



II. Cluster- und Kohlenstoffstudie

Forst und Holz Niedersachsen



NW-FVA

Nordwestdeutsche
Forstliche Versuchsanstalt

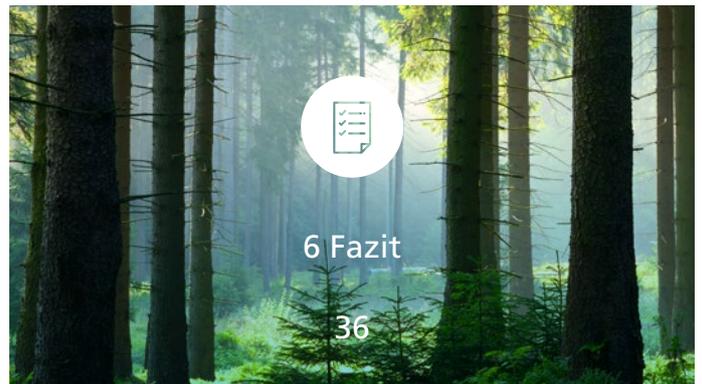
Inhalt



Zusammenfassung	4
1 Einführung und Zielsetzung	6
2 Waldentwicklung in Niedersachsen – eine Bilanz nach drei Bundeswaldinventuren	8
2.1 Einleitung	9
2.2 Waldfläche und Baumartenverteilung	9
2.3 Altersaufbau	10
2.4 Vorrat, Nutzung, Zuwachs	11
2.5 Verjüngung	12
2.6 Fazit	13
3 Der niedersächsische Cluster Forst und Holz	14
3.1 Material und Methoden	15
3.2 Ergebnisse	16
3.2.1 Jahresumsatz	16
3.2.2 Unternehmensanzahl	17
3.2.3 Beschäftigtenzahlen	17
3.2.4 Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung	17
3.2.5 Bedeutung der energetischen Holznutzung	18
3.2.6 Holzrohstoffbilanz	19



4 Forstliche Nutzungspotenziale	20
4.1 Einleitung	21
4.2 Datengrundlage	21
4.3 Prognosewerkzeug WaldPlaner	21
4.4 Waldbauliche Steuerung	22
4.4.1 Allgemeines	22
4.4.2 Standörtliche Zuordnung der Waldentwicklungstypen	22
4.4.3 Waldbauliche Behandlung der Bestände	23
4.4.4 Sortierungsvorgaben	23
4.5 Ergebnisse	24
4.5.1 Baumartenanteile	24
4.5.2 Vorrat	25
4.5.3 Nutzungen und Zuwachs	26
4.5.4 Sortenertrag	28
4.5.5 Nutzungseinschränkungen	29
5 Kohlenstoffbilanz	30
5.1 Methoden	31
5.2 Ergebnisse	32
5.3 Ausblick	34
6 Fazit	36
Literatur	38



Zusammenfassung

Die Waldentwicklung in Niedersachsen im Zeitraum von 1987–2012 wird anhand der Bundeswaldinventur (BWI) dargestellt. Die Waldfläche hat um knapp 70.000 ha zugenommen. Ein wichtiger Grund ist die natürliche Bewaldung auf Extensivstandorten im Tiefland. Im Hauptbestand hat sich der Laubholzanteil von 39,5 % auf 43,7 % erhöht und der Nadelholzanteil entsprechend von 60,5 % auf 56,3 % verringert. Das Nadelholz dominierte bei der BWI 1 in den jüngeren Altersklassen, bis 2012 hat sich der Schwerpunkt in die dritte und vierte Altersklasse verschoben. Beim Laubholz ist ein ähnlicher Trend zu beobachten, insgesamt ist der Altersaufbau aber ausgeglichener und in den höheren Altersklassen (>140 Jahre) haben sich die Flächenanteile erhöht. Der Vorrat ist landesweit von ca. 200 m³/ha im Jahr 1987 auf 290 m³/ha im Jahr 2012 angestiegen, wobei bei allen Baumarten eine Vorratzzunahme erfolgte. Die höchsten Anstiege zeigen die Nadelbäume. Die jährliche Nutzung hat sich bei allen Baumartengruppen, vor allem im Nadelholz, erhöht. Insgesamt stieg die Nutzungsmenge von ca. 4 m³/ha*a auf über 7 m³/ha*a an. Die jährlichen Zuwächse blieben auf Ebene der Baumarten und damit auch insgesamt unverändert. In der Gesamtbetrachtung lag der Zuwachs bei 10 m³/ha*a. In der gesicherten Gehölzverjüngung hat sich der Laubholzanteil von 57 % auf 88 % erhöht. Buche, ALh und ALn zeigten deutliche Anstiege. Bei Kiefer erfolgte ein Rückgang von 25 % auf 4 %, bei Fichte von 13 % auf 7 %.



Die Globalisierung der Märkte ist für die deutsche Forst- und Holzwirtschaft Herausforderung und Chance zugleich. Um die Konkurrenzfähigkeit des niedersächsischen Clusters Forst und Holz zu bestimmen, wurden dessen Strukturen zum Stichjahr 2012 analysiert. In 10.400 Unternehmen im Cluster sind ca. 69.000 Personen sozialversicherungspflichtig beschäftigt. Der Umsatz beläuft sich auf etwa 15 Mrd. €, wobei die meisten Unternehmen (insgesamt 87 %) dem Holzbau, der Holzbe- und -verarbeitung sowie dem Verlags- und Druckgewerbe zuzurechnen sind.

Der Anteil der Forstwirtschaft am Umsatz des gesamten Clusters liegt bei rund 2 %, der des Papiergewerbes bei 31 %. Der Beitrag des Clusters Forst und Holz zum gesamten Umsatz aller Unternehmen in Niedersachsen beläuft sich auf etwa 2,9 % und ist etwas geringer als der Anteil des bundesdeutschen Clusters am gesamten steuerpflichtigen Umsatz in Deutschland. Somit liegt Niedersachsens Cluster Forst und Holz im bundesweiten Vergleich auf dem vierten Rang. Der Cluster Forst und Holz ist mit einer Bruttowertschöpfung von etwa 3,5 Mrd. € in den ländlichen Regionen ein wichtiger Arbeitgeber und trägt damit erheblich zur Stärkung sowie Entwicklung des ländlichen Raums bei.

Die Prognose der Waldentwicklung und der forstlichen Nutzungspotenziale bis zum Jahr 2042 erfolgte durch Fortschreibung der BWI 3 auf Basis eines Waldentwicklungsszenarios, das sich am Programm zur „Langfristigen ökologischen Waldentwicklung in den Landesforsten“ (LÖWE) orientiert. Im Derbholzbestand erhöht sich im Betrachtungszeitraum der Flächenanteil beim Laubholz. Am höchsten ist der Anstieg bei der Buche von 17 % auf 21 %. Bei Kiefer erfolgt ein deutlicher Rückgang von 26 % auf 18 %, bei Fichte von 17 % auf 15 %. Der Eichenanteil bleibt unverändert bei 12 %. 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 vor allem im stärkeren Durchmesserbereich, wohingegen bei Fichte und Kiefer deutliche Rückgänge im Durchmesserbereich bis 40 cm festgestellt werden. Der gesamte Derbholzvorrat erhöht sich von ca. 340 Mio. m³ auf 360 Mio. m³. Bei der Buche sind jährliche Nutzungsmengen im Bereich von 1,4 Mio. m³ zu erwarten, wobei die Vornutzungserträge deutlich ansteigen, die Endnutzungsmassen dagegen rückläufig sind. Bei Fichte und Kiefer zeichnen sich deutliche Rückgänge der Vornutzungserträge, aber zunehmende (Fichte) bzw. konstante (Kiefer) Endnutzungsmengen ab. Der jährliche Einschlag beläuft sich auf 2 bis 3 Mio. m³ bei der Fichte und 2 bis 2,5 Mio. m³ bei der Kiefer. In der Gesamtbilanz beträgt die jährliche Nutzung im Mittel 8 m³/ha*a. Geländebedingte Einschränkungen werden das theoretische Nutzungspotenzial um 15 % reduzieren. Der jährliche Zuwachs im Betrachtungszeitraum liegt im Mittel bei 9 m³/ha*a, zeigt ab 2022 aber einen rückläufigen Trend.

Wälder und aus den geernteten Holzmenen hergestellte Holzprodukte sowie deren Substitutionseffekte spielen in der nationalen sowie internationalen Klimapolitik eine entscheidende Rolle. Auch wird dieses Thema immer wichtiger für Waldbesitzer im Dialog mit Bürgern und Verbänden. Es zeigt sich, dass im Zeitraum von 1987–2012 der Kohlenstoffvorrat der Baumbiomasse von 88 auf 139 Mio. t C angestiegen ist. Im Jahr 2012 betrug der Kohlenstoffvorrat aller betrachteten Speicher (Waldboden, lebende ober- und unterirdische sowie tote Baumbiomasse, Holz-



produkte, Substitutionseffekt) rund 320 Mio. t C, wobei 57 % im Waldboden und ca. 35 % in der lebenden Baumbiomasse zu finden sind. Im unterstellten Waldentwicklungsszenario steigt der Gesamtkohlenstoffvorrat der Speicher bis 2042 auf 620 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 42 %. Auch zeigt sich, dass Nadelhölzer eine höhere Kohlenstoffspeicherleistung erbringen als Laubhölzer. Mit Blick auf den Beitrag des Forst- und Holzsektors zum Klimaschutz sollten beim Aufbau stabiler Mischbestände angemessene Nadelholzanteile berücksichtigt werden. Auf diese Weise wird den Zielen einer multifunktionalen Forstwirtschaft im Sinne einer ökologischen, ökonomischen und sozialen Nachhaltigkeit Rechnung getragen.



Ziel der Studie ist es,
den niedersächsischen
Cluster Forst und Holz
anhand wichtiger
Daten und Fakten zu
charakterisieren.

1 Einführung und Zielsetzung

Der Wald ist Lebensraum für zahlreiche Pflanzen- und Tierarten 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 verabschiedeten Charta für Holz ist es, durch eine Steigerung des Holzverbrauches positive Effekte für den Klimaschutz zu erreichen und gleichzeitig die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Forst- und Holzbranche zu stärken. Eine Zunahme des Holzverbrauchs geht einerseits einher mit einem erhöhten Holzeinschlag in den Wäldern, 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 vermindert so die Kohlendioxidemissionen. 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 Druckereigewerbe 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. Dies trifft in besonderem Maße auf das Flächenland Niedersachsen mit seinen vielen ländlich geprägten Regionen zu.

Mit der ersten Clusterstudie Forst und Holz Niedersachsen (Rüther et al. 2007) wurde erstmalig ein umfangreiches Zahlenwerk für Niedersachsen präsentiert, in dem neben einer Struk-

turanalyse 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 niedersächsischen Cluster Forst und Holz bereitzustellen. Einleitend wird auf Basis der Bundeswaldinventur die Waldentwicklung in Niedersachsen während der vergangenen 25 Jahre dargestellt. Anschließend 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 niedersächsischen Forst- und Holzwirtschaft und des Klimaschutzes münden können. Im Einzelnen sollen folgende Informationen bereitgestellt werden:

- Beschreibung der Waldentwicklung in Niedersachsen auf Basis der drei Bundeswaldinventuren
- Ermittlung wichtiger Kenndaten für den Cluster Forst und Holz (Jahresumsatz, Anzahl der Betriebe und Beschäftigten, Bedeutung der energetischen Holznutzung)
- Abschätzung des Holzaufkommens bis zum Jahr 2042 bei Unterstellung eines naturnahen Bewirtschaftungsszenarios getrennt nach Baumartengruppen, Vor- und Endnutzung sowie Sortimenten
- Quantifizierung des Kohlenstoffvorrates in der lebenden ober- und unterirdischen sowie toten Baumbiomasse, dem Waldboden, den Holzprodukten und deren Substitutionspotenzial



Die Bundeswaldinventur
ist die ideale Datengrundlage
zur Beschreibung der
großräumigen Waldverhältnisse
und der Waldentwicklung.

2 Waldentwicklung in Niedersachsen – eine Bilanz nach drei Bundeswaldinventuren

2.1 Einleitung

Die Bundeswaldinventur (BWI) erlaubt neben der Erfassung der großräumigen Waldverhältnisse auf nationaler Ebene auch Auswertungen innerhalb der einzelnen Bundesländer, sofern ein hinreichend großer Stichprobenumfang gegeben ist. Mit der dritten Bundeswaldinventur zum Stichjahr 2012 liegt für Niedersachsen bereits die zweite Wiederholungsinventur vor, so dass die Waldentwicklung auf Landesebene erstmalig für einen 25-jährigen Zeitraum beschrieben werden konnte (Fischer u. Spellmann 2016). Bei der BWI wird eine Vielzahl von Merkmalen erhoben. Entsprechend umfangreich sind auch die Auswertungsmöglichkeiten. Für den vorliegenden Beitrag wurden einige wichtige Indikatoren ausgewählt, um die Entwicklungstendenzen in Niedersachsens Wäldern während der vergangenen zweieinhalb Jahrzehnte herauszustellen.

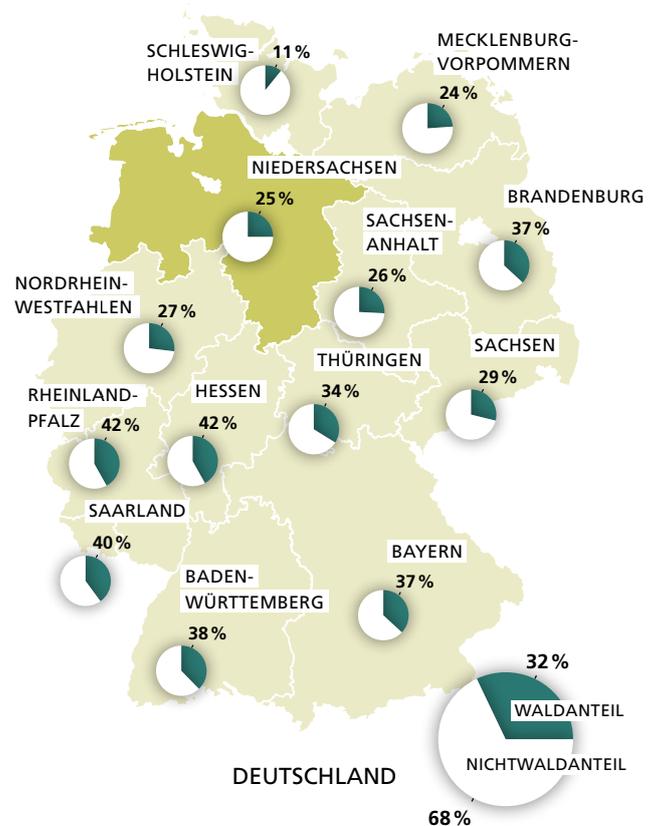


Die hier vorgestellten Ergebnisse können geringfügig von bereits veröffentlichten Zahlen z. B. zur BWI 3 abweichen (ML 2014). Dies hat methodische Gründe: Bei der Ergebnisherleitung aus Stichprobeninventuren kommen mathematisch-statistische Verfahren zum Einsatz. Diese unterscheiden sich jedoch voneinander, je nachdem ob Ergebnisse nur für einen Inventurzeitpunkt berechnet werden (z. B. nur für die BWI 3) oder ob die Ergebnisse mehrerer Inventurzeitpunkte gegenübergestellt werden. Da die auftretenden Abweichungen in der Regel gering sind, können sie jedoch vernachlässigt werden.

2.2 Waldfläche und Baumartenverteilung

Nach den Ergebnissen der dritten Bundeswaldinventur liegt Niedersachsen mit einem Waldflächenanteil von 25 % unter dem bundesweiten Durchschnitt von 32 % (Abbildung 1). Absolut gesehen hat das Flächenland Niedersachsen mit rund 1,2 Mio. ha die drittgrößte Waldfläche in Deutschland.

Abbildung 1 Waldanteile der Bundesländer im Vergleich



Waldfläche in Deutschland 11,4 Mio. ha

Tabelle 1 Entwicklung der Waldfläche in Niedersachsen

Inventur	Fläche [Mio. ha]
BWI 1 (1987)	1,139
BWI 2 (2002)	1,196
BWI 3 (2012)	1,207

In den vergangenen 25 Jahren hat die Waldfläche in Niedersachsen um knapp 70.000 ha zugenommen (Tabelle 1). Bei der Neuwaldbildung spielt der hohe Anteil an entwässerten Mooren sowie Heide- und Bracheflächen im niedersächsischen Tiefland eine bedeutende Rolle. Hier begünstigt eine starke Sukzessionsdynamik die natürliche Bewaldung durch Pionierbaumarten (Kiefer, Birke,

Weide, Aspe). Aktive Aufforstungen tragen in geringerem Maße zur Neuwaldbildung bei und erfolgen meistens auf vormals landwirtschaftlich genutzten Flächen bzw. Dauergrünland.

Mit einem Flächenanteil von 59 % dominiert in Niedersachsen der Privatwald. Besonders stark ist er im Niedersächsischen Tiefland mit seinen bäuerlichen Strukturen vertreten. Im Niedersächsischen Bergland besteht der Privatwald überwiegend aus Genossenschaften und Realverbänden. Im bundesweiten Vergleich ist der Anteil des öffentlichen Waldes mit 28 % relativ gering. Der Landeswald ist vor allem im Niedersächsischen Bergland anzutreffen. Er befindet sich weit überwiegend im Eigentum der Anstalt öffentlichen Rechts Niedersächsische Landesforsten. Der Schwerpunkt des Körperschaftswaldes, dem Wald der Kommunen und Stiftungen, liegt ebenfalls im Süden Niedersachsens. Der Bundeswald ist weitgehend im Ostniedersächsischen Tiefland auf Truppenübungsplätze in der Lüneburger Heide konzentriert.

Die Flächenverteilung von Laub- und Nadelbäumen entspricht nahezu dem Bundesdurchschnitt. Die häufigste Baumart ist mit Abstand die Kiefer (Tabelle 2). Sie hat einen Flächenanteil von 30 % und ist lediglich in den östlichen Bundesländern mit höheren Anteilen vertreten. Es folgen die Fichte mit 18 % und die Buche mit 15 %. Noch vor der Eiche (12 %) findet man die anderen Laubbaumarten mit niedriger Produktionszeit (ALn) auf 14 % der Waldfläche. Zu dieser Baumartengruppe zählen Birke, Erle, Weide oder Pappel. Die anderen Laubbaumarten mit hoher Produktionszeit (ALh, z. B. Esche, Ahorn, Linde) kommen auf einem Flächenanteil von 4 % vor. Die Nadelbaumarten Lärche und Douglasie erreichen nur geringe einstellige Flächenanteile von 5 % bzw. 3 %. Die in Niedersachsen stark variierenden naturräumlichen und standörtlichen Voraussetzungen, forstgeschichtlichen Entwicklungen und Eigentumsverhältnisse haben zu einer regional sehr unterschiedlichen Baumartenzusammensetzung geführt. Die Wälder im Bergland werden von Buche und Fichte geprägt. Hier erreicht auch das Edellaubholz (ALh) in Mischbeständen auf reicheren Standorten einen überdurchschnittlich hohen Flächenanteil. Die Charakterbaumart auf den ärmeren Böden der Tieflandregionen ist hingegen die Kiefer. Sie nimmt im Ostniedersächsischen Tiefland über die Hälfte der Waldfläche ein und im Westniedersächsischen Tiefland etwa ein Drittel. Dort besitzen außerdem die ökologisch wie ökonomisch gleichermaßen wertvolle Eiche sowie das Weichlaubholz (ALn) ihre Verbreitungs-

schwerpunkte. Insgesamt haben sich die Flächenanteile bei den Laubbaumarten zwischen 1987 und 2012 erhöht, während bei den Nadelbaumarten ein Rückgang zu verzeichnen ist.

2.3 Altersaufbau

Die Nutzungsgeschichte der niedersächsischen Wälder spiegelt sich im Altersaufbau der Waldbestände wider. Intensive menschliche Eingriffe während der letzten Jahrhunderte sowie natürliche Katastrophen haben das Waldbild geprägt. Insbesondere großflächige Aufforstungen von Heide- und entwässerten Moorflächen im 19. Jahrhundert, die Reparationshiebe und Erstaufforstungen nach dem Zweiten Weltkrieg, der Orkan von 1972 sowie die Waldbrände von 1975 und 1976 haben im Niedersächsischen Tiefland bis heute sichtbare Spuren hinterlassen.

Beim Laubholz dominierten bei der BWI 1 die ersten beiden Altersklassen (Abbildung 2). Wesentliche Gründe hierfür waren einerseits Aufforstungen nach den Reparationshieben und nach dem Orkan von 1972 (z. B. Eiche auf vernässten Standorten im Tiefland). Andererseits hat sich auf diesen sowie auf den durch die Waldbrände der 1970er-Jahre betroffenen Flächen oftmals eine Begleitvegetation aus Pionierbäumen (v. a. Birke) sowohl in



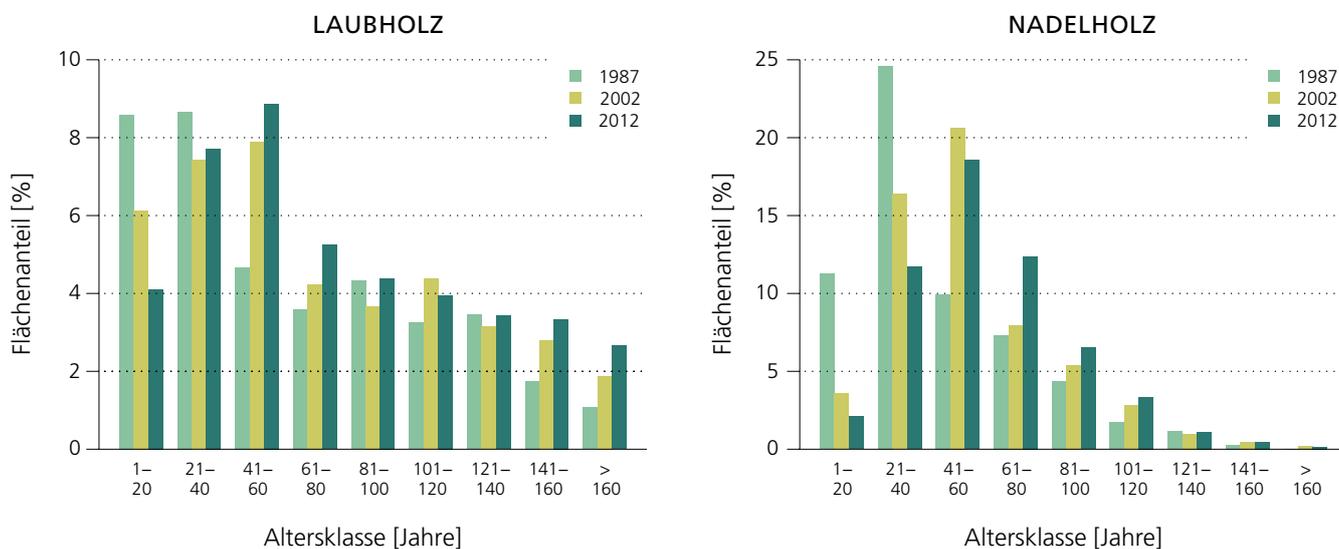
den Kulturen als auch in den aufgelichteten Beständen eingestellt. Entsprechend der natürlichen Alterung hat sich der Schwerpunkt beim Laubholz bis zum Jahr 2012 in die dritte Alterklasse verschoben. Das Bevorzugen von (Natur-)Verjüngung unter Schirm als wichtiges Element des waldbaulichen Strategiewechsels führt außerdem dazu, dass zunehmend weniger Verjüngungsfläche zum Hauptbestand gezählt wird und sich somit der Flächenanteil in der ersten Altersklasse verringert hat. Während im mittleren Bereich von 61 bis 140 Jahren eine gleichmäßigere Verteilung ohne markante Anteilsverschiebungen vorliegt, treten kontinuierliche Flächenanstiege in den höheren Klassen (> 140 Jahre) auf. Eine Ursache ist die Ausweitung von Schutzgebieten. Außerdem wurden bis vor wenigen Jahrzehnten Wälder bei Hiebsreife fast ausnahmslos zu 100 % geerntet, wohingegen mittlerweile ein Teil des Baumbestandes auf der Fläche belassen wird.

Durch die kürzeren Umtriebszeiten beim Nadelholz nehmen die Altersklassen über 100 Jahre nur unbedeutende Flächenanteile ein. Noch deutlicher als beim Laubholz spiegeln sich vergangene Schadereignisse (Reparationshiebe, Orkan 1972, Waldbrände 1975 und 1976) in der Altersstruktur des Nadelholzes wider. Eine Wiederbepflanzung der betroffenen Bereiche fand überwiegend mit Nadelbäumen statt. Im Jahr 1987 nahmen 1 bis 40 Jahre alte Nadelbäume noch über 35 % des gesamten bestockten Holzbodens in Niedersachsen ein, nach 25 Jahren liegt der Anteil in

Tabelle 2 Flächenanteile [%] am bestockten Holzboden nach Baumartengruppen und Inventurzeitpunkt. ALh: Laubbäume mit hoher Umtriebszeit; ALn: Laubbäume mit niedriger Umtriebszeit

	1987	2002	2012
Eiche	9,1	10,4	11,5
Buche	14,1	14,5	14,9
ALh	2,3	3,1	3,8
ALn	14,0	13,6	13,5
Laubholz	39,5	41,6	43,7
Fichte	21,0	20,0	17,7
Kiefer	32,8	30,9	30,5
Douglasie	1,4	2,1	2,6
Lärche	5,3	5,1	5,1
Tanne	0,2	0,3	0,3
Nadelholz	60,5	58,4	56,3

Abbildung 2 Flächenanteile am bestockten Holzboden nach Altersklassen und Inventurzeitpunkt für Laubholz und Nadelholz



dieser Altersspanne noch bei ca. 13 %. Durch die Altersklassenverschiebung haben die Anteile der 41–80-jährigen Bestände dagegen deutlich zugenommen. Ein Großteil der Nadelholzbestände wächst zunehmend in die Altersbereiche ein, in denen verstärkt Endnutzungen einsetzen, wodurch sich das Verhältnis weiter in Richtung Laubholz verschieben wird.

2.4 Vorrat, Nutzung, Zuwachs

Bei allen Baumartengruppen haben sich die Vorräte erhöht (Abbildung 3). Die höchsten Hektarvorräte im Jahr 1987 wies die Buche mit 307 m³/ha auf, gefolgt von Eiche und Fichte mit 230 m³/ha. Alle übrigen Baumartengruppen lagen bei unter 200 m³/ha. Bedingt durch die Übergänge in die zuwachsstarken Altersphasen zeigen die Nadelbaumarten bis zum Jahr 2012 die höchsten Vorratsanstiege auf 370 m³/ha bei Fichte und 260–280 m³/ha bei Kiefer, Douglasie und Lärche. Der Buchenvorrat weist im selben Zeitraum einen Anstieg auf 358 m³/ha auf. Bei Eiche, ALh und ALn erfolgte eine Zunahme bis zum Jahr 2012 auf 318 m³/ha (Eiche), 260 m³/ha (ALh) und 190 m³/ha (ALn). Insgesamt hat sich der Vorrat in Niedersachsen in 25 Jahren von



194 m³/ha auf 290 m³/ha und damit um ca. 50 % erhöht. Der Vergleich der jährlichen Nutzungsmengen je Hektar zeigt Anstiege bei Eiche, Buche und ALh (Abbildung 4). Während die Nutzungen bei Eiche, ALh und ALn in einer ähnlichen Größenordnung von maximal 3 m³ liegen, weist die Buche mit 7 bis 8 m³ die höchste Nutzungsmenge unter den Laubbäumen auf. Aufgrund der seit einigen Jahren anhaltenden Nachfrage nach Industrie- bzw. Brennholz (vgl. Kapitel 3.2.5) dürfte sich der Einschlag bei der Buche auch künftig in dieser Größenordnung bewegen. Eindeutige Trends ergeben sich beim Nadelholz. Hier lagen die Nutzungsmengen in der ersten Inventurperiode zunächst zwischen 3 m³ (Douglasie) und 7 m³ (Fichte). In der zweiten Inventurperiode sind ausgeprägte Anstiege zu verzeichnen, am deutlichsten bei Fichte (14 m³) und Douglasie (7 m³) um mindestens das Zweifache. Auch bei Kiefer und Lärche lassen sich eindeutige Zunahmen nachweisen. Neben der anhaltend starken Nachfrage auf dem Nadelroh Holzmarkt sind auch die Kalamitätsnutzungen nach dem Trockenjahr 2003 und dem Orkan 2007 ausschlaggebend für den beobachteten Trend. Außerdem wurde durch forstpolitische Maßnahmen, wie der Förderung forstwirtschaftlicher Zusammenschlüsse, vermehrt Holz im Privatwald mobilisiert. Insgesamt ist zwischen den Inventurperioden eine Zunahme der Nutzung von 4,5 m³ auf 7,3 m³ festzustellen, die maßgeblich durch das Nadelholz bestimmt wird.

Abbildung 3 Hektarvorräte nach Baumartengruppen und Inventurzeitpunkt. ALh: Laubbäume mit hoher Umtriebszeit; ALn: Laubbäume mit niedriger Umtriebszeit

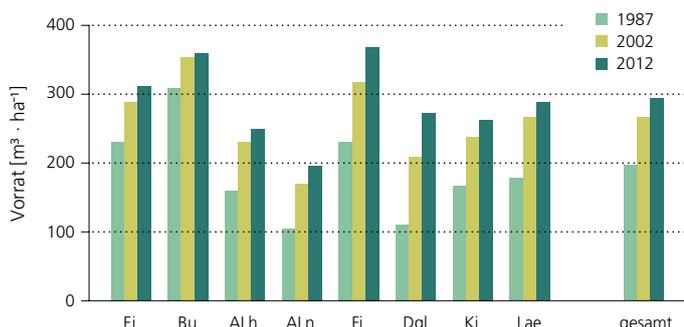
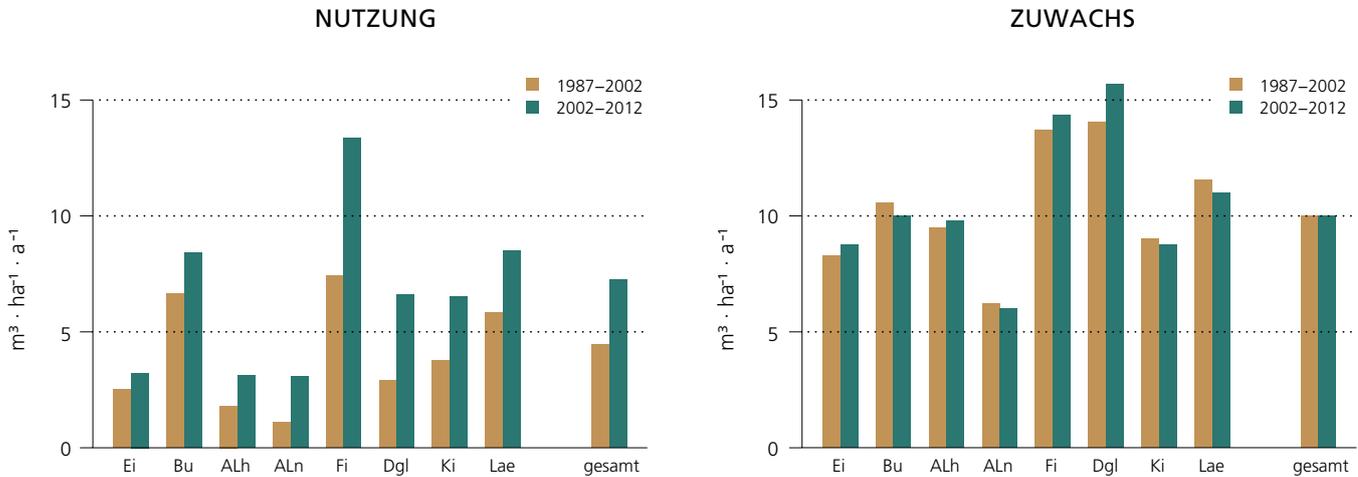


Abbildung 4 Jährliche flächenbezogene Nutzungen und Zuwächse nach Baumartengruppe und Inventurperiode. ALh: Laubbäume mit hoher Umtriebszeit; ALn: Laubbäume mit niedriger Umtriebszeit



Die geringsten Zuwächse weist das ALn mit ca. 6 m³ je Hektar und Jahr auf. Eiche, Buche und ALh liegen im Bereich von 9 m³ bis 11 m³. Beim Nadelholz wird der Zuwachs von Fichte (14 m³) und Douglasie (15 m³) geprägt, Kiefer und Lärche liegen bei 9 m³ bzw. 11 m³ und damit in derselben Größenordnung wie die meisten Laubb Baumarten. Insgesamt betrachtet liegt der Zuwachs in beiden Inventurperioden unverändert bei 10 m³.

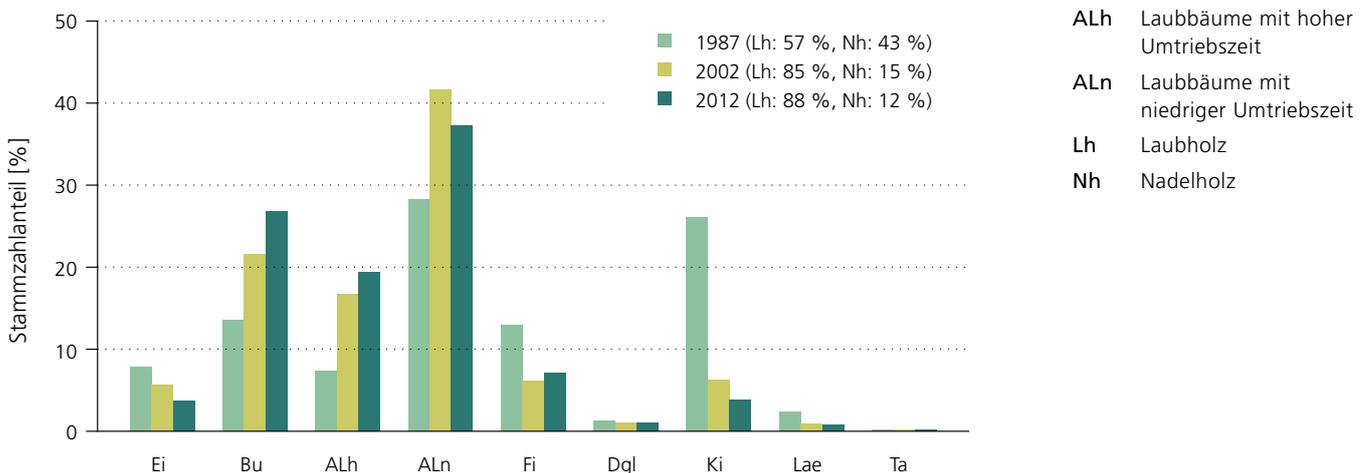
Die Gegenüberstellung verdeutlicht, dass die Zuwächse z. T. erheblich über den ausgewiesenen Nutzungen liegen (Eiche, ALh, Douglasie). Im Zuge des verstärkten Holzeinschlags zwischen den Jahren 2002 und 2012 haben sich die Nutzungsquoten (d. h. das Verhältnis von Nutzung und Zuwachs) bei allen Baumarten erhöht. Deutliche Anstiege der Nutzungsquote zeigen ALh, Buche, Fichte und Kiefer, eine geringere Zunahme ist bei der Eiche festzustellen. Es lässt sich festhalten, dass bei allen Baumartengruppen und auch in der Gesamtbetrachtung die Nutzungsmengen in beiden

Inventurperioden unter den Zuwächsen liegen. Mittelfristig ist aufgrund des Altersklassenaufbaus im niedersächsischen Wald aber damit zu rechnen, dass die Nutzungen zeitweilig die Zuwächse übersteigen werden.

2.5 Verjüngung

Im Gegensatz zum Hauptbestand weist die Zusammensetzung der Baumartenverjüngung eine deutlich höhere Dynamik auf (Abbildung 5). Bei der Eiche sinkt der Anteil an der Gesamtstammzahl von 8 % im Jahr 1987 auf 4 % im Jahr 2012. Gründe hierfür können einerseits fehlende Freiflächen infolge einzelstammweiser oder gruppenweiser Endnutzungen nach Zielstärke sein sowie die hohen Investitionskosten (Flächenvorbereitung, Pflanzung/Saat, Zaunschutz, Kulturpflege) bei der Begründung von Eichenbeständen. Außerdem kann das in den letzten Jahren

Abbildung 5 Stammzahlanteile der Verjüngung (> 1,3 m Höhe und < 7 cm BHD) nach Baumartengruppen und Inventurzeitpunkt





verstärkte Auftreten biotischer Schäden (Eichenfraßgesellschaft, Eichenprozessionsspinner) ein Beweggrund für Waldbesitzer gewesen sein, sich gegen die Eichenwirtschaft zu entscheiden. Waldumbaumaßnahmen sind die Hauptgründe für die starken Anstiege bei Buche von 13 % auf 25 % und ALh von 7 % auf 20 %. Das vermehrte Ausnutzen natürlicher Verjüngung bewirkt außerdem eine deutliche Zunahme beim ALn, das als spontaner Begleitwuchs mittlerweile vermehrt in den Waldbau einbezogen wird. Durch das hohe Ausbreitungsvermögen und die breite Standortamplitude besitzt das ALn zu allen drei Zeitpunkten den höchsten Anteil in der Baumartenverjüngung. Insgesamt hat sich der Laubbaumanteil in der Verjüngung in den letzten 25 Jahren von 57 % auf 88 % deutlich erhöht.

Demgegenüber sind die Anteile der Nadelbaumarten z. T. drastisch zurückgegangen. Fichte und Kiefer wiesen im Jahr 1987 Anteile von 13 % bzw. 26 % auf und bildeten damit etwa 40 % der gesamten Verjüngung. Diese hohen Anteile waren eine direkte Folge der Aufforstungsmaßnahmen nach den großflächigen Schadereignissen der 1970er-Jahre. Nach 25 Jahren liegen die Anteile noch bei knapp 7 % (Fichte) bzw. 4 % (Kiefer). Die übrigen Nadelbaumarten besitzen nur geringe Anteile und zeigen kaum Verschiebungen. Insgesamt beträgt der Anteil der Nadelbäume an der Verjüngung im Jahr 2012 noch 12 % und spiegelt damit auch den waldbaulichen Strategiewechsel mit dem Ziel der Laub- und Mischwaldvermehrung wider.

2.6 Fazit

In Niedersachsen erfolgt seit 25 Jahren eine Zunahme der Waldfläche, die im Wesentlichen durch die standörtliche Ausgangslage im eiszeitlich geprägten Tiefland zu begründen ist. Hier spielt vor allem die natürliche Bewaldung nach Extensivierung der Landwirtschaft auf Grenzertragsböden (z. B. Moore) eine wichtige Rolle.

Weiterhin sind erste Ergebnisse des Strategiewechsels in Richtung eines naturnahen Waldbaus erkennbar. Dies ist im Zusammenhang mit dem 1991 verabschiedeten Regierungsprogramm

„Langfristige ökologische Waldentwicklung in den Landesforsten“ (LÖWE) zu sehen, das sich indirekt über die staatliche Förderung waldbaulicher Maßnahmen auch auf den in Niedersachsen flächenmäßig dominierenden Privatwald auswirkt. Wichtige Indikatoren sind dabei ein kontinuierlicher Vorratsaufbau, die Flächenzunahme im Laubholz in den Altersklassen über 140 Jahre sowie die Verschiebung in der Baumartenzusammensetzung zu Gunsten der Laubbäume, insbesondere in der Verjüngung.

Zusammen mit Sachsen-Anhalt und Brandenburg ist Niedersachsen einer der letzten „Aufbaubetriebe“ in Deutschland mit einem Überhang der unter 60-jährigen Waldbestände. Dies spiegelt sich besonders beim Nadelholz wider, das in der Vergangenheit stärker von Kalamitäten betroffen war und unter mangelnder Nachfrage am Holzmarkt litt, jedoch zunehmend stärkeres Holz liefert und bei gesteigerter Nachfrage einen zunehmenden Beitrag zur Finanzierung der Forstbetriebe leistet.

Aufgrund des Altersklassenaufbaus wurde das Ziel der Laub- und Mischwaldvermehrung im Hauptbestand bisher nur allmählich umgesetzt. Hier sind jedoch künftig stärkere Veränderungen zu erwarten, da ein Großteil der Nadelholzbestände zunehmend in die Zielstärke einwächst. In der gesicherten Verjüngung zeigen sich hingegen sehr deutliche Verschiebungen zugunsten der Laubbaumarten. Aus ökonomischer Sicht mit Blick auf die Erträge der Forstbetriebe und die Versorgung der Holzwirtschaft, aber auch aus ökologischer Sicht mit Blick auf den Klimaschutz (CO₂-Bindung) und die Risikoverteilung (Klimaveränderungen) ist diese Entwicklung durchaus kritisch zu betrachten. Mittelfristig wird die Laubwaldvermehrung zu Lasten von Fichte und Kiefer dazu führen, dass das Zuwachsniveau leicht sinken wird. Zwar ist auch für das kommende Jahrzehnt zu erwarten, dass die Zuwächse weiterhin über den Nutzungen liegen. Der abzusehende Altholzüberhang wird aber später zwangsläufig zu einem vorübergehenden Vorratsabbau führen. Der Idealfall mit konstantem Vorratsniveau, in dem sich Zuwächse und Abgänge ausgleichen, wird sich erst sehr langfristig entwickeln können, sofern keine großflächigen Störungen eintreten.



Der Cluster Forst und Holz umfasst Forstwirtschaft, Holzbe- und -verarbeitung, Papiergewerbe, Verlags- und Druckgewerbe, Holzbau sowie Holzhandel.

3 Der niedersächsische Cluster Forst und Holz

3.1 Material und Methoden

Die Auswertungen der letzten Clusterstudie Forst und Holz Niedersachsen erfolgten u. a. auf Grundlage der Umsatzsteuerstatistik des niedersächsischen Landesamtes für Statistik (LSN) zum Stichjahr 2005 (Rüther et al. 2007). Die nunmehr vorliegende Neuauflage der Clusterstudie mit dem Stichjahr 2012 basiert demgegenüber größtenteils auf Auswertungen des Unternehmensregisters (LSN 2015). Die Angaben wurden durch Auskünfte und Sonderauswertungen des niedersächsischen Landesamtes für Statistik vervollständigt. Damit wurde zum einen teilweise eine andere Datengrundlage verwendet, zum anderen haben sich die bundesweit einheitliche Zuordnung der Wirtschaftsbereiche (SBA 2008) sowie die Auswertungsmöglichkeiten der amtlichen Statistik geändert. Der Vorteil des Unternehmensregisters gegenüber der 2007 verwendeten Umsatzsteuerstatistik besteht darin, dass auch Unternehmen ohne Umsatzsteuerpflicht und freiberuflich Tätige erfasst werden sowie eine genauere örtliche Zuordnung der Umsätze erfolgt. Dies ist möglich, weil im Unternehmensregister

zwischen Ein- und Mehrbetriebs- ggf. Mehrländerunternehmen unterschieden und der Umsatz am Ort der Entstehung verbucht wird und nicht am Sitz der Geschäftsleitung, der sich möglicherweise in einem anderen Bundesland oder Land befindet. Daher sind die aktuellen Ergebnisse nur bedingt mit der vorangegangenen Clusterstudie vergleichbar, aber durch ihre sachlich und örtlich zutreffendere Zuordnung näher an den realen Gegebenheiten in Niedersachsen. Die Daten zu den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten stammen von der Bundesagentur für Arbeit, zusammengefasst im Unternehmensregister (LSN 2015), und die Informationen zur Bruttowertschöpfung, den Arbeitnehmerentgelten sowie zur Anzahl der Arbeitnehmer aus der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (Sonderauswertung LSN). Die hier verwendete Zuordnung der verschiedenen Kategorien der Wirtschaftsbereiche zu den Bereichen des Clusters Forst und Holz ist in Tabelle 3 zu finden und entspricht weitestgehend der Definition des Clusters nach Rüther et al. (2007) bzw. Seitsch (2013).

Tabelle 3 Verwendete Untergliederung des Clusters Forst und Holz

Forstwirtschaft

Forstwirtschaft (ohne Erbringung von Dienstleistungen)
 Holzeinschlag
 Erbringung von Dienstleistungen für Forstwirtschaft und Holzeinschlag

Holzbe- und -verarbeitung

Holzgewerbe
 Säge-, Hobel- und Holzimprägnierwerke
 Herstellung von Furnier-, Sperrholz-, Holzfaser- und Holzspanplatten, Parketttafeln sowie sonstigen Konstruktionsteilen, Fertigbauteilen, Ausbauelementen und Fertigteilibauten aus Holz, Verpackungsmitteln, Lagerbehältern und Ladungsträgern aus Holz, anderweitig nicht genannten Holzwaren (ohne Möbel)
 Herstellung von Möbeln
 Herstellung von Büro-, Laden-, Küchen- und Polstermöbeln sowie sonstigen Objektmöbeln und sonstigen anderweitig nicht genannten Möbeln

Papiergewerbe

Herstellung von Holz- und Zellstoff, Papier, Karton und Pappe, Wellpapier und -pappe sowie von Verpackungsmitteln aus Papier, Karton und Pappe, Haushalts-, Hygiene- und Toilettenartikeln aus Zellstoff, Papier und Pappe, Schreibwaren, Bürobedarf, Tapeten und sonstigen Waren aus Papier, Karton und Pappe

Verlags- und Druckgewerbe

Verlagsgewerbe
 Verlegen von Büchern, Adressbüchern und Verzeichnissen, Zeitungen sowie Zeitschriften
 Druckgewerbe
 Drucken von Zeitungen, Zeitschriften und Büchern sowie anderweitig nicht genannten Erzeugnissen, Druck- und Medienvorstufe, Binden von Druckerzeugnissen und damit verbundene Dienstleistungen, Vervielfältigung von bespielten Ton-, Bild- und Datenträgern

Holzbau

Bautischlerei und -schlosserei
 Zimmerei und Ingenieurholzbau

Holzhandel

Handelsvermittlung von Rohholz, Holzhalbwaren und Bauelementen aus Holz
 Großhandel mit Roh- und Schnittholz sowie mit sonstigen Holzhalbwaren und Bauelementen aus Holz

Abbildung 6 Prozentualer Anteil der Wirtschaftsbereiche am gesamten Umsatz des Clusters Forst und Holz in Niedersachsen im Jahr 2012

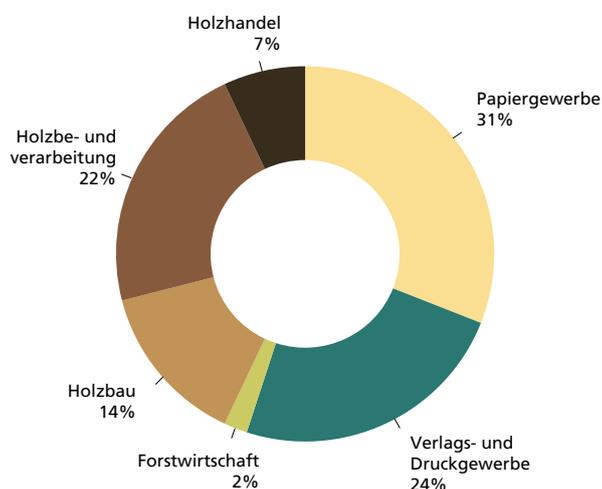


Abbildung 7 Prozentualer Anteil der Wirtschaftsbereiche an der gesamten Unternehmensanzahl des Clusters Forst und Holz in Niedersachsen im Jahr 2012

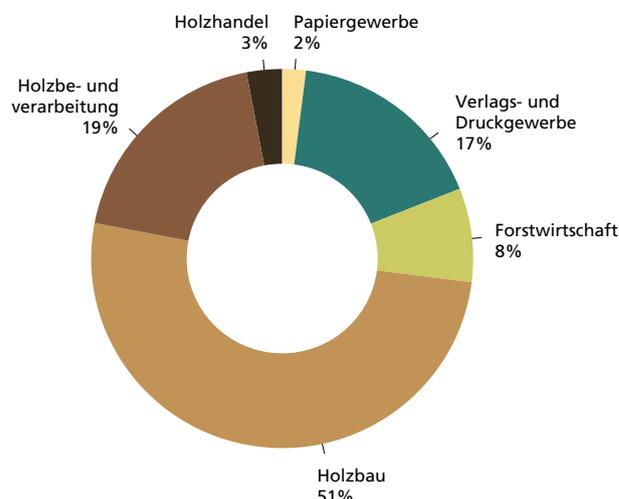
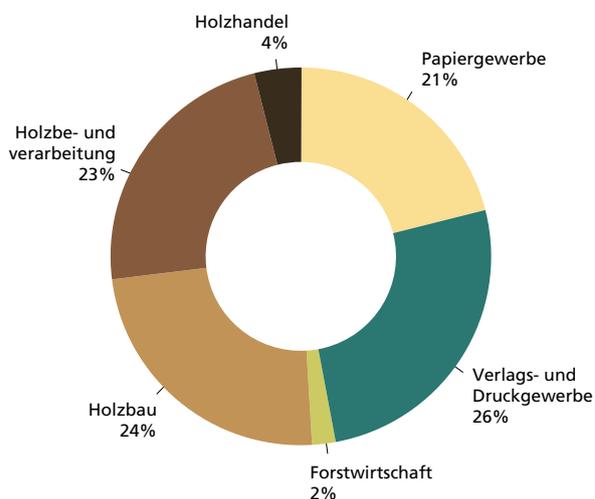


Tabelle 4 Daten des Clusters Forst und Holz in Niedersachsen im Jahr 2012

Umsatz aller Unternehmen im Cluster	rd. 15 Mrd. €
Anteil der Forstwirtschaft am Umsatz des Clusters	ca. 292 Mio. € (2 %)
Unternehmensanzahl im Cluster	ca. 10.400
Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte im Cluster	rd. 69.000
Anteil des Clusters am gesamten steuerbaren Umsatz aller Unternehmen in Niedersachsen	ca. 2,9 %

Abbildung 8 Prozentualer Anteil der Wirtschaftsbereiche an der Gesamtanzahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten des Clusters Forst und Holz in Niedersachsen im Jahr 2012



3.2 Ergebnisse

3.2.1 Jahresumsatz

Der Umsatz aller Unternehmen in Niedersachsen betrug im Jahr 2012 laut Unternehmensregister rund 515 Mrd. €. Daran hat der Cluster Forst und Holz mit einem Umsatz von etwa 15 Mrd. € einen Anteil von rund 2,9 %. Zum Vergleich: In Bayern lag dieser Wert im Jahr 2013 bei 3,5 % (Knauf et al. 2016), ebenso in Baden-Württemberg im Jahre 2008 (MLR 2010). Der Umsatz des Clusters in ganz Deutschland betrug im Jahr 2013 etwa 177 Mrd. €, was einem Anteil von rund 3,1 % am gesamten steuerpflichtigen Umsatz in Deutschland entspricht. Den größten Anteil hatten daran die Länder Nordrhein-Westfalen, Bayern und Baden-Württemberg mit 25, 23 bzw. 18 %. Niedersachsen belegt mit rund 9 % den vierten Rang (Becher 2015).

Der Anteil der Forstwirtschaft am Gesamtumsatz des Clusters in Niedersachsen betrug 2012 lediglich ca. 292 Mio. € bzw. 2 % (Abbildung 6). Den größten Anteil hatte das Papiergewerbe mit 31 %, gefolgt vom Verlags- und Druckgewerbe mit 24 %

sowie der Holzbe- und -verarbeitung mit 22 % (zusammen 77 %). Aktuell ist eine ähnliche Verteilung der Anteile der Wirtschaftsbereiche am Umsatz des Clusters in Bayern zu finden (Knauf et al. 2016).

Im Vergleich zu 2005 hat sich der Umsatz des Clusters in Niedersachsen nur leicht verändert (+ 60 Mio. €). Dabei muss allerdings bedacht werden, dass sich die Datengrundlage sowie Definitionen und Analysemöglichkeiten der amtlichen Statistik im Vergleich zur vorherigen Clusterstudie verändert haben.



3.2.2 Unternehmensanzahl

Die Anzahl der Unternehmen des Clusters Forst und Holz hat sich in Niedersachsen im Vergleich zu 2005 erhöht und beträgt zum Stichtag rund 10.400 (Tabelle 4). Etwas mehr als die Hälfte der Unternehmen sind dem Bereich Holzbau zuzurechnen (Abbildung 7). Insbesondere in diesem Wirtschaftsbereich und in der Forstwirtschaft ist eine Zunahme an Unternehmen zu verzeichnen. Mögliche Ursachen für den Anstieg im Bereich Forstwirtschaft können ein gestiegenes Outsourcing durch die Forstbetriebe sowie der stark angestiegene Einschlag und Rohholzverbrauch in Deutschland sein (Seintsch 2013).

Im niedersächsischen Papiergewerbe gab es nur geringe Veränderungen und in den anderen zum Cluster gehörenden Wirtschaftsbereichen sind mehr oder minder große Abnahmen festzustellen (Holzhandel, Holzbe- und -verarbeitung, Verlags- und Druckgewerbe). Bundesweit betrachtet hat sich die Anzahl der Unternehmen im Cluster allerdings von 133.307 im Jahr 2000 auf 126.586 im Jahr 2013 verringert, was einer Abnahme um rund 5 % entspricht (Becher 2015). Im Bereich Holzbau ist hingegen in ganz Deutschland ein starker Anstieg der Unternehmensanzahl festzustellen, was insbesondere durch die anhaltend hohe Nachfrage nach Bauleistungen im Gebäudebestand erklärt werden kann (BDZ 2015).

3.2.3 Beschäftigtenzahlen

Die Zahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten hat im niedersächsischen Cluster zwischen 2004 und 2012 um rund 8.000 Beschäftigte abgenommen. Dieser Trend ist auch auf Bundesebene zu finden (vgl. Seintsch 2013, Becher 2015). In vielen Bereichen wurden Arbeitsplätze abgebaut, während in den Bereichen Holzbau und Holzhandel auch Zunahmen zu verzeichnen waren. Insgesamt waren in Niedersachsen 2012 etwa 69.000 Beschäftigte im Cluster Forst und Holz, meist

in den Bereichen Verlags- und Druckgewerbe, Holzbe- und -verarbeitung sowie Holzbau (zusammen 73 %), tätig (Abbildung 8).

3.2.4 Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung

Bei der Auswertung der Daten aus der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (Sonderauswertung LSN) konnten wie schon 2007 die Bereiche Holzbau und Holzhandel aufgrund fehlender Informationen bzw. zu starker Aggregation nicht einbezogen werden. So gibt es beispielsweise im Bereich Holzhandel sehr viele Mischbetriebe (nicht ausschließlicher Holzhandel, bspw. Baustoffhandel oder Baumärkte), welche in der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung nicht vom reinen Holzhandel getrennt werden.

Im Vergleich zu 2006 haben sich die Bruttowertschöpfung¹ und die Arbeitnehmerentgelte in ganz Niedersachsen um 30 bzw. 20 % erhöht. Im Cluster Forst und Holz betrug die Bruttowertschöpfung im Jahr 2012 insgesamt etwa 3,5 Mrd. €, was lediglich einem Anteil von 1,6 % an der gesamten Bruttowertschöpfung des Landes Niedersachsen entspricht. Im Vergleich zur vorigen Studie verringerte sich die Wertschöpfung im Cluster um rund 8 %, während sie in anderen Wirtschaftsbereichen landesweit anstieg. Dieser Trend des rückläufigen Wertschöpfungsanteils des Clusters Forst und Holz wurde von Seintsch (2013) auch auf Bundesebene nachgewiesen.

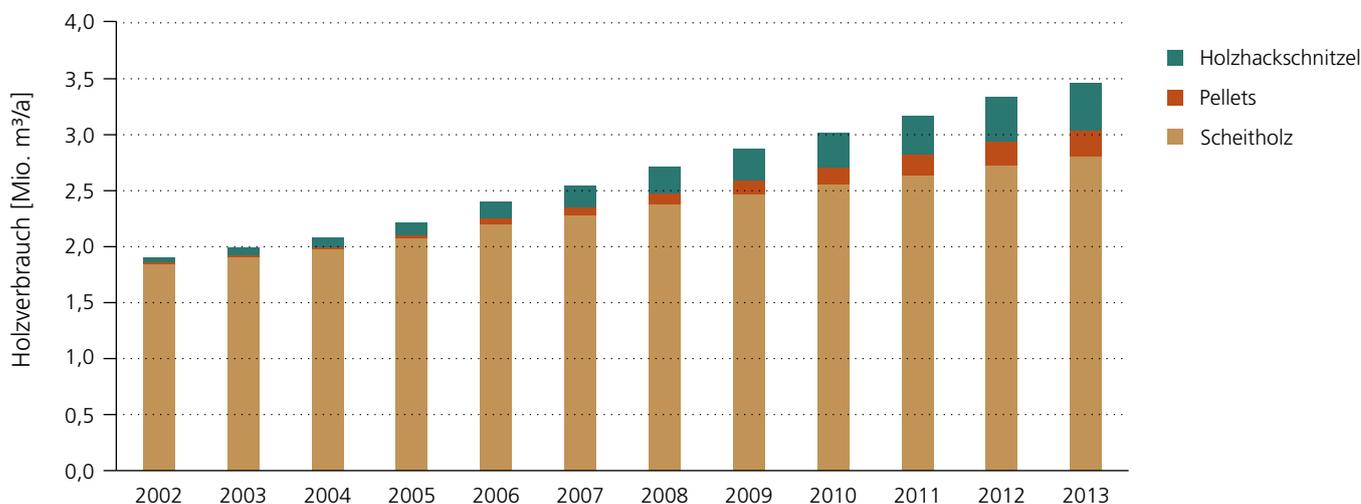
Die Summe der Arbeitnehmerentgelte im Cluster Forst und Holz belief sich im Jahr 2012 auf etwa 2,5 Mrd. €. Das sind ca. 2,1 % aller gezahlten Arbeitnehmerentgelte in Niedersachsen

¹ Die Bruttowertschöpfung ist die Summe aller produzierten Waren und Dienstleistungen abzüglich aller Waren und Dienstleistungen, die während der Produktion verbraucht oder verarbeitet wurden. Sie stellt somit den durch die Unternehmen geschaffenen Mehrwert dar.

Tabelle 5 Holzverbrauch von Feuerungsanlagen unter 1 MW Leistung in Niedersachsen von 2002 bis 2013 getrennt nach Brennstoffen in üblichen Einheiten (3N 2014)

Holzverbrauch in üblichen Einheiten	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Scheitholz [m³/a]	1.852.126	1.911.377	1.986.179	2.074.011	2.199.798	2.287.158	2.382.150	2.473.660	2.557.563	2.646.523	2.729.800	2.808.530
Pellets [t/a]	2.211	4.784	7.749	14.774	28.822	36.079	48.288	62.883	76.483	90.136	106.075	118.014
Holz hackschnitzel [Sm³/a]	139.113	188.238	231.875	300.275	416.275	519.288	642.338	771.438	863.100	952.688	1.076.588	1.151.350

Abbildung 9 Jährlicher Holzverbrauch von Feuerungsanlagen unter 1 MW Leistung in Niedersachsen von 2002 bis 2013 getrennt nach Brennstoffen, basierend auf den Angaben in Tabelle 5 und Umrechnungsfaktoren (1 t Pellets = 2 m³; 1 Sm³ Holz hackschnitzel = 0,36 m³)



im Stichjahr. Die Anzahl der Arbeitnehmer² hat sich im Vergleich zu 2004, dem Jahr, auf das sich die Studie von 2007 bezog, um rund 11.000 verringert und betrug 2012 etwa 68.100 (ohne Holzbau und -handel). Dieser allgemeine Trend wurde auch im deutschen Cluster Forst und Holz beobachtet (Seintsch 2013), welcher allerdings nicht für die Gesamtbeschäftigung in Deutschland gilt (AKETR 2015). Im Jahr 2012 stellten die Arbeitnehmer im Cluster Forst und Holz ca. 2,0 % aller Arbeitnehmer in Niedersachsen. In Bayern betrug der entsprechende Anteil im Jahr 2013 etwa 3,7 % (Knauf et al. 2016). Im Bereich der Forstwirtschaft waren zu diesem Zeitpunkt in Niedersachsen nur rund 1.800 Arbeitnehmer tätig. Hierbei ist zu beachten, dass im Rahmen der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung die Bereiche Holzbau sowie -handel oder Personen die hauptberuflich gegebenenfalls in anderen Wirtschaftszweigen tätig sind (z. B. Landwirtschaft) nicht mit betrachtet werden und so die Arbeitnehmeranzahl des Clusters möglicherweise unterschätzt wird.

3.2.5 Bedeutung der energetischen Holznutzung

Die energetische Holznutzung ist in Niedersachsen seit 2002 stetig angestiegen (Tabelle 5). Gleichzeitig hat sich auch die Anzahl der

Holzfeuerungsanlagen unter 1 MW erhöht. 2013 wurden rund 1,314 Mio. Scheitholz-Anlagen in Niedersachsen erhoben, bei denen es sich überwiegend um Einzelöfen handelt (1,271 Mio. Anlagen). Die Anzahl der Pellet- und Hackschnitzel-Feuerungen betrug im gleichen Jahr 19.453 bzw. 3.606 Anlagen (3N 2014). In diesen Anlagen wurden 2013 etwa 3,48 Mio. m³ Holz zur Wärmeerzeugung eingesetzt (Abbildung 9). Rund 73 % des verwendeten Holzes stammten direkt aus dem Wald, wovon wiederum 89 % Scheitholz und 11 % Hackschnitzel waren. Etwa 15 % des genutzten Holzes waren das Nebenprodukt einer anderen Verarbeitungsstufe oder konnten nach einer stofflichen Nutzung gewonnen werden. Landschaftspflegeholz hat einen Anteil von 10 % am Gesamtverbrauch, der Rest stammt aus dem eigenen Garten oder aus sonstiger Herkunft. Der Laubholzanteil bei den Hackschnitzeln beträgt 48 %, beim Scheitholz, das in Kesseln oder Einzelöfen verbrannt wird, sind es 82 bzw. 78 % (3N 2015).

Erstmals konnten 2012 auch die Holzfeuerungen mit einer Feuerungsleistung über 1 MW erfasst werden. Es wurden 81 Holzfeuerungsanlagen in dieser Kategorie in Niedersachsen registriert. Davon sind rund 72 % Heizwerke, der restliche Anteil Heizkraftwerke, welche durch Kraft-Wärme-Kopplung nutzbare Wärme und gleichzeitig auch elektrische Energie erzeugen. Insgesamt haben die Holzfeuerungen mit einer Leistung über 1 MW einen jährlichen Brennstoffverbrauch von ca. 1,34 Mio. t (3N 2014). Davon stammen rund 0,87 Mio. t (ca. 65 %) aus dem Wald und der Landschaftspflege.

² Die Summe der Arbeitnehmer umfasst sozialversicherungspflichtig sowie nicht sozialversicherungspflichtig Beschäftigte.

Der gesamte Holzverbrauch der Anlagen unter- und oberhalb von 1 MW Leistung lag 2013 bei rund 5,57 Mio. m³. Dadurch konnten in Niedersachsen rund 12,26 Mio. MWh fossile Primärenergieträger eingespart und der Kohlenstoffdioxidausstoß um 2,69 Mio. t verringert werden (3N 2014).

Der Anteil des gesamten energetisch genutzten Waldholzes aller Anlagenkategorien (2013 insgesamt etwa 3,9 Mio. m³) am jährlichen Nutzungssatz von rund 6,5 Mio. m³ (ML 2014) liegt demnach in Niedersachsen bei rund 60 %. Mantau (2015) kommt bei der Aufstellung einer regionalen Holzrohstoffbilanz für Niedersachsen und Bremen im Jahr 2010 zu dem Ergebnis, dass die gesamte energetische Holznutzung, also auch die Nutzung von Sägenebenprodukten, Altholz und Hackschnitzel o. ä., rund 70 % der gesamten Holzverwendung betrug. Damit liegt sie über dem Bundesdurchschnitt von etwa 50 % und dem Durchschnitt der Region Norddeutschland (Schleswig-Holstein, Hamburg, Bremen, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt) von ca. 56 % im gleichen Jahr.

3.2.6 Holzrohstoffbilanz

Die Absatzwege des niedersächsischen Holzes sind unbekannt, jedoch hat Mantau (2015) für die Region Norddeutschland, darunter auch Niedersachsen und Bremen, eine Holzrohstoffbilanz für das Jahr 2010 aufgestellt. Diese Angaben erlauben einen differenzierten Einblick in das Holzaufkommen und die Art der Holzverwendung. In Tabelle 6 werden Holzaufkommen und Holzverwendung in Niedersachsen und Bremen einander gegenübergestellt. Dabei wird ersichtlich, dass sich das Holzaufkommen im Jahr 2010 in Niedersachsen und Bremen insgesamt auf rund 8,6 Mio. m³ belief, wovon etwa 5 Mio. m³ aus dem



Wald (Derbholz, Waldrestholz, Derbholzrinde) stammten. Nadel-derbholz hat in dieser Region mit 26,3 % einen hohen Anteil am gesamten Holzaufkommen, was dessen hohe Bedeutung für die ansässigen Unternehmen verdeutlicht. Hinzu kommt, dass die Waldrestholznutzung und die Nutzung von Landschaftspflegeholz hier höher sind als im Bundesdurchschnitt (7,4 zu 5,9 % bzw. 7,2 zu 3,4 %). Gleiches gilt für den Altholzverbrauch in Niedersachsen und Bremen im Vergleich zu ganz Deutschland (12,7 zu 10,2 %). Das Verhältnis von stofflicher (30,6 %) zu energetischer Nutzung (69,4 %) beträgt auf Basis der regionalen Holzrohstoffbilanz etwa 1:2,3.

Tabelle 6 Holzrohstoffbilanz für Niedersachsen und Bremen im Jahr 2010 (Mantau 2015)

Sortiment	Aufkommen		Verwendung		Verwender
	Mio. m ³	%	Mio. m ³	%	
Derbholz NH o. R.	2,253	26,3	1,490	17,4	Sägeindustrie
Derbholz LH o. R.	1,795	20,9	1,022	11,9	Holzwerkstoffe
Waldrestholz	0,635	7,4			Holz- und Zellstoff
Derbholzrinde	0,313	3,7	0,109	1,3	Sonst. stoffliche Nutzung
Landschaftspflegeholz	0,614	7,2	1,744	20,4	Biomassefeuerungsanlagen > 1 MW
Kurzumtriebsplantagen	0,000	0,0	0,716	8,4	Biomassefeuerungsanlagen < 1 MW
			3,307	38,6	Hausbrand
Sägenebenprodukte	0,617	7,2	0,000	0,0	Sonst. energetische Verwertung
Sonst. Industrieholzreste	0,437	5,1			
Schwarzlaube	0,245	2,9	0,179	2,1	EnergieholzproduktHersteller
Altholz	1,088	12,7			
Energieholzprodukte	0,478	5,6			
Sonstiges	0,093	1,1			
Summe	8,567	100,0	8,567	100,0	Summe



Modellgestützt
werden die künftige
Waldentwicklung
und das potenzielle
Rohholzaufkommen
vorhergesagt.

4 Forstliche Nutzungspotenziale

4.1 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 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.

4.2 Datengrundlage

Die Schätzung der forstlichen Nutzungspotenziale basiert auf den Einzelbaumerhebungen der dritten Bundeswaldinventur (BWI 3) und den Standortkartierungen des Bundeslandes Niedersachsen. 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 sekundäre Stichprobeneinheiten (sog. Traktecken) besitzt. Die Bäume ab einem Brusthöhendurchmesser (BHD) von 7 cm werden an jeder im Wald liegenden Traktecke mittels einer Winkelzählprobe mit dem Zählerfaktor 4 erhoben. Bäume unterhalb der Derbhholzgrenze werden in zwei Probekreisen mit Radien von

1 und 2 m erfasst. Im Wald liegende Traktecken teilen sich auf die folgenden Kategorien auf:

- bestockter Holzboden
- Blößen
- Nichtholzboden

Aufnahmen des Gehölzbestandes liegen nur für die begehbaren Traktecken des bestockten Holzbodens vor. Für die Simulationen und die daraus abgeleiteten Potenziale wurden die bei der BWI ermittelten Nutzungseinschränkungen berücksichtigt.

Tabelle 7 Anzahl der Traktecken in Niedersachsen in den verschiedenen Kategorien

	Anzahl Traktecken
Traktecken im Wald	3.969
davon bestockter Holzboden mit Einzelbaumdaten, begehbar	3.755
davon ohne Nutzungseinschränkung	3.505
davon in FFH- oder Naturschutzgebieten liegend	428

Von den Traktecken ohne Nutzungseinschränkung liegt ein Teil in FFH- oder Naturschutzgebieten. Für diese gelten z. T. andere waldbauliche Vorgaben.

4.3 Prognosewerkzeug WaldPlaner

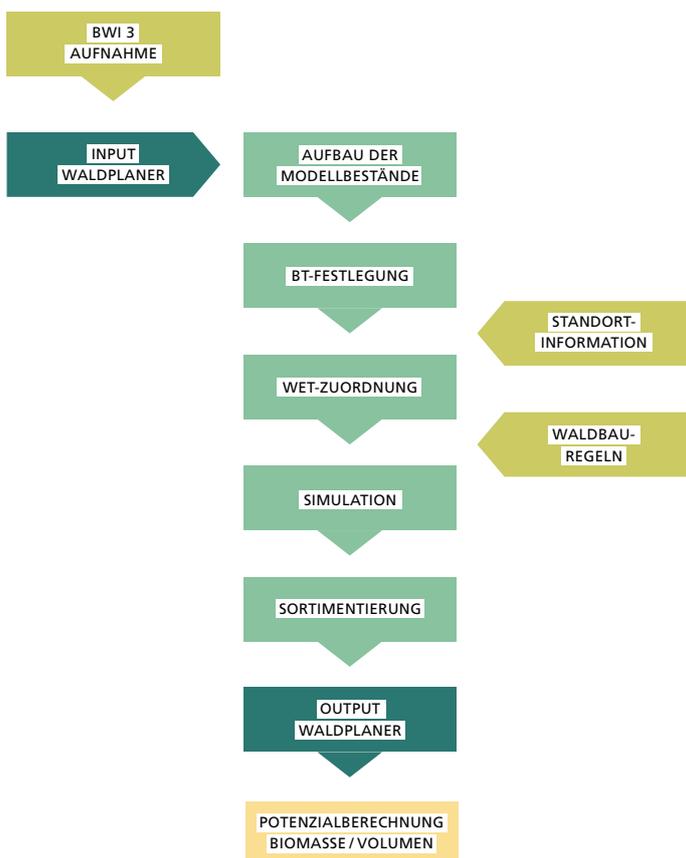
Für die Simulation wurde das Softwaresystem WaldPlaner eingesetzt (Hansen und Nagel 2014). Es basiert auf dem Einzelbaumwuchsmodell BWINPro (Nagel et al. 2006) und wurde zur Simulation und Auswertung einer großen Anzahl von einzelnen Beständen weiterentwickelt. Das Programm unterstützt das Generieren virtueller Modellbestände aus Forsteinrichtungsdaten oder Einzelbauminventuren und die Datenhaltung in einer beliebigen Datenbank. Die virtuellen Bestände werden einzelbaumweise aufgebaut und simuliert. Das System besteht aus mehreren Komponenten:

- Datenbankschnittstelle
- Datenergänzung
- Einzelbaumwachstumssimulator
- Sortieroutine
- Szenariomanager
- Auswertungstool



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,

Abbildung 10 Ablaufschema von der Datenerhebung der Bundeswaldinventur zum Potenzial des Holzaufkommens (BT = Bestandestyp, WET = Waldentwicklungstyp)



Endnutzungsvarianten, Pflanzung u. a.) abgebildet werden (Abbildung 10). In der vorliegenden Untersuchung wurden aus den erhobenen Einzelbaumdaten an den Traktecken der BWI 3 in Niedersachsen Modellbestände mit 0,1 ha Größe generiert.

Für die großräumige Holzaufkommensmodellierung auf Basis der Bundeswaldinventur wurde speziell das Modell WEHAM (Bösch 2005) entwickelt. Die mit diesem Modell durchgeführten Szenariorechnungen sind frei verfügbar und liegen auch auf der Ebene der einzelnen Bundesländer vor. Gegenüber WEHAM besitzt der WaldPlaner jedoch diverse Vorteile, die für die vorliegende Untersuchung entscheidend sind: 1) der WaldPlaner ist variabler in den Eingriffsarten, 2) mit dem WaldPlaner lässt sich der Waldumbau berücksichtigen, d. h. der Nachfolgebestand muss in seiner Baumartenzusammensetzung nicht dem aktuellen Bestand entsprechen, 3) das Wachstum des Einzelbaumes ist abhängig von dessen Konkurrenzsituation und den Mischungsverhältnissen, und 4) die Modelle zur Vorhersage des Einzelbaumzuwachses im WaldPlaner wurden mit Datenmaterial aus Nordwestdeutschland entwickelt, d. h. sie repräsentieren die Wuchsverhältnisse in Niedersachsen besser und sind damit genauer.

4.4 Waldbauliche Steuerung

4.4.1 Allgemeines

Zur Prognose des Rohholzaufkommens für den Zeitraum von 2012 bis 2042 wurde ungeachtet der Waldbesitzart und Größe der Forstbetriebe die Variante „naturnaher Waldbau“ simuliert. Diese Variante setzt weitgehend die aktuellen Vorgaben der Waldbaurichtlinie „Langfristige ökologische Waldentwicklung im niedersächsischen Landeswald“ um und misst der Laub- und Mischwaldvermehrung eine besondere Bedeutung bei. Traktecken in Schutzgebieten und Naturwäldern mit totalem Nutzungsverzicht wurden ohne forstliche Eingriffe simuliert. Naturschutzfachliche Auflagen in FFH-Gebieten wurden durch eine Modifikation der Waldbaueregeln 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

4.4.2 Standörtliche Zuordnung der Waldentwicklungstypen

Die Festlegung der an den jeweiligen Traktecken standortgerechten Waldentwicklungstypen (WET) wurde getrennt für die niedersächsischen Waldbaueregionen 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 Ausgangsbestand wurde bei der Auswahl der jeweils standortgerechten WET für die Walderneuerung eine große Bedeutung beigemessen, weil in der forstlichen Praxis Naturverjüngungen aus ökologischen und ökonomischen Gründen allgemein bevorzugt werden. Eine Ausnahme wurde bei den im Norddeutschen Tiefland aus forstgeschichtlichen Gründen großflächig vertretenen Kiefernwäldern gemacht. Sie stocken



teilweise auf besser wasser- und nährstoffversorgten Standorten, auf denen sie weder das Standortspotenzial ausnutzen, noch sich ohne intensive Bodenbearbeitung natürlich verjüngen lassen. Bei der Auswahl der standortgerechten WET wurde daher eine Zufallsauswahl unter allen vorrangigen standortgerechten Waldtypen vorgenommen, um den notwendigen Waldbau in den Simulationen zu berücksichtigen und den Schwerpunkt des künftigen Kiefernbaus auf die schwächer wasser- und nährstoffversorgten Standorte zu konzentrieren.

4.4.3 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 Durchforstungssturnus 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 m³/ha in Beständen mit führender Eiche und sonst auf 20 m³/ha festgesetzt bzw. auf maximal 60 m³/ha in Beständen mit führender Eiche, auf 100 m³/ha in Douglasien- und Küstentannenbeständen sowie auf 80 m³/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 den Waldbaurichtlinien 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 m³/ha festgelegt, die maximalen auf 100 m³/ha. Bei den Baumarten Douglasie und Küstentanne beträgt die maximale Entnahmemenge 150 m³/ha und beim Bestandestyp Buche-Douglasie 120 m³/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 Schattenerträgnis der Verjüngung. Ein ggf. vorhandener Unterstand aus Schattbaumarten wurde vor der Verjüngung von Licht- und Halbschattbaumarten entfernt.

Naturschutzfachliche Aspekte wurden zum einen 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, 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.

4.4.4 Sortierungsvorgaben

Die im Zuge der Szenariorechnungen ausscheidenden Bäume wurden in einzelne, dem Verwendungszweck entsprechende

Tabelle 8 Sortimenten 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

Sortimente zerlegt (Tabelle 8). 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. Das Industrieholz wurde für alle Baumarten mit einem Mindestzopf von 12 cm und einer Mindestlänge von 3 m festgelegt. Die Stockhöhe betrug bei allen Baumarten 30 cm.

4.5 Ergebnisse

4.5.1 Baumartenanteile

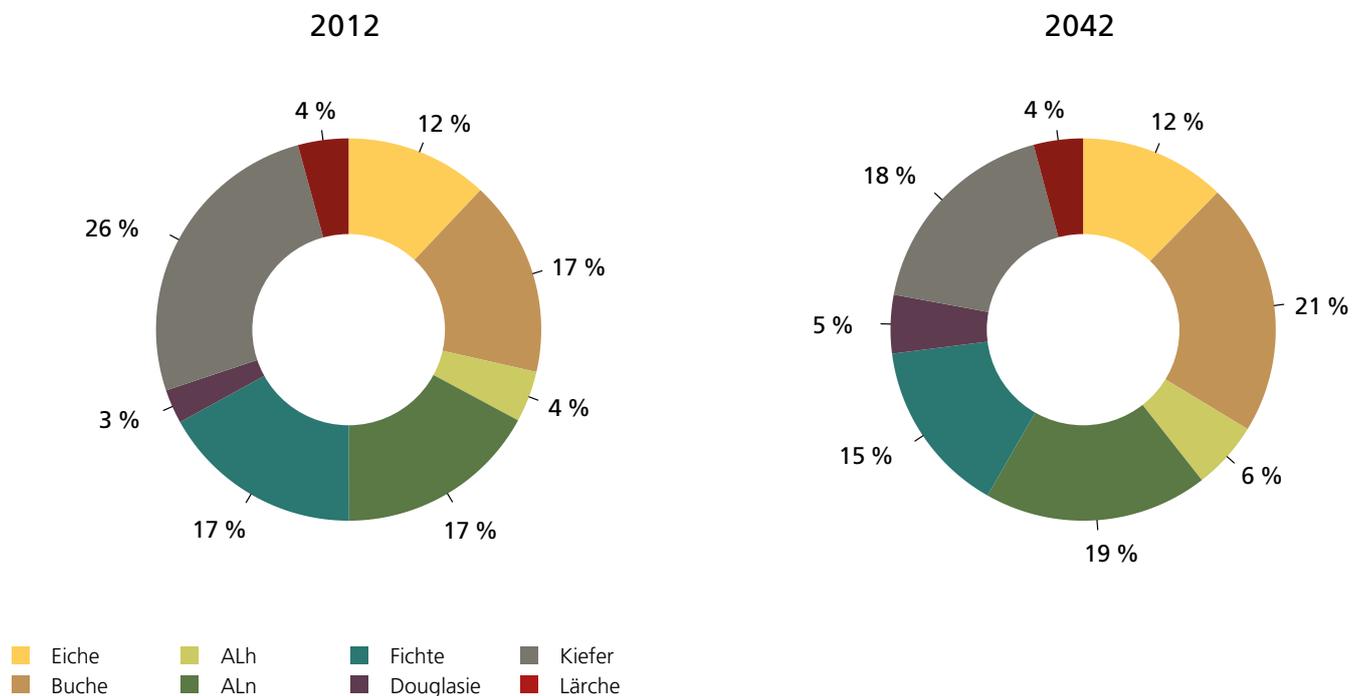
Waldumbaumaßnahmen, insbesondere die für den Landeswald programmatisch festgelegte und durch das Land im Privatwald geförderte Laub- und Mischwaldvermehrung, werden in Niedersachsen zu einer Verschiebung in der Baumartenzusammensetzung führen (Abbildung 11). Erste Schritte in diese Richtung konnten bereits durch die Bundeswaldinventuren aufgezeigt werden. So hat sich der Laubholzanteil im Hauptbestand seit 1987 um vier Prozentpunkte erhöht. Deutlicher sind die Verschiebungen aber im gesicherten Nachwuchs: hier ist der Laubholzanteil im Zeitraum von 1987 bis 2012 von 57 auf 88 % angestiegen (vgl. Fischer und Spellmann 2016).

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. Großflächige Voranbauten von Buche unter Fichtenschirm im Bergland bzw. unter Kieferschirm im Tiefland werden mit der allmählichen Räumung des Schirmes zunehmend in den Hauptbestand überführt, sodass sich der Buchenanteil von 17 % auf 21 % erhöht. Gemäß den Prognosen wird die Buche im Jahr 2042 die Baumart mit dem größten Flächenanteil in Niedersachsen sein.



Im Jahr 2012 war das noch die Kiefer, deren Anteil sich infolge verstärkter Nutzungen und mangelnder Berücksichtigung in der Verjüngungsplanung von 26 % auf 18 % erheblich verringert. Aufgrund der standörtlichen Ausgangslage in Niedersachsen, insbesondere im östlichen Tiefland mit überwiegend trockenen und nährstoffarmen Sandböden, muss dieser simulierte Rückgang jedoch kritisch hinterfragt werden, weil die genügsame Kiefer

Abbildung 11 Vergleich der Flächenanteile nach Baumarten im Hauptbestand (nur Derbholz) 2012 und 2042



ein gutes Anpassungsvermögen auf schwächer versorgten Standorten hat.

Auch bei der Fichte ist ein Rückgang zu verzeichnen, der im Vergleich zur Kiefer jedoch deutlich geringer ausfällt. Dabei muss berücksichtigt werden, dass im Jahr 2012 noch etwa 190.000 ha mit Fichte bestockt waren, sodass ein Rückgang um zwei Prozentpunkte einer Flächenabnahme um knapp 4.000 ha entspricht. Demgegenüber ging mit über 20.000 ha die Fichtenfläche in der Periode zwischen 2002 und 2012 wesentlich stärker zurück. Einen deutlichen Einfluss darauf hatten aber auch die Borkenkäferkalamitäten nach dem Trockenjahr 2003 und der Orkan „Kyrill“ im Jahr 2007, durch den allein im Landeswald über 2.500 ha Freifläche entstanden. Solche Schadereignisse sind jedoch kaum vorherzusagen und können somit in Simulationen nicht berücksichtigt werden.

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 im Tiefland sowie auf flachgründigen und/oder sonnenexponierten Standorten im Bergland. Ein Großteil der Douglasien befindet sich derzeit noch als Voranbau unter Kiefernaltbeständen. Sie stellen eine „stille Reserve“ dar, die bis 2042 zu einem Anstieg ihres Anteils auf etwa 5 % führen wird.

Bei der Eiche ergeben die Simulationen keine Veränderung des Flächenanteils. Mit etwa 80.000 ha befindet sich mehr als die Hälfte der Eichenfläche im Privatwald, schwerpunktmäßig im westniedersächsischen Tiefland. Im Landeswald wurden nach dem Orkan von 1972 verstärkt Eichenkulturen auf besser versorgten Standorten in Freifächensituationen angelegt, um den Eichenanteil zumindest zu erhalten bzw. zu erhöhen. Die Zahlen der BWI 3 weisen bei der Eiche einen erheblichen Rückgang in der ersten Altersklasse (bis 20 Jahre) aus. Dies ist vor allem auf fehlende Freiflächen infolge einzelstammweiser oder gruppen-

weiser Zielstärkennutzung, hohe Investitionskosten für die Begründung von Eichenbeständen sowie zuletzt verstärkt auftretende biotische Schäden an Eiche zurückzuführen, die Waldbesitzer davon abgehalten haben, sich für die sehr langfristige Eichenwirtschaft zu entscheiden.

Der Verbreitungsschwerpunkt der Edellaubhölzer (ALh) liegt auf den besser nährstoffversorgten Standorten im niedersächsischen Bergland. Esche und Ahorn sind die mit Abstand häufigsten Vertreter dieser Gruppe, während Ulme, Linde oder Kastanie nur unbedeutende Anteile einnehmen. Im Simulationszeitraum erhöht sich im Rahmen der Mischwaldvermehrung der Anteil des ALh von derzeit etwa 4 auf 6 %. Diesbezüglich bleibt jedoch abzuwarten, ob das seit einigen Jahren verstärkt auftretende Eschentriebsterben weiter voranschreitet und zu Flächenverlusten bei dieser Baumartengruppe führt. Aktuelle Entwicklungen geben diesbezüglich Anlass zur Sorge (Langer et al. 2015, NW-FVA 2016).

Die Bevorzugung von Naturverjüngung als ein wichtiges Element des naturnahen Waldbaus führt auch bei den Weichlaubhölzern (ALn) zu einer Zunahme des Flächenanteils. Hauptvertreter dieser Baumartengruppe sind Birke und Erle, in der Verjüngung besitzen aber auch Eberesche und Weide hohe Anteile. Die aktuellen Waldbaukonzepte in Niedersachsen sehen zumindest einen gewissen Anteil an ALn als Zeitmischung in den Beständen der anderen Baumarten vor, um die Strukturvielfalt zu erhöhen und die Risiken zu verteilen. Entsprechend ist beim ALn dauerhaft mit hohen Flächenanteilen im Bereich von 20 % zu rechnen.

4.5.2 Vorrat

Im Jahr 2012 stockten in Niedersachsen insgesamt rund 340 Mio. m³ Derbholz. Bezogen auf den bestockten Holzboden entspricht dies einem Durchschnittsvorrat von ca. 290 m³/ha. Verglichen mit dem Bundesdurchschnitt in Höhe von 333 m³/ha

weist Niedersachsen eine geringe Vorratshaltung auf. Dies ist einerseits im Zusammenhang mit der standörtlichen Ausstattung der Wälder zu sehen. Vor allem im Ostniedersächsischen Tiefland mit seinem hohen Waldanteil von 40 % überwiegen oftmals schwach nährstoff- und wasserversorgte Sandstandorte, auf denen die Wuchsleistung der Bäume deutlich geringer ist als beispielsweise auf den besser versorgten Standorten in den süddeutschen Bundesländern. Andererseits spielt der Altersklassenaufbau eine entscheidende Rolle. Niedersachsen weist infolge der Aufforstungen nach dem Zweiten Weltkrieg und der Orkan- und Waldbrandereignisse in den 1970er-Jahren einen Überhang an unter 60-jährigen Waldbeständen mit entsprechend geringerer Vorratsausstattung auf.

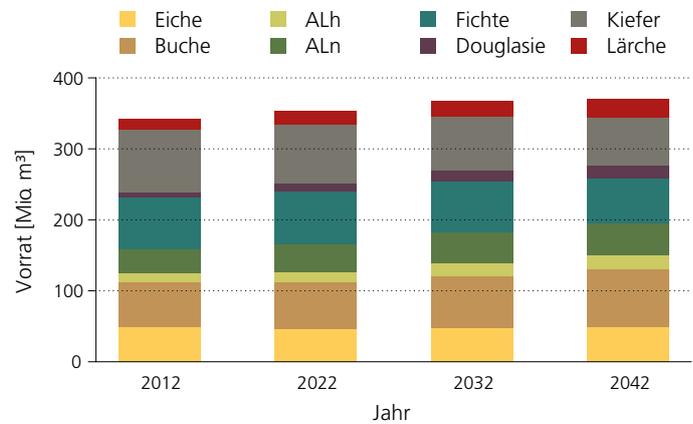
Bis 2042 prognostiziert die Simulation einen leichten Vorratsanstieg um 20 Mio. m³ auf 360 Mio. m³ (Abbildung 12). Im Vergleich dazu stieg der Gesamtvorrat in Niedersachsen in den zehn Jahren zwischen 2002 und 2012 um knapp 40 Mio. m³. Der nun langsamere Vorratsaufbau ist einerseits darauf zurückzuführen, dass die flächenmäßig dominierenden Nadelholzbestände aus Fichte und Kiefer zunehmend in die Endnutzungsphase wachsen. Während bei der Fichte noch bis 2022 mit einem leichten Vorratsaufbau zu rechnen ist und danach ein Rückgang einsetzt, weist das Szenario bei der Kiefer bereits einen kontinuierlichen Vorratsabbau aus. Andererseits basiert die prognostizierte Vorratsentwicklung auf der Annahme einer vollständigen Abschöpfung der vom Szenario ausgewiesenen Potenziale. 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.



Der Anstieg des Gesamtvorrates bis 2042 wird vor allem durch das Laubholz, und hier in erster Linie durch die Buche getragen. Sie wurde in den letzten drei Jahrzehnten im Zuge der Überführung von Nadelholzreinbeständen in Laubwald- und Mischwaldbestände verstärkt angebaut, weil sie die Naturnähe erhöht. Aber auch die übrigen Laubbäume mit hoher bzw. niedriger Umtriebszeit (Ahorn, Esche, Birke, Erle) weisen eine Vorratszunahme auf, während bei der Eiche in etwa das Niveau von 2012 gehalten wird.

Obwohl der Lärche in der aktuellen Waldbauplanung Niedersachsens kaum noch eine Bedeutung beigemessen wird, steigt ihr Vorrat im Simulationszeitraum weiter an. Dies ist auf Zuwächse in den bereits vorhandenen Beständen und durch die gegenüber den anderen Nadelbaumarten höhere Zielstärke (60–70 cm) zurückzuführen, die ein Großteil der Bäume im Jahr 2042 noch nicht erreicht hat. Mit einem erhöhten Aufkommen an Lärchenwert- bzw. Lärchenstammholz kann daher etwa ab dem Jahr 2060

Abbildung 12 Entwicklung des Vorrates nach Baumarten-gruppen von 2012 bis 2042 in Niedersachsen



gerechnet werden. Die Douglasie war zum Stichtag der BWI 3 im Jahre 2012 in den mittelalten und älteren Beständen über 40 Jahre relativ wenig vertreten. Da sie jedoch besonders auf den trockenen Standorten im Tiefland eine leistungsstärkere Alternative zur Kiefer darstellt, wird ihr Flächenanteil künftig stetig zunehmen und ihr Vorrat dementsprechend von ca. 8 Mio. m³ heute auf 16 Mio. m³ im Jahre 2042 ansteigen.

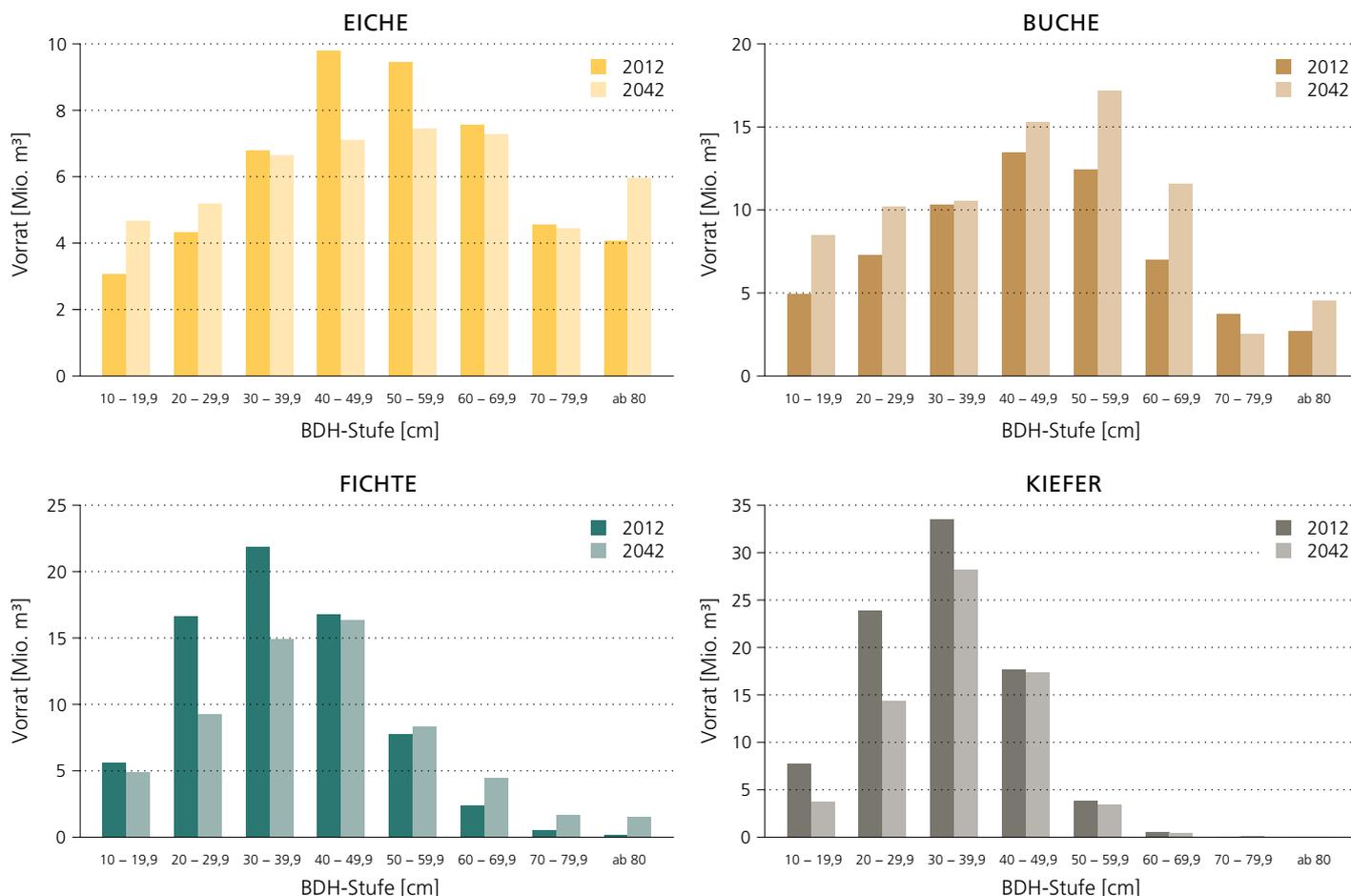
Die Laub- und Mischwaldvermehrung des naturnahen Waldbaukonzeptes lässt sich auch anhand der Vorratsentwicklung getrennt nach Durchmesserstufen ablesen (Abbildung 13). Bei den wirtschaftlich bedeutenden Nadelbaumarten Fichte und Kiefer führt die deutlich abnehmende Anbaufläche dazu, dass die Vorräte im schwächeren und mittleren Durchmesserbereich (bis 40 cm) in den nächsten dreißig Jahren erheblich zurückgehen werden. Eiche und Buche weisen in diesem Bereich demgegenüber Zunahmen auf. Bei der Eiche ist im Durchmesserbereich 40–60 cm eine Abnahme zu beobachten, im Bereich 60–80 cm bleiben die Vorräte hingegen unverändert. Die Nutzungen im Zielstärkenbereich liegen bei der Eiche im unterstellten Behandlungsszenario demzufolge nicht über den Zuwächsen. Bei der Buche zeigt die Simulation in allen BHD-Stufen bis 2042 einen Vorratsaufbau. Der Holzvorrat bei den Bäumen mit einem BHD von mehr als 80 cm nimmt sowohl bei der Buche als auch bei der Eiche zu, was einerseits auf die nicht genutzten Flächen und andererseits auf Habitatbaumkonzepte im Wirtschaftswald zurückzuführen ist.

4.5.3 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.

Im Zeitraum zwischen der BWI 2 im Jahre 2002 und der BWI 3 im Jahre 2012 lag der Zuwachs in den niedersächsischen Wäldern bei durchschnittlich 10 m³/ha pro Jahr, von denen im Mittel ca. 7 m³/ha*a genutzt wurden. Die Simulation weist für die Periode 2012–2017 zunächst geringere Zuwächse auf, bis zum Jahr 2027 erfolgt dann ein Zuwachsanstieg von 8 auf 10 m³/ha*a.

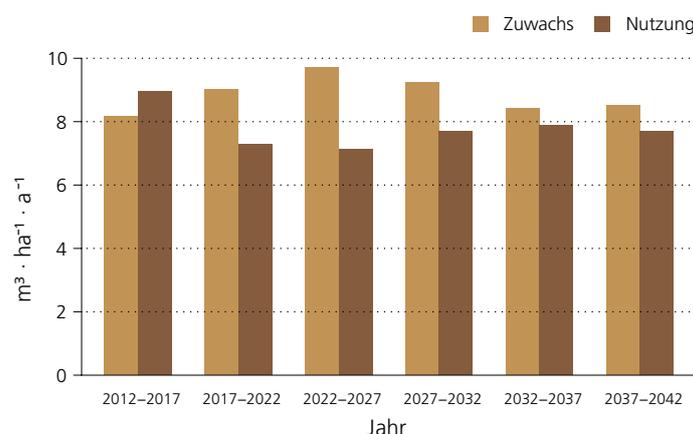
Abbildung 13 Vorrat nach Durchmesserstufen in den Jahren 2012 und 2042 für die vier Hauptbaumarten in Niedersachsen



Anschließend ist ein leichter Rückgang zu beobachten (Abbildung 14). Die simulierten Nutzungspotenziale verteilen sich ab 2017 homogen über den Prognosezeitraum und schwanken zwischen 7,5 und 8 m³/ha*a. Es fällt auf, dass im ersten Simulationsschritt die Nutzungen mit 9 m³/ha*a deutlich höher ausfallen. Dieser „Bugwellen-Effekt“ ist modellbedingt und erklärt sich dadurch, dass in den Simulationen die waldbaulichen Vorgaben hinsichtlich der angestrebten Grundflächenhaltung 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. Mit Ausnahme des ersten Intervalls liegen die Zuwächse im Betrachtungszeitraum aber über den Nutzungen, sodass es zum bereits beschriebenen Vorratsaufbau kommt. Zum Simulationsende hin gleichen sich Nutzung und Zuwachs zunehmend an.

Bei der Eiche liegen die Vor- und Endnutzungserträge im ersten Simulationsintervall bei jeweils etwa 0,7 Mio. m³/a (Abbildung 15). Im weiteren Verlauf nehmen die jährlichen Nutzungsmengen deutlich ab und liegen bei maximal 0,6 Mio. m³/a bei der Endnutzung bzw. 0,4 Mio. m³/a bei der Vornutzung. Dieser Trend ist nur bei der Eiche zu beobachten, mit der Einschränkung, dass von einer vollständigen Potenzialmobilisierung ausgegangen wird. In Niedersachsen wies die Eiche aber zuletzt die geringste Nutzungsquote (Verhältnis von Nutzung zu Zuwachs) von allen Baumarten auf. Außerdem ist die Diskrepanz zwischen theoretisch nutzbarer Masse und tatsächlichem Einschlag bei der Eiche relativ groß. So

Abbildung 14 Gegenüberstellung von Zuwachs und Nutzung im Prognosezeitraum



betrug der mittlere jährliche Einschlag zwischen 2002 und 2012 nur rund 300.000 m³/a, während sich das theoretisch nutzbare Potenzial im Mittel auf ca. 1 Mio. m³/a belief. Ein möglicher Grund für diese Abweichung könnte der Verbreitungsschwerpunkt der Eiche im Westniedersächsischen Tiefland sein, wo der klein parzellerte Privatwald dominiert, aus dem nachweislich weniger Holz mobilisiert wird als aus dem Landes- oder Großprivatwald.

Anders verhält es sich bei der Buche. Hier stammt ein Großteil der Nutzungsmenge aus dem Landeswald, für den sich die prognostizierten Einschlagsmengen weitgehend mit den über Wiederholungsinventuren bilanzierten Einschlagsmengen decken. Bei der Buche liegen die jährlichen Endnutzungsmassen anfangs im Bereich von 0,8 Mio. m³/a und nehmen zum Simulationsende hin leicht ab. Demgegenüber ist bei den Vornutzungen ab 2033 ein deutlicher Anstieg festzustellen. Dabei spielen die Buchenvoranbauten aus dem in den 1990er-Jahren begonnenen Waldumbau eine große Rolle. Aus diesen Beständen ist mit deutlich steigenden Derbholzerträgen zu rechnen.

Bei der Fichte wächst ein Großteil der Bestände zunehmend in die Altersbereiche ein, in denen verstärkt Endnutzungen einsetzen. Aufgrund der rückläufigen Verjüngungsfläche wird hingegen das Angebot im schwächeren Durchmesserbereich langfristig stark abnehmen. Diese Entwicklung spiegelt sich bei den Nutzungserträgen deutlich wider. Während bei den Endnutzungsmengen bis 2042 deutliche Zunahmen von 1,5 auf 2,5 Mio. m³ zu verzeichnen sind, halbieren sich die Vornutzungsmassen von 0,8 auf 0,4 Mio. m³.

Ein ähnliches Bild hinsichtlich der Vornutzungsmassen zeigt sich bei der Kiefer. Im Unterschied zur Fichte sind jedoch die Endnutzungsmengen mit etwa 1,5 Mio. m³/a über den Prognosezeitraum nahezu konstant.

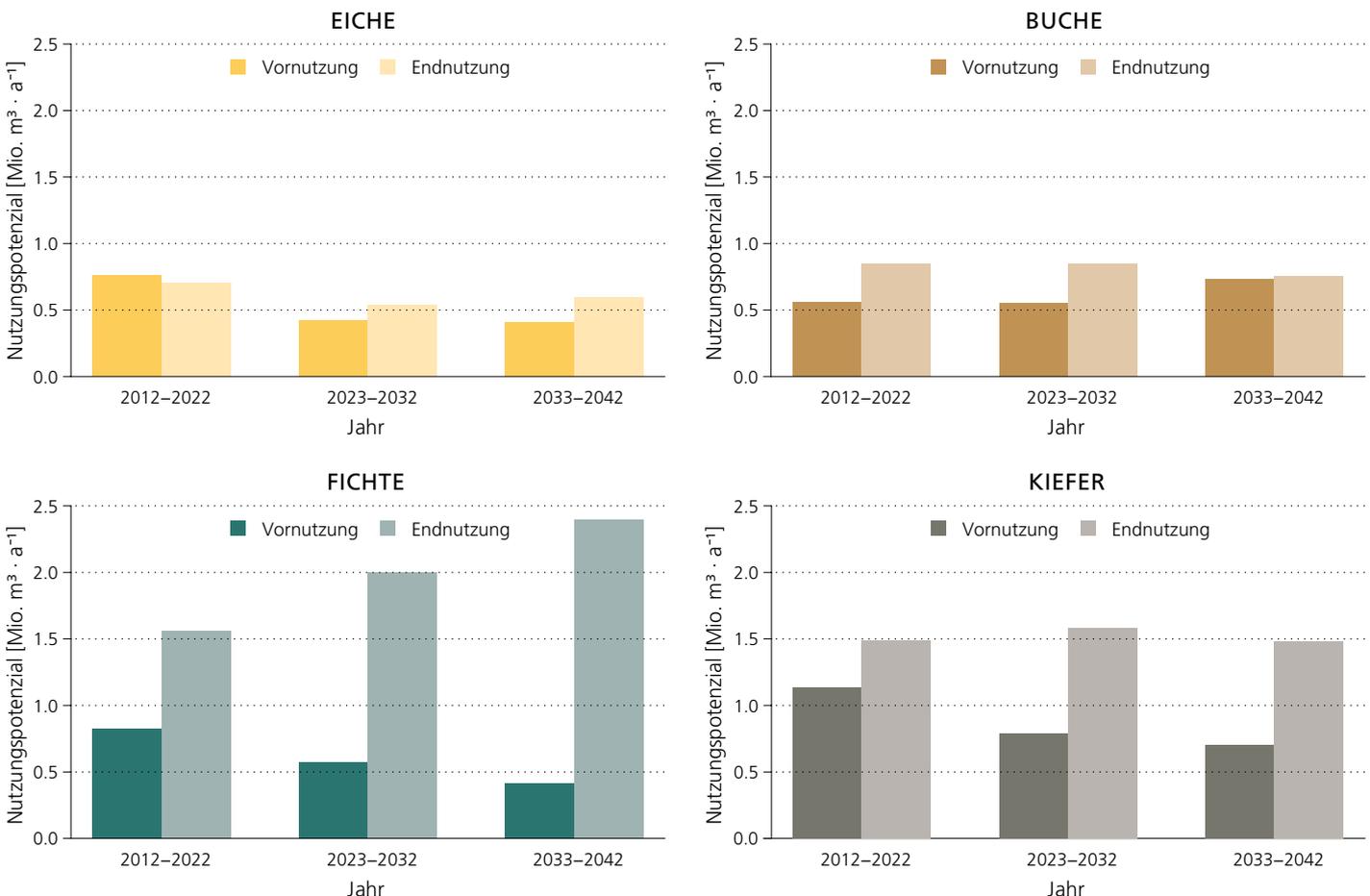
4.5.4 Sortenertrag

Für die weitere Holzverwertung ist die Sortierung der Holzpotenziale nach Stärkeklassen eine wichtige Informationsquelle. Tabelle 9 bis Tabelle 12 zeigen die prognostizierten Sortenerträge getrennt nach Mittenstärkeklassen und Simulationszeitraum, wobei sich für die Hauptwirtschaftsbaumarten Niedersachsens ein differenziertes Bild ergibt.

Bei der Buche fallen die höchsten Erträge in den stärkeren Sortimenten (Stärkeklassen > 3b) an. In den Stärkeklassen 1b bis einschließlich 4 kommt es im dreißigjährigen Prognosezeitraum zu einer Erhöhung der Erträge und in der Stärkeklasse 5 gibt es nur wenige Veränderungen, während die in den Simulationsrechnungen konsequent umgesetzten Zielstärkennutzungen zu einem rapiden Rückgang in der Stärkeklasse 6+ führen. Dies erklärt sich dadurch, dass ein Großteil der potenziell realisierbaren Masse in der Stärkeklasse 6+ bereits in den ersten beiden Simulationsintervallen abgeschöpft wird.

Bei der Eiche ergibt sich aus demselben Grund im stärkeren Durchmesserbereich ein ähnliches Bild. Im Vergleich zur Buche nehmen aber die Massen bei den schwachen und mittleren Sortimenten im Laufe der Zeit ab. Diese Entwicklung entspricht dem bereits zuvor beschriebenen Rückgang bei den Vor- und Endnutzungserträgen (s.o.)

Abbildung 15 Jährliches Nutzungspotenzial nach Baumarten und Simulationsperiode



Bei Fichte verteilen sich die Sortenerträge bis 2022 überwiegend auf die Stärkeklassen 2a bis 3a. Entsprechend der Zielstärkenvorgabe von 45 cm sinkt das Holzaufkommen jenseits der Stärkeklasse 4 deutlich ab. Im zeitlichen Verlauf erhöht sich die Nutzungsmenge und der Schwerpunkt verschiebt sich in Richtung der stärkeren Sortimente. In den Stärkeklassen 3a bis 4 treten folglich deutliche Zunahmen der potentiellen Sortenerträge auf, die sich im Zeitraum 2033–2042 auf ca. 1,5 Mio. m³/a belaufen. Infolge des Umbaus der Fichtenreinbestände in Laub- oder Mischbestände nehmen demgegenüber die Sortenerträge in den Stärkeklassen 1a bis 2a künftig stark ab. Ohne ein zeitnahes Umsteuern ist nicht zu erwarten, dass sich dieser Trend wieder umkehrt.

Noch deutlicher zeigt sich diese Entwicklung bei der Kiefer. Von 2012 bis 2022 entfallen die größten Massen auf die Stärkeklassen 2b und 3a (0,56 bzw. 0,59 Mio. m³/a). Im darauffolgenden Intervall steigen die Erträge in diesen Klassen auf 0,69 bzw. 0,61 Mio. m³/a, um dann ab 2033 wieder zu fallen. In allen anderen Klassen ist bereits ab 2022 mit z. T. deutlichen Rückgängen in den Sortenerträgen zu rechnen.

4.5.5 Nutzungseinschränkungen

In der Simulation wurden diejenigen Flächen, die nach den Ansprachen der Bundeswaldinventur einer Nutzungseinschränkung unterliegen, nicht in die Berechnungen zur Herleitung der Nutzungspotenziale einbezogen. In Niedersachsen umfasst die Waldfläche mit Nutzungseinschränkung rund 62.000 ha. Bezogen auf die gesamte begehbbare Waldfläche entspricht dies einem Anteil von 5,4 %. Auf den Flächen mit Nutzungseinschränkung stockt etwa 5 % des Gesamtvorrates. Nutzungseinschränkungen können sich durch innerbetriebliche (z. B. unzugängliches Gelände, Schutz durch Eigenbindung) oder außerbetriebliche Ursachen (z. B. Naturschutzauflagen) ergeben. Daneben gibt es aber auch Waldgebiete mit forstbetrieblich eingeschränkter Bedeutung, in denen eine Holznutzung prinzipiell möglich, aus verschiedenen Gründen aber sehr unwahrscheinlich ist. Hierzu zählen u. a. kleinflächige Bestockungen in Siedlungs- oder Industriegebieten, Feldgehölze mit geringer Flächenausdehnung und schlechter Erreichbarkeit, Baumbestände am Rand von Gewässern und an Böschungen sowie zugewachsene Moore und Heiden. Bei diesen Flächen ist nicht davon auszugehen, dass sie regulär bewirtschaftet werden. Im Gegensatz zu den Flächen mit „echten“ Nutzungseinschränkungen wurden diese Flächen bei der Potenzialabschätzung aber zunächst berücksichtigt, da eine Holznutzung zulässig ist und somit zumindest theoretisch erfolgen könnte. Um abzuschätzen, inwieweit sich das Nutzungspotenzial bei Ausschluss dieser Flächen reduzieren würde, wurde von der gesamten kumulativen Nutzungsmenge bis 2042 der Anteil abgezogen, der auf den Flächen mit „forstbetrieblich eingeschränkter Bedeutung“ anfallen würde. Die Betrachtung erfolgte separat für die unterschiedenen

Baumartengruppen (Tabelle 13). Es zeigt sich, dass mit nennenswerten Einschränkungen im Bereich von 15 bis 17 % bei Eiche, ALh und ALn zu rechnen ist. Mit deutlichem Abstand und einer geschätzten Reduktion des theoretischen Nutzungspotenzials in Höhe von maximal 5,3 % folgen die verbleibenden Baumartengruppen Buche, Fichte, Kiefer, Douglasie und Lärche. Die Reduktion ist bei den Laubbaumarten erkennbar höher als bei den Nadelbaumarten. Im Durchschnitt beträgt die Nutzungsreduktion knapp 20 Mio. m³ in 30 Jahren, was einem Anteil am gesamten Rohholzaufkommen in Höhe von 6,6 % entspricht.

Tabelle 9 Buchenholznutzung [1.000 m³/a] nach Stärkeklassen und Prognosezeitraum

Jahr	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4	5	6+
2012–2022	118	109	60	85	84	86	222	265	247
2023–2032	127	99	60	85	95	108	268	280	157
2033–2042	114	121	78	120	123	129	287	259	12

Tabelle 10 Eichenholznutzung [1.000 m³/a] nach Stärkeklassen und Prognosezeitraum

Jahr	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4	5	6+
2012–2022	59	76	88	117	98	160	298	209	217
2023–2032	43	57	63	74	63	112	197	141	123
2033–2042	56	53	62	84	70	107	198	142	14

Tabelle 11 Fichtenholznutzung [1.000 m³/a] nach Stärkeklassen und Prognosezeitraum

Jahr	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4	5	6+
2012–2022	101	179	407	415	436	342	224	31	2
2023–2032	83	147	354	467	589	408	254	38	0
2033–2042	84	122	316	466	586	529	363	87	3

Tabelle 12 Kiefernholznutzung [1.000 m³/a] nach Stärkeklassen und Prognosezeitraum

Jahr	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4	5	6+
2012–2022	168	197	516	564	593	322	101	4	0
2023–2032	113	140	420	686	608	221	35	1	0
2033–2042	89	114	369	675	532	203	69	0	0

Tabelle 13 Einschränkung des kumulativen Nutzungspotenzials im Zeitraum 2012–2042

	Ei	Bu	ALh	ALn	Fi	Ki	Dgl	Lä	Gesamt
Nutzung kumulativ 2012–2042 [Mio. m ³]	37,3	47,5	12,5	17,9	84,4	72,3	6,1	9,8	287,8
reduzierte Nutzung 2012–2042 [Mio. m ³]	31,4	45,9	10,3	15,2	79,9	70,6	5,7	9,6	268,7
Reduktion [%]	15,8	3,4	17,4	15,4	5,3	2,3	5,1	2,4	6,6



Der Beitrag des
Clusters Forst und Holz
zum Klimaschutz durch
Kohlenstoffspeicherung
im Wald und in Holz-
produkten sowie durch
Substitutionseffekte.

5 Kohlenstoffbilanz

5.1 Methoden

Die Kohlenstoffspeicherung im Wald wurde einerseits zu den Stichdaten der drei vorliegenden Bundeswaldinventuren mit den hierzu erhobenen Inventurdaten hergeleitet, andererseits wurde sie auf der Basis der Einzelbaumdaten der Waldentwicklungssimulationen in zehnjährigen Schritten bis zum Jahre 2042 berechnet (vgl. Kap. 4). Die u. a. betrachteten Kohlenstoffspeicher im Wald sind die lebende ober- und unterirdische Baumbiomasse und das Totholz. Zur Quantifizierung der lebenden ober- und unterirdischen Einzelbaumbiomasse wurden baumartenspezifische Biomassefunktionen verwandt (Dunger et al. 2014, Husmann et al. 2016, 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 Würdehoff (2016). Dabei wird ein Startvolumen von 19,5 Mio. m³ (ML 2014) unterstellt, welches mit einer mittleren Dichte des Holzes von 0,25 t/m³ und einem Kohlenstoffanteil von 50 % in den Kohlenstoffvorrat umgerechnet wird. Erntereste, Stubben sowie aktiv durch den Waldwachstumssimulator generiertes Totholz im Zeitraum von 2012 bis 2042 werden hinzuaddiert. 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 Lebensdauern³ 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 wurde zunächst in verschiedene Produktgruppen eingeteilt (Tabelle 14). Die Aufteilung der simulierten Nutzungsmengen auf die Produktgruppen erfolgte mittels eines vereinfachten Holzverwendungsschlüssels (Tabelle 15). Dabei wurde in Anlehnung an Mund et al. (2015) davon ausgegangen, dass die Holzprodukte am Ende ihrer mittleren Lebensdauer energetisch genutzt werden. Die Substitutionswirkung der Holzprodukte wurde 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. Würdehoff 2016).

³ Lebensdauer bedeutet, dass in diesem Zeitraum 95 % der Totholzsubstanz zersetzt wurden.

Tabelle 14 Aufstellung der Produktklassen mit den entsprechenden mittleren Lebensdauern, ihren Hauptprodukten und der Substitutionsart (verändert nach Würdehoff 2016)

Produktklasse	Mittlere Lebensdauer [Jahre]	Hauptprodukte	Substitutionsart
Produkte mit	langer Lebensdauer	50	Bauholz
	mittlerer Lebensdauer	25	Holzwerkstoffe, Furniere, Möbel
	kurzer Lebensdauer	3	Papier, Pappe, Kartonagen
Energieholz	1	Brennholz, Pellets	energetisch

Tabelle 15 Vereinfachter Holzverwendungsschlüssel zur Verteilung von Laub- und Nadelholz auf die Produktklassen in Niedersachsen (Würdehoff 2016)

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

5.2 Ergebnisse

Einen ersten Überblick über die Derbholz- und Kohlenstoffvorräte in der lebenden Baumbiomasse zu den Stichjahren der Bundeswaldinventuren in Niedersachsen (BWI 1 = 1987, BWI 2 = 2002, BWI 3 = 2012) gibt Abbildung 16. Dabei basiert die Herleitung der Derbholzvorräte auf den Stichprobenpunkten, die bei allen drei Bundeswaldinventuren aufgenommen wurden, und den Auswertungsmethoden der dritten Bundeswaldinventur. Die Kohlenstoffvorräte wurden mit den baumartenspezifischen Raumdichten (Knigge und Schulz 1966), Biomasse-Expansionsfaktoren (Pretzsch 2009) und einem mittleren Kohlenstoffgehalt von 50 % hergeleitet. Danach steigen die Derbholzvorräte in Niedersachsen von rund 203 Mio. m³ bei der ersten Bundeswaldinventur (1987) bis auf etwa 340 Mio. m³ bei der dritten Inventur (2012) an und auch die vereinfacht hergeleiteten Kohlenstoffvorräte der lebenden Baumbiomasse nehmen in diesem Betrachtungszeitraum entsprechend von ca. 88 auf rund 139 Mio. t C zu. Somit ist festzuhalten, dass durch die Waldbewirtschaftung der letzten 25 Jahre mit dem Derbholzvorrat auch der Kohlenstoffvorrat in Niedersachsen deutlich angestiegen ist.

Der Kohlenstoffvorrat der lebenden ober- und unterirdischen Baumbiomasse, dessen Berechnung im Folgenden auf Einzelbaumdaten basiert, betrug im Jahr 2012 rund 111 Mio. t C. Dieser Wert ist aufgrund der genaueren Berechnungsmethode für die lebende Baumbiomasse geringer als dessen Herleitung mittels Biomasseexpansionsfaktoren. Von den 111 Mio. t C entfielen fast 25 % auf die Baumartengruppe Kiefer und ca. 22 % auf die Baumartengruppe Buche. Der Anteil der Baumartengruppen Eiche bzw. Fichte belief sich auf rund 18 bzw. 17 %, derjenige der Weichlaubhölzer (ALn) auf etwa 8 % und derjenige der Lärche und der Edellaubhölzer (ALh) auf jeweils ca. 4 %. Die Douglasie hatte zum Stichjahr 2012 lediglich einen Anteil



von 2 % am gesamten Kohlenstoffvorrat der lebenden Baumbiomasse in den Wäldern Niedersachsens (Abbildung 17).

Im Simulationszeitraum von 2012 bis 2042 erhöht sich der Kohlenstoffvorrat der lebenden Baumbiomasse auf etwa 123 Mio. t C, wobei sich die Baumartenanteile im Vergleich zu 2012 teilweise stark verändern. So beträgt im Jahr 2042 der Anteil der Baumartengruppe Kiefer am Kohlenstoffvorrat lediglich noch 17 %. Auch bei der Fichte ist im Vergleich zum Ausgangszustand eine Abnahme um rund 4 % festzustellen. Insbesondere bei Buche und der Baumartengruppe ALn (+ 4 %) sowie bei der Douglasie (+ 3 %) zeichnet sich eine Zunahme der Kohlenstoffvorräte in diesem Speicher ab. Ebenso steigt der Kohlenstoffvorrat der Baumartengruppe Lärche im Verlauf der Simulation um etwa 2 % im Vergleich zu 2012 an.

Der Totholzpool belief sich im Jahr 2012 auf rund 19,5 Mio. m³, die einem Kohlenstoffvorrat von etwa 2,8 Mio. t C entsprechen. Den größeren Anteil an diesem Kohlenstoffspeicher hatten die Nadelhölzer mit rund 53 %. Bis zum Jahr 2042 erhöht

Abbildung 16 Derbholz- und vereinfacht hergeleitete Kohlenstoffvorräte der lebenden Baumbiomasse zu den Stichjahren der Bundeswaldinventuren in Niedersachsen

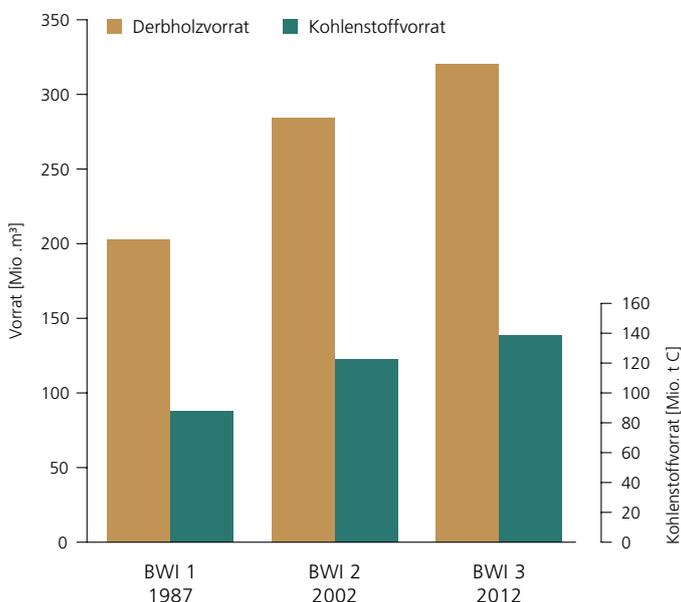
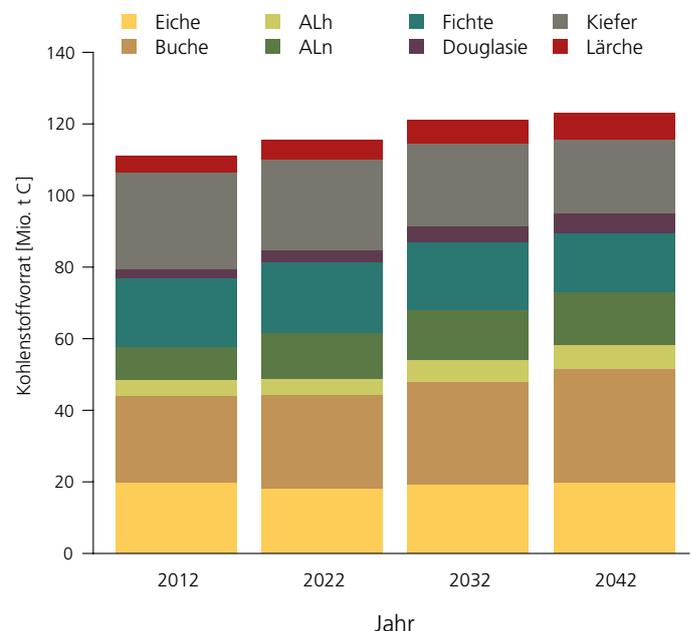


Abbildung 17 Entwicklung des Kohlenstoffvorrates der lebenden ober- und unterirdischen Baumbiomasse von 2012 bis 2042 getrennt nach Baumartengruppen in Niedersachsen



sich der Kohlenstoffvorrat in diesem Speicher stetig durch die natürliche Mortalität sowie durch Erntereste, die die gleichzeitige Zersetzung übertreffen, auf ca. 4,3 Mio. t C. Am Ende des Simulationszeitraumes überwiegt der Anteil der Nadelhölzer am Kohlenstoffvorrat des Totholzpools mit etwa 60 % (Abbildung 18). Dies kann durch den höheren Nutzungsanteil und die geringere Zersetzungsgeschwindigkeit der Nadelhölzer im Vergleich zu den Laubhölzern erklärt werden.

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

Ein weiterer Speicher für Kohlenstoff im Wald ist der Boden. Für die Mineralböden (bis 90 cm Tiefe) sowie die organische Auflage der Wälder in Niedersachsen konnte Evers (2015) auf Grundlage der zweiten Bodenzustandserhebung (BZE) einen mittleren Kohlenstoffvorrat von rund 182 Mio. t C bzw. 156 t C/ha für alle Bestandestypen unter Ausschluss der Moorstandorte 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). In Mecklenburg-Vorpommern konnten Russ et al. (2011) eine Speicherrate des Waldbodens (0 bis 90 cm) von 1,73 t C/ha*a ermitteln. Im Gegensatz dazu beträgt die Speicherrate des Mineralbodens (0 bis 90 cm) in Hessen nur 0,33 t C/ha*a (Evers et al. 2011). Die in der nationalen Kohlenstoff-Berichterstattung genannte Speicherrate des Mineralbodens in Höhe von rund 0,41 t C/ha*a (Grüneberg et al. 2014) erklärt sich dadurch, dass sich diese Angabe auf eine geringere Bezugsstiefe von 0 bis 30 cm bezieht. Unter der Annahme, dass die Speicherrate von 1,35 t C/ha*a im Betrachtungszeitraum konstant bleibt, ergibt sich für den

Waldboden im Jahr 2042 ein Kohlenstoffvorrat von etwa 229 Mio. t C.

Die geernteten und sortierten Rohholzmengen werden dem Produktpool zugeführt und substituiert, je nach Verwendung, andere Materialien oder fossile Energieträger. Die Höhe des Holzproduktspeichers in Niedersachsen 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 11 Mio. t C zugeführt, von denen rund 50 % auf die energetische Nutzung entfallen und aufgrund ihrer kurzen Lebensdauer nicht langfristig Kohlenstoff speichern. Im Laufe der Simulation steigt der Produktspeicher in Niedersachsen bis 2042 um rund 39 Mio. t C an, wobei im gesamten Betrachtungszeitraum rund 284 Mio. m³ Rohholz mit einem Nadelholzanteil von etwa 61 % anfallen. 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. Die absoluten Höhen der Kohlenstoffvorräte der Produkte mit kurzer Lebensdauer bzw. des Energieholzes schwanken über den gesamten Betrachtungszeitraum zwischen rund 1,8 und 2,1 Mio. t C bzw. zwischen 2,4 und 5,2 Mio. t C (Abbildung 19).

Die stoffliche und energetische Substitution anderer Materialien bzw. fossiler Brennstoffe durch Holzprodukte ist unumkehrbar und addiert sich im Laufe der Simulation auf. Zu Beginn der Simulation werden durch den Einsatz diverser Holzprodukte rund 12 Mio. t C (44 Mio. t CO₂) substituiert. Da sich die Substitutionseffekte nachfolgend immer weiter aufsummieren, ergibt sich bis zum Ende des Simulationszeitraumes im Jahre 2042 ein Substitutionspotenzial der stofflichen Nutzung von etwa 202 Mio. t C

Abbildung 18 Entwicklung des Kohlenstoffvorrates des Totholzes von 2012 bis 2042 getrennt nach Laub- und Nadelholz in Niedersachsen

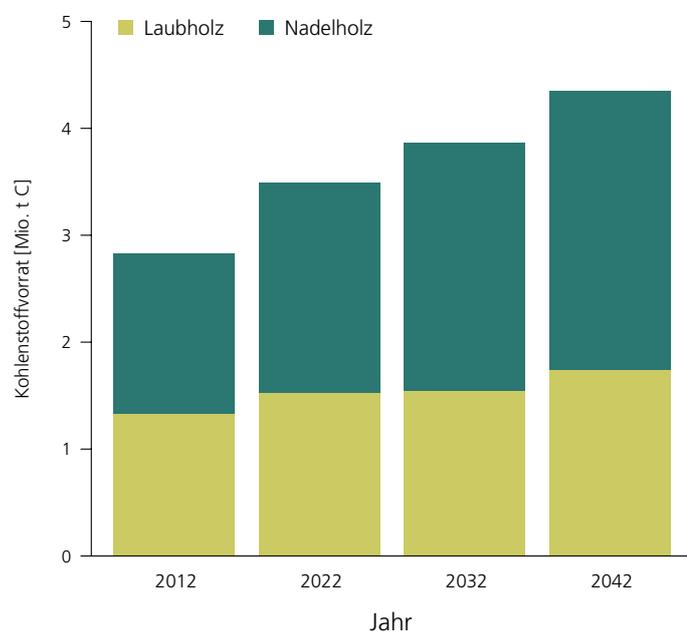


Abbildung 19 Entwicklung des zusätzlichen Beitrages der Holzverwendung zum Kohlenstoffvorrat des Holzproduktspeichers in Niedersachsen von 2012 bis 2042, getrennt nach Holzproduktklassen

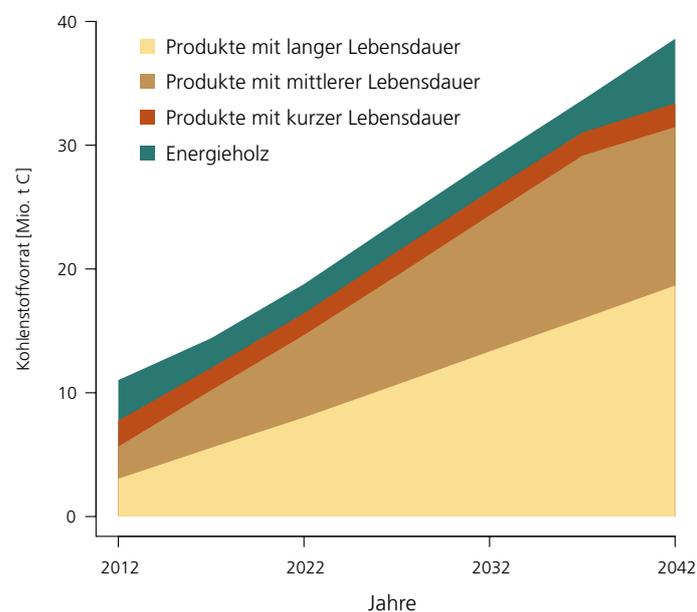
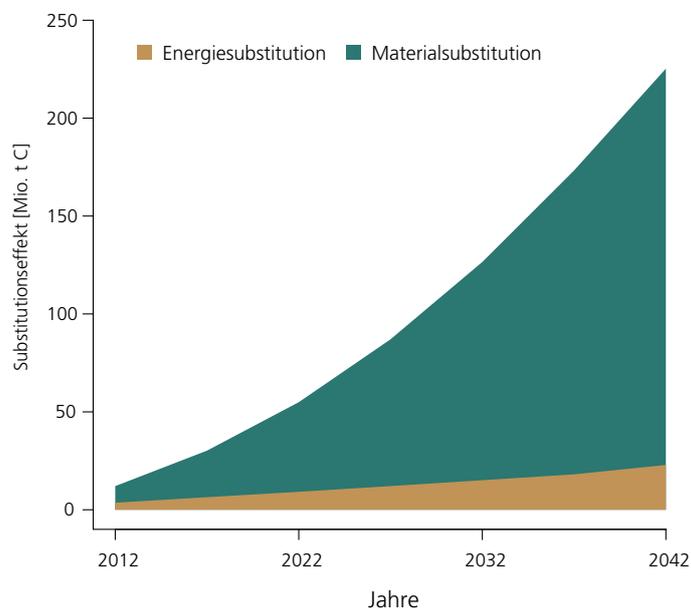


Abbildung 20 Entwicklung der Energie- und Materials substitution bei der unterstellten Holzverwendung der simulierten Holznutzungen in Niedersachsen von 2012 bis 2042



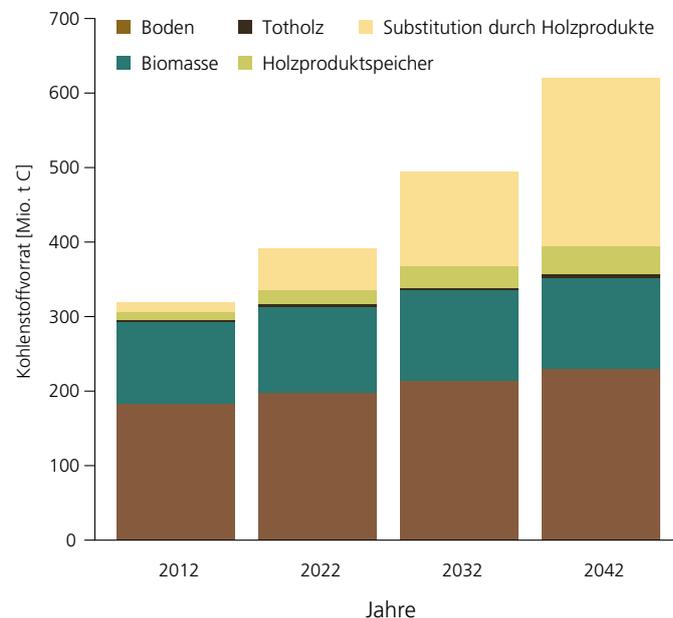
(741 Mio. t CO₂) und der energetischen Substitution in Höhe von rund 23 Mio. t C (84 Mio. t CO₂). In der Summe sind es 225 Mio. t C (825 Mio. t CO₂), die eingespart werden (Abbildung 20). Die genannten Werte basieren auf dem oben angeführten statischen Holzverwendungsschlüssel, der einfachen Kaskadennutzung 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 319 Mio. t C in den verschiedenen Speichern in Niedersachsen sequestriert, wobei der Großteil des Kohlenstoffs im Boden (ca. 57 %) sowie in der lebenden Baumbiomasse (ca. 35 %) 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 620 Mio. t C (Abbildung 21). 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 37 %, die lebende Baumbiomasse hat einen Anteil von ca. 20 % und der Beitrag der Substitutionseffekte liegt bei etwa 36 %.

5.3 Ausblick

Die Ergebnisse der Kohlenstoffbilanzierung zeigen, dass Nadelhölzer eine höhere Kohlenstoffspeicherleistung erbringen als Laubhölzer, wobei insbesondere die Materials substitution einen entscheidenden Einfluss hat (Abbildung 22). Sie beträgt nach Ablauf des Simulationszeitraumes von 30 Jahren etwa 118 Mio. t C durch die Nutzung von Nadelholz zur Herstellung von Holzprodukten mit langer und mittlerer Lebensdauer. Der korrespondierende Wert ist beim Laubholz um 34 Mio. t C

Abbildung 21 Entwicklung des Kohlenstoffvorrates der betrachteten Kohlenstoffspeicher in Niedersachsen von 2012 bis 2042

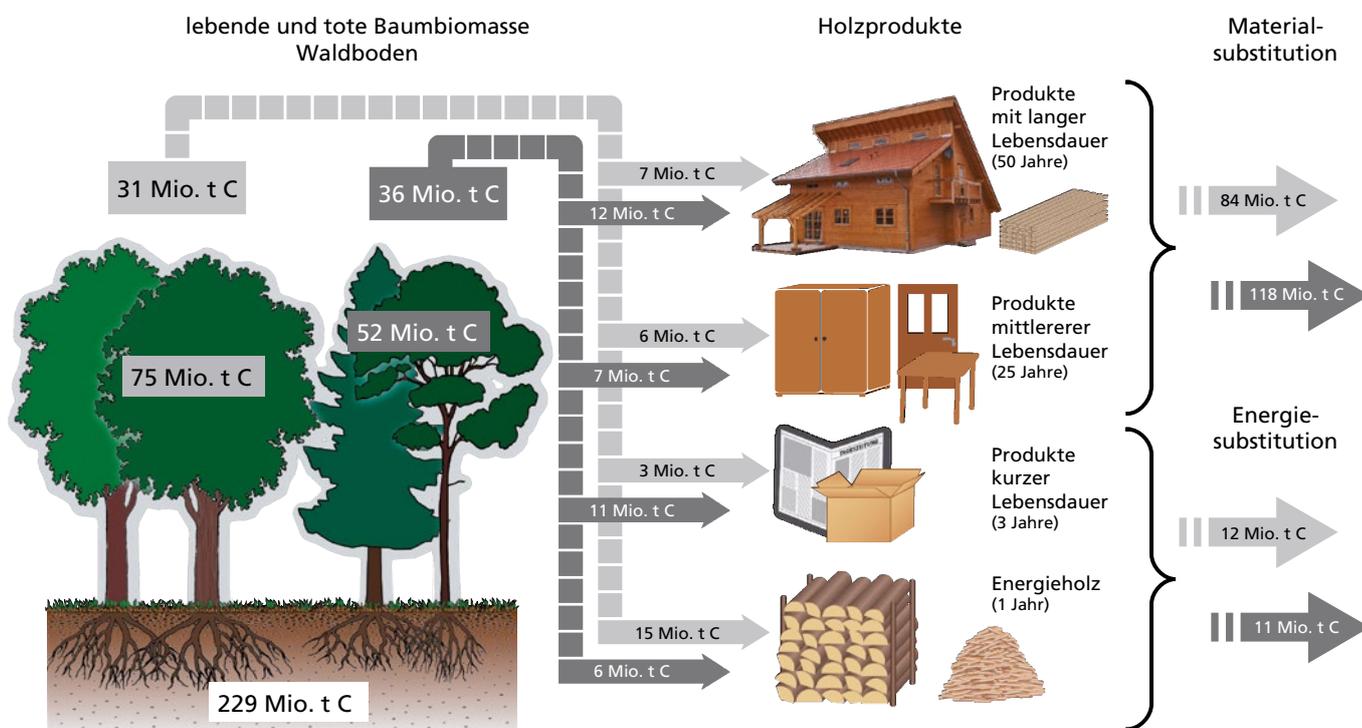


geringer. Der im Simulationszeitraum abnehmende Kohlenstoffvorrat in der lebenden Baumbiomasse der Nadelhölzer kann durch ihren Flächenrückgang erklärt werden.

Auch Ergebnisse von Wördehoff (2016) belegen, dass Nadelbaumarten eine höhere Kohlenstoffspeicherrate haben als Laubbaumarten. Jedoch ging die Nadelholzverjüngung in den letzten Jahrzehnten in Niedersachsen aufgrund der politisch geförderten Laubwaldmehrung deutlich zurück (ML 2014). Dies ist im Hinblick auf die Klimaschutzwirkung des Waldes als 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.

Ein Vergleich verschiedener Baumarten auf gleichem Standort zeigt, welche Unterschiede in der Klimaschutzleistung zwischen den Baumarten bestehen, wenn man die Kohlenstoffspeicherung im aufstockenden Bestand und in Holzprodukten sowie deren Substitutionseffekte betrachtet (Abbildung 23). Der Zeitraum der Bilanzierung orientiert sich jeweils am zweihundertjährigen Produktionszeitraum der Eiche mit einem Zieldurchmesser von 75 cm, so dass bei schnellwüchsigeren Baumarten mit kürzeren Produktionszeiträumen und geringeren Zielstärken mehr als ein Umlauf in die Berechnungen eingegangen ist. Der Vergleich zeigt, dass die Nadelbaumarten den Laubbaumarten trotz geringerer Raumdichte deutlich überlegen sind. Dies ist auf die mehr oder weniger größere Wuchsleistung und die überwiegende Verwendung in mittel- und langlebigen Holzprodukten zurückzuführen. Dadurch werden zudem Bau- und Werkstoffe substituiert, die energieaufwändiger herzustellen sind. Demgegenüber wird gerade bei der Buche ein hoher Anteil des Holzes energetisch genutzt. So streuen die aggregierten Klimaschutzleistungen der Baumarten zwischen 2,5 t C/ha*a bei der Eiche, 3,7 t C/ha*a bei der Buche, 4,8 t C/ha*a bei der Fichte, 6,6 t C/ha*a bei der Douglasie bis hin zu 8,9 t C/ha*a bei der Küstentanne deutlich. Die Zahlen zeigen, dass durch die Baumartenwahl bzw. durch

Abbildung 22 Akkumulierter Kohlenstoffvorrat [Mio. t C] in der lebenden und toten Baumbiomasse, dem Waldboden und den Nutzungen von 2012 bis 2042 sowie die Verteilung der Nutzungsmengen auf die einzelnen Produktklassen nach Ablauf einer einfachen Kaskadennutzung im gesamten Betrachtungszeitraum und deren Material- und Energiesubstitutionspotenzial (Laubholzspeicher hellgrau, Nadelholzspeicher dunkelgrau)

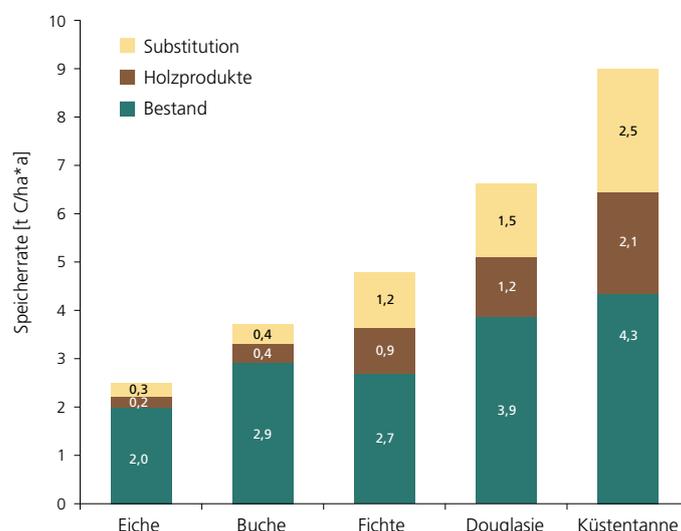


die Baumartenmischung die Klimaschutzleistungen des Forst- und Holzsektors wesentlich beeinflusst werden können.

Zur Steigerung der Klimaschutzleistungen des Clusters Forst und Holz sollten daher aus Gründen der Risikoverteilung standortgemäße Nadelbaumarten in der forstlichen Planung wieder stärker berücksichtigt, schon vorhandene standortgemäße 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 (Wördehoff 2016).

Für die Forstpolitik ergeben sich aus den Ergebnissen folgende Handlungsfelder: Der Beitrag der Holzverwendung zur Erreichung der Klimaschutzziele muss auf 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. Ein anderes Handlungsfeld ist die forstliche Förderpolitik in Niedersachsen, die heute stark auf eine Laubwaldmehrung ausgelegt ist und aufgrund der höheren Klimaschutzwirkung der Nadelhölzer diese auch mit einbeziehen sollte. Ebenso ist der Schutz von Waldmooren hervorzuheben, denn Moore sind weitere große terrestrische Kohlenstoffspeicher (vgl. MU 2016: Programm Niedersächsische Moorlandschaften).

Abbildung 23 Vergleich der Speicherraten für verschiedene Baumarten auf vergleichbarem Standort und bei gleicher Durchforstungsart





Folgerungen
für strategische
Weichenstellungen.

6 Fazit

Die vorliegenden Studien liefern wichtige Daten und Fakten, die den Cluster Forst und Holz in Niedersachsen 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 Niedersachsen 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, stärkere Berücksichtigung der langfristigen Marktbedürfnisse bei der Baumarten-/Herkunftswahl, Sicherung eines angemessenen Nadelholzanteils (standortgemäße Nadelholzverjüngung sichern, in Mischbeständen Nadelholzanteile wo möglich erhalten bzw. erhöhen) als Voraussetzung für den ökonomischen Erfolg der Forstbetriebe und die Erreichung 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, um den unausgeglichene Altersklassenaufbau der Wälder aufzufangen, die Liquidität der Forstbetriebe langfristig zu sichern und die Rohholzversorgung der Holzwirtschaft zu verstetigen
- Förderung von Maßnahmen zur Klimaanpassung, die die Stabilisierung der vorhandenen Wälder, die Senkung bzw. die Verteilung der Risiken und den standortgemäßen 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 anderen 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 (wie 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 Rohstoffressourcen und Verarbeitungskapazitäten und 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 Sortimente (anderes Laubholz mit niedriger Umtriebszeit, geringwertiges Laubholz, Nadel-Industrieholz aus Kronenmaterial, steigender Anteil des Buchenschwamholzes etc.)

3. Ebene: Politik

- Neuauflage der Charta für Holz als Schnittstelle zwischen Forstwirtschaft und Holzwirtschaft
- Beachtung der Produktivität von Wäldern bei der Ausgestaltung von Fördermaßnahmen und der Ausweisung von Waldschutzgebieten
- CO₂-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 Dokumentation über die Entwicklungen im Cluster Forst und Holz

Die Institutionen des Clusters Forst und Holz in Niedersachsen 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 Niedersachsen.

Literatur

- 3N, 2014. Feuerstättenzählung Niedersachsen 2013. 3N-Kompetenzzentrum Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe e.V., 26 S.
- 3N, 2015. Verbrauchsdatenerhebung Holzfeuerungen Niedersachsen. 3N-Kompetenzzentrum Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe e.V., 20 S.
- AKETR, 2015. Erwerbstätige in den Ländern der Bundesrepublik Deutschland 1991 bis 2014, Berechnungsstand: August 2015. Arbeitskreis Erwerbstätigenrechnung des Bundes und der Länder (Hrsg.), 202 S.
- 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.
- BDZ, 2015. Lagebericht 2015. Bund Deutscher Zimmermeister, 4 S., http://www.holzbau-deutschland.de/fileadmin/user_upload/eingebundene_Downloads/Lagebericht_2015.pdf, aufgerufen am 01.03.2016
- Bösch, B., 2005. WEHAM II. Modelle und Algorithmen. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Freiburg
- 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. http://www.umwelt.niedersachsen.de/umweltbericht/boden/vorraete_organischer_substanz_waldboeden/vorraete-organischer-substanz-in-waldboeden-139271.html, aufgerufen am 18.02.2016
- Evers, J., Paar, U., Schulze, A., 2011. Kohlenstoffspeicherung in hessischen Waldböden – Ergebnisse der Bodenzustandserhebung II. In: Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (Hrsg.): Waldzustandsbericht 2011 für Hessen, 23–25
- Fischer, C., Spellmann, H., 2016. 25 Jahre Waldentwicklung in Niedersachsen – Ergebnisse nach drei Bundeswaldinventuren. Allg. Forst- u. J.-Ztg. 187, 14–24
- Grüneberg, E., Höhle, J., Ziche, D., Wellbrock, N., 2014. Organic carbon stocks and sequestration rates of forest soils in Germany. *Global Change Biology*, 20, 2644–2662
- Hansen, J., Nagel, J., 2014. Waldwachstumskundliche Softwaresysteme auf Basis von TreeGrOSS – Anwendung und theoretische Grundlagen. Beiträge aus der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt, Band 11, Universitätsverlag Göttingen, 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., 2016. Biomasse und Nähr-elementgehalte in Buche, Eiche, Esche und Bergahorn. Unveröff. Manuskript, 17 S.
- Knauf, M., Frühwald, A., Köhl, M., 2013. Beitrag des NRW Clusters ForstHolz zum Klimaschutz. Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen, Münster, 200 S.
- Knauf, M., Hunkemöller, R., Friedrich, S., Borchert, H., Bauer, J., Mai, W., 2016. Clusterstudie Forst, Holz und Papier in Bayern 2015. Kurzbericht, Freising, 54 S.
- Knigge, W., Schulz, H., 1966. Grundriss der Forstbenutzung. Parey, Hamburg, 584 S.
- Langer, G., Harriehausen, U., Bressen, U., 2015. Eschentriebsterben und Folgeerscheinungen. *AFZ/Der Wald*, 20, 22–28
- LSN, 2015. Regionale Strukturdaten der Unternehmen. Statistische Berichte Niedersachsen D II 1.2 – j / 2012. Landesamt für Statistik Niedersachsen, Hannover, 172 S.
- Mantau, U., 2015. Sicherung der Nadelrohholzversorgung in Norddeutschland. Teilvorhaben 1b: Nadelholz-Bedarfsanalyse der Holzindustrie in Norddeutschland – Regionale Holzrohstoffbilanz. Hamburg, 42 S.
- ML, 2014. Der Wald in Niedersachsen – Ergebnisse der Bundeswaldinventur 3. Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.), 55 S.
- MLR, 2010. Clusterstudie Forst und Holz Baden-Württemberg. Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg (Hrsg.), 177 S.
- MU, 2016. Programm Niedersächsische Moorlandschaften. Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (Hrsg.), 72 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>
- NW-FVA (Hrsg.), 2016. Praxis-Information Nr. 4 – Eschentriebsterben. 32 S.
https://www.nw-fva.de/fileadmin/user_upload/Abteilung/Waldschutz/Praxis-Informationen/Praxis-Informationen_Eschentriebsterben_update_15.08.2016_NW-FVA.pdf
- Pretzsch, H., 2009. Forest Dynamics, Growth and Yield: From Measurement to Model. Springer, Berlin, Heidelberg, 664 S.
- 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
- Russ, A., Rieck, W., Martin, J., 2011. Zustand und Wandel der Böden Mecklenburg-Vorpommerns. Mitteilungen aus dem Forstlichen Versuchswesen Mecklenburg-Vorpommern, 9, 180 S.
- Rüther, B., Hansen, J., Ludwig, A., Spellmann, H., Nagel, J., Möhring, B., Dieter, M., 2007. Clusterstudie Forst und Holz Niedersachsen. Beiträge aus der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt, Band 1, Universitätsverlag Göttingen, 92 S.
- SBA, 2008. Klassifikation der Wirtschaftszweige 2008. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, 828 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.
- 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., 2011. Kohlenstoffstudie Forst und Holz Niedersachsen. Beiträge aus der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt, Band 6, Universitätsverlag Göttingen, 89 S.
- Wördehoff, R., 2016. Kohlenstoffspeicherung als Teilziel der strategischen Waldbauplanung. Dissertation, Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie der Georg-August-Universität Göttingen, 208 S.

Herausgeber:
Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt
Grätzelstr. 2
37079 Göttingen

Telefon: 0551 69401-0
E-Mail: zentrale@nw-fva.de
Internet: www.nw-fva.de

Text: R. Würdehoff, C. Fischer, H. Spellmann

April 2017

Bildnachweis: AVTG/fotolia.com (S. 1 links, S. 3 u. rechts, S. 36), dk-fotowelt/fotolia.com (S. 32), Jan Evers (S. 9, S. 19), Timo Friedhoff (S. 24, S. 34), Holger Heinemann (S. 2 o. links, S. 6, S. 10), Hemmi/photocase.de (S.23), jonnysek/fotolia.com (S. 2 u. links, S. 8), Inge Kehr (S. 1 rechts, S. 3 o. rechts, S. 17, S. 21, S. 30), knuppi/photocase.de (S. 13), kwasny221/fotolia.com (S. 5), mavoimages/fotolia.com (S. 1 mitte, S. 2 rechts, S. 14), NW-FVA (S. 22), Christian Mühlhausen (S. 7, S. 11), Sandner.Bernhard/fotolia.com (S. 3 links, S. 4, S. 20), Jörg Weymar (S. 26)

Illustration Cover: Jan Bintakies
Satz und Grafik: fischhase

Bibliographische Information der Deutschen
Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese
Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie;
detaillierte bibliographische Daten sind im Internet über
dnb.dnb.de abrufbar.

Die Broschüre ist auch als freie Onlineversion über die
Homepage der NW-FVA, des Verlags sowie über den
Göttinger Universitätskatalog (GUK) bei der Niedersäch-
sischen Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen
(<http://www.sub.uni-goettingen.de>) erreichbar. Es gelten
die Lizenzbestimmungen der Onlineversion.

© 2017 Universitätsverlag Göttingen
<http://univerlag.uni-goettingen.de>
ISBN: 978-3-86395-298-3