

Schlussbericht

Zuwendungsempfänger: Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt Herr Prof. Dr. Hermann Spellmann Grätzelstraße 2 37079 Göttingen Tel.: +49 (551) 69401 123 Fax.: +49 (551) 69401 160 e-Mail: hermann.spellmann@nw-fva.de	Förderkennzeichen: 031A294B
Autor Kai Husmann, Jürgen Nagel	
Vorhabensbezeichnung: VP 1.6 Perspektiven einer zukunftssicheren Logistik angewandt auf die natürliche Rohstoffversorgung in der Clusterregion, Akronym: Plan C	
Laufzeit des Vorhabens: 01.02.2014 bis 31.01.2017	

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 031A294B gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.



Inhaltsverzeichnis

1	Kurze Darstellung des Projekts	3
1.1	Aufgabenstellung	3
1.2	Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde	4
1.3	Planung und Ablauf des Vorhabens	4
1.4	Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde.....	5
1.5	Zusammenarbeit mit anderen Stellen	5
2	Eingehende Darstellung	7
2.1	Verwendung der Zuwendung und des erzielten Ergebnisses im Einzelnen mit Gegenüberstellung der vorgegebenen Ziele.....	7
2.2	Wichtige Positionen des zahlenmäßigen Nachweises.....	21
2.3	Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit.....	21
2.4	Nutzen und Verwertbarkeit des Ergebnisses im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans	22
2.5	Während der Durchführung des Vorhabens dem ZE bekannt gewordener Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen	22
2.6	Erfolgte und geplante Veröffentlichungen des Ergebnisses	23
3	Literaturverzeichnis	24
4	Veröffentlichungen	26
	Anhang: Erklärung des Zuwendungsempfängers	27

1 Kurze Darstellung des Projekts

Die Möglichkeit einer langfristigen, kontinuierlichen Holzrohstoffversorgung der Bioökonomie Clusterregion Halle-Leuna wurde im Verbundprojekt „Plan C“ (Perspektiven einer zukunftssicheren Logistik angewandt auf die natürliche Rohstoffversorgung in der Clusterregion, Förderkennziffer: 031A294 A bis H) im „Spitzencluster BioEconomy“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung analysiert. Im Rahmen dieses Projektes wurde die buchenreiche Mitte Deutschlands als wichtigste Quelle für die nationale Buchenrohholzversorgung in Bezug auf ihre Rohstoffpotenziale untersucht und Konzepte für eine planbare Buchenholzbereitstellung erarbeitet.

Das Untersuchungsgebiet umfasste Teile der Bundesländer Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Hessen, Sachsen-Anhalt und Thüringen. Es erstreckte sich vom Niedersächsischen Bergland bis zum Taunus und dem Zentralen Hessischen Spessart, wobei der fichtendominierte Oberharz nicht berücksichtigt wurde. In westöstlicher Ausdehnung verläuft die Projektregion von Ostwestfalen bis zur Leipziger Sandlöss-Ebene.

Nachdem das Projektgebiet in Bezug auf die Holznutzungen und Potenziale untersucht wurde, wurden mehrere Methoden entwickelt, die forstliche, logistische und unternehmerische Entscheidungsträger bei verschiedenen Entscheidungen in der gesamten Holzbereitstellungskette unterstützen. Alle Modelle wurden mit dem Ziel entwickelt, das aktuelle und zukünftige Holzpotenzial in einer Bereitstellungsregion effektiv einzuschätzen, um dieses Potenzial komplett erschließen zu können. Im Rahmen des Projektes, basierend auf Daten aus vorhergegangenen Forschungsprojekten, wurden Biomassefunktionen für Buche, Eiche, Ahorn und Esche erstellt und deren Elementgehalte ermittelt; ein statistisches Modell zur Vorhersage des Holzpotenzials von Buchenkronen angefertigt und eine Software zur Optimierung der forstlichen Eingriffsintensität entwickelt.

1.1 Aufgabenstellung

Aufgabe der NW-FVA war es, eine Holzaufkommensprognose für die Projektregion für die nächsten 30 Jahre zu erstellen. Darüber hinaus sollte eine Softwarelösung zur strategisch optimierten Holzbereitstellung unter waldbaulichen und naturschutzfachlichen Restriktionen entwickelt werden.

1.2 Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Das Verbundvorhaben wurde unter Zusammenarbeit folgender Unternehmen und Institute durchgeführt:

- Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (Göttingen),
- Knauf Deutsche Gipswerke KG (Südharz),
- Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg,
- DB Schenker Nieten GmbH (Freilassing),
- Bruno Reimann GmbH & Co. KG (Bad Harzburg),
- Niedersächsische Landesforsten (Braunschweig),
- Landesbetrieb HessenForst (Kassel-Wilhelmshöhe),
- ThüringenForst (Erfurt),
- Eickelmann Transport & Logistik GmbH & Co. KG (Rottleberode),
- Fehrensens GmbH – Sägewerk und Holzgroßhandlung (Hannoversch Münden),
- Holzindustrie Templin GmbH (Templin),
- Hochschule Rosenheim,
- Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik (Prien am Chiemsee).

Das Fraunhofer IML diente bis zum 30.09.2015 als Schnittstelle zwischen den Praxispartnern und der Forschung. Diese Aufgabe übernahm ab dem 01.10.15 die Hochschule Rosenheim.

1.3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Die vorgesehenen Arbeiten aller Arbeitspakete wurden im Projektzeitraum abgeschlossen. Die Prioritäten und die Arbeitsintensitäten der Arbeitspakete haben sich teilweise verschoben, sodass einige Pakete etwas später abgeschlossen wurden, als es im Projektantrag geplant war. Alle Zwischenberichte wurden planmäßig eingereicht. Insgesamt wurden 7 Projekttreffen abgehalten (Tabelle 1.1).

Tabelle 1.1: Auflistung aller Projekttreffen des PlanC.

Datum	Thema	Ort
14.09.14	Kick-Off-Meeting des Projekts mit allen Partnern	Göttingen, NW-FVA
26.02.15	Arbeitstreffen zur Besprechung der Ergebnisse des AP 100	Hedemünden, NW-FVA und Fehrensen
12.10.15	Arbeitstreffen zur Besprechung des integrativen Güterbahnhofs	Rottleberode, Knauf
17.02.16	Arbeitstreffen zur Besprechung der Ergebnisse der APs 300 – 600	Göttingen, NW-FVA
30.06.16	Arbeitstreffen zur Besprechung der Ergebnisse der APs 500 – 700	Göttingen, NW-FVA
25.10.16	Arbeitstreffen zur Besprechung der Ergebnisse der APs 500 – 700	Göttingen, NW-FVA
25.01.17	Abschlusstreffen zum Projektende	Rosenheim, HS RO

1.4 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

(1) Angabe bekannter Konstruktionen, Verfahren und Schutzrechte, die für die Durchführung des Vorhabens benutzt wurden:

Der WaldPlaner der NW-FVA (Hansen u. Nagel 2014) ist eine etablierte Software zur modellbasierten Entscheidungsunterstützung im Forstbetrieb. Die Software wurde genutzt, um die Holzpotenziale zu prognostizieren. Es ist vorgesehen, alle Methoden, die im Projekt entwickelt wurden, in den WaldPlaner zu implementieren.

Weitere verwendete Computerprogramme können den angehängten Veröffentlichungen entnommen werden (Kapitel 4).

(2) Angaben über verwendete Fachliteratur sowie der benutzten Informations- und Dokumentationsdienste:

Während des Projektes wurden mehrere hundert Literaturquellen verwendet, um einen umfassenden Überblick über vorhandene Arbeiten und den Stand der Wissenschaft zu erhalten. Die verwendeten Quellen sind den angehängten Publikationen (Kapitel 4) und dem Kapitel 3 zu entnehmen.

1.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Neben den aufgelisteten Projektpartnern, mit denen sehr intensiv zusammengearbeitet wurde, ergaben sich bei einigen Arbeiten des Arbeitspakets 500 Kooperationen mit der „Professur für Statistik und Ökonometrie“ und der „Abteilung für Forstökonomie und Forsteinrichtung“ der Universität Göttingen.

Als Dritte außerhalb des Clusterverbunds sind auf forstlicher Seite die jeweiligen Landesforsten der Bundesländer Hessen, Niedersachsen und Thüringen zu nennen, hinzu kommen Privatwaldbesitzer und Kommunen, die im relevanten Rundholzeinzugsradius des Spitzenclustergebiets liegen.

Bezüglich der Logistik ist die Kompetenz des Konsortiums durch die ideellen Partner Fa. Holz Reimann GmbH, Fa. Eickelmann GmbH & Co. KG, DB Cargo Logistics GmbH (vormals DB Schenker Nieten GmbH) und durch das Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML gewährleistet. Die relevanten Ergebnisse dieser Verbundpartner finden entsprechend Berücksichtigung im Berichtswesen der geförderten Partner.

2 Eingehende Darstellung

2.1 Verwendung der Zuwendung und des erzielten Ergebnisses im Einzelnen mit Gegenüberstellung der vorgegebenen Ziele

Gemeinsames Ziel war es, Kenngrößen entlang der Logistikkette zur Rohstoffbereitstellungslogistik zu analysieren und somit die funktionellen Abhängigkeiten und Zusammenhänge in der Bereitstellung berechenbar zu machen.

2.1.1 AP 100 – Bestandsanalyse

Ziel des AP 100 war die Bestandsanalyse aus forstlicher und logistischer Sicht. Zudem wurden Ergebnisse aus relevanten Forschungsprojekten berücksichtigt.

AP 110 – Nutzung von Ergebnissen aus anderen relevanten Projekten

Die abgeschlossenen Forschungsprojekte „Möglichkeiten und Grenzen der Vollbaumnutzung“ und „Schwachholzbiomasse“ des BMBF-Verbundprojektes „Bioenergieregionen stärken“ (BEST) hatten zum Ziel, Möglichkeiten und Grenzen der Nutzung von Schwachholzpotenzialen in einer Proberegion aufzuzeigen (Döbbeler et al. 2013, Rumpf et al. 2011). Zu diesem Zweck wurden Forsteinrichtungsinformationen aufbereitet und das Holzaufkommen mit Hilfe des „WaldPlaners“ der NW-FVA (Hansen 2012) differenziert nach bestimmten Rohholzsortimenten im Derby- und Schwachholzbereich für 30 Jahre prognostiziert. Dabei hat sich der WaldPlaner als Planungswerkzeug auf regionaler Ebene bewährt. In diesen beiden Projekten wurden außerdem Baumdaten erhoben, um Biomassefunktionen und Nährelementgehalte zu parametrisieren. Die Daten wurden aufbereitet und weiterverwendet.

Mit der Software „WaldPlaner“ (Hansen 2012) können Waldbestands- und Weggeometrien inkl. ihrer Attribute miteinander verbunden werden. Die Eingangsdaten können beispielsweise Inventurdaten der Forsteinrichtung oder mit dem WaldPlaner generierte Waldbestände sein. Die Software soll dahingehend modifiziert werden, dass es mit ihr möglich ist, die Einreihung der Bestände in die Nutzung und die Bestandesbehandlung selbst zu optimieren. Auf dieser Grundlage können Holzaufkommensprognosen für die Region erstellt werden, welche unterschiedliche standörtliche und naturschutzfachliche Restriktionen berücksichtigen können.

AP 120 - Forstliche Bestandsanalyse

Da die Abschätzung der Rohholzpotenziale insbesondere für die Baumart Buche (und die weiteren Baumarten Ahorn, Birke, Eberesche und Esche) erfolgen soll und in der Region Halle-Leuna-Rottleberode nur ein geringer Buchenvorrat stockt, welcher in Richtung Osten noch abnimmt, dehnt sich die Projektregion des Plan C nicht konzentrisch um die Clusterregion aus, sondern erstreckt sich über die buchenreichen Regionen Sachsen-Anhalts und die angrenzenden Bundesländer Niedersachsen und Thüringen bis nach Hessen. Zur Identifikation buchenreicher Regionen (Buchenanteil > 20 %) wurde eine Expertenbefragung der Landesforstbetriebe durchgeführt.

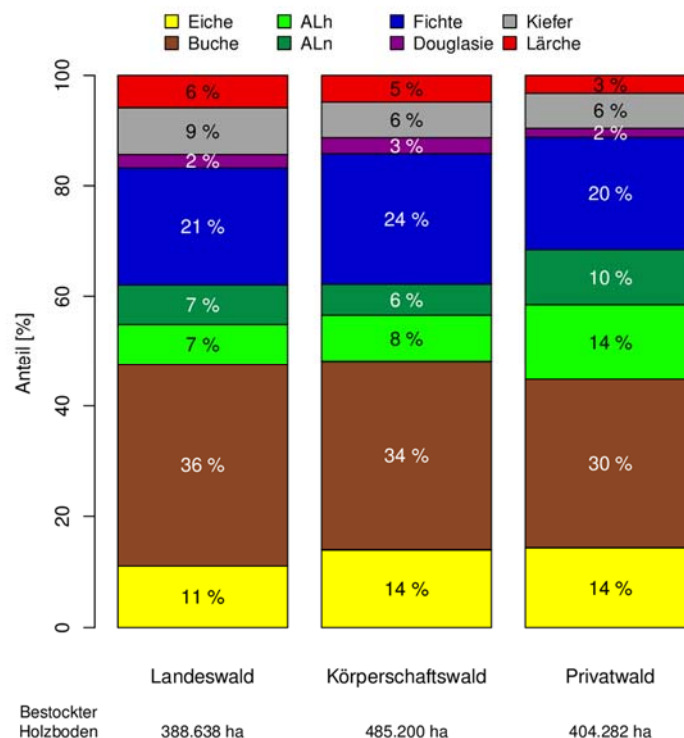


Abbildung 2.1: Baumartenanteile in den unterschiedlichen Eigentumsarten der Projektregion.

Die Waldfläche der Projektregion beträgt etwa 1.415.000 ha. Hiervon sind etwa 1.352.000 ha (96 %) mit Bäumen bestockt. Waldwege, Holzlagerplätze, Wildwiesen, im Wald gelegene Moore und Gewässer sowie vorübergehend unbestockte Flächen (beispielsweise nach Schadereignissen oder flächiger Nutzung) werden als Wald, nicht jedoch als bestockte Holzbodenfläche bezeichnet.

Auf dem bestockten Holzboden beträgt der Anteil von Buchenbeständen etwa 33 % (438.000 ha). Ahorn und Esche sind mit den weiteren Laubbaumarten hohen Umtriebs zu der Gruppe ALh, Birke und Eberesche mit weiteren Arten niedrigen Umtriebs zu der

Gruppe ALn zusammengefasst. Der Anteil von ALh und ALn beträgt insgesamt ca. 18 % (231.000 ha).

Der Buchenvorrat in der Projektregion beträgt insgesamt ca. 162 Mio. Vorratsfestmeter (Vfm), der Vorrat der Baumartengruppen ALn und ALh gemeinsam ca. 51 Mio. Vfm.

Die Landesbetriebe bewirtschaften etwas mehr Buchenflächen als die Privatbetriebe und die Körperschaften (Abbildung 2.1). Die Eigentumsarten Bundes- und Treuhandwald machen insgesamt nur 2 % der Waldfläche der Projektregion aus. Die Baumartenverteilung zwischen den Eigentumsarten ist homogen. In allen Fällen überwiegen Laubholzbestände mit über 60 % deutlich.

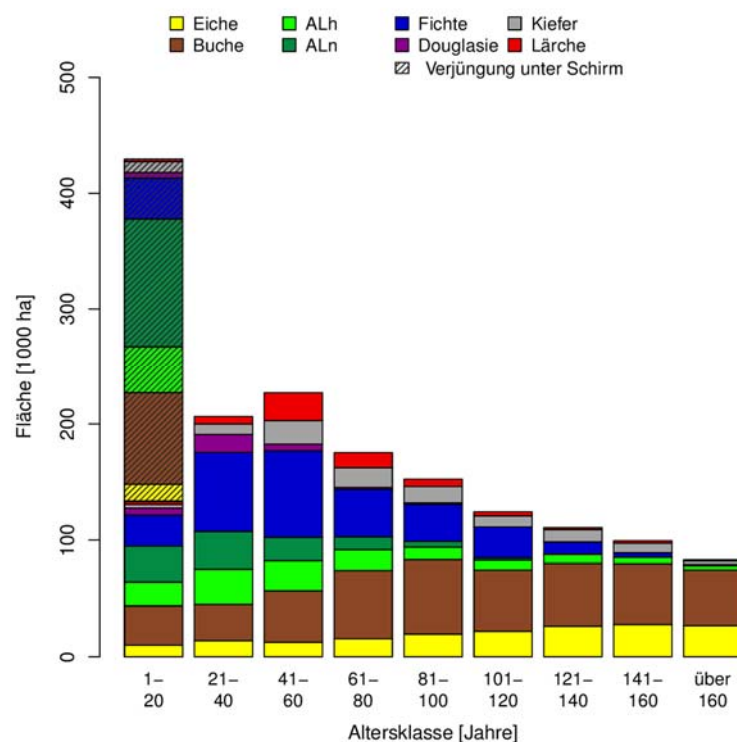


Abbildung 2.2: Alter der Waldbestände in der Projektregion.

Die differenzierte Betrachtung der Altersverteilung ergibt, dass insbesondere bei der Buche alle Altersklassen vertreten sind (Abbildung 2.2). Dabei ist zu beachten, dass die Verjüngung unter Schirm eine überschießende Fläche bildet und die Fläche somit doppelt bilanziert wird. Bei Bäumen unter Schirm, die älter als 20 Jahre sind, wird keine überschießende Fläche gebildet. Sie werden folglich bei der Betrachtung der Fläche nicht berücksichtigt (dies gilt nicht für die Vorratsrechnung). Der Nadelholzanteil sinkt mit steigendem Alter. Ebenso verhält es sich mit dem Anteil der ALh und ALn in Relation zu

Buche und Eiche. Insbesondere ALn sind ab einem Alter von 80 Jahren kaum noch vorhanden.

Ferner zeigt sich, dass einem beträchtlichen Teil des Holzbodens Laubbäume beige-mischt sind (Abbildung 2.3). Lediglich 13 % der bestockten Holzbodenfläche sind reiner Nadelwald.

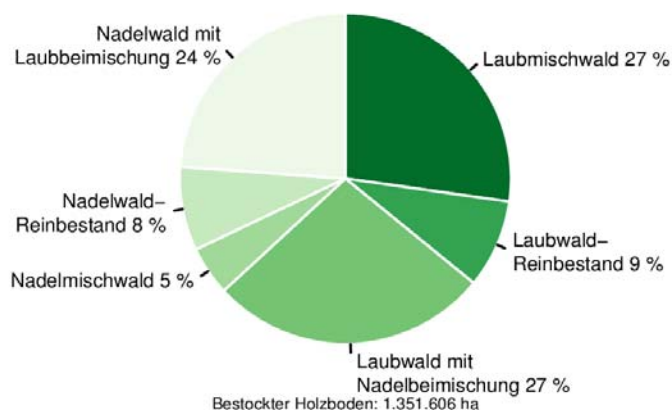


Abbildung 2.3: Mischwaldanteil in der Projektregion.

Etwa 500.000 ha der Wälder (33 %) haben besondere Schutzgebietsauflagen (Nationalparke, Natura 2000 Flora-Fauna-Habitat-Flächen und Natura 2000 Vogelschutzgebiete) und stehen somit nicht uneingeschränkt als forstliche Produktionsfläche zur Verfügung. Bei weiteren 560.000 ha (40 %) stehen Erholung, Erhaltung des Landschaftsbildes oder Wasserschutz vor der Nutzfunktion des Waldes.

Zusammengefasst sind die Bedingungen der Rohstoffverfügbarkeit von Buchenholz in der Projektregion günstig. Buche liegt einerseits auf nahezu ganzer Fläche vor und ist andererseits in einem breiten Spektrum von Altersklassen vertreten. Dementsprechend kann davon ausgegangen werden, dass eine Vielzahl unterschiedlicher Holzsortimente großflächig bereitgestellt werden kann und eine nachhaltige, kontinuierliche Rohstoffgewinnung möglich ist. Dies gilt auch für Waldbestände mit den Baumartengruppen ALn und ALh, welche im gesamten Rahmen ihrer üblichen Umtriebszeiten großflächig zu finden sind. Demnach kann auch bei Ahorn, Birke, Eberesche und Esche von einer Bereitstellung aller üblichen Holzsortimente auf großer Fläche ausgegangen werden.

Wie dem Kapitel 4 entnommen werden kann, wurden zusätzliche Ergebnisse dieses Arbeitspakets in der Publikation 1 Husmann et al. (2016): „Zustand und Entwicklung der

Rohholzverfügbarkeit in der buchenreichen Mitte Deutschlands“ veröffentlicht. Da im Berichtszeitraum weitere BWI-Daten akquiriert werden konnten, wurde die Projektregion erweitert. Die Ergebnisse des Artikels umfassen zusätzlich den Osten Nordrhein-Westfalens.

AP 130 - Logistische Bestandsanalyse

Die Feinerschließung mit Maschinenwegen im Wald ist in der gesamten Region günstig. Sie beträgt in allen Bundesländern zwischen 48 und 68 m Weg je ha Waldfläche [m/ha]. Bei den Fahrwegen über 2 m Breite ergibt sich ein differenzierteres Bild. Während die Wälder in Hessen und Niedersachsen mit durchschnittlich 55 bis 65 m/ha gut erschlossen sind, ist die Basiserschließung in Sachsen-Anhalt und Thüringen mit 15 bzw. 26 m/ha geringer ausgeprägt (BMELV 2005). In allen Fällen liegt die Erschließungsdichte im Landeswald höher als im Privat- und Körperschaftswald. Die Unterschiede zwischen den Eigentumsarten bewegen sich im Bereich zwischen 5 und 40 % (ML 2004, TLWJF 2005).

Da die Feinerschließungssituation in der Projektregion gut ist, sind auf ganzer Fläche keine Probleme bei der Bereitstellung zu erwarten. Die unterschiedlichen Voraussetzungen der Basiserschließung erfordern regional angepasste Logistikstrategien bei der Holzabfuhr.

2.1.2 AP 200 – Aufnahme der vielschichtigen Anforderungen: Systemdefinition

Ziel dieses Arbeitspaketes war es, den vorhergehend eruierten Rohstoffanbietern die Rohstoffabnehmer in der Clusterregion gegenüberzustellen, um so die regionalen und überregionalen Stoffströme abzubilden. Diese Ergebnisse in Verbindung mit denen des Arbeitspaketes 100 sollen eine realistische Bewertung der Ist-Situation ermöglichen.

AP 210 - Erfordernisse zur Sicherstellung einer kontinuierlichen Rohstoffversorgung

In der Projektregion betrug der jährliche durchschnittliche Gesamtwuchs der Buche im Zeitraum 2002 bis 2012 nach BWI-Berechnungen ca. 4,79 Mio. Vfm/a. Demgegenüber stand eine Nutzung von ca. 3,87 Mio. Vfm/a, welche ebenfalls über die BWI-Daten hergeleitet wurde. Dieses Nutzungsvolumen entsprach nach Abzug von Rinde und Ernteverlusten ca. 3,25 Mio. Efm/a. Wegen der sehr ausgeglichenen Altersstruktur der Buche in der Projektregion (siehe Veröffentlichung 1) muss auch zukünftig kein Vorrat aufgebaut werden. Der jährliche durchschnittliche Zuwachs wird voraussichtlich langfristig auf dem aktuellen Niveau stagnieren.

Es zeigt sich, dass im Betrachtungszeitraum durchschnittlich ca. 80 % des Zuwachses genutzt wurden. Die Möglichkeit der kontinuierlichen Rohholzbereitstellung dieses Potenzials hängt unter anderem von der Größe des Forstbetriebes ab. Innerhalb der Privatwaldbetriebe, welche durchschnittlich näher am Zuwachs nutzen, gab es deutliche Unterschiede. Die im Verhältnis zum Zuwachs starke Nutzung der großen Privatwaldbetriebe bedeutet jedoch nicht, dass hier gegen Nachhaltigkeitskriterien verstoßen wurde. Das nachhaltig nutzbare Holzvolumen hängt maßgeblich von der Altersausstattung des Forstbetriebes ab. Die Waldbestände in den Privatforstbetrieben waren durchschnittlich älter als jene der anderen Eigentumsarten.

Die Ergebnisse wurden in den Veröffentlichungen 1 und 2 publiziert.

AP 220 - Realistische Bewertung der Ist-Situation

Nach Analysen der Firma Fehrensens und der Niedersächsischen Landesforsten (siehe Zwischenbericht Fehrensens) betrug die durchschnittliche jährliche Buchenholzabnahme durch holzwirtschaftliche Betriebe in der Projektregion ca. 2,00 Mio. fm/a (je ca. 1 Mio. fm Stamm- und Paletten- bzw. Industrieholz). Die Differenz zwischen der berechneten jährlichen Buchenholzentnahme nach BWI und der durchschnittlichen jährlichen Nutzung durch die Betriebe der Region betrug demnach ca. 1,26 Mio. fm/a. Das Verhältnis des Erntevolumens von Industrie- zu Stammholzerntevolumen ist nach Analyse von Forsteinrichtungsinformationen durchschnittlich etwa 70 zu 30. Da zu erwarten ist, dass das tatsächlich angefallene Stammholzvolumen ausreichend genau erfasst wurde, sind die nicht bilanzierten 1,26 Mio. fm/a überwiegend geringeren Dimensionen zuzuordnen, die eine Verwertung als Industrie- oder Brennholz zulassen. Bezugnehmend auf WÖRDEHOFF (2016), der eine Clusterstudie des Sektors Forst und Holz von 2004 bis 2014 anfertigte, wurden deutschlandweit 45,5 % des Laubholz-Industrieholzaufkommens energetisch genutzt. Es deutet sich also an, dass das nicht bilanzierte Holzvolumen größtenteils energetisch genutzt und nicht der Wertschöpfungskette der Holzverarbeitenden Betriebe zugeführt wurde. Da sich die Nachfrage nach Buchenrohholz als Energieträger voraussichtlich nicht verringern wird (MANTAU 2012), steht dieses Potenzial auch zukünftig nicht unmittelbar zur Verfügung, sondern lässt sich nur über einen Rohholzpreis oberhalb des Energieholzpreises erschließen. Letztlich entscheidet die Wertschöpfung des Holzproduktes über die Möglichkeiten, Rohholzpotenziale zu erschließen.

Die Ergebnisse wurden in den Veröffentlichungen 1 und 2 publiziert.

2.1.3 AP 300 - Konzeption des integrativen Güterbahnhofs am Standort Rottleberode

Die NW-FVA war an diesem AP nicht beteiligt.

2.1.4 AP 400 - Entwicklung der Prognoseszenarien

Ziel des AP 400 war es, eine forstliche und logistische Prognose für die nächsten 10, 20 und 30 Jahre zu entwickeln.

AP 410 - Identifikation der Einflussgrößen und Parameter zur Szenariendefinition

Die bedeutendsten Einflussgrößen

- naturschutzfachliche Restriktionen (Flächenauflagen und –stilllegungen),
- Erschließung,
- Gelände,
- kalamitätsbedingte Ausfälle,
- Eigentumsart und Betriebsgröße im Privatwald
- sowie der volatile Holzmarkt (Holzpreisentwicklung)

wurden bei der Parametrisierung der Simulationssoftware berücksichtigt.

AP 420 – Forstliche Prognose

Die forstliche Bestandsanalyse ergab, dass die Altersverteilung der Buche und auch der weiteren Laubholzarten in der Projektregion sehr ausgeglichen ist. Da alle forstwirtschaftlich relevanten Altersklassen großräumig und homogen vorkommen, ist die Prognose des gesamten Holzaufkommens in der Region mit Hilfe der Simulationssoftware „WaldPlaner“ möglich. Das Einteilen der Region in Straten war nicht notwendig.

Die naturschutzfachlichen Restriktionen wurden berücksichtigt, indem der bestockte Holzboden in 3 Schutzkategorien eingeteilt wurde:

- keine Nutzungsauflagen
- eingeschränkte Holznutzung
- Holznutzung unzulässig

Die 3 Kategorien sind über die BWI-Eckmerkmale „Schutzgebietsauflagen“ und „Nutzungseinschränkungen“ bestimmt worden. Zukünftige, zum Stichjahr 2012 noch nicht implementierte, aber beschlossene Schutzgebietsauflagen wurden nachträglich eingepflegt und wurden bei der Simulation berücksichtigt. Die eingeschränkte Nutzbarkeit durch besondere Geländeeigenschaften oder mangelnde Erschließung wurde ebenfalls über BWI-Eckmerkmale abgeschätzt. Insgesamt wurde die prognostizierte Holznutzung

bei der Kategorie „eingeschränkte Holznutzung“ um bis zu 75 % reduziert, wobei der Großteil der Flächen einer moderaten Reduktion von ca. 25 % unterlag.

Kalamitätsbedingte Holzvolumenanfälle wurden nicht berücksichtigt. Es wurde angenommen, dass kalamitätsbedingte Schwankungen des periodisch anfallenden Laubholzes wegen der Größe der Projektregion und der vorliegenden homogenen Altersklassenverteilung der Laubholzarten nicht entscheidungsrelevant sind.

Die Holzmobilisierung hängt unter anderem von der Eigentumsart ab. Insbesondere im Kleinprivatwald (unter 20 ha Betriebsfläche) ist die Holzverfügbarkeit schlechter zu bewerten. Die Eigentumsverhältnisse in der Projektregion zeigen keinen räumlichen Trend. Es ist daher nicht erforderlich, die Projektregion in Straten mit unterschiedlicher Holzverfügbarkeit einzuteilen. Es konnte davon ausgegangen werden, dass die Holzmobilisierung in der gesamten Region homogen ist.

Die forstliche Aufkommensprognose wurde mit dem Waldwachstumssimulator „WaldPlaner“ (HANSEN 2012) berechnet. Die Software wurde genutzt, um die Stichprobepunkte der Bundeswaldinventur 30 Jahre fortzuschreiben. Der WaldPlaner basiert auf dem positionsabhängigen Einzelbaumwachstumsmodell „TreeGrOSS“ (Hansen & NAGEL 2014).

Tabelle 2.1: Simulationsparameter für den WaldPlaner.

Baumarten- gruppe	Zielstärke [cm]	Starthöhe der Durchforstung [m]	Z-Bäume [N/ha]
Eiche	80	14	80
Buche	60	16	100
ALh	60	12	80
ALn	35-45	10	80
Fichte	45	12	200
Douglasie	65	14	120
Kiefer	45	13	180
Lärche	60	12	120

Es ist unrealistisch, dass jeder Waldbestand in jeder 10-Jahres Simulationsperiode einer waldbaulichen Behandlung unterzogen wird. In Abstimmung mit allen Projektpartnern wurde bei der Simulation angenommen, dass je 10-jähriger Simulationsperiode 75 % der

Waldbestände behandelt werden. Es wird derzeit geprüft, ob sich dieser Anteil zwischen Beständen unterschiedlicher Baumarten unterscheidet und es somit sinnvoll ist, nach Baumarten differenzierte Anteile der Nutzung zu bestimmen. Tabelle 2.1 fasst die wichtigsten Simulationseinstellungen zusammen. Die Ergebnisse der Prognose sind in Veröffentlichung 1 publiziert (Kapitel 4).

AP 430 - Logistische Prognose

Die Ausdehnung der Modellregion stellt einen Kompromiss zwischen Potenzialerschließung und Praktikabilität dar. Einerseits sollen Holzpotenziale aufgezeigt werden, die eine zukunftsfähige Versorgung der Clusterunternehmen gewährleisten, andererseits wird die Potenzialschätzung mit zunehmender Entfernung unschärfer, da sich die Anzahl konkurrierender Nachfrager erhöht. Des Weiteren steigt der Rohstoffpreis aufgrund steigender Bereitstellungskosten mit der Entfernung. Das prognostizierte Holzpotenzial wurde daher in 13 Straten mit unterschiedlichen Entfernungen zur Clusterregion Halle-Leuna-Rottleberode eingeteilt. Die Ergebnisse wurden an die HS Rosenheim zur weiteren Analyse übermittelt.

2.1.5 AP 500 - Optimale Rohstoffbereitstellungslogistik mit langfristigen Logistikstrategien

Die Definition der strategisch optimalen Rohstoffbereitstellungslogistik aus Sicht der klassischen Logistik zur Beschreibung des möglichen Optimums war Bestandteil des AP 500. Durch die Nutzung des „WaldPlaners“ unter Beachtung standörtlicher, naturschutzfachlicher und entfernungsabhängiger Restriktionen sollte das Optimum seitens der Rohstoffbereitstellung aus forstlicher Sicht dargestellt werden. Das Optimum beider Sichtweisen soll in diesem Arbeitsschritt vereint und mittels Kennzahlen beschrieben werden.

AP 510 - Definition der optimalen Rohstoffbereitstellungslogistik

Dieses Kapitel wurde sehr intensiv behandelt. In Bezug auf die Fragestellung des AP 510 wurden unterschiedliche statistische Modelle entwickelt. Diese sind sehr detailliert in den Veröffentlichungen 3 bis 5 beschrieben. Ihr Nutzen in Bezug auf die Fragestellung dieses Projektes wird in den Einleitungen der Veröffentlichungen erläutert. Es handelt sich jeweils um abgeschlossene Analysen.

AP 520 - Modellierung der Messgröße „logistische Güteziffer“

Die NW-FVA unterstützte die Arbeiten der HS Rosenheim an der logistischen Güteziffer durch die Aufbereitung und Lieferung der Holzpotenzialanalysen. Die wesentlichen Ergebnisse sind von der FH Rosenheim veröffentlicht worden.

AP 530 - Definition der langfristigen Logistikstrategien zur Sicherstellung der Versorgung der Clusterregion mit Buchenholz (Maßnahmenplan)

Die Sensitivitätsanalyse der entwickelten Optimierungssoftware (siehe Kapitel 2.1.5 und Veröffentlichung 5) offenbarte, dass die Optimierung der forstlichen Behandlung unter Berücksichtigung der spezifischen Baumartenzusammensetzung eines Forstbetriebes zusätzliche Holzpotenziale freisetzt, ohne gegen die Kriterien der Nachhaltigkeit zu verstoßen. Das Modell ist also in der Lage, einen regionspezifischen optimalen forstlichen Behandlungspfad zu berechnen. Dieser hängt sehr stark von der natürlichen Ausstattung des betrachteten Forstbetriebs ab. Ein Beispiel ist in Kapitel 2.1.7 dargestellt.

Kenntnis über das maximal verfügbare Biomassepotenzial ist die Hauptvoraussetzung für eine funktionierende biobasierte Industrie (Hennig et al. 2016). Holznutzungen sind jedoch immer mit einem Nährstoffexport aus dem Waldökosystem verbunden. Das Biomassepotenzial eines Waldes kann daher nur in einem Umfang ausgeschöpft werden, der gewährleistet, dass die im Ökosystem vorhandenen pflanzenverfügbaren Nährstoffvorräte langfristig erhalten bleiben (Block et al. 2013, Pretzsch et al. 2014). Um das gesamte Potenzial aus forstlicher Nutzung erschließen zu können, sind also Informationen über den Nährstoffentzug durch Nutzung und die Nährstoffverfügbarkeit des Standortes unverzichtbar. Diese Ausgangslage erfordert, dass den Entscheidungen über die Art der Nutzung ausreichende Planungsdaten zugrunde liegen. Hierzu gehören zuverlässige Schätzungen der zu erntenden Biomasse sowie der in ihr enthaltenen Nährstoffe. Biomassefunktionen ermöglichen eine Vorhersage der Einzelbaumbiomasse über einfach zu messende oder simulierbare Eingangsgrößen wie dem Brusthöhendurchmesser (BHD) oder der Baumhöhe. Das Biomasseaufkommen aus Waldökosystemen lässt sich damit baumart- und kompartimentsspezifisch abschätzen. In Veröffentlichung 4 sind Modelle zur Abschätzung dieses maximalen Potenzials beschrieben und an einem Beispiel erläutert.

2.1.6 Arbeitspaket 600 - Aufbau einer mesoskopischen Simulationsumgebung zur langfristigen Versorgungssicherheit innerhalb des Spitzenclusters

Die NW-FVA war an diesem AP nicht beteiligt.

2.1.7 Arbeitspaket 700 - Einsatzdemonstration der Entwicklungen für die Anwendungsregion

Anhand eines ca. 10.000 ha großen Ausschnittes der Projektregion soll gezeigt werden, wie durch die Forstbetriebe eine optimierte Holzbereitstellung für die Clusterunternehmen organisiert werden kann und welche der im Projektverlauf betrachteten Logistikprozesse zur kontinuierlichen, optimierten Versorgung beitragen.

Als Demonstrationsbetrieb wurde das Forstamt Reinhausen ausgewählt, welches die durchschnittlichen Bedingungen der Projektregion widerspiegelt. Das 7.200 ha (Holzbo-denfläche im Landeswald) große Forstamt liegt im Süden Niedersachsens unmittelbar an den Landesgrenzen zu Hessen und Thüringen und somit etwa in der Mitte der Pro-jektregion. Der durchschnittliche jährliche Zuwachs von 11,6 Vfm/ha*a entspricht dem gewichteten mittleren Zuwachs der Projektregion (10,9 Vfm/ha*a) sehr genau. Zudem ist die Baumartenverteilung im Forstamt (Eiche: 11 %, Buche: 57 %, ALh: 10 %, ALn: 0 %, Fichte und Douglasie: 14 %, Kiefer: 2 %, Lärche: 6 % (NLF 2017)) der Baumarten-verteilung in der Projektregion ähnlich. Die im Projekt entstandenen Programme und Methoden könnten also stellvertretend im Forstamt Reinhausen oder in Teilen des Forst-amtes angewendet werden.

Zur Einsatzdemonstration wurden 100 Buchenbestände mit unterschiedlichem Mi-schungsanteil, Bestandesvorrat und Bestandesalter aus dem Forstamt Reinhausen aus-gewählt. Die Gesamtfläche aller Bestände betrug 560 ha.

Die Bestände repräsentieren die gesamte Bandbreite der Buchenbestände der Projekt-region und spiegeln alle forstwirtschaftlich relevanten Altersklassen und Baumdimensi-onen wider.

Die ausgewählten 100 Bestände wurden zunächst mit den vorgestellten Standardein-stellungen (Tabelle 2.1) mit Hilfe des „WaldPlaners“ 20 Jahre fortgeschrieben. Anschlie-ßend wurde ein zweiter WaldPlaner-Simulationslauf mit optimierter Bestandesbehand-lung durchgeführt. Die Optimierungssoftware ermöglicht es zudem, ein jährliches Min-destholzaufkommen zu definieren. Über diese Einstellung können Mindestliefermengen zwischen Forstbetrieben und Unternehmen der Clusterregion in der Optimierung berück-sichtigt werden. In einem dritten Simulationslauf wurde auf diese Möglichkeit zurückge-griffen und die optimale Bestandesbehandlung unter Vorgabe eines jährlichen Mindest-holzaufkommens berechnet. Zusammengefasst wurden die in Tabelle 2.2 dargestellten Simulationsläufe mit dem „WaldPlaner“ durchgeführt.

Tabelle 2.2: Übersicht über die durchgeführten Bestandessimulationen.

	Behandlung	Restriktionen
1	Standard	Keine
2	Optimiert	Keine
3	Optimiert	Mindestens 900 Vfm Laubholz-Durchforstungsmaterial pro Jahr

Der Gesamtvorrat der ausgewählten 100 Bestände steigt im Laufe der Simulation an (Abbildung 2.4). Dies spiegelt die Gesamtentwicklung des Forstamtes wider. Die Buche ist die bei weitem häufigste Baumart. Der Laubholzanteil der Bestände der Stichprobe betrug über 70 %.

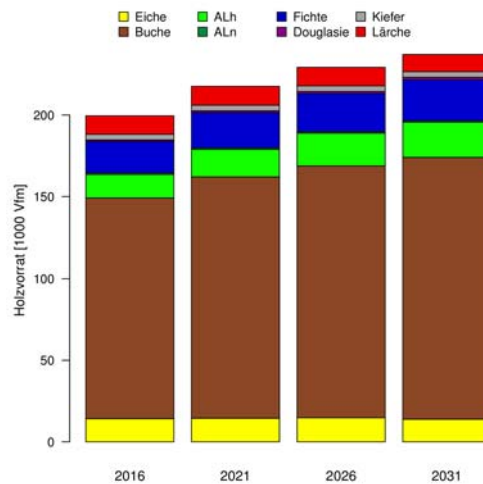


Abbildung 2.4: Vorratsentwicklung der 100 exemplarischen Bestände des Forstamtes Reinhausen bei Standardbehandlung in 5-Jahres-Schritten.

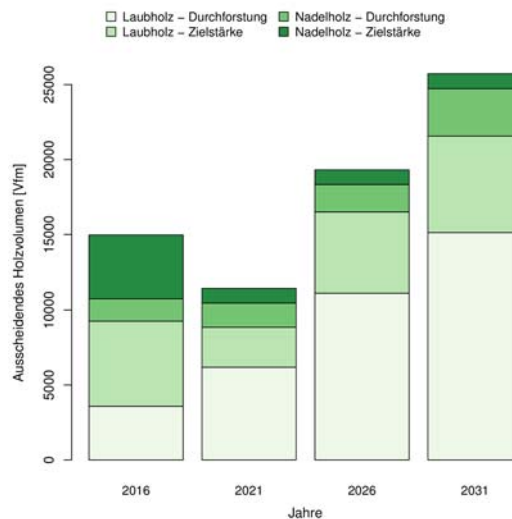


Abbildung 2.5: Ausscheidendes Holzvolumen in 5-jährigen Simulationsperioden bei Standardbehandlung (Szenario 1).

Abbildung 2.45 zeigt das ausscheidende Holzvolumen bei Standardbehandlung. Es ist ersichtlich, dass im ersten Simulationsschritt relativ viel Nadelholz genutzt wird. Dies liegt an dem großen Nadelholzanteil in zielstarken Altersklassen. Das Durchforstungsmaterial beim Laubholz wächst stetig an, wohingegen der Starkholzanteil fluktuiert. Dies ist durch die vielfältige Altersklassenverteilung der Laubholzbestände zu erklären. Das geringste Laubholz-Durchforstungsaufkommen betrug im ersten Szenario 710 Vfm/Jahr. Die Software gibt zusätzlich zum zusammengefassten ausscheidenden Holzvorrat noch eine detaillierte Tabelle mit ausscheidenden Vorräten je Bestand und Jahr aus. Diese Informationen sollen den forstlichen Entscheidungsträger bei der Wahl seines Behandlungskonzeptes unterstützen.

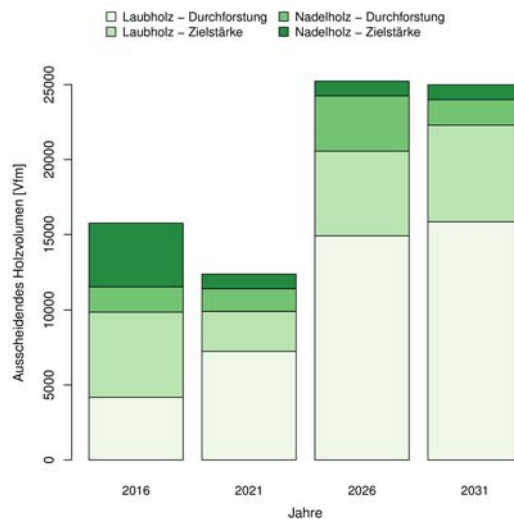


Abbildung 2.6: Ausscheidendes Holzvolumen in 5-jährigen Simulationsperioden bei optimierter Bestandesbehandlung ohne Restriktionen (Szenario 2).

Durch die vielfältigen waldbaulichen Ausgangssituationen in den Beständen des Forstamtes ergeben sich zahlreiche Möglichkeiten der Behandlung. Der Optimierungsalgorithmus testet verschiedene Entwicklungsmöglichkeiten und wägt diese gegeneinander ab. Die optimierte Bestandesbehandlung ohne Restriktionen führte zu dem in Abbildung 2.6 dargestellten ausscheidenden Holzvolumen.

Trotz des gleichen aufstockenden Holzvorrates im Jahr 2031 ergab der Simulationslauf 2 ein, im Vergleich zum Standardszenario, um etwa 30 % höheres Nutzungspotenzial. Bei gleichen Anfangs- und Endvorräten (Abbildung 2.4) führt die optimierte Bestandesbehandlung demnach zu einem höheren Rohholzaufkommen.

Beim dritten Szenario (Abbildung 2.7) werden Mindestliefermengen berücksichtigt, die als Mindestholzvolumen des ausscheidenden Bestandes definiert wurden. Die Höhe des gesamten ausscheidenden Holzvolumens des Szenarios 3 liegt zwischen den Szenarien 1 und 2. Es ist etwa 25 % höher als die Nutzungsmenge der Standardsimulation. Das geringste jährliche Holzaufkommen aus Laubholz-Durchforstungsbeständen betrug etwa 950 Vfm. Es liegt etwa 33 % über dem geringsten jährlichen Nutzungspotenzial des Standardszenarios.

Mindestliefermengen über 1.000 Vfm waren bei der gegebenen Arten- und Altersausstattung nicht möglich, da die implementierten Nachhaltigkeitsrestriktionen andernfalls verletzt worden wären.

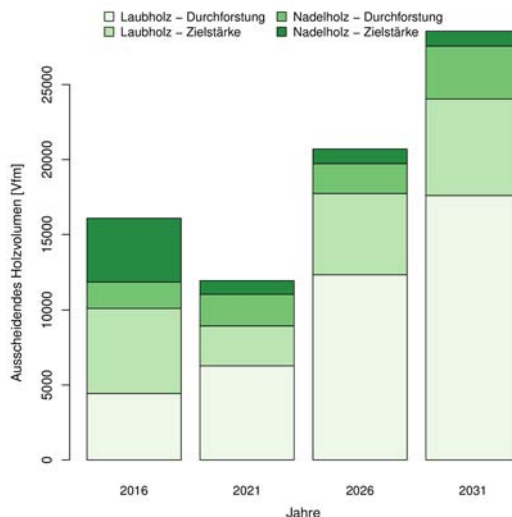


Abbildung 2.7: Ausscheidendes Holzvolumen in 5-jährigen Simulationsperioden bei optimierter Bestandesbehandlung inkl. Restriktion (Szenario 3).

2.2 Wichtige Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Für das Teilprojekt wurden insgesamt Mittel in Höhe von 84.600,- Euro genehmigt. Insgesamt wurden von der NW-FVA 81.960 Euro (Stand 27.3.2017) abgerufen, die restlichen 2.640,- Euro werden mit der Einreichung des Schlussberichts erwartet. An Personalkosten hat die NW-FVA einen höheren Betrag von 91.141,47 Euro für das Projekt zur Finanzierung des Projektmitarbeiters aufgewendet als es im Gesamtfinanzierungsplan vorgesehen war. Dies hängt hauptsächlich mit den höheren Personalkosten durch Gruppenaufstieg und Lohnsteigerungen zusammen. Von den bewilligten Geldern der Titelgruppen 843 und 846 in einer Gesamthöhe von 1.800 Euro wurde nur ein Teil (604,25 Euro) ausgegeben und die eingesparten Mittel zur Finanzierung der Lücke in den Personalkosten verwendet.

2.3 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Innovative Unternehmen des Bioökonomiesektors, wie Bioraffinerien, sind auf kontinuierliche Bereitstellungsketten angewiesen (Ollikainen 2014). Deren Erfolg hängt maßgeblich von Lieferverträgen mit vertraglich zugesicherten Liefermengen ab. Dies kann für Forstbetriebe auch von Vorteil sein, da langfristige Verträge die Planungssicherheit erhöhen. Die Möglichkeit der kontinuierlichen Lieferung hängt jedoch sehr stark von der naturalen Ausstattung des Forstbetriebes ab. Wenn Lieferverträge einen Forstbetrieb dazu zwingen, von seiner geplanten Waldbehandlung abzuweichen, kann dies nachteilig

für den Forstbetrieb sein. Im Sinne der Nachhaltigkeit muss vorzeitige Nutzung zu Nutzungsverzicht an anderer Stelle führen. Die Anforderungen des Bioökonomiesektors können demnach Nachteile für Forstbetriebe haben. Hauptziel der entwickelten Optimierungssoftware war es, diesen Abwägungsprozess zwischen den Vor- und Nachteilen von Lieferverträgen zu unterstützen. Die Ergebnisse der Optimierung sind demnach sowohl für den Forst- als auch für den Bioökonomiesektor relevant. Auf ihrer Grundlage können langfristige Verträge objektiv ausgehandelt werden. Die technischen Hintergründe der Optimierungssoftware sind in Artikel 5 dargestellt.

Die anderen Beiträge zielen auf die effiziente Schätzung des verfügbaren Potenzials für die Bioökonomie ab. Ihr Nutzen für die Bioökonomie ist in den Veröffentlichungen 3 und 4 sehr detailliert beschrieben.

2.4 Nutzen und Verwertbarkeit des Ergebnisses im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans

Alle Modelle, die im Verlauf des Projektes erstellt wurden, sind in wissenschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht worden. Die entwickelte Software ist quellenoffen über den Server „Comprehensive R Archive Network“ verfügbar (<https://cran.rstudio.com>). Die Modelle sollen nun nach und nach in den „WaldPlaner“ der NW-FVA eingepflegt werden. Der Zustand und die Entwicklung der Rohholzverfügbarkeit in der buchenreichen Mitte Deutschlands als wichtigste Rohstoffquelle für die Clusterregion wurde in einer praxisorientierten Fachzeitschrift publiziert. Die relevanten Ergebnisse stehen den Entscheidungsträgern in der Clusterregion daher für die strategische Planung zur Verfügung.

2.5 Während der Durchführung des Vorhabens dem ZE bekannt gewordener Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

Recherchen der HS Rosenheim zu F&E-Ergebnissen Dritter führten letztendlich zu dem neuen Forschungsprojekt „Verwertungsorientierte Untersuchungen an geringwertigen Laubholz-Sortimenten zur Herstellung innovativer Produkte“ der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (NW-FVA), der Universität Göttingen und des Fraunhofer WKI. Überschneidende Inhalte des durch die FNR geförderten Projekts, mit Laufzeit vom 01.04.2016 bis 31.03.2019, liegen hier im weitesten Sinne in einer baumartenspezifischen Potenzialanalyse des Laubholzaufkommens sowie einer Analyse der Wertschöp-

fungskette Laubholz. Bisher wurden noch keine konkreten Projektergebnisse veröffentlicht. Informationen zum genannten Verbundvorhaben sind unter den Förderkennzeichen 22013114, 22015515, 22015615, 22015715 und 22016015 bei der FNR zu finden.

2.6 Erfolgte und geplante Veröffentlichungen des Ergebnisses

Alle veröffentlichten und eingereichten Beiträge, an denen die NW-FVA beteiligt war, sind angehängt (Kapitel 4). Des Weiteren wurden Ergebnisse in folgenden Fachvorträgen veröffentlicht:

K. Husmann (2015): Langfristiges Buchenholzaufkommen in der Mitte Deutschlands - Konsequenzen für die industrielle Nutzung. Jahrestagung des Innovationsbundes der Holzindustrie (IBH). Eisenach, 21.03.2015.

K. Husmann (2015): Holzvolumenaggregation in Buchenkronen - Einschätzung des nutzbaren Holzvolumens über Randomized Branch Sampling. Jahrestagung der Sektion Ertragskunde, DVFFA. Kammerforst, 18.05.2015.

V. Auer, K. Husmann (2015): Perspectives of a future-proof logistics applied to the natural raw material supply in the Cluster Region (Plan C). Postersession. Global Bioeconomy Summit. Bioökonomierat; Bundeskanzleramt; Bundesministerium für Bildung und Forschung. Berlin, 25.11.2015.

V. Auer, M. Zscheile, B. Engler, P. Haller, J. Hartig, J. Wehsener, K. Husmann, J. Erler, V. Thole, T. Schulz, E. Hesse, N. Rüter, A. Himsel (2016): BIOECONOMY CLUSTER: resource efficient creation of value from beech wood to bio-based building materials. In: J. Eberhardsteiner, W. Winter, A. Fadai, M. Pöll (Hg.): WCTE 2016. CD-ROM Proceedings of the World Conference on Timber Engineering. WCTE 2016. August 22-25, Vienna.

3 Literaturverzeichnis

- Block, J., K. J. Meiwes, G. Bachmann, W. König und J. Utermann. 2013. Erhaltung der Produktivität der Waldböden bei der Holz- und Biomassenutzung. In: Bodenschutz - Ergänzbare Handbuch der Maßnahmen und Empfehlungen für Schutz, Pflege und Sanierung von Böden, Landschaft und Grundwasser, 1. Lfg. /13:1–50.
- BMELV (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz). 2005. Die Zweite Bundeswaldinventur-BWI2. Der Inventurbericht.
- Döbbeler, H., K. Husmann, K. J. Meiwes, I. Mölder, J. Nagel, S. Rumpf und H. Spellmann. 2013. Teilprojekt: Schwachholzbiomasse - Zwischenbericht 01/2013. Bioenergie Regionen stärken (BEST). <http://bibliothek.best-forschung.uni-goettingen.de/handle/best/1402>.
- Hansen, J. H. 2012. Modellbasierte Entscheidungsunterstützung für den Forstbetrieb: Optimierung kurzfristiger Nutzungsoptionen und mittelfristiger Strategien unter Verwendung metaheuristischer Verfahren und parallelen Rechnens. 1. Aufl. Göttingen: Cuvillier.
- Hansen, J. und J. Nagel. 2014. Waldwachstumskundliche Softwaresysteme auf Basis von TreeGrOSS - Anwendung und theoretische Grundlagen. Beiträge aus der NW-FVA, Band 11, 224 S.
- Hennig, C., A. Brosowski und S. Majer. 2016. Sustainable Feedstock Potential – a Limitation for the Bio-Based Economy? *Journal of Cleaner Production, Advancing Sustainable Solutions: An Interdisciplinary and Collaborative Research Agenda*, 123 (June): 200–202. doi:10.1016/j.jclepro.2015.06.130.
- Mantau, U. 2012. Holzrohstoffbilanz Deutschland, Entwicklungen und Szenarien des Holzaufkommens und der Holzverwendung 1987 bis 2015, Hamburg, 65 S.
- ML (Niedersächsisches Ministerium für den Ländl. Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz). 2004. Der Wald in Niedersachsen: Ergebnisse Der Bundeswaldinventur II. Aus dem Walde 55. Hannover
- NLF (Niedersächsische Landesforsten). 2017. www.Landesforsten.de - Niedersächsische Landesforsten: Kurzinformationen und Kenndaten." <http://www.landesforsten.de/Kurzinformationen-und-Kenndaten.370.0.html>.
- Ollikainen, M. 2014. Forestry in Bioeconomy – Smart Green Growth for the Humankind. *Scandinavian Journal of Forest Research* 29 (4): 360–66. doi:10.1080/02827581.2014.926392.
- Pretzsch, H., J. Block, J. Dieler, J. Gauer, A. Göttlein, R. Moshammer, J. Schuck, W. Weis und U. Wunn. 2014. Nährstoffentzüge durch die Holz- und Biomassenutzung in Wäldern. Teil 1: Schätzfunktionen für Biomasse und Nährelemente und ihre Anwendung in Szenariorechnungen. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung*, Nr. 185: 261–85.
- Rumpf, S., J. Nagel und M. Schmidt. 2011. Biomasseschätzfunktionen von Fichte, Kiefer, Buche Eiche und Douglasie für Nordwestdeutschland. In: Forschungsvorhaben: Möglichkeiten und Grenzen der Vollbaumnutzung. Ergebnisbericht (FKZ: 22015407), 25–124. Göttingen: Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. <http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/berichte/22015407.pdf>.

- TLWJF (Thüringer Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei). 2005. Bundeswaldinventur II Im Freistaat Thüringen. Stand Dezember 2004. Mitteilungen / Thüringer Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei 24. Gotha.
- Wördehoff, R. 2016. Kohlenstoffspeicherung als Teilziel der strategischen Waldbauplanung erläutert an Reinbeständen verschiedener Baumarten in Niedersachsen. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie der Georg-August Universität Göttingen. 191 S.

4 Veröffentlichungen

Veröffentlichungen, die im Rahmen des Projektes entstanden sind:

1 – K. Husmann, V. Auer, I. Beitzen-Heineke, H. Bischoff, W.-G. Fehrensens, C. Fischer, A. Gilly, H. Pflüger-Grone, J. Nagel, H. Spellmann, M. Zscheile (2016): Mittelfristigem Anstieg folgt stetiger Rückgang. Zustand und Entwicklung der Rohholzverfügbarkeit in der buchenreichen Mitte Deutschlands. Holz-Zentralblatt, 16. September 2016 (37), S. 899–901.

2 – V. Auer, M. Zscheile, B. Engler, P. Haller, J. Hartig, J. Wehsener, K. Husmann, J. Erler, V. Thole, T. Schulz, E. Hesse, N. Rüther, A. Himsel (2016): BIOECONOMY CLUSTER: resource efficient creation of value from beech wood to bio-based building materials. In: J. Eberhardsteiner, W. Winter, A. Fadai, M. Pöll (Hg.): WCTE 2016. CD-ROM Proceedings of the World Conference on Timber Engineering. WCTE 2016. August 22-25, Vienna.

3 – K. Husmann, B. Möhring (2017): Modelling the economically viable wood in the crown of European beech trees. Forest Policy and Economics 78 (2017): 67-77 (DOI: 10.1016/j.forpol.2017.01.009).

4 – K. Husmann, S. Rumpf, J. Nagel (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. Online erschienen am 14. März 2017 (DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.03.019).

5 – K. Husmann, A. Lange, E. Spiegel (2017): Flexible Global Optimization with Simulated-Annealing. The R Journal. In Begutachtung seit 08. Juni 2017.

6 – K. Husmann (2015): Holzvolumenaggregation in Buchenkronen – Einschätzung des nutzbaren Holzvolumens über Randomized Branch Sampling. Tagungsband der Jahrestagung der Sektion Ertragskunde, DVFFA. Kammerforst, 18.05.2015.

Anhang: Erklärung des Zuwendungsempfängers

Die in dem vorliegenden Schlussbericht enthaltenen Erläuterungen zum Projektstatus wurden wahrheitsgemäß und nach bestem Wissen und Gewissen abgegeben.

Zuwendungsempfänger

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt
Herr Prof. Dr. Hermann Spellmann
Grätzelstraße 2
37079 Göttingen

Ort, Datum