

# II. Cluster- und Kohlenstoffstudie Forst und Holz Schleswig-Holstein

René Wördehoff, Christoph Fischer, Hermann Spellmann



Autoren:

René Wördehoff, Christoph Fischer, Hermann Spellmann

Herausgeber:

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt

Grätzelstraße 2

37079 Göttingen

Telefon: 0551 694010

E-Mail: zentrale@nwfva.de

Internet: www.nwfva.de

2017

Zitiervorschlag:

Wördehoff, R.; Fischer, C.; Spellmann, H. (2017): II. Cluster- und Kohlenstoffstudie Forst und Holz Schleswig-Holstein. Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (Hrsg.), Göttingen, 30 S.

Titelgrafik: Etta Paar

Titelfotos: links: AVTG/fotolia.com; Mitte: mavoimages/fotalia.com; rechts: Inge Kehr

Die Broschüre ist als Onlineversion über die Homepage der NW-FVA ([www.nw-fva.de](http://www.nw-fva.de)) erreichbar und darf gelesen, heruntergeladen sowie als Privatkopie ausgedruckt werden.

## Inhalt

1	Einleitung.....	5
1.1	Zielsetzung .....	5
1.2	Hintergrundinformationen.....	6
2	Der Cluster Forst und Holz in Schleswig-Holstein.....	8
2.1	Material und Methoden.....	8
2.2	Ergebnisse .....	8
3	Forstliche Nutzungspotenziale .....	11
3.1	Einleitung .....	11
3.2	Datengrundlage.....	11
3.3	Prognosewerkzeug WaldPlaner .....	11
3.4	Waldbauliche Steuerung.....	12
3.4.1	Allgemeines .....	12
3.4.2	Standörtliche Zuordnung der Waldentwicklungstypen .....	12
3.4.3	Waldbauliche Behandlung der Bestände .....	12
3.4.4	Sortierungsvorgaben .....	13
3.5	Ergebnisse .....	14
3.5.1	Baumartenanteile.....	14
3.5.2	Vorrat .....	16
3.5.3	Nutzungen und Zuwachs .....	18
4	Kohlenstoffbilanz.....	21
4.1	Methoden .....	21
4.2	Ergebnisse .....	22
4.3	Ausblick .....	26
5	Fazit .....	27



## Zusammenfassung

Die Globalisierung der Märkte ist für die deutsche Forst und Holzwirtschaft eine Herausforderung und Chance zugleich. Um die Konkurrenzfähigkeit des Clusters Forst und Holz in Schleswig-Holstein beurteilen zu können, wurden dessen Strukturen zum Stichjahr 2012 analysiert. In 3.700 Unternehmen im Cluster sind ca. 24.900 Personen sozialversicherungspflichtig beschäftigt. Der Umsatz beläuft sich auf etwa 4,3 Mrd. €, wobei die meisten Unternehmen dem Verlags- und Druckgewerbe sowie dem Holzbau zuzurechnen sind. Der Anteil der Forstwirtschaft am Umsatz des gesamten Clusters liegt bei rund 3 %, der des Verlags- und Druckgewerbes bei 35,7 %. Der Beitrag des Clusters Forst und Holz zum gesamten Umsatz aller Unternehmen in Schleswig-Holstein beläuft sich auf etwa 2,6 % und ist geringer als der Anteil des bundesdeutschen Clusters am gesamten steuerpflichtigen Umsatz in Deutschland. So liegt Schleswig-Holsteins Cluster Forst und Holz im bundesweiten Vergleich auf dem 9. Rang. Der Cluster Forst und Holz ist mit einer Bruttowertschöpfung von etwa 1,3 Mrd. € in den ländlichen Regionen ein wichtiger Arbeitgeber und trägt damit erheblich zur Stärkung sowie Entwicklung des ländlichen Raumes bei.

Die Prognose der Waldentwicklung und der forstlichen Nutzungspotenziale von 2012 bis zum Jahr 2042 erfolgte durch Fortschreibung der dritten Bundeswaldinventur (BWI 3) auf Basis eines Waldentwicklungsszenarios, das sich an der Betriebsanweisung „Waldbau der Schleswig-Holsteinischen Landesforsten“ orientiert. Im Derbholzbestand erhöht sich im Betrachtungszeitraum der Flächenanteil des Laubholzes von ca. 66 % auf 74 %, wobei alle Laubbaumartengruppen Zunahmen im Bereich von 1-3 Prozentpunkte aufweisen. Bei Fichte, Kiefer und Lärche nimmt der Flächenanteil um dieselbe Größenordnung ab. Einzig die Douglasie weist beim Nadelholz eine leichte Zunahme auf. Ähnliche Tendenzen zeigen sich bei der Vorratsentwicklung. Bei Kiefer und Fichte nimmt der Vorrat ab dem Jahr 2022 ab, bei allen Laubbaumarten sind Vorratsanstiege zu verzeichnen. Bei Buche und Eiche steigen die Vorräte sowohl im schwachen als auch im stärkeren Durchmesserbereich, wohingegen bei Fichte und Kiefer deutliche Rückgänge im Durchmesserbereich bis 40 cm zu verzeichnen sind. Der gesamte Derbholzvorrat erhöht sich von knapp 54 Mio. m<sup>3</sup> auf 60 Mio. m<sup>3</sup>. Bei der Buche liegen die jährlichen Nutzungsmengen im Bereich von 300.000-350.000 m<sup>3</sup>, bei der Eiche in einer Größenordnung von 150.000 m<sup>3</sup>. Bei Fichte und Kiefer zeichnen sich deutliche Rückgänge der Vornutzungserträge, aber zunehmende (Fichte) bzw. abnehmende (Kiefer) Endnutzungsmengen ab. Das jährliche Nutzungspotenzial beläuft sich auf ca. 400.000 m<sup>3</sup> bei der Fichte und 100.000 m<sup>3</sup> bei der Kiefer. Für alle Baumartengruppen beträgt das jährliche Nutzungspotenzial im Mittel 8 m<sup>3</sup>/ha, der mittlere Zuwachs 8-10 m<sup>3</sup>/ha.

Wälder, Holzprodukte aus den geernteten Holzmengen und deren Substitutionseffekte spielen für den Klimaschutz national sowie international eine entscheidende Rolle. Dieses Thema wird für Waldbesitzer auch immer wichtiger im Dialog mit Bürgern und Verbänden. Im Jahr 2012 betrug der Kohlenstoffvorrat aller betrachteten Speicher (Waldboden, lebende ober- und unterirdische sowie tote Baumbiomasse, Holzprodukte, Substitutionseffekte) rund 55 Mio. t C, wobei 58 % im Waldboden und ca. 34 % in der lebenden Baumbiomasse zu finden waren. Im unterstellten Waldentwicklungsszenario steigt der Gesamtkohlenstoffvorrat der Speicher bis 2042 auf 100 Mio. t C an. Dabei spielt die stoffliche und energetische Nutzung des Holzes und deren Potenzial andere, energieintensiver herzustellende Produkte und fossile Brennstoffe zu ersetzen, eine entscheidende Rolle. Der Anteil der Holzprodukte und deren Substitutionseffekte am gesamten Kohlenstoffvorrat beträgt am Ende des Betrachtungszeitraumes rund 40 %. Darin ist aber die Speicherleistung der im Betrachtungszeitraum noch vorhandenen Holzprodukte, die mit Holz aus früheren Nutzungen hergestellt wurden, nicht enthalten. Die Berechnungen zeigen auch, dass Nadelhölzer eine höhere Kohlenstoffspeicherleistung erbringen als Laubhölzer. Mit Blick auf den Beitrag des Forst- und Holzsektors zum Klimaschutz sollten daher beim Aufbau stabiler Mischbestände angemessene Nadelholzanteile

berücksichtigt werden, zumal das Nadelholz die Rohstoffbasis des Holzbaus darstellt. Auf diese Weise wird den Zielen einer multifunktionalen Forstwirtschaft im Sinne einer ökologischen, ökonomischen und sozialen Nachhaltigkeit Rechnung getragen.

# 1 Einleitung

## 1.1 Zielsetzung

Der Wald ist Lebensraum für zahlreiche Pflanzen- und Tierarten, erbringt zahlreiche Ökosystemdienstleistungen und bietet dem Menschen vielfältige Erholungsmöglichkeiten. Gleichzeitig liefert er den ökologisch wertvollen, nachwachsenden Rohstoff Holz und ist damit die Existenzgrundlage für zahlreiche Forstbetriebe und ein wichtiger Wirtschaftsfaktor. Ziel der von der Bundesregierung 2017 verabschiedeten „Charta für Holz 2,0“ (BMEL 2017) ist es, durch eine Steigerung des Holzverbrauches positive Effekte für den Klimaschutz zu erzielen und gleichzeitig die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Forst- und Holzbranche zu stärken. Eine Zunahme des Holzverbrauchs geht einerseits mit einem erhöhten Holzeinschlag in den Wäldern einher, andererseits wird bei der stofflichen Verwertung von Holz Kohlenstoff in den verschiedenen Holzprodukten mit unterschiedlicher Verweildauer gespeichert. Die klimaneutrale energetische Nutzung von Holz substituiert zudem fossile Brennstoffe und größere Kohlendioxidemissionen werden vermieden. Außerdem ist der Beschäftigungseffekt zu beachten, der sich aus einer verstärkten Holznutzung ergibt. So sind in Deutschland etwa 1,1 Mio. Personen im Cluster Forst und Holz beschäftigt (BECHER 2015). Dazu zählen neben der Forstwirtschaft die Holz bearbeitende Industrie (Sägewerke, Holzwerkstoffindustrie), die Holz verarbeitende Industrie (z. B. Möbelindustrie), das Holzhandwerk, die Papierwirtschaft, das Verlags- und Druckgewerbe und der Holzhandel. Durch die Globalisierung der Forst- und Holzwirtschaft und die zunehmende Verknappung fossiler Rohstoffe hat der Cluster in den letzten Jahren einen Aufschwung erfahren. Besonders im ländlichen Raum haben die klein- und mittelständischen Betriebe des Clusters einen wesentlichen Einfluss auf die regionale Wirtschaftsentwicklung und Beschäftigungspolitik.

Mit der ersten Clusterstudie Forst und Holz Schleswig-Holstein (RÜTHER et al. 2008) wurde erstmalig ein umfangreiches Zahlenwerk für Schleswig-Holstein präsentiert, in dem neben einer Strukturanalyse der Forst- und Holzindustrie auch die forstlichen Nutzungspotenziale im Vordergrund standen. Ziel dieser Neuauflage ist es, auf Basis neuerer Daten einen aktuellen Überblick über den Cluster Forst und Holz in Schleswig-Holstein bereitzustellen. Einleitend werden die inneren Strukturen (Betriebe, Umsätze, Beschäftigungszahlen) und wirtschaftlichen Potenziale des Clusters analysiert und die möglichen Holzaufkommen für einen Prognosezeitraum von 30 Jahren auf Basis der dritten Bundeswaldinventur prognostiziert.

Des Weiteren soll auf der Basis der dritten Bundeswaldinventur und Simulationsrechnungen der Beitrag des Clusters Forst und Holz zum Klimaschutz bilanziert werden. Neben der Kohlenstoffspeicherung im Wald und in Holzprodukten werden dabei auch die stofflichen und energetischen Substitutionseffekte mit einbezogen.

Die Zusammenschau der Ergebnisse bildet die Grundlage für eine gemeinsame Betrachtung sämtlicher Wirtschaftsbereiche des Clusters Forst und Holz, um die gegenwärtigen und künftigen Chancen und Risiken im Wettbewerb vor allem aus Sicht der Rohstoffverfügbarkeit aufzuzeigen und Strategien zur Optimierung der Wirtschaftsprozesse zu entwickeln, die in gezielte Maßnahmen zur Stärkung der schleswig-holsteinischen Forst- und Holzwirtschaft und des Klimaschutzes münden können. Im Rahmen der Studie sollen folgende Informationen bereitgestellt werden:

- wichtige Kenndaten für den Cluster Forst und Holz (Jahresumsatz, Anzahl der Betriebe und Beschäftigten),
- das Holzaufkommen bis zum Jahr 2042 bei Unterstellung eines naturnahen Bewirtschaftungsszenarios getrennt nach Baumartengruppen und Sortimenten,
- der Kohlenstoffvorrat in der lebenden ober- und unterirdischen sowie toten Baumbiomasse, dem Waldboden, den Holzprodukten und deren Substitutionspotenzial.

## 1.2 Hintergrundinformationen

Nach den Ergebnissen der dritten Bundeswaldinventur (TI 2015) liegt Schleswig-Holstein mit einem Waldflächenanteil von 11 % deutlich unter dem bundesweiten Durchschnitt von 32 %. Ursprünglich relativ dicht bewaldet, führten Übernutzungen, Waldweide, aber auch Sturmfluten seit dem Mittelalter zu erheblichen Rückgängen der Waldfläche. Auf der anderen Seite ist Schleswig-Holstein aktuell das Bundesland mit der höchsten relativen Waldzunahme zwischen den Jahren 2002 und 2012 (+ 2,5 %). Derzeit beträgt die Waldfläche in Schleswig-Holstein 173.400 ha.

Hinsichtlich der Eigentumsverhältnisse ist Schleswig-Holstein durch einen hohen Privatwaldanteil gekennzeichnet (rund 51 %). Der Landeswaldanteil beträgt 31 % und der Anteil des Bundeswaldes 3 %. Der Körperschaftswald ist mit 15 % vertreten.

Der Gesamtholzvorrat beträgt ca. 54 Mio. Vfm. Bezogen auf die Waldfläche entspricht dies einem Vorrat von 320 Vfm/ha. Die dominierende Baumart ist mit einem Anteil von 26 % am Gesamtvorrat die Buche, gefolgt von Fichte mit 19 % und Eiche mit 16 %. Lärche und Kiefer sind mit je ca. 7 % in ähnlicher Größenordnung vertreten, der Anteil der Douglasie beträgt etwa 2 %. Die übrigen Laubhölzer mit niedriger Lebensdauer (ALn) machen 11 % aus, Laubhölzer mit einer hohen Lebensdauer (ALh) bilden rund 8 % des Gesamtholzvorrates. Auch bei den Vorräten je Hektar weist die Buche mit 420 m<sup>3</sup>/ha den höchsten Wert auf (Abbildung 1), gefolgt von Fichte mit knapp 400 m<sup>3</sup>/ha. Die übrigen Nadelhölzer liegen mit 300-330 m<sup>3</sup>/ha in etwa in der gleichen Größenordnung wie die Eiche und das ALh. Mit ca. 190 m<sup>3</sup>/ha ist der geringste Vorrat beim ALn zu beobachten.

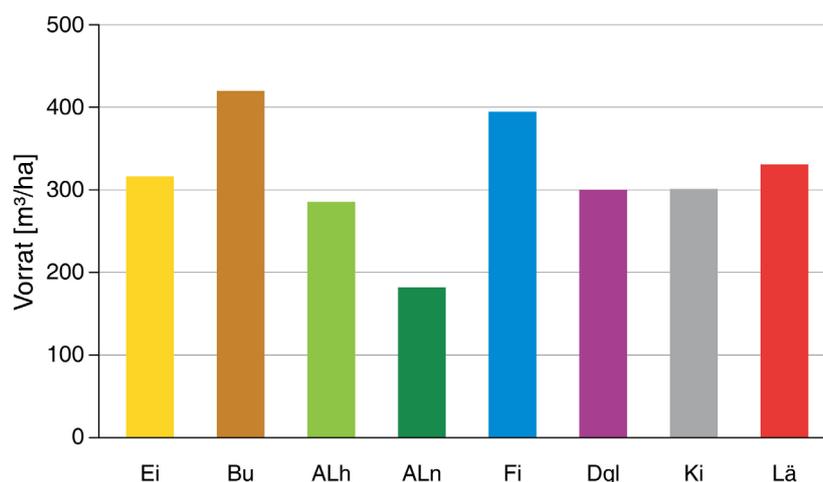


Abbildung 1. Hektarvorräte der Baumarten im Jahr 2012 in Schleswig-Holstein

Betrachtet man die Verteilung der Baumartenflächen im Hauptbestand nach Altersklassen (Abbildung 2), so zeigt sich, dass der Schwerpunkt – historisch bedingt (Nachkriegsaufforstungen) – im Altersbereich von 41-80 Jahren liegt. In diesem Altersbereich sind dementsprechend auch die höchsten Nadelholzanteile zu finden, da die Aufforstungen meistens mit den an Freiflächenbedingungen besser angepassten und schneller wachsenden Nadelbäumen durchgeführt wurden. Im höheren Altersbereich ist Schleswig-Holstein durch einen relativ ausgeglichenen Altersklassenaufbau gekennzeichnet. Weiterhin charakteristisch für den Waldaufbau in Schleswig-Holstein ist der hohe Laubholzanteil im Hauptbestand von durchschnittlich 64 %. In der ersten Altersklasse (1-20 Jahre) sowie in den höheren Altersklassen (> 100 Jahre) liegt dieser bei mindestens 85 %.

Die Fläche der Jungbestockung, d. h. Bäume < 4 m Höhe sowohl unter Schirm als auch im Hauptbestand, umfasst in Schleswig-Holstein rund 41.000 ha. Davon entfallen 35.000 ha (85 %) auf Laubbäume. Buche, ALh und ALn weisen jeweils Werte von 9.000-12.000 ha auf und damit deutlich mehr als die Eiche mit knapp 3.000 ha. Von den Nadelbäumen ist nur die Fichte mit knapp 4.000 ha in

nennenswertem Umfang vertreten. Kiefer, Lärche und Douglasie zusammen kommen auf ca. 1.600 ha (Abbildung 3).

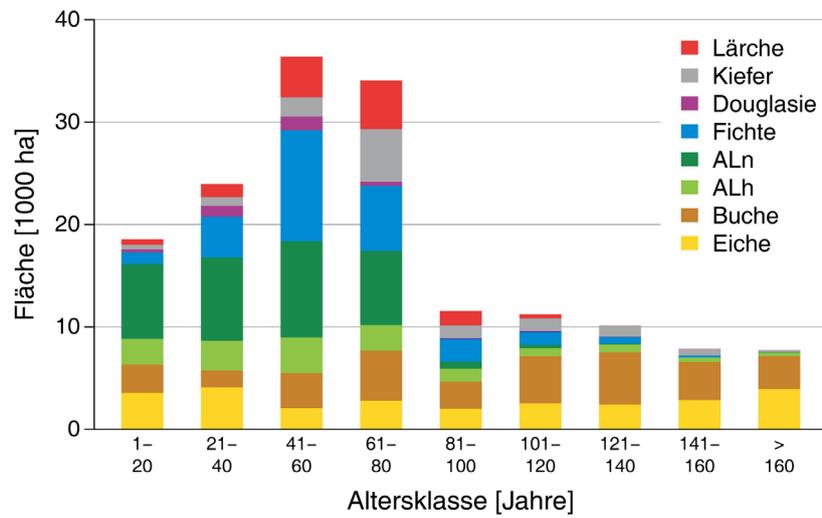


Abbildung 2. Altersklassenverteilung des Hauptbestandes nach Baumarten im Jahr 2012 in Schleswig-Holstein

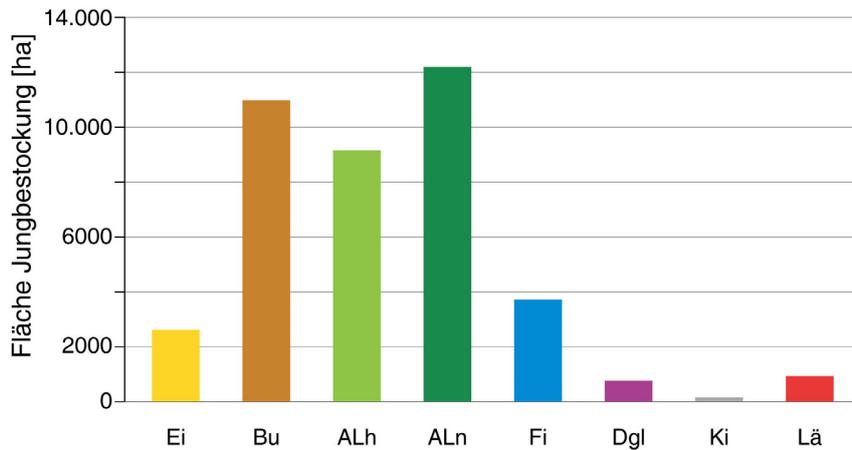


Abbildung 3. Fläche der Jungbestockung nach Baumarten im Jahr 2012 in Schleswig-Holstein. Zur Jungbestockung zählen alle Bäume mit einer Höhe < 4 m sowohl unter Schirm als auch im Hauptbestand

## 2 Der Cluster Forst und Holz in Schleswig-Holstein

### 2.1 Material und Methoden

Die Auswertungen zum Cluster Forst und Holz Schleswig-Holstein mit dem Stichjahr 2012 basieren, im Unterschied zur vorherigen Clusterstudie (RÜTHER et al. 2008), auf den Analysen von BECHER (2015), da andere Daten und Auswertungen nicht im entsprechenden Umfang zugänglich waren. Im Vergleich zur Vorstudie haben sich auch die bundesweit einheitliche Zuordnung der Wirtschaftsbereiche sowie die Möglichkeiten der amtlichen Statistik verändert. BECHER (2015) nutzt für seine Analysen Daten der Bundesagentur für Arbeit, des Statistischen Bundesamtes und der Waldgesamtrechnung (zur weiteren Herleitung siehe BECHER (2015) und SEINTSCH (2013)). Aufgrund der geänderten Datengrundlage und anderer Berechnungsmethoden sind die jetzigen Ergebnisse nur bedingt mit denen der Vorstudie vergleichbar. Die von BECHER (2015) verwendete Untergliederung in die Bereiche Holz verarbeitendes und bearbeitendes Gewerbe wurde in der vorliegenden Studie zu einer Kategorie zusammengefasst. Die hier verwendete Untergliederung des Clusters Forst und Holz ist in Tabelle 1 zu finden.

Tabelle 1. Verwendete Untergliederung des Clusters Forst und Holz in Anlehnung an BECHER (2015)

<b>Forstwirtschaft</b>
Forstwirtschaft, Forstwirtschaftliche Dienstleistungen
<b>Holzbau</b>
Zimmerer, Bautischlerei und -schlosserei, Holzfertigbau
<b>Holz be- und verarbeitendes Gewerbe</b>
Säge-, Holzwerkstoff-, Möbel-, Holzpackmittelindustrie Industrielles Holzbauwesen, sonstige Holzverarbeitung
<b>Holzhandel</b>
Großhandel mit Roh- und Schnittholz, Großhandel mit Holzhalbwaren sowie Bauelementen aus Holz
<b>Papiergewerbe</b>
Holz- und Zellstoffherzeugung, Papierherstellung, Papierverarbeitung
<b>Verlags- und Druckgewerbe</b>

### 2.2 Ergebnisse

Der Umsatz des Clusters Forst und Holz Schleswig-Holstein im Jahr 2012 hat sich im Vergleich zu 2006 nur leicht um 0,1 Mrd. € verringert und beträgt rund 4,3 Mrd. € (Tabelle 2). Im bundesweiten Vergleich der Umsätze belegte der schleswig-holsteinische Cluster im Jahr 2012 den 9. Rang. Der Anteil der Forstwirtschaft am Umsatz des Clusters liegt bei ca. 129 Mio. € bzw. 3 % (Abbildung 4). Den größten Umsatzanteil hat nach der vorliegenden Datengrundlage das Verlags- und Druckgewerbe, gefolgt vom Holzbau sowie dem Papiergewerbe (zusammen 79,6 %). Insgesamt betrachtet liegt der Anteil des Clusters am gesamten Umsatz aller Unternehmen in Schleswig-Holstein bei rund 2,6 %. Die Bruttowertschöpfung des Clusters betrug insgesamt etwa 1,3 Mrd. €. Das entspricht rund 1,9 % der Bruttowertschöpfung des gesamten Bundeslandes im Jahr 2012.

Tabelle 2. Daten des Clusters Forst und Holz in Schleswig-Holstein im Jahr 2012

Umsatz aller Unternehmen im Cluster	ca. 4,3 Mrd. €
Anteil der Forstwirtschaft am Umsatz des Clusters	rd. 129 Mio. €
Unternehmensanzahl im Cluster	etwa 3.700
Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte im Cluster	ca. 24.900
Anteil des Clusters am gesamten steuerbaren Umsatz aller Unternehmen in Schleswig-Holstein	ca. 2,6 %
Bruttowertschöpfung des Clusters	rd. 1,3 Mio. €

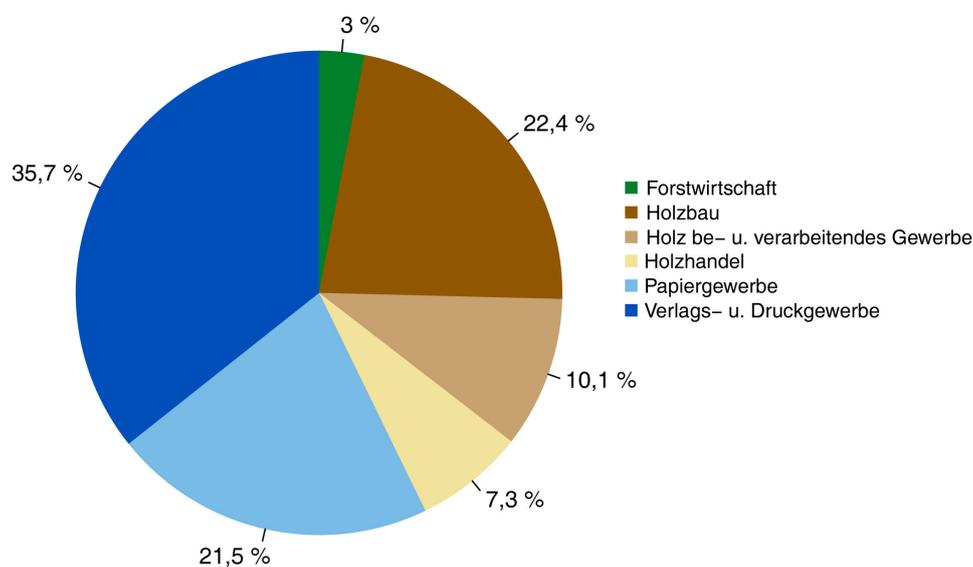


Abbildung 4. Prozentualer Anteil der Wirtschaftsbereiche am gesamten Umsatz des Clusters Forst und Holz in Schleswig-Holstein im Jahr 2012

Die Gesamtanzahl der Unternehmen im Cluster hat sich im Vergleich zu 2006 um ca. 400 Unternehmen erhöht und beträgt im Stichjahr etwa 3.700. Mehr als die Hälfte der Unternehmen des Clusters sind dem Bereich Holzbau zuzurechnen (Abbildung 5).

2012 betrug die Zahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten im Cluster rund 24.900 Personen. Meist waren sie in den Bereichen Verlags- und Druckgewerbe sowie Holzbau tätig (Abbildung 6).

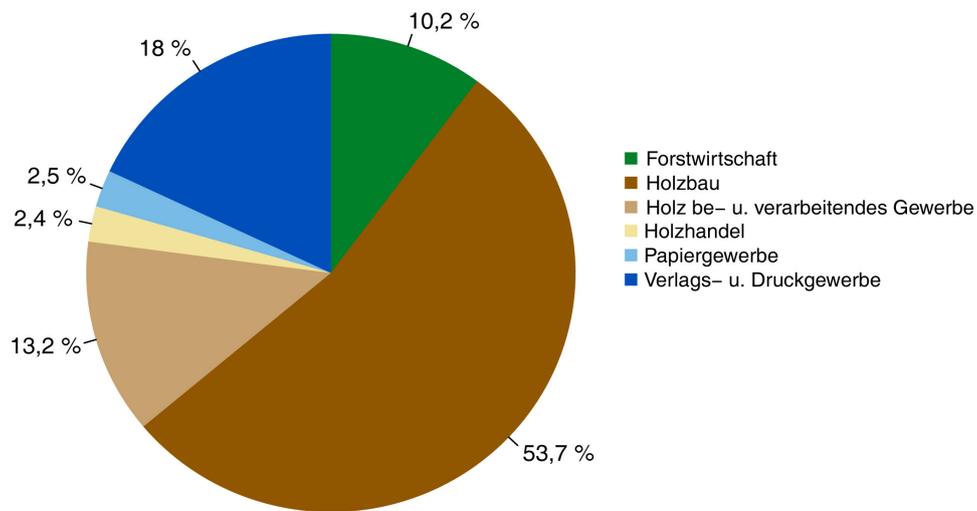


Abbildung 5. Prozentualer Anteil der Wirtschaftsbereiche an der gesamten Unternehmensanzahl des Clusters Forst und Holz in Schleswig-Holstein im Jahr 2012

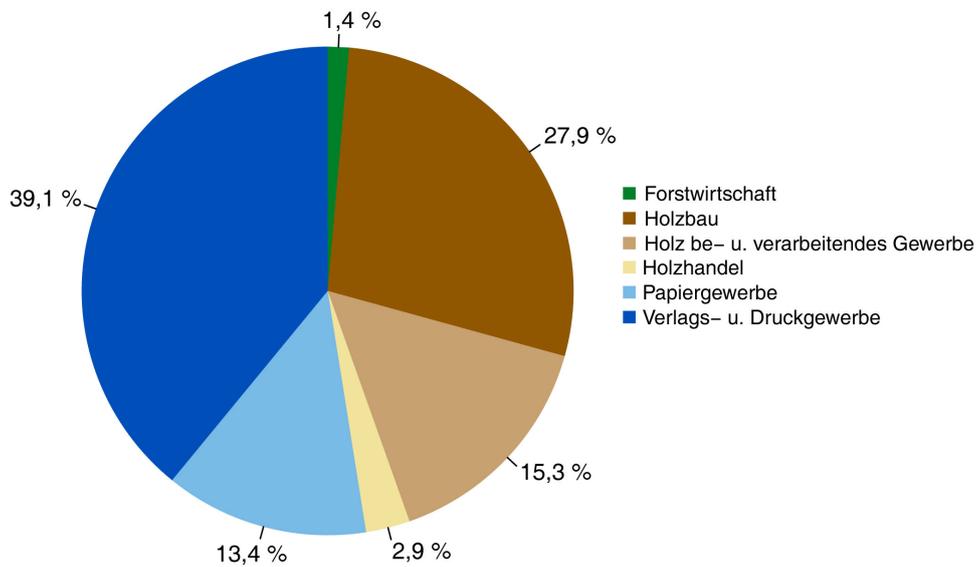


Abbildung 6. Prozentualer Anteil der Wirtschaftsbereiche an der Gesamtanzahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten des Clusters Forst und Holz in Schleswig-Holstein im Jahr 2012

## **3 Forstliche Nutzungspotenziale**

### **3.1 Einleitung**

Mit der Prognose der forstlichen Nutzungspotenziale soll das potenzielle Rohholzaufkommen unter der Prämisse einer nachhaltigen Bewirtschaftung für die kommenden Jahre vorhergesagt werden. Gleichzeitig lässt sich dadurch abschätzen, wie sich der heutige Wald bei einer naturnahen Waldbewirtschaftung entwickeln wird.

Die Prognose erfolgt als Simulation mit einem Softwaresystem, welches verschiedene Modellkomponenten zum Baumwachstum und zur forstlichen Nutzung beinhaltet. Die Simulation kann aber nicht sämtliche, für eine Holzmobilisierung entscheidende Kriterien abbilden, da dadurch der Komplexitätsgrad erheblich ansteigen würde. Nicht berücksichtigt werden wirtschaftliche Einflüsse (z. B. Preisentwicklung), forsttechnische Aspekte (z. B. Erschließung des Waldes), Qualitätsmerkmale der Bäume, Schadereignisse (z. B. Stürme) oder individuelle Eigentümerziele bezüglich der Nutzungsart oder Baumartenwahl. Außerdem können Neuwaldflächen in Folge von Sukzessionen oder Neuaufforstungen nicht abgebildet werden. Die Waldfläche bleibt folglich im Betrachtungszeitraum konstant.

### **3.2 Datengrundlage**

Die Schätzung der forstlichen Nutzungspotenziale basiert auf den Einzelbaumerhebungen der BWI 3 und den Standortkartierungen des Bundeslandes Schleswig-Holstein. Bei der BWI handelt es sich um eine Stichprobeninventur mit permanent markierten Probepunkten. Sie besitzt ein einstufiges Clusterdesign mit dem Trakt als primärer Stichprobeneinheit, welcher vier Unterstichproben (sog. Traktecken) besitzt. Die Bäume ab einem Brusthöhendurchmesser (BHD) von 7 cm werden an jeder im Wald liegenden Traktecke mittels einer Winkelzählprobe mit dem Zählfaktor 4 erhoben. Bäume unterhalb der Derbholzgrenze werden in zwei Probekreisen mit Radien von 1 und 2 m erfasst. Für die Simulationen und die daraus abgeleiteten Potenziale wurden alle Traktecken berücksichtigt, für die Aufnahmen zum Gehölzbestand vorliegen.

### **3.3 Prognosewerkzeug WaldPlaner**

Für die Simulation wurde das Softwaresystem WaldPlaner eingesetzt (HANSEN und NAGEL 2014). Es basiert auf dem Einzelbaumwuchsmodell BWINPro (NAGEL et al. 2006) und wurde zur Simulation und Auswertung einer großen Anzahl von einzelnen Beständen weiterentwickelt. Das Programm unterstützt das Generieren virtueller Modellbestände aus Forsteinrichtungsdaten oder Waldinventuren und die Datenhaltung in einer beliebigen Datenbank. Mit dem WaldPlaner kann das Wachstum unterschiedlich strukturierter Bestände unter Berücksichtigung waldbaulicher Maßnahmen abgebildet werden. Im Zuge der Generierung von Modellbeständen aus den vorliegenden Rohdaten sowie der Simulation der Bestandesentwicklung werden automatisch diverse Einzelbaum- und Bestandesparameter berechnet und ausgegeben. Im Verlauf der Simulation der Bestandesentwicklung können neben dem Einzelbaumzuwachs auch Prozesse wie Mortalität und Einwuchs sowie eine Vielzahl waldbaulicher Handlungsalternativen (Durchforstungsarten und -stärken, Z-Baumauswahl, Endnutzungsvarianten, Pflanzung u. a.) abgebildet werden. In der vorliegenden Untersuchung wurden aus den erhobenen Einzelbaumdaten an den Traktecken der BWI 3 Modellbestände mit 0,1 ha Größe generiert.

### 3.4 Waldbauliche Steuerung

#### 3.4.1 Allgemeines

Zur Prognose des Rohholzaufkommens für den Zeitraum von 2012 bis 2042 wurde ungeachtet der Waldbesitzart und Größe der Forstbetriebe die Bewirtschaftungsvariante „naturnaher Waldbau“ simuliert. Diese Variante setzt weitgehend die aktuellen Vorgaben der Betriebsanweisung „Waldbau der Schleswig-Holsteinischen Landesforsten“ (SHLF 2011) um und misst der Laub- und Mischwaldvermehrung eine besondere Bedeutung zu. Traktecken in Schutzgebieten und Naturwäldern mit totalem Nutzungsverzicht wurden ohne forstliche Eingriffe simuliert (ca. 7 % der Traktecken, vgl. Tabelle 3). Naturschutzfachliche Auflagen in FFH-Gebieten wurden durch eine Modifikation der Waldbauregeln berücksichtigt. Das Regelset für die waldbauliche Behandlung umfasst Vorgaben für die folgenden waldbaulichen Maßnahmen: Standörtliche Zuordnung der Waldentwicklungstypen; Pflege der Bestände; Zuordnung der Zielstärken nach Standortstypen und Hauptbaumarten; Verjüngungsgang unter Berücksichtigung der Baumartengruppe des Vor- und Zielbestandes.

Tabelle 3. Anzahl der BWI-Traktecken in Schleswig-Holstein

Traktecken im Wald insgesamt	1.739
davon bestockter Holzboden, begehbar	1.668
davon ohne Nutzungsverzicht	1.550
davon in FFH-Gebieten	282

#### 3.4.2 Standörtliche Zuordnung der Waldentwicklungstypen

Die Festlegung der an den jeweiligen Traktecken standortgerechten Waldentwicklungstypen (WET) wurde getrennt für die schleswig-holsteinischen Waldbauregionen und auf Basis der aus der Standortkartierung vorliegenden Wasserhaushalts- und Nährstoffziffern vorgenommen. Es wurde nach vor- und nachrangigen WET unterschieden. Durch den Vergleich der Baumartenzusammensetzungen der vorhandenen Bestandestypen (BT) an den Traktecken mit den lokal jeweils möglichen WET wurde der am besten passende WET ermittelt. Der Ausgangsbestockung wurde bei der Auswahl der jeweils standortgerechten WET für die Walderneuerung eine große Bedeutung beigemessen, da in der forstlichen Praxis Naturverjüngungen aus ökologischen und ökonomischen Gründen allgemein bevorzugt werden.

#### 3.4.3 Waldbauliche Behandlung der Bestände

Die Pflege und Nutzung der Bestände wurde in den Simulationen über eingriffsspezifische und naturschutzorientierte Parameter gesteuert. Als Durchforstungsart wurde die Hochdurchforstung zugunsten einer begrenzten Anzahl an Z-Bäumen gewählt und der Durchforstungsturnus auf zwei Eingriffe im Jahrzehnt festgelegt. Es wurden bei Kiefer 180, bei Fichte, Tanne und Küstentanne 200, bei Lärche und Douglasie 120, bei Eiche, Edellaubbäumen und Weichlaubhölzern 80 sowie bei Buche und Linde 100 Z-Bäume/ha unterstellt. Das Eingriffsvolumen wurde für Durchforstungen auf minimal 10 m<sup>3</sup>/ha in Beständen mit führender Eiche und sonst auf 20 m<sup>3</sup>/ha festgesetzt bzw. auf maximal 60 m<sup>3</sup>/ha in Beständen mit führender Eiche, auf 100 m<sup>3</sup>/ha in Douglasien- und Küstentannenbeständen sowie auf 80 m<sup>3</sup>/ha in allen übrigen Beständen. Von der Option, allein zugunsten der Z-Bäume einzugreifen, ohne auch die Zwischenfelder zu pflegen, wurde bei Bestandestypen mit generell extensiver bzw. fakultativer Nutzung Gebrauch gemacht (Eiche/Birke, Eiche/Kiefer, Birke, Kiefer/Eiche, Kiefer/Birke auf schwachen Standorten).

Zur Endnutzung der Bestände wurden die Hiebsformen Zielstärkennutzung und Schirmschlag simuliert. Die Vorgaben für die standortsabhängigen Zielstärken wurden aus der Waldbaurichtlinie übernommen und für FFH-Gebiete generell um 5 cm erhöht. Die simulierten Zielstärkennutzungen

beschränkten sich nicht allein auf die Entnahme zielstarker Bäume, da der Unter- und Zwischenstand dieses Produktionsziel nicht oder nicht in angemessenen Produktionszeiträumen erreichen kann. Sobald in einem Bestand 30 % der Grundfläche auf zielstarke Bäume entfielen, wurde von dieser 50 % in zufälliger Auswahl genutzt. Die übrigen 50 % wurden vom schwachen Ende her kommend genutzt. Die minimalen Endnutzungsmassen wurden für alle Baumarten auf 20 m<sup>3</sup>/ha festgelegt, die maximalen auf 100 m<sup>3</sup>/ha. Bei den Baumarten Douglasie und Küstentanne beträgt die maximale Entnahmemenge 150 m<sup>3</sup>/ha und beim Bestandestyp Buche-Douglasie 120 m<sup>3</sup>/ha.

Die Pflanzung von Baumarten in Endnutzungsbeständen wurde an den Kronenschlussgrad der Altbestände gekoppelt, soweit bei den Ausgangsbeständen keine bzw. keine ausreichende Naturverjüngung vorhanden war. Der jeweils als geeignet unterstellte Kronenschlussgrad variiert je nach der Transmission des Altholzschirmes und der Schattenertragnis der Verjüngung. Ein ggf. vorhandener Unterstand aus Schattbaumarten wurde vor der Verjüngung von Licht- und Halbschattbaumarten entfernt.

Naturschutzfachliche Aspekte wurden durch den Erhalt von Habitatbäumen, den Schutz seltener Baumarten und den Erhalt von Mindestüberschirmungen von 0,3° in Naturschutz- und FFH-Gebieten berücksichtigt. Die Anzahl der Habitatbäume wurde auf drei pro Hektar festgelegt, wobei die Auswahl in Naturschutz- und FFH-Gebieten auf Laubbaumarten beschränkt wurde, es sei denn, der Nadelbaumanteil des Grundbestandes lag über 70 %. Grundsätzlich wurden sehr starke Bäume von Nutzungen ausgeschlossen. Bei Eiche wurden diesbezüglich 160 cm BHD, bei Buche, Lärche, Bergahorn, Esche, Ulme, Elsbeere 130 cm, bei Fichte, Kiefer, Linde 120 cm sowie bei Kirsche, Birke, Erle, Eberesche, Aspe und Weide 80 cm unterstellt. Für eingeführte Baumarten gab es keinen Grenzdurchmesser.

#### **3.4.4 Sortierungsvorgaben**

Die im Zuge der Szenariorechnungen ausscheidenden Bäume wurden in einzelne, dem Verwendungszweck entsprechende Sortimenten zerlegt (Tabelle 4). Der Verwendungszweck ist ein wichtiges Kriterium bei der auf den Nutzungspotenzialen aufbauenden Berechnung des Kohlenstoffspeichervermögens verschiedener Holzprodukte. Bei der Aushaltung wurde grundsätzlich nach Laub- und Nadelholz differenziert. Nadelstammholz wurde – soweit möglich – lang ausgehalten mit maximalen Längen von 18 m, Laubholz in Abschnitten. Die Abschnitte unterscheiden sich vom Langholz dahingehend, dass die Längen der aus einem Stamm herausgeschnittenen Teilstücke festgelegt sind, wobei baumartenspezifische Mindestzopfdurchmesser einzuhalten waren. Bei der Sortierung des Laubholzes wurde zusätzlich die Beschränkung eingeführt, dass das Stammholz nur bis zum Kronenansatz ausgehalten wurde und mindestens 5 m lang sein musste. Bei der Aushaltung des Nadelholzes wurde die Abschnittslänge auf minimal 4 und maximal 5 m festgelegt. Beim Industrieholz wurden für die meisten Baumarten ein Mindestzopf von 7 cm und eine Mindestlänge von 3 m festgelegt. Die Stockhöhe betrug bei allen Baumarten 30 cm.

Tabelle 4. Sortimente und Einstellungen zur Holzsortierung (Minstdurchmesser und Mindestzopf mit Rinde)

Sortiment	Minstdurchmesser (cm)	Mindestzopf (cm)	Mindestlänge (m)	Maximale Länge (m)	Zugabe (m)
Stubben	7		0,3	0,3	0
Eiche	32	32	5,0	10,0	0,2
Eiche Parkett	20 (max. 45)	20	5,0	5,0	0,1
Eiche Industrieholz	7	7	3,0	3,0	0
Buche (Erdstammstück)	22	22	7,5	7,5	0,1
Buche (2. Stück)	22	22	5,0	5,0	0,1
Buche Palette	19	19	5,0	5,0	0,1
Buche Industrieholz	7	7	3,0	-	0
ALh und Hainbuche	22	22	5,0	10,0	0,2
ALh Industrieholz	7	7	3,0	-	0
ALn	21	21	5,0	-	0,2
ALn Industrieholz	11	11	3,0	3,0	0
Fichte / Tanne Langholz	15	15	10,0	18,0	0,2
Douglasie Langholz	17	17	10,0	18,0	0,2
Kiefer / Lärche Langholz	16	16	10,0	18,0	0,2
Nadelholz Abschnitte	13	13	4,0	5,0	0,1
Nadelholz Industrieholz	7	7	3,0	3,0	0

### 3.5 Ergebnisse

#### 3.5.1 Baumartenanteile

Waldumbaumaßnahmen, insbesondere die für den Landeswald programmatisch festgelegte Mischwaldvermehrung, werden in Schleswig-Holstein zu einer Verschiebung in der Baumartenzusammensetzung führen (Abbildung 7). Erste Schritte in diese Richtung konnten bereits durch die Bundeswaldinventuren aufgezeigt werden. So hat sich der Flächenanteil der Laubbäume im Hauptbestand (einschl. Verjüngung) zwischen 2002 und 2012 um acht Prozentpunkte auf 64 % erhöht. In den kommenden dreißig Jahren werden ohne Berücksichtigung der Klimaveränderungen bei der standörtlichen Zuordnung der Baumarten die Laubholzanteile weiter zunehmen. Am deutlichsten zeigt sich dies bei der Buche, deren Anteil sich schätzungsweise auf 26 % erhöhen wird. Besonders bei der Buche ist zu berücksichtigen, dass im Zuge der Umwandlung von Nadelwäldern Voranbauten unter Fichten- oder Kieferschirm mit der allmählichen Räumung des Schirmes in den Hauptbestand überführt werden. Aus diesem Grund ist mittelfristig mit deutlich höheren Zunahmen des Buchenanteils zu rechnen, obwohl ihr Anteil auf wechselfeuchten oder trockeneren Standorten vermutlich abnehmen wird.

Baumarten aus den Gruppen ALh und ALn bilden oftmals die führende Bestockung der Laubmischwälder auf Sonder- und Extensivstandorten. Dazu zählen z. B. Ahorn- und Eschen- sowie Erlenmischwälder auf meist basischen, mäßig frischen bis sehr feuchten Standorten. Ebenfalls fallen unter diese Gruppe die Birken-Mischwälder (mit Aspe, Eiche, Kiefer) extremer Standortsbedingungen (moorig, anmoorig, sommertrocken, mäßig nährstoffversorgt). Gleichzeitig sind ALh und ALn im Zuge des waldbaulichen Strategiewechsels in einer Vielzahl von WET explizit als Misch- oder Begleitbaumarten vorgesehen, um die Risiken für die künftige Waldentwicklung zu begrenzen. Entsprechend ist eine Zunahme der Anteile zu beobachten. Diesbezüglich bleibt jedoch abzuwarten, ob das seit einigen Jahren verstärkt auftretende Eschentriebsterben weiter voranschreitet und zu Flächenverlusten bei dieser Baumart führen wird. Aktuelle Entwicklungen geben diesbezüglich Anlass zur Sorge.

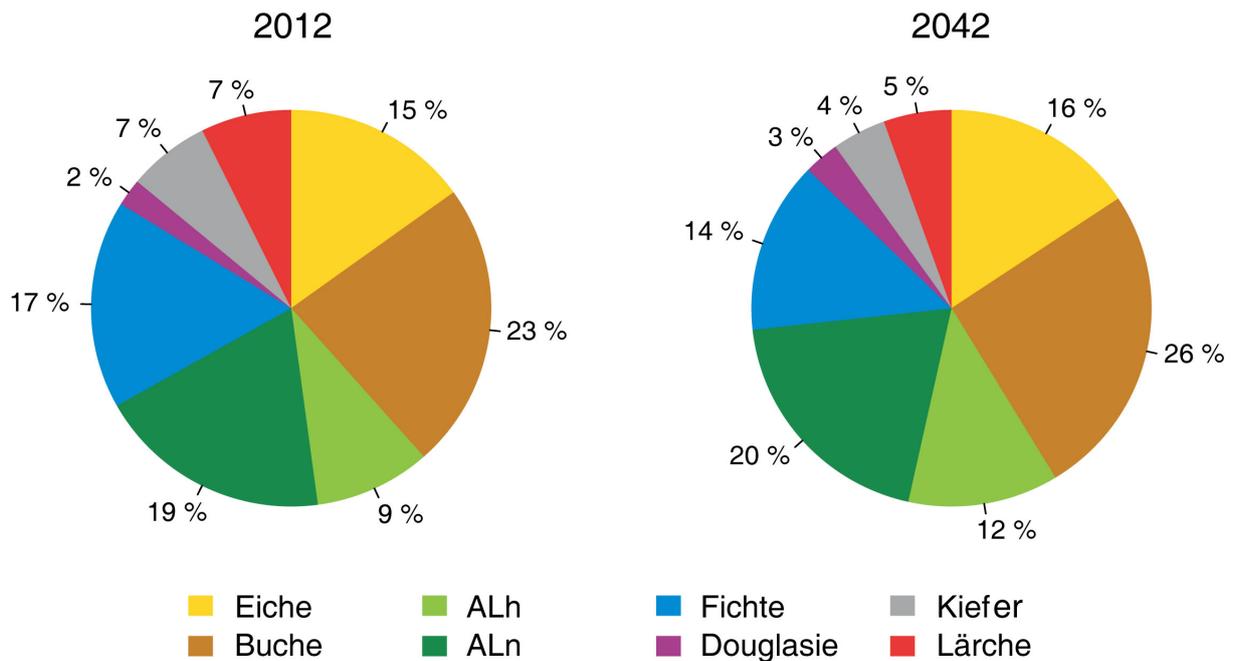


Abbildung 7. Vergleich der Baumartenanteile im Hauptbestand (nur Derbholz)

Bei der Eiche wird der gegenwärtige Anteil von etwa 15 % gehalten. Der regionale Schwerpunkt des Eichenanbaus liegt in der Waldbauregion Südwest, da hier die Konkurrenzkraft der Buche auf Standorten geringerer Wasserhaltefähigkeit geringer ist.

Die Fichte erwies sich in der Vergangenheit oftmals als störanfällige Baumart. Durch steigende Temperaturen, Sommertrockenheit und steigendes Windwurfisiko ist der Anbau zukünftig als Mischbaumart (v. a. mit Buche) auf frischen, tiefgründigen Standorten vorgesehen. Entsprechend wird sich innerhalb der nächsten 30 Jahre der Anteil von derzeit 17 % auf ca. 14 % verringern. Angesichts des Altersklassenaufbaus bei der Fichte mit einem Schwerpunkt in der dritten und vierten Altersklasse ist dieses Ergebnis allerdings kritisch zu hinterfragen. Innerhalb der nächsten 30 Jahre wachsen diese Bestände in den Zielstärkenbereich, d. h. es setzen verstärkt Nutzungen ein. Auf der anderen Seite ist nicht zu erwarten, dass die Fichte in gleichem Umfang verjüngt wird, da vielfach ein Umbau dieser Bestände stattfindet. Dies lässt sich im Modell jedoch nur zum Teil berücksichtigen. Vor diesem Hintergrund ist es wahrscheinlich, dass bei der Fichte ein deutlich stärkerer Flächenrückgang einsetzt. Dafür spricht auch, dass der Fichtenanteil im Hauptbestand (inkl. Verjüngung) allein im zehnjährigen Zeitraum zwischen 2002 und 2012 um drei Prozentpunkte zurückging.

Der Schwerpunkt des Kiefernbaus liegt klimabedingt in den Waldbauregionen Südost und zunehmend auch Südwest. Aufgrund des Altersklassenaufbaus sind in den kommenden 30 Jahre verstärkt Nutzungen zu erwarten, die in Verbindung mit der angestrebten Erhöhung der Mischwaldanteile zu einem Flächenrückgang von 7 % auf 4 % führen werden. Dass die Verjüngungstätigkeit bei der Kiefer kaum eine Rolle spielt, ist ebenfalls am Altersaufbau erkennbar: weniger als 10 % der Kiefernfläche entfallen auf die ersten beiden Altersklassen (1-40 Jahre). Analog zur Fichte und Kiefer liegt auch der Schwerpunkt der Lärche in der dritten und vierten Altersklasse und es findet ein Umbau der Bestände in zumeist buchengeprägte Mischwälder statt. Obwohl die Japanlärche im küstennahen Bereich regional Bedeutung besitzt, wird sie künftig nicht mehr im bisherigen Maße in führender Rolle, sondern eher als mögliche Mischbaumart v. a. in Buchenbeständen auf tiefgründigen Standorten angebaut. Entsprechend rückläufig ist der Anteil von 7 % auf ca. 5 %. Nicht ausgeschöpft sind nach der standörtlichen Zuordnung im Landeswald die Anbaumöglichkeiten von Weißtanne und Küstentanne.

Aufgrund ihres hohen Zuwachspotenzials in Verbindung mit ihrem hohen Anpassungsvermögen an sich ändernde Klimabedingungen ist die Douglasie eine wertvolle waldbauliche Alternative zu den

heimischen Baumarten. Dies gilt insbesondere auf schlechter wasserversorgten Standorten sowie beim Umbau von Fichten- und Lärchenbeständen zur Konkurrenzsteuerung ungewollter Naturverjüngung (Traubeneiche, Fichte). Ein Großteil der Douglasien stellt als Voranbau eine „stille Reserve“ dar, die bis 2042 zu einem leichten Anstieg ihres Anteils auf etwa 3 % führen wird.

Insgesamt betrachtet erhöht sich im Rahmen der simulierten Mischwaldvermehrung der Flächenanteil der Laubbäume von derzeit etwa 66 % auf 74 %.

### 3.5.2 Vorrat

Im Jahr 2012 stockten in Schleswig-Holstein rund 54 Mio. m<sup>3</sup> Derbholz. Bezogen auf den bestockten Holzboden entspricht dies einem Durchschnittsvorrat von ca. 320 m<sup>3</sup>/ha. Verglichen mit dem Bundesdurchschnitt in Höhe von 333 m<sup>3</sup>/ha weist Schleswig-Holstein somit eine etwas geringere Vorratshaltung auf. Dies ist im Zusammenhang mit dem Altersklassenaufbau und der standörtlichen Ausstattung der Wälder zu sehen. Vor allem in der Waldbauregion Nordwest dominieren schwach nährstoffversorgte Standorte bei gleichzeitig hohen Windgeschwindigkeiten, Niederschlägen und Salzeinträgen, wodurch die waldbaulichen Möglichkeiten deutlich eingeschränkt sind. Bestände aus Fichte, Sitkafichte und auch Japanlärche der dritten und vierten Altersklasse treten häufig auf, von den Laubbaumarten ist nur das ALn von Bedeutung. Im östlichen Landesteil hingegen, vor allem in der Waldbauregion Ost, prägen nährstoffreiche Böden auf Grund- und Endmoränen die Landschaft. Außerdem sind die Wuchsbedingungen auch aus klimatischer Sicht günstiger. Es dominieren Laubwälder auf z. T. alten Waldstandorten mit hohen Vorräten. So beträgt der Buchenvorrat in Schleswig-Holstein 420 m<sup>3</sup>/ha, was im Vergleich der Bundesländer der mit Abstand höchste Wert ist. Auch Eiche (316 m<sup>3</sup>/ha) und ALh (285 m<sup>3</sup>/ha) weisen in Schleswig-Holstein im Vergleich zum Bundesdurchschnitt eine höhere Vorratsausstattung auf.

Bis 2042 prognostiziert die Simulation einen leichten Vorratsanstieg um rund 6 Mio. m<sup>3</sup> auf 60 Mio. m<sup>3</sup> (Abbildung 8), was im Zusammenhang mit der Altersklassenverschiebung zu sehen ist. Im Vergleich dazu stieg der Gesamtvorrat in den zehn Jahren zwischen 2002 und 2012 um knapp 9 Mio. m<sup>3</sup>. Der nun langsamere Vorratsaufbau ist darauf zurückzuführen, dass die prognostizierte Vorratsentwicklung auf der Annahme einer vollständigen Abschöpfung der vom Szenario ausgewiesenen Nutzungspotenziale basiert. Erfahrungsgemäß bleiben jedoch die realen Nutzungen hinter den Potenzialen zurück, weil sie von konjunkturellen Schwankungen und dem individuellen Nutzungsverhalten der Waldbesitzer überlagert werden, was i. d. R. einen stärkeren Vorratsaufbau zur Folge hat. Gleichzeitig wirkt die zu erwartende verstärkte Nutzung im Nadelholz dem Vorratsaufbau entgegen (s. u.).

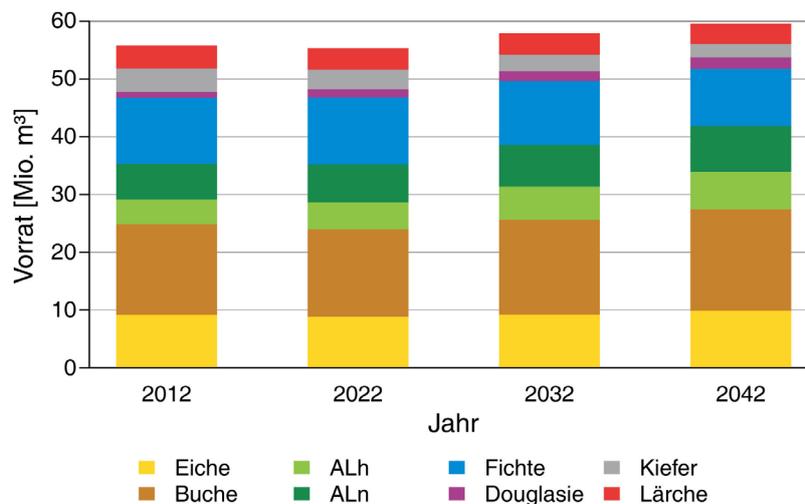


Abbildung 8. Entwicklung des Vorrates nach Baumarten von 2012 bis 2042 in Schleswig-Holstein

Der Anstieg des Gesamtvorrates bis 2042 wird vor allem durch das Laubholz getragen. Hier zeigt sich bei allen vier Baumartengruppen eine Zunahme. Die Abschöpfung der Nutzungspotenziale bewirkt vor allem bei Fichte und Kiefer eine Abnahme der Vorräte, wodurch auch der Vorrat der Nadelbaumarten insgesamt rückläufig ist.

Bei der Fichte sinkt der Vorrat leicht von derzeit knapp 11 Mio. m<sup>3</sup> auf unter 10 Mio. m<sup>3</sup>, bei Kiefer von 4 Mio. m<sup>3</sup> auf 2 Mio. m<sup>3</sup>. Demgegenüber bleibt der Vorrat bei der Lärche im Betrachtungszeitraum nahezu konstant. Einerseits kommt es zwar bereits zum Umbau von Lärchenbeständen in Mischwälder, andererseits liegt der Zuwachs vieler Bestände aufgrund der gegenüber den anderen Nadelbaumarten höheren Zielstärke/Produktionszeit aber noch über den Nutzungen. Mit einem erhöhten Aufkommen an Lärchenwert- bzw. Lärchenstammholz kann daher etwa ab dem Jahr 2050 gerechnet werden. Die Douglasie war zum Stichtag der BWI 3 im Jahre 2012 vor allem in den ersten drei Altersklassen vertreten, wobei der Anteil am bestockten Holzboden unter 1 % lag. Da sie jedoch besonders auf den trockenen Standorten eine leistungsstärkere Alternative zur Kiefer darstellt, wird ihr Flächenanteil künftig stetig zunehmen und ihr Vorrat dementsprechend von heute knapp 1 Mio. m<sup>3</sup> auf 2 Mio. m<sup>3</sup> im Jahr 2042 ansteigen.

Die Laub- und Mischwaldvermehrung im Rahmen des unterstellten Waldbaukonzeptes lässt sich auch anhand der Vorratsentwicklung getrennt nach Durchmesserstufen ablesen (Abbildung 9).

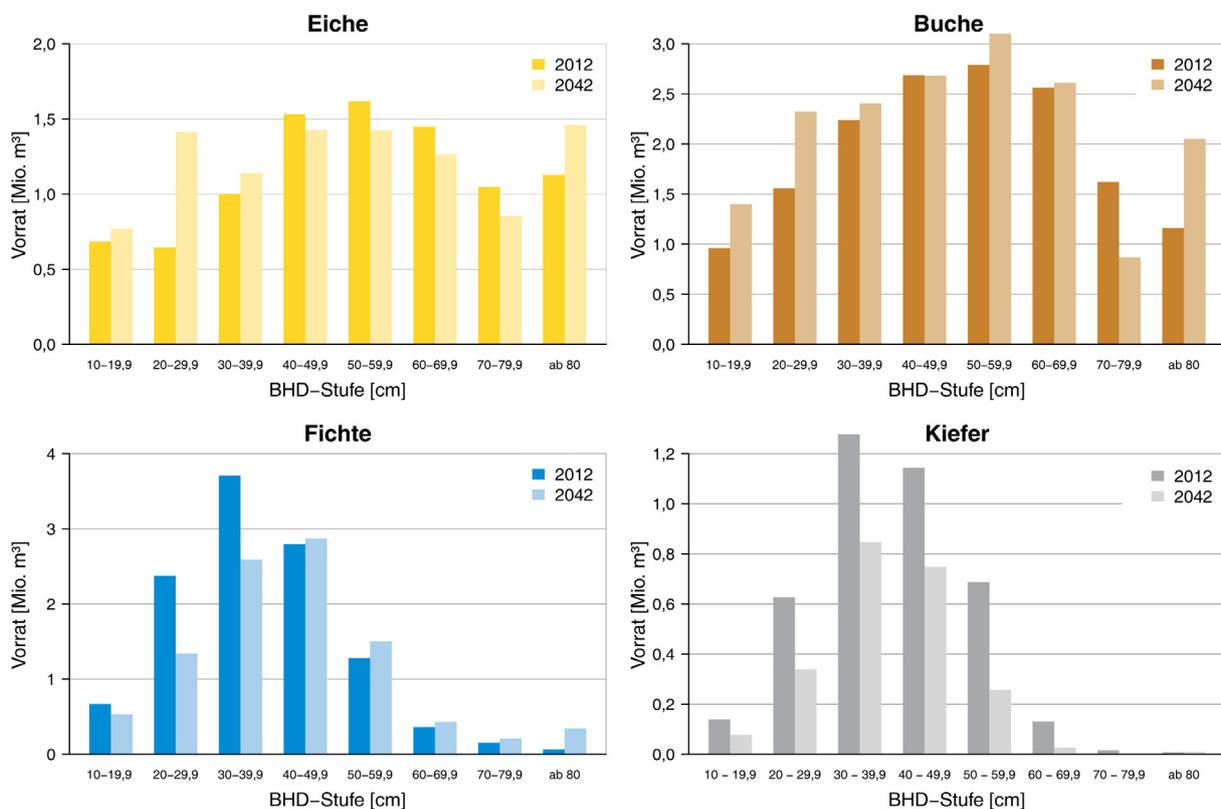


Abbildung 9. Vorrat nach BHD-Durchmesserstufen in den Jahren 2012 und 2042 für die vier Hauptbaumarten in Schleswig-Holstein

Bei den wirtschaftlich bedeutenden Nadelbaumarten Fichte und Kiefer führt die abnehmende Anbaufläche dazu, dass die Vorräte im schwächeren und mittleren Durchmesserbereich (bis 40 cm) in den nächsten dreißig Jahren erheblich zurückgehen werden. Im Gegensatz zur Fichte sinkt der Vorrat bei der Kiefer auch im stärkeren Bereich ab 40 cm, während bei der Fichte hier noch leichte Anstiege zu verzeichnen sind. Eiche und Buche weisen demgegenüber vor allem im schwächeren BHD-Bereich Zunahmen auf. Bei der Eiche ist im mittleren Stärkebereich ein Rückgang zu beobachten, bei der Buche vor allem in der BHD-Stufe 70-79,9 cm. Letzterer deutet auf ein theoretisch

hohes Nutzungspotenzial in diesem Bereich hin, was sich aus den hohen Hektarvorräten bei der Buche ergibt und als solches vom Modell abgeschöpft wird. Im BHD-Bereich über 80 cm ist sowohl bei Buche als auch bei Eiche ein deutlicher Vorratsaufbau zu verzeichnen. Dies ist einerseits auf die nicht genutzten Flächen und andererseits auf Habitatbaumkonzepte im Wirtschaftswald zurückzuführen.

### 3.5.3 Nutzungen und Zuwachs

Neben der Entwicklung der Baumartenanteile und des Holzvorrates stellen Zuwachs und Nutzung zwei weitere wichtige forstliche Kenngrößen dar. Anhand dieser Indikatoren können u. a. die Leistungsfähigkeit der Waldstandorte und die Nachhaltigkeit von Nutzungsstrategien überprüft werden. Da im Rahmen der Simulation von vereinfachten Rahmenbedingungen ausgegangen wird und das Nutzungsmodell nicht alle realen Restriktionen berücksichtigt, sollten die prognostizierten Holz-mengen als Nutzungspotenziale verstanden werden, die sich durch die Vielzahl der im Modell nicht berücksichtigten Faktoren in der Regel nicht vollständig realisieren lassen. Im Zeitraum zwischen der BWI 2 im Jahre 2002 und der BWI 3 im Jahre 2012 lag der Zuwachs in Schleswig-Holstein bei durchschnittlich  $10 \text{ m}^3/\text{ha} \cdot \text{a}$ , von denen im Mittel  $6,6 \text{ m}^3/\text{ha} \cdot \text{a}$  genutzt wurden.

Die Simulation zeigt für die Periode 2012-2017 und 2017-2022 zunächst einen Zuwachsrückgang auf 7 bzw.  $9 \text{ m}^3/\text{ha} \cdot \text{a}$ , bis zum Jahr 2032 erfolgt dann wieder ein Zuwachsanstieg auf  $10 \text{ m}^3/\text{ha} \cdot \text{a}$ . Anschließend ist erneut ein leichter Rückgang zu beobachten (Abbildung 10). Diese Entwicklung ist im Zusammenhang mit der Nutzung zu sehen. Die simulierten Nutzungspotenziale verteilen sich ab 2017 relativ homogen über den Prognosezeitraum und liegen bei etwa 7 bis  $8 \text{ m}^3/\text{ha} \cdot \text{a}$  und damit über der durch die BWI ausgewiesenen Nutzung zwischen 2002 und 2012. Es fällt auf, dass die Nutzungen im ersten Simulationsschritt mit über  $10 \text{ m}^3/\text{ha} \cdot \text{a}$  deutlich höher ausfallen. Dieser „Bugwellen-Effekt“ ist modellbedingt und erklärt sich dadurch, dass in den Simulationen die waldbaulichen Vorgaben hinsichtlich der angestrebten Grundflächenhaltungen und Zielstärken in den Modellbeständen unmittelbar für alle Stichprobenpunkte umgesetzt werden. In dicht bestockten Beständen mit relativ hohen Grundflächen bzw. Vorräten zu Simulationsbeginn werden Pflege- und Nutzungsrückstände demzufolge kurzfristig abgebaut, sodass es auch zum beobachteten Zuwachsrückgang kommt. Mit Ausnahme des ersten Intervalls liegen die Zuwächse im Betrachtungszeitraum aber über den Nutzungen, sodass es zum bereits beschriebenen Vorratsaufbau kommt.

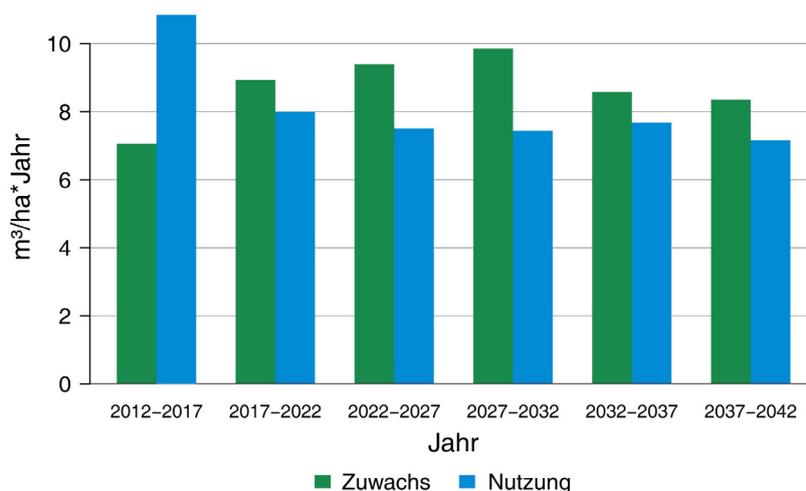


Abbildung 10. Gegenüberstellung von Zuwachs und Nutzung im Prognosezeitraum

Die Höhe der Vornutzungen, d. h. der Nutzungen von Bäumen unterhalb der Zielstärke, und der Endnutzungen (Bäume mit mindestens Zielstärke) hängt maßgeblich von der Verteilung des Vorrates auf

die Durchmesserstufen zu Beginn des Betrachtungszeitraumes ab (vgl. Abbildung 9). Bei der Eiche liegen die potenziellen Vornutzungserträge im Prognosezeitraum zwischen 60.000-120.000 m<sup>3</sup>/Jahr und nehmen im zeitlichen Verlauf leicht ab (Abbildung 11). Die Endnutzungsmassen liegen in derselben Größenordnung und weisen anfangs ebenfalls einen höheren Wert auf als zu späteren Zeitpunkten. Zwischen potenzieller und tatsächlicher Nutzung besteht bei der Eiche eine hohe Diskrepanz. Der durch die BWI ausgewiesene Einschlag von 2002-2012 lag insgesamt (Vor- u. Endnutzung) bei rund 70.000 m<sup>3</sup>/Jahr und damit bei etwa der Hälfte der Potenziale. Bei der Buche liegen die potenziellen Endnutzungsmassen anfangs bei über 250.000 m<sup>3</sup>/Jahr und sinken dann auf ca. 170.000 m<sup>3</sup>/Jahr im Zeitraum von 2023-2042. Ein ähnlicher Verlauf, jedoch auf niedrigerem Niveau (120.000-170.000 m<sup>3</sup>/Jahr), ist bei den Vornutzungserträgen festzustellen. Dieses Muster ist modellbedingt und ergibt sich aus dem oben beschriebenen Bugwellen-Effekt. Bei der Buche ist der Effekt besonders ausgeprägt, da die Vorratshaltung am Periodenanfang mit 420 m<sup>3</sup>/ha im Mittel relativ hoch ist und entsprechend auch der Anteil der Bäume mit hohen Durchmessern. Das theoretisch nutzbare Potenzial ist demzufolge vor allem anfangs relativ groß, trotz Berücksichtigung von Nutzungseinschränkungen (geschützte Flächen und FFH-Gebiete). Unter der Annahme einer gleichmäßigeren Verteilung liegen die potenziellen Nutzungsmassen bei der Buche in den nächsten 30 Jahren etwa zwischen 300.000 und 350.000 m<sup>3</sup>/Jahr.

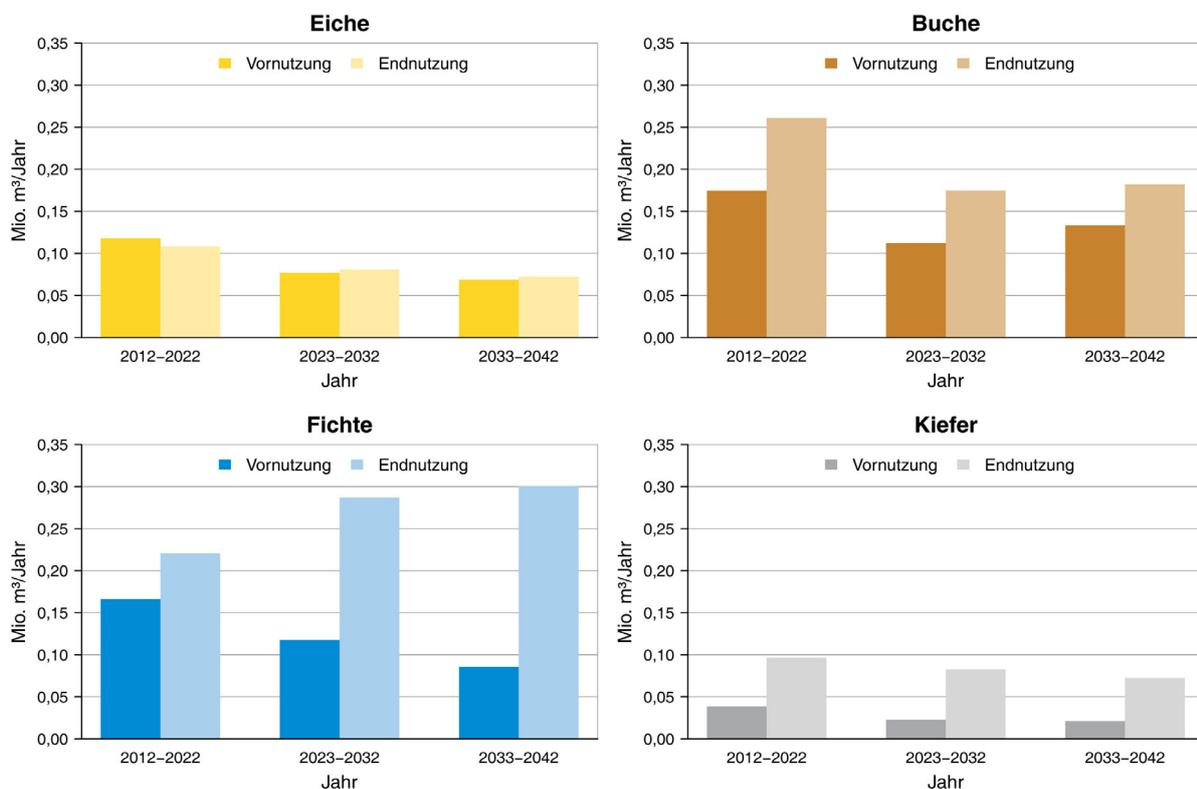


Abbildung 11. Jährliches Nutzungspotenzial nach Baumarten und Simulationsperiode

Ein zunehmender Anteil der Fichtenbestände wächst in den Zielstärkenbereich ein, was anhand des Altersklassenaufbaus und der Vorratsverteilung auf Durchmesserstufen erkennbar ist. Gleichzeitig ist der Fichtenanteil in den jüngeren Altersklassen bzw. den schwächeren Durchmesserstufen rückläufig. Dies spiegelt sich deutlich bei den ausgewiesenen Nutzungspotenzialen wider. So steigen die Endnutzungsmengen von etwa 210.000 m<sup>3</sup>/Jahr in der ersten Periode auf 300.000 m<sup>3</sup>/Jahr im dritten Intervall an. Damit einhergehend ist ein deutlicher Rückgang der Vornutzungsmassen von etwa 160.000 m<sup>3</sup>/Jahr auf unter 100.000 m<sup>3</sup>/Jahr. Bei den Endnutzungserträgen wird vermutlich ab 2042 ebenfalls ein Rückgang einsetzen. Die Kiefer spielt hinsichtlich der Nutzungsmengen nur eine unter-

geordnete Rolle. Es zeigt sich ein ähnliches Bild wie bei der Fichte. Die Endnutzungsmengen sind deutlich höher als die Vornutzungen, was sich aus dem ungleichmäßigen Altersaufbau erklärt. Im Unterschied zur Fichte nehmen bei der Kiefer neben den Vornutzungen aber auch die Endnutzungserträge bereits im Simulationszeitraum ab. Dies liegt vor allem darin begründet, dass die Kiefer die höchsten Vorräte im Durchmesserbereich 40-60 cm und damit im Zielstärkenbereich aufweist (vgl. Abbildung 9). Zum anderen können die Zuwächse auf den überwiegend ertragsschwachen Kiefernstandorten die Nutzungen nicht mehr ausgleichen, sodass es zum oben beschriebenen Vorratsabbau kommt.

Für die weitere Holzverwertung ist die Sortierung der Holzpotenziale nach Stärkeklassen eine wichtige Informationsquelle. Tabelle 5 bis Tabelle 8 zeigen die prognostizierten Sortenerträge getrennt nach Mittenstärkeklassen und Betrachtungsperioden im Simulationszeitraum, wobei sich für die Hauptwirtschaftsbaumarten ein differenziertes Bild ergibt.

Bei der Buche fallen die höchsten Erträge in den stärkeren Sortimenten (Stärkeklassen > 3b) an. Dies gilt vor allem für die Periode 2012-2022, anschließend nehmen die Nutzungsmengen ab. Bei den schwächer dimensionierten Sortimenten bis 2b bleiben die Mengen im zeitlichen Verlauf nahezu konstant. Bei der Eiche ist ein ähnliches Muster zu beobachten, allerdings sind die Nutzungspotenziale im Vergleich zur Buche geringer und erreichen in etwa nur halb so hohe Werte. Der bei beiden Baumarten erkennbare Rückgang der Erträge im stärkeren Bereich ergibt sich durch die in den Simulationsschritten konsequent umgesetzten Zielstärkenutzungen. Dabei wird ein Großteil der potenziell realisierbaren Masse bereits im ersten Simulationsintervall abgeschöpft. Die bei der Fichte rückläufigen Vornutzungserträge spiegeln sich vor allem in der Entwicklung der Nutzungsmengen in den Stärkeklassen 1a bis 2b wider. Bei den Sortimenten 3a-5 steigen die Nutzungspotenziale hingegen an. Im Gegensatz dazu sind bei der Kiefer in allen Stärkeklassen rückläufige Nutzungsmengen zu erwarten.

Tabelle 5. Eichenholznutzung [1.000 m<sup>3</sup>/Jahr] nach Stärkeklassen und Prognosezeitraum

Jahr	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4	5	6+
2012 - 2022	11	12	10	16	13	25	45	40	34
2023 - 2032	7	11	11	11	11	13	30	25	25
2033 - 2042	7	11	13	14	11	17	24	14	20

Tabelle 6. Buchenholznutzung [1.000 m<sup>3</sup>/Jahr] nach Stärkeklassen und Prognosezeitraum

Jahr	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4	5	6+
2012 - 2022	20	29	14	28	28	32	71	81	91
2023 - 2032	23	21	14	17	19	19	51	52	46
2033 - 2042	18	28	17	23	25	24	63	52	38

Tabelle 7. Fichtenholznutzung [1.000 m<sup>3</sup>/Jahr] nach Stärkeklassen und Prognosezeitraum

Jahr	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4	5	6+
2012 - 2022	9	19	59	71	84	61	36	6	1
2023 - 2032	9	18	54	69	91	70	47	6	0
2033 - 2042	9	15	41	58	88	81	52	11	0

Tabelle 8. Kiefernholznutzung [1.000 m<sup>3</sup>/Jahr] nach Stärkeklassen und Prognosezeitraum

Jahr	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4	5	6+
2012 - 2022	3	5	14	22	29	27	26	0	0
2023 - 2032	2	3	12	21	26	20	13	1	0
2033 - 2042	3	3	10	19	27	14	9	1	0

## 4 Kohlenstoffbilanz

### 4.1 Methoden

Die Kohlenstoffspeicherung im Wald wurde auf Basis der Einzelbaumdaten der Waldentwicklungssimulationen in zehnjährigen Schritten bis zum Jahre 2042 berechnet (vgl. Kapitel 3). Die betrachteten Kohlenstoffspeicher im Wald sind die lebende ober- und unterirdische Baumbiomasse sowie das Totholz. Zur Quantifizierung der lebenden ober- und unterirdischen Einzelbaumbiomasse wurden baumartenspezifische Biomassefunktionen verwendet (DUNGER et al. 2014, HUSMANN et al. 2017, RUMPF et al. 2012, NW-FVA 2013). Die Umrechnung in Kohlenstoffeinheiten erfolgte mit einem unterstellten Kohlenstoffgehalt der Biomasse von 50 %. Die Berechnung des Totholzspeichers erfolgte in Anlehnung an WÖRDEHOFF (2016). Zur Schätzung der Totholzzersetzung dient ein exponentielles Modell nach WIRTH et al. (2004) mit Zersetzungskonstanten von HERRMANN et al. (2015). Die Zersetzungskonstante für Laubholz beträgt 0,054, die für Nadelholz 0,0325. Daraus ergeben sich Lebensdauern von etwa 55 und 92 Jahren.

Mit den Daten der simulierten Nutzungsmengen wurden des Weiteren die Kohlenstoffspeicherung in Holzprodukten sowie ihre Substitutionswirkungen hergeleitet. Der Holzproduktspeicher wird durch die Zuordnung des sortierten Rohholzes zu verschiedenen Produktkategorien (Tabelle 9) und mit Hilfe eines vereinfachten Holzverwendungsschlüssels (Tabelle 10) aufgefüllt. Dabei wird in Anlehnung an MUND et al. (2015) davon ausgegangen, dass die Holzprodukte am Ende ihrer mittleren Lebensdauer energetisch genutzt werden. Unberücksichtigt bleiben dabei die im Betrachtungszeitraum noch vorhandenen Holzprodukte, die mit Holz aus frühen Nutzungen hergestellt wurden. Die Substitutionswirkung der Holzprodukte wird mit Hilfe der Substitutionsfaktoren von KNAUF et al. (2013) hergeleitet. Diese Faktoren betragen für die energetische bzw. materielle Substitution 0,67 bzw. 1,50 t C/t C.

Für den Kohlenstoffspeicher Waldboden wurde keine eigenständige Berechnung durchgeführt, sondern es wurde auf Literaturangaben zurückgegriffen. Die Bodenvegetation im Wald wurde aufgrund ihres geringen Kohlenstoffvorrates im Vergleich zur lebenden Baumbiomasse, der fehlenden Datengrundlage sowie der geringen Lebensspanne des Großteils der dazugehörigen Pflanzen als konstant angesehen und nicht weiter betrachtet (vgl. WÖRDEHOFF 2016).

Tabelle 9. Aufstellung der Produktklassen mit den entsprechenden mittleren Lebensdauern, ihren Hauptprodukten und der Substitutionsart (verändert nach WÖRDEHOFF 2016)

Produktklasse		Mittlere Lebensdauer [Jahre]	Hauptprodukte	Substitutionsart
Produkte mit	langer Lebensdauer	50	Bauholz	stofflich
	mittlerer Lebensdauer	25	Holzwerkstoffe, Furniere, Möbel	
	kurzer Lebensdauer	3	Papier, Pappe, Kartonagen	
Energieholz			Brennholz, Pellets	energetisch

Tabelle 10. Vereinfachter Holzverwendungsschlüssel zur Verteilung von Laub- und Nadelholz auf die Produktklassen (WÖRDEHOFF 2016)

Art	Produkte mit			Energieholz
	langer Lebensdauer	mittlerer Lebensdauer	kurzer Lebensdauer	
Laubholz	22 %	24 %	9 %	45 %
Nadelholz	34 %	23 %	30 %	13 %

## 4.2 Ergebnisse

Der Kohlenstoffvorrat der lebenden ober- und unterirdischen Baumbiomasse betrug im Jahr 2012 rund 18 Mio. t C. Davon entfielen fast 33 % auf die Baumartengruppe Buche und ca. 20 % auf die Baumartengruppe Eiche. Der Anteil der Baumartengruppe Fichte belief sich auf rund 16 %, derjenige der Weichlaubhölzer (ALn) sowie Edellaubhölzer (ALh) auf etwa 9 bzw. 8 % und derjenige der Lärche sowie Kiefer auf jeweils ca. 6 %. Die Douglasie hatte zum Stichjahr 2012 lediglich einen Anteil von weniger als 2 % am gesamten Kohlenstoffvorrat der lebenden Baumbiomasse in den Wäldern Schleswig-Holstein (Abbildung 12).

Im Simulationszeitraum von 2012 bis 2042 erhöht sich der Kohlenstoffvorrat der lebenden Baumbiomasse auf etwa 20 Mio. t C, wobei sich die Baumartenanteile im Vergleich zu 2012 teilweise stark verändern. So beträgt im Jahr 2042 der Anteil der Baumartengruppe Fichte am Kohlenstoffvorrat lediglich nur noch 13 %. Auch bei der Kiefer ist im Vergleich zum Ausgangszustand eine Abnahme um rund 3 % festzustellen. Im Gegensatz dazu erhöhen sich die baumartenspezifischen Anteile der Laubhölzer.

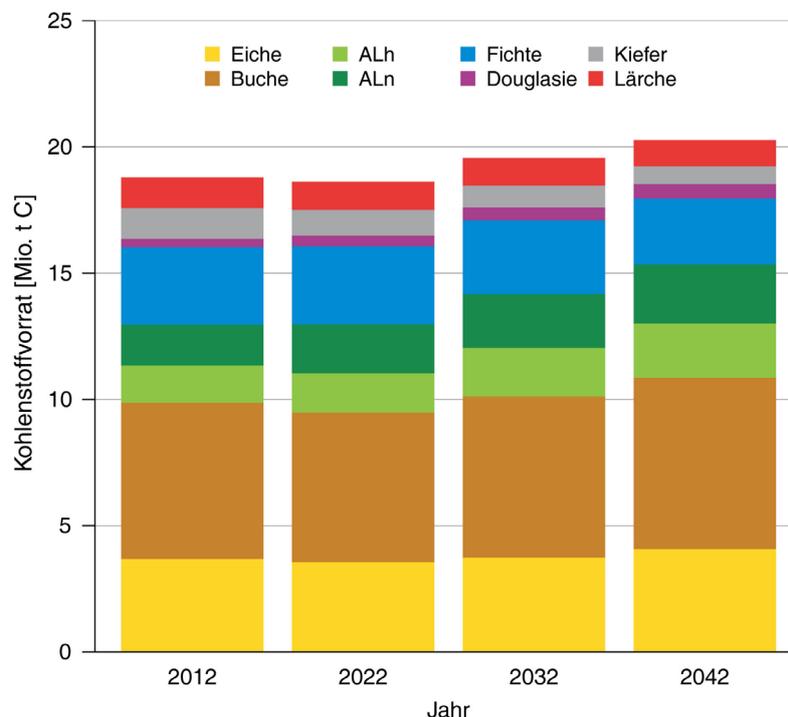


Abbildung 12. Entwicklung des Kohlenstoffvorrates der lebenden ober- und unterirdischen Baumbiomasse von 2012 bis 2042 getrennt nach Baumarten in Schleswig-Holstein

Der Totholzpool belief sich im Jahr 2012 auf rund 2,62 Mio. m<sup>3</sup>, was einem Kohlenstoffvorrat von etwa 0,4 Mio. t C entspricht. Den größeren Anteil an diesem Kohlenstoffspeicher hatten die Laubhölzer mit rund 57 %. Bis zum Jahr 2042 erhöht sich der Kohlenstoffvorrat in diesem Speicher stetig durch die natürliche Mortalität sowie durch Erntereste, die die gleichzeitige Zersetzung übertreffen, auf ca. 0,7 Mio. t C. Am Ende des Simulationszeitraumes beträgt der Anteil der Laubhölzer am Kohlenstoffvorrat des Totholzpool etwa 53 % (Abbildung 13).

Bei der Betrachtung der toten sowie der lebenden Baumbiomasse werden großflächige Absterbeereignisse oder Kalamitäten, wie beispielsweise Eschentriebsterben oder Sturmwurf, nicht berücksichtigt. Aufgrund des sich ändernden Klimas sind solche Risiken allerdings nicht zu vernachlässigen und sie wirken sich direkt auf die genannten Kohlenstoffspeicher im Wald aus.

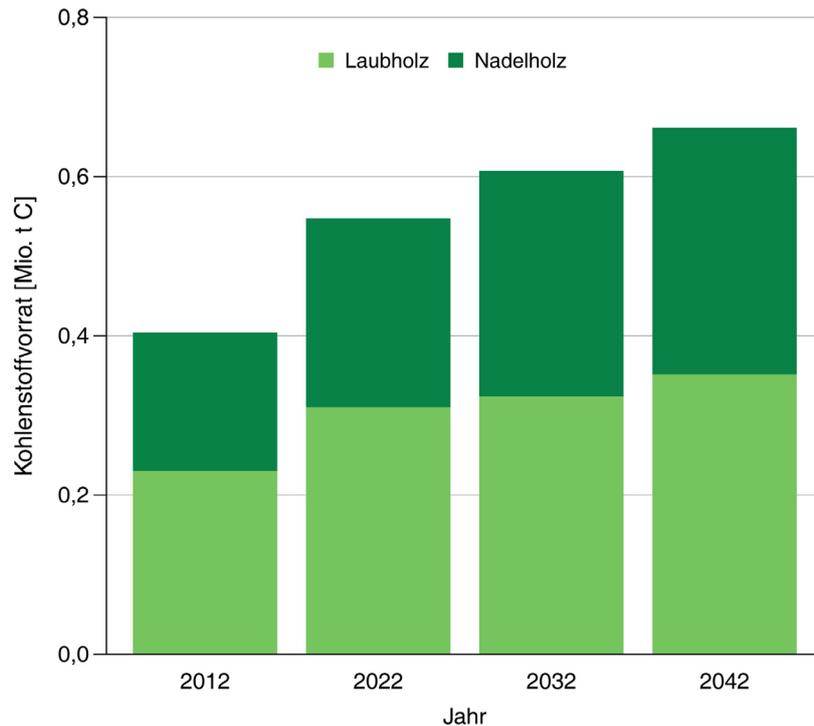


Abbildung 13. Entwicklung des Kohlenstoffvorrates des Totholzes von 2012 bis 2042 getrennt nach Laub- und Nadelholz in Schleswig-Holstein

Ein weiterer Speicher für Kohlenstoff im Wald ist der Boden. Für die Mineralböden (bis 90 cm Tiefe) sowie die organische Auflage der Wälder und Moore in Schleswig-Holstein konnten WÖRDEHOFF et al. (2012) auf Grundlage der zweiten Bodenzustandserhebung (BZE) einen mittleren Kohlenstoffvorrat von rund 32 Mio. t C bzw. 188 t C/ha ermitteln. Auswertungen zur Kohlenstoffbindung der Waldböden in Niedersachsen auf Grundlage der beiden bisher durchgeführten Bodenzustandserhebungen ergaben eine Rate von jährlich 1,35 t C/ha\*a (EVERS 2015). Diese Rate wird auch für die Waldböden Schleswig-Holsteins unterstellt. Unter der Annahme, dass die genannte Speicherrate im Betrachtungszeitraum konstant bleibt, ergibt sich für den Waldboden im Jahr 2042 ein Kohlenstoffvorrat von etwa 38 Mio. t C.

Die geernteten und sortierten Rohholzmengen in Höhe von insgesamt rund 39 Mio. m<sup>3</sup> (56 % Laub- und 44 % Nadelholz) werden dem Produktpool zugeführt und substituieren, je nach Verwendung, andere Materialien oder fossile Energieträger. Die Höhe des Holzproduktspeichers in Schleswig-Holstein zu Beginn der Simulation ist unbekannt. Daher sind die folgenden Ausführungen als zusätzliche Kohlenstoffmengen zu verstehen, die dem Produktpool zugeführt werden. Zu Beginn der Simulation werden dem Produktspeicher durch die Holznutzungen rund 2 Mio. t C zugeführt, von denen rund

36 % auf die energetische Nutzung entfallen und somit nicht langfristig gespeichert werden. Im Laufe der Simulation steigt der Produktspeicher in Schleswig-Holstein bis 2042 auf rund 5,3 Mio. t C an (59 % Laub- und 41 % Nadelholzanteil). Auch die Anteile der verschiedenen Produktgruppen am Kohlenstoffvorrat verschieben sich im Laufe der Simulation. Insbesondere die Kohlenstoffvorräte der Produkte mit langer und mittlerer Lebensdauer summieren sich auf, da der Simulationszeitraum nicht bzw. nur teilweise die mittlere Lebensdauer dieser Produktkategorien abdeckt (Abbildung 14).

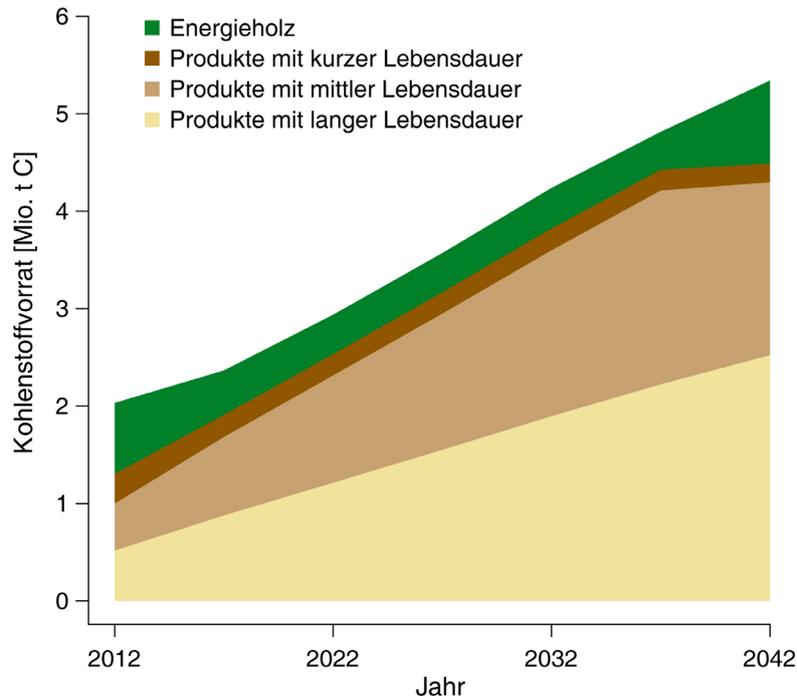


Abbildung 14. Entwicklung des zusätzlichen Beitrages der Holzverwendung zum Kohlenstoffvorrat des Holzproduktspeichers in Schleswig-Holstein von 2012 bis 2042, getrennt nach Holzproduktklassen

Die stoffliche und energetische Substitution anderer Materialien bzw. fossiler Brennstoffe durch Holzprodukte ist unumkehrbar und addiert sich im Laufe der Zeit auf. Zu Beginn der Simulation werden durch den Einsatz diverser Holzprodukte rund 2,4 Mio. t C (8,8 Mio. t CO<sub>2</sub>) substituiert. Da sich die Substitutionseffekte nachfolgend fortwährend addieren, ergibt sich bis zum Ende des Simulationszeitraumes im Jahre 2042 ein Substitutionspotenzial der stofflichen Nutzung von etwa 32,5 Mio. t C (119 Mio. t CO<sub>2</sub>, 57 % Laub- und 43 % Nadelholzanteil) und der energetischen Nutzung in Höhe von rund 2,5 Mio. t C (9 Mio. t CO<sub>2</sub>, 80 % Laub- und 20 % Nadelholzanteil). In der Summe sind es etwa 35 Mio. t C (128 Mio. t CO<sub>2</sub>, 59 % Laub- und 41 % Nadelholzanteil), die eingespart werden (Abbildung 15). Die genannten Werte basieren auf dem oben angeführten statischen Holzverwendungsschlüssel, der einfachen Kaskadennutzung sowie den Substitutionsfaktoren, welche sich durch technologische und gesellschaftliche Entwicklungen sowie veränderte Rahmenbedingungen ebenfalls ändern können.

Insgesamt ergibt sich für den Simulationszeitraum folgendes Bild: Im Jahr 2012 sind rund 55 Mio. t C in den verschiedenen Speichern in Schleswig-Holstein sequestriert, wobei der Großteil des Kohlenstoffs im Boden (ca. 58 %) sowie in der lebenden Baumbiomasse (ca. 34 %) gespeichert ist. Jedoch wird die wirkliche Größe des Holzproduktspeichers zu diesem Zeitpunkt unterschätzt, weil die Kohlenstoffspeicherung in Holzprodukten, die mit Rohholz früherer Nutzungen hergestellt wurden und noch vorhanden sind, unbekannt ist. Bis zum Ende der Simulation im Jahr 2042 erhöht sich der Kohlenstoffvorrat aller genannten Speicher auf rund 100 Mio. t C (Abbildung 16). Dabei wachsen die Kohlenstoffvorräte in allen Speichern, insbesondere der Substitutionseffekt der Holzprodukte, immer

weiter an. So beläuft sich im Jahr 2042 der Anteil des Waldbodens an der Summe der analysierten Kohlenstoffspeicher auf rund 39 %, die lebende Baumbiomasse hat einen Anteil von ca. 20 % und der Beitrag der Substitutionseffekte liegt bei etwa 35 %.

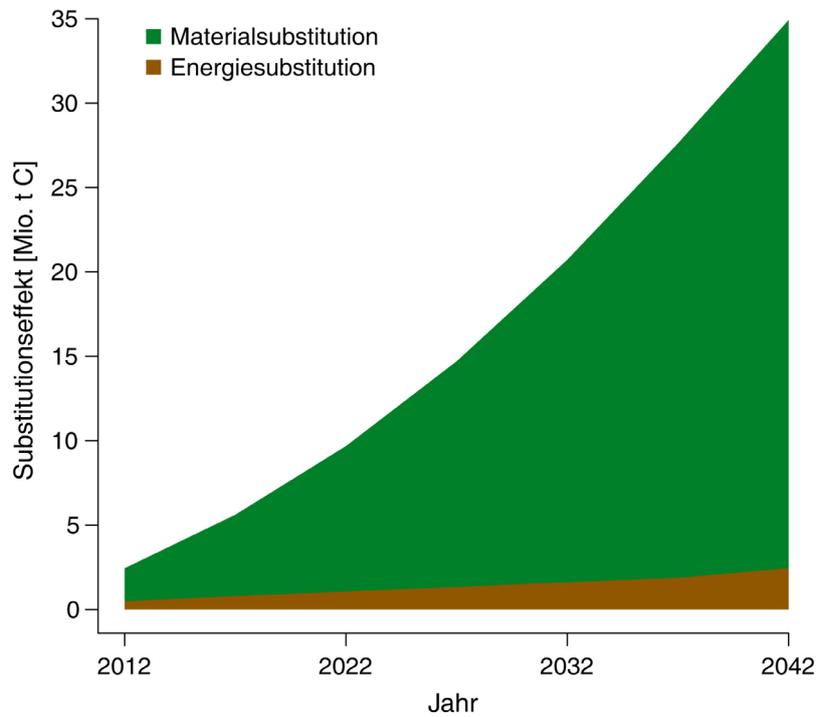


Abbildung 15. Entwicklung der Energie- und Materials substitution bei der unterstellten Holzverwendung der simulierten Holznutzungen in Schleswig-Holstein von 2012 bis 2042

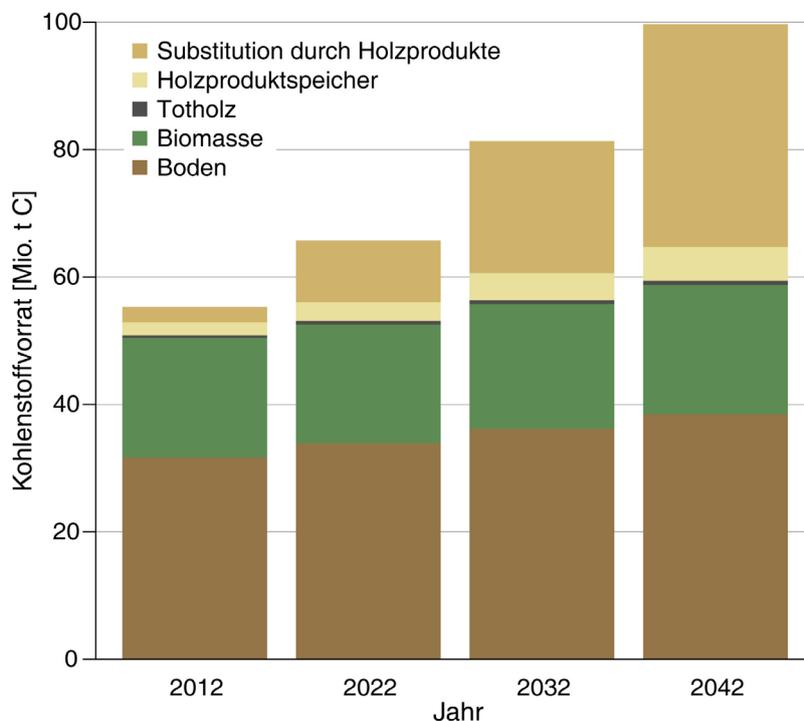


Abbildung 16. Entwicklung des Kohlenstoffvorrates der betrachteten Kohlenstoffspeicher in Schleswig-Holstein von 2012 bis 2042

### **4.3 Ausblick**

Ergebnisse von WÖRDEHOFF (2016) belegen, dass Nadelbaumarten eine höhere Kohlenstoffspeicherungsrate haben als Laubbaumarten, wobei insbesondere die Materialsubstitution einen entscheidenden Einfluss hat. In Schleswig-Holstein ging jedoch in den letzten Jahren die Fläche der Nadelholzverjüngung zurück. Dies ist im Hinblick auf die Klimaschutzwirkung des Waldes negativ zu bewerten. Es sind vielmehr Mischbestände mit ausreichenden Nadelbaumanteilen zu empfehlen. Sie erfüllen viele Waldfunktionen, sind darüber hinaus stabiler als Reinbestände und tragen vor dem Hintergrund des Klimawandels dazu bei, die Risiken zu verteilen. Daher sollten standortsgemäße Nadelbaumarten in der forstlichen Planung wieder stärker berücksichtigt, schon vorhandene standortsgemäße Nadelholzverjüngung gesichert und führendes Nadelholz in Mischbeständen in der Pflegephase gezielt gefördert werden. Die Endnutzung der Nadelhölzer sollte als gestreckte Zielstärkennutzung erfolgen, wobei die Kriterien Stabilität, Wuchsleistung und Qualität zu beachten sind (SPELLMANN und FISCHER 2016).

Für die Forstpolitik ergeben sich aus den Ergebnissen u. a. folgende Handlungsfelder: Der Beitrag der Holzverwendung zur Erreichung der Klimaschutzziele muss auf regionaler, nationaler und europäischer Ebene eine stärkere Beachtung finden. Dies schließt den Aspekt einer Stärkung der Kaskadennutzung von Holz mit ein, wodurch sich auch der Konflikt zwischen stofflicher und energetischer Holznutzung entschärfen würde. Des Weiteren müssen Zielkonflikte zwischen Waldnaturschutz und Klimaschutz geklärt werden.

## 5 Fazit

Die vorliegende Studie liefert wichtige Daten und Fakten, die den Cluster Forst und Holz in Schleswig-Holstein charakterisieren. Es werden sowohl Strukturdaten als auch Holzaufkommensprognosen und Informationen über die Klimaschutzbeiträge des Clusters bereitgestellt, die bei allen Unsicherheiten geeignet sind, Zustände zu analysieren, Entwicklungen abzuschätzen und Veränderungs- bzw. Anpassungsbedarf aufzuzeigen. Die dem Cluster angehörenden Betriebe der Forst- und Holzwirtschaft und der nachgelagerten Bereiche, die Verwaltungen, Forschungseinrichtungen sowie die Politik haben somit eine wichtige Informationsgrundlage für strategische Weichenstellungen, um die nachhaltige Produktion und Nutzung des Rohstoffes Holz zu fördern und dadurch den Cluster Forst und Holz in Schleswig-Holstein sowie den Klimaschutz zu stärken. Die Diskussionen sollten auf den Ebenen biologische Produktion, technische Produktion – Dienstleister – Holzindustrie und Politik folgende Punkte aufgreifen:

### 1. Ebene: Biologische Produktion

- Produktive Wälder erhalten und stärken die langfristigen Marktbedürfnisse bei der Baumarten-/ Herkunftswahl berücksichtigen; Sicherung eines angemessenen Nadelholzanteils (standortsgemäße Nadelholzverjüngung übernehmen, in Mischbeständen Nadelholzanteile wo möglich erhalten bzw. erhöhen) als Voraussetzung für den ökonomischen Erfolg der Forstbetriebe und das Erreichen anspruchsvoller Klimaschutzziele
- Sicherung der Flächenproduktivität der Bestände durch gestaffelte Durchforstungen, die dem Wachstumsgang der Baumarten folgen und kritische Bestockungsgrade nicht unterschreiten
- Variable Zielstärken und Produktionszeiträume in Abhängigkeit von Wuchsleistung, Qualität und Stabilität der Bestände anwenden, um den teilweise unausgeglichene Altersklassenaufbau der Wälder aufzufangen, die Liquidität der Forstbetriebe langfristig zu sichern und die Rohholzversorgung der Holzwirtschaft wie den Klimaschutzbeitrag des Clusters Forst und Holz zu verstetigen
- Förderung von Maßnahmen zur Klimaanpassung, die die Stabilisierung der vorhandenen Wälder, die Senkung bzw. die Verteilung der Risiken und den standortsgemäßen Waldumbau zum Ziel haben
- Bessere Ausschöpfung der Nutzungspotenziale, wo dies unter Wahrung der Bodenfruchtbarkeit nachhaltig möglich ist
- Erschließung bisher wenig genutzter Rohholzpotenziale, z. B. im Bereich des Laubholzes mit niedriger Umtriebszeit

### 2. Ebene: Technische Produktion, Dienstleister, Holzindustrie

- Erschließung bisher nicht genutzter Potenziale (insbesondere im Kleinprivatwald) durch Beratung, Betreuung und Entwicklung geeigneter Betreuungs- und Kooperationsmodelle (z. B. Waldpacht)
- Bessere Nutzung von Inventurdaten und Waldentwicklungsmodellen zur Überprüfung von Handlungsoptionen und zur strategischen Ausrichtung von Forst- und Holzwirtschaft
- Verbesserung der gegenseitigen Information über Rohstoffpotenziale und Verarbeitungskapazitäten sowie deren Entwicklung

- Anpassung der Sägewerkstechnologie an die steigenden Starkholzaufkommen
- Entwicklung neuer effizienter Bearbeitungsverfahren für bisher wenig genutzte Ressourcen bzw. im Zuge des Waldumbaus häufiger auftretende Sortimenten (anderes Laubholz mit niedriger Umtriebszeit, geringwertiges Laubholz, Nadel-Industrieholz aus Kronenmaterial, steigender Anteil des Buchenschwachholzes etc.)

### **3. Ebene: Politik**

- Beachtung der Produktivität von Wäldern bei der Ausgestaltung von Fördermaßnahmen und der Ausweisung von Waldschutzgebieten
- CO<sub>2</sub>-Minderungspotenzial nachhaltiger Waldbewirtschaftung und Holzverwendung als Klimaschutzleistung hervorheben und in der Treibhausgasberichterstattung stärker verankern
- Verbesserung der Beratung und Betreuung kleiner und mittlerer Privat und Kommunalwaldbetriebe, um die notwendigen Klimaanpassungsmaßnahmen umzusetzen und die angestrebten Klimaschutzziele zu erreichen
- Schaffung der Voraussetzungen für eine Ausweitung des Einsatzes von Altholz und des Ausbaus der Kaskadennutzung
- Erhöhung der Holzbauquote durch einen Abbau von baurechtlichen Hemmnissen
- Ausbau der Beratung zur Holzverwendung
- Verbesserung der Datenerfassung und der Dokumentation über die Entwicklungen im Cluster Forst und Holz

Die Institutionen des Clusters Forst und Holz in Schleswig-Holstein sind damit aufgefordert, sich den Herausforderungen zu stellen, gemeinsame Ziele zu identifizieren sowie Strategien und Lösungsansätze zu entwickeln, um sie zu erreichen. Dies beinhaltet auch die offensive Diskussion sowie Auseinandersetzung mit anderen Akteuren und interessierten Mitbürgern bei Waldthemen. Es geht um nicht mehr oder weniger, als um eine Konkretisierung der ökonomischen, ökologischen und sozialen Nachhaltigkeit der Produktion, Nutzung und Verwertung des Rohstoffes Holz in Schleswig-Holstein.

## Literatur

- BECHER, G., 2015. Clusterstatistik Forst und Holz. Tabellen für das Bundesgebiet und die Länder 2000 bis 2013. Thünen-Institut für Internationale Waldwirtschaft und Forstökonomie, Hamburg. Thünen Working Paper 48, 109 S.
- BMEL 2017. Klima schützen. Werte schaffen. Ressourcen effizient nutzen. Charta für Holz 2.0. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (Hrsg.), Bonn, 58 S.
- DUNGER, K., WOLFGANG, S., OEHMICHEN, K., RIEDEL, T., ZISCHE, D., GRÜNEBERG, E., WELLBROCK, N., 2014. Kap. 7.2: Wälder. In: UMWELTBUNDESAMT (Hrsg.): Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 - 2012. 524-571
- EVERS, J., 2015. Vorräte organischer Substanz in Waldböden. In: NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE UND KLIMASCHUTZ (Hrsg.): Umweltbericht 2015.
- HANSEN, J., NAGEL, J., 2014. Waldwachstumskundliche Softwaresysteme auf Basis von TreeGrOSS – Anwendung und theoretische Grundlagen. Beiträge aus der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt, Band 11, 243 S.
- HERRMANN, S., KAHL, T., BAUHUS, J., 2015. Decomposition dynamics of coarse woody debris of three important central European tree species. *Forest Ecosystems*, 2:27, 1-14
- HUSMANN, K., RUMPF, S., NAGEL, J., 2017. Biomass functions and nutrient contents of European beech, oak, sycamore maple and ash and their meaning for the biomass supply chain. *Journal of Cleaner Production*. In press, corrected proof. Available online 14 March 2017. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.019>
- KNAUF, M., FRÜHWALD, A., KÖHL, M., 2013. Beitrag des NRW Clusters ForstHolz zum Klimaschutz. Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen, Münster, 200 S.
- MUND, M., FRISCHBIER, N., PROFFT, I., RAACKE, J., RICHTER, F., AMMER, C., 2015. Klimaschutzwirkung des Wald- und Holzsektors: Schutz und Nutzungsszenarien für drei Modellregionen in Thüringen. BfN-Skripten 396. Bundesamt für Naturschutz, Bonn, 168 S.
- NAGEL, J., DUDA, H., HANSEN, J., 2006. Forest Simulator BWINPro7. *Forst u. Holz*, 61, 427-429
- NW-FVA (Hrsg.), 2013. Abschlussbericht des Projektes "WEIPOL" im Rahmen des Förderprogramms "Nachwachsende Rohstoffe" des BMELV. FKZ 22011209, 220 S. <http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/berichte/22011209.pdf>
- RUMPF, S., NAGEL, J., SCHMIDT, M., 2012. Biomasseschätzfunktionen von Fichte, Kiefer, Buche, Eiche und Douglasie für Nordwestdeutschland. In: NORDWESTDEUTSCHE FORSTLICHE VERSUCHSANSTALT (Hrsg.): Abschlussbericht des Projekts: Möglichkeiten und Grenzen der Vollbaumnutzung. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., FKZ 22015407, 25-124
- RÜTHER, B., HANSEN, J., LUDWIG, A., SPELLMANN, H., NAGEL, J., MÖHRING, B., DIETER, M., 2008. Clusterstudie Forst und Holz Schleswig-Holstein. Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt Göttingen, 78 S.

SEINTSCH, B., 2013. Cluster Forst und Holz nach neuer Wirtschaftszweigklassifikation - Tabellen für das Bundesgebiet und die Länder 2000 bis 2011. Thünen-Institut für Forstökonomie, Hamburg. Thünen Working Paper 5, 101 S.

SHLF, 2011. Betriebsanweisung Waldbau der Schleswig-Holsteinischen Landesforsten (AÖR), 77 S.

SPELLMANN, H., FICHER, C., 2016. Starkholz – Potenziale und Verfügbarkeiten. AFZ-DerWald, 19, 16-20

TI - THÜNEN INSTITUT, 2015. Dritte Bundeswaldinventur - Ergebnisdatenbank. <https://bwi.info/>

WIRTH, C., SCHULZE, E.D., SCHWALBE, G., TOMCZYK, S., WEBER, G.E., WELLER, E., 2004. Dynamik der Kohlenstoffvorräte in den Wäldern Thüringens. Mitteilungen Thüringer Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei, 23, 308 S.

WÖRDEHOFF, R., SPELLMANN, H., EVERS, J., NAGEL, J., 2012. Kohlenstoffstudie Forst und Holz Schleswig-Holstein. Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt Göttingen, 101 S.

WÖRDEHOFF, R., 2016. Kohlenstoffspeicherung als Teilziel der strategischen Waldbauplanung. Dissertation, Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie der Georg-August-Universität Göttingen, 191 S.



