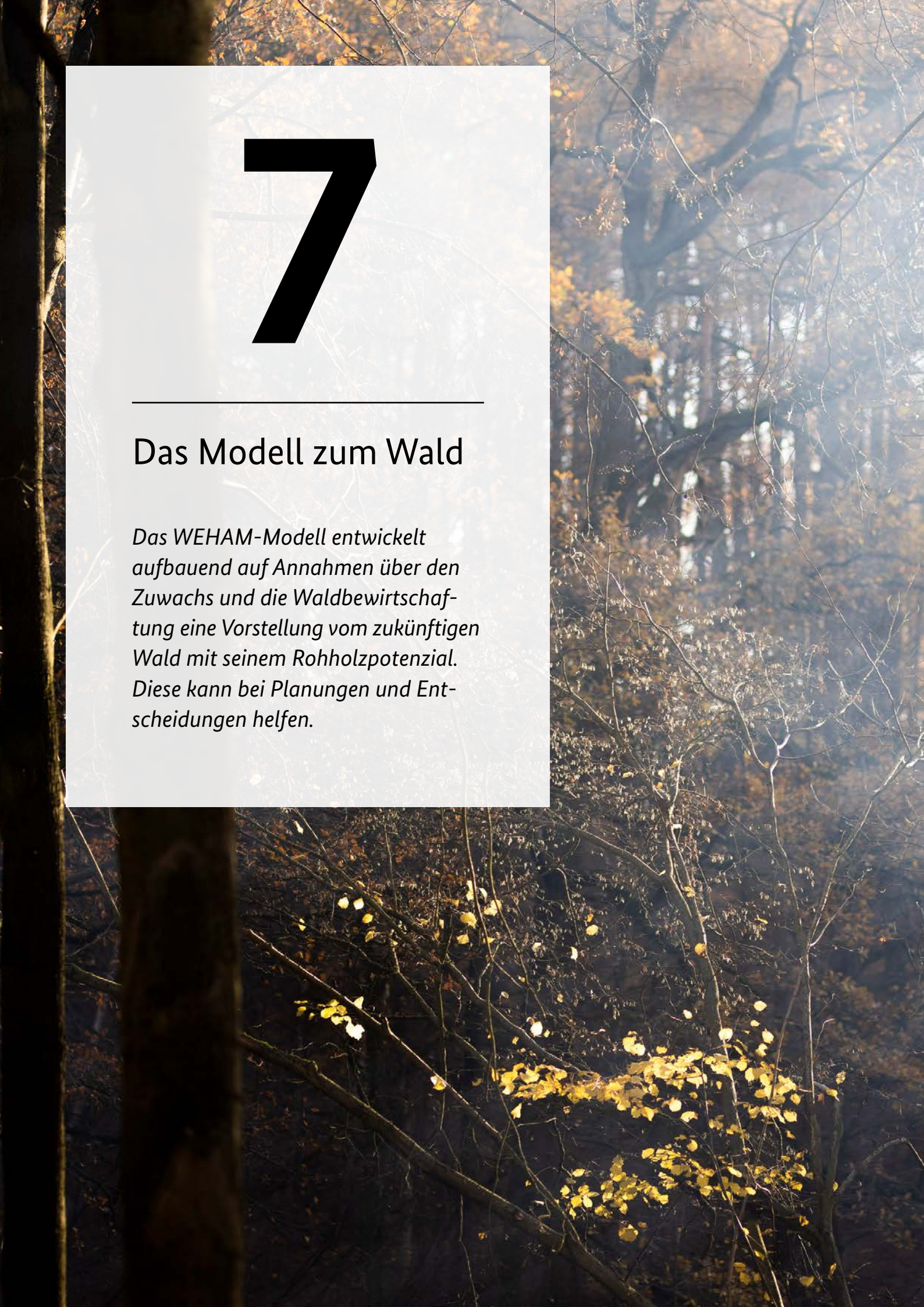
TABELLE 12: **Nettoemissionen aus dem Speicher „lebende Biomasse"**

Nettoemissionen	2023–2027	2028–2032	2033–2037	2038–2042	2043–2047	2048–2052	2053–2057	2058–2062
lebende Biomasse (Mio. t CO_2)	12,2	7,5	−2,8	−2,3	−8,4	−9,2	−8,1	−5,8
Holzprodukte (HWP) (Mio. t CO_2)	−11,0	−9,6	−3,7	−5,0	−1,2	−1,2	−1,7	−2,5

Wird im Wald Holz eingeschlagen und das Holz in Holzprodukte überführt, sinkt der Vorrat im Wald, und der Speicher in den HWP wird größer. Je nach Art und Dauer der Nutzung der Holzprodukte geht der eingebundene Kohlenstoff in den Folgejahren und -jahrzehnten dann wieder verloren. Die Verweildauer ist z. B. in Papier deutlich kürzer als in tragenden Bauteilen in Gebäuden. Die Emissionsbilanz der HWP eines Jahres wird also auch von den Zugängen in den Jahren und Jahrzehnten davor bestimmt. Geht der Einschlag und damit die Weiterverarbeitung des heimischen Rohholzes zu Holzwaren zurück, kann der HWP-Speicher daher dennoch im Netto als Senke wirken. Dabei wird Struktur und Art der Holzverarbeitung und Holzverwendung als konstant angenommen. Da sich die Höhe des Einschlags und die Anteile der Holzartengruppen am Einschlag ändern, hat dies Auswirkungen auf den Kohlenstoffvorrat in den HWP über die Zeit. Zu Beginn des Projektionszeitraums wirkt sich das große Rohholzpotenzial im Fall seiner Nutzung sehr stark aus, und die Senkenwirkung steigt stark an. Bei Ausnutzung des Potenzials im Verlauf der Projektion sinkt der Einschlag und der damit verbundene Zufluss in den HWP-Speicher bis ca. 2050 ab, die Senkenwirkung geht deutlich zurück. Erst gegen Ende des Projektionszeitraums steigen der Einschlag und damit die Senkenwirkung der HWP wieder leicht an (Tabelle 12). Würde das ausgewiesene Potenzial nur teilweise genutzt, wäre die zeitweise Senkenwirkung der HWP deutlich geringer, da der Zustrom an Kohlenstoff abnähme.

Wird das hier ermittelte Rohholzpotenzial nur teilweise ausgeschöpft, erhöhen sich die Kohlenstoffvorräte im Wald gegenüber der Projektion und die Nettoemissionen im Wald können günstiger sein als in dieser Projektion. Das nicht genutzte Potenzial bewirkt dann aber eine Verringerung der Vorräte im Holzproduktespeicher, was als Emission zu verbuchen wäre. Bei Fortschreiten des Klimawandels erhöht sich bei unterlassener Pflege gleichzeitig das Risiko für Kalamitäten im Wald.

Die Treibhausgas-Projektionen 2025 weisen für das Jahr 2030 eine erhebliche Ziellücke aus, die sich auch aus weitgehend methodischen Gründen gegenüber den Vorjahresdaten bereits deutlich erhöht hatte. Die Ergebnisse der Bundeswaldinventur haben dazu geführt, dass in den aktuellen Inventardaten weitere Emissionen hinzugekommen sind, die insbesondere auf die extremen Dürrejahre zwischen 2018 und 2022 zurückgehen. Sie zeigen, dass die Auswirkungen des Klimawandels auf den Wald stärker sind als zuvor angenommen. Wie schon die Projektionsberichte der Bundesregierung zeigt auch WEHAM, dass weitere Maßnahmen zu ergreifen sind, um die Klimaschutzziele zu erreichen.



7

Das Modell zum Wald

Das WEHAM-Modell entwickelt aufbauend auf Annahmen über den Zuwachs und die Waldbewirtschaftung eine Vorstellung vom zukünftigen Wald mit seinem Rohholzpotenzial. Diese kann bei Planungen und Entscheidungen helfen.

Die Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung schätzt die Entwicklung des Waldes und das potenzielle Rohholzaufkommen ausgehend von der Zustandserfassung der Bundeswaldinventur 2022 und anhand von Annahmen über die zukünftige Waldbewirtschaftung. Alle zugrundeliegenden Daten, Annahmen und Bedingungen, die das Modell steuern, sowie die Ergebnisse bilden zusammen ein sogenanntes Szenario. In dieser Broschüre wird das „WEHAM 2022-Basisszenario“ vorgestellt. Andere Modelleinstellungen sind denkbar. Wissenschaftlichen Studien bleibt es vorbehalten, Alternativ-Szenarien im Dialog mit Interessenvertretern aufzuarbeiten und darzustellen.

7.1 Basisszenario – Waldbehandlung gemäß den Erfahrungen und Erwartungen der Forstwirtschaft

Bund und Länder haben gemeinsam ein Szenario für die Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung entwickelt. Die Steuerparameter wurden auf der Datengrundlage der vierten Bundeswaldinventur erarbeitet. Dieses Szenario bildet die derzeit übliche waldbauliche Praxis aufgrund der Erfahrung der letzten Jahre und den Erwartungen an die kommenden Jahre ab. Daher wird es als „WEHAM 2022-Basisszenario“ bezeichnet.

Ändern sich die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen, die Waldbewirtschaftung oder die Waldstruktur z. B. durch Störungen wie große Windwürfe, Borkenkäferbefall oder Klimaänderungen, sind die Eingangsdaten zu aktualisieren und das Modell anzupassen. Man erhält ein anderes, neues Szenario.

Für die Biodiversität wichtige Faktoren können durch die WEHAM kaum modelliert werden. Zum Beispiel kann die Entstehung von Totholz modellbedingt nur in ungenutztem Wald modelliert werden. Die Zersetzung von Totholz kann derzeit nicht modelliert werden. Mangels Modellgrundlagen gar nicht modelliert werden Aspekte wie Biotopbäume. Die Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung kann daher zur Diskussion der Biodiversität kaum Aussagen beitragen. Allenfalls die Altersklassenentwicklung des Waldes wäre hier zu nennen, da Informationen zum Anteil alter und reifer Waldentwicklungsphasen naturschutzfachlich hohe Bedeutung zukommt.

7.2 Datengrundlage Bundeswaldinventur

Die Ausgangslage der Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung bildet der Waldzustand, wie er sich aus den Daten der Bundeswaldinventur darstellt. Die BWI ist eine terrestrische Stichprobeninventur. Sie wurde nach 1987 im Jahr 2002 zum ersten Mal im wiedervereinigten Deutschland durchgeführt und mit Stichjahr 2012 und 2022 wiederholt.

Inventurtrupps haben die Daten in den Jahren 2021 und 2022 an fast 80.000 Stichprobenpunkten im Wald erhoben. Diese befinden sich in einem systematischen Stichprobennetz, das ganz Deutschland in einem Raster von 4 x 4 Kilometern überzieht und am Gauß-Krüger-Koordinatensystem orientiert ist. Einige Länder haben das Netz auf 2,83 km x 2,83 km bzw. 2 km x 2 km verdichtet, um genauere Aussagen zu bekommen. Jeder Schnittpunkt des Gitternetzes ist die südwestliche Ecke eines quadratischen Inventurtraktes mit einer Seitenlänge von 150 m. Die Traktecken sind die Mittelpunkte der Stichproben.

An jeder Traktecke im Wald erfassen die Inventurtrupps unter anderem die Baumart, Durchmesser und Höhe von Probebäumen sowie Daten zur Waldstruktur und zum Totholz. Die Stichprobenbäume wurden durch eine Winkelzählprobe mit Zählfaktor 4 ausgewählt. Insgesamt wurden über 150 verschiedene Merkmale an einer Ecke aufgenommen.

Die für die Schätzungen des potenziellen Rohholzaufkommens bedeutungsvollen BWI-Daten sind insbesondere Baummerkmale wie Baumart, Brusthöhendurchmesser, Baumhöhe, Anzahl der Bäume je Probekreis und die Bestandesschicht. Außerdem berücksichtigt WEHAM Merkmale wie Eigentumsart, Land oder bestehende Nutzungseinschränkungen.

BWI-Stichprobennetz in Deutschland

Die Länder haben das Stichprobennetz unterschiedlich verdichtet.

Anordnung der Stichproben im Gelände bei unterschiedlichen Stichprobendichten

a. Basisnetz

b. Doppelte Dichte

c. Vierfache Dichte

Basisnetz (a)
4 km × 4 km

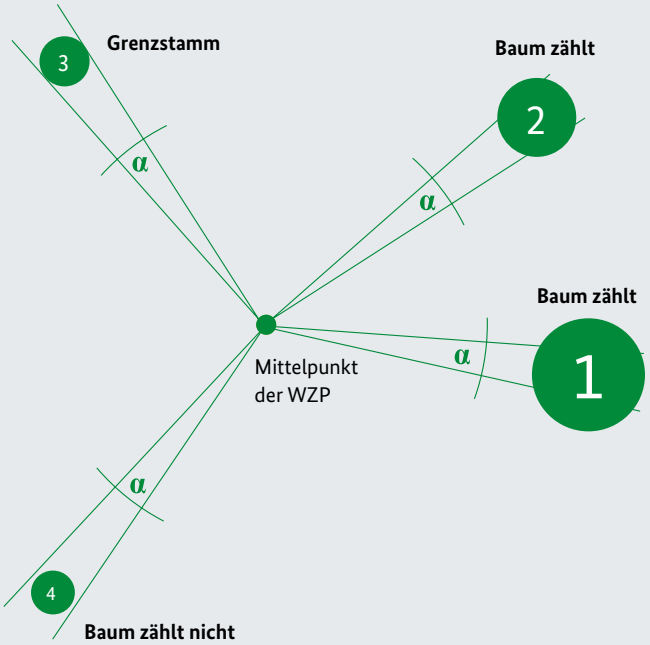
Doppelte Dichte (b)
2,83 km × 2,83 km

Vierfache Dichte (c)
2 km × 2 km

Stichprobe (Trakt): Die Ecken sind die Stichprobenpunkte. An ihnen werden Merkmale aufgenommen.

Abbildung 39

Die Winkelzählprobe



Die Winkelzählprobe (WZP) ist ein optisches Stichprobenverfahren und ermöglicht im Wald die rasche Bestimmung von Grundfläche, Baumartenmischung und Vorrat. Sie ist ein wichtiges, weit verbreitetes Stichprobenkonzept für Forstinventuren. Dieses Stichprobenkonzept konzentriert den Messaufwand auf die dicken und damit massenreichen, ökologisch bedeutenderen und ökonomisch wertvollen Bäume.

Durch die WZP werden als Probebäume die Bäume ausgewählt, die dicker sind als die Öffnung eines Winkels, der mit seiner Spitze am Stichprobenzentrum anliegt. Diese Bäume werden gezählt und je nach Methode vermessen. Technisches Hilfsmittel zur Probebaumbestimmung ist das Spiegelrelaskop. Mit Hilfe von Formeln und Rechenprogrammen lassen sich aus der Zahl der Probebäume und den Messwerten das Holzvolumen und viele weitere ökologisch wie ökonomisch bedeutende Größen berechnen.

Abbildung 40

7.3 Nachklärung der Trockenschäden

Die außergewöhnliche Dürre der Jahre 2018–2020 und die anschließende Massenvermehrung v. a. von Borkenkäfern hat im Wald starke Schäden verursacht. Zahlreiche Bäume und ganze Bestände sind abgestorben. Insbesondere ist die Fichte betroffen, aber auch andere Baumarten zeigen starke Schäden. Auch nach Ende der terrestrischen BWI-Datenerhebung setzte sich das Schadgeschehen fort. Dies ist bei der WEHAM zu berücksichtigen, um eine Überschätzung des zukünftigen Rohholzaufkommens zu vermeiden. Eine erneute terrestrische Aufnahme der geschädigten Stichproben war aus Zeit- und Kostengründen unmöglich. Daher hat der „Satellitengestützte Krisen- und Lagedienst des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie“ Satellitendaten aus dem Jahr 2023 analysiert, ob zum Zeitpunkt der BWI-Aufnahme bewaldete Stichproben inzwischen ihren Baumbestand vollständig verloren haben. Die Bundesländer haben das Analyse-Ergebnis überprüft. Dabei zeigte sich eine geringe Dynamik des Schadgeschehens. Rund 1 % der Stichproben wurden zusätzlich mit der Eigenschaft „Blöße“ ermittelt. Davon wurde wiederum ein Teil in die Jungbestockung überführt (s. Kap. 4.1).

7.4 Modellaufbau

Das Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodell ist modular aufgebaut und speziell auf die Datenstruktur der Bundeswaldinventur zugeschnitten. Kernstück ist ein Simulator, der aus fünf Modulen besteht,

1. dem Zuwachsmodell,
2. dem Nutzungsmodell,
3. dem Sortierungsmodell,
4. dem Mortalitätsmodell,
5. dem Verjüngungsmodell.

Im Modell wird die Waldfläche unverändert belassen. Auf den Stichproben, die bei der BWI-Aufnahme 2022 und aufgrund der Nachklärung der Trockenschäden dauerhaft als Blöße eingestuft wurden, wachsen im Projektionszeitraum keine Bäume. Diese Annahme einer gleichbleibenden Blößenfläche vereinfacht die Tatsache, dass in der Realität Blößen zuwachsen, andere aber neu entstehen. Im Mittel wird ein konstant gleichbleibender Blößenanteil unterstellt. Zudem bleiben die Anteile der Flächen konstant, die völlig aus der Nutzung genommenen wurden oder unter Nutzungseinschränkung stehen, z. B. (Natur-)Schutzgebietsflächen oder Nichtholzbodenflächen (Wege, Holzlagerplätze etc.).

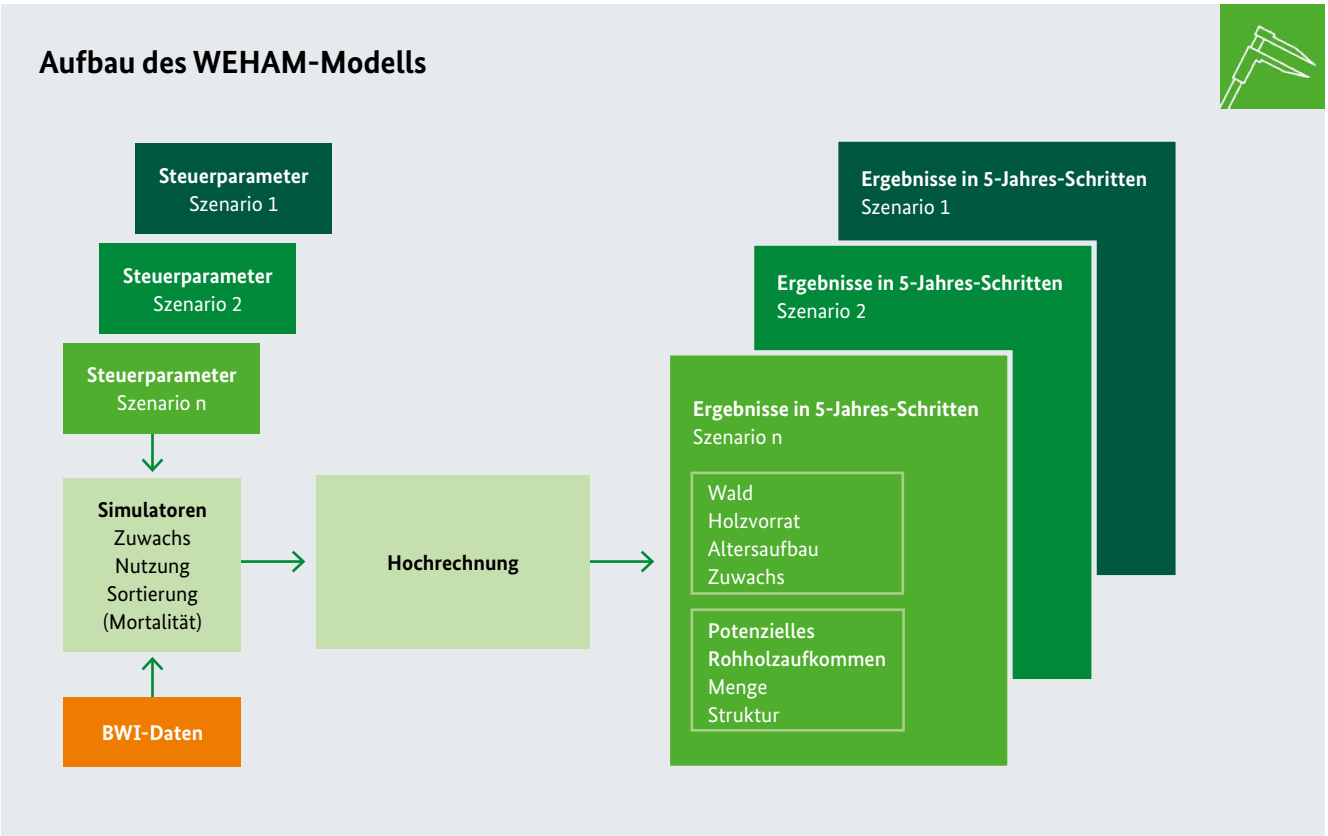


Abbildung 41

7.4.1 Bäume wachsen lassen – das Zuwachsmodell

Eine wichtige Größe für die Abschätzung der zukünftigen Waldentwicklung und des Rohholzpotenzials ist der Zuwachs. Das Zuwachsmodell berechnet, wie die Bäume in Durchmesser und Höhe in den kommenden 40 Jahren wachsen. Hierfür wurden Wachstumskurven aus den Daten der bei der dritten und vierten Bundeswaldinventur wiederholt vermessenen Bäume erstellt, die die Durchmesser- bzw. Höhenentwicklung beschreiben.

Die gemessenen BHD-Werte wurden getrennt nach sogenannten Zuwachs-Baumartengruppen in ein Koordinatensystem mit der Beziehung BHD zu Alter eingetragen und eine Kurvenschar in die Messungen eingepasst. Für die Projektionsperiode wächst der Baum entlang der Kurve, in die er mit seinen Startwerten eingepasst wurde. Dieses Modell bildet Unterschiede in der Leistungsfähigkeit eines Standortes, der sogenannten Bonität, ab.

Eine Modellierung des Höhen-Zuwachses nach dem gleichen Verfahren hätte unplausibel große Baumhöhen in hohem Alter zur Folge. Daher werden Höhe und Höhenzuwachs der Bäume als Funktion des Durchmessers berechnet (Höhentariffunktion). Dadurch wird der Modellzuwachs insbesondere in hohem Alter und damit das vom Zuwachs bestimmte Rohholzpotenzial eingeschränkt.

Das Zuwachsmodell ist ein Einzelbaummodell und arbeitet abstandsunabhängig. Die individuelle Konkurrenz der Bäume untereinander an einem Stichprobenpunkt zum Beispiel aufgrund von physischer Behinderung im Kronenwachstum wird nicht berücksichtigt. Die durchschnittlichen Konkurrenzverhältnisse zwischen den letzten beiden Bundeswaldinventuren werden jedoch sehr wohl abgebildet.

Wechsel im Waldbau oder Klimaänderungen können den Zuwachs beeinflussen, können aber nicht vorhergesehen werden. Daher sind die z. B. Zuwachsfunktionen mit jeder BWI-Wiederholung neu zu parametrisieren und Projektionen mit jeder BWI-Wiederholung neu anzufertigen.

7.4.2 Bäume ernten – das Nutzungsmodell

Das Nutzungsmodell legt für jede Probefläche die Zeitpunkte fest, an denen Bäume entnommen werden. Dieses Modell wird vor allem durch die Parameter Land, Baumart, Durchforstungsart und -intensität, die Produktionsdauer und den Zieldurchmesser gesteuert. Die Produktionsdauer ist die geplante Zeitdauer von der Verjüngung bis zur Ernte einer Baumart. Im forstlichen Sprachgebrauch wird sie „Umtriebszeit“ genannt. Der Zieldurchmesser bezeichnet den zur Holzernte angestrebten Durchmesser in Brusthöhe eines Baumes. Kappungsgrenzen verhindern an den Stichprobenpunkten

BHD-Entwicklung eines Baumes und Herleitung des BHD-Wachstums

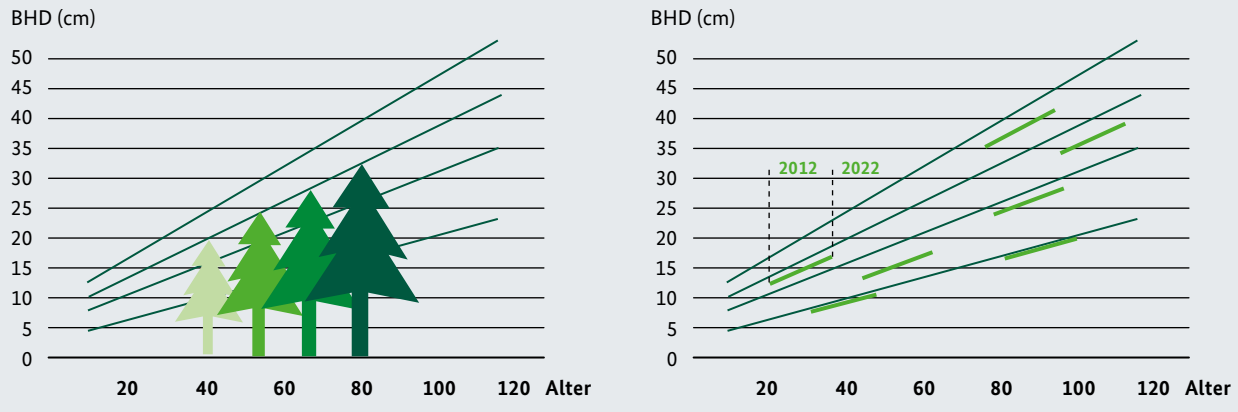


Abbildung 42

unrealistisch hohe Holzentnahmemengen. Daher haben Produktionsdauer und Zieldurchmesser im Modell eher die Funktion einer Orientierungsgröße statt eines festen Schwellenwertes. Die tatsächliche Entnahme des Baumes wird nach wiederum von den Ländern bestimmten Parametern variiert.

Die Länder haben die Steuergrößen für ihr Land festgelegt. Einige Länder differenzieren in ihren Einstellungen nach Eigentumsart und beim Privatwald nach Größenklassen größer und kleiner 1.000 Hektar sowie Kleinstprivatwald kleiner 20 Hektar.

Wenn an Stichprobenpunkten Bäume genutzt werden oder wachsen, können sich modellbedingt Baumartenflächen und Baumartenanteile im Projektionszeitraum verschieben.

Die Festlegungen zu den Steuergrößen des Nutzungsmodells sind in den Kapiteln der einzelnen Baumarten erläutert.

Das Modell verwendet an mehreren Stellen Zufallsgeneratoren. So wird zum Beginn der Projektionsperiode mit Hilfe der Steuerparameter und eines durch Zufall bestimmten Zeitintervalls das Ende der Produktionsdauer variiert. Beim Verjüngungsmodell wird die Baumartenzusammensetzung im Rahmen vorgegebener Grenzen verändert. Durch diese Zufallseffekte ergibt sich für jede Simulation ein anderes Ergebnis. Zum Ausgleich dieser Effekte wird aus mehreren Simulationen ein Ensemble gebildet, wobei jede einzelne Simulation ein Ensemblemitglied darstellt und mit den gleichen Eingabedaten und Steuerparametern gerechnet wird. Das Ensemble des „WEHAM-Basisszenarios 2022“ besteht aus fünf Mitgliedern, d. h. es fanden fünf Wiederholungen statt, die gemittelt wurden.

7.4.3 Vom Baumvolumen zum Holzsortiment – das Sortierungsmodell

Das Sortierungsmodell teilt das geerntete Holz in Größenklassen ein. Da die Qualität des Holzes unbekannt ist, orientiert sich das Modell ausschließlich an der Schaftform, der Länge und dem Durchmesser des zu sortierenden Baumes. Das vom Modell hergeleitete Holzvolumen wird so zum Rohholzpotenzial. Die Steuerung der Sortierung erfolgt nach Land, Baumart, BHD-Stufen und Zopfdurchmesser. Es wurden ca. 1.700 Sortiervarianten vorgegeben. Die wesentlichen Steuerparameter des Sortierungsmodells sind in den Kapiteln der einzelnen Baumarten wiedergegeben. Die Spannen der Parameter ergeben sich aus Unterschieden nach Baumartengruppen, Ländern und Eigentumsarten. Die Länder haben die Parameter vorgegeben.

Oberirdische Holzmasse und potenzielles Rohholzaufkommen

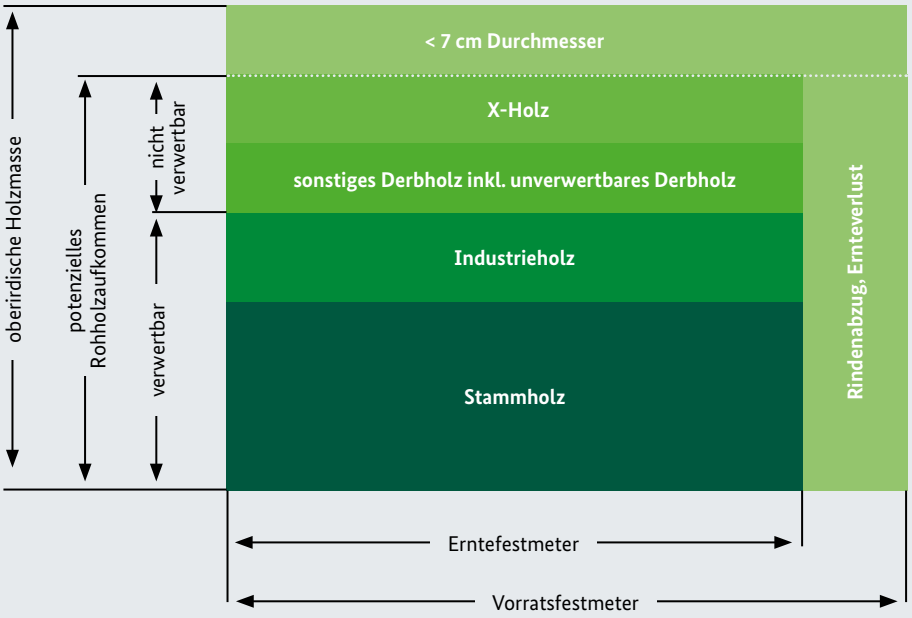


Abbildung 43

Das Modell maximiert den Stammholz-Anteil, obwohl von der Verwendung her v. a. bei geringem Durchmesser die Sorten Industrieholz und Stammholz gegeneinander austauschbar sind. Das Rohholzvolumen stehender Bäume bzw. Wälder wird zunächst in Kubikmetern (m^3), bezeichnet als „Vorratsfestmeter Derbholz mit Rinde (Vfm)", berechnet. Verluste bei der Holzernte wie Rinde, Äste und Stubben zieht das Sortierungsmodell ab. Das Ergebnis ist das potenzielle Rohholzaufkommen in „Erntefestmeter (Efm) Derbholz ohne Rinde" in m^3. Die Anforderungen der holzverwendenden Industrie und hohe Aufarbeitungskosten in der Forstwirtschaft haben dazu geführt, dass Rohholz häufig nicht mehr bis zur Derbholzgrenze (7 cm mit Rinde) geerntet bzw. nicht mehr aufgearbeitet wird. Zudem werden Bäume erst ab einem BHD zwischen 12 cm und 20 cm geerntet. Das Modell berücksichtigt diese Größe als „Stammholzzopf" bzw. als „minimalen Aufarbeitungs-BHD". Für dieses Rohholz wird die Bezeichnung „nicht verwertbares Derbholz" verwendet. Andererseits hat die Verwertung von Hackschnitzeln und Pellets die Verwendung von Nichtderbholz befördert. Mengenangaben zum Nichtderbholz sind in der WEHAM-Ergebnisdatenbank[5] verfügbar.

7.4.4 Mortalitätsmodell

Im Wald ohne Nutzungseinschränkungen wachsen die bei der BWI 2022 als frisch abgestorben aufgenommenen Bäume wie jeder andere Baum zu. Sie werden entsprechend der Durchforstungsart und ihrer Stärke genutzt. Dies wirkt widersinnig. Doch damit wird den üblichen Umständen Rechnung getragen, dass einerseits Totholz z. T. genutzt wird und somit zum Potenzial gehört und dass andererseits Totholz im Wald immer wieder neu entsteht. Würden Totholzbäume im Modell nur genutzt und nicht weiterwachsen, würde das Totholz sukzessive verschwinden. Das wäre realitätsfern.

In den letzten Jahren nimmt die Fläche ohne Nutzung zu. Auf solchen Flächen ist vermehrt mit Totholz zu rechnen. Daher wurde für die WEHAM 2012 ein Mortalitäts-Modell entwickelt. Hierbei wird stichproben- und baumartenweise die projizierte Grundfläche mit einem baumarten- und altersspezifischen Maximalwert verglichen. Wenn der Maximalwert überschritten wird, wird der Teil oberhalb des Maximalwertes in Totholz überführt. Dieses Vorgehen schätzt die Entstehung von neuem Totholz. Dieses Totholz gehört nicht zum Rohholzpotenzial.

Ein Modell, das den Abbau des vorhandenen Totholzes beschreibt, fehlt in WEHAM. Eine Projektion des Totholzvorrates über den Projektionszeitraum erfolgt gesondert für das Treibhausgasmonitoring.

7.4.5 Die nächste Waldgeneration – das Verjüngungsmodell

Nach modellhafter Nutzung aller Bäume eines Stichprobenpunktes wird dieser wieder begründet.

Durch die Trockenjahre seit 2018 sind viele Bäume abgestorben. Diese Flächen sind im Wald, aber auch im Modell wieder zu verjüngen. Durch den Klimawandel können sich zudem die Standorte verändern, was wiederum Auswirkungen auf die Baumartenverteilung hat. Dies ist in dem Verjüngungsmodell zu berücksichtigen. Im Gegensatz zu den früheren WEHAM-Modellierungen, bei denen nach Ernte aller Bäume die Stichprobe mit den Baumarten des Vorbestandes wiederbegründet wurde, können nun die Baumarten wechseln und Baumarten der natürlichen Waldgesellschaft die nächste Waldgeneration bilden.

Welche Baumarten in der nächsten Waldgeneration wachsen, entscheiden die Länder aufgrund von Annahmen zum Risiko der Baumarten sowie zur Vitalität und Konkurrenzkraft der Baumarten des Vorbestandes. Die Länder bestimmen für einzelne Stichproben oder generell nach Prozentverteilung, wie die Baumarten des Vorbestandes oder die der natürlichen Waldgesellschaft an der neuen Waldgeneration beteiligt werden.

Für die Verjüngung wird eine mittlere Bonität unterstellt.

5 https://bwi.info

7.5 Grenzen des Modells

Die Ergebnisse von WEHAM stellen eine mögliche Entwicklung des Waldes dar. Sie sind keine Voraussage der tatsächlichen Entwicklung, denn kein Modell kann die Komplexität aller Einflussfaktoren und deren Wechselbeziehungen abbilden. Der Grad der Verlässlichkeit von Projektionsergebnissen sinkt mit zunehmender Projektionsdauer oder zunehmender regionaler oder sachlicher Einengung.

Daten mit geringen BWI-Stichproben-Fehlern z. B. zu häufigen Baumarten oder großen Regionen gehen genauso in die Auswertung ein wie Daten mit hohen Stichprobenfehlern (zu seltenen Baumarten, kleinen Regionen). Daher sind Ergebnisse zu kleinen Regionen (kleine Länder) oder kleinen sachlichen Aussageeinheiten (seltene Baumarten) vorsichtig zu interpretieren.

Die Wuchsbedingungen für die Wälder ändern sich durch z. B. Immissionen und Klimaänderungen. Solche zukünftigen Änderungen lassen sich in einem Szenarium nicht berücksichtigen. Die Wachstumskurven werden unverändert über die Projektionszeit beibehalten. Änderungen der Wuchsbedingungen können zu gerichteten Veränderungen der Projektionsergebnisse führen. Aber auch Stürme, Schädlingsbefall, Änderungen der Waldnutzung, die Entwicklung des Holzmarktes oder Reaktionen der Waldbesitzer auf sich ändernde wirtschaftliche oder politische Rahmenbedingungen können mittel- und langfristig nicht vorhergesagt und deshalb nicht berücksichtigt werden. Von besonderer Bedeutung für das Rohholzpotenzial ist langfristig die Änderung bei der Baumartenwahl.

Schließlich ist die modellinterne Fehlerfortpflanzung zu beachten. Bereits der zweite Simulationsschritt setzt nicht mehr auf gemessenen, sondern auf modellierten Eingangswerten, z. B. von Baumdimensionen und Nutzung auf. Kein Modell kann die Wirklichkeit exakt vorhersagen. Da jede Modellrechnung einen Fehleranteil in sich birgt, steigt der Fehler von Rechenschritt zu Rechenschritt. Ist er in den ersten Rechenperioden noch gering, sind bei langfristigen Rechnungen über mehrere Jahrzehnte zunehmend Fehler zu erwarten. Ein Modellwert, der eine eindeutige Entwicklung suggeriert, kann nach mehreren Projektionsschritten einen Fehleranteil enthalten, der größer ist als die Richtung der Entwicklung.

Gleichwohl enthalten längere Simulationsläufe Muster, die für die Einschätzung der künftigen Waldentwicklung bedeutungsvoll sein können. Der Unsicherheit der Projektion wird durch die Wiederholung der BWI im 10-jährigen Turnus begegnet. Dann wird der Waldzustand neu erfasst und auf der Basis gemessener Daten eine neue Projektion gerechnet. Zudem lassen sich aus dem Vergleich von Projektion und realer Entwicklung Rückschlüsse für die Konzeption neuer Szenarien ziehen.

Wegen der Unsicherheiten ist WEHAM auf den Simulationszeitraum von 40 Jahren begrenzt. Bei aller Unsicherheit ermöglicht das Modell dennoch, Auswirkungen auf die Waldentwicklung und das künftige Rohholzpotenzial einzuschätzen. Es ist ein Baustein, um die Zusammenhänge von Waldbewirtschaftung und Rohholzpotenzial und damit die Nachhaltigkeit der Waldbewirtschaftung in der Zukunft zu beurteilen.

8

Anhang

8.1 Glossar

Baumartengruppe
In der BWI und in WEHAM werden Baumarten gleicher oder ähnlicher Eigenschaften zu Baumartengruppen zusammengefasst. Die Gruppierung ist für Zuwachs, Behandlung und Sortierung unterschiedlich. Für das potenzielle Rohholzaufkommen wird daneben die Gliederung nach Holzartengruppen (siehe dort) genutzt.

Baumartengruppen der BWI
Die BWI 2022 fasst für die Auswertung folgende Baumarten zu Gruppen zusammen:
1. Eiche: alle Eichenarten (einschließlich Rot-Eiche),
2. Buche,
3. Esche,
4. Ahorn: alle Ahornarten
5. sonstige Laubbäume mit hoher Lebensdauer (sLh): Ahornblättrige Platane, Edelkastanie, Hainbuche, Lindenarten, Nussbaumarten, Robinie, Rosskastanie, Speierling, Stechpalme, Ulme, Weißesche,
6. Birke: alle Birkenarten
7. Erle: alle Erlenarten außer Grünerle
8. Sonstige Laubbäume mit niedriger Lebensdauer (sLn): Elsbeere, Pappelarten, Traubenkirsche-Arten, Vogelkirsche, Wildobst, alle weiteren Laubbaumarten, soweit sie nicht gesondert genannt sind,
9. Fichte: alle Fichtenarten und sonstige Nadelbäume außer Douglasie, Kiefer, Lärche, Tanne,
10. Tanne: Weißtanne, Küstentanne und sonstige Tannen,
11. Douglasie,
12. Kiefer: alle Kiefernarten,
13. Lärche: alle Lärchenarten.

Baumartengruppe Rohholz-Sortierung
Die Sortiervorschriften für das potenzielle Rohholzaufkommen werden nach den folgenden Baumartengruppen gebildet:
1. Fichte
2. Sitka-Fichte
3. Tanne
4. Küsten-Tanne
5. Kiefer
6. Schwarz-Kiefer
7. Weymouth-Kiefer
8. Douglasie
9. Lärche
10. Europ. Lärche
11. Jap. Lärche
12. Thuja
13. Tsuga
14. sonstige Nadelbäume
15. Buche
16. Hainbuche
17. Eiche
18. Rot-Eiche
19. Pappel
20. Balsam-Pappel
21. Esche
22. Ahorn
23. Berg-Ahorn
24. Spitz-Ahorn
25. Feld-Ahorn
26. Birke
27. Linde
28. Erle
29. Kirsche
30. Ulme
31. Robinie
32. Elsbeere
33. Kastanie
34. Weide
35. sonstige Laubbäume
36. Vogelbeere

Baumartengruppe Waldbehandlung
Für die Modellierung der Waldbehandlung werden folgende Baumartengruppen unterschieden:
1. Fichte
2. Tanne
3. Douglasie
4. Kiefer
5. Lärche
6. Buche
7. Eiche
8. Ahorn/Esche
9. Erle/Weide
10. Pappel

Baumartengruppen Zuwachs
Für die Zuwachsmodellierung für WEHAM werden die folgenden Baumartengruppen gebildet:
1. Fichte
2. Tanne
3. Douglasie
4. Kiefer
5. Lärche
6. Buche
7. Eiche
8. Hainbuche
9. Birke

Bestand
Bewirtschaftungseinheit des Waldes; Waldteil, der sich hinsichtlich Baumart, Alter oder Struktur wesentlich von seiner Umgebung abhebt. Er ist für einen längeren Zeitraum die kleinste Einheit des waldbaulichen Handelns.

Bestandesschicht
Vertikale Gliederung des Bestandes. Innerhalb einer Bestandesschicht haben die Bäume ihren Kronenraum in der gleichen Höhe über dem Boden. Verschiedene Schichten eines Bestandes haben im Kronenraum keinen Kontakt zueinander. Die Bestandesschichten werden nach ihrer waldbaulichen und wirtschaftlichen Bedeutung in Hauptbestand, Unterstand, Oberstand unterschieden. Der Oberbegriff für Unter- und Oberstand ist Nebenbestand.

Biotopbaum
Als Biotop- oder Habitatbaum wird ein Baum bezeichnet, der einen besonderen Lebensraum für andere Lebewesen bietet. Oftmals sind das alte Bäume mit großem Stammumfang, in deren Astlöchern, Stammrissen Lebensräume für z. B. Fledermäuse, Insekten, Vögel entstanden sind.

Blöße
Holzboden, auf dem vorübergehend keine Bäume stehen.

Brusthöhendurchmesser (BHD)
Der Durchmesser eines Baumes in 1,3 m Höhe.

Derbholz
Oberirdische Holzmasse mit einem Durchmesser von über 7 cm mit Rinde. Bäume und Äste unter 7 cm Brusthöhendurchmesser sind kein Derbholz.

Eigentumsart
Die Eigentumsart wird differenziert nach Staatswald (Bund oder Land), Körperschaftswald und Privatwald (einschließlich Treuhandwald). Für die Waldbehandlung wird im Privatwald zusätzlich zwischen Privatwald über 500 ha und Privatwald bis 500 ha Betriebsgröße unterschieden. Der Kleinprivatwald ist definiert mit einer Flächengröße von weniger als 20 Hektar je Eigentümer.

Erntefestmeter (Efm) (syn. Erntefestmaß)
Holzmaß in m^3. Es entspricht einem Vorratsfestmeter abzüglich ca. 10 % Rindenverluste und ca. 10 % Verluste bei der Holzernte.

Festmeter
Ein Festmeter Holz entspricht einem m^3 massivem Holz, d. h. ohne Zwischenräume in der Schichtung.

Forstbetriebsgemeinschaft
Eine Forstbetriebsgemeinschaft (FBG; auch Waldbesitzervereinigung, WBV) ist ein privatrechtlicher Zusammenschluss von Waldbesitzern, der den Zweck verfolgt, die Bewirtschaftung der angeschlossenen Waldflächen und der zur Aufforstung bestimmten Grundstücke zu verbessern, insbesondere die Nachteile geringer Flächengröße, ungünstiger Flächengestalt, der Besitzzersplitterung, der Gemengelage, des unzureichenden Waldaufschlusses oder anderer Strukturmängel zu überwinden (§ 16 Bundeswaldgesetz – BWaldG).

Grundfläche
Summe der Stamm-Querschnittsflächen in 1,3 m Höhe über dem Boden. Eingeschlossen sind alle Bäume mit einem Brusthöhendurchmesser ab 7 cm. In der Walddefinition (siehe dort) wird der Begriff in anderer Bedeutung benutzt: Er bezeichnet dort die Fläche eines Landschaftsbestandteiles im Allgemeinen.

Hauptbestand
Bestandesschicht, auf der das wirtschaftliche Hauptgewicht liegt. Wenn der Deckungsgrad der obersten Bestandesschicht mindestens 5/10 beträgt, ist diese stets Hauptbestand. Auswertungen des Hauptbestands schließen den Plenterwald ein.

Holzartengruppe
Für die Ergebnisdarstellung des potenziellen Rohholzaufkommens werden die 13 Baumartengruppen der BWI zu den folgenden vier Holzartengruppen zusammengefasst:
1. Eiche (Eichen und Roteiche),
2. Buche (Buche und alle übrigen Laubbäume außer Eichen),
3. Fichte (alle Fichten, Tanne und Douglasie),
4. Kiefer (alle Kiefern und Lärchen).

Holzboden
Dauernd zur Holzerzeugung bestimmte Fläche. Dazu gehören auch Gräben, Leitungstrassen, zeitweilig unbestockte Flächen (Blößen) sowie Wege und Schneisen unter 5 m Breite, auch Flächen wie z. B. in Nationalparken.

Industrieholz
Schwächeres oder minderwertiges Rohholz, das nicht als Stammholz nutzbar ist. V. a. Holzwerkstoff- und Papierindustrie zerkleinert es mechanisch oder schließt es chemisch auf und stellt überwiegend plattenförmige Werkstoffe (z. B. Span- und Faserplatten) oder Papier- und Pappeerzeugnisse her. Bei WEHAM wird der Industrieholzanteil ausschließlich in Abhängigkeit von der Dimension ermittelt.

Lebensraumtypen
Natürliche Lebensräume von EU-gemeinschaftlichem Interesse, aufgelistet in Anhang I der FFHRichtlinie der EU, für deren Erhaltung besondere Schutzgebiete ausgewiesen werden müssen.

Lücke
Holzboden mit einer Grundfläche bzw. Stammzahl unterhalb der Nachweisgrenze des Aufnahmeverfahrens (weniger als 4 m^2/ha sowie keine Bäume des Hauptbestandes in den Probekreisen mit 2 m- oder 1 m-Radius).

Nebenbestand
s. Bestandesschicht

Nichtholzboden
Alle nicht zum Holzboden zählende Waldfläche. Zum Nichtholzboden gehören Waldwege, Schneisen und Schutzstreifen ab 5 m Breite, Holzlagerplätze, Saat- und Pflanzkämpe, Wildwiesen und Wildäcker, der forstlichen Nutzung dienende Hof- und Gebäudeflächen, mit dem Wald verbundene Erholungseinrichtungen sowie im Wald gelegene Felsen, Blockhalden, Kiesflächen und Gewässer und nichtgewerbliche zum Wald gehörige Forstbaumschulen.

Plenterwald
Waldbestand, in dem Bäume aller Dimensionen kleinstflächig bis einzelstammweise vermischt sind und daher keine Unterscheidung der Bestandesschichten in Hauptbestand, Ober- und Unterstand sowie entsprechende Klassifizierung der Probebäume der Inventur erfolgt. Auswertungen des Hauptbestands schließen den Plenterwald ein.

Produktionszeit
Geplante mittlere Zeitdauer von der Begründung bis zur Ernte eine Baumart (im forstlichen Sprachgebrauch: Umtriebszeit).

Rohholzpotenzial
Das Rohholzpotenzial ist die Holzmenge, die bei den im Modell unterstellten Regeln aus dem Wald ausscheidet. Eingeschlossen ist Schaft- und Kronenholz ab 7 cm Durchmesser, ausgeschlossen sind Rinde und Ernteverluste (Siehe auch Seite 40 f.).

Stammholz
Aufgrund seiner Dimension und Qualität überwiegend für die Verwendung in der Säge- und Furnierindustrie bestimmtes Nadel- und Laubrundholz. Bei WEHAM wird der Stammholzanteil nur in Abhängigkeit von der Dimension ermittelt, da zur Qualität keine Informationen vorliegen.

Stammzahl
Anzahl der Bäume ab 7 cm Brusthöhendurchmesser.

U-Holz
Derbholzteile am Stamm, die aufgrund ihres zu geringen Durchmessers als unverwertbar bezeichnet werden. Es verbleibt in der Regel im Wald. Im Gegensatz zum X-Holz fallen keine Aufarbeitungskosten an.

Verjüngung
Verjüngung ist die natürliche oder künstliche Begründung eines neuen Waldes. Bei der natürlichen Verjüngung sorgt der Wald selbst durch Samen oder durch vegetative Vermehrung (Wurzelbrut) für den Nachwuchs. Bei der künstlichen Verjüngung werden auf einer bestimmten Fläche Bäume gesät oder gepflanzt.

Verwertbar
Derbholz, das aufgrund seiner Abmessungen üblicherweise als Stammholz oder Industrieholz nutzbar ist. Nicht enthalten sind Rinde, Ernteverluste, X- und U-Holz.

Vorrat (syn. Holzvorrat, Derbholzvorrat)
Derbholz, gemessen in Vorratsfestmeter oder Erntefestmeter.

Vorratsfestmeter (Vfm)
Maßeinheit für den stehenden Vorrat. Angabe in m^3 (Derbholz).

Wald
Die Walddefinition der Bundeswaldinventur lehnt sich an die des Bundeswaldgesetzes an: Wald im Sinne der BWI ist, unabhängig von den Angaben im Kataster oder ähnlichen Verzeichnissen, jede mit Forstpflanzen bestockte Grundfläche. Als Wald gelten auch kahl geschlagene oder verlichtete Grundflächen, Waldwege, Waldeinteilungs- und Sicherungsstreifen, Waldblößen und Lichtungen, Waldwiesen, Wildäsungsplätze, Holzlagerplätze, im Wald gelegene Leitungsschneisen, weitere mit dem Wald verbundene und ihm dienende Flächen einschließlich Flächen mit Erholungseinrichtungen, zugewachsene Heiden und Moore, zugewachsene ehemalige Weiden, Almflächen und Hutungen sowie Latschen- und Grünerlenflächen. Heiden, Moore, Weiden, Almflächen und Hutungen gelten als zugewachsen, wenn die natürlich aufgekommene Bestockung ein durchschnittliches Alter von fünf Jahren erreicht hat und wenn mindestens 50 % der Fläche bestockt sind. In der Flur oder im bebauten Gebiet gelegene bestockte Flächen unter 1.000 m^2, Gehölzstreifen unter 10 m Breite und Weihnachtsbaum- und Schmuckreisigkulturen, gewerbliche Forstbaumschulen sowie zum Wohnbereich gehörende Parkanlagen sind nicht Wald im Sinne der BWI. Wasserläufe bis 5 m Breite unterbrechen nicht den Zusammenhang einer Waldfläche.

Quelle: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz: Aufnahmeanweisung für die vierte Bundeswaldinventur (2021–2022), 3. Auflage, März 2021

X-Holz
Als unverwertbar bezeichnetes Derbholz am unteren Ende des Stammes. Entsteht in der Regel durch Abschneiden von faulen Stammteilen.

Zielstärke
BHD zur Festlegung der Hiebsreife von Einzelstämmen.

Zopf/Zopfdurchmesser
Oberer, wegen des geringen Durchmessers als unverwertbar bezeichneter Teil des gefällten Baumes.

8.2 Abkürzungen

a	Jahr
sLh	Sonstige Laubhölzer mit hoher Lebensdauer
sLn	Sonstige Laubhölzer mit niedriger Lebensdauer
BHD	Brusthöhendurchmesser
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BMLEH	Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat
BWI	Bundeswaldinventur
Efm	Erntefestmeter
ha	Hektar
LB	Laubbäume
TI	Thünen-Institut
Vfm	Vorratsfestmeter
WEHAM	Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung

8.3 Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen

Abbildungen

Abbildung 1: Jährliches Rohholzpotenzial im Mittel der Jahre 2023–2062 in Deutschland ***02***
Abbildung 2: Modellierte Waldfläche nach Land ***11***
Abbildung 3: Waldkategorien der Bundeswaldinventur 2022 in der WEHAM 2022 ***12***
Abbildung 4: Modellierte Waldfläche nach Eigentumsart, Privatwald nach Größenklassen ***13***
Abbildung 5: Modellierte Waldfläche nach Eigentumsart und Nutzungseinschränkung ***13***
Abbildung 6: Fläche nach Baumart und Periode ***14***
Abbildung 7: Vorrat nach BHD und Projektionsjahr ***15***
Abbildung 8: Flächengewogenes Alter nach Baumartengruppe und Projektionsjahr (Hauptbestand) ***16***
Abbildung 9: Mittlerer Zuwachs der Baumartengruppen im Hauptbestand nach BWI 2022 (Jahre 2012-2022) und WEHAM (Jahre 2023–2037) ***17***
Abbildung 10: BWI-Nutzung und Rohholzpotenzial nach Baumartengruppe und Periode ***19***
Abbildung 11: Mittleres Rohholzpotenzial der Jahre 2023–2062 nach Baumartengruppe (nur Hauptbestand) ***21***
Abbildung 12: Mittleres Rohholzpotenzial der Jahre 2023–2062 nach Eigentumsart ***21***
Abbildung 13: Sortenanteile im Mittel der Jahre 2023–2062 nach Holzartengruppe ***22***
Abbildung 14: Jährliche Nutzung der Holzartengruppen nach Holzeinschlagsstatistiken, BWI und WEHAM-Potenzialen ***23***
Abbildung 15: Jährliche Nutzung nach Eigentumsart (BWI 2022, WEHAM 2012, WEHAM 2022) ***24***
Abbildung 16: Differenz von jährlicher Nutzung der BWI 2022 und mittlerem Potenzial der Jahre 2023–2037 nach BHD-Klassen und Holzartengruppen ***25***
Abbildung 17: BWI-Nutzung und Potenzial der Holzartengruppe Fichte nach BHD und Periode ***26***
Abbildung 18: BWI-Nutzung und Potenzial der Holzartengruppe Fichte nach Land und Periode ***26***
Abbildung 19: Vorrat der Holzartengruppe Fichte nach BHD und Projektionsjahr ***27***
Abbildung 20: Projizierter Zuwachs der Baumartengruppen Fichte, Tanne und Douglasie nach WEHAM Periode ***28***
Abbildung 21: BWI-Nutzung und Potenzial der Baumart Buche nach BHD und Periode ***31***
Abbildung 22: BWI-Nutzung und Potenzial der übrigen Baumartengruppen der Holzartengruppe Buche nach BHD und Periode ***32***
Abbildung 23: BWI-Nutzung und Potenzial der Holzartengruppe Buche nach Land und Periode ***33***
Abbildung 24: Vorrat der Baumart Buche nach BHD und Projektionsjahr ***33***
Abbildung 25: Vorrat der übrigen Baumartengruppen der Holzartengruppe Buche nach BHD und Projektionsjah ***34***
Abbildung 26: Projizierter Zuwachs der Baumarten der Holzartengruppe Buche nach WEHAM Periode ***35***
Abbildung 27: BWI-Nutzung und Potenzial der Holzartengruppe Kiefer nach BHD und Periode ***37***
Abbildung 28: BWI-Nutzung und Potenzial der Holzartengruppe Kiefer nach Land und Periode ***37***
Abbildung 29: Vorrat der Holzartengruppe Kiefer nach BHD und Projektionsjahr ***38***
Abbildung 30: Projizierter Zuwachs der Baumartengruppen Kiefer und Lärche nach WEHAM Periode ***38***
Abbildung 31: BWI-Nutzung und Potenzial der Holzartengruppe Eiche nach BHD und Periode ***41***
Abbildung 32: BWI-Nutzung und Potenzial der Holzartengruppe Eiche nach Land und Periode ***41***
Abbildung 33: Vorrat der Holzartengruppe Eiche nach BHD und Projektionsjahr ***42***
Abbildung 34: Projizierter Zuwachs der Baumarten Eiche nach WEHAM Periode ***42***
Abbildung 35: BWI 2022-Vorrat des Oberstandes nach Baumartengruppe und BHD ***45***
Abbildung 36: BWI 2022-Vorrat des Unterstandes nach Baumartengruppe und BHD ***46***
Abbildung 37: Potenzial des Nebenbestandes nach Baumartengruppe und Periode ***46***
Abbildung 38: Potenzial des Nebenbestandes nach BHD und Periode ***47***
Abbildung 39: BWI-Stichprobennetz in Deutschland ***55***
Abbildung 40: Die Winkelzählprobe ***55***
Abbildung 41: Aufbau des WEHAM-Modells ***56***
Abbildung 42: BHD-Entwicklung eines Baumes und Herleitung des BHD-Wachstums ***57***
Abbildung 43: Oberirdische Holzmasse und potenzielles Rohholzaufkommen ***58***

Tabellen

Tabelle 1:	Holzartengruppen der WEHAM, Baumartengruppen der BWI und Baumarten	***20***
Tabelle 2:	Holzeinschlagsstatistik Deutschland der Jahre 2013–2022, ausgehaltene Sortimente der Forstbetriebe	***22***
Tabelle 3:	Steuerparameter zum Nutzungsmodell der Holzartengruppe Fichte	***29***
Tabelle 4:	Steuerparameter zum Sortierungsmodell der Holzartengruppe Fichte	***29***
Tabelle 5:	Verhältnis der Baumartengruppen am Potenzial der Holzartengruppe und zur bisherigen Nutzung	***31***
Tabelle 6:	Steuerparameter zum Nutzungsmodell der Holzartengruppe Buche	***35***
Tabelle 7:	Steuerparameter zum Sortierungsmodell der Holzartengruppe Buche	***36***
Tabelle 8:	Steuerparameter zum Nutzungsmodell der Holzartengruppe Kiefer	***39***
Tabelle 9:	Steuerparameter zum Sortierungsmodell der Holzartengruppe Kiefer	***39***
Tabelle 10:	Steuerparameter zum Nutzungsmodell der Eiche	***43***
Tabelle 11:	Steuerparameter zum Sortierungsmodell der Eiche	***43***
Tabelle 12:	Nettoemissionen aus dem Speicher „lebende Biomasse“	***51***

HERAUSGEBER
Bundesministerium für Landwirtschaft,
Ernährung und Heimat (BMLEH)
Referat 515 – Nachhaltige Waldbewirtschaftung,
Wertschöpfungskette Holz
Rochusstraße 1
53123 Bonn
515@bmel.bund.de

STAND
Juni 2025

AUSWERTUNG UND TEXT
BMLEH, Thünen-Institut (TI) für Waldökosysteme:
Karsten Dunger, Dr. Tobias Schad, Dr. Joachim Rock
TI für Holzforschung: Dr. Sebastian Rüter

GESTALTUNG
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR),
Gülzow-Prüzen

BILDNACHWEIS
Titel: Quality Stock Arts; Friedberg/Adobe.Stock | S. 3: BMLEH | S. 5: Prof. Dr. Andrea Teutenberg | S. 8: Bonita/Adobe.Stock | S. 10: PixieMe/Adobe.Stock | S. 14: H. J. Arndt | S. 15: Landpixel | S. 16: Jacob Lund/Adobe.Stock | S. 18: FNR/petereichler.com | S. 24: Keopaserth/Adobe.Stock | S. 27: FNR/S. Wildermann | S. 40: Willi Rolfes | S. 44: Viktoryia/Adobe.Stock | S. 47: FNR/S. Wildermann | S. 48: BMLEH | S. 50: M. & S.-N. Petersen/Adobe.Stock | S. 51: Willi Rolfes | S. 53: Gaertner/photothek.net/BMLEH | S. 61: FNR/Zooey Braun/Nutzer Max Mannschreck | S. 62: digitalpochi/Adobe.Stock | S. 63: U. J. Alexander/Adobe.Stock | S. 64: ICD University of Stuttgart, Robert Faulkner

Diese Publikation wird vom BMLEH unentgeltlich abgegeben. Die Publikation ist nicht zum Verkauf bestimmt. Sie darf nicht im Rahmen von Wahlwerbung politischer Parteien oder Gruppen eingesetzt werden.

Die Publikation steht auf der Internetseite des BMLEH zum Herunterladen bereit:
www.bmleh.de/publikationen

Weitere Informationen unter
www.bundeswaldinventur.de
www.bmleh.de
www.bmleh.de/social-media