# II. Cluster- und Kohlenstoffstudie Forst und Holz Sachsen-Anhalt

René Wördehoff, Christoph Fischer, Hermann Spellmann





Autoren:

René Wördehoff, Christoph Fischer, Hermann Spellmann

Herausgeber:

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt Grätzelstraße 2 37079 Göttingen

Telefon: 0551 694010 E-Mail: zentrale@nwfva.de Internet: www.nwfva.de

2017

Zitiervorschlag:

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

Titelgrafik: Etta Paar

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

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

# Inhalt

1	Einl	eitungeitung	. 5
	1.1	Zielsetzung	. 5
	1.2	Hintergrundinformationen	
2	Der	Cluster Forst und Holz in Sachsen-Anhalt	
	2.1	Material und Methoden	. 8
	2.2	Ergebnisse	. 8
3	Fors	stliche Nutzungspotenziale	11
	3.1	Einleitung	11
	3.2	Datengrundlage	
	3.3	Prognosewerkzeug WaldPlaner	11
	3.4	Waldbauliche Steuerung	12
	3.4.		
	3.4.	2 Standörtliche Zuordnung der Bestandeszieltypen	12
	3.4.	3 Waldbauliche Behandlung der Bestände	12
	3.4.	4 Sortierungsvorgaben	13
	3.5	Ergebnisse	14
	3.5.	1 Baumartenanteile	14
	3.5.	2 Vorrat	16
	3.5.	3 Nutzungen und Zuwachs	17
4	Koh	ılenstoffbilanz	21
	4.1	Methoden	21
	4.2	Ergebnisse	22
	4.3	Ausblick	26
5	Fazi	it	27

Ш	Cluster-	und Ko	hlenstoffst	tudie Fors	t und Hol:	z Sachsen	-Anhalt

# Zusammenfassung

Die Globalisierung der Märkte ist für die deutsche Forst- und Holzwirtschaft eine Herausforderung und Chance zugleich. Um die Konkurrenzfähigkeit des Clusters Forst und Holz in Sachsen-Anhalt beurteilen zu können, wurden dessen Strukturen zum Stichjahr 2012 analysiert. In rund 2.000 Unternehmen im Cluster sind ca. 17.500 Personen sozialversicherungspflichtig beschäftigt. Der Umsatz beläuft sich auf etwa 2 Mrd. €, wobei die meisten Unternehmen (insgesamt 81 %) dem Holzbau sowie dem Holz be- und -verarbeitenden Gewerbe zuzurechnen sind. Der Anteil der Forstwirtschaft am Umsatz des gesamten Clusters liegt bei rund 8 %, der des Holz be- und -verarbeitenden Gewerbes bei 34 %. Der Beitrag des Clusters Forst und Holz zum gesamten Umsatz aller Unternehmen in Sachsen-Anhalt beläuft sich auf etwa 3 % und ist geringer als der Anteil des bundesdeutschen Clusters am gesamten steuerpflichtigen Umsatz in Deutschland. So liegt Sachsen-Anhalts Cluster Forst und Holz im bundesweiten Vergleich der Umsätze auf dem 13. Rang. Der Cluster Forst und Holz ist mit einer Bruttowertschöpfung von etwa 1 Mrd. € in den ländlichen Regionen ein wichtiger Arbeitgeber und trägt damit erheblich zur Stärkung sowie Entwicklung des ländlichen Raumes bei.

Die Prognose der Waldentwicklung und der forstlichen Nutzungspotenziale von 2012 bis zum Jahr 2042 erfolgte durch Fortschreibung der dritten Bundewaldinventur (BWI 3) auf der Basis eines Waldentwicklungsszenarios, das sich an der "Leitlinie Wald" des Landes Sachsen-Anhalt orientiert. Im Derbholzbestand erhöht sich im Betrachtungszeitraum der Flächenanteil des Laubholzes von ca. 44 % auf 50 %. Die Kiefer als häufigste Baumart in Sachsen-Anhalt weist infolge des Waldumbaus einen Rückgang des Flächenanteils von 43 % auf 34 % auf. Ähnliche Tendenzen zeigen sich bei der Vorratsentwicklung. Bei Kiefer und Fichte nimmt der Vorrat kontinuierlich ab, bei allen Laubbaumartengruppen sind Vorratsanstiege zu verzeichnen. Bei Eiche steigen die Vorräte sowohl im schwachen als auch im stärkeren Durchmesserbereich, bei der Buche zusätzlich auch im mittleren Durchmesserbereich. Sowohl bei Fichte als auch bei Kiefer sind deutliche Rückgänge im Durchmesserbereich bis 30 cm zu erwarten, im stärkeren Durchmesserbereich nehmen die Vorräte leicht zu. Der gesamte Derbholzvorrat erhöht sich von knapp 136 Mio. m³ auf 145 Mio. m³. Bei der Buche liegen die jährlichen Nutzungspotenziale im Bereich von 300.000 m³, bei der Eiche in einer Größenordnung von 400.000 m³. Bei Fichte und Kiefer zeichnen sich deutliche Rückgänge der Vornutzungserträge und gleichzeitig zunehmende Endnutzungsmengen ab. Das jährliche Nutzungspotenzial beläuft sich auf ca. 700.000 m³ bei Fichte und 1,6 Mio. m³ bei Kiefer. Über alle Baumartengruppen beträgt das jährliche Nutzungspotenzial im Mittel 7 m³/ha, der mittlere Zuwachs etwa 8 m³/ha.

Wälder, Holzprodukte aus den geernteten Holzmengen und deren Substitutionseffekte spielen für den Klimaschutz national wie international eine entscheidende Rolle. Dieses Thema wird für Waldbesitzer auch im Dialog mit Bürgern und Verbänden immer wichtiger. Im Jahr 2012 betrug der Kohlenstoffvorrat aller betrachteten Speicher (Waldboden, lebende ober- und unterirdische sowie tote Baumbiomasse, Holzprodukte, Substitutionseffekte) rund 112 Mio. t C, wobei 50 % im Waldboden und 40 % in der lebenden Baumbiomasse zu finden waren. Im unterstellten Waldentwicklungsszenario steigt der Gesamtkohlenstoffvorrat der Speicher bis 2042 auf 230 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 43 %. Darin ist aber die Speicherleistung der im Betrachtungszeitraum noch vorhandenen Holzprodukte, die mit Holz aus früheren Nutzungen hergestellt wurden, nicht enthalten. Die Berechnungen zeigen auch, dass Nadelhölzer eine höhere Kohlenstoffspeicherleistung erbringen als Laubhölzer. Mit Blick auf den Beitrag des Forst- und Holzsektors zum Klimaschutz sollten daher beim Aufbau stabiler Mischbestände angemessene Nadelholzanteile berücksichtigt werden, zumal das Nadelholz die Rohstoffbasis des Holzbaus darstellt. Auf diese Weise wird den Zielen einer multifunktionalen Forstwirtschaft im Sinne einer ökologischen, ökonomischen und sozialen Nachhaltigkeit Rechnung getragen.

# 1 Einleitung

# 1.1 Zielsetzung

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

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

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

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

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

# 1.2 Hintergrundinformationen

Nach den Ergebnissen der dritten Bundeswaldinventur (TI 2015) liegt Sachsen-Anhalt mit einem Waldflächenanteil von 26 % unter dem bundesweiten Durchschnitt von 32 %. Absolut gesehen liegt die Waldfläche in Sachsen-Anhalt mit 532.481 ha in einer ähnlichen Größenordnung wie Sachsen (533.000 ha), Thüringen (549.000 ha) oder Mecklenburg-Vorpommern (558.000 ha). Im Zeitraum von 2002 bis 2012 hat die Waldfläche in Sachsen-Anhalt um rund 8.000 ha zugenommen. Hinsichtlich der Eigentumsverhältnisse ist Sachsen-Anhalt durch einen hohen Treuhand- und Privatwaldanteil gekennzeichnet (54 %). Der Anteil des Landeswaldes beträgt 27 % und der Anteil des Bundeswaldes 10 %. Der Körperschaftswald ist mit nur 9 % vertreten.

Der Gesamtholzvorrat in Sachsen-Anhalt beträgt ca. 136 Mio. m³ bzw. 272 m³/ha. Die dominierende Baumart ist mit einem Anteil von 44 % am Gesamtvorrat die Kiefer, gefolgt von Fichte mit 14 %. Lärche und Douglasie sind mit 2,6 % bzw. 0,6 % kaum vertreten. Die Laubholzbaumartengruppen sind insgesamt ausgeglichener verteilt. 13 % des Holzvorrats nimmt die Eiche ein, 9 % entfallen auf die Buche. Die übrigen Laubhölzer mit niedriger Lebensdauer (ALn) machen 10 % aus, Laubhölzer mit einer hohen Lebensdauer (ALh) bilden 7 % des Gesamtholzvorrates.

Bei den Vorräten je Hektar weist die Fichte mit 380 m³/ha den höchsten Wert auf (Abbildung 1), gefolgt von der Buche mit 330 m³/ha. Die übrigen Nadelhölzer liegen mit knapp 300 m³/ha in etwa in der gleichen Größenordnung wie die Eiche. Mit rund 200-220 m³/ha ist der geringste Vorrat beim ALh und ALn zu beobachten.

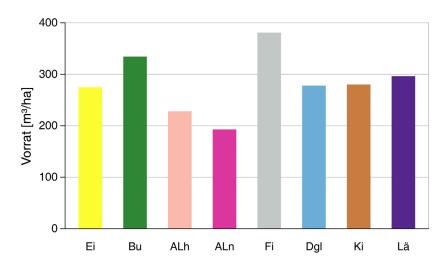


Abbildung 1. Hektarvorräte der Baumarten im Jahr 2012 in Sachsen-Anhalt

Betrachtet man die Verteilung der Baumartenflächen im Hauptbestand nach Altersklassen (Abbildung 2), so zeigt sich, dass der Schwerpunkt historisch bedingt (Nachkriegsaufforstungen) im Altersbereich von 41 bis 80 Jahren liegt. In diesem Altersbereich sind dementsprechend auch die höchsten Nadelholzanteile zu finden, da die Aufforstungen meistens mit den an Freiflächenbedingungen besser angepassten und schneller wachsenden Nadelbäumen durchgeführt wurden. In den höheren Altersklassen überwiegen hingegen die Laubholzanteile. Während in der zweiten Altersklasse noch eindeutig das Nadelholz dominiert, ist in der ersten Altersklasse mittlerweile das Laubholz häufiger vertreten.

Dies spiegelt sich auch bei der Zusammensetzung der Jungbestockung, d. h. der Bäume unter 4 m Höhe sowohl unter Schirm als auch im Hauptbestand, wider (Abbildung 3). Insgesamt umfasst die Fläche der Jungbestockung in Sachsen-Anhalt 113.000 ha, wobei die Laubbäume knapp 90 % des Anteils ausmachen. Buche, ALh und ALn weisen Werte im Bereich von 20.000-33.000 ha auf und

damit deutlich mehr als die Eiche mit 12.000 ha. Die Fichte (4.000 ha) sowie die Kiefer (8.000 ha) fallen demgegenüber deutlich zurück.

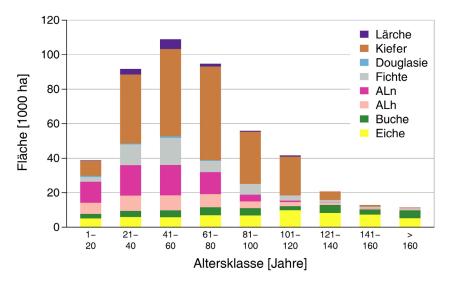


Abbildung 2. Altersklassenverteilung des Hauptbestandes nach Baumarten im Jahr 2012 in Sachsen-Anhalt

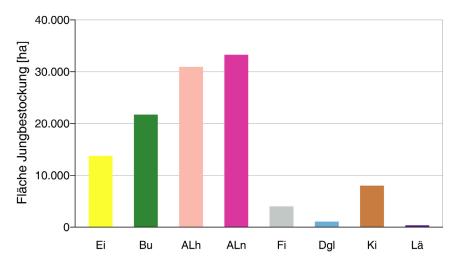


Abbildung 3. Fläche der Jungbestockung nach Baumarten im Jahr 2012 in Sachsen-Anhalt. Zur Jungbestockung zählen alle Bäume mit einer Höhe unter 4 m sowohl unter Schirm als auch im Hauptbestand.

# 2 Der Cluster Forst und Holz in Sachsen-Anhalt

#### 2.1 Material und Methoden

Die Auswertungen zum Cluster Forst und Holz Sachsen-Anhalt mit dem Stichjahr 2012 basieren auf der Umsatzsteuerstatistik, Angaben der Bundesagentur für Arbeit und der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung. Die Ausgangsdaten wurden vom Statistischen Landesamt Sachsen-Anhalt und der Bundesagentur für Arbeit, Abteilung Statistik-Service Ost, zur Verfügung gestellt. Im Vergleich zur vorherigen Clusterstudie (RÜTHER et al. 2008) haben sich allerdings die bundesweit einheitliche Zuordnung der Wirtschaftsbereiche sowie die Möglichkeiten der amtlichen Statistik verändert. Auch unterliegen vereinzelt Daten der Umsatzsteuerstatistik der Geheimhaltung, insbesondere wenn nur wenige Unternehmen daran beteiligt sind. Daher sind die aktuellen Ergebnisse nur bedingt mit der vorangegangenen Clusterstudie vergleichbar. Die hier benutzte Zuordnung der verschiedenen Wirtschaftsbereiche zu den Bereichen des Clusters Forst und Holz ist in Tabelle 1 zu finden.

Tabelle 1. Verwendete Untergliederung des Clusters Forst und Holz

#### Forstwirtschaft

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

#### Holzbau

Bautischlerei und -schlosserei, Zimmerei und Ingenieurholzbau

#### Holz be- und -verarbeitendes Gewerbe

Säge-, Hobel- und Holzimprägnierwerke

Herstellung von Furnier-, Sperrholz-, Holzfaser- und Holzspanplatten, Parketttafeln sowie sonstigen Konstruktionsteilen, Fertigbauteilen, Ausbauelementen und Fertigteilbauten aus Holz,

Verpackungsmitteln, Lagerbehältern und Ladungsträgern aus Holz, anderweitig nicht genannten Holzwaren (ohne Möbel)

Herstellung von Möbeln, von Büro-, Laden-, Küchen- und Polstermöbeln sowie sonstigen Objektmöbeln und sonstigen anderweitig nicht genannten Möbeln

#### Holzhandel

Handelsvermittlung von Rohholz, Holzhalbwaren und Bauelementen aus Holz

Großhandel mit Roh- und Schnittholz sowie mit sonstigen Holzhalbwaren und Bauelementen aus Holz

#### 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

# 2.2 Ergebnisse

Der Umsatz des Clusters Forst und Holz Sachsen-Anhalt im Jahr 2012 hat sich im Vergleich zu 2005 nur leicht verändert (+ 2 Mio. €) und beträgt rund 2 Mrd. € (Tabelle 2). Im bundesweiten Vergleich der Umsätze belegt der Cluster in Sachsen-Anhalt den 13. Rang. Der Anteil der Forstwirtschaft am

Gesamtumsatz des Clusters beträgt lediglich ca. 115 Mio. € bzw. 8 %, den größten Anteil am Umsatz des Clusters hat der Wirtschaftsbereich des Holz be- und -verarbeitenden Gewerbes, gefolgt vom Papiergewerbe und dem Holzbau (Abbildung 4). Den geringsten Anteil am Umsatz des Clusters hat der Holzhandel. Insbesondere in den Wirtschaftsbereichen Forstwirtschaft, Holzbau sowie Holz be- und -verarbeitendes Gewerbe sind im Vergleich zur Vorstudie Zuwächse von 5-6 % zu finden. Demgegenüber stehen Abnahmen in den Bereichen Holzhandel (-3 %), Papier- (-8 %) sowie Verlags- und Druckgewerbe (-5 %). Der Anteil des Clusters am gesamten Umsatz aller Unternehmen in Sachsen- Anhalt beträgt im Stichjahr rund 3 % und hat sich damit im Vergleich zu 2005 um 0,6 % verringert.

Tabelle 2. Daten des Clusters Forst und Holz in Sachsen-Anhalt im Jahr 2012

Umsatz aller Unternehmen im Cluster	ca. 2 Mrd. €
Anteil der Forstwirtschaft am Umsatz des Clusters	ca. 115 Mio. €
Unternehmensanzahl im Cluster	ca. 2.000
Sozialversicherungspflichtige Beschäftigte im Cluster	ca. 17.500
Anteil des Clusters am gesamten steuerbaren Umsatz aller Unternehmen in Sachsen-Anhalt	ca. 3 %
Bruttowertschöpfung des Clusters	ca. 1 Mrd. €

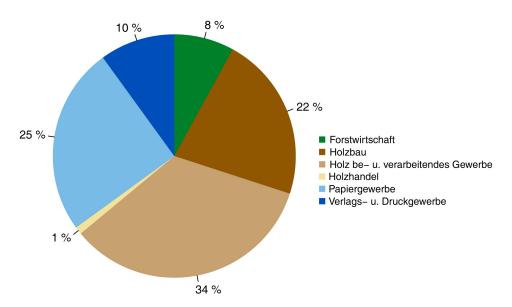


Abbildung 4. Prozentualer Anteil der Wirtschaftsbereiche am gesamten Umsatz des Clusters Forst und Holz in Sachsen-Anhalt im Jahr 2012

Die Anzahl der Unternehmen im Cluster hat sich in der Summe ebenfalls im Vergleich zu 2005 kaum verändert und beträgt im Stichjahr rund 2.000 (-300 im Vergleich zur Vorstudie). Etwa 59 % aller Unternehmen des Clusters sind dem Bereich Holzbau zuzurechnen (Abbildung 5). Die Wirtschaftszweige Holz be- und -verarbeitendes Gewerbe sowie Forstwirtschaft sind die nächstwichtigen Bereiche. Das Papiergewerbe und der Holzhandel sind nur mit sehr wenigen Unternehmen im Cluster in Sachsen-Anhalt vertreten (jeweils 1 %).

Die Zahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten im Cluster hat in 2012 im Vergleich zu 2006 um rund 500 Beschäftigte auf etwa 17.500 abgenommen. Dabei sind die meisten Personen im Bereich Holz be- und -verarbeitendes Gewerbe sowie Holzbau beschäftigt. Danach folgen die Wirtschaftszweige Verlags- und Druckgewerbe sowie das Papiergewerbe (Abbildung 6). Diese Zahlen schließen jedoch Kleinunternehmer und Beamte nicht mit ein, sodass von einer höheren Anzahl Erwerbstätiger im sachsen-anhaltischen Cluster Forst und Holz auszugehen ist.

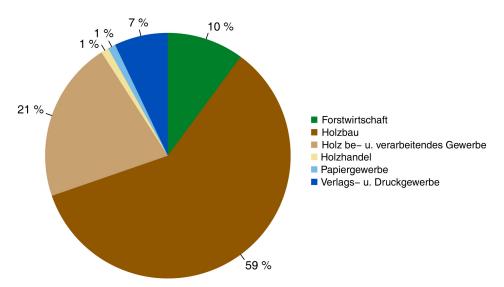


Abbildung 5. Prozentualer Anteil der Wirtschaftsbereiche an der gesamten Unternehmensanzahl des Clusters Forst und Holz in Sachsen-Anhalt im Jahr 2012

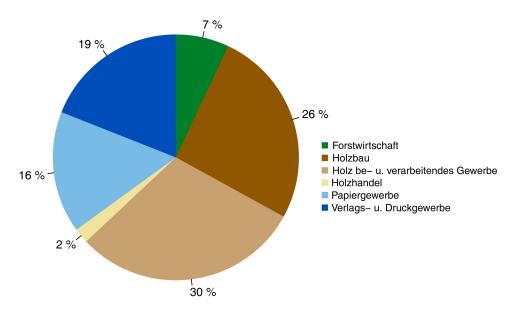


Abbildung 6. Prozentualer Anteil der Wirtschaftsbereiche an der Gesamtanzahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten des Clusters Forst und Holz in Sachsen-Anhalt im Jahr 2012

Im Rahmen der Volkwirtschaftlichen Gesamtrechnung konnten die Bereiche Holzbau und Holzhandel aufgrund fehlender Informationen nicht miteinbezogen werden. Im Jahr 2012 wurde vom Cluster eine Bruttowertschöpfung¹ von etwa 1 Mrd. € erwirtschaftet. Dies ist im Vergleich zu 2004 ein Anstieg um 54 %. Im Vergleich zur gesamten Bruttowertschöpfung des Landes Sachsen-Anhalt beträgt der Anteil des Clusters im Stichjahr 2,2 %. Die Summe der Arbeitnehmerentgelte im Cluster Forst und Holz belief sich im Jahr 2012 auf etwa 533 Mio. €, ein Plus von 52 Mio. € im Vergleich zu 2004. Der Anteil des Clusters an allen gezahlten Arbeitnehmerentgelten in Sachsen-Anhalt beläuft sich im Stichjahr auf 2 %. Die Anzahl der Arbeitnehmer² hat sich im Vergleich zu 2004 um 3.200 erhöht und betrug 2012 etwa 18.400. Dies sind ca. 2 % aller Arbeitnehmer in Sachsen-Anhalt im Jahr 2012. Im Bereich der Forstwirtschaft waren zu diesem Zeitpunkt rund 1.500 Arbeitnehmer tätig.

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> Die Summe der Arbeitnehmer umfasst sozialversicherungspflichtig sowie nicht sozialversicherungspflichtig Beschäftigte.

# 3 Forstliche Nutzungspotenziale

# 3.1 Einleitung

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

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

# 3.2 Datengrundlage

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

# 3.3 Prognosewerkzeug WaldPlaner

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

# 3.4 Waldbauliche Steuerung

#### 3.4.1 Allgemeines

Zur Prognose des Rohholzaufkommens für den Zeitraum von 2012 bis 2042 wurde ungeachtet der Waldbesitzart und Größe der Forstbetriebe die Bewirtschaftungsvariante "naturnaher Waldbau" simuliert. Diese Variante setzt weitgehend die aktuellen Vorgaben der "Leitlinie Wald" von Sachsen-Anhalt (MLU 2014) um und misst der Laub- und Mischwaldvermehrung eine besondere Bedeutung zu. Traktecken in Schutzgebieten und Naturwäldern mit totalem Nutzungsverzicht wurden ohne forstliche Eingriffe simuliert (Tabelle 3). Naturschutzfachliche Auflagen in FFH-Gebieten wurden durch eine Modifikation der Waldbauregeln berücksichtigt. Das Regelset für die waldbauliche Behandlung umfasst Vorgaben für die folgenden waldbaulichen Maßnahmen: Standörtliche Zuordnung der Bestandeszieltypen; Pflege der Bestände; Zuordnung der Zielstärken nach Standortstypen und Hauptbaumarten; Verjüngungsgang unter Berücksichtigung der Baumartengruppe des Vor- und Zielbestandes.

Tabelle 3. Anzahl der berücksichtigten BWI-Traktecken in Sachsen-Anhalt

Traktecken im Wald insgesamt	5.344
davon bestockter Holzboden, begehbar	4.905
davon ohne Nutzungsverzicht	4.745
davon in FFH-Gebieten	825

#### 3.4.2 Standörtliche Zuordnung der Bestandeszieltypen

Die Festlegung der an den jeweiligen Traktecken standortgerechten Bestandeszieltypen (BZT) erfolgte anhand der Standortsregion, der Klimastufe und der Stamm-Standortsformen-Gruppe. Durch Abgleich des aktuellen Bestandestyps an der Traktecke und der zur Auswahl stehenden BZT wurde der am besten passende BZT ermittelt. Der Ausgangsbestockung wurde bei der Auswahl der jeweils standortsgerechten BZT für die Walderneuerung eine große Bedeutung beigemessen, da in der forstlichen Praxis Naturverjüngungen aus ökologischen und ökonomischen Gründen allgemein bevorzugt werden.

# 3.4.3 Waldbauliche Behandlung der Bestände

Die Pflege und Nutzung der Bestände wurde in den Simulationen über eingriffsspezifische und naturschutzorientierte Parameter gesteuert. Als Durchforstungsart wurde die Hochdurchforstung zugunsten einer begrenzten Anzahl an Z-Bäumen gewählt und der Durchforstungsturnus auf zwei Eingriffe im Jahrzehnt festgelegt. Es wurden bei Kiefer 180, bei Fichte, Tanne und Küstentanne 200, bei Lärche und Douglasie 120, bei Eiche, Edellaubbäumen und Weichlaubhölzern 80 sowie bei Buche und Linde 100 Z-Bäume/ha unterstellt. Das Eingriffsvolumen wurde für Durchforstungen auf minimal 10 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 Douglasienbeständen 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 Waldbaumerkblättern 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 der Douglasie 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 durch den Erhalt von Habitatbäumen, den Schutz seltener Baumarten und den Erhalt von Mindestüberschirmungen von 0,3° in Naturschutz- und FFH-Gebieten berücksichtigt. Die Anzahl der Habitatbäume wurde auf drei pro Hektar festgelegt, wobei die Auswahl in Naturschutz- und FFH-Gebieten auf Laubbaumarten beschränkt wurde, es sei denn, der Nadelbaumanteil des Grundbestandes lag über 70 %. Grundsätzlich wurden sehr starke Bäume von Nutzungen ausgeschlossen. Bei Eiche wurden diesbezüglich 160 cm BHD, bei Buche, Lärche, Bergahorn, Esche, Ulme, Elsbeere 130 cm, bei Fichte, Kiefer, Linde 120 cm sowie bei Kirsche, Birke, Erle, Eberesche, Aspe und Weide 80 cm unterstellt. Für eingeführte Baumarten gab es keinen Grenzdurchmesser.

# 3.4.4 Sortierungsvorgaben

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

Sortiment	Mindest- durchmesser (cm)	Mindest- zopf (cm)	Mindest- länge (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

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

# 3.5 Ergebnisse

#### 3.5.1 Baumartenanteile

Waldumbaumaßnahmen, insbesondere die für den Landeswald programmatisch festgelegte Mischwaldvermehrung, werden in Sachsen-Anhalt zu einer Verschiebung in der Baumartenzusammensetzung führen (Abbildung 7). Erste Schritte in diese Richtung konnten bereits durch die Bundeswaldinventuren aufgezeigt werden. So hat sich der Flächenanteil an Laubholzbestockungen zwischen 2002 und 2012 um fünf Prozentpunkte erhöht.

In den kommenden dreißig Jahren werden ohne Berücksichtigung der Klimaveränderungen bei der standörtlichen Zuordnung der Baumarten die Laubholzanteile weiter zunehmen. Am deutlichsten zeigt sich dies bei Eiche, ALh und ALn. Die in vielen Bestandeszieltypen vorgesehene Einbeziehung von Pionier- bzw. Nebenbaumarten sowie der angestrebte Erhalt von Mischbaumarten sind ausschlaggebend für die Zunahme bei ALh und ALn.

Bei der Buche mit einem Anteil von 10-11 % ist hingegen keine Flächenveränderung erkennbar. Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass Voranbauten von Buche unter Fichtenschirm im Bergland bzw. unter Kiefernschirm im Tiefland mit der allmählichen Räumung des Schirmes zunehmend in den Hauptbestand überführt werden. Im Beobachtungszeitraum ist aber noch kein nennenswerter Anteil in das Derbholz eingewachsen, sodass der Buchenanteil bei 10 % verbleibt. Aus den genannten Gründen sind aber mittelfristig Zunahmen der Buchenanteile zu erwarten.

Bedingt durch die standörtliche Ausgangslage und die Waldgeschichte in Sachsen-Anhalt ist die Kiefer die prägende Baumart mit einem Flächenanteil von 43 % im Jahr 2012. Aufgrund des Altersklassenaufbaus sind bei der Kiefer in den kommenden 30 Jahren verstärkt Nutzungen zu erwarten, die in Verbindung mit der angestrebten Erhöhung der Mischwaldanteile zu einem deutlichen Flächenrückgang auf ca. 34 % führen werden. Dass die Verjüngungstätigkeit bei der Kiefer in den letzten Jahren stark abgenommen hat, ist ebenfalls am Altersaufbau erkennbar: nur noch 4 % der Kiefernfläche entfallen auf die erste Altersklasse (1-20 Jahre). Neuere Erkenntnisse aus der forstlichen Klimafolgen-

forschung zeigen aber, dass mit Blick auf die zu erwartende Zunahme von Temperaturen und Trockenphasen die Kiefer als trockenheitstolerante Baumart in der künftigen waldbaulichen Planung weiterhin in angemessenem Umfang berücksichtigt werden sollte.

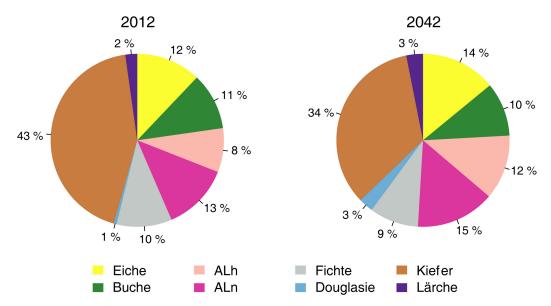


Abbildung 7. Vergleich der Baumartenanteile im Hauptbestand (nur Derbholz) 2012 und 2042 in Sachsen-Anhalt

Die Fichte besitzt ihren Verbreitungsschwerpunkt im Harz und ist wie die Buche mit ca. 10 % Flächenanteil vertreten. Wie auch bei der Buche zeigen die Simulationen keine große Anteilsveränderung. Angesichts des Altersklassenaufbaus bei der Fichte mit einem Schwerpunkt in der dritten Altersklasse, ist dieses Ergebnis allerdings kritisch zu hinterfragen. Innerhalb der nächsten 30 Jahre wächst ein Teil dieser Bestände in den Zielstärkenbereich, d. h. es setzen verstärkt Nutzungen ein. Auf der anderen Seite ist der Anteil der Fichte an der Verjüngungsfläche mit 3,5 % sehr gering, da vielfach ein Umbau von Fichtenbeständen stattfindet. Dies lässt sich im Modell jedoch nur zum Teil berücksichtigen. Vor diesem Hintergrund ist es wahrscheinlich, dass auch bei der Fichte ein Flächenrückgang einsetzt.

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 3 % führen wird.

Bei der Eiche ergeben die Simulationen eine leichte Erhöhung des Flächenanteils. Deutlichere Zunahmen sind dagegen bei den Pionierbaumarten (ALn) und den auf besseren Standorten vorkommenden Edellaubbäumen (ALh) erkennbar, was auch der aktuellen Situation in der Verjüngungszusammensetzung entspricht. Insbesondere bei der Esche 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. Insgesamt betrachtet erhöht sich im Rahmen der simulierten Mischwaldvermehrung der Flächenanteil der Laubbäume von derzeit etwa 44 % auf knapp über 50 %.

#### 3.5.2 Vorrat

Im Jahr 2012 stockten in Sachsen-Anhalt rund 136 Mio. m³ Derbholz. Bezogen auf den bestockten Holzboden entspricht dies einem Durchschnittsvorrat von ca. 280 m³/ha. Verglichen mit dem Bundesdurchschnitt in Höhe von 333 m³/ha weist Sachsen-Anhalt somit eine geringe Vorratshaltung auf. Dies ist einerseits im Zusammenhang mit der standörtlichen Ausgangslage zu sehen. Vor allem im Tiefland 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. Sachsen-Anhalt weist u. a. auch infolge der Aufforstungen nach dem Zweiten Weltkrieg einen Schwerpunkt in der zweiten bis vierten Altersklasse mit entsprechend geringerer Vorratsausstattung auf.

Bis 2042 prognostiziert die Simulation einen leichten Vorratsanstieg um 9 Mio. m³ auf 145 Mio. m³ (Abbildung 8), was im Zusammenhang mit der Altersklassenverschiebung zu sehen ist. Im Vergleich dazu stieg der Gesamtvorrat in Sachsen-Anhalt in den zehn Jahren zwischen 2002 und 2012 um knapp 16 Mio. m³. Der nun langsamere Vorratsaufbau der Simulation ist darauf zurückzuführen, dass die prognostizierte Vorratsentwicklung auf der Annahme einer vollständigen Abschöpfung der vom Szenario ausgewiesenen Nutzungspotenziale basiert. Erfahrungsgemäß bleiben jedoch die realen Nutzungen hinter den Potenzialen zurück, weil sie von konjunkturellen Schwankungen und dem individuellen Nutzungsverhalten der Waldbesitzer überlagert werden, was i. d. R. einen stärkeren Vorratsaufbau zur Folge hat.

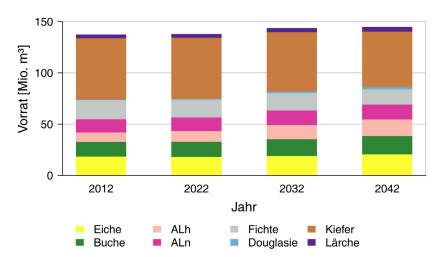


Abbildung 8. Entwicklung des Vorrates nach Baumarten von 2012 bis 2042 in Sachsen-Anhalt

Der Anstieg des Gesamtvorrates bis 2042 wird vor allem durch das Laubholz getragen. Hier zeigt sich bei allen vier Baumartengruppen eine Zunahme. Die Abschöpfung der Nutzungspotenziale bewirkt vor allem bei Fichte und Kiefer eine Abnahme der Vorräte, wodurch auch der Vorrat der Nadelbaumarten insgesamt rückläufig ist. Bei Fichte sinkt der Vorrat von derzeit rund 19 Mio. m³ auf 15 Mio. m³, bei Kiefer von 60 Mio. m³ auf 54 Mio. m³. Demgegenüber steigt der Vorrat bei der Lärche im Betrachtungszeitraum weiter an. Dies ist auf Zuwächse in den bereits vorhandenen Beständen und 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 gerechnet werden. Die Douglasie war zum Stichtag der BWI 3 im Jahre 2012 vor allem in den ersten drei Altersklassen vertreten, wobei der Anteil am bestockten Holzboden unter 1 % lag. Da sie jedoch besonders auf den trockenen Standorten im Tiefland eine leistungsstärkere Alternative zur Kiefer darstellt, wird ihr Flächenanteil künftig stetig zunehmen und ihr Vorrat dementsprechend von heute knapp 1 Mio. m³ auf 2 Mio. m³ im Jahr 2042 ansteigen.

Die Laub- und Mischwaldvermehrung aufgrund des naturnahen Waldbaukonzeptes lässt sich auch anhand der Vorratsentwicklung getrennt nach Durchmesserstufen ablesen (Abbildung 9). 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. Die Buche weist in diesem Bereich demgegenüber Zunahmen auf. Bei der Eiche ist im Durchmesserbereich ab 50 cm eine Zunahme zu beobachten, insbesondere in den Stufen 60-70 und > 80 cm. Bei der Buche zeigt die Simulation in nahezu allen BHD-Stufen bis 2042 einen Vorratsaufbau. Der Vorratsaufbau bei Buche und Eiche mit einem BHD von mehr als 80 cm ist einerseits auf die nicht genutzten Flächen und andererseits auf Habitatbaumkonzepte im Wirtschaftswald zurückzuführen.

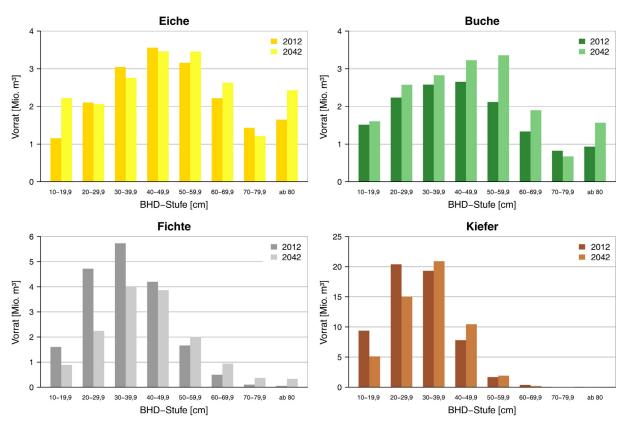


Abbildung 9. Vorrat nach Durchmesserstufen in den Jahren 2012 und 2042 für die vier Hauptbaumarten in Sachsen-Anhalt

#### 3.5.3 Nutzungen und Zuwachs

Neben der Entwicklung der Baumartenanteile und des Holzvorrates stellen Zuwachs und Nutzung zwei weitere wichtige forstliche Kenngrößen dar. Anhand dieser Indikatoren können u. a. die Leistungsfähigkeit der Waldstandorte und die Nachhaltigkeit von Nutzungsstrategien überprüft werden. Da im Rahmen der Simulation von vereinfachten Rahmenbedingungen ausgegangen wird und das Nutzungsmodell nicht alle realen Restriktionen berücksichtigt, sollten die prognostizierten Holzmengen als Nutzungspotenziale verstanden werden, die sich durch die Vielzahl der im Modell nicht berücksichtigten Faktoren in der Regel nicht vollständig realisieren lassen.

Im Zeitraum zwischen der BWI 2 im Jahre 2002 und der BWI 3 im Jahre 2012 lag der Zuwachs in Sachsen-Anhalt bei durchschnittlich 9,3 m³/ha\*Jahr, von denen im Mittel 5,6 m³/ha\*Jahr genutzt wurden. Die Simulation zeigt für die Periode 2012-2017 und 2017-2022 zunächst einen Zuwachsrückgang auf 7 bzw. 8 m³/ha\*Jahr, bis zum Jahr 2037 erfolgt dann wieder ein Zuwachsanstieg auf 8-9 m³/ha\*Jahr. Anschließend ist erneut ein leichter Rückgang zu beobachten (Abbildung 10). Diese Entwicklung ist im Zusammenhang mit der Nutzung zu sehen. Die simulierten Potenziale verteilen sich ab 2017 rela-

tiv homogen über den Prognosezeitraum und liegen bei etwa 7 m³/ha\*Jahr und damit über der durch die BWI ausgewiesenen Nutzung. Es fällt auf, dass die Nutzungen im ersten Simulationsschritt mit knapp 10 m³/ha\*Jahr deutlich höher ausfallen. Dieser "Bugwellen-Effekt" ist modellbedingt und erklärt sich dadurch, dass in den Simulationen die waldbaulichen Vorgaben hinsichtlich der angestrebten Grundflächenhaltungen und Zielstärken in den Modellbeständen unmittelbar für alle Stichprobenpunkte umgesetzt werden. In dicht bestockten Beständen mit relativ hohen Grundflächen bzw. Vorräten zu Simulationsbeginn werden Pflege- und Nutzungsrückstände demzufolge kurzfristig abgebaut, sodass es auch zum beobachteten Zuwachsrückgang kommt. Mit Ausnahme des ersten Intervalls liegen die Zuwächse im Betrachtungszeitraum aber über den Nutzungen, sodass es zum bereits beschriebenen Vorratsaufbau kommt. Zum Simulationsende hin gleichen sich Nutzung und Zuwachs zunehmend an.

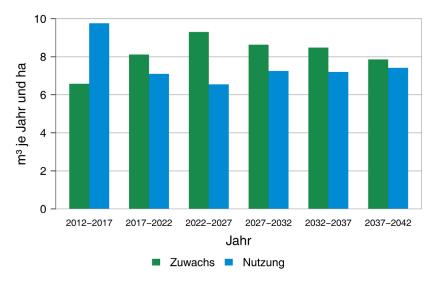


Abbildung 10. Gegenüberstellung von Zuwachs und Nutzung im Prognosezeitraum in Sachsen-Anhalt

Bei Eiche und Kiefer liegen die Vornutzungen im ersten Simulationsintervall deutlich über den Endnutzungserträgen (Abbildung 11), was sich unmittelbar durch den beschriebenen Bugwellen-Effekt erklärt. Das theoretisch nutzbare Potenzial ist demzufolge vor allem anfangs relativ groß, trotz Berücksichtigung von Nutzungseinschränkungen (geschützte Flächen und FFH-Gebiete). Anschließend gehen die Vornutzungen zurück und gleichen sich den Endnutzungserträgen an. Bei der Eiche liegen die Werte dann jeweils bei knapp 0,2 Mio. m³/Jahr, bei der Kiefer im Bereich von 0,7-0,8 Mio m³/Jahr. Während bei der Eiche in etwa konstante Endnutzungserträge zu erwarten sind, steigen diese aufgrund des Altersklassenaufbaus bei der Kiefer im zeitlichen Verlauf deutlich an. Gleichzeitig sinken bei der Kiefer die Vornutzungsmassen. Dieser Trend ist auch bei der Fichte erkennbar. Hier nehmen die Endnutzungserträge von 0,4 Mio. m³/Jahr auf über 0,5 Mio. m³/Jahr zu, während bei den Vornutzungen ein drastischer Rückgang von ca. 0,35 Mio. m³/Jahr auf 0,1 Mio. m³/Jahr zu verzeichnen ist. Die Buche weist schwankende Vornutzungserträge von 0,15-0,2 Mio. m³/Jahr auf. Die Endnutzungsmassen sinken von anfangs 0,15 Mio. m³/Jahr auf 0,1 Mio. m³/Jahr.

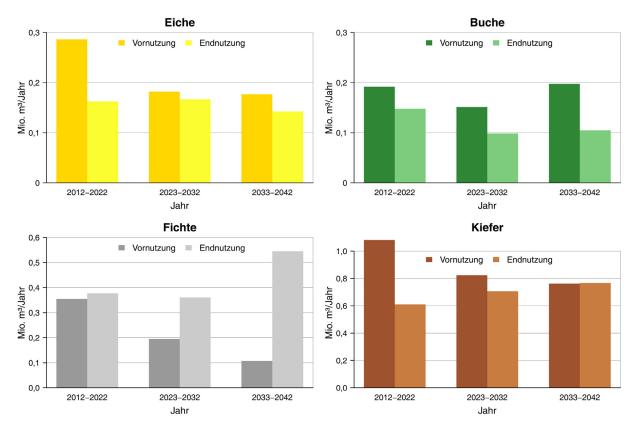


Abbildung 11. Jährliches Nutzungspotenzial nach Baumarten und Simulationsperiode in Sachsen-Anhalt

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

Bei der Buche fallen die höchsten Erträge in den stärkeren Sortimenten (Stärkeklassen > 3b) an, allerdings sind auch in der Stärkeklasse 1a bemerkenswert hohe Erträge ausgewiesen. Im dreißigjährigen Prognosezeitraum sind bei keiner Stärkeklasse eindeutig gerichtete Entwicklungen auszumachen. Einzige Ausnahme bildet die Stärkeklasse 6+, in der durch die in den Simulationsschritten konsequent umgesetzten Zielstärkennutzungen ein Rückgang der Erträge erkennbar ist. Dies erklärt sich dadurch, dass ein Großteil der potenziell realisierbaren Masse im ersten Simulationsintervall abgeschöpft wird. Im Unterschied dazu führt die Abschöpfung der Potenziale bei der Eiche in nahezu allen Stärkeklassen zu Rückgängen der Nutzungsmengen im zeitlichen Verlauf. Am deutlichsten zeigt sich dies bei den stärkeren Sortimenten 3b bis 6+. Die Rückgänge sind jedoch vor allem zwischen dem ersten und zweiten Simulationsintervall zu beobachten, was der bereits zuvor beschriebenen Entwicklung der Vor- und Endnutzungsmassen entspricht.

Die bei der Fichte rückläufigen Vornutzungserträge spiegeln sich vor allem in der Entwicklung der Nutzungsmengen in den Stärkeklassen 1a bis 2a wider. Die höchsten Nutzungsmengen sind bei der Fichte in den Klassen 2b und 3a zu erwarten, wobei diese im zeitlichen Verlauf noch zunehmen. Gleiches gilt für die Stärkeklassen 3b und 4, was mit der zu erwartenden Zunahme der Endnutzungsmassen korrespondiert.

Ähnlich wie bei der Fichte sind auch bei der Kiefer in schwachen Sortimenten rückläufige Nutzungsmengen zu beobachten (Klassen 1a und 1b). In den Stärkeklassen 2a und 2b sind bis 2042 deutliche Zunahmen erkennbar, während ab der Stärkeklasse 3a die Nutzungsmassen im Betrachtungszeitraum abnehmen. Ab der Stärkeklasse 4 fallen keine nennenswerten Erträge mehr an.

Tabelle 5. Eichenholznutzung [1.000 m³/Jahr] nach Stärkeklass	sen und Prognosezeitraum
---	--------------------------

		<u> </u>		•						
Jahr	1a	1b	<b>2</b> a	2b	3a	3b	4	5	6+	
2012 - 2022	21	26	32	33	38	37	63	45	33	
2023 - 2032	17	21	26	27	31	26	51	33	28	
2033 - 2042	22	19	24	27	28	25	44	29	20	

Tabelle 6. Buchenholznutzung [1.000 m³/Jahr] nach Stärkeklassen und Prognosezeitraum

Jahr	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4	5	6+
2012 - 2022	49	32	20	28	23	20	40	40	37
2023 - 2032	37	24	21	24	19	17	28	28	17
2033 - 2042	33	24	24	30	28	26	42	35	17

Tabelle 7. Fichtenholznutzung [1.000 m³/Jahr] nach Stärkeklassen und Prognosezeitraum

Jahr	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4	5	6+	
2012 - 2022	46	89	158	105	102	54	26	3	0	
2023 - 2032	21	46	105	117	96	44	13	1	0	
2033 - 2042	18	35	93	129	137	64	45	7	0	

Tabelle 8. Kiefernholznutzung [1.000 m³/Jahr] nach Stärkeklassen und Prognosezeitraum

Jahr	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4	5	6+
2012 - 2022	251	287	341	249	148	59	22	1	0
2023 - 2032	167	224	346	317	141	32	4	0	0
2033 - 2042	121	204	362	359	139	36	8	0	0

# 4 Kohlenstoffbilanz

#### 4.1 Methoden

Die Kohlenstoffspeicherung im Wald wurde auf Basis der Einzelbaumdaten der Waldentwicklungssimulationen in zehnjährigen Schritten bis zum Jahre 2042 berechnet (vgl. Kapitel 3). Die betrachteten Kohlenstoffspeicher im Wald sind die lebende ober- und unterirdische Baumbiomasse sowie das Totholz. Zur Quantifizierung der lebenden ober- und unterirdischen Einzelbaumbiomasse wurden baumartenspezifische Biomassefunktionen verwendet (DUNGER et al. 2014, HUSMANN et al. 2017, RUMPF et al. 2012, NW-FVA 2013). Die Umrechnung in Kohlenstoffeinheiten erfolgte mit einem unterstellten Kohlenstoffgehalt der Biomasse von 50 %. Die Berechnung des Totholzspeichers erfolgte in Anlehnung an WÖRDEHOFF (2016). Zur Schätzung der Totholzzersetzung dient ein exponentielles Modell nach WIRTH et al. (2004) mit Zersetzungskonstanten von HERRMANN et al. (2015). Die Zersetzungskonstante für Laubholz beträgt 0,054, die für Nadelholz 0,0325. Daraus ergeben sich 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 wird durch die Zuordnung des sortierten Rohholzes zu verschiedenen Produktkategorien (Tabelle 9) und mit Hilfe eines vereinfachten Holzverwendungsschlüssels (Tabelle 10) aufgefüllt. Dabei wird in Anlehnung an Mund et al. (2015) davon ausgegangen, dass die Holzprodukte am Ende ihrer mittleren Lebensdauer energetisch genutzt werden. Unberücksichtigt bleiben dabei die im Betrachtungszeitraum noch vorhandenen Holzprodukte, die mit Holz aus früheren Nutzungen hergestellt wurden. Die Substitutionswirkung der Holzprodukte wird mit Hilfe der Substitutionsfaktoren von KNAUF et al. (2013) hergeleitet. Diese Faktoren betragen für die energetische bzw. materielle Substitution 0,67 bzw. 1,50 t C/t C.

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

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

ļ	produkten did der Substitutionsdirt (Verdindert Hach World Einer 2010)							
Produktklasse		Mittlere Lebensdauer [Jahre]	Hauptprodukte	Substitutionsart				
Produkte mit	langer Lebensdauer	50	Bauholz	stofflich				
	mittlerer Lebensdauer	25	Holzwerkstoffe, Furniere, Möbel					
	kurzer Lebensdauer	3	Papier, Pappe, Kartonagen					
Energieholz			Brennholz, Pellets	energetisch				

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Lebensdauer bedeutet, dass in diesem Zeitraum 95 % der Totholzsubstanz zersetzt wurden.

Kid	ISSCIT (VVORDENOTT ZOTO)			
Art	Produkte mit		Energieholz	
	langer Lebensdauer	mittlerer Lebensdauer	kurzer Lebensdauer	
Laubholz	22 %	24 %	9 %	45 %
Nadelholz	34 %	23 %	30 %	13 %

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

# 4.2 Ergebnisse

Der Kohlenstoffvorrat der lebenden ober- und unterirdischen Baumbiomasse betrug im Jahr 2012 rund 44 Mio. t C. Davon entfielen fast 42 % auf die Baumartengruppe Kiefer und ca. 16 % auf die Baumartengruppe Eiche. Der Anteil der Baumartengruppen Buche bzw. Fichte belief sich auf rund 13 bzw. 11 %, derjenige der Weichlaubhölzer (ALn) sowie Edellaubhölzer (ALh) auf etwa 8 % und derjenige der Lärche auf ca. 2 %. Die Douglasie hatte zum Stichjahr 2012 lediglich einen Anteil von weniger als 1 % am gesamten Kohlenstoffvorrat der lebenden Baumbiomasse in den Wäldern Sachsen-Anhalts (Abbildung 12).

Im Simulationszeitraum 2012 bis 2042 erhöht sich der Kohlenstoffvorrat der lebenden Baumbiomasse auf etwa 48 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 34 %. Auch bei der Fichte ist im Vergleich zum Ausgangszustand eine Abnahme um rund 3 % festzustellen. Im Gegensatz dazu erhöhen sich die baumartenspezifischen Anteile der Laubhölzer.

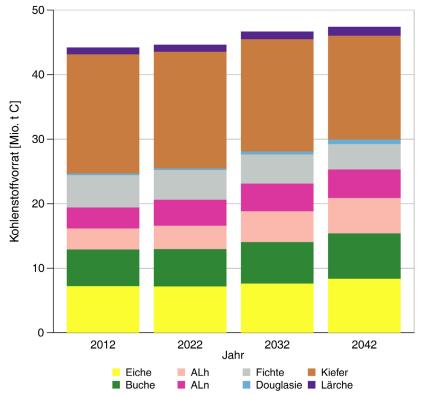


Abbildung 12. Entwicklung des Kohlenstoffvorrates der lebenden ober- und unterirdischen Baumbiomasse von 2012 bis 2042 getrennt nach Baumarten in Sachsen-Anhalt

Der Totholzpool belief sich im Jahr 2012 auf rund 8,8 Mio. m³, was einem Kohlenstoffvorrat von etwa 1,4 Mio. t C entspricht. Den größeren Anteil an diesem Kohlenstoffspeicher hatten die Nadelhölzer mit rund 52 %. Bis zum Jahr 2042 erhöht sich der Kohlenstoffvorrat in diesem Speicher stetig durch die natürliche Mortalität sowie durch Erntereste, die die gleichzeitige Zersetzung übertreffen, auf ca. 1,9 Mio. t C. Am Ende des Simulationszeitraumes überwiegt der Anteil der Nadelhölzer am Kohlenstoffvorrat des Totholzpools mit etwa 62 % (Abbildung 13). Dies kann durch den höheren Nutzungsanteil und die geringere Zersetzungsgeschwindigkeit der Nadelhölzer im Vergleich zu den Laubhölzern erklärt werden.

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

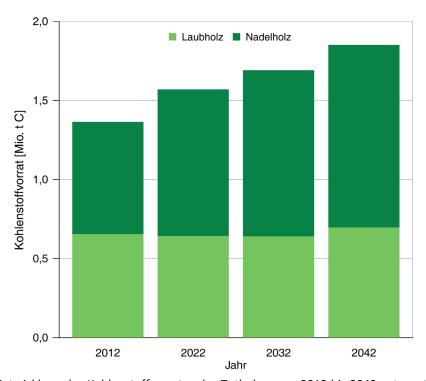


Abbildung 13. Entwicklung des Kohlenstoffvorrates des Totholzes von 2012 bis 2042 getrennt nach Laub- und Nadelholz in Sachsen-Anhalt

Ein weiterer Speicher für Kohlenstoff im Wald ist der Boden. Für die Mineralböden (bis 90 cm Tiefe) sowie die organische Auflage der Wälder in Sachsen-Anhalt konnten WÖRDEHOFF et al. (2012) auf Grundlage der zweiten Bodenzustandserhebung (BZE) einen mittleren Kohlenstoffvorrat von rund 56 Mio. t C bzw. 113 t C/ha ermitteln. Auswertungen zur Kohlenstoffbindung der Waldböden in Sachsen-Anhalt auf Grundlage der beiden bisher durchgeführten Bodenzustandserhebungen ergaben eine Rate von rund 1,7 t C/ha\*Jahr (EVERS 2015). Unter der Annahme, dass die genannte Speicherrate im Betrachtungszeitraum konstant bleibt, ergibt sich für den Waldboden 2042 ein Kohlenstoffvorrat von etwa 81 Mio. t C.

Die geernteten und sortierten Rohholzmengen in Höhe von insgesamt etwa 100 Mio. m³ (35 % Laubund 65 % Nadelholz) werden dem Produktpool zugeführt und substituieren, je nach Verwendung, andere Materialien oder fossile Energieträger. Die Höhe des Holzproduktspeichers in Sachsen-Anhalt 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 4,5 Mio. t C zugeführt, von denen rund 28 % auf die energetische Nutzung entfallen und somit nicht langfristig gespeichert werden. Im Laufe der Simulation steigt der Produktspeicher in Sachsen-Anhalt bis 2042 auf rund 13,7 Mio. t C an (37 % Laub- und 63 % Nadelholzanteil). Auch die Anteile der verschiedenen Produktgruppen am Kohlenstoffvorrat verschieben sich im Laufe der Simulation. Insbesondere die Kohlenstoffvorräte der Produkte mit langer und mittlerer Lebensdauer summieren sich auf, da der Simulationszeitraum nicht bzw. nur teilweise die mittlere Lebensdauer dieser Produktkategorien abdeckt (Abbildung 14).

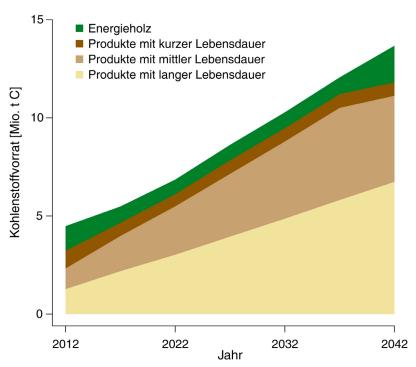


Abbildung 14. Entwicklung des zusätzlichen Beitrages der Holzverwendung zum Kohlenstoffvorrat des Holzproduktspeichers in Sachsen-Anhalt von 2012 bis 2042, getrennt nach Holzproduktklassen

Die stoffliche und energetische Substitution anderer Materialien bzw. fossiler Brennstoffe durch Holzprodukte ist unumkehrbar und addiert sich im Laufe der Simulation auf. Zu Beginn der Simulation werden durch den Einsatz diverser Holzprodukte rund 6 Mio. t C (22 Mio. t CO<sub>2</sub>) 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 81 Mio. t C (297 Mio. t CO<sub>2</sub>, 35 % Laub- und 65 % Nadelholzanteil) und der energetischen Substitution in Höhe von rund 5 Mio. t C (18 Mio. t CO<sub>2</sub>, 68 % Laub- und 32 % Nadelholzanteil). In der Summe sind es etwa 86 Mio. t C (315 Mio. t CO<sub>2</sub>, 37 % Laub- und 63 % Nadelholzanteil), die eingespart werden (Abbildung 15). Die genannten Werte basieren auf dem oben angeführten statischen Holzverwendungsschlüssel, der einfachen Kaskadennutzung sowie den Substitutionsfaktoren, welche sich durch technologische und gesellschaftliche Entwicklungen sowie veränderte Rahmenbedingungen ebenfalls ändern können.

Insgesamt ergibt sich für den Simulationszeitraum folgendes Bild: Im Jahr 2012 sind rund 112 Mio. t C in den verschiedenen Speichern in Sachsen-Anhalt sequestriert, wobei der Großteil des Kohlenstoffs im Boden (ca. 50 %) sowie in der lebenden Baumbiomasse (ca. 40 %) 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 230 Mio. t C (Abbildung 16). Dabei wachsen die Kohlenstoffvorräte in allen Speichern, insbesondere der Substitutionseffekt der Holzprodukte, immer weiter an.

So beläuft sich im Jahr 2042 der Anteil des Waldbodens an der Summe der analysierten Kohlenstoffspeicher auf rund 35 %, die lebende Baumbiomasse hat einen Anteil von ca. 21 % und der Beitrag der Substitutionseffekte liegt bei etwa 37 %.

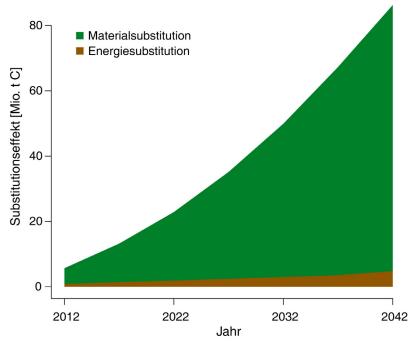


Abbildung 15. Entwicklung der Energie- und Materialsubstitution bei der unterstellten Holzverwendung der simulierten Holznutzungen in Sachsen-Anhalt von 2012 bis 2042

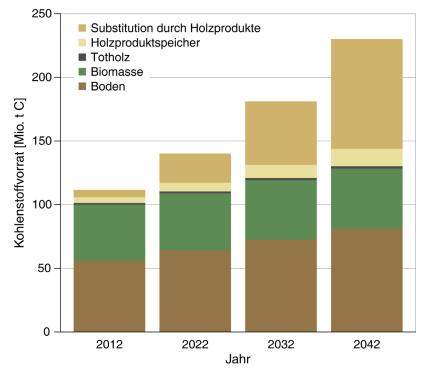


Abbildung 16. Entwicklung des Kohlenstoffvorrates der betrachteten Kohlenstoffspeicher in Sachsen-Anhalt von 2012 bis 2042

## 4.3 Ausblick

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

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

#### 5 Fazit

Die vorliegende Studie liefert wichtige Daten und Fakten, die den Cluster Forst und Holz in Sachsen-Anhalt 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 Sachsen-Anhalt sowie den Klimaschutz zu stärken. Die Diskussionen sollten auf den Ebenen biologische Produktion, technische Produktion – Dienstleister – Holzindustrie und Politik folgende Punkte aufgreifen:

#### 1. Ebene: Biologische Produktion

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

# 2. Ebene: Technische Produktion, Dienstleister, Holzindustrie

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

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

#### 3. Ebene: Politik

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

Die Institutionen des Clusters Forst und Holz in Sachsen-Anhalt 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 Sachsen-Anhalt.

#### Literatur

BECHER, G., 2015. Clusterstatistik Forst und Holz. Tabellen für das Bundesgebiet und die Länder 2000 bis 2013. Thünen-Institut für Internationale Waldwirtschaft und Forstökonomie, Hamburg. Thünen Working Paper 48, 109 S.

BMEL 2017. Klima schützen. Werte schaffen. Ressourcen effizient nutzen. Charta für Holz 2.0. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (Hrsg.), Bonn, 58 S.

DUNGER, K., WOLFGANG, S., OEHMICHEN, K., RIEDEL, T., ZISCHE, D., GRÜNEBERG, E., WELLBROCK, N., 2014. Kap. 7.2: Wälder. In: UMWELTBUNDESAMT (Hrsg.): Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 - 2012. 524-571

EVERS, J., 2015. Bodenkohlenstoff und Bodenversauerung. Wie verändern sich die Waldböden in Sachsen-Anhalt? Ergebnisse der Bodenzustandserhebung. Vortrag im Rahmen des Internationalen Jahr des Bodens 2015: Schwarzerde und Co. Die Böden Sachsen-Anhalts unter Beobachtung. 25. bis 26. November 2015 in Halle

HANSEN, J., NAGEL, J., 2014. Waldwachstumskundliche Softwaresysteme auf Basis von TreeGrOSS – Anwendung und theoretische Grundlagen. Beiträge aus der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt, Band 11, 243 S.

HERRMANN, S., KAHL, T., BAUHUS, J., 2015. Decomposition dynamics of coarse woody debris of three important central European tree species. Forest Ecosystems, 2:27, 1-14

HUSMANN, K., RUMPF, S., NAGEL, J., 2017. Biomass functions and nutrient contents of European beech, oak, sycamore maple and ash and their meaning for the biomass supply chain. Journal of Cleaner Production. In press, corrected proof. Available online 14 March 2017. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.019

KNAUF, M., FRÜHWALD, A., KÖHL, M., 2013. Beitrag des NRW Clusters ForstHolz zum Klimaschutz. Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen, Münster, 200 S.

MLU 2014. Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt - Leitlinie Wald. Magdeburg, 56 S.

MUND, M., FRISCHBIER, N., PROFFT, I., RAACKE, J., RICHTER, F., AMMER, C., 2015. Klimaschutzwirkung des Wald- und Holzsektors: Schutz und Nutzungsszenarien für drei Modellregionen in Thüringen. BfN-Skripten 396. Bundesamt für Naturschutz, Bonn, 168 S.

NAGEL, J., DUDA, H., HANSEN, J., 2006. Forest Simulator BWINPro7. Forst u. Holz, 61, 427-429

NW-FVA (Hrsg.), 2013. Abschlussbericht des Projektes "WEIPOL" im Rahmen des Förderprogramms "Nachwachsende Rohstoffe" des BMELV. FKZ 22011209, 220 S. http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/berichte/22011209.pdf

RUMPF, S., NAGEL, J., SCHMIDT, M., 2012. Biomasseschätzfunktionen von Fichte, Kiefer, Buche, Eiche und Douglasie für Nordwestdeutschland. In: NORDWESTDEUTSCHE FORSTLICHE VERSUCHSANSTALT (Hrsg.): Abschlussbericht des Projekts: Möglichkeiten und Grenzen der Vollbaumnutzung. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., FKZ 22015407, 25-124

RÜTHER, B., HANSEN, J., LUDWIG, A., SPELLMANN, H., NAGEL, J., MÖHRING, B., DIETER, M., 2008. Clusterstudie Forst und Holz Sachsen-Anhalt. Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt Göttingen, 78 S.

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

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

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

WÖRDEHOFF, R., SPELLMANN, H., EVERS, J., NAGEL, J., Gaertner, U., 2012. Kohlenstoffstudie Forst und Holz Sachsen-Anhalt. Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt Göttingen, 96 S.

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

