

Abschlussbericht

An das Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg

Zum Forschungsprojekt **"Erneuerbare Energien aus holzartiger Biomasse: Versorgungspotenziale, Auswirkungen auf Nachhaltigkeits- und Biodiversitätsziele, Waldbaumodelle und Unternehmenstrategien"**
(2012-2014)



Bearbeitet von:

Marie Sophie Schmidt, Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg
Dr. Klaus Hennenberg, Öko-Institut e.V.
Prof. Dr. Rainer Luick, Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg
Dr. Rüdiger Unseld, Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg
Thomas Weich, Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg
Prof. Stefan Ruge, Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg
Prof. Dr. Albert Reif, Universität Freiburg

Vorgelegt am 10. Juni 2015 von der Projektleitung

Prof. Dr. Rainer Luick, Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg
Prof. Stefan Ruge, Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg
Prof. Dr. Albert Reif, Universität Freiburg

Wir bedanken uns bei der Unternehmensgruppe Fürst von Hohenzollern - FORST, vertreten durch ihren Geschäftsführer Raimund Friderichs, für die Mitwirkung als Praxispartner.

Das Vorhaben wurde im Rahmen des Programms zur Förderung des Technologietransfers zwischen Hochschulen für angewandte Wissenschaften und KMU im Rahmen der Projektförderung aus dem EFRE-Fonds mit dem Ziel der regionalen Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung gefördert (RWB-EFRE Förderung 2007-2015).

Inhalt

Vorwort	7
1 Einleitung	9
2 Potentiale und ihre Grenzen – Bemerkungen zur Biomassenutzung im Kontext von Energiewende und Bioökonomie	11
2.1 Die “Energiewende“ im Rückblick	11
2.2 Neue Konkurrenzen und neue Problemfelder	13
2.3 Die globale Dimension der energetischen und stofflichen Biomassenutzung	16
2.4 Fazit	19
2.5 Literaturverzeichnis	22
3 Kriterien und Indikatoren für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung	26
3.1 Freiwillige Standards und verpflichtende Regelungen in Deutschland	26
3.1.1 Richtlinie zur Feinerschließung Baden-Württemberg.....	26
3.1.2 Alt- und Totholzkonzept Baden-Württemberg	27
3.1.3 Naturschutzleitlinie für den Hessischen Staatswald.....	27
3.1.4 FSC Deutschland	28
3.1.5 PEFC Deutschland	29
3.1.6 „Gute fachliche Praxis“ nach WINKEL & VOLZ (2003)	30
3.1.7 RED-Erweiterung auf feste Biomasse	31
3.2 Auswahl an Kriterien und Indikatoren im Projektkontext	32
3.3 Literaturverzeichnis	35
4 Beschreibung der Modellregionen	37
5 Konfliktsituationen in landschaftstypischen Regionen Baden-Württembergs	45
5.1 Intensivierungen der Waldbewirtschaftung und verknüpfte Konflikte	45
5.2 Material und Methoden.....	46
5.2.1 Naturräumliche Ausstattung der Modellregionen	47
5.2.2 Bewirtschafterbefragung zum Verhältnis Biodiversität und Energieholznutzung	48
5.2.3 Relevante Intensivierungen der Bewirtschaftung in den Modellgebieten...48	
5.3 Ergebnisse.....	49

5.3.1	Sensibilitäten bestehender Naturschutzziele für Veränderungen der Waldnutzung.....	49
5.3.2	Ergebnisse der Befragung in den Modellgebieten	57
5.3.3	Betriebliche Maßnahmen zur Steigerung der Energieholzgewinnung	61
5.4	Auswirkungen veränderter Holznutzung auf die Schutzziele	64
5.4.1	Konfliktpotentiale in den Modellregionen	64
5.4.2	Mögliche Synergien in den Modellregionen.....	66
5.5	Diskussion und Zusammenfassung	68
5.6	Literaturverzeichnis	70
6	Szenariobasierte Auswirkungen einer naturschutzorientierten Waldbewirtschaftung auf das Energieholzaufkommen in einem großen Forstbetrieb	71
6.1	Hintergrund.....	71
6.2	Material und Methoden.....	72
6.2.1	Untersuchungsbetrieb	72
6.2.2	Modellierungswerkzeuge.....	72
6.2.3	Modellierungsdaten	73
6.2.4	Standardszenario und Alternativszenarien	74
6.3	Ausgangszustand und Repräsentanz des Betriebes	76
6.3.1	Baumartenzusammensetzung und Altersaufbau der Bestände.....	76
6.3.2	Naturschutzrelevante Ausstattung des Betriebes	78
6.3.3	Sortimentszusammensetzung und Energieholznutzung	80
6.4	Ergebnisse der Bewirtschaftungsszenarien	82
6.4.1	Standardszenario	82
6.4.2	Szenario „Zieldurchmesser“	83
6.4.3	Szenario „Laubholz“	86
6.4.4	Szenario „Habitatbäume“.....	88
6.4.5	Szenario „Prozessschutz“.....	89
6.5	Weitere Bewirtschaftungsaspekte	90
6.5.1	Totholzanreicherung	90
6.5.2	Grenzertragsstandorte als Schwerpunktflächen	93
6.5.3	„Lichte Wälder“ als Teilflächenbewirtschaftung.....	94

6.5.4	Verwendungsänderung bei den Holzsortimenten	96
6.6	Diskussion und Zusammenfassung	97
6.7	Literaturverzeichnis	98
7	Skizzierung und Analyse der wichtigsten Wertschöpfungsketten in den Modellregionen	100
7.1	Ziele	100
7.2	Material und Methoden.....	101
7.2.1	Stichprobenauswahl	101
7.2.2	Validierung und Ergänzung der Stichprobenergebnisse durch Auswertung von FOKUS 2000-Daten	103
7.2.3	Ergänzungen und Korrekturen der Heiz(kraft)anlagen-Vollerhebung	104
7.2.4	Stoffstromanalyse	104
7.2.5	Umrechnungsfaktoren.....	105
7.3	Ergebnisse.....	106
7.3.1	Waldbesitzer	106
7.3.2	Händler	117
7.3.3	Heizanlagenbetreiber	123
7.3.4	Typische Wertschöpfungsketten.....	130
7.3.5	Regionalität der Stoffströme und Kundengruppen des Waldbesitzers.....	138
7.4	Diskussion und Zusammenfassung.....	145
7.5	Literaturverzeichnis	149
8	Ermittlung der ökonomischen Wertschöpfungseffekte.....	151
8.1	Ziele	151
8.2	Methoden	152
8.3	Ökonomische Wertschöpfungseffekte typischer Value Chains	155
8.3.1	Skizzierung der typischen Wertschöpfungsketten	155
8.3.2	Wertschöpfungsergebnisse der typischen Value Chains.....	160
8.3.3	Diskussion und Schlussfolgerungen	169
8.4	Literaturverzeichnis	176
9	Treibhausgas- und Luftschadstoff-Emissionen bei der Waldenergieholznutzung	179
9.1	Hintergrund und Zielsetzung	179

9.2	Treibhausgas- und Luftschadstoffemissionen ausgewählter Prozessketten	180
9.3	Diskussion und Zusammenfassung	183
9.4	Literaturverzeichnis	184
10	Ergebnisse des Workshops „Nachhaltiges Waldmanagement und regionale Wertschöpfung“	185
10.1	Ökologische Bewertung der Energieholznutzung	185
10.2	Ökonomische Bewertung der Energieholznutzung und soziale Aspekte ..	188
10.3	Fazit des Workshops	190
11	Zusammenfassung	191
12	Abbildungsverzeichnis	195
13	Tabellenverzeichnis	199
14	Abkürzungsverzeichnis	202
15	Anhang Datengrundlage zur Wertschöpfungsermittlung	203

VORWORT

Autor: Rainer Luick

An der Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg wurde mit Beteiligung der Universität Freiburg (Fakultät für Umwelt und Natürliche Ressourcen) in den beiden vergangenen Jahren das Forschungsvorhaben WEW¹ bearbeitet. Um einen hohen Anwendungsbezug zu gewährleisten, wurden Experten aus der Praxis im Rahmen von Befragungen, Interviews und einem Workshop eingebunden. Die Unternehmensgruppe Hohenzollern – FORST wirkte darüber hinaus durch Bereitstellung von Daten sowie bei Diskussionen mit und unterstützte den Praxistest der Modellierung.

Fokus des Projektes war die Betrachtung der Ressource Waldenergieholz – also Holz aus regulärer forstlicher Waldbewirtschaftung im Kontext von angenommenen Wirkungen auf die Biodiversität und Analysen zu Dimension und Bedeutung von regionalen Wertschöpfungen. Geographischer und politischer Bezugsraum war das Land Baden-Württemberg. Damit verbunden sind selbstverständlich auch Einflüsse auf waldbauliche Fragen, wie Baumartenverteilung, Sortimentierung, Holzmengen und deren Potenziale. So ist zumindest für den Süden Deutschlands grundsätzlich erwartbar, dass die Wälder in raschen Schritten Laubholz-geprägter (vor allem mit Rot-Buchen) werden. Theoretisch entstehen durch derartige, sowohl waldbaulich gezielt geförderte Entwicklungen als auch natürlich-dynamische Prozesse, anwachsende energetisch interessante Holzmengen; dies allerdings auch zu Lasten der bislang nadelholzorientierten Wertholzketten. Damit ergeben sich zentrale wirtschaftspolitische und unternehmerische Herausforderungen im Forst- und Holzcluster, wie auf das sich veränderte Holzaufkommen strategisch reagiert werden kann. Denkbar ist dies u. a. durch Umstellungen auf neue Technologien und Werkstoffe oder auch eine stärkere Positionierung im Energiesektor.

Das Forschungsvorhaben will auch dazu beitragen, Zielbeziehungen und Zielkonflikte zwischen energetischen und stofflichen Waldholznutzen und Waldbiodiversität zu identifizieren, zu analysieren und Beiträge zur Konfliktentschärfung zu leisten. Damit wird im Grunde auch das Konzept der Ökosystemdienstleistungen betrachtet, das die Vielzahl von Leistungen von Biodiversität und Ökosystemen systematisch erfasst und in einen ökonomischen Zusammenhang bringt.

Holzartige Biomasse wird als Scheitholz, Holzpellets oder als Holzhackschnitzel vermarktet. Diese Energieträger werden in Deutschland noch überwiegend durch die klassische Waldwirtschaft oder als Nebenprodukt bei der direkten Weiterbearbeitung des Rohholzes bereitgestellt. Konservativ sind damit (derzeit noch) Baumteile (Kronen,

¹ WEW: Erneuerbare Energien aus holzartiger Biomasse: Versorgungspotenziale, Auswirkungen auf Nachhaltigkeits- und Biodiversitätsziele, Waldbaumodelle und Unternehmensstrategien“. Das Vorhaben wurde im Rahmen des Programms Förderung des Technologietransfers zwischen Hochschulen für angewandte Wissenschaften und KMU im Rahmen der Projektförderung aus dem EFRE-Fonds mit dem Ziel der regionalen Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung gefördert (RWB-EFRE Förderung 2007-2015).

Kronenteile oder Äste sowie Stammteile) oder ganze (meist dünne, forstlich als "schwach" bezeichnete) Bäume gemeint, die sich aus Gründen der Qualität, der Dimension oder des Mengenanfalls nicht für die Aufarbeitung und die so genannte "stoffliche" Verwendung als Sägeholz, Holzwerkstoff oder Zellstoff eignen. Es ist aber auch Realität, dass diese konservativ monetär-qualitative Sortimentierung schon längst einem starken Veränderungsprozess unterliegt. Immer mehr Waldholz wird direkt energetisch eingesetzt, so dass sich sogar die Frage stellt, ob nicht marktunabhängig sogar normativer Steuerungsbedarf gesehen wird?

Die folgenden Beiträge thematisieren zentrale Erkenntnisse aus dem Forschungsvorhaben.

1 EINLEITUNG

Autoren: Rainer Luick, Marie Sophie Schmidt, Klaus Hennenberg, Albert Reif

Bezogen auf die reine Energiemenge ist die Wärmebereitstellung das bei weitem wichtigste Segment der Erneuerbaren Energien. Die feste Biomasse, insbesondere (Wald-) Holz, trägt hierbei mit rund 80 % den größten Anteil. Einhergehend mit der so genannten Energiewende hat die energetische Nutzung (Waldhackschnitzel, Scheitholz, Waldholzanteile in Pellets) daher auch zunehmende Relevanz in der Wertschöpfung. Mit den Zielen, den Anteil der Erneuerbaren Energien an der Primärenergie aus inländischer Herkunft zu erhöhen, steigt generell der Nutzungsdruck auf die Ressource Holz. Konfliktpotenziale zeigen sich u. a. im Rahmen der Nachhaltigkeitsdiskussion und einer befürchteten Übernutzung der Wälder mit negativen Auswirkungen auf Ressourcen (u.a. standortspezifische Nährstoffpotenziale und Gefährdungen von extensiv genutzten naturschutzfachlich wertvollen Waldbeständen). Je nach den naturräumlichen Gegebenheiten und der bestehenden (Nicht-)Nutzung können aber auch Synergien zwischen der Energieholznutzung und dem Naturschutz erwartet werden.

Ökonomische Wertschöpfungseffekte (Einkommen, Unternehmergewinne, Steuereinnahmen) und Umweltauswirkungen (Nutzungsintensitäten, Emissionen von Luftschadstoffen und Treibhausgasen) können als Kriterien für eine Entscheidungshilfe von eventuell begünstigten Förderungen bestimmter „Value Chains“ herangezogen werden. Von entscheidender Bedeutung ist auch, die Wertschöpfung nach ihren regionalen und überregionalen Wirkungen differenziert zu betrachten (Stoffströme, Regionalität der Wertschöpfung). Gerade die Regionalität der Effekte wurde in bisherigen Studien weitgehend vernachlässigt.

Die Untersuchungen des vorliegenden Forschungsvorhabens konzentrieren sich auf den Staatswald, Kommunalwald und Großprivatwald in drei Modellregionen in Baden-Württemberg. Eine umfassende Analyse des Klein- und Mittleren Privatwaldes ist aufgrund der Heterogenität der Bewirtschaftung im gegebenen Zeitraum nicht möglich. Während viele Besitzer das Brennholz nur für den Eigenbedarf nutzen, wird der Privatwald in anderen Bereichen analog zum Körperschafts- oder Staatswald durch die Unteren Forstbehörden bewirtschaftet. Die Wertschöpfungseffekte können dabei stark divergieren. Die methodische Vorgehensweise bei der Wertschöpfungskettenanalyse wäre daher an die heterogene Bewirtschaftung innerhalb und zwischen den Modellregionen sowie die erschwerte Erreichbarkeit von Kleinstprivatwaldbesitzern anzupassen.

Nachfolgend werden übergreifend Potenziale und Grenzen der Biomassenutzung (Kap. 2) sowie Nachhaltigkeitsanforderungen bei der Waldbewirtschaftung (Kap. 3) betrachtet. Nach einer Beschreibung der ausgewählten Modellregionen (Kap. 4) werden mögliche Konfliktsituationen im nächsten Kapitel anhand der Situation in den naturräumlich sehr

unterschiedlichen Modellregionen mit ihren regionaltypischen Naturschutzplanungen konkretisiert und durch eine umfragegestützte Einschätzung seitens der dortigen Waldbewirtschafter ergänzt (Kap. 5). Was eine Betonung von Waldbewirtschaftungsstrategien für einen Forstbetrieb bedeutet, bei denen eher Biodiversitätsziele oder eher Holznutzungsziele erreicht werden sollen, wird in Kap. 6 behandelt. Je nach Zielsetzung kann mit Verschiebungen beim Energieholzaufkommen gerechnet werden, was regional durchaus einen Mengeneffekt haben kann. Die derzeitige regionale Relevanz des Energieholzes und die betroffenen Wertschöpfungsketten zeigt Kap. 7 auf. Das Kapitel leitet zudem zur regional-ökonomischen Betrachtung der Energieholznutzung in den Modellgebieten über (Kap. 8).

2 POTENTIALE UND IHRE GRENZEN – BEMERKUNGEN ZUR BIOMASSENUTZUNG IM KONTEXT VON ENERGIEWENDE UND BIOÖKONOMIE

Autoren: Rainer Luick

Über viele Jahrtausende war die Verfügbarkeit von Energie mehr oder weniger mit dem Vorhandensein der Ressource Holz identisch. Eine epochale energiewirtschaftliche Wende wurde mit der systematischen Nutzung von zunächst Kohle, sowie wenige Zeit später zusätzlich von Erdöl und Erdgas eingeleitet. Der enorm gestiegene Verbrauch an fossiler Energie ist primär für den Klimawandel und seine spürbaren Folgen verantwortlich. Abgesehen davon, ist ihr Vorkommen begrenzt und die Verfügbarkeit damit endlich. So ist der verstärkte Einsatz von Erneuerbaren Energien grundsätzlich zu begrüßen. Dennoch gibt es auch in diesem Bereich Fehlentwicklungen, die am Beispiel der Bioenergienutzung aufgezeigt werden. Letztlich bleibt die günstigste und umweltfreundlichste Energie diejenige, die erst gar nicht benötigt wird.

2.1 DIE “ENERGIEWENDE“ IM RÜCKBLICK

Deutschland hat sich politisch zu einem radikalen Umbau der Energiewirtschaft entschlossen. Die “Energiewende“ mit neuen Prioritäten in der Energiebereitstellung und einem offenem politischem Diskurs für einen verantwortungsvolleren Umgang mit Energie verdienen Respekt und Anerkennung. Weltweit gesehen ist Deutschland damit Schrittmacher und Versuchslabor, wie es einer nahezu Rohstoff-losen Industrie- und Dienstleistungsgesellschaft gelingen kann, ihre Importabhängigkeit von Energie zu verringern und bestmöglich zu substituieren.

Ein wichtiges Gestaltungsinstrument der Energiewende im Stromsektor ist das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) aus dem Jahr 2000 und seine seitherigen Novellen; erste Impulse gingen auch auf vom vorherigen Stromeinspeisungsgesetz aus. Der Ansatz war und ist, dass für elektrische Energie aus Wasser, Wind, Sonne (Photovoltaik und Solarthermie) und Biomasse jeweils ein umlagefinanzierter Bonus bezahlt wird, um entsprechende innovationsauslösende Markt- und Technologieanreize zu geben. Diese Boni wurden bei Berücksichtigung der technologischen und Kapitalinput-bezogenen Wirtschaftlichkeit der einzelnen Sektoren monetär gestaffelt und durch die verschiedensten Novellen des EEG wiederholt angepasst. Mittlerweile liegen nur noch die Boni für Energie aus Biomasse deutlich über den konventionellen fossil-nuklearen Erzeugungskosten, für Strom aus Wind- und PV-Anlagen lägen die Kosten sogar unter denen von Öl, Kohle und

Kernenergie würde man diesen Energiearten eine gesellschaftliche Vollkostenrechnung anlasten.

Besondere Initiativen gab es auch im Bereich der Biokraftstoffe und der Biogaswirtschaft. In Deutschland wurden mit der Begünstigung für Biodiesel im Rahmen der Einführung der ökologischen Steuerreform (1999/2003), der bis 2007 gültigen Mineralölsteuerbefreiung für Biokraftstoffe und dem Markteinführungsprogramm "Treib- und Schmierstoffe" (2000/2003) starke Anreize für die Produktion von Biokraftstoffen gesetzt. Die Biogaswirtschaft profitierte erheblich durch das EEG und die ihm folgenden Novellen - vor allem aber durch die Einführung des NawaRo-Bonus im EEG in 2004 (NawaRo = nachwachsende Rohstoffe). Ergänzende Anstöße wurden durch das Marktanzreizprogramm für erneuerbare Energien sowie die Investitionsförderungsprogramme der Länder gegeben.

Insgesamt entstand ein Förderkollektiv an Maßnahmen, das seine stimulierende Wirkung nicht verfehlt hat. Um den Erfolg der Energiewende abzubilden, wird jedoch oft nur das Segment der elektrischen Energie dargestellt, dieses ist im Zeitraum 1998 bis 2014 tatsächlich bemerkenswert von 5 % auf ca. 28 % gestiegen (AEE 2015, BMWI 2015). Wird allerdings der Gesamtenergiekonsum in Deutschland aus Strom, Wärme und Mobilität seit 1998 betrachtet, relativiert sich der Erfolg der Energiewende: So hat sich der Anteil der erneuerbaren Energien an der Primärenergie von ca. 3 % auf ca. 13 % erhöht, mit diesem "Zwischenziel" wird deutlich, dass noch ein weiter Weg vor uns liegt und dass die Anstrengungen deutlich zunehmen müssen, wenn in naher Zukunft komplett auf fossil-nukleare energetische Rohstoffe verzichtet werden soll.

Interessant ist weiterhin, dass unter den Erneuerbaren der Biomasseanteil rund 70% beträgt, was auf den hohen Holzanteil zurückzuführen ist. Beim Strom liegt der Biomasseanteil, der überwiegend über Biogasanlagen produziert wird, bei 30 %. Beim Wärmeverbrauch decken die erneuerbaren Energien derzeit rund 10% des Gesamtverbrauchs, davon stammen rund 90% aus Biomasse und hier wiederum überwiegend aus Holz. Bei den Kraftstoffen liegen die erneuerbaren Energien bei rund 6%; davon stammen 100% aus Biomasse (AEE 2015, BMWI 2015). Unsere Energiewende basiert also im Grunde auf einer steinzeitlichen Energiekultur.

Mit den Bioökonomie Plattformen auf EU und auf nationaler deutscher Ebene (mittlerweile auch ergänzt um Initiativen in verschiedenen Bundesländern wie in Baden-Württemberg) betritt ein neuer Interessent an Biomasse den Markplatz. Unter bioökonomischen Technologien werden allgemein die grund- und werkstoffliche Substitution von fossilen Rohstoffen durch Biomasse verstanden. Unter Bioökonomie wird eine Wirtschaftsform verstanden, die auf Nutzung von biologischen Ressourcen wie Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen basiert. Sie umfasst per Definition nicht nur die schon dargestellte Energiewirtschaft, sondern adressiert vor allem die Holz-, Papier-, Leder-, Textil-, Chemie- und Pharmaindustrie. Bio-basierte Innovationen sollen auch Wachstumsimpulse für weitere traditionelle Sektoren geben. Die Bundesregierung hat im Juli 2013 ein ambitioniertes Forschungsprogramm aufgelegt, wonach zwischen 2010 und

2016 im Rahmen der “Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030“ 2,4 Milliarden Euro für Forschung zur Verfügung gestellt werden, beispielsweise im Rohstoff- und Lebensmittelhandel, in der IT-Branche, im Maschinen- und Anlagenbau, in der Automobilindustrie sowie in der Umwelttechnologie. Nach Darstellung von EU und der Bundesregierung ist es Ziel, einen Strukturwandel von einer erdöl- hin zu einer biobasierten Industrie zu ermöglichen. Einen Eindruck zum Forschungsstand und zu den Visionen zeigt der Tagungsband zum BMELV Kongress “Biobasierte Polymere - Kunststoffe der Zukunft“. Aufgrund der vergleichsweise homogenen Eigenschaften, der im Vergleich zu anderen Substraten geringeren Kosten und aus Konkurrenzvermeidungsgründen mit der Futter- und Nahrungsmittelproduktion, ist für bioökonomische Technologien lignozelluläre Biomassen – also holzige Substrate – von großem Interesse (BMELV 2013).

In den kommenden Jahren wird zwar im Wesentlichen erst einmal (nur) Laborforschung und allenfalls Anwendung im Technikum-Maßstab betrieben. Aber die Erwartungen sind eindeutig: Bereits mittelfristig sollen große Anteile bislang Erdöl-basierter Ökonomien auf Biomasse-nutzende Industrien umgestellt werden. Welche Auswirkungen die deutsche, europäische und weltweite Nachfrage nach Biomasse schon jetzt im energetischen Sektor zeigt, wird im Weiteren im Detail betrachtet.

2.2 NEUE KONKURRENZEN UND NEUE PROBLEMFELDER

Nach dem gültigen Energiekonzept der Bundesregierung soll der Ausbau der erneuerbaren Energien weiter forciert werden. Das EEG nennt in seiner aktuellen Novelle als quantitative Ausbauziele, dass bei der Stromversorgung der Anteil bis 2025 auf 40% bis 45% und über weitere definierte Zwischenziele bis 2050 auf mindestens 80% erneuerbare Energien gesteigert werden soll; zur Erreichung dieser Zielwerte ist die Biomassenutzung ein wichtiger Faktor und ihr Stellenwert soll auch weiter zunehmen (BMWi). Bemerkenswerte Strategien sind allerdings nach wie vor nur im Stromsektor festzustellen, während es im Wärmesektor nur minimale und im Mobilitätsbereich im Grunde keine statistisch fassbaren Entwicklungen gibt.

Nicht zuletzt durch die deutschen Diskussionen und Zielsetzungen hat sich auch die EU entsprechende Vorgaben gegeben und 2009 in der Renewable Energy Directive (RED) konkretisiert. Die pauschalen Vorgaben sind, dass der Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch bis zum Jahr 2020 auf mindestens 18% erhöht werden soll, wobei es für die einzelnen Ländern und Energieverbrauchssektoren (Wärme, Kraftstoffe und Strom) unterschiedliche Orientierungswerte gibt. Eine wichtige Rolle wird auch in der RED der Bioenergie zugeordnet: Die Analyse der “Nationalen Aktionspläne“ für erneuerbare Energie von 27 EU Mitgliedsstaaten ergibt, dass die Ausbauziele 2020 für den Sektor Wärme und Kühlung zu 80% auf Biomasse basieren (Anstieg ab 2010 von 28,6 Mtoe auf 75,4 Mtoe). Im Sektor Strom liegt der Wert bei 17,5% (Anstieg ab 2010 von 8,4 Mtoe auf 17,2 Mtoe) und im Sektor Transport bei 87,6% (Anstieg ab 2010 von 4,8 Mtoe auf 12,8 Mtoe) (BEURSKENS et al. 2011). Welche Auswirkungen die aktuellen

energetischen Biomassenutzungen auf Ressourcen schon haben und mit welchen weiteren Entwicklungen zu rechnen ist, werden im Folgenden dargestellt.

Das Anbauflächenpotenzial für Biomasse auf Grün- und Ackerland (unter Einbeziehung von Kurzumtriebsplantagen wird in Deutschland nach unterschiedlichen Modellen für den kommenden beiden Jahrzehnte auf 14 bis 43% der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche geschätzt, das sind zwischen 2,5 und 7,3 Mio. Hektar (BMU 2010, DLR et al. 2012, OFFERMANN et al. 2011, WI & RWI 2008). Ob Potenziale von mehr als 3 Mio. Hektar allerdings tatsächlich zu aktivieren sind, muss bezweifelt werden, bzw. würde deutliche Änderungen in anderen Produktions- und Konsumsektoren voraussetzen. Aktuell werden rund 2,3 Mio. Hektar für die Produktion energetischer Biomasse genutzt; das entspricht ca. 18% der gesamten Ackerflächen in Deutschland. Mit ca. 1 Mio. Hektar jährlicher Anbauflächen (die seit einigen Jahren nahezu konstant ist) hat der Rapsanbau den höchsten Anteil unter den Energiepflanzen.

Die Anbaufläche von Energiepflanzen zur Verwertung in Biogasanlagen – und hier vor allem Mais – hat sich in Deutschland von rund 5.000 Hektar im Jahr 2003 auf rund 1,3 Mio. Hektar in 2014 erhöht (BMWV 2015). Mit der letzten EEG Novelle ist der Zubau weiterer Biogasanlagen allerdings nahezu zum Erliegen gekommen, so dass sich dieser Flächenbedarf zumindest mittelfristig auch nicht signifikant weiter erhöhen dürfte. Abgesehen von negativen ökologischen Begleiterscheinungen der Biomasseproduktion (s. Infobox 1) ist auch die energetische Effizienz bei der Mehrzahl aller Anlagen kritisch zu hinterfragen. Dazu wäre eine konsequente Abwärmenutzung unerlässlich, doch bei rund Zweidrittel aller Anlagen in Deutschland findet bislang keine bzw. keine sinnvolle Verwertung der bei der Stromerzeugung anfallenden (Ab-)Wärme statt.

Als Illusion hat sich das Konzept von so genannten Kurzumtriebsplantagen (KUPs), also Anbauflächen von schnellwachsenden Baumarten erwiesen. Diese sollten bis zum Jahr 2020 auf rund 1,3 Mio. Hektar bislang landwirtschaftlich genutzter Flächen angelegt werden. Trotz großem Forschungsaufwand in diesem Sektor und medialer Präsenz ist die reale Situation äußerst bescheiden. Derzeit gibt es bundesweit nach verschiedenen Einschätzungen zwischen minimal 3.500 und maximal 6.000 Hektar; die Flächen sind tendenziell fallend (AUST 2012, NABU & BOSCH & PARTNER 2012, FNR 2015).

Wenn nicht auf umweltsensitiven Standorten wie artenreichen Grünlandstandorten begründet, könnten KUPs durchaus eine sinnvolle Nutzungsalternative sein. Es gibt eine simple Erklärung für die Diskrepanz zwischen Vision und Realität: Es ist die fehlende Wirtschaftlichkeit für KUPs, denn Einnahmen gibt es nur alle vier oder fünf Jahre und auch diese sind nicht im Voraus kalkulierbar, während Pachten jährlich bezahlt werden müssen. Durch die in vielen Regionen bis vor kurzem extreme Flächennachfrage für Anbaubiomasse für Biogasanlagen und auch die ständigen Produktionsausweitungen in der normalen Landwirtschaft war und ist die die Flächennachfrage hoch. Damit sind auch die Pachtpreise teils extrem gestiegen und KUPs sind nicht konkurrenzfähig.

Infobox 1: Ökologische Folgewirkungen des Biomassebooms

- Verengung der Fruchtfolgen: Da einige wenige Kulturen - insbesondere Mais - in der Biogasnutzung eine besonders hohe Energieausbeute erbringen, erhöht sich deren flächenmäßiger Anteil gegenüber anderen Feldfrüchten.
- Aufgabe von Brachen: Im Rahmen der Novellierung der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) der EU - dem so genannten Health Check wurde 2009 die obligate Flächenstilllegung aufgegeben. Extensivflächen und Strukturelemente, die auf diesen Flächen entstanden waren, wurden in der Folge in kürzester Zeit wieder in eine intensive Nutzung genommen. Weiterhin verlieren aufgrund der hohen Deckungsbeiträge der agrarisch erzeugten energetischen Biomasse Agrar-Umwelt- und Vertragsnaturschutzprogramme an Attraktivität.
- Nutzungsänderungen und veränderte Erntetermine: Aufgrund der veränderten Kulturfolgen (z.B. Zweikulturnutzung) und Verschiebung von Ernteterminen (z.B. frühe Ernte von Grünroggen) gibt es auf den Ackerflächen kaum noch Ruhezeiten. Die Aussamung von Ackerwildkräutern findet nicht mehr statt und auch die Populationen von Niederwild und Boden-brütenden Feldvogelarten gehen signifikant zurück. Artenreiches Grünland geht weiterhin durch erhöhte Schnitthäufigkeit und zunehmende Düngung verloren oder wird zu Gunsten von Ackernutzungen umgebrochen.
- Defizite in den Humusbilanzen: Durch die Entnahme der ganzen Pflanze für Ganzpflanzensilage und Ausbringung der Gärreste auf anderen als den Entnahmeflächen (insbesondere bei Zulieferung für große NawaRo-Anlagen ohne Kreislaufwirtschaft) können Humusbilanz, Bodenstruktur und Edaphon negativ beeinträchtigt werden.
- Erhöhung der Bodenerosion: Mit dem wachsenden Flächenanteil der Hackfrucht Mais, die zunehmend auch auf suboptimalen Standorten angebaut wird, verschärft sich je nach Hangneigung und Bodenbeschaffenheit die Problematik der Bodenerosion.
- Erhöhter Pflanzenschutzmitteleinsatz aufgrund der Zunahme des Schädlingsbefalls und Krankheitsdrucks: Aufgrund der Verengung der Fruchtfolgen und der Konzentration auf einige wenige Fruchtarten ist eine Zunahme des Befallsrisikos durch Schädlinge und Krankheiten vorprogrammiert.

Expertenmeinungen gehen davon aus, dass noch auf lange Sicht erhebliche und bislang ungenutzte Holzpotentiale für energetische Nutzungen in unseren Wäldern existieren (POLLEY & KROIHER 2006, POLLEY et al. 2009, OECD & FAO 2011).

Welche Entwicklungen in den vergangenen Jahren eingetreten sind bzw. erwartet werden, zeigen folgende Zahlen und Prognosen für den Gesamtverbrauch der Ressource Holz, die auch mobilisierte Altholzmengen beinhaltet (WBGU 2008, MANTAU 2009, DLR et al. 2012):

- Holzverbrauch 2001 in Deutschland ca. 75 Mio. m³ Holz, realer Einschlag ca. 59 Mio. m³ (davon ca. 55 Mio. m³ für stoffliche und ca. 20 Mio. m³ für energetische Verwendungen).
- Holzverbrauch 2010 in Deutschland ca. 142 Mio. m³ Holz, vermuteter realer Einschlag 96 Mio. m³ (davon ca. 84 Mio. m³ für stoffliche und ca. 58 Mio. m³ für energetische Verwendungen).
- Prognostizierte Holznachfrage für 2020 in Deutschland ca. 180 Mio. m³ Holz, möglicher realer Einschlag 104 Mio. m³ (davon 96 Mio. m³ für stoffliche und 81 Mio. m³ für energetische Verwendungen).

Die prognostizierte Holznachfrage für das Jahr 2020 in Beziehung gesetzt zum real nachhaltig mögliche Einschlag und einer nicht weiter zu erhöhenden Altholzmobilisierung führen zum Konstrukt einer so genannten "Holzlücke", die bereits in einer Dekade rund 30

Mio. m³ betragen soll. Für EU-Europa wird von einem Defizit von mindestens 150 Mio. m³ ausgegangen (MANTAU et al. 2010).

Interessant sind Ergebnisse von Studien des von Thünen Institutes und der Arbeitsgemeinschaft Rohholz (HOLZZENTRALBLATT 2012), dass sich die Bundesregierung in ihren Einschätzungen zu den verfügbaren Potentialen für den weiteren Ausbau der Biomassenutzung auf falsche Zahlen bezieht (IEA 2007). Danach wurden im Jahr 2011 rund 56 Mio. m³ Holz geerntet, was nach Experteneinschätzungen der so genannten Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung (WEHAM) etwa 72% des geschätzten nutzbaren Rohholzaufkommens von 79 Mio. m³ entspricht. Schon die Erhebungen aus der Zwischenwaldinventur 2008 zeigten allerdings, dass die amtlichen Holzeinschlagsstatistiken nicht die tatsächliche Nutzung widerspiegeln, denn rund 50% des Brennholzes wird statistisch gar nicht erfasst. Der Grund: Energieholz wird häufig von nicht befragten Kleinbetrieben unter zehn Hektar gehandelt, erhebliche Brennholzmengen werden auf nachbarschaftlicher Ebene vermarktet oder von Waldbesitzern direkt zur Deckung des Eigenbedarfs verwendet. Damit werden jährlich also schon rund 70 Mio. m³ Holz eingeschlagen, was ca. 90% des nutzbaren Potenzials entsprechen würde.

Bestätigt wurden diese Einschätzungen durch aktuell Ergebnisse der Bundeswaldinventur III: Danach liegt der Holzzuwachs in Deutschland pro Jahr bei 121,6 Mio. Vfm (= Vorratsfestmeter). Davon verbleiben 7,8 Mio. Vfm als Totholz im Wald, weitere 15,3 Mio. Vfm dienen dem Vorratsaufbau. Abzüglich der Ernteverluste und Rinde verbleibenden 75,7 Mio. Efm (= Erntefestmeter) als theoretische Nutzungsmenge. Tatsächlich lag die jährliche Nutzung in Deutschland im Zeitraum von 2002 bis 2012 also schon bei durchschnittlich 76 Mio. Efm (BMEL 2014).

2.3 DIE GLOBALE DIMENSION DER ENERGETISCHEN UND STOFFLICHEN BIOMASSENUTZUNG

In Deutschland und in den EU Staaten positioniert sich die Bioenergie als mögliche Alternative zum Ersatz von fossil-nuklearen Energien. Auf dem globalen Schauplatz hat sie eine ganz andere energiepolitische Dimension: Bis 2030 soll der Weltenergiebedarf gegenüber heute um etwa die Hälfte zunehmen und sich bis 2060 sogar verdoppeln. Bioenergie soll nicht nur helfen, die versiegenden fossilen Rohstoffquellen zu ersetzen, sondern auch den zusätzlichen Bedarf zu decken (s. auch Infobox 2).

Moderne Bioenergie (vor allem Ethanol, Biodiesel, Biogas, Pellets) wird derzeit mit einem Umfang von ca. 5 EJ pro Jahr genutzt. Das ist ca. 1% des gesamten globalen Primärenergiebedarfs oder 10% Anteil an der gesamten globalen traditionellen Bioenergienutzung von rund 50 EJ pro Jahr (s. Infobox 2). Der jährliche Welthandel mit Bioenergie beträgt weniger als 1 EJ, was sich aber nach Energieszenarien und Prognosen rasch ändern soll. Diese gehen davon aus, dass der Welthandel in den kommenden beiden Jahrzehnten auf über 100 EJ/Jahr ansteigen wird

(UNECE & FAO 2006, UNECE et al. 2007, FAAJ 2008, WI & RWI 2008, JUNINGER et al. 2011, OECD & FAO 2011, OFFERMANN et al. 2011, SLADE et al. 2011, BBSR 2012, IEA 2013).

Infobox 2: Dimensionen des Energiebedarfs

Große Energiemengen werden in Exa Joule (EJ) angegeben. 2010 betrug der globale Primärenergieverbrauch ca. 500 EJ. In der globalen Bilanz müssen noch ca. 10 % diffuse Bioenergiemengen (ca. 50 EJ) hinzugerechnet werden, das ist z.B. Holz und Dung, was in vielen ländlichen Regionen in den Entwicklungs- und Schwellenländern bis heute die ausschließliche Energieform ist und auch bleiben wird.

Nach Einschätzung der Weltenergie-Agentur wird der globale Primärenergiebedarf bis zum Jahr 2030 gegenüber 2010 um 50 % auf dann ca. 750 EJ zunehmen. Der Anteil "moderner" Bioenergien wird in moderaten Szenarien auf 100 EJ in progressiveren Studien, mit einem deutlichen Bedeutungsgewinn von Bioenergieträgern der 2. Generation, auf bis zu 300 EJ prognostiziert. Dazu addiert sich weiterhin der diffuse Bioenergieanteil, der aufgrund der wachsenden Bevölkerungen in Armutsländern ebenfalls relativ noch zunehmen wird. Für Deutschland wird für 2010 ein Primärenergieverbrauch von ca. 16 EJ bilanziert. Daran hatten die erneuerbaren Energien einen Anteil von ca. 1,7 EJ, wovon wieder ca. 1,3 EJ auf das Segment Biomasse entfallen.

Diese Einschätzungen werden von Studien getragen, die enorme technische Potentiale ermitteln, die für die Bereitstellung und Produktion von moderner Bioenergie (vor allem für Treibstoffe) und bioökonomischen Produkten im Zeithorizont bis 2050 prinzipiell aktivierbar wären. Basisannahme fast aller Modellierungen ist, dass devastierte Flächen in großem Umfang für Energiepflanzenanbau erschlossen werden und dass enorme Reststoffpotentiale aktiviert werden können. Die im Folgenden wird das als maximal darstellbar erachtete Bioenergiepotentiale (mBP) aus verschiedenen Studien mit dem globalen Primärenergieverbrauch (PEV) von ca. 500 EJ im Jahr 2011 in Bezug gebracht:

- 170 EJ, entspricht 35% des PEV (UNECE et al. 2007).
- 300 EJ, entspricht 60% des PEV (PIEPRZYK 2009).
- 500 EJ, entspricht 100% des PEV (DROSSART & MÜHLENHOFF 2010).
- 1.000 EJ, entspricht 200% des PEV (LADANAI & VINTERBÄCK 2009).
- 1.100 EJ, entspricht 220% des PEV (IEA 2007).
- 1.300 EJ, entspricht 260% des PEV (SMEETS et al. 2007).

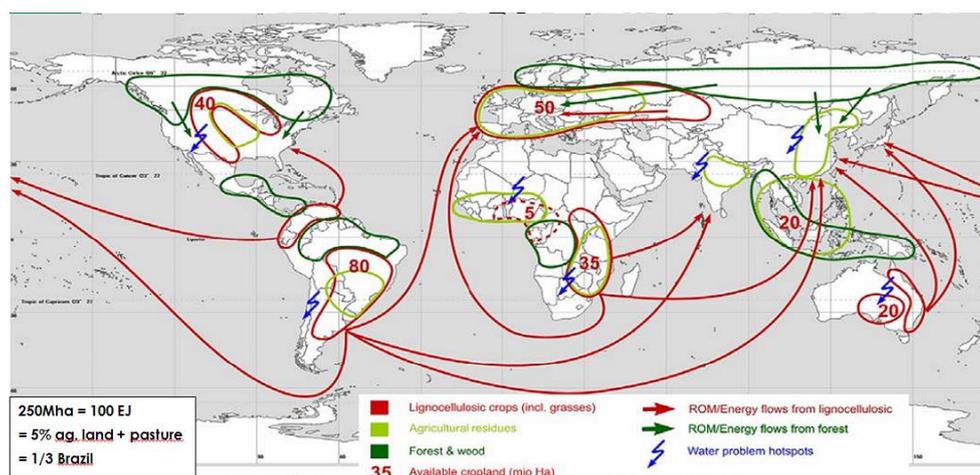
Zwar analysieren die genannten Studien durchaus, dass diese technisch gesehenen Potentiale nicht automatisch den wirtschaftlichen Potenzialen entsprechen, dennoch sind bedenkliche Schlussfolgerungen zu ziehen:

- (1) Alle Szenarien gehen von einem weiterhin ungebremst zunehmenden Energiebedarf aus, der auf jeden Fall befriedigt werden soll und suggerieren, dass dies theoretisch problemlos über die Bereitstellung von Biomasse möglich ist und dass die dafür notwendigen enormen Landressourcen zum Anbau von Energiepflanzen theoretisch zur Verfügung stehen.
- (2) Es werden mit Überzeugung und Selbstverständlichkeit geographische Regionen und Länder mit entsprechenden Potenzialen benannt, als wenn es dort keine Bevölkerung und selbst bestimmende Staaten geben würde, bzw. es wird abgeleitet, dass der Anbau

von Energiepflanzen mit signifikantem Wohlstands- und Wohlfahrtsgewinn für diese Länder verbunden ist.

Gehandelt werden derzeit vor allem flüssige (Biodiesel, Ethanol) und feste Bioenergieträger (Pellets). Allerdings ist die künftige Entwicklung des Welthandels mit Bioenergieträgern aktuell schwer abzuschätzen, da Länder wie die EU Staaten, USA, Brasilien und auch China eigene nationale Ziele zum Ausbau der Bioenergie beschlossen haben und damit potenzielle Exportmengen in diesen Ländern gebunden werden. Es ist daher überschaubar, welche Länder und geographische Regionen theoretische Produktions- und Lieferkapazitäten für Bioenergieträger haben. Quelle: Überarbeitet nach IEA (2011).

Abb. 2-1 zeigt aus einer Zusammenstellung der Internationalen Energie Agentur (IEA 2011) ein grobes Bild des angenommenen Bioenergiehandels und der Volumina für das Jahr 2020. Es wird geschätzt, dass dann energetische Biomasse von rund 250 Mio. ha Flächen (bestehend aus Rodung hervorgegangene Agrarflächen, Forstplantagen) international gehandelt wird; dazu addieren sich die Flächen für die jeweiligen nationalen Märkte.



Quelle: Überarbeitet nach IEA (2011).

Abb. 2-1: Mögliche Bioenergie-Handelsströme bis 2020 und die dafür notwendigen Flächen

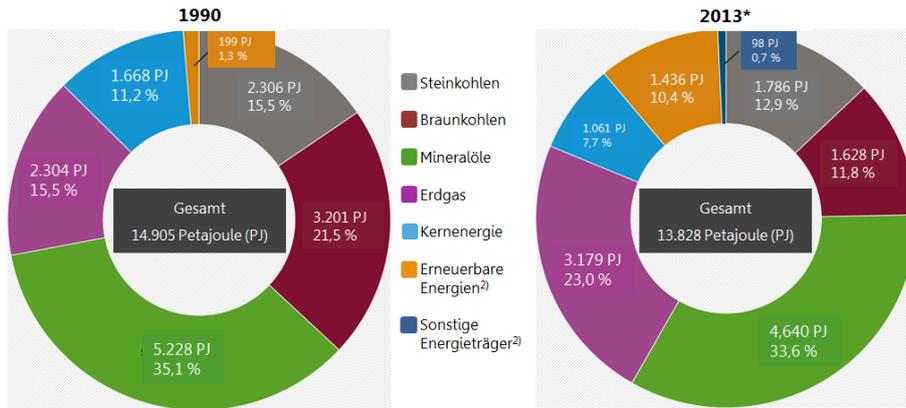
Mit steigender Weltbevölkerung und dem sich westlichen Standards immer stärker annähernden Konsumverhalten in vielen asiatischer Ländern ist Holz nun nicht in erster Linie als Energieträger, sondern als Rohstoff für stoffliche Nutzungen begehrt; gleichzeitig schrumpfen vor allem in Südostasien die Waldflächen extrem. Ein Indikator für den boomenden Markt ist der drastisch zunehmende illegale Holzeinschlag, der mit der Nachfrageexplosion und hohen Gewinnen global agierende kriminelle Netzwerke entstehen lässt, wie es eine aktuelle Studie der Worldbank erschreckend dokumentiert (PEREIRA-GONCALVES ET AL. 2012). Nur vereinzelt gibt es bislang Warnungen, wie von SCHULZE ET

AL. (2012), dass die verstärkte globale Holznutzung auch mit negativen Klimawirkungen korrelieren kann.

Gut beschrieben ist die zunehmend globale Dimension der energetischen Biomassennachfrage mit dem neuen Unwort "Landgrabbing". Darunter werden Aktivitäten zusammengefasst, bei denen mittels Käufen oder Pachtverträgen von Staaten, von global tätigen Unternehmen und auch von privaten Investoren aus Industrieländern (1) bislang extensiv genutzte Agrar- und Forstflächen dem jeweiligen nationalen Markt entzogen werden und Biomasse für den Export angebaut wird und (2) primäre und bislang ungenutzte Ökosysteme genutzt werden, was in aller Regel die Rodung von Urwäldern bedeutet. Die nachfolgenden Nutzungen sind die Anlage von Holzplantagen (vor allem Eukalyptus) oder von Plantagen mit Ölpflanzen wie Ölpalmen und Jatropha. Dies geschieht derzeit vor allem in Ostafrika und Madagaskar aber auch in Armutsländern Asiens und Südamerikas. Es geht um gewaltige Flächen und sehr viel Geld. Rund 300 Mio. Hektar Land sind nach Expertenschätzungen allein im Zeitraum 2001 bis 2011 in Entwicklungs- und Schwellenländern an ausländische Investoren verpachtet und verkauft worden, was der Größe Westeuropas entspricht (EC 2010, OXFAM 2011). Davon wiederum sind ca. 84 Mio. ha Agrarflächen, wovon wieder alleine ca. 56 Mio. ha in Afrika liegen (ANSEEUW et al. 2012).

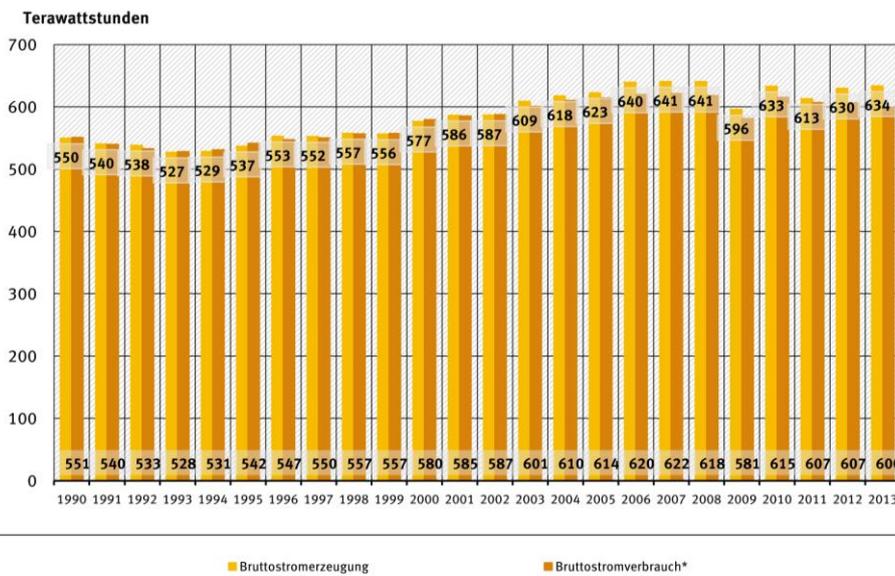
2.4 FAZIT

Die bislang der Energiewende zugrunde liegenden Modellierungen verlangen nicht nur eine Substitution der fossil-nuklearen Energiebereitstellung durch erneuerbare Energieträger, sondern umfassen auch einen zwingenden Rückgang des Primärenergiebedarfs. Diese sollen und müssen durch massive Einsparungen (Verbrauchsrückgang) durch Effizienz- und Suffizienzstrategien erreicht werden. Doch wie sieht die Realität aus? Abb. 2-2 zeigt die Entwicklung des Primärenergieverbrauchs für Deutschland für den Zeitraum 1990 bis 2013. Deutlich wird, dass es in den zurückliegenden 15 Jahren an Diskussionen und strategischen Umsetzungen zur Energiewende zwar zu einem beachtlichen Anstieg der erneuerbaren Energieträger gekommen ist, gleichzeitig aber sind in der Summe kaum signifikante Energieeinsparungen festzustellen (UBA 2015). Zusätzlich ist noch zu bemerken, dass in diesem Zeitraum rohstoff- und energieintensive Produktionsketten zunehmend ins Ausland verlagert wurden und material- und energieintensive Vorprodukte zu immer höheren Anteilen importiert werden. Im Gegenteil ist festzustellen, dass es im Segment der elektrischen Energie sogar zu einem Anstieg der Bruttostromerzeugung gekommen ist (s. Abb. 2-3 und UBA 2015).



Quelle: AG Energiebilanzen, Auswertungstabelle zur Energiebilanz für Deutschland mit Stand 09/2014 (http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/384/bilder/2_abb_entw-pev-energetraeger_2014-10-06_0.png).

Abb. 2-2: Entwicklung des Primärenergieverbrauchs² für fossiler und erneuerbarer Energieträger³ in Deutschland von 1990 bis 2013.



* Einschließlich Netzverluste und Eigenverbrauch.

Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen: Sondertabelle Bruttostromerzeugung in Deutschland von 1990 bis 2013 nach Energieträgern, Stand: 10/2014

Quelle: <http://www.umweltbundesamt.de/daten/energiebereitstellung-verbrauch/stromerzeugung>

Abb. 2-3: Entwicklung der Bruttostromerzeugung in Deutschland von 1990 bis 2013.

² Berechnungen auf Basis des Wirkungsgradansatzes.

³ Bis 1999 Erneuerbare Energien mit sonstigen Energieträgern, bis 2000 getrennte Erfassung. Sonstige Energieträger sind: Nichterneuerbare Abfälle, Abwärme und Außenhandelsaldo Fernwärme.

Da der Export an elektrischer Energie anteilmäßig vernachlässigbar ist, ist dies mit einem gestiegenen Binnenverbrauch identisch. Erklärungen hierfür sind unterschätzte Rebound und Backfire-Effekte, aber auch eine ansteigende konsumptive Nachfrage nach elektrischer Energie (z. B. Telekommunikation, elektroenergetischer Bedarf im Steuerungs- und Komfortsektor). Sollte sich die Elektromobilität unerwartet im kommenden Jahrzehnt am Markt etablieren, ist von einem sogar drastischen Mehrbedarf auszugehen. Es stellen sich daher die keineswegs hypothetischen Fragen:

- (1) Müssen erneuerbare Energien bei bleibenden Ausbauzielen (Anteil an der Energieversorgung) bei wenig oder nicht fallendem Energieverbrauch nicht sogar in beschleunigtem Maße und in deutlich stärkerem Ausmaß ausgebaut werden?
- (2) Sind die damit verbundenen Entwicklungen tatsächlich ohne zusätzliche erhebliche Belastungen anderer gesellschaftlicher und politischer Ziele zu erreichen, die schon bei dem derzeit noch kleinen Anteil der erneuerbaren Energien beeinträchtigt werden (u. a. Naturschutz- und Biodiversitätsziele)?

Am Beispiel der Bioenergie wird dargestellt, dass diese Form der erneuerbaren Energien trotz zahlreicher positiver Aspekte auch Grenzen aufweist und neuartige Problemfelder verursacht. Nach wie vor ist auf nahezu allen räumlichen Ebenen (national und global gesehen) ein anhaltender Verlust biologischer Vielfalt zu verzeichnen. Wichtigster "Driver" ist der Lebensraumverlust durch direkte oder indirekte Landnutzungsänderungen, wobei wiederum Land- und Forstwirtschaft die mit Abstand wichtigsten Faktoren sind. Es wird deutlich, dass die deutsche und europäische Energiewende und die weltweite anhaltende Energienachfrage hinsichtlich ihrer negativen Umweltwirkungen reflektiert werden muss.

Bioenergie hat in den aktuellen energiepolitischen Szenarien (mit fortschreitender technischer Innovation möglicherweise auch nur vorübergehend) eine wichtige Bedeutung: Sie ist grundlastfähig, speicherbar und zur Spitzenlaststromerzeugung geeignet. Bioenergie ist somit in der Lage, den Nachteil fast aller anderen erneuerbaren Energien – ihre oftmals nur fluktuative Verfügbarkeit – zumindest zum Teil auszugleichen. Elektrische Energie, die über Biomasse erzeugt wird, ist aber bedingt durch die geringe energetische Dichte und i.d.R. hohen Logistik- und Prozesskosten im Vergleich zu Energie, die über Wind- oder PV Anlagen erzeugt wird, mindestens um den Faktor 2 teurer. Dies impliziert auch, dass abgesehen von begrenzten Potenzialen, energetische Biomasse besonders effizient genutzt werden sollte.

Selbst bei optimierter und nachhaltiger Erschließung wird Biomasse auch in Zukunft nur einen sehr kleinen Teil unseres Bedarfs an Primärenergie liefern können, nach Expertenschätzungen sind das zwischen 5 und 8 % unseres Gesamtbedarfs an Primärenergie. Es lohnt sich daher nicht, den letzten Quadratmeter Wald oder Landwirtschaftsfläche noch zu erschließen und andere wichtige Funktionen unserer Landschaften und Ökosysteme dafür auf dem Altar einer nur sektoral geführten Nachhaltigkeitsdebatte zu opfern.

2.5 LITERATURVERZEICHNIS

AEE (AGENTUR FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN): <http://www.unendlich-viel-energie.de/>

ANSEEUW, W., BOCHE, M., BREU, T., GIGER, M., LAY, J., MESSERLI, P. & NOLTE, K. (2012): Transnational land deals for agriculture in the global South - analytical report based on the Land Matrix Database.- CDE/CIRAD/GIGA, Bern/Montpellier/Hamburg, 50 S.

AUST, C (2012): Abschätzung der nationalen und regionalen Biomassepotentiale von Kurzumtriebsplantagen auf landwirtschaftlichen Flächen in Deutschland.- Inaugural-Dissertation Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Brsg., 146 S.

BBSR (BUNDESINSTITUT FÜR BAU-, STADT- UND RAUMFORSCHUNG) (2012): Globale und regionale Verteilung von Biomassepotenzialen - Status-quo und Möglichkeiten der Präzisierung.- BMVBS-Online-Publikation, Nr. 27/2010. 128 S.

BEURSKENS, L.W.M., HEKKENBERG, M. & VETHMAN, P. (2011): Renewable energy projections as published in the National Renewable Energy Action Plans of the European Member States covering all 27 EU Member States with updates for 20 Member States.- Studie European Environmental Agency (EEA / ECN-E-10-069), Kopenhagen, 270 S.

BMEL (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT) (2014): Der Wald in Deutschland. Ausgewählte Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur. www.bml.de. 52 S.

BMWI (BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE) (2015): <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/erneuerbare-energien.html>

BMELV (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ) (2013): Biobasierte Polymere - Kunststoffe der Zukunft - Vorträge zum BMELV-Fachkongress Biobasierte Polymere - Kunststoffe der Zukunft 25./26. September 2012 in Berlin.- Gülzower Fachgespräche Bd. 41, 351 S.,

BMU (BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT) & BMELV (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ) (2010): Nationaler Biomasseaktionsplan für Deutschland - Beitrag der Biomasse für eine nachhaltige Energieversorgung, Berlin, 32 S.

DLR (DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT- UND RAUMFAHRT), SITT (STUTTGART INSTITUT FÜR TECHNISCHE THERMODYNAMIK), IWED

(FRAUNHOFER INSTITUT FÜR WINDENERGIE UND ENERGIESYSTEMTECHNIK) & IFNE (KASSEL INGENIEURBÜRO FÜR NEUE ENERGIE) (2012): Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global (Schlussbericht).- Studie im Auftrag des BMU, 345 S., Berlin.

DROSSART, I. & MÜHLENHOFF, J. (2010): Holzenergie – Bedeutung, Potenziale, Herausforderungen.- (Hrsg.: Agentur für Erneuerbare Energien e.V.), Renew's Spezial 43, Berlin, 24 S.

EC (EUROPEAN COMMISSION) (2010): Report from the Commission on indirect land-use change related to biofuels and bioliquids.- COM (2010) 811 final, Brüssel, 13 S.

FAAJ, A. (2008): Bioenergy and global food security.- Externe Expertise für das WBGU Hauptgutachten "Welt im Wandel: Bioenergie und nachhaltige Landnutzung", Berlin, 38 S.

FNR (FACHAGENTUR FÜR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE E.V.) (2015): <http://mediathek.fnr.de/grafiken.html>

HOLZZENTRALBLATT (2012): AGR bezweifelt amtliche Holzeinschlagsstatistik.- Nr. 21 vom 25.05.2012.

IEA (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY) (2007): Potential contribution of bioenergy to the world's future energy demand. IEA Bioenergy EXCO: 2007 (02), Rotorua, New Zealand, 12 S.

IEA (International Energy Agency) (2011): Developing Sustainable Trade in Bioenergy Summary and Conclusions from the IEA Bioenergy ExCo65 Workshop in Nara City, Japan on 12 May 2010, 20 S. <http://www.ieabioenergy.com/MediaItem.aspx?id=6880>

IEA (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY) (2013): World Energy Outlook 2013, OECD Publishing, 708 S.

JUNGINGER, M, VAN DAM, J, ZARRILLI, S., FATIN, A.M., MACHAL, D. & FAAIJ, A. (2011): Opportunities and barriers for international bioenergy trade.- In: Energy Policy (Hrsg: OECD) Vol. 39, 2028–2042.

LADANAI, S. & VINTERBÄCK, J. (2009): Global potential of sustainable biomass for energy.- SLU Report, Uppsala, 32 S.

MANTAU, U., ANTTILA, P., ASIKAINEN, A., LEEK, N., LINDNER, M., OLDENBURGER, J., PRINS, K., SAAL, U., STEIERER, F & VERKERK, H. (2010): EUwood - Real potential for changes in growth and use of EU forests. Final report. Hamburg, 2010. 160 S.

MANTAU, U. (2009): Holzrohstoffbilanz Deutschland: Szenarien des Holzaufkommens und der Holzverwendung bis 2012.- In: SEINTSCH, B., DIETER, M. (Hrsg.) Waldstrategie 2020. Tagungsband zum Symposium des BMELV 10.-11. Dez. 2008, Berlin, 27-36.

NABU (NATURSCHUTZBUND DEUTSCHLAND) & BOSCH & PARTNER GMBH (2012): Naturschutzfachliche Anforderungen für Kurzumtriebsplantagen.-Studie, Berlin, 32 S.

OECD & FAO (2011): Agricultural Outlook 2013-2022, OECD Publishing, http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2013-en, 326 S.

OFFERMANN, R., SEIDENBERGER, T., THRÄN, D., KALTSCHMITT, M., ZINOVIEV, S. & MIERTUS, S. (2011): Assessment of global bioenergy potentials, in: Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 2011 / 16, 103-115, doi: 10.1007/s11027-010-9247-9.

OXFAM (2011): Land and Power - The growing scandal surrounding the new wave of investments in land.- Oxfam Briefing Paper 151, Oxford, 51 S.

PEREIRA-GONCALVES, M., PANJER, M., GREENBERG T.S. & B. MAGRATH, W.B. (2012): Justice for Forests - Improving Criminal Justice Efforts to Combat Illegal Logging.- (Hrsg: The World Bank), World Bank Series, R67, Washington, 56 S.

PIEPZYK, B. (2009): Globale Bioenergienutzung – Potenziale und Nutzungspfade: Analyse des WBGU-Gutachtens “Welt im Wandel: Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige Landnutzung”.- Studie im Auftrag der Agentur für Erneuerbare Energien, Berlin, 30 S.

POLLEY, H., & KROIHER, F.(2006): Struktur und regionale Verteilung des Holzvorrates und des potenziellen Rohholzaufkommens in Deutschland im Rahmen der Clusterstudie Forst- und Holzwirtschaft. Arbeitsbericht Institut für Waldökologie und Waldinventuren 2006/3. BBF, Eberswalde: BFH.

POLLEY, H., HENNING, P. & SCHWITZGEBEL F. (2009): Holzvorrat, Holzzuwachs, Holznutzung in Deutschland.- AFZ/DerWald 64, 1076-1077.

SCHULZE, E.-D., KÖRNER, C., LAW, B., HABERL, H. & LUYSSAERT, S. (2012): Large-scale bioenergy from additional harvest of forest biomass is neither sustainable nor greenhouse gas neutral.- Blackwell Publishing Ltd, GCB Bioenergy (2012), doi: 10.1111/j.1757-1707.2012.01169.x

SLADE, R., SAUNDERS, R., GROSS, R. & BAUEN, A. (2011): Energy from biomass: The size of the global resource- An assessment of the evidence that biomass can make a

major contribution to future global energy supply.- Imperial College Centre for Energy Policy and Technology for the Technology and Policy Assessment Function of the UK Energy Research Centre, London, 98 S.

SMEETS, E.M.W., FAAIJ, A., LEWANDOWSKI, I.M. & TURKENBURG, W.C. (2007): A bottom-up assessment and review of global bio-energy potentials to 2050.- In: Progress in Energy and Combustion Science 33 (1), 56–106.

UBA (UMWELTBUNDESAMT): <http://www.umweltbundesamt.de/daten/energie-als-ressource/primaerenergieverbrauch>.

UNECE (UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION EUROPE) & FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANISATION OF THE UNITED NATIONS) (2006): European Forest Sector Outlook Study 1960-2000-2020 (Main Report).- Geneva Timber and Forest Study Papers, No.20, Genf, 264 S.

UNECE (UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION EUROPE) & FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANISATION OF THE UNITED NATIONS) & UNIVERSITY HAMBURG (2007): Wood resources availability and demands - implications of renewable energy policies. A first glance at 2005, 2010 and 2020 in European countries.- 74 S.

WBGU (WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT DER BUNDESREGIERUNG GLOBALE UMWELTVERÄNDERUNGEN) (2008): Welt im Wandel - Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige Landnutzung.- Hauptgutachten, Berlin, 388 S.

WI (WUPPERTAL INSTITUT FÜR KLIMA, UMWELT, ENERGIE GMBH) & RWI (RHEINISCH-WESTFÄLISCHES INSTITUT FÜR WIRTSCHAFTSFORSCHUNG ESSEN) (2008): Nutzungskonkurrenzen bei Biomasse -Auswirkungen der verstärkten Nutzung von Biomasse im Energiebereich auf die stoffliche Nutzung in der Biomasse verarbeitenden Industrie und deren Wettbewerbsfähigkeit durch staatlich induzierte Förderprogramme.- Studie für das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWT), Endbericht, Wuppertal, 253 S.

3 KRITERIEN UND INDIKATOREN FÜR EINE NACHHALTIGE WALDBEWIRTSCHAFTUNG

Autoren: Klaus Hennenberg, Rüdiger Unsel, Thomas Weich, Rainer Luick

3.1 FREIWILLIGE STANDARDS UND VERPFLICHTENDE REGELUNGEN IN DEUTSCHLAND

Wälder in Deutschland erfüllen vielfältige Funktionen für Klimaschutz, Biodiversität, Naturhaushalt, Wirtschaft und Gesellschaft. Zum Erhalt dieser Funktionen wird das Grundprinzip einer nachhaltigen Forstwirtschaft schon seit mehr als einhundert Jahren in Deutschland praktiziert. Insbesondere im Hinblick auf den Erhalt der biologischen Vielfalt ist aber festzuhalten, dass gerade gefährdete und bedrohte Arten in deutschen Wäldern nicht im ausreichenden Umfang geeigneten Lebensraum finden. Eine effektive Möglichkeit, um diesen Missstand zu beheben, stellen freiwillige Standards und verpflichtende Regelungen dar, die anhand von Kriterien und aufbauende Indikatoren den Erhalt und die Entwicklung der biologischen Vielfalt adressieren.

Beispielhaft werden im Folgenden ausgewählte freiwillige Standards und verpflichtende Regelungen, die in Deutschland aus Naturschutzsicht als vorbildlich gelten bzw. in Baden-Württemberg Anwendung finden können, zusammenfassend beschrieben (siehe Kap. 3.1.1 bis 3.1.7). Hierzu zählen:

- Feinerschließungsrichtlinie Baden-Württemberg (FR-BAWÜ 2003) (verpflichtend für Staatswald)
- Alt- und Todholzkonzept Baden-Württemberg (AUT-BAWÜ 2010) (verpflichtend für Staatswald)
- Hessische Naturschutzleitlinie (NATSCHR-HE 2010) (verpflichtend für Staatswald)
- FSC-Deutschland (Forest Stewardship Council, FSC 2012) (freiwillig, in Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz und Hessen verpflichtend im Staatsforst)
- PEFC-Deutschland (Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes, PEFC 2014) (freiwillig)
- „Gute fachliche Praxis“ (WINKEL & VOLZ 2003) (freiwillig)
- Renewable Energy Directive (RED 2009, 2009/28/EG) sowie Vorschläge zur Erweiterung auf feste Biomasse (HENNENBERG et al. *in press.*)

3.1.1 Richtlinie zur Feinerschließung Baden-Württemberg

Im Rahmen der Richtlinie der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg zur Feinerschließung von Waldbeständen (FR-BAWÜ 2003) wird die temporäre Befahrung von Waldbeständen zum Zwecke der Waldbewirtschaftung (Feinerschließung) im Landeswald

von Baden-Württemberg geregelt. Es werden zudem aber auch Punkte zu Landschaftspflege und Naturschutz genannt. Aus Naturschutzsicht ist vor allem relevant:

- Keine Beeinträchtigung von geschützten Waldbiotopen (Feuchtgebiete, Trockenbiotop und Flächen mit schützenswerten Arten),
- Keine Beeinträchtigung von gesetzlich geschützten Waldbiotopen und Lebensraumtypen sowie Lebensstätten von FFH-Arten
- Dauerhafte Festlegung von Rückegassen

Im Hinblick auf die dauerhafte Festlegung von Rückegassen ist zu erwarten, dass dies zu einer Stabilisierung der Waldbestände durch temporäre Innensäume (mehr Licht, Wasser und Nährstoffe für die Randbäume) und zu einer Diversifizierung der Licht- und Raumstrukturen in bislang geschlossenen Waldbeständen führt (REDMANN ET AL. 2012).

3.1.2 Alt- und Totholzkonzept Baden-Württemberg

Das Alt- und Totholzkonzept Baden-Württemberg (AUT-BAWÜ 2010) fokussiert auf die Förderung der Alt- und Totholz bewohnenden Arten im Wald sowie die hierzu notwendige Strukturvielfalt. Neben dem Schutz der genannten Arten sollen gleichzeitig andere ökologische sowie ökonomische und soziale Belange bis hin zur Arbeits- und Verkehrssicherheit nicht vernachlässigt werden. Das Alt- und Totholzkonzept ist für den Staatswald in Baden-Württemberg verpflichtend (sukzessive Umsetzung seit 2010) und den Kommunen zur Umsetzung empfohlen. Aus Naturschutzsicht sind folgende Aspekte hervorzuheben, die auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen basieren:

- Einrichtung von Waldrefugien (keine forstliche Nutzung auf Flächen mit einer Flächengröße von mindestens einem Hektar (Altbestände, hoher Anteil an Laubbaumarten))
- Erhalt von Habitatbaumgruppen (Nutzungsverzicht für Gruppen von 12 bis 20 Bäume, Dichte: 1 Habitatbaumgruppe pro 3 ha).
- Schutz wertvoller Einzelbäume (Großhöhlen- und Großhorstbäumen, Bäumen mit Fortpflanzungsstätten von Arten mit geringem Aktionsradius)

3.1.3 Naturschutzleitlinie für den Hessischen Staatswald

Mit der „Naturschutzleitlinie für den Hessischen Staatswald“ (NATSCHR-HE 2010) hat die hessische Landesforstverwaltung im Jahr 2010 einen vorbildlichen Standard zum Erhalt der Biodiversität in den Staatswäldern in Kraft gesetzt. Das Konzept basiert auf vier Modulen:

- Das erste Modul (Naturschutzkodex) ist die Verpflichtung eines jeden Mitarbeiters zum Naturschutz-Grundkonsens im Betrieb.
- Das zweite Modul beinhaltet Bestimmung zu Habitatbäumen (z.B. mindestens drei Habitatbäume pro Hektar bei 100-jährigen Laubholzbeständen) und Maßnahmen zur Störungsminderung von Arten, die im Wald brüten bzw. ihre Jungen aufziehen (z.B.

keine Nutzung in alten Beständen von Mitte April bis Ende August, Mindestabstände von forstlichen Maßnahmen zu Horstbäumen seltener Großvögel).

- Das dritte Modul ist das Kernflächenkonzept (Auswahl von Prozessschutzflächen ohne forstliche Nutzung, angestrebt: 20.000 ha).
- Das vierte Modul umfasst Arten- und Habitatpatenschaften durch Forstämter, die – neben regulären Naturschutzaufgaben – gezielt die Verantwortung zur Förderung bestimmter Arten bzw. Lebensräume übernehmen.

3.1.4 FSC Deutschland

Der weltweit anwendbare FSC-Standard (Forest Stewardship Council) basiert auf zehn Prinzipien sowie zugehörige Kriterien. Die Kriterien werden auf nationaler Ebene entsprechend den Gegebenheiten im Land ausgestaltet. Der deutsche FSC-Standard (FSC 2012) umfasst u.a. folgende Regelungen, die für den Erhalt der Waldbiodiversität relevant sind:

- Schutzgebiete sind etabliert, um seltene, gefährdete und vom Aussterben bedrohte Arten und deren Lebensräume (z.B. Brut- und Nahrungshabitate) zu schützen. Ausgewiesene Naturschutzgebiete und Schutzzonen sind entsprechend der Größe und Intensität der Waldbewirtschaftung und entsprechend der Einmaligkeit der betroffenen Naturgüter eingerichtet.
- Wälder mit hohem Schutzwert werden identifiziert. Bewirtschaftungsmaßnahmen in Wäldern mit hohem Schutzwert erhalten oder vermehren deren Merkmale.
- Annäherung an die Baumartenzusammensetzung, Dynamik und Struktur natürlicher Waldgesellschaften.
- Natürliche Verjüngung hat Vorrang, natürliche Sukzessions- und Differenzierungsprozesse der Waldentwicklung werden genutzt.
- Die Wildbestände werden so reguliert, dass die Verjüngung der Baumarten natürlicher Waldgesellschaften ohne Hilfsmittel möglich wird.
- Bestände mit standortwidriger Bestockung werden langfristig hin zu naturnahen Waldbeständen entwickelt.
- Die Nutzung erfolgt einzelstamm- bis gruppenweise; Kahlschläge werden grundsätzlich unterlassen (Ausnahmen: Umbau statisch labiler, naturferner Bestockungen; Kleinstwaldbesitz < 5 Hektar)
- Für die Erhaltung und Anreicherung eines nachhaltigen Nebeneinanders aller Strukturen und Dimensionen von Biotopbäumen und Totholz ist eine betriebliche Strategie festgelegt und in den Bewirtschaftungsplan integriert. Diese enthält auch Festsetzungen über die Biotopbäume, die dauerhaft im Wald verbleiben und ihrer natürlichen Alterung überlassen werden; langfristig wird ein Orientierungswert von durchschnittlich 10 Biotopbäumen je Hektar angestrebt. Abgestorbene Biotopbäume verbleiben bis zur Zersetzung im Wald.
- Vollbaummethoden werden nicht durchgeführt.
- Repräsentative Beispiele vorhandener Ökosysteme einer Landschaft sind entsprechend des Umfangs und der Intensität der Waldbewirtschaftung und der Einmaligkeit der

betroffenen Naturgüter in ihrem natürlichen Zustand zu erhalten. Forstbetriebe ab 100 ha Holzbodenfläche weisen 5 % ihrer Holzbodenfläche als Fläche mit besonderen Naturschutzfunktionen nach. Je nach Betriebsgröße werden Referenzflächen eingerichtet, die von direkten menschlichen Eingriffen ungestört sind und als Lern- und Vergleichsflächen dienen. Die dort beobachtete natürliche Waldentwicklung dient als Orientierung bei der Waldnutzung.

- Auf Düngung zum Zweck der Ertragssteigerung wird verzichtet.
- Chemische Biozide und biologische Bekämpfungsmittel werden grundsätzlich nicht eingesetzt. Ausnahmen stellen behördliche Anordnungen einer Schädlingsbekämpfung dar.
- Gentechnisch manipuliertes Saat- und Pflanzgut wird nicht eingesetzt.
- Nicht-standortsheimische Baumarten (inkl. Gastbaumarten) werden nur einzel- bis gruppenweise in einem Umfang eingebracht, der die langfristige Entwicklung der Bestände hin zu natürlichen Waldgesellschaften nicht gefährdet.

In 2012 waren knapp 5 % der deutschen Waldfläche nach dem FSC-Standard zertifiziert (FSC 2012). Es ist aber zu erwarten, dass dieser Anteil in den nächsten Jahren ansteigen wird, da die Landesregierungen von Baden-Württemberg, Rheinland Pfalz und Hessen eine Zertifizierung des Staatswaldes und z.T. auch des Kommunal- und Privatwald nach FSC anstreben.

3.1.5 PEFC Deutschland

Der PEFC-Standard (Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes) ist ein weltweit anwendbarer Standard, der – wie der FSC-Standard – auf Prinzipien und Kriterien basiert und auf eine Verbesserung der nachhaltigen Bewirtschaftung der Wälder abzielt. In 2014 waren in Deutschland mit 7,5 Mio. ha etwa 2/3 der Gesamtwaldfläche nach dem PEFC-Standard zertifiziert. Die deutsche Umsetzung der PEFC-Regelungen (PEFC 2014, gültig ab 01.01.2015) zum Schutz der Biodiversität ist in der Tendenz unspezifisch und wird inhaltlich überwiegend bereits durch Landeswaldgesetze abgedeckt. Folgende Regelungen sind in PEFC (2014) zur Waldbiodiversität zu nennen:

- Ausschluss der Endnutzung nicht hiebsreifer Bestände (Nadelbaumbestände unter 50 Jahren und Laubbaumbestände unter 70 Jahren; Ausnahme: schnellwachsende Baumarten, Stockausschlag aus Mittel- und Niederwald und für Maßnahmen zum Umbau ertragsschwacher oder standortwidriger Bestockung).
- Erhaltung und Aufbau von Mischbeständen mit standortgerechten Baumarten, Anstreben eines hinreichenden Teils von Baumarten der natürlichen Waldgesellschaften.
- Förderung seltener Baum- und Straucharten
- Einhalten der Herkunftsempfehlungen für Saat- und Pflanzgut
- Ausschluss der Ausbringung von genetisch modifizierten Organismen im Wald
- Bevorzugung natürlicher Verjüngung, aber andere Verjüngungsverfahren sind möglich.
- Anpassung der Wildbestände

- Unterlassen von Kahlschlägen (außer dringende betriebliche Gründe sprechen für einen Kahlschlag)
- Eine Vollbaumnutzung (alle oberirdischen Baumteile) ist zulässig, es wird aber auf nährstoffarmen Böden im regulären Betrieb von einer Vollbaumnutzung abgesehen. Auf eine Ganzbaumnutzung (ober- und unterirdischen Baumteile) wird verzichtet.
- Auf geschützte Biotope und Schutzgebiete sowie gefährdete Tier- und Pflanzenarten wird bei der Waldbewirtschaftung besondere Rücksicht genommen.
- Erhalt und Förderung von Biotopholz (Horst- und Höhlenbäume, Totholz und besondere Altbäume; keine Mengenangaben).
- Gewässer im Wald werden durch die Waldbewirtschaftung nicht beeinträchtigt.
- Verzicht auf die Neuanlage von Entwässerungseinrichtungen, Zulassen der Pflege vorhandener Entwässerungseinrichtungen
- Düngung zur Steigerung des Holztrages wird unterlassen. Kompensationsmaßnahmen, die der Erhaltung oder der Wiederherstellung der ursprünglichen Standortsgüte dienen, wie Bodenschutzkalkungen, gelten nicht als Düngung im Sinne dieser Regelung. Zudem ist eine Kopfdüngung zur Sicherung des Anwuchserfolges zulässig.
- Anwendung der Methoden des integrierten Waldschutzes (Beschränkung chemischer Pflanzenschutzmittel auf das notwendige Maß) sowie Anwendung von Pflanzenschutzmitteln z.B. als letztes Mittel schwerwiegender Gefährdung oder der Verjüngung nach Maßgabe des Pflanzenschutzgesetzes (Gutachten erforderlich), wobei organisatorische und/oder technische Maßnahmen Vorrang haben.

3.1.6 „Gute fachliche Praxis“ nach WINKEL & VOLZ (2003)

Im Auftrag des Bundesamts für Naturschutz wurden von WINKEL & VOLZ (2003) 17 Kriterien „Guten fachlichen Praxis in der Forstwirtschaft“ zusammengestellt, um den Begriff der nachhaltig ordnungsgemäßen Forstwirtschaft (§ 11 BWaldG) zu präzisieren. Die Kriterien, die vor allem die Waldbiodiversität betreffen, lauten:

- Bevorzugung der Naturverjüngung gegenüber anderen Verjüngungsverfahren
- Sicherstellung von angepassten Wildbeständen, um Verjüngung der Hauptbaumarten ohne Maßnahmen der Wildschadensverhütung möglich zu machen
- Integration sukzessionaler Elemente (Vorwaldstadien, begleitende Weichlaubhölzer) in die Waldentwicklung, Vermeidung des Aushiebs von Pionierbaumarten
- Zulassen von natürlichen Sukzessionsprozessen zur Wiederbegründung von Wald, sofern diese innerhalb einer absehbaren Zeitspanne zu einer Wiederbewaldung der Fläche führen
- Schonung des Waldbodens und des Bewuchses bei der Erschließung des Waldes, Beachtung der Belange des Naturschutzes und der Landschaftspflege, Verzicht auf die Befestigung von Waldwegen mit Schwarzdecken
- Unterlassung von Endnutzungen in Nadelbaumbeständen unter 50 Jahren und in Laubbaumbeständen unter 70 Jahren (Ausnahmen: Niederwaldbestände, sonstige

Stockausschlag- und Weichlaubholzbestände, erheblich geschädigte Bestände, standortsfremde Reinbestände, die umgewandelt werden)

- Schonung von Nist- und Höhlenbäumen bei der forstlichen Nutzung, Abwägung zwischen naturschutzfachlichem Wert und sonstigen forstbetrieblichen Zielsetzungen
- Genereller Verzicht auf die Nutzung von Höhlenbäumen zwischen 1. März und 31. August. Zusätzlich werden Horstbäume und höhlenreiche Bäume generell nicht genutzt
- Erhaltung eines ausreichenden Umfangs von Alt- und Totholzanteilen, seltenen Baumarten, Lichtungen, Waldwiesen und Saumbiotopen; Unterlassung von Maßnahmen, die eine erhebliche Verschlechterung des naturschutzfachlichen Wertes dieser Strukturen hervorrufen
- Beachtung und Vermeidung der Verschlechterung der ökologischen Funktionen von Waldrändern
- Beschränkung des Einsatzes von Pestiziden, Herbiziden und Holzschutzmitteln im Wald auf ein Minimum: Einsatz von Pflanzenschutzmitteln nur als letztes Mittel bei drohenden, schwerwiegenden Waldschäden; grundsätzlicher Verzicht auf den Einsatz von Herbiziden, Vermeidung des Einsatzes von Holzschutzmitteln durch Steuerung des Holzeinschlags und Ausnutzung aller logistischen und organisatorischen Möglichkeiten
- Unterlassen der Einbringung genetisch modifizierter Organismen in den Wald
- Unterlassen der Begründung von Reinbeständen größer drei Hektar mit standortswidrigen oder fremdländischen Baumarten; Anstreben eines Anteils von unter einem Drittel fremdländischer Baumarten auf Betriebsebene. (Ausnahme: Betriebe kleiner 100 ha)
- Orientierung der Düngung am Prinzip der Standörtlichkeit und nur zur Behebung von anthropogen verursachtem Nährstoffmangel; Unterlassung der Verwendung von stickstoffhaltigen Düngern zur Vermeidung der Eutrophierung
- Verbot von Kahlhieben (=einzelstammweise oder flächige Nutzungen größer zwei Hektar, die den Vorrat eines Bestandes auf weniger als 40 von 100 des standörtlichen Holzvorrats absenken; Kahlhiebe sind auch Hiebe größer 0,5 Hektar, wenn die Nutzung Boden und Bodenfruchtbarkeit, Wasserhaushalt oder sonstige Waldfunktionen erheblich beeinträchtigt)

3.1.7 RED-Erweiterung auf feste Biomasse

Im Rahmen der RED (Renewable Energy Directive 2009, 2009/28/EG) werden verpflichtende Nachhaltigkeitsanforderungen für Biokraftstoffe und flüssige Biobrennstoffe festgelegt. Aus Sicht der biologischen Vielfalt werden Primärwälder, Schutzgebiete und Grünland mit großer biologischer Vielfalt genannt. Feste und gasförmige Biomasse unterliegt allerdings nicht der RED (2009). Im Rahmen eines BfN-Projekts zur Erweiterung der Nachhaltigkeitsanforderungen der RED auf feste und gasförmige Biomasse (HENNENBERG et al. *in press.*) wurde herausgearbeitet, dass die RED um zwei Aspekte erweitert werden sollte:

- „Wälder mit großer biologischer Vielfalt“ in Anlehnung an Grünland mit großer biologischer Vielfalt

- Nachhaltiges Waldmanagement (Prinzip 1: keine Übernutzung oder Degradation des Waldes; Prinzip 2: Forstliche Nutzung sichert und fördert den Erhalt der Artenvielfalt und das Vorkommen seltener, gefährdeter und bedrohter Arten)

In dem Vorschlag nach HENNENBERG et al. (*in press.*) wird der Schutz der Waldbiodiversität durch den Schutz der Wälder mit großer biologischer Vielfalt und durch das Prinzip 2 eines nachhaltigen Waldmanagements angestrebt. Die Konkretisierung des Prinzips 2 basiert auf einer Literaturstudie, Länderstudien und Ergebnissen aus Workshops. Zusammenfassend werden folgende mögliche biodiversitätsrelevante Indikatoren genannt:

- Ausreichende Menge an Alt- und Totholz
- Ausreichende Anzahl an Horst- und „Biotopbäumen“
- Ausgeglichene Alterszusammensetzung der Bäume (für Waldtypen zu spezifizieren)
- Die Holzentnahme erfolgt durch fachkundiges Personal.
- Erhalt räumlicher Strukturen (Lichtungen, Waldwiesen, Säume, Waldränder, geologischen Sonderformen, etc.)
- Gewährleistung von störungsfreien Waldbereichen (> 10 ha)
- Einrichtung von Sukzessionswaldinseln (> 1 ha)
- Wiederinitiierung traditioneller Bewirtschaftungsformen, die naturschutzfachlich sinnvoll sind
- Invasive Baumarten werden nicht angebaut.
- Invasive Arten werden gezielt eingeschlagen und nach anerkannten Standards bekämpft, um deren Ausbreitung zu verhindern.
- Genetisch veränderte Baumarten werden nicht angebaut.
- Genetisch veränderte Baumarten werden gezielt eingeschlagen, um deren Ausbreitung zu verhindern.
- Standortgerechte heimische Baumarten werden gefördert.
- Nicht standortgerechte bzw. nicht-heimische Baumarten werden nicht angebaut bzw. vorrangig eingeschlagen.
- Keine Anwendung von Schädlingsbekämpfungsmitteln (außer behördlich angeordnet)
- Eine Fläche von bis zu 5 % der Anbaufläche wird auf Anfrage der zuständigen Behörde als Pufferzonen um sensible Gebiete oder als Biotopverbundflächen zur Verfügung gestellt bzw. entsprechend der behördlichen Anforderungen bewirtschaftet.
- Auf Anfrage der zuständigen Behörde wird das Nutzungsmuster derart angepasst, dass Fragmentierung vermieden wird.

3.2 AUSWAHL AN KRITERIEN UND INDIKATOREN IM PROJEKTKONTEXT

Aufbauend auf diesen freiwillige Standards und verpflichtende Regelungen sowie Vorschlägen zur Erweiterung der RED für feste Biomasse (siehe Kap. 3.1.1 bis 3.1.7) werden Kriterien und Indikatoren ausgewählt, anhand derer gezielt forstliche Maßnahmen im Rahmen des Projekts entwickelt und diskutiert werden (siehe insbesondere Kap. 6

und 6). Es ist zu beachten, dass die ausgewählten Kriterien und Indikatoren – anders als in einem forstlichen Standard – keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben.

Die ausgewählten Kriterien und Indikatoren sind in Tab. 3-1 zusammengefasst. Sie gliedern sich in Kriterien, die den Erhalt und die Entwicklung der biologischen Vielfalt

(3) in wertvollen Gebieten fördert und

(4) in der gesamten Waldfläche Anwendung finden.

Im Hinblick auf wertvolle Gebiete wird angestrebt, das Waldmanagement an die Bedürfnisse von gefährdeten, bedrohten und seltenen Waldarten anzupassen, Managementpläne in Schutzgebieten entsprechend des Schutzziels konsequent umzusetzen und in wertvollen Wäldern ohne Schutzgebietsstatus die Nutzung und Bestandsentwicklung so anzupassen, dass die biologische Vielfalt erhalten bleibt. Zudem wird eine ausreichende Fläche ungenutzter Wälder (Bannwald, Waldrefugien, Prozessschutz) angestrebt (vgl. Tab. 3-1).

In der gesamten Waldfläche sollen Habitatstrukturen erhalten und entwickelt werden, die die biologische Vielfalt fördern, und eine standortgerechte heimische Baumartenzusammensetzung angestrebt werden (vgl. Tab. 3-1). Indikatoren für den Erhalt und die Entwicklung von Habitatstrukturen zielen beispielsweise auf eine ausreichende Menge an Alt- und Totholz, eine ausreichende Anzahl an Horst- und „Biotopbäumen“, die Auflichtung von Wäldern, räumlicher Strukturen wie Lichtungen/Waldwiesen, Waldränder, geologischen Sonderformen und traditionelle Bewirtschaftungsformen ab. Indikatoren für eine standortgerechte heimische Baumartenzusammensetzung umfasst eine Förderung dieser Baumarten bis hin zu einer gezielten Reduktion nicht erwünschter Arten.

Tab. 3-1: Ausgewählte Kriterien und Indikatoren mit einer hohen Relevanz für den Erhalt und die Entwicklung der biologischen Vielfalt in Wäldern

Kriterium	Mögliche Indikatoren	Vollständig oder teilweise adressiert in...
A) Wertvolle Gebiete		
Erhalt und Entwicklung der Lebensstätten von gefährdeten, bedrohten und seltenen Waldarten	Anpassung des Waldmanagements an die Bedürfnisse entsprechender Arten	FSC (2012), FR-BAWÜ (2003), AUT-BAWÜ (2010), NATSCHR-HE (2010), HENNENBERG et al. (<i>in press.</i>)
Erhalt und Entwicklung von Schutzgebieten	Nutzung und Bestandsentwicklung entsprechend des Schutzziels der Schutzgebiete (Managementplan)	FSC (2012), FR-BAWÜ (2003), AUT-BAWÜ (2010), NATSCHR-HE (2010), HENNENBERG et al. (<i>in press.</i>)
Erhalt und Entwicklung von wertvollen Wäldern ohne Schutzgebietsstatus	Nutzung und Bestandsentwicklung, so dass die biologische Vielfalt erhalten bleibt	FSC (2012), AUT-BAWÜ (2010), NATSCHR-HE (2010), HENNENBERG et al. (<i>in press.</i>)
	Gewährleistung einer ausreichenden Fläche ungenutzter Wälder (Bannwald, Waldrefugien, Prozessschutz)	FSC (2012), HENNENBERG ET AL. (<i>in press.</i>)
	Einrichtung von Sukzessionswaldinseln (> 1 ha)	HENNENBERG et al. (<i>in press.</i>)
B) Gesamte Fläche		
Erhalt und Entwicklung von Habitatstrukturen	Ausreichende Menge an Alt- und Totholz, ausreichende Anzahl an Horst- und „Biotopbäumen“	FSC (2012), PEFC (2014), WINKEL & VOLZ (2003), AUT-BAWÜ (2010), NATSCHR-HE (2010), HENNENBERG et al. (<i>in press.</i>)
	Ausreichend Verjüngungsfläche, Sukzessionsflächen, Offenland	FSC (2012), PEFC (2014), WINKEL & VOLZ (2003)
	Auffichtung von Wäldern	BERTILLER & KEHL (2006)
	Ausgeglichene Alterszusammensetzung der Bäume / stufig gemischte Bestände	AUT-BAWÜ (2010), WINKEL & VOLZ (2003), PEFC (2014), HENNENBERG ET AL. (<i>in press.</i>)
	Erhalt und Entwicklung räumlicher Strukturen (Lichtungen/Waldwiesen, Waldränder, geologischen Sonderformen)	WINKEL & VOLZ (2003), FR-BAWÜ (2010), HENNENBERG et al. (<i>in press.</i>)
	Wiederinitiierung traditioneller Bewirtschaftungsformen, die naturschutzfachlich sinnvoll sind	HENNENBERG et al. (<i>in press.</i>)
Erhalt und Entwicklung einer standortgerechten heimischen Baumarten-zusammensetzung	Standortgerechte heimische Baumarten werden gefördert	FSC (2012), PEFC (2014), WINKEL & VOLZ (2003), HENNENBERG et al. (<i>in press.</i>)
	Nicht standortgerechte bzw. nicht-heimische Baumarten werden nicht angebaut bzw. vorrangig eingeschlagen	WINKEL & VOLZ (2003), HENNENBERG et al. (<i>in press.</i>)

Weitere wichtige naturschutzbezogene Kriterien werden in den in Kap. 3.1 angeführten Regelungen und Standards genannt, denen aber im Rahmen dieses Vorhabens eine untergeordnete Bedeutung (z.B. für eine bestandsbezogenen Modellierung) beigemessen wird. Hierzu zählen beispielsweise:

- Schutz vor invasiven Baumarten: Invasive Baumarten sollten nicht angebaut werden. Sie sollten gezielt eingeschlagen und nach anerkannten Standards bekämpft werden, um deren Ausbreitung zu verhindern.
- Schutz vor genetisch veränderten Baumarten: Genetisch veränderte Baumarten sollten nicht angebaut werden. Genetisch veränderte Baumarten sollen gezielt eingeschlagen werden, um deren Ausbreitung zu verhindern
- Schutz vor Pestiziden: Die Anwendung von Schädlingsbekämpfungsmitteln sollte mit minimalen Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt nach dem Stand von Forschung und Technik stattfinden.
- Unterlassen von Kahlschlag: eine Nutzung erfolgt einzelstamm- oder gruppenweise (Ausnahme: Umbau statisch labiler, naturferner Bestockung; Kleinstwaldbesitzer < 5 ha).
- Vermeidung und Behebung von Fragmentierung: Eine weitere Fragmentierung von Wäldern sollte vermieden und nach Möglichkeit reduziert werden (z.B. keine neue Infrastruktur im Wald)
- Erhalt und Entwicklung von Biotopverbundflächen und Pufferzonen: Auf der Landschaftsebene wird nach naturschutzfachlichen Gesichtspunkten ein Biotopverbund umgesetzt und Pufferzonen als Schutzmantel um sensible Gebiete ausgewiesen.
- Erhalt und Entwicklung von Landschaftsdiversität: Auf Landschaftsebene soll durch das Forstmanagement zur Diversifizierung der Landschaftselemente beigetragen werden (dies wird z.T. über die Umsetzung der Kriterien in Tab. 3-1 erreicht)

Neben den naturschutzbezogenen Kriterien spielen für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung weitere umweltschutzbezogene Kriterien (Nährstoffversorgung, Bodenschutz, Gewässerschutz) eine Rolle. Diese Kriterien werden im Rahmen des Vorhabens allerdings nicht differenziert betrachtet, da hier der Fokus auf einer Optimierung des Erhalts der biologischen Vielfalt liegt. Für den Fall, dass einer dieser Aspekte eine Rolle zum Schutz der biologischen Vielfalt spielt, wird er bei der Operationalisierung der in Tab. 3-1 angeführten Indikatoren berücksichtigt (z.B. Nährstoffentzug zum Erhalt und zur Entwicklung der Lebensstätten von gefährdeten, bedrohten und seltenen Waldarten).

3.3 LITERATURVERZEICHNIS

AUT-BAWÜ (2010): Alt- und Totholzkonzept Baden-Württemberg. Landesbetrieb ForstBW, Stuttgart, 37 S.

BERTILLER R. KEHL A. (2006): Lichter Wald. Züricher Wald 5, 9-12.

FSC (FOREST STEWARDSHIP COUNCIL) (2012): Deutscher FSC-Standard, Version 2.3 (FSC F000213), 52 S.

FR-BAWÜ (2003): Richtlinie der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg zur Feinerschließung von Waldbeständen. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Freiburg, 27 S.

HENNENBERG K.; WIEGMANN, K.; HERRERA, R.; HÜNECKE, K.; FRITSCHE, U.; TIMPE, C.; MARGGRAFF, V.; SCHÜMANN, K.; LUICK, R.; KRISMANN, A. (*in press.*) Umsetzung der Biodiversitätsziele bei der nachhaltigen Bioenergienutzung. FKZ 3510 83 0200, Abschlussbericht, Bundesamt für Naturschutz (BfN), Leipzig, 52 S.

NATSCHR-HE (2010): Naturschutzleitlinie für den Hessischen Staatswald. Landesbetrieb Hessen-Forst, Kassel-Bad Wilhelmshöhe, 96 S.

PEFC (PROGRAMME FOR THE ENDORSEMENT OF FOREST CERTIFICATION SCHEMES) (2014): PEFC-Standards für nachhaltige Waldbewirtschaftung. Normatives Dokument PEFC D 1002-1:2014. PEFC Deutschland e.V., Stuttgart, 22 S.

RED (RENEWABLE ENERGY DIRECTIVE) (2009): Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC. Official Journal of the European Union, L 140/16 – L 140/62.

REDMANN, M.; OSSIG, B.; HELD, C.; WIPPEL, B. (2012): Vertiefungsstudie Deutschland - Beitrag zum Projekt „Umsetzung der Biodiversitätsziele bei der nachhaltigen Bioenergienutzung“. FKZ 3510 83 0200, Abschlussbericht, Bundesamt für Naturschutz (BfN), Leipzig, 48 S.

WINKEL, G.; VOLZ, K.-R. (Hrsg.) 2003: Naturschutz und Forstwirtschaft: Kriterienkatalog zur "Guten fachlichen Praxis". Bundesamt für Naturschutz (BfN), Bonn.

4 BESCHREIBUNG DER MODELLREGIONEN

Autoren: Rüdiger Unseld, Marie Sophie Schmidt, Klaus Hennenberg, Thomas Weich, Stefan Ruge, Albert Reif

Im Rahmen des Vorhabens wurden detaillierte Untersuchungen in drei Modellregionen durchgeführt. Für die Auswahl der Modellregionen (MR) wurden nach drei Kriterien vorgegangen:

- (1) In der Modellregion soll eins der drei Ausgangsgesteine dominieren: Keuper, Kalk oder Silikat.
- (2) Möglichst eine Hauptbaumarten soll in den Beständen der Modellregionen einen hohen Anteil aufweisen: Fichte, Rotbuche oder Eiche (Trauben- und Stiel-Eiche).
- (3) Eine zusammenhängende Fläche in der Größe eines Landkreises, die die ersten beiden Kriterien erfüllen.

Mit Hilfe einer GIS-Analyse zum Ausgangsgestein und der Bestockung wurden drei Modellregionen identifiziert, die die oben genannten Kriterien erfüllen. Auf Basis von Gemeinden wurden folgende Modellregionen zusammengestellt, die in den größten forstlichen Wuchsgebieten von Baden-Württemberg (Neckarland, Schwarzwald und Schwäbische Alb) liegen (siehe Abb. 4-1).

- (1) **Modellregion Kalk (MR-Kalk):** Wuchsgebiet Schwäbische Alb, kalkhaltiges Ausgangsgestein, Hauptbaumart Buche (z.T. auch Fichte)
- (2) **Modellregion Keuper (MR-Keuper):** Wuchsgebiet Neckarland, Keuper als Ausgangsgestein, Hauptbaumarten Eiche und Buche
- (3) **Modellregion Silikat (MR-Silikat):** Wuchsgebiet Schwarzwald, silikatisches Ausgangsgestein, Hauptbaumart Fichte

Die Modellregionen Kalk und Silikat erstrecken sich über eine Fläche von ca. 100.000 ha, wohingegen die Modellregion Keuper aufgrund der naturräumlichen Gegebenheiten mit knapp 56.000 ha deutlich kleiner ist (vgl. Tab. 4-1). Die Anzahl der Gemeinden der Modellregionen beträgt in der MR-Kalk 19 Gemeinden, in der MR-Keuper 16 Gemeinden und in der MR-Silikat 25 Gemeinden (siehe Liste der Gemeinden einer Modellregion in Tab. 4-2).

Die Modellregion Kalk liegt in oder grenzt direkt an die Landkreise Tübingen, Reutlingen, Biberach, Sigmaringen, Tuttlingen und Zollernalbkreis an (Abb. 4-2). Das Gebiet dieser Kreise wird als „erweiterte Modellregion“ bezeichnet. Bei der Modellregion Keuper setzt sich die erweiterte Modellregion aus den Landkreisen Tübingen, Böblingen, Esslingen, Reutlingen, Zollernalbkreis, Freudenstadt und Calw zusammen (Abb. 4-3). Die erweiterte Modellregion zur Modellregion Silikat umfasst die Landkreise Breisgau-Hochschwarzwald, Freiburg, Emmendingen, Schwarzwald-Baar-Kreis, Waldshut und

Lörrach (Silikat Abb. 4-4). Die erweiterten Modellregionen spielen bei der Auswertung der Stoffströme und Wertschöpfungsketten von Energieholz eine Rolle.

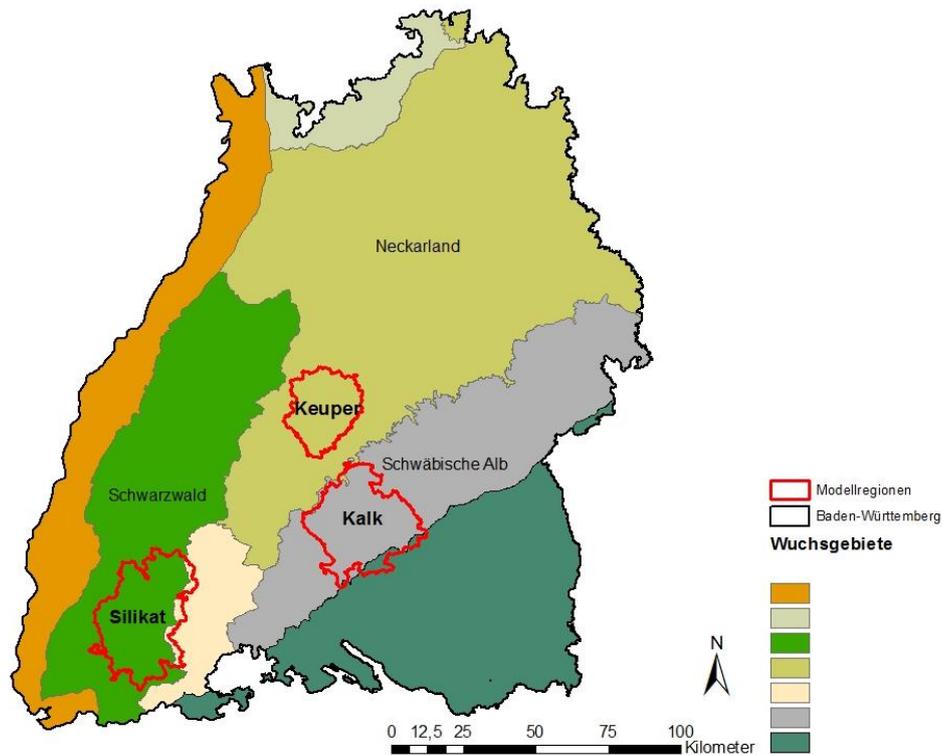


Abb. 4-1: Lage der Modellregionen

Bei den Modellregionen handelt es sich um ländliche Räume unterschiedlicher Siedlungsdichte (Tab. 4-1 und Tab. 4-2). In der Modellregion Keuper sind mit einem Mittel von 4,9 Personen/ha die höchsten Bevölkerungsdichten anzutreffen, was zum einen an der Universitätsstadt Tübingen liegt. Zum anderen sind die Bevölkerungsdichten in den kleineren Gemeinden mit Werte von stets über 2 Personen/ha ebenfalls deutlich höher als die Werte der kleinen Gemeinden in den anderen beiden Modellregionen (Tab. 4-2). In der Modellregion Kalk ist eine Bevölkerungsdichte von 1,27 Personen/ha zu finden. Für kleine Gemeinden liegt dieser Wert meist deutlich unter 1 Person/ha. In der Modellregion Silikat ist die Bevölkerungsdichte mit durchschnittlich 0,7 Personen/ha sehr niedrig. Selbst die beiden Städte Titisee-Neustadt und Furtwangen im Schwarzwald haben nur eine Bevölkerungsdichte von 1,3 bzw. 1,1 Personen/ha. In allen übrigen Gemeinden in der Modellregion Silikat liegt die Bevölkerungsdichte unter 1 Person/ha (Tab. 4-2).

Die potentiell-natürliche Vegetation der Modellregion Kalk sind Buchenwälder. Heute liegt der Waldanteil in der Modellregion Kalk bei ca. 50 %, wobei der Laub- und

Nadelholzanteil bei 50 % liegt. Die Buche als Hauptbaumart hat einen Anteil von 39 % (vgl. Tab. 4-1). In der Modellregion Keuper sind als potentiell-natürliche Vegetation Tannenmischwälder mit Eiche zu erwarten. Aktuell nimmt der Waldanteil mit 36% die niedrigsten Werte im Vergleich zu den anderen Modellregionen an. Der Nadelholzanteil in der Modellregion Keuper ist mit 60 % leicht höher als der Laubholzanteil (40 %). Der Anteil der Hauptbaumart Eiche liegt dabei bei 25 %, was für Eiche einen hohen Wert darstellt. In der Modellregion Silikat ist die potentiell-natürliche Vegetation Tannen-Buchen Wälder. Der heutige Waldanteil ist mit 65 % vergleichsbar hoch. Sehr charakteristisch ist bei der Bestockung der Nadelholzanteil von fast 80 %, und entsprechend hoch ist der Anteil der Hauptbaumart Fichte (90 %; vgl. Tab. 4-1).

Tab. 4-1: Charakteristika der Modellregionen

Modellregion	Kalk	Keuper	Silikat
Naturraum	Schwäbische Alb	Keuper Lias Land / Neckar Tauber Gäuplatten	Schwarzwald
Geologie	Oberer Jura	Keuper / Tone	Gneis / Granit
Wuchsgebiet	Schwäbische Alb	Neckarland	Schwarzwald
Fläche (ha)	99.201	55.867	106.595
Bevölkerung (Personen)	125.782	250.770	75.886
Bevölkerungsdichte (Personen/ha)	1,27	4,49	0,71
Waldanteil (%)	49	36	65
Laubholzanteil (%)	51	60	21
Nadelholzanteil (%)	49	40	79
Hauptbaumart	Buche (39%)	Eiche (25%)	(Fichte 90%)
Potentiell-natürliche Vegetation	Buchenwälder	Tannenmischwälder mit Eiche	Tannen-Buchen Wälder
Waldbesitzarten			
Bundeswald (%)	3	0	0
Staatswald (%)	3	36	28
Kommunalwald (%)	56	52	25
Kirche (%)	1	1	1
Großprivat (%)	18	0	9
Mittlerer Privatwald (%)	1	2	2
Kleinprivatwald (%)	17	9	34
Rest (%)	1	0	2

Quellen: Statistische Landesamt Baden-Württemberg (Basis Zensus 2011, Stand 31.12.2013);
Zentrale Sachbearbeitungsstelle Forst BW (FOKUS 2000-Abfrage, Stand 11.8.2014)

Zu den Besitzverhältnissen der Wälder in den Modellregionen bestehen ebenfalls deutliche Unterschiede. In der Modellregion Kalk dominieren die kommunalen Waldflächen mit 56 % gefolgt vom Groß- und Kleinprivatwald (18 % bzw. 17 %). In der Modellregion Keuper gibt es ebenfalls einen großen Anteil an kommunalen Waldflächen (52 %), wobei als zweitwichtigster Waldbesitzer der Staatswald mit ca. 36 % zu nennen ist. In der Modellregion Silikat hingegen ist ein sehr heterogenes Bild für die Verteilung der Waldbesitzarten anzutreffen. Hervorzuheben ist, dass der Kleinprivatwald mit 34 % eine ähnlich leicht größere Rolle spielt als der Staats- und Kommunalwald (28 % und 25 %).

Im Hinblick auf das Nutzungsverhalten der Waldbesitzer ist eine Abhängigkeit von der Siedlungsdichte zu erwarten. Während beispielsweise in der Modellregion Silikat im Schwarzwald forst-/landwirtschaftliche Mischbetriebe einen hohen Anteil der privaten Waldbesitzer einnehmen, spielen diese in der Modellregion Keuper im Neckarland eine untergeordnete Rolle. Viele Waldbesitzer in der Modellregion Silikat organisieren sich in Forstbetriebsgemeinschaften, ein großer Anteil der Privatwaldflächen auf der Schwäbischen Alb hingegen wird im Auftrag der Waldbesitzer analog zum öffentlichen Wald durch die Untere Forstbehörde bewirtschaftet.

Tab. 4-2: Bevölkerung, Fläche und Bevölkerungsdichte der Gemeinden der drei Modellregionen

Modellregion Kalk				Modellregion Keuper				Modellregion Silikat			
Gemeinde	Bevölkerung (31.12.2013)	Fläche (ha)	Dichte (Pes./ha)	Gemeinde	Bevölkerung (31.12.2013)	Fläche (ha)	Dichte (Pes./ha)	Silikat/Titisee- Neustadt	Bevölkerung (31.12.2013)	Fläche (ha)	Dichte (Pes./ha)
Albstadt, Stadt	44.056	13.441	3,28	Tübingen, Universitätsstadt	85.383	10.812	7,90	Titisee-Neustadt, Stadt	11.795	8.966	1,32
Sigmaringen, Stadt	15.593	9.284	1,68	Rottenburg am Neckar, Stadt	41.718	14.227	2,93	Furtwangen im Schwarzwald, Stadt	9.192	8.257	1,11
Burladingen, Stadt	12.148	12.333	0,98	Herrenberg, Stadt	30.373	6.571	4,62	Todtnau, Stadt	4.828	6.959	0,69
Meßstetten, Stadt	9.996	7.682	1,30	Holzgerlingen, Stadt	12.407	1.338	9,27	Lenzkirch	4.818	5.790	0,83
Winterlingen	6.420	5.064	1,27	Gärtringen	11.758	2.021	5,82	Vöhrenbach, Stadt	3.869	7.048	0,55
Gammertingen, Stadt	6.256	5.297	1,18	Ammerbuch	11.180	4.806	2,33	St. Blasien, Stadt	3.821	5.436	0,70
Stetten am kalten Markt	4.825	5.647	0,85	Weil im Schönbuch	9.674	2.612	3,70	Buchenbach	3.116	3.899	0,80
Bitz	3.617	882	4,10	Gäufelden	9.122	2.007	4,55	Oberried	2.821	6.632	0,43
Langenenslingen	3.436	8.837	0,39	Ehningen	8.020	1.780	4,51	St. Peter	2.535	3.593	0,71
Inzigkofen	2.737	2.875	0,95	Bondorf	5.748	1.755	3,28	Höchenschwand	2.461	2.955	0,83
Bingen	2.693	3.701	0,73	Dettenhausen	5.441	1.102	4,94	Hinterzarten	2.446	3.337	0,73
Straßberg	2.446	2.490	0,98	Nufringen	5.406	1.004	5,38	Schluchsee	2.361	6.944	0,34
Veringenstadt, Stadt	2.166	3.125	0,69	Altdorf	4.575	1.747	2,62	Schönau im Schwarzwald, Stadt	2.300	1.470	1,56
Leibertingen	2.096	4.721	0,44	Hildrizhausen	3.498	1.216	2,88	Grafenhausen	2.198	4.855	0,45
Neufra	1.866	2.839	0,66	Neustetten	3.439	1.587	2,17	Eisenbach (Hochschwarzwald)	2.099	2.878	0,73
Hettingen, Stadt	1.788	4.606	0,39	Hirrlingen	3.028	1.282	2,36	Bernau im Schwarzwald	1.934	3.804	0,51
Schwenningen	1.594	1.933	0,82					Friedenweiler	1.911	2.708	0,71
Jungingen	1.385	933	1,48					Todtmoos	1.867	2.809	0,66
Beuron	664	3.511	0,19					Feldberg (Schwarzwald)	1.845	2.497	0,74
								St. Märgen	1.828	3.332	0,55
								Breitnau	1.703	3.990	0,43
								Dachsberg (Südschwarzwald)	1.335	3.560	0,38
								Häusern	1.250	888	1,41
								Gütenbach	1.174	1.849	0,63
								Ibach	379	2.139	0,18
Summe	125.782	99.201	1,27	Summe	250.770	55.867	4,49	Summe	75.886	106.595	0,71

Abb. 4-2: Modellregion Kalk (Gemeinden und angrenzende Landkreise)

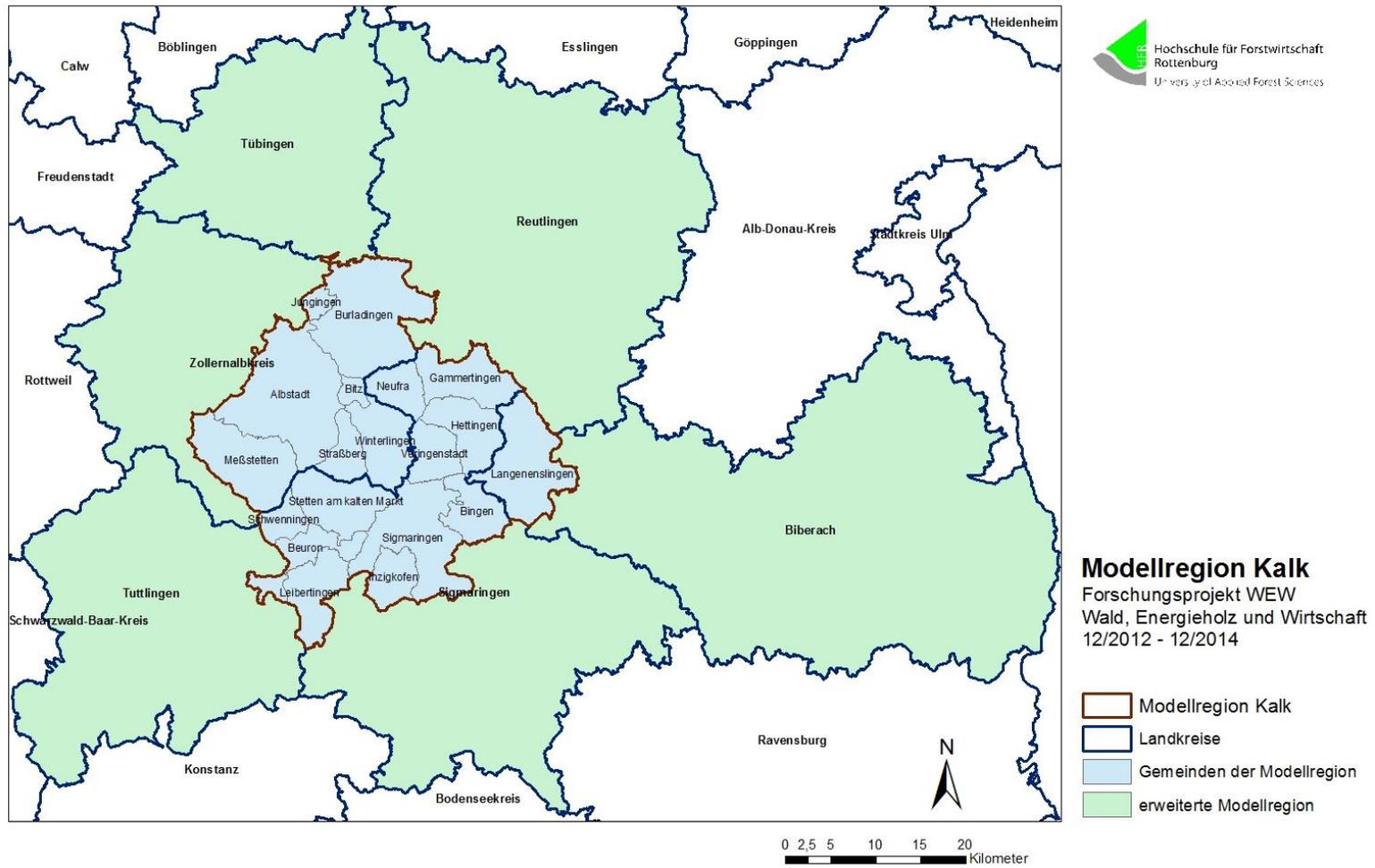


Abb. 4-3: Modellregion Keuper (Gemeinden und angrenzende Landkreise)

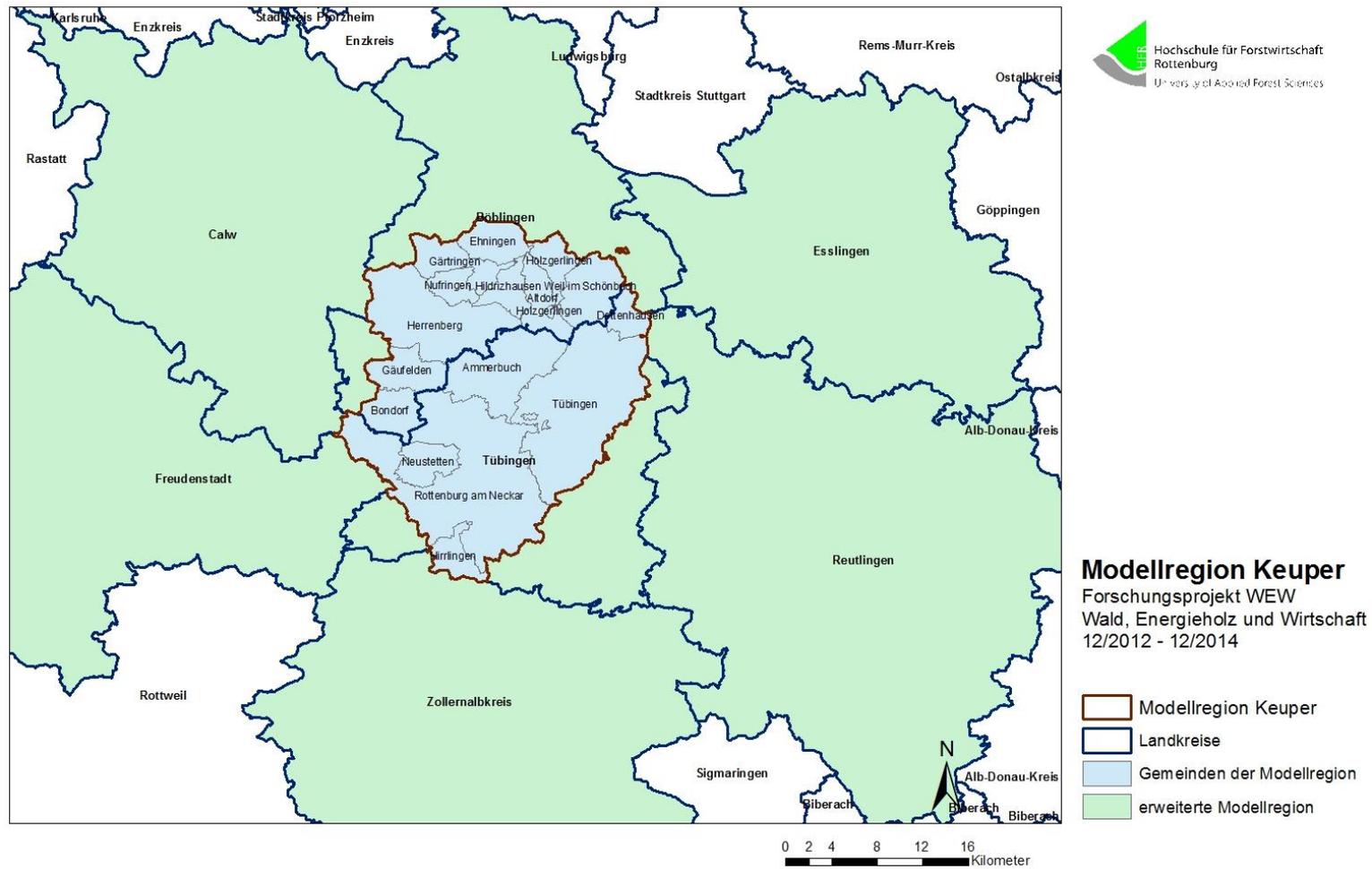
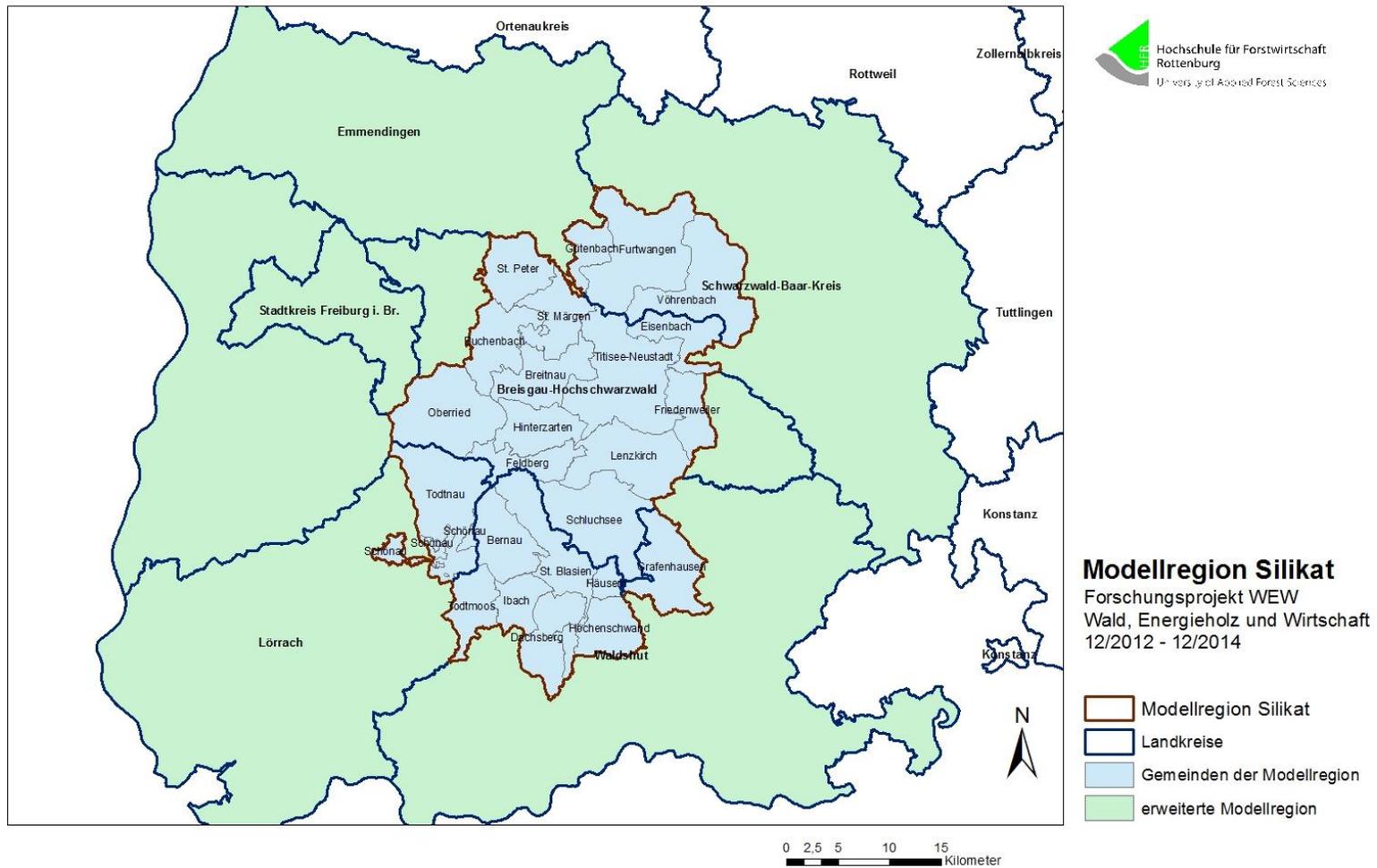


Abb. 4-4: Modellregion Silikat (Gemeinden und angrenzende Landkreise)



5 KONFLIKTSITUATIONEN IN LANDSCHAFTSTYPISCHEN REGIONEN BADEN- WÜRTTEMBERGS

Autoren: Thomas Weich

5.1 INTENSIVIERUNGEN DER WALDBEWIRTSCHAFTUNG UND VERKNÜPFTE KONFLIKTE

Die Sicherung der Artenvielfalt im Wald ist komplex und hat naturgemäß viele, nach Arten und Lebensraumanprüchen teilweise widersprüchliche Ansätze. Die Intensität der möglichen Konflikte ist abhängig von der Qualität der Biodiversitätsziele, also der Differenz naturschutzfachlicher Zielbestände zu den bestehenden Zielen der Waldbewirtschaftung, aber auch von dem erforderlichen Flächenbedarf, um die Schutzziele zu erreichen. Die Zielvorstellungen aus Naturschutzsicht an die Waldbewirtschaftung und deren Intensität umfasst eine Spanne vom Prozessschutz mit völligem Nutzungsverzicht bis hin zur Wiederaufnahme von Waldnutzungen, die historisch durch sehr hohe Nutzungsintensitäten entstanden sind. Daher sind grundsätzlich nicht nur Konflikte, sondern ebenso Synergien hinsichtlich naturschutzfachlicher Wirkungen zu erwarten.

Die langfristigen Folgen der steigenden Waldenergieholznachfrage für die Situation der Biodiversität im Wald sind bislang kaum abschätzbar. Allerdings wird für die Steigerung der Waldholznutzung ein erheblicher Zielkonflikt zu den bestehenden Biodiversitätszielen im Wald diagnostiziert (vgl. SCHABER-SCHORR 2013).

In wenigen Fällen lassen sich Konflikte mit Biodiversitätszielen so eindeutig ableiten wie bei Althölzern und Totholzzielen. Das Ziel der Steigerung von Totholzanteilen, kann nur durch Belassen von Hölzern erreicht werden, die damit einer Nutzung nicht mehr zur Verfügung stehen. Das naturschutzfachliche Ziel, größere Flächenanteile für den Prozessschutz aus der Nutzung zu nehmen steht ebenso eindeutig im Gegensatz zu den energiepolitischen Zielen.

In den meisten Fällen ist die Konfliktrichtigkeit einer verstärkten energetischen Holznutzung nicht eindeutig abzuleiten und nach regionalen naturschutzfachlichen Zielen zu differenzieren. Die Wechselwirkungen der Nutzungen auf die Naturschutzziele sind oft nicht zwangsläufig konfliktrichtig, sondern stark abhängig von deren Ausgestaltung.

Im Zuge der verstärkten Holznutzung für energetische Zwecke werden beispielsweise zunehmend, bislang ökonomisch nicht mögliche, frühe Durchforstungen umgesetzt. Mit diesen Eingriffen können seltene konkurrenzschwache Baumarten gefördert werden, was positiv hinsichtlich der Biodiversitätsziele zu bewerten ist. Sie können auch derart

ausgestaltet werden, dass diese Strukturen homogenisieren und eine oder wenige Hauptbaumarten begünstigt werden. Somit werden sie konfliktträchtig hinsichtlich der Biodiversitätsziele.

Viele Maßnahmen und ihre Wirkungen sind nicht eindeutig einer stärkeren energetischen Holznutzung zuzuschreiben. So tragen Erschließungsmaßnahmen in bisher nicht oder nur gering genutzten Beständen häufig zur naturschutzfachlichen Verschlechterung der Bereiche bei, zum einen direkt durch Zerschneidungswirkungen und zum anderen in Folge der intensiveren Nutzung der erschlossenen Bestände.

Einige Schutzziele im Wald erfordern stärkere Eingriffe in die Waldbestände, hier sind pflegende Eingriffe deutlich über die normalen Eingriffsintensitäten hinaus naturschutzfachlich erwünscht. (SCHMIDER & BERNOWITZ 2013). Bei der Wiederherstellung lichter Waldstrukturen sollen die Vorräte der Waldbestände dauerhaft deutlich abgesenkt werden. In diesem Bereich sind eher synergetische Wirkungen einer intensivierten Nutzung zu erwarten.

5.2 MATERIAL UND METHODEN

Viele naturschutzfachliche Ziele sind an den Naturraum gekoppelt, daher lassen sich die Auswirkungen einer gesteigerten Energieholznutzung und mögliche Konfliktsituationen gut auf Ebene der Modellregionen untersuchen.

In diesen Regionen wurden die bestehenden Schutzgebiete hinsichtlich der bestehenden naturschutzfachlichen Zielsetzungen und Planungen analysiert. Mittels der Schutzziele wurden Kriterien und Indikatoren auf regionaler Ebene konkretisiert. Es wurde untersucht, welche Bedeutung die Schutzziele für den Wald in den Modellregionen haben, und welche eine Sensibilität hinsichtlich einer verstärkten Holznutzung für energetische Zwecke erwarten lassen. In den Regionen wurden die typischen Schutzziele analysiert anhand der Naturschutzgebiete im Wald, Waldschutzgebiete, Waldbiotope und von Lebensraum- und Artvorkommen der Natura 2000 Schutzgebietskulisse.

Die bestehenden Schutzgebietsbelegungen in den Modellgebieten und die naturschutzfachlich interessanten Waldbereiche wurden anhand der GIS-Datenbasis RIPS der LUBW Baden-Württemberg (Stand, 12.2013) analysiert. Berücksichtigt wurden folgende Datengrundlagen: Naturschutzgebiete (Waldanteile), Waldschutzgebiete (Bannwald), Waldbiotope § 30a LwaldG (§ 32 NatschG), Natura 2000: Vogelschutz- und FFH-Gebiete, Planungsgrundlage Aktionsplan Auerhuhn, Moorkarte Baden-Württemberg, Gewässernetz Baden-Württemberg.

Mittels einer Befragung der Waldbewirtschafter in den Modellregionen wurden die faktisch aktuell realisierten Möglichkeiten der Waldholznutzung für energetische Zwecke, sowie deren Entwicklungspotentiale in betrieblich relevanten Bereichen erfragt.

Anhand der so identifizierten aktuell relevanten sowie zukünftig erwarteten Veränderungen der Nutzung, wurden deren Wirkungen auf die sensiblen Schutzziele der Modellgebiete abgeleitet. Hierfür wurden die möglichen Wirkungen der Nutzungsveränderungen auf die Schutzziele identifiziert. In die Bewertung und Einstufung des Konfliktpotentials wurden die regionale Flächenbedeutung und die naturschutzfachliche Bedeutung der Schutzziele einbezogen. Hieraus werden Konfliktsituationen abgeleitet, in denen eine besondere Sensibilität der Schutzziele im Konflikt mit ablaufenden oder zukünftig erwarteten Intensivierungen steht. Einige Nutzungsintensivierungen lassen abhängig von deren Ausgestaltung naturschutzfachliche Synergieeffekte erwarten. Diese wurden auf regionaler Ebene abgeschätzt und Lebensraumtypen im Wald dargestellt, die von Veränderungen profitieren können.

5.2.1 Naturräumliche Ausstattung der Modellregionen

In allen Modellgebieten sind größere naturschutzfachlich interessante Waldbereiche vorhanden, deren Wert sich in der teilweise mehrfachen Belegung mit verschiedenen Schutzgebietskategorien manifestiert.

Naturraumausstattung Modellregion Silikat

Die Modellregion im Schwarzwald ist eine montane Mittelgebirgslandschaft mit glazialer Überformung und vielfältiger, natürlicher und nutzungsbedingter Naturausstattung. Die vom Wald geprägte Landschaft ist teilweise boreal getönt, mit reichem glazialen Formenschatz wie Blockhalden, Lawinenbahnen, Felsen und teilweise danubische Waldmoor-Moorwald-Landschaft mit naturnahen Gewässerläufen und Feuchtgebieten.

Naturraumausstattung Modellregion Keuper

Das Modellgebiet befindet sich innerhalb der Südwestdeutschen Schichtstufenlandschaft zwischen den Höhen der Schwäbischen Alb und dem niedriger liegenden Neckarland. Das Gebiet ist landwirtschaftlich geprägt und weist den geringsten Waldanteil der Regionen auf. Das Gebiet ist gekennzeichnet von zusammenhängenden, bewaldeten Höhenrücken mit Rot-Buchen und Rot-Buchen-Eichenwäldern mit eingestreuten Nadelbäumen (Ta, Fi). Neben den steilen bewaldeten Hängen sind tief eingeschnittene Klingen mit dem Charakter von Schluchtwäldern häufig vertreten. Zum Offenland hin grenzen in Hanglagen häufig extensiv genutztes Grünland und ausgedehnte Streuobstbestände an den Wald an.

Naturraumausstattung Modellregion Kalk

Die Modellregion reicht von den Höhen der schwäbischen Alb bis ins südlich angrenzende Donautal. Das Gebiet ist gekennzeichnet durch die nutzungsüberprägte Kulturlandschaft auf der Schwäbischen Alb mit hälftigen Anteilen von Wald und Offenland. Die vorwiegenden Rot-Buchenwälder sind eng mit Magerrasen, Wacholderheiden und extensivem Grünland verzahnt. In den sehr steilen Hängen entlang der Flusstäler und an der oberen Donau werden die Wälder extensiv genutzt. Im direkten Umfeld von Felsen und Blockschutthalden existieren natürliche und sehr naturnahe Mosaik aus Wald, Offenland und kleinstrukturierten Übergangsbereichen. Kleinräumig

verzahnt kommen Pionierstandorte, Magerrasen, Wälder und kühl-feuchte und heiß-trockene Lebensräume vor.

5.2.2 Bewirtschafterbefragung zum Verhältnis Biodiversität und Energieholznutzung

Die Konflikte zu Biodiversitätszielen entstehen in vielen Fällen nicht zwangsläufig, sondern sind stark abhängig von der konkreten Ausgestaltung der Waldbewirtschaftung.

In welcher Weise der verstärkte Einsatz von Waldholz in energetischer Form Nutzungsmuster verändert und damit eventuell Problemlagen schafft oder verschärft, sollte mithilfe einer Befragung von Waldbewirtschaftern verifiziert werden. Der Motivation für die Nutzung wurde in diesem Bereich eine große Rolle für die konkrete Ausgestaltung beigegeben, da mehrheitlich auch eine stoffliche Verwendung des Holzes möglich ist.

Waldbewirtschafter in den Modellgebieten wurden zur Identifikation laufender und zukünftig zu erwartender Prozesse befragt, hinsichtlich der Bedeutung verschiedener Strategien der Bestandsbehandlung im Betrieb zur Steigerung der Energieholznutzung. Weiterhin wurden sie zu Einschränkungen durch Naturschutzaufgaben, bereits realisierten Naturschutzmaßnahmen und dem Konfliktpotential beziehungsweise Synergien der stärkeren energetischen Holzverwertung hinsichtlich Biodiversität befragt. Es wurden 30 für die Gebiete repräsentative Waldbewirtschafter befragt, zur Methodik der Befragungen und die Auswahl der Betriebsleiter siehe Kapitel „Regionale Wertschöpfungsketten“.

5.2.3 Relevante Intensivierungen der Bewirtschaftung in den Modellgebieten

Die Waldbewirtschafter in den Modellgebieten wurden befragt, um die faktisch realisierten Veränderungen der Waldbewirtschaftung und zu erwartende Entwicklungen zu identifizieren. Zugrunde gelegt wurden dabei aktuell diskutierte (BOLTE & POLLEY 2010) und plausibel wirksame waldbauliche Maßnahmen, um die Produktion von Holzbiomasse steigern:

- Verkürzung der Produktionszeit bzw. der Zieldurchmesser
- Stärkere Eingriffe bei frühen Durchforstungen und Nutzung des Schwachholzes
- Nutzung in Waldbeständen mit überwiegend schlechter Holzqualität
- Verstärkte Nutzung bislang gering oder extensiv genutzter Flächen
- Verstärkte Nutzung von Altholz und Totholz
- Vollbaumnutzung mit Nutzung des Feinreisigs
- Verstärkte Nutzung des Schlagabbaus

Als Grundlage für die Befragung der Bewirtschafter war dieses Spektrum angereichert um Maßnahmen im Bereich der Infrastruktur und des Vorratsmanagement, zudem konnten eigene Ansätze ergänzt werden. Über die Einschätzungen der gegenwärtigen und

zukünftigen Bedeutung der Maßnahmen wurden diese für die Modellgebiete validiert. Maßnahmen mit aktueller Bedeutung oder Entwicklungserwartungen wurden zugrunde gelegt, um die Wirkungen auf Schutzziele mit Sensibilitäten abzuschätzen.

Die konflikträchtigen Auswirkungen einer gesteigerten Nutzung von Waldenergieholz wurden abgeleitet aus den sensiblen Schutzzielen für die Modellgebiete, die negativ von den relevanten waldbaulichen Maßnahmen beeinflusst werden können. Zu erwartende positive Wirkungen wurden verwendet mögliche Synergien für regionale Lebensraumtypen abzuleiten.

5.3 ERGEBNISSE

5.3.1 Sensibilitäten bestehender Naturschutzziele für Veränderungen der Waldnutzung

Auswahlkriterium für die Festlegung der Modellgebiete waren Vorkommen naturschutzfachlich besonders interessanter Bereiche in Form von Schutzgebieten in Wäldern. In diesen Zentren des Naturschutzinteresses kommen die verschiedenen Schutzgebietskategorien häufig mehrfach überlagert vor. Diese Gebiete werden als wertvoll für eine naturschutzfachliche Entwicklung eingestuft und differenziert betrachtet für die naturschutzfachliche Entwicklung des Gebietes.

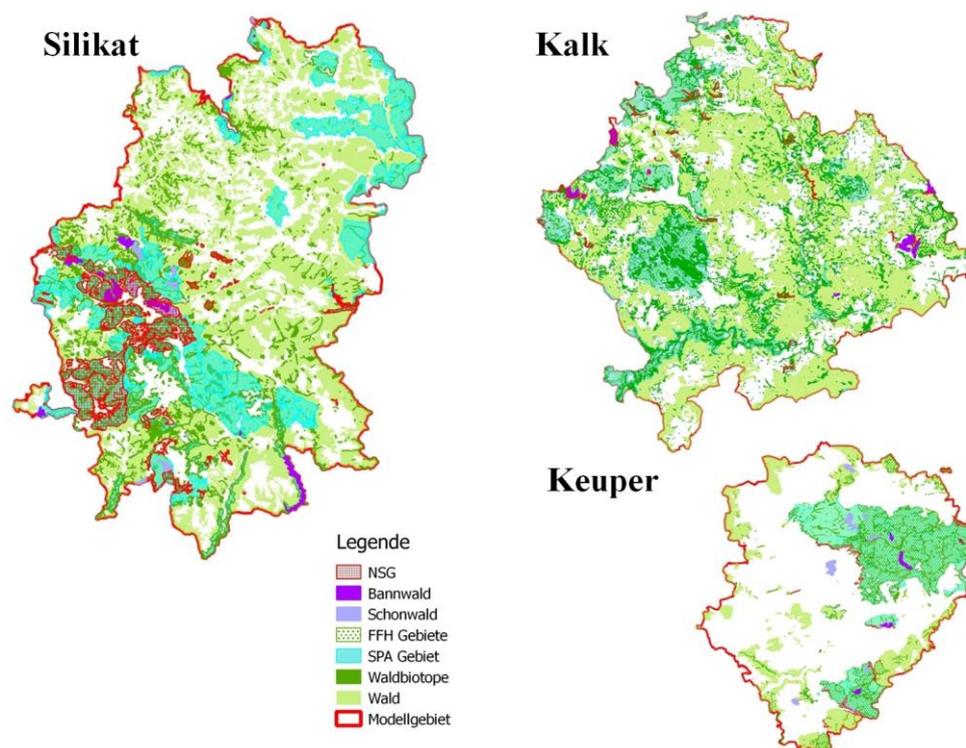


Abb. 5-1: Waldflächenbelegung mit verschiedenen Schutzgebietskategorien im Silikat

Aufgrund der in Kapitel 5.2 beschriebenen Vorgehensweise ergeben sich die Kennwerte aus Tab. 5-1 für die Schutzgebietsbelegungen in den Modellregionen.

Tab. 5-1: Modellgebiete mit Schutzgebietsbelegung in % der Waldfläche

Modellgebiet	Silikat	Kalk	Keuper
Wald / ha	70.190	48.482	20.104
Waldanteil%	67	49	36
Schutzgebiete %	49	25	66
SPA %	43	18	61
FFH %	12	17	48
NSG %	13,3	0,8	5,4
Waldbiotope %	9,1	4,5	4,8
Bannwald %	1,0	0,3	0,8

5.3.1.1 Bannwälder

Die Bannwälder, als einzige Prozessschutz-Kategorie mit vollständigem Ausschluss einer Holznutzung, liegen in allen Modellgebieten unter einem Anteil von 1 % der Waldfläche.

Die Spanne schwankt dabei zwischen fast 1 % im Silikat und 0,3 % der Waldfläche im Kalk.

5.3.1.2 Naturschutzgebiete

Die Anteile an Naturschutzgebieten schwanken für die Modellgebiete zwischen Silikat mit 13 %, Keuper mit 5 % bis zum Kalk mit unter 1 % der Waldfläche. Grundsätzlich ist in der überwiegenden Zahl der Naturschutzgebietsverordnungen keine konkrete Einschränkung der ordnungsgemäßen Bewirtschaftung vorgesehen und somit eine Intensivierung der Bewirtschaftung im Rahmen der Schutzgebietsziele möglich. Allerdings ist in einigen NSGs der Prozessschutz naturschutzfachliches Ziel und Bannwälder sind Teil oder gleich mit den Naturschutzgebietsgrenzen und somit die Nutzung hier ausgeschlossen.

Sonderstrukturen wie Felsen, Blockhalden und Moore in Wäldern sind vor allem im Modellgebiet Silikat in den Wäldern der NSGs zu finden. Bei den Waldtypen stehen hier Moor-, Blockschutt-, und Schluchtwälder im Focus der Schutzgebietsverordnungen. Im Kalk sind es Buchenwaldtypen und Steppenheidewälder und im Keuper Eichenwälder und Auewälder. Im Bereich der Waldstrukturen werden in vielen NSGs naturnahe alt- und totholzreiche Wälder hoch bewertet. Lichte Waldränder, Sukzessionen und reich strukturierte Übergangsbereiche zum extensiv genutzten Offenland (wie Streuwiesen, Streuobstbestände) sind modellgebietsübergreifend wichtig für einen großen Teil des wertgebenden Artinventars der NSGs. Das Artenspektrum ist hierbei häufig gebietsspezifisch und teilweise sehr unterschiedlich in den Lebensraumansprüchen.

Für viele Erhaltungs- und Pflegeziele, die mit lichten strukturierten Waldrändern verbunden sind, wie Sukzessionen oder Übergangsbereiche zwischen Wald und Offenland, sind bei entsprechender Gestaltung stärkerer Holznutzung Synergien zu erwarten. In diesen Bereichen ist zudem aus naturschutzfachlicher Sicht in vielen Fällen Handlungsbedarf gegeben.

Tab. 5-2: Naturschutzgebiete mit Schutzziele und wertgebenden Strukturen in den Modellgebieten

Modellgebiet	Silikat	Kalk	Keuper
Schutzziele	typische Arten/Strukturen, Prozessschutz	typische Arten/Strukturen, Prozessschutz	typische Arten/Strukturen, Prozessschutz
Sonderstrukturen	Felsen, Blockhalden, Moore	Felsen	
Wertgebende Waldtypen	Blockschuttwälder, Moorwälder, Schluchtwälder	Buchenwaldtypen, Steppenheidewälder	Altholzreiche Eichenwälder, Auewälder
Wertgebende Waldstrukturen	Übergangsbereiche Wald-, Weidfeld, Sukzessionen	Lichte Waldränder, Waldübergänge	Sukzessionen, lichte Waldränder, -übergänge

5.3.1.3 Waldbiotope mit Bestockung

Untersucht wurden geschützte **Waldbiotope** (§ 30a LwaldG), hierbei wurden die Typen selektiert, die zumindest teilweise mit Gehölzen bestockt sind und somit von Nutzungsänderungen betroffen sein können. In den Waldbiotopen sind Nutzungen möglich und teilweise erforderlich für die Erhaltungsziele.

Tab: 5-3: Waldbiotypen mit Gehölzbestockung

Waldbiotypen (%)	Keuper	Kalk	Silikat
Felsbildungen, Block-, Schutthalden	1,4	1,5	8,5
Gebüsche, Wälder trockenwarmer Standorte	3,7	20,1	2,3
Moore, Sümpfe, Riede	5,5	0,5	11,3
Bruch-, Sumpf-, Auwälder	8,8	1,5	1,6
Schlucht-, Hangschuttwälder, seltene Waldgesellschaften	12,0	19,3	42,8
Quellbereiche, fließende Gewässer, Ufer	35,3	6,1	19,4
Strukturreiche Waldränder	2,0	1,2	1,2
Tobel und Klingen, Kare und Toteislöcher	29,7	0,6	9,2
Magerrasen, Wacholder-, Ginsterheiden	0,6	48,0	3,3
historische Waldbewirtschaftungsform	0,9	1,3	0,5
Gesamtfläche der Biotope (ha)	950,8	4.183,8	6.408

Die häufigsten Waldbiotypen im Modellgebiet Keuper sind Quellbereiche, fließende Gewässer und deren Ufer, Tobel und Klingen sowie seltene Waldgesellschaften.

Im Modellgebiet Kalk sind die Typen Magerrasen, Wachholderheiden, Gebüsche, Wälder trockenwarmer Standorte und Schlucht- und Hangschuttwälder häufige Biotoypen.

Die im Modellgebiet Silikat häufigen Biotoypen sind Schlucht- und Hangschuttwälder, seltene Waldgesellschaften, Quellbereiche, fließende Gewässer und deren Ufer sowie Moore. Die Waldbiotypen „strukturreiche Waldränder“ und „historische Waldbewirtschaftungsformen“, denen Stockausschlagswälder zuzuordnen sind, weisen dagegen in allen Modellgebieten eine geringe Häufigkeit auf. Die unterschiedliche Verteilung der Waldbiotypen illustriert die naturräumlichen Unterschiede der Modellregionen. Die Waldbiotope sind teilweise Grundlage der FFH Gebietsausweisungen, so dass hier häufig die Ziele der FFH Lebensraumtypen die detailliertere Zielvorgabe beinhalten.

5.3.1.4 Natura 2000 Gebiete

Die **Arten der Vogelschutzrichtlinie und die Arten und Lebensraumtypen der FFH-Richtlinie** wurden als prioritäre europäische Schutzziele vorrangig betrachtet. Die verfügbaren konkreten Beplanungen der Schutzgebiete (MAP, PEPL) zum Erhalt und der Entwicklung der Ziele waren detaillierte, vergleichbare Datengrundlage für die Beurteilung von notwendigen Habitatrequisiten im Wald. Diese Planungen standen für durchschnittlich

die Hälfte der Natura 2000 Gebiete in den Modellregionen zur Verfügung. Da die Schutzgüter innerhalb der Wälder der Modellgebiete weitgehend vergleichbar waren, wurde von einer Übertragbarkeit der Planungen auf die anderen Natura Gebiete der Region ausgegangen. Auf Grundlage der Habitatansprüche bezüglich wichtiger Requisiten und Strukturen in den Lebensraumtypen wurde die Sensibilität der Schutzziele bezüglich gesteigerter Energieholznutzung abgeschätzt und -soweit möglich- deren Wirkungen (LUBW 2006, HÖLZINGER & BOSCHERT 2001)

Die Betrachtung der Artenschutzziele auf Ebene der Modellgebiete ist komplex und wegen verschiedener Lebensraumansprüche teilweise widersprüchlich. Änderungen der Nutzung können essentiell oder nur teilweise negativ auf Schutzziele wirken. Die Art der Beeinflussung des Lebensraumes kann auf die einzelnen Requisiten positiv oder negativ wirken. Abhängig von der naturschutzfachlichen und der Flächenbedeutung der Schutzziele sind unterschiedlich intensive Konflikte mit der Zielsetzung der Energieholzbereitstellung zu erwarten.

Für die vorkommenden **Arten der Vogelschutzrichtlinie** ist bei den Greifvögeln der Wald nur gering genutzter Teil des Lebensraumes, und der Schutz der Horstbäume und -plätze ist das wichtigste, punktuelle Schutzziel. Einzig der Wespenbussard ist sensibler, da er den Wald als Lebensraum intensiv und gerne lichte häufig südexponierte Wälder nutzt. Von Vorratsabsenkungen wie auch flächigen Eingriffen in die Waldbestände kann er profitieren.

Ein Konfliktpotential besteht in der Gefahr des Verlustes an Höhlenbäumen. Dieses Konfliktpotential besteht in unterschiedlicher Qualität für alle vorkommenden Höhlenbrüter wie Halsbandschnäpper, Hohltaube und Raufußkauz. Bei den Spechten beeinflussen Verluste bei Althölzern und Totholz sowie die Absenkung von Zieldimensionen die Vorkommen negativ. Der Mittelspecht reagiert zudem negativ auf den Verlust von grobborkigen Altbäumen als bevorzugtes Nahrungshabitat. Grau- und Grünspecht können dagegen positiv auf lichtere Waldstrukturen reagieren.

Für das Modellgebiet **Silikat** typisch sind die ausschließlich hier auftretenden Vorkommen der Raufußhühner (Auerhuhn, Haselhuhn), Dreizehenspecht, Sperlingskauz, Ringdrossel, Zitronengirlitz und Zippammer. Die Lebensraumansprüche der drei letztgenannten Arten konzentrieren sich auf die Waldränder und die Gemengelagen von Wald, Sonderstrukturen, Blößen und extensiv genutztem Grünland. Beim Dreizehenspecht ist eine große Sensibilität gegenüber einer gesteigerten Energieholznutzung zu erwarten. Er präferiert nicht/gering genutzte Waldbereiche da seine Ansprüche an das Totholzangebot hoch sind (gutes Habitat > 20 fm / ha) und dieses kontinuierlich neu entstehen muss (LUBW 2006). Im Schwarzwald profitiert er von Bannwäldern und extensiv genutzten Flächen mit hohen Anteilen an stehendem Totholz von Nadelbäumen (Moore, arB-Flächen). Das Auerhuhn ist eine Indikatorart für lichte strukturreiche Wälder (HÖLZINGER & BOSCHERT 2001). Für die Art ist das Vorkommen im Schwarzwald das bedeutendste für Baden-Württemberg und außerhalb der Alpen auch auf nationaler Ebene. Eine intensivere

Bewirtschaftung durch die energetische Holznutzung birgt Chancen für die Verbesserung der Lebensräume dieser hochaggregierenden Waldvogelart. Diese sind stark abhängig für deren Ausgestaltung: positiv in Richtung der Lebensraumansprüche wirken Vorratsabbau und flächige Hiebsformen auf kleinen Flächen in homogenen Beständen bzw. heterogene Eingriffe unter Förderung vorhandener Strukturen.

Negativ wirkt dagegen ein flächiger homogenisierender Vorratsabbau, in der Folgegeneration entstehen hier über Naturverjüngung häufig wieder sehr strukturarme Bestände.

Tab: 5-4: Zusammenstellung der vorkommenden Arten des Anhangs der Vogelschutzrichtlinie, deren Habitat vollständig oder in Teilen im Wald liegt

	Waldvogelart	Keuper	Kalk	Silikat	Sensibilität	Struktur	Wirkung
Höhlenbrüter	Grünspecht	X	X	X	++	1, 2	-
	Sperlingskauz			X	++	1, 2	-
	Dreizehenspecht			X	+++	2, 3	-
	Wendehals	X			++	2, 4	-
	Raufußkauz		X	X	++	2	-
	Mittelspecht	X	X		+++	1, 2	-
	Grauspecht	X	X	X	+++	2	-
	Hohltaube	X	X	X	++	2, 5	-
	Halsbandschnäpper	X	X		+++	1, 2	-
	Schwarzspecht	X	X	X	++	1, 2	-
Lichte Strukturen / Waldränder	Auerhuhn			X	+++	4	+
	Haselhuhn			(X)	+++	4	+
	Zippammer			X	++	4, 5	+
	Ringdrossel			X	+	4, 5	+
	Zitronengirlitz			X	+	4, 5	+
	Heidelerche		X		++	4	+
	Neuntöter	X	X	X	+	4, 5	+
Teilnutzung Wald	Wespenbussard	X	X	X	++	4	+
	Raubwürger		X		--	---	/
	Wanderfalke		X	X	--	---	/
	Uhu		X	X	--	---	/
	Baumfalke	X	X		--	---	/
	Schwarzmilan	X	X		--	---	/
	Rotmilan	X	X		--	---	/

Genutzte Waldstrukturen: 1=Althölzer, 2=Höhlenbäume, 3=Totholz, 4=Lichte Waldstrukturen,

5=Waldrandsituationen, 6=Horstbäume

Sensibilität: +++ = hohe, ++ = mittlere, + = geringe bis keine oder nur punktuelle

Erwartete Wirkung verstärkter Holznutzung: - = Konflikt, + = Synergie, / = indifferent

Eine Auflichtung der Bestände unter Absenkung der Vorräte bei gleichzeitigem Erhalt von Waldstrukturen wie Bestandsinnenrändern und Sukzessionsflächen wirken häufig positiv auf die Lebensräume. Solcherart ausgestaltete Bestandseingriffe werden als Naturschutzmaßnahmen zur Habitataufwertung für das Auerhuhn eingesetzt. Negativ

wirken dagegen Erschießungsmaßnahmen auf die Art. Das Haselhuhn ist eine Indikatorart, die positiv auf intensivierte Holznutzung reagiert, sie wird im Map Rohrhardsberg noch beurteilt, wegen ihres aktuell unklaren Status (RL: vom Aussterben bedroht bzw. verschollen) wird sie nicht vertieft betrachtet.

Die **Arten der FFH Richtlinie** werden in Tab. 5-5 für die Modellgebiete mit Lebensraumansprüchen im Wald dargestellt.

Für die Fledermausarten ist eine Sensibilität hinsichtlich des Verlustes von Habitat- und Höhlenbäumen gegeben sowie für Strukturverluste in den Beständen. Der Alpenbock kommt in Baden-Württemberg ausschließlich am Trauf der Schwäbischen Alb vor und damit im Modellgebiet Kalk. Sein Bestand wird negativ beeinflusst durch die Nutzung von liegendem und stehendem Totholz und besonntem Kronenholz. Das Grüne Besenmoos mit seinem Vorkommen in den Modellgebieten Kalk und Silikat wird beeinträchtigt durch starke Bestandsauflichtungen und Änderungen des langfristigen Waldinnenklimas. Die Spanische Flagge dagegen, die auch in den beiden Modellgebieten vorkommt, reagiert positiv auf Bestandsauflichtungen v.a. entlang von Bestandssäumen.

Tab. 5-5: Arten der FFH Richtlinie Anhang II für den Wald der Modellgebiete

	Keuper	Kalk	Silikat	Sensibilität	Struktur	Wirkung
Mopsfledermaus	X			++	1, 2	-
Bechsteinfledermaus	X	X	X	++	1, 2	-
Großes Mausohr	X	X	X	++	1, 2	-
Wimperfledermaus			X	++	1, 2	-
Alpenbock		X		+++	3	-
Gelbbauchunke	X			--	---	/
Grünes Besenmoos		X	X	++	5	-
Rogers Goldhaarmoos			X	+	1	+
Spanische Flagge		X	X	+++	4	+
Biber	X	X		--	---	/

Genutzte Waldstrukturen: 1 Habitatbäume, 2 Höhlenbäume, 3 Totholz, 4 lichte Waldstrukturen, Waldsäume 5 Waldinnenklima

Sensibilität: +++ = hohe, ++ = mittlere, + = geringe bis keine oder nur punktuelle

Erwartete Wirkung verstärkter Holznutzung: - = Konflikt, + = Synergie, / = indifferent

Waldlebensraumtypen und häufig als Sonderstrukturen mit Wald assoziierte **FFH-Lebensraumtypen** werden in Tab. 5-5 dargestellt. Die Abschätzung der Sensibilität der Lebensraumtypen (LRT) gegenüber stärkerer Energieholznutzung erfolgte aufgrund der Aussagen zu den Waldlebensraumtypen (WLRT) in den Gebietsplanungen der Natura 2000 Gebiete (MAP, PEPL). Mehrheitlich wurde davon ausgegangen, dass gemäß den Erhaltungszielen der FFH-Gebiete die Bewirtschaftung intensiviert werden kann. Dies jedoch ohne die Baumartenanteile großflächig zu verändern, zugunsten gesellschaftsfremder Arten außerhalb des günstigen Erhaltungszustandes.

Für die meisten Lebensraumtypen ist keine Sensibilität hinsichtlich verstärkter Energieholznutzung zu erkennen. Im Modellgebiet Silikat sind einige Lebensraumtypen vorhanden, deren Qualität durch intensivere Holznutzung beeinflusst werden kann. Für die

Moorlebensraumtypen sind zudem durch Erschließungen negative Auswirkungen zu befürchten. Fördernde Wirkungen sind für die verschiedenen Ausprägungen der Hochstaudenfluren in bislang gering genutzten Beständen durch Auflichtungen zu erwarten.

Tab. 5-6: FFH-Waldlebensraumtypen und Lebensraumtypen mit Wald assoziiert als Sonderstrukturen für die Modellgebiete

LRT N°	Name LRT	Keuper	Kalk	Silikat	Sensibilität
8160	Kalkschutthalden		X		--
40A0	Felsenkirschen-Gebüsche		X		--
91U0	Steppen-Kiefernwälder		X		--
9160	Sternmieren-Eichen-Hainbuchenwald	X			--
9170	Labkraut-Eichen-Hainbuchenwald	X			--
7110	Naturnahe lebende Hochmoore			X	--
7120	Degradierete Hochmoore			X	++
7140	Übergangs- und Schwingrasenmoore			X	+
91D0	Moorwälder			X	++
9410	Bodensaure Nadelwälder			X	--
8150	Kieselhaltige Schutthalden in Mitteleuropa			X	--
8220	Silikatfelsen mit Felsspaltenvegetation			X	--
6430	Feuchte Hochstaudenfluren			X	++
8230	Pionierrasen auf Silikatfelskuppen			X	--
6431	Hochstaudenfluren, montan			X	++
6432	Hochstaudenfluren, subalpin			X	++
5130	Wacholderheiden			X	++
7140	Übergangsmoore			X	--
8110	Silikatschutthalden, montan			X	--
8150	Kieselhaltige Schutthalden			X	--
8220	Silikatfelsen			X	--
9140	Subalpiner Buchenwald			X	--
3260	Fließgewässer			X	+
91E0	Auenwälder mit Erle, Esche, Weide	X	X		--
6430	Feuchte Hochstaudenfluren	X	X		++
7220	Kalktuffquellen	X	X		--
8210	Kalkfelsen mit Felsspaltenvegetation	X	X		--
8310	Höhlen und Balmen	X	X		--
9150	Orchideen-Buchenwälder	X	X		--
9110	Hainsimsen –Buchenwald	X		X	--
9130	Waldmeister – Buchenwald	X	X	X	--
9180	Schlucht- und Hangmischwald	X	X	X	--

Sensibilität: +++ = hohe, ++ = mittlere, + = geringe, -- = keine

In degradierten Mooren, Moorwäldern und angrenzenden Beständen sind ebenfalls positive Effekte bei strukturerhaltenden Auflichtungen zu erwarten, diese LRTs haben im Modelgebiet Silikat die größte Flächenbedeutung. Für die Übergänge Wald /

Wachholderheiden, Sukzessionsbereiche sind an den Waldgrenzen ebenfalls Synergien durch Vorratsabsenkung und Auflichtungen zu erwarten. In den anderen beiden Modellregionen ist eine positive Beeinflussbarkeit für die feuchten Hochstaudenfluren durch Auflichtungen von Wäldern möglich.

5.3.2 Ergebnisse der Befragung in den Modellgebieten

5.3.2.1 Einschränkende Wirkungen bestehender Naturschutzauflagen

Die Auswirkungen von bestehenden Naturschutzauflagen auf Waldflächen für die Energieholzbereitstellung sollte mit der ersten Frage beurteilt werden:

„Ergeben sich aus dem Naturschutzstatus auf Waldflächen Ihres Betriebes Einschränkungen bei der Gewinnung von Energieholz? Um welche Einschränkungen handelt es sich und wie bedeutend waren diese?“

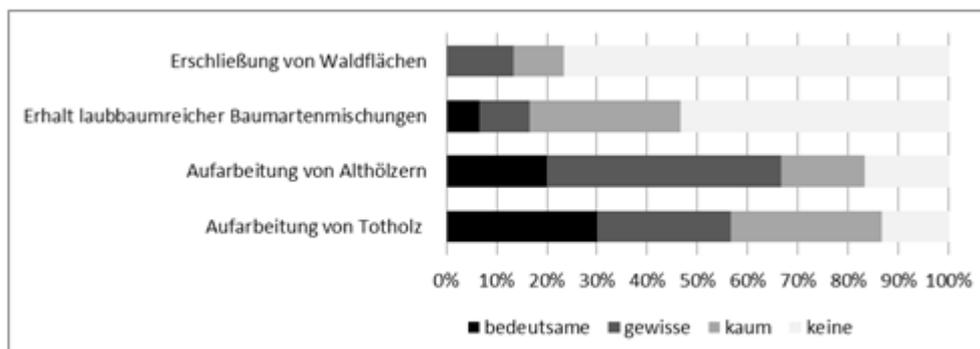


Abb. 5-2: Einschränkung der Energieholzbereitstellung durch den Naturschutzstatus

Bei der Aufarbeitung von Althölzern und Totholz werden von Seite der Waldbewirtschafter überwiegend (67 % bzw. 57 %) gewisse bis bedeutsame Einschränkungen für eine Energieholznutzung gesehen. Bedeutsam war für ein Drittel der Bewirtschafter die Einschränkung der Nutzung von Totholz, für ein Fünftel die Aufarbeitung von Althölzern. Im Modellgebiet Silikat wird beim Totholz die Einschränkung der Nutzung etwas geringer eingeschätzt, nur die Hälfte der Befragten misst ihr eine mindestens gewisse Bedeutung bei.

Bei der Erschließung von Waldbeständen mit Schutzstatus werden von der großen Mehrheit keine bis kaum Einschränkungen durch die Naturschutzauflagen gesehen, nur 13 % sahen hier gewisse Einschränkungen. Bei Durchforstungen, um Baumartenmischungen zu erhalten, wurden von der Mehrheit (83 %) ebenso keine / kaum Einschränkungen durch den Schutzstatus gesehen.

5.3.2.2 Realisierung von Naturschutzmaßnahmen

Hier wurden die Art und Bedeutung der in den vergangenen 10 Jahren im Betrieb realisierten Naturschutzmaßnahmen erfragt:

„Wurden auf Waldflächen in Ihrem Betrieb gezielt Naturschutzmaßnahmen durchgeführt (in den letzten 10 Jahren)? Wenn ja: Welche Bedeutung hatten folgende Naturschutzmaßnahmen?“

- Erhalt und Förderung von Altholzinseln (Habitatbäume)
- Erhalt und Förderung von stehendem/ liegendem Totholz
- Pflege und Entwicklung von Sonderstrukturen (z.B. Felsen, Blockhalden, Moorbereiche)
- Pflege und Entwicklung der Lebensräume seltener Tierarten (Schmetterlinge, Fledermäuse, Spechtarten, ...)
- Frühe Förderung von naturschutzfachlich wertvollen Lichtbaumarten (z.B. Eiche)
- Erhalt/ Entwicklung von Baumartenmischungen und Bestandesstrukturen (Schichtung; Altersphasen, Verjüngung) auf Kosten der Holzproduktion
- Waldrandgestaltung mit naturschutzrelevanten Baumarten (Wege; Wald-Feld-Grenze)
- Verzicht auf den Anbau ertragreicher aber naturschutzfachlich unerwünschter Baumarten
- Schaffung lichter Waldstrukturen unter dauerhafter Absenkung des Holzvorrats („Lichte Wälder“)
- Vermehrtes Arbeiten mit Pionierbaumarten
- Enthurstungsmaßnahmen an der Waldgrenze zum Offenland
- Flächenstilllegungen
- Wiederaufnahme historischer Waldnutzungsformen (Nieder- und Mittelwald)
- Aushagerung eutrophierter Standorte, z.B. durch eine gezielte Vollbaumnutzung

Die Befragungsergebnisse zeigen deutliche Unterschiede bei der Bedeutung der umgesetzten Naturschutzmaßnahmen. Die Maßnahmen „Erhalt von Altholzinseln“ und „Belassen von Totholz“ hatten bei rund 70 % der Befragten eine mittlere bis große Bedeutung und waren damit das wichtigste Thema bei der Umsetzung von Naturschutzmaßnahmen. Die „Pflege und Entwicklung von Lebensräumen seltener Tierarten“ hatte ähnliche Bedeutung, hier wurde von 60 % der Befragten eine mittlere bis hohe Bedeutung angegeben. Für rund die Hälfte der Betriebe hatte die „Pflege von Sonderstrukturen“ eine mindestens mittlere Bedeutung bei ausgeführten Maßnahmen.

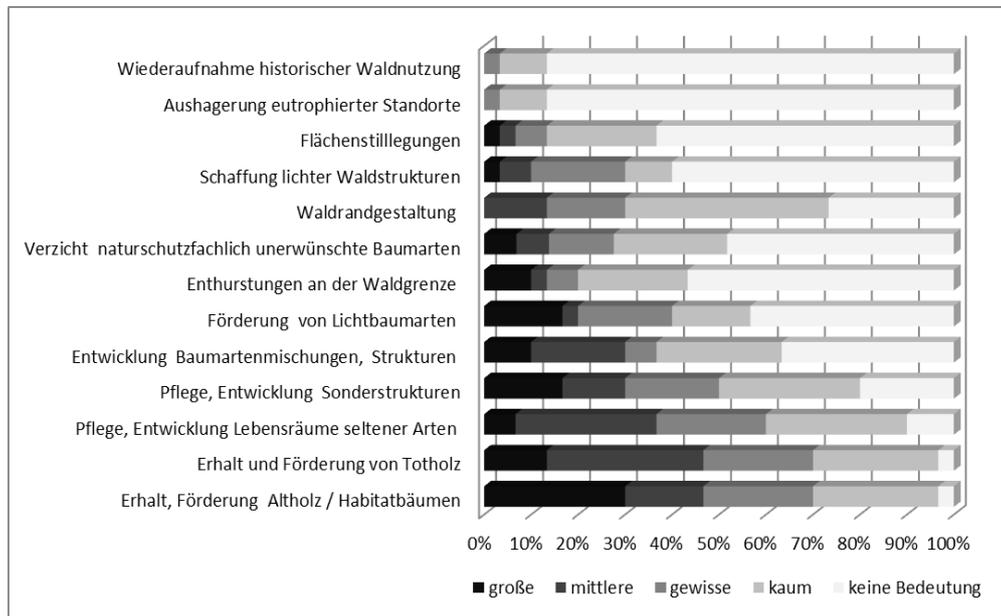


Abb. 5-3: Bedeutung umgesetzter Naturschutzmaßnahmen

Für ein Drittel der Betriebe hatten realisierte Maßnahmen bezüglich „Lichten Wäldern“, „Waldrandgestaltungen“, „Erhalt von Baumartenmischung und Bestandsstruktur“, sowie „Verzicht auf naturschutzfachlich unerwünschte Baumarten“ eine mittlere bis große Bedeutung.

Von geringerer Bedeutung waren „Enthurstungen an der Waldgrenze“ (wobei hier 10 % dem höhere Bedeutung beimaß). „Flächenstilllegungen“ hatten für 85 % der Betriebe höchstens geringe Bedeutung. Die „Reaktivierung historischer Waldnutzungen“ und „Aushagerung eutrophierter Standorte“ war für die Mehrzahl der Betriebe kein Thema und hatte bei über 90 % keine / kaum Bedeutung.

Bei einer Betrachtung der Modellgebiete zeichnen sich folgende Tendenzen ab: Ausschließlich im Modellgebiet Silikat hatten „Schaffung lichter Waldstrukturen“ (Artenschutz Auerhuhn, Moore), „Verzicht auf naturschutzfachlich unerwünschte Baumarten“, „Entwickeln von Lebensräumen seltener Arten“ sowie „Enthurstungen an der Wald Offenlandgrenze“ (sicher mitbedingt durch Verwendung des lokalen Begriffs) teilweise größere Bedeutung.

Im Modellgebiet Keuper hatte das „Fördern von seltenen Lichtbaumarten“ (Eiche, Elsbeere) und „Flächenstilllegungen“ mehr Bedeutung als in den anderen Gebieten.

In diesem Zusammenhang wurde nach Konflikten und Synergien gefragt, die bei der Umsetzung von Naturschutzmaßnahmen hinsichtlich der Ziele einer stärkeren Energieholznutzung bestehen.

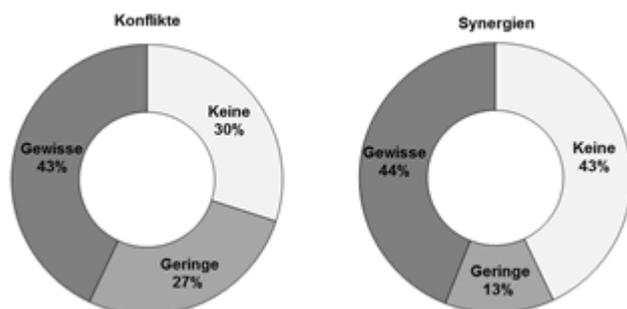


Abb. 5-4: Umgesetzte Naturschutzmaßnahmen und deren Verhältnis zum Ziel der Steigerung der Energieholzproduktion

Hinsichtlich des Ziels der stärkeren Energieholznutzung sahen ebenso viele Betriebsleiter (über 40 %) gewisse Konflikte und gewisse Synergien.

Die Waldbewirtschafter machten Angaben zu den Naturschutzmaßnahmen, die für Ihre Einschätzung maßgeblich waren. Viele der Genannten konnten einzelnen Modellregionen zugeordnet werden. Eine deutliche Tendenz bestand in der Einstufung mit Nutzungsverzicht verbundener Maßnahmen als konfliktträchtig.

Synergiewirkungen wurden dagegen eher Maßnahmen gesehen, die mit Holzanfall verbunden sind. Die Kostenreduktion der naturschutzfachlichen Eingriffe durch die größeren Holzerlöse bei energetischer Holznutzung wurde dabei herausgestellt.

Tab. 5-7: Nennung der verschiedenen Naturschutzmaßnahmen und deren Einstufung als konfliktträchtig oder synergetisch für die Modellgebiete

Modellgebiet	Konflikte	Synergien
Silikat	Nutzung Habitatbäume, Alt-, Totholz	Auflichtung, Wald - Weide - Übergänge
	Extensiv genutzte Flächen	Artenschutz (Auerhuhn)
	Nährstoffentzug	Enthurstung von Mooren
Keuper	Flächenhafter Nutzungsverzicht	waldbauliche Eingriffe für Eiche
		Gewässerpflege
Kalk	Artenschutz, Sonderstrukturen	Waldübergänge
	Nutzung Altbestände, Totholz	Pflege von Wachholderheiden

5.3.3 Betriebliche Maßnahmen zur Steigerung der Energieholzgewinnung

Die verschiedenen Maßnahmen zur Steigerung des Energieholzaufkommens (siehe 3.2.3) sollten bewertet werden hinsichtlich ihrer aktuellen Bedeutung im Betrieb, sowie deren zukünftiges Potenzial eingeschätzt werden. So wurde die Bedeutung faktisch umgesetzter Intensivierungen und die zu erwartende Entwicklung der Holznutzung abgeschätzt.

Intensivierung der Bestandspflege zur Steigerung der energetischen Holznutzung:

- stärkere Eingriffe in Jungbeständen mit geringeren Dimensionen
- Einschlag bisher qualitativ uninteressanter Bäume in der Baumholz-/Altholzphase
- gezielte Nutzung von Pionierbäumen auf ehemaligen Kahlfächen
- Einschlag auf bisher nicht / gering genutzten Flächen, bringungstechnische Problemstandorte
- verstärkte Nutzung des Schlagabraums (X-Holz, Kronenderbholz)
- Nutzung von Vollbäumen (auch unterhalb der Derbholzgrenze)
- konsequentere Abschöpfung des Zuwachses ohne dauerhafte Absenkung des durchschnittlichen Vorrats z. B. durch intensivere Durchforstung
- Verkürzung der Produktionszeit bzw. der Zieldurchmesser (langfristige Vorratsabsenkung)
- zusätzliche Mobilisierung von Vorräten (Vorratsabsenkung)

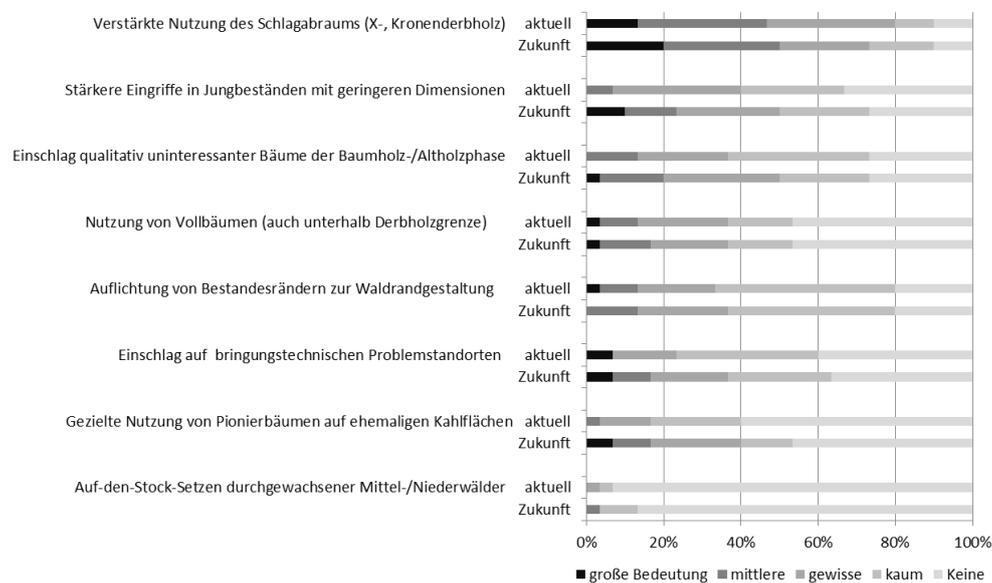


Abb. 5-5: Betriebliche Bedeutung von Maßnahmen zur intensivieren Energieholznutzung

Die Nutzung des Schlagabraums wurde mit Abstand am höchsten eingeschätzt, von 80 % der Bewirtschafter mit mittlerer bis große Bedeutung, und zukünftig noch leichtem Steigerungspotential. Mittlere bis große Bedeutung wird von rund 40 % der Intensivierung

von Eingriffen in Jungbestände und der Abschöpfung des Zuwachses beigemessen, wobei zukünftig ein großes Potential für diese Eingriffe erwartet wird. Die Nutzung von qualitativ schlechten Bäumen hat für ein Drittel mittlere bis hohe Bedeutung; hier sieht die Hälfte zukünftig Entwicklungstendenzen. Der Vollbaumnutzung wird von 35 % eine mindestens mittlere Bedeutung beigemessen mit einer zukünftig geringen Steigerung. Einschläge auf bringungstechnischen Problemstandorten/ bislang gering genutzten Flächen haben für ein Viertel mindestens mittlere Bedeutung; hier wird eine Steigerung von 10 % erwartet. Der Pionierbaumnutzung wird von über 80 % keine/geringe Bedeutung zugemessen, allerdings wird hier zukünftig von 40 % der Bewirtschafter eine starke Zunahme der Bedeutung auf mindestens mittlere Bedeutung erwartet.

Als Maßnahme, die Naturschutzziele fördert, wird der Waldrandgestaltung von rund 35 % eine mindestens mittlere Bedeutung zugemessen, hier wird zukünftig kaum geringere Bedeutung erwartet. Die Reaktivierung von Stockausschlagwäldern sehen die Betriebsleiter überwiegend (95 %) als bedeutungslos, und zukünftig ohne Entwicklungspotential.

Holzanfall aus Maßnahmen des Vorratsmanagement und der Infrastruktur:

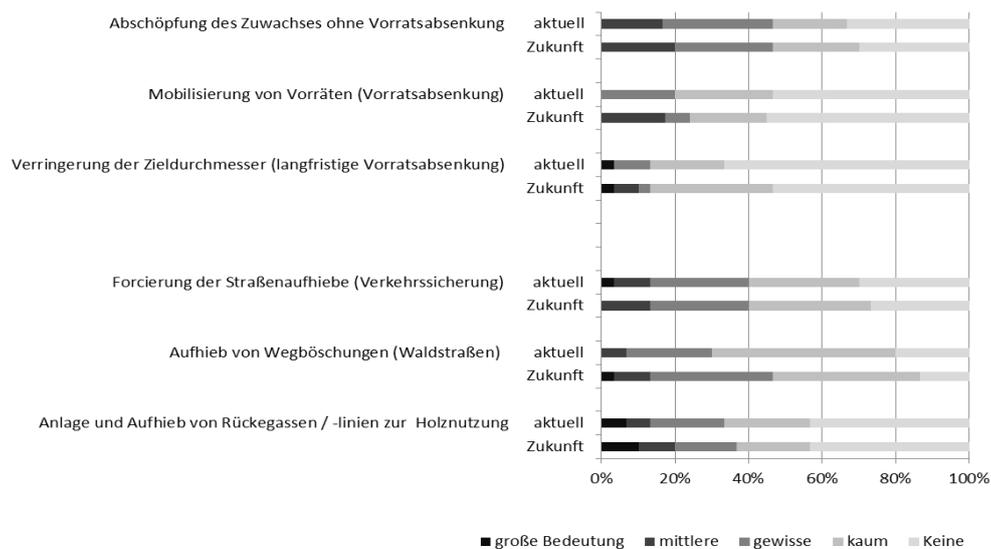


Abb. 5-6: Maßnahmen zur intensivieren Energieholznutzung in den Bereichen Vorratsmanagement und Infrastruktur und deren betrieblicher Bedeutung

Im Bereich des Vorratsmanagements der Betriebe wurde der konsequenteren Abschöpfung von Vorräten von fast 50 % der Betriebsleiter mittlere bis hohe Bedeutung beigemessen, bei zukünftig ähnlichem Niveau. Der Verkürzung von Umtriebszeiten über Absenkung der Zieldurchmesser und der Mobilisierung von Vorräten wird von 15 / 20 % eine mittlere bis große Bedeutung zugemessen, wobei hier in Zukunft in beiden Fällen eine deutliche Tendenz zur Steigerung erwartet wird.

Im Bereich der Infrastrukturmaßnahmen, bei denen die gezielte Holznutzung für energetische Zwecke Motivation ist, wurde von 10 - 20 % der Betriebe eine mindestens mittlere Bedeutung für die Maßnahmen gesehen. Für Straßenaufhiebe wird zukünftig eine eher rückläufige Bedeutung eingeschätzt, wobei vom Aufhieb von Wegen und Rückegassen ein gewisses zukünftiges Potential erwartet wird.

Tab. 5-8: Relevante aktuelle / zukünftige Nutzungsintensivierungen zur Energieholzgewinnung und Konfliktrichtigkeit bezüglich der Natura 2000 Schutzziele

Stärkere Nutzung von	Schlagabraums	Schwachholz früher Durchforstungen	Pionierhölzern	Vorratsabsenkung, Mobilisierung von Vorräten	bisher extensiv genutzte Fläche	Verringerung der Zieldurchmesser	Beständen schlechter Holzqualität und Althölzern	Totholz, Habitatbäumen
Arten/Lebensraumtypen								
Grünspecht						K	K	K
Sperlingskauz						K	K	K
Dreizehenspecht					K		K	K
Wendehals				S	S		K	K
Raufußkauz				S			K	K
Mittelspecht				K	K	K	K	K
Grauspecht				S		K	K	K
Hohltaube						K	K	K
Halsbandschnäpper				S	K	K	K	K
Schwarzspecht						K	K	K
Auerhuhn		S	K	S	S		K	
Haselhuhn		S	K	S	S			
Zippammer				S	S			
Ringdrossel				S				
Zitronengirlitz		S		S	S			
Heidelerche				S	S			
Neuntöter				S				
Wespenbussard				S				
Mopsfledermaus						K	K	K
Bechsteinfledermaus								K
Großes Mausohr								K
Wimperfledermaus								K
Alpenbock	K							K
Grünes Besenmoos				K		K		
Rogers Goldhaarmoos			K					
Spanische Flagge				S				
Feuchte Hochstaudenfluren				S				

Fließgewässer				S				
Hochstaudenfluren, montan				S				
Hochstaudenfluren, subalpin				S				
Wacholderheiden				S	S		S	
Feuchte Hochstaudenfluren				S				
Degradierete Hochmoore		S		S	S	S		
Schwingrasen- / Übergangsmoor		S		S	S	S		
Moorwälder		S		S	S	S		

5.4 AUSWIRKUNGEN VERÄNDERTER HOLZNUTZUNG AUF DIE SCHUTZZIELE

Die Befragungsergebnisse ergaben die relevanten Nutzungsveränderungen, als solche wurden aktuell faktisch realisierte ausgewählt sowie solche, denen ein gewisses Entwicklungspotential zugetraut wurde. Diese Nutzungsänderungen wurden verwendet, um für bestehende Schutzziele mögliche Konfliktpotentiale und Synergien auf regionaler Ebene abzuleiten (siehe Tab. 5-7).

5.4.1 Konfliktpotentiale in den Modellregionen

Abhängig von bestehenden Schutzziele lassen sich mögliche Konflikte für relevante Veränderungen der Holznutzung in den Modellgebieten ableiten.

Tab. 5-9: Konfliktsituationen in den Modellgebieten für verschiedene Nutzungsänderungen

Maßnahme \ Modellregion	Silikat	Kalk	Keuper
Ausweisung Stilllegungsflächen	X	X	X
Verstärkte Nutzung Althölzer	X	X	X
Verstärkte Nutzung Habitatbäume	X	X	X
Verstärkte Nutzung Totholz	X	X	X
Absenkung der Zieldurchmesser	X	X	X
Verstärkte Nutzung extensiv genutzter Flächen	X	X	
Nutzung von Schlagabraum		X	
Verstärkte Nutzung von Pionierbaumarten	X		
Erschließungsmaßnahmen	X		

Die Konfliktpotentiale, welche aus den Sensibilitäten der regionalen Schutzziele gegenüber den erwarteten Veränderungen der Energieholznutzung abgeleitet werden können, sind regional unterschiedlich verteilt. Wobei auch ähnliche Requisiten in den Modellgebieten betroffen sein können, die von unterschiedlichen, teilweise gebietstypischen Arten, genutzt werden.

Teilweise treten diese über alle Regionen hinweg auf. Hier kann man von einer überregionalen Konfliktrichtigkeit dieser Veränderungen der Holznutzung auszugehen, zumal wenn man die vielfältigen betroffenen Schutzziele betrachtet.

Überregional problematisch für die Schutzziele sind somit folgende Nutzungsänderungen einzustufen: Die verstärkte Nutzung von Totholz, Althölzern und Habitatbäumen, und die Absenkung der Zieldurchmesser (Verkürzung der Produktionszeit).

Von diesen Maßnahmen ist eine große Palette von wertgebenden Natura 2000 Arten in ihren Habitatansprüchen betroffen wie beispielsweise Höhlenbrüter und -nutzer wie Spechte, Kleineulen und Fledermäuse. Deutlich konfliktverschärfend wirkt die Verringerung des Angebotes an möglichen Höhlenbäumen durch Absenkung von Zieldurchmessern für die Spechtarten, dabei besonders für die Schlüsselart Schwarzspecht.

Die Ausweisung von Stilllegungsflächen wird von den Bewirtschaftern rückblickend als wenig konfliktrichtig eingestuft, trotz geringer Bannwaldanteile und der laufenden Ausweisung von AuT-Refugien.

Andere Konfliktsituationen sind eher typisch für einzelne Modellregionen, da hier einzelne naturräumliche Schutzziele betroffen sind. Berücksichtigt man deren naturschutzfachliche Bedeutung kann man von einer regionalen Konfliktrichtigkeit ausgehen.

Für die Region **Silikat** sind zusätzlich zu den überregional konfliktrichtigen Nutzungsänderungen regionale Konflikte zu erwarten. So reagiert besonders der Dreizehenspecht mit seinem hohen Bedarf an Totholz sensibel auf dessen Nutzung, damit ist für diese Art eine Steigerung des Einschlags auf extensiv genutzten Flächen besonders konfliktrichtig. Starke Eingriffe in bislang extensiv genutzten Flächen können Vorkommen des grünen Besenmooses als FFH-Art beeinträchtigen. Eine verstärkte Nutzung von Pionierbaumarten auf ehemaligen Kahlflächen lässt besonders im Schwarzwald mit seinen nadelholzdominierten Wäldern negative Wirkungen erwarten. Beispielsweise auf Arten, wie das Haselhuhn, welche die Pionierbaumarten als Nahrungsgrundlage nutzt oder die FFH-Art Rogers Goldhaarmoos. Ein Konflikt, der besonders deutlich in der Region Silikat wird, ist der weitere Ausbau von Waldwegen; davon werden sensible Schutzziele wie Auerhuhnlebensräume oder die Moorlebensraumtypen negativ beeinflusst.

In der Modellregion **Kalk** wirkt neben der Nutzung von Totholz, die stärkere Nutzung von Schlagabraum negativ auf die Vorkommen der auf Landesebene ausschließlich hier vorkommenden FFH-Art Alpenbock aus. Die Bestände des vorkommenden Grünen Besenmooses werden von starken Eingriffen in die Bestände zur Mobilisierung von Vorräten und stärkeren Holzeinschlägen auf bisher nur gering genutzten Flächen negativ beeinflusst.

In der Region **Keuper** werden neben den überregionalen Konfliktpotentialen keine gebietsspezifischen erwartet. Die mit der Nutzung von qualitativ schlechten Baumhölzern, Althölzern und Totholz verbundenen Konflikte werden hier als hoch eingestuft. Konfliktrichtig sind diese für die höhlenbrütenden und -nutzenden Arten wie Halsbandschnäpper, Hohлтаube, Mops-, Bechsteinfledermaus und Großes Mausohr. Auch das Habitat der Spechte (Grün-, Grau-, Mittel-, Schwarzspecht und Wendehals) wird durch diese Eingriffe negativ beeinflusst, zusätzlich konfliktverschärfend kann die Verringerung der Zieldurchmesser auf diese Arten wirken. Außerdem wird durch die Reduktion von stärkeren großborkigen Bäumen (Eichen) die Nahrungsgrundlage des Mittelspechts verringert.

5.4.2 Mögliche Synergien in den Modellregionen

Viele Lebensraumtypen und Arten der Wälder sind häufig mit Waldgrenzbereichen und lichten Bestandstrukturen verknüpft. Diese Bestandsbilder können durch Eingriffe gestaltet werden, die deutlich über die üblichen forstlichen Einschlagsintensitäten hinausgehen. Lichte Strukturen sind heute gering vorhanden u.a. da im Zuge der „naturnahen Forstwirtschaft“ eher schwächere Eingriffe praktiziert wurden. Aus naturschutzfachlicher Perspektive wird in wertgebenden Waldbereichen vielfach ein Pflegerückstand diagnostiziert, für den Erhalt der naturschutzfachlichen Ziele sind hier pflegende Eingriffe von besonderer Bedeutung.

Synergien zwischen beiden Zielstellungen können dabei über eine naturschutzfachlich motivierte Steigerung der Nutzung von Energieholz erwartet werden.

Drei Haupttypen von Pflegemaßnahmen lassen sich bilden, die synergetisch zu Zielen der Energieholzgewinnung wirken:

- Vorratsabsenkungen als strukturfördernde Auflichtung in Form von lichten Wäldern, Aufwertungen von Waldrändern, oder in Übergangsbereichen zwischen Wald / Offenland und Sonderstrukturen wie Wacholderheiden oder Moore
- Nutzung von Jungbeständen unter Förderung von Strukturen / Lichtbaumarten / Pionierbaumarten
- Baumartenwechsel hin zu standortsheimischen Arten bedeuten mehrheitlich eine Verschiebung hin zu Laubholzarten und damit mittelfristig zu höheren Energieholzanteilen

Bei Betrachtung der Modellgebiete können für die verschiedenen naturschutzfachlichen Waldzieltypen, verschiedene regionale Lebensraumtypen ausgeschieden werden. Diese Auswahl ist möglich abhängig vom Vorhandensein der regionalen Schutzziele, sowie deren naturschutzfachlicher- und Flächenbedeutung, Die Lebensraumtypen können bei naturschutzfachlicher Ausgestaltung von einer Steigerung der Energieholznutzung profitieren.

Tab. 5-10: Regionale Lebensraumtypen in den Modellgebieten, die von stärkeren energetischen Holznutzungen profitieren können

Waldzieltypen	Modellgebiet		
	Silikat	Kalk	Keuper
Lichte Wälder	Auerhuhnhabitat	Trockenwald, Kalkmagerrasen	
Waldränder, Sukzessionen	Randbereiche Weidfeldränder, Extensivgrünland	Randbereiche Magerrasen, Wachholderheiden	Strukturreiche Waldränder, Mager- rasen, Extensiv- grünland, Streuobst
Sonderstrukturen	Felsen, Block-, Schutthalden,	Felsen, Block-, Schutthalden	
Fließgewässer begleitende Wälder	Naturnahe Fließgewässerauen		Naturnahe Fließgewässerauen

Für den Zieltyp „Lichte Wälder“ sind Synergien vornehmlich aus strukturierten Auflichtungen von Waldbeständen mit Belassen lichter Althölzern oder starker Einzelbäume zu erwarten, sowie durch gesteigerte Zuwachsabschöpfungen und Vorratsabsenkungen. Im Modellgebiet „Silikat“ werden beispielsweise vielfach die Vorräte bei der Wiederherstellung lichter Waldstrukturen für Habitats des auf großen Flächen vorkommenden Auerhuhns deutlich abgesenkt. Im Vogelartenspektrum ist das Auerhuhn mit seinen großflächigen Ansprüchen an lichte strukturierte Wälder eine wichtige betroffene Leitart.

Die typischen lichten Wälder im „Kalk“ sind Trockenwälder, die eng verzahnt auftreten mit Magerrasen und Felsstandorten, diese sind bedeutende Lebensraumtypen die von einer dauerhaften Absenkung der Vorräte profitieren können.

Im Keuper können frühe intensive Jungbestandspflegeeingriffe die Lichtbaumarten positiv beeinflussen. Die vorhandenen FFH Eichen-Lebensraumtypen und die seltenen Lichtbaumarten wie Elsbeere, Speierling und Mehlbeere können hierdurch gefördert werden.

Waldrandbereiche und Sukzessionen sind häufig in allen drei Modellgebieten in unterschiedlichen Lebensraumtypen vertreten. Von dauerhaft lichter Waldstrukturen können vor allem im Silikat die vorkommenden Ausprägungen FFH-Lebensraumtypen der Hochstaudenfluren profitieren. Die hier typischen Vogelarten wie Zitronengirlitz, Zippammer oder Ringdrossel profitieren von lichten strukturierten Waldrändern und Übergangsbereichen zum extensiven Grünland und Sonderstrukturen. Viele der Moorlebensraumtypen können in den Randbereichen von einer Vorratsabsenkung profitieren.

Im Kalk sind die Trocken-, Magerrasen als Sonderstrukturen im Wald sowie Gebüsch und Wälder trockenwarmer Standorte und Wachholderheiden die häufigsten Typen, die von

der Mobilisierung von Vorräten in den angrenzenden Waldrändern und Übergangsbereichen profitieren.

Synergien für das Modellgebiet Keuper sind durch die strukturfördernde Auflichtung von Waldrändern als Übergangsbereiche zu Streuobstwiesen und extensiv genutztem Offenland möglich.

Sonderstrukturen wie Felsen und Blockschutthalden sind im Silikat und Kalk häufig und synergetische Wirkungen hier durch Auflichtung der Randbereiche zu erwarten.

Dagegen sind fließgewässerbegleitende Wälder im Silikat und Keuper flächenbedeutende Lebensraumtypen, hier wirken Maßnahmen wie Auflichtungen und Baumartenwechsel zu standortheimischen Laubhölzern synergetisch. Im Karst dagegen ist dieser Lebensraumtyp naturraumbedingt nur gering vertreten.

Bei der Realisierung von Erstpflfegemaßnahmen können teilweise erhebliche Mengen Energieholz generiert werden dank der erforderlichen Eingriffsstärke und der teilweise über Jahrzehnte akkumulierten Zuwächse. Bei den Folgepflfegemaßnahmen sind die zu erwartenden Mengen meist geringer.

5.5 DISKUSSION UND ZUSAMMENFASSUNG

Die Möglichkeiten einer Steigerung der Holznutzung für energetische Zwecke sind aus Sicht der Waldbewirtschafter begrenzt. Auch zukünftig werden keine großen Potentiale gesehen, um die energetische Nutzung zu steigern. Die Einschätzung einiger Bewirtschafter, den Vorratsabbau zukünftig auch verstärkt als Mittel zur Steigerung der Energieholzproduktion zu nutzen, verdeutlichen dies. Aktuell spielen im Vergleich zur Nutzung von Schlagabraum alle weiteren Nutzungsoptionen betrieblich eine geringe Rolle. Die Bedeutung der Schlagabraumnutzung wird sich nach Einschätzung der Bewirtschafter auch zukünftig nicht wesentlich zugunsten anderer Optionen verändern.

Bestehende Naturschutzziele im Wald sind teilweise als überregional einzustufen, jedoch auch in vielen Fällen naturraumspezifisch. Dabei müssen überregional bedeutende Ziele in die regionale Zielsetzung implementiert werden. In Abhängigkeit von dieser sind für die verschiedenen Nutzungsoptionen spezifische Risiken von Konflikten sowie Chancen auf Synergien vorhanden.

Konfliktpotentiale aus Sicht der Bewirtschafter bestehen meist im Zusammenhang mit Schutzziele, die an Nutzungsverzicht gekoppelt sind. In diese Kategorie fallen beispielsweise der Erhalt von Habitatbäumen, Althölzern und Totholz. Die Ausweisung von Prozessschutzflächen ist ebenfalls als Nutzungsverzicht zu werten. Diese wurde von den Betrieben aber als gering bedeutende Maßnahme gewertet. Dagegen lässt die Differenz der geringen Bannwaldanteile zum 5 % (10 %) Ziel der Nationalen Biodiversitätsstrategie (BMU 2007) eine größere Konfliktträchtigkeit erwarten. Die Intensität der Konflikte wird

hier allerdings davon abhängen, ob auf den für eine Stilllegung vorgesehenen Waldflächen eine intensivere Nutzung aus ökonomischer Sicht sinnvoll erscheint, oder dort nur geringe oder keine Erlöse erzielt werden können.

Synergien werden mehrheitlich bei Naturschutzzielen erwartet, für deren Erreichen eine pflegende Nutzung erforderlich ist. Ein hoher Anteil der Betriebsleiter sah Synergieeffekte, insbesondere bei Pflegemaßnahmen des Naturschutzes mit Holzanfall. Chancen wurden hier besonders in der Verringerung der Kosten durch die höheren Erlöse für das bei Pflegemaßnahmen anfallende Energieholz gesehen.

Lichte Wälder, Sukzessionen Waldgrenzbereiche auch zu Sonderstrukturen und fließgewässerbegleitende Wälder sind Waldzieltypen, die aus naturschutzfachlicher Sicht Synergien mit den Zielen der energetischen Holzgewinnung erreichen können. Die wertgebenden, flächenbedeutsamen und typischen Waldlebensräume wurden für die Modellgebiete zusammengestellt.

Den Bewirtschaftern in naturschutzfachlich wertvollen Bereichen sind mögliche Synergien auf Betriebsebene durch eine oft langjährige Auseinandersetzung mit den regionalen Naturschutzzielen bewusst. Diese Betriebe haben häufig bereits Pflegemaßnahmen für die Entwicklung naturschutzfachlicher Ziele realisiert, so dass sie Potentiale zum Gewinnen von Energieholz besser einschätzen können als davon bisher nicht tangierte Betriebe.

In den über die Befragung erhobenen Nutzungstrends, deren Bewertung und damit auch in den verbundenen Konflikt- und Synergiepotentialen spiegeln sich aktuelle Diskussionen sowohl von Nutzerseite wie auch von Seiten des Naturschutz nieder. Beispielsweise die während der Umfrage laufende Umsetzung von naturschutzfachlichen Konzepten wie dem Alt- und Totholzkonzept in Baden-Württemberg.

Wesentlich für die Wirkungen der meisten betrachteten Nutzungsveränderungen ist deren Ausgestaltung. Die Orientierung an regionalen Naturschutzzielen und eine Anpassung der Eingriffe daran können häufig Konflikte vermeiden oder bieten Chancen auf Synergieeffekte.

Im Rahmen dieser Arbeit konnten nur bestehende Schutzziele und bestehende naturschutzfachliche Planungen berücksichtigt werden, wobei die Konkretisierung der naturschutzfachlichen Ziele nicht immer einfach ist. Die Identifikation von weiteren Indikatorarten, beispielsweise durch die Betrachtung der Artenschutzziele auf Basis von Arten der „Roten Listen“, könnte weitere Wirkebenen von Nutzungsveränderungen identifizieren oder beschriebene Konflikt und Synergiesituationen weiter vertiefen.

5.6 LITERATURVERZEICHNIS

BERTILLER R. KEHL A. (2006): Lichter Wald. Züricher Wald 5, 9-12.

BOLTE, A., POLLEY, H. (2010): Nutzungs- und Ertragspotenziale des Waldes. Fachvortrag im Rahmen des 3. Symposiums „Mehr Holz im Einklang mit der Gesellschaft“, Waldstrategie 2020, BMELV, Berlin, 12.-13.04.2010.

BMU (2007): Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt. Berlin 178 S.

ForstBW (2010): Alt- und Totholzkonzept Baden-Württemberg. Landesbetrieb, Stuttgart, 37 S.

FR-BAWÜ (2003): Richtlinie der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg zur Feinerschließung von Waldbeständen. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Freiburg, 27 S.

LUBW (2006): Handlungsempfehlungen Vogelschutzgebiete. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe, 105 S.

HÖLZINGER, J., & M. BOSCHERT (2001): Die Vögel Baden-Württembergs. Bd. 2.2: Nicht-Singvögel 2 Tetraonidae (Rauhfußhühner) – Alcidae (Alken). – Stuttgart (Ulmer).

HÖLZINGER, J., & U. MAHLER (2001): Die Vögel Baden-Württembergs. Bd. 2.3: Nicht-Singvögel 3 Pteroclididae (Flughühner) – Picidae (Spechte). – Stuttgart (Ulmer)

SCHABER-SCHOOR G. (2009): Produktion von Waldenergieholz und Nachhaltigkeit von Totholz unter Berücksichtigung der Biodiversität. FORST & HOLZ, 2/2009, S. 14-17.

SCHMIDER, P.; BERNOWITZ K. (2013): Biodiversität im Wald: Konzept und Methode der Erfolgskontrolle im Kanton Thurgau. Schweizerische Z. f. Forstwesen 1/2013, S.1-9.

6 SZENARIOBASIERTE AUSWIRKUNGEN EINER NATURSCHUTZORIENTIERTEN WALDBEWIRTSCHAFTUNG AUF DAS ENERGIEHOLZAUFKOMMEN IN EINEM GROßEN FORSTBETRIEB

Autor: Rüdiger Unseld

6.1 HINTERGRUND

Unter dem heute umfassend formulierten Begriff der Nachhaltigkeit werden umweltpolitische Entwicklungsziele den ökonomischen und sozialen Zielen gleichgestellt. In der Forstwirtschaft beinhaltet der Begriff anfangs lediglich die nachhaltige Sicherung der Holzversorgung. Heute wird darunter die nachhaltige Sicherung aller Waldfunktionen verstanden, die mit der sogenannten multifunktionalen Forstwirtschaft erreicht werden soll.

Ein auf Nachhaltigkeit ausgerichteter Forstbetrieb steht damit heute vor der Aufgabe, einen Konsens zwischen den zum Teil kontradiktorischen Anforderungen zu schaffen und zugleich einen reibungslosen und erfolgreichen Betriebsablauf zu garantieren. Besonders brisant für Privatwaldbesitzer sind dabei Nachhaltigkeitsmaßnahmen im Wald, die in der Folge zu gesetzlichen Beschränkungen der Eigentümerrechte führen können.

Forstbetriebe richten ihre strategischen Planungen langfristig aus. Dazu bedarf es Informationen darüber, mit welchen Bewirtschaftungskonzepten die formulierten Betriebsziele erreicht werden können. Mehrere Zielvorstellungen auf derselben Flächeneinheit können diese Aufgabe sehr komplex gestalten, insbesondere dann, wenn neben der räumlichen auch die zeitliche Komponente ausreichend in die Planungen integriert werden soll.

Im Fokus der vorliegenden Untersuchungen stand als potenzielles Betriebsziel die Erhöhung der Biodiversität durch naturschutzorientierte Bewirtschaftungsmaßnahmen. Die dadurch erzeugten Veränderungen bei der Energieholzmenge werden mit dem Niveau verglichen, das bei einer Fortführung der derzeitigen Bewirtschaftungsweise erzielt wird.

Die Ergebnisse werden hinsichtlich ihrer Repräsentanz für eine größere Region und der Einschätzung von Waldbewirtschaftern diskutiert. Ergänzend werden Varianten unterschiedlicher Totholzanreicherung (Modellierungen), die Rolle ertragsschwacher Standorte, eine Flächenbehandlung als „Lichter Wald“ sowie eine mögliche Verschiebung der derzeitigen Holzverwendung in Richtung Energieholz betrachtet.

6.2 MATERIAL UND METHODEN

Anhand eines real existierenden, großen Forstbetriebes soll gezeigt werden, wie sich eine naturschutzorientierte Bewirtschaftungsstrategie mittelfristig, d.h. in diesem Fall in einem Zeitraum von 30 Jahren, auf die Energieholzproduktion auswirken kann. Kern der Untersuchungen bilden Berechnungen des Holzaufkommens unter veränderten Rahmenbedingungen („Szenarien“), die anhand eines Modellierungswerkzeugs mit integriertem Wachstumssimulator und Sortierungsmodul durchgeführt wurden. Mit dem Simulator sollte es möglich sein, die naturale Produktionssituation auf Grundlage empirisch erhobener Daten ausreichend genau nachbilden zu können und für die kommenden Jahrzehnte modellhaft zu berechnen.

6.2.1 Untersuchungsbetrieb

Für die Untersuchungen stellte sich ein Forstbetrieb (Südwestdeutschland) zur Verfügung, der mit seinem Baumartenspektrum, naturschutzfachlichen Eigenheiten und Holzverwendung die regionalen Verhältnisse, hier für das Modellgebiet „Kalk“, beispielhaft repräsentiert (vgl. Kapitel 4). Hervorzuheben ist, dass sich ein nennenswerter Teil der Waldfläche des Betriebes in naturschutzfachlich sensiblen Bereichen befindet. Hier waren mit hoher Wahrscheinlichkeit die in Kapitel 0 beschriebenen Konkurrenz- und Synergiesituationen zwischen einer energetischen Holznutzung und den Indikatoren einer hohen Biodiversität auf größeren Flächen zu finden. Die entstehenden Effekte auf die Energieholzbereitstellung konnten dadurch im Rahmen dieser Arbeit eingehender untersucht werden.

6.2.2 Modellierungswerkzeuge

Als Modellierungswerkzeug wurde der „Waldplaner“ verwendet, der an der NWFVA auf der Basis eines bestehenden Wuchssimulators entwickelt wurde (HANSEN 2006, 2012). Wachstumssimulatoren sind mittlerweile als geeignete Werkzeuge zur waldbaulichen Modellbildung anerkannt und wurden für verschiedenste Fragestellungen benutzt. Dabei wird in die Waldbestände virtuell eingegriffen und Bewirtschaftungsmaßnahmen nachgeahmt. Für definierte Zeiträume erfolgt ein Wachstum der Bäume, dessen Ausmaß mittels empirisch entwickelter Algorithmen hergeleitet wird (vgl. NAGEL 1999). Der Waldplaner ermöglicht es im Gegensatz zu anderen Simulatoren, verschiedene Bewirtschaftungsszenarien nicht nur auf Bestandes- sondern auch auf Betriebsebene zu analysieren.

Zur Modellierung der anfallenden Totholzmenngen wurde ein im Waldplaner integriertes Managementmodul angewendet (vgl. MEYER et al. 2009). Damit sollte abgeschätzt werden, unter welchen Annahmen der Vorrat an liegendem und stehendem Totholz gesteigert werden kann.

6.2.3 Modellierungsdaten

Das derzeitige Holzaufkommen und seine zukünftigen Veränderungen wurden mit den Daten aus der Betriebsinventur („BI“) nachgebildet. Sie hatten im Vergleich zur klassischen Forsteinrichtung den Vorteil, dass repräsentativ erhobene Bestandsdaten zur Modellierung zur Verfügung standen, die für räumlich begrenzte Prognosen verwendet werden konnten (vgl. SCHMIDT et al. 2005). Die Daten wurden mit weiteren Standortsangaben in einem GIS verschnitten. Für die Modellregion wurden Daten der Bundeswaldinventur II („BWI“) aus dem Jahr 2002 ausgewertet.

Betriebsinventur

Die Betriebsinventur stammt aus dem Jahr 2007. Insgesamt wurden auf den Betriebsflächen im Modellgebiet 417 Stichproben erhoben. 326 Stichproben waren permanent markiert und die Stammfußkoordinaten der Bäume lagen vor. 91 Stichproben (22 %) wurden temporär ohne spezielle Einmessung der Bäume angelegt. Die weitere Datenbearbeitung erfolgte folgendermaßen:

1	Aufbereitung der Originaldaten	Umformung der Originaldaten in die programmlesbare Struktur.
2	Erzeugung von Stammfußkoordinaten für Bäume in den temporären Stichproben	Mittels des Wachstumssimulators BWIN Pro (NAGEL 1999; 2002) wurden auf Grundlage der vorhandenen Baumgrößen modellhaft Einzelbaumkoordinaten erzeugt.
3	Anpassung Einlesemodule bei der NWFVA sowie Modifikationen an der Simulationssoftware	Zum Einlesen und zur rechnerisch korrekten Auswertung der Inventurdaten wurde für das betriebseigene Stichprobendesign ein darauf abgestimmtes Einlesemodul mit der NWFVA erstellt. Unter anderem erfolgte eine Einarbeitung der Hangneigungskorrektur.
4	Anpassung und Überprüfung der Baumartenparametrisierung	Für die Baumarten, bei denen ALBRECHT et al. (2010; 2012) eine Wachstparametrisierung für Baden-Württemberg vorgenommen hatten, wurden die entsprechenden Algorithmen eingefügt.
5	Einarbeitung von Bestandesmanagement und Sortimentierung der Baumstämme	Gemäß den Angaben des Forstbetriebes wurde das derzeitige Bestandesmanagement ermittelt und die Sortimentierung angepasst. Aus der Vielzahl an Sortierungsvorgaben wurden die Hauptsortimente identifiziert.
6	Definition Szenarien	Siehe unten.
7	Datenbankanlage und erste Simulationen	Szenarienweise Berechnung der Bestandsgrößen und der sich daraus ergebenden Beerntungsmengen.
8	Ergebnisabfragen	Formulierung von SQL-Abfragen zur rationellen Auswertung der relevanten Größen.
9	Überprüfung der Ergebnisse auf Validität	Erneute Kontrolle der Originalstichproben ⁴ .

⁴ Auf eine Angabe der Stichprobenfehler wurde verzichtet. Es wurde bei den einzelnen Untersuchungen auf eine ausreichende Anzahl an Stichproben geachtet.

Zusätzliche Daten an den Stichprobepunkten

- Die Exposition wurde anhand des digitalen Höhenmodells (50 x 50m) über eine TIN-Transformierung in ArcMap ermittelt. Die Hangneigungen am Stichprobenpunkt lagen aus der Inventur vor.
- Zur Ermittlung naturschutzfachlich besonders wertvoller Flächen an den Inventurpunkten wurden Shapes aus der Waldbiotopkartierung und der Natura2000-Planungen (beide mit Stand 2013) mit den Stichproben verschnitten.

Daten für regionale Aussagen im Modellgebiet „Kalk“

Zum Vergleich der Waldausstattung des Untersuchungsbetriebes mit der „durchschnittlichen“ Waldausstattung des Modellgebietes Kalk wurden 429 Stichproben der Bundeswaldinventur ausgewertet.

Daten zur Holzsortierung und Holzverwendung

Die Sortierung erfolgte gemäß den Angaben des Forstbetriebes. Dazu wurden die Hauptsortimente identifiziert und in der programminternen Sortierungsdatei des WaldPlaners verschlüsselt (vgl. HANSEN & NAGEL 2014). Baumindividuell wurden anschließend die Sorten vom Programm für stehende und geerntete Bestände zugeordnet und über eine SQL-Abfrage die Mengen zusammengefasst. Die Berechnung der Sorten erfolgte ohne Rinde, bei der Berechnung des Energieholzaufkommens wurde die Rinde miteinbezogen. Zu erwähnen ist, dass die derzeit definierten Sortierungsalgorithmen für eine ausreichend genaue Bestimmung des Kronenrestholzes noch nicht ausreichen. Sowohl bei der Berechnung des Kronenrestholzes beim Laub- als auch beim Nadelholz traten Unterschätzungen im Vergleich zu den von HEPERLE (2010) ermittelten Werten auf. Auf eine Modellierung einer Holznutzung unterhalb der Derbhholzgrenze wurde aufgrund der Unsicherheiten daher verzichtet.

6.2.4 Standardszenario und Alternativszenarien

Als Standard wurde versucht, das derzeitige Einschlags-, Aushaltungs- und Vermarktungsverhalten möglichst realitätsnah mit dem Simulationsprogramm abzubilden. Zum Vergleich wurden Szenarien definiert, die potenzielle Zielsetzungen des Betriebes hinsichtlich einer Biodiversitätserhöhung stärker betonen.⁵ Die einzelnen Szenarien werden nachfolgend näher erläutert.

„Zieldurchmesser“

Es wurde der Zieldurchmesser der Buche von derzeit 45 cm auf 60 cm erhöht. Dadurch sollte der Anteil an dicken Bäumen gesteigert und das Angebot an potenziellen Höhlenbäumen (Habitatbäume, Totholz) vergrößert werden⁶.

⁵ Für das Szenario „Biodiversität“ gestaltet sich die Auflistung eigentlich komplexer. Zudem muss berücksichtigt werden, dass mehrere Naturschutzziele auf ein und derselben Fläche umgesetzt werden können.

⁶ In den Wäldern des Untersuchungsbetriebes gibt es mehrere Schwarzspechtvorkommen. Gemäß dem derzeitigen Wissensstand bevorzugt er für den Höhlenbau Bäume ab ca. 50-60 cm BHD. Für die Modellierung wurde der aktuelle Zieldurchmesser mit 45 cm konstant gehalten. Längerfristig sollen auch im Standardbetrieb Durchmesser von 60 cm durch geeignete waldbauliche Behandlungen bei kürzerer Produktionszeit als bisher erzielt werden.

„Laubholz“

Zielsetzung des Szenarios war die Erhöhung des Flächenanteils der Buche und anderer Laubhölzern der potenziell natürlichen Vegetation auf Kosten der Fichte. Dazu wurde ein laubholzreicher Waldentwicklungstyp, hier Buche-Edellaubholz (vgl. ML NIEDERSACHSEN 2004), vorgegeben. Eine Konsequenz war, dass in Mischbeständen bei zukünftigen Eingriffen eine bevorzugte Ausweisung von Laubholz als Z-Bäume anstatt der ebenfalls in Frage kommender Nadelbäume erfolgte.

„Habitatbäume“

Für das Szenario wurden, soweit möglich, Zielgrößen und Vorgehensweise des Alt- und Totholzkonzeptes Baden-Württemberg zugrunde gelegt (FORSTBW 2010). Durchschnittlich wurden bei der Modellierung bis zum Jahr 2044 rund fünf Bäume/ha als Habitatbäume ausgewiesen. Die Markierung erfolgte ausschließlich auf Flächen in der sogenannten „Hauptnutzungsphase“. Zum Schluss waren ca. 5 % dieser Flächen durch Habitatbäume überschirmt. Insgesamt wurden 6.400 Habitatbäume ausgewiesen, deren Absterbeverlust mit 10% angesetzt wurde. Eine Ausweisung in Fichtenreinbeständen fand nicht statt⁷. Der Anteil der Hauptnutzungsflächen betrug am Ende des Modellierungszeitraumes rund 30 % der Gesamtfläche (1.200 ha)⁸.

„Prozessschutz“

Im Szenario „Prozessschutz“ wurden Flächen ausgewiesen, auf denen keine Holznutzung mehr stattfinden sollten. Natürliche Prozesse sollten dort zukünftig ungestört ablaufen. Die Prozessschutzflächen (PSF) wurden in drei Abstufungen definiert. Bereits heute als extensiv zu bearbeitende Zonen des FFH-Gebietes sowie ausgesuchte Flächen der Waldbiotopkartierung wurden in diesem Szenario als erstes aus der Nutzung genommen („PSF I“). Ihr Anteil an der Gesamtfläche betrug fast 3,5 %. Als weitere Abstufung wurden zusätzlich alle Flächen des FFH-Gebietes, die als Lebensstätte oder Lebensraumtyp ausgewiesen wurden („PSF II“) aus der Nutzung genommen. Diese wurden schließlich noch mit allen schlecht wüchsigen, alten Laubholzbeständen in den Steillagen ergänzt („PSF III“). Die Flächenanteile lagen bei PSF II bei fast 8 % und bei PSF III bei 11 % der Gesamtfläche. Als Standardszenario war eine uneingeschränkte Holznutzung vorgesehen⁹.

⁷ Laut AuT-Konzept FORSTBW (2010) ist die Ausweisung von Fichten aufgrund des Forstschutzes ein Sonderfall. „Wenn möglich, sollten Habitatbaumgruppen in Fichtenbeständen Mischbaumarten erhalten.“ Dies war in den Beständen mit oftmals 100% Fichtenanteil nicht umsetzbar.

⁸ Habitatbäume wurden durch den Betrieb bereits markiert. Mangels Daten über deren Anzahl und Zusammensetzung wurde im Standardszenario vereinfacht keine Habitatbaumausweisung unterstellt. Gemäß FORSTBW (2010) sollen sukzessive 10 – 15 Bäumen pro 3 ha möglichst gruppenweise ausgewiesen werden, so dass schließlich dort der Flächenanteil der Habitatbäume rund 5 % beträgt. Ausgewiesen wird in der Hauptnutzungsphase (vgl. GÖCKEL & WICHT-LÜCKGE 2014). Programmbedingt erfolgte die Ausweisung einzelbaumweise, so dass auftretende Konkurrenzeffekte auf benachbarte Wirtschaftsbäume im Vergleich zu einer gruppenweisen Ausweisung bei der Modellierung eventuell verstärkt wurden. Entsprechend den Resultaten der BWI III (MICHIELS 2014) wurde davon ausgegangen, dass auch im Untersuchungsbetrieb ausreichende Vorkommenspotenziale an Habitatbäumen vorhanden waren.

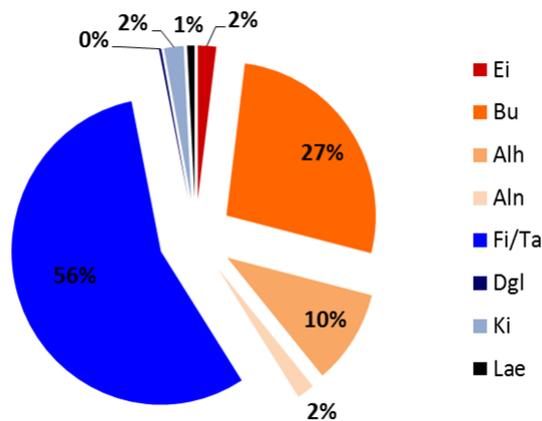
⁹ Bereits heute gibt es Waldflächen im Betrieb, in denen forstwirtschaftliche Belange hinter naturschutzfachliche Zielsetzungen zurücktreten und extensiv behandelt werden. Dies wurde beim Vergleich nicht berücksichtigt.

6.3 AUSGANGSZUSTAND UND REPRÄSENTANZ DES BETRIEBES

In den folgenden Unterkapiteln wird die Waldausstattung des Betriebes beschrieben. Alle Modellierungsergebnisse sind unter Berücksichtigung dieser betriebseigenen Anfangskonstellation hinsichtlich Baumartenzusammensetzung, Altersstruktur und Naturschutzausstattung sowie der derzeitigen Holzvermarktungsstrategie zu verstehen. Um eine Übertragbarkeit der Ergebnisse auf die Region zu gewährleisten, sollte der untersuchte Betrieb eine repräsentative Ausstattung an Waldbeständen vorweisen. Seine Werte werden soweit möglich mit den regionalen Durchschnittswerten verglichen.

6.3.1 Baumartenzusammensetzung und Altersaufbau der Bestände

Mit den Inventurdaten wurden fast 4.200 ha der Waldflächen des Betriebes innerhalb des Modellgebietes abgedeckt¹⁰. Damit nahmen die untersuchten Waldflächen fast 10 % der gesamten Waldfläche im Modellgebiet „Kalk“ (48.000 ha) ein. Nachfolgende Grafiken (Abb. 6-1) zeigen die Baumarten- und Altersverteilungen der untersuchten Betriebsflächen. Sie wurden auf das aktuelle Jahr 2014 berechnet¹¹.



ALH = Andere Laubbäume mit längerer Lebensdauer (z.B. Esche, Ahorn, Linde...)

ALN = Andere Laubbäume mit niedriger Lebensdauer (z.B. Birke, Aspe, Vogelbeere...)

Abb. 6-1: Baumartenanteile des Untersuchungsbetriebes

Demnach stockt derzeit auf rund 60 % der Flächen Nadelholz, der überwiegende Teil davon Fichten. Buchenwälder sind mit rund 30 % und sonstige Laubbäume mit höherer Lebensdauer („ALN“), vorwiegend Esche oder Bergahorn („ALH“), mit rund 10 % vertreten.

¹⁰ Eine Auswertung der bestandsweisen Kartierung (Polygone) ergab eine vergleichbar große Waldfläche.

¹¹ Die Verteilung der Baumarten sowie deren Vorräte wurden mit Eingriffen und Zuwächsen vom Jahr 2007 ab auf das Jahr 2014 berechnet. Der Hiebssatz 2007-2014 lag für diesen Zeitraum in der Realität und in den Berechnungen bei 9 Efm/J/ha.

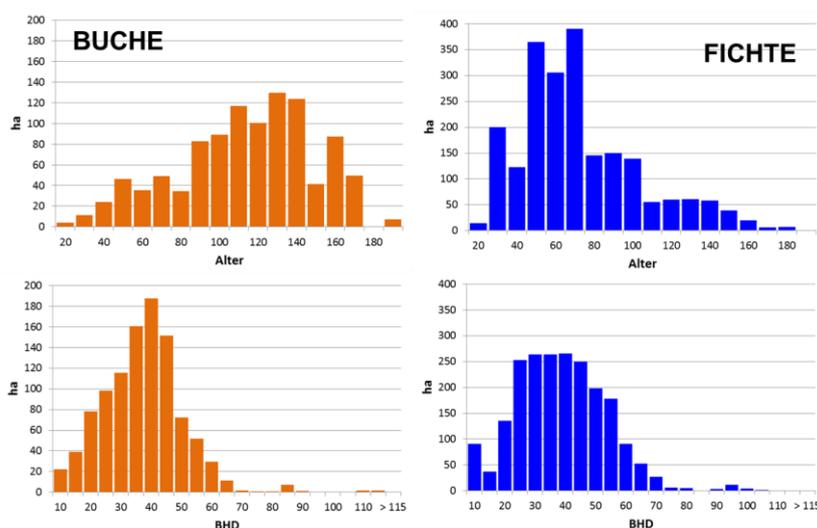


Abb. 6-2: Verteilung der Buchen- und Fichtenbestände des Untersuchungsbetriebs nach Alters- und Durchmesserklassen

Im Betrieb überwiegen aktuell die älteren Altersklassen. Insbesondere bei den Buchenbeständen ist ein Großteil der Waldfläche mit Beständen bestockt, die bereits 100 Jahre oder älter sind (Abb. 6-2). Hier besteht somit seitens der Energieholznutzung als auch hinsichtlich der Naturschutzrelevanz ein attraktives Potenzial. Erwähnt werden muss, dass nur 4 % der Buchen über 100 Jahre einen BHD von 60 cm oder mehr aufweisen, was überwiegend den standörtlichen Verhältnissen und dem früheren waldbaulichen Vorgehen geschuldet sein dürfte. Im Durchschnitt haben die alten Buchenbestände (> 100 Jahre) einen BHD von ca. 45 cm. Weiterhin bemerkenswert sind die Vorkommen an alten Eichen, Tannen und größere Flächen mit alten Buchen. Ihr Alter beträgt derzeit zwischen 150 und 190 Jahre. Ein Vergleich der Hauptbaumartenanteile mit der regionalen Durchschnittssituation zeigt folgendes:

Tab. 6-1: Vergleich der Baumartenanteile im Modellgebiet „Kalk“ (BWI 2002) mit den Anteilen des Untersuchungsbetriebes (BI 2007)

	Modellgebiet „Kalk“ (48.000 ha)	Untersuchungsbetrieb (4.200 ha)
Fichte (Tanne)	50 %	56 %
Buche	39 %	28 %
Buche Alter > 100 Jahre	18 %	19 %

Die Baumartenverteilung von Region und Betrieb waren ähnlich. Im gesamten Modellgebiet betrug 2002 der Fichtenanteil 50 % und der Buchenanteil 39 %. Der Altersaufbau zeigte für die Buchenbestände im Modellgebiet ebenfalls einen Schwerpunkt bei den älteren Beständen.

6.3.2 Naturschutzrelevante Ausstattung des Betriebes

Nachfolgend wird die Ausstattung mit ausgewiesenen Naturschutzflächen und mit Alt- und Totholz näher betrachtet. Sie spielte bei der Auswahl der Naturschutzszenarien eine entscheidende Rolle.

6.3.2.1 Naturschutzflächen mit gesetzlichem Schutzstatus

In der folgenden Tabelle sind Flächen aufgeführt, die als Waldbiotope, als Lebensraumtypen oder Lebensstätten einer Tier-/Pflanzenart eine besondere Bedeutung für den Naturschutz darstellen.

Tab. 6-2: Naturschutzkategorien im Modellgebiet und im untersuchten Forstbetrieb sowie Anteil an der jeweiligen Waldfläche (Daten: LUBW Bad.-Württ. & RP Tübingen 2013)

Kategorie	Modellgebiet		Untersuchungsgebi	
	Fläche (ha)	Anteil (%)	Fläche (ha)	Anteil (%)
Waldbiotope*	2015	4,2	244	5,3
FFH-Lebensraumtyp	k.A.	k.A.	240	6
FFH-Lebensstätten (o. Überlagerungen)	k.A.	k.A.	396	9
Gesamt**	-	-	496	12

* Inkl. „nicht geschützter Waldbiotope“ d.h. hier überwiegend Buchenaltbestände
 ** Überlappungen vorhanden, daher keine einfache Summenbildung möglich

Im gesamten Modellgebiet nehmen demnach Waldbiotope eine Fläche von etwas mehr als 4 % der Waldfläche ein. Der Anteil liegt geringfügig unter dem des Untersuchungsbetriebes. Die FFH-Planungen waren zum Zeitpunkt der Untersuchung für das Modellgebiet im Gegensatz zum untersuchten Betrieb noch nicht abgeschlossen und die Angaben fehlen daher. Auf der Fläche des Untersuchungsbetriebes wurden 6 % bzw. 9 % der Fläche als Lebensraumtyp bzw. Lebensstätte ausgewiesen. Insgesamt sind unter Berücksichtigung der Flächenüberlappungen rund 12 % der Gesamtfläche des Betriebes mit den oben aufgeführten Naturschutzkategorien belegt¹².

Mit Abstand am bedeutsamsten ist im Untersuchungsbetrieb der Waldmeister-Buchenwald (153 ha), gefolgt von den Schlucht- und Hangmischwäldern (64 ha). Ebenfalls noch bedeutsam sind Flächen mit mitteleuropäischem Orchideen-Kalk-Buchenwald (22 ha). Eine Besonderheit ist der auf kleinen Flächen vorkommende Kiefernwald aus der Klasse der Schneeheide-Kiefernwälder (0,8 ha). Lebensstätten wurden für Vorkommen des Schwarzspechtes, des Alpenbocks, der Bechsteinfledermaus und des Grünen Besenmooses kartiert. Die Vorkommen überlagern sich mehrfach und nehmen im untersuchten Betrieb eine Fläche von fast 400 ha ein.

¹² Erwähnt werden muss, dass im Rahmen der Natura2000-Planungen in Abstimmung mit der Betriebsleitung sogenannte Vorrangflächen ausgewiesen wurden. Im Modellgebiet betragen die Flächen mit naturschutzfachlichem Vorrang ca. 1,5 % der gesamten Waldfläche. Flächen mit forstlichen Einschränkungen hatten einen Anteil von 5,4 %.

Außerhalb der FFH-Gebiete kommen noch Waldbiotope als Flächen mit Schutzstatus in nennenswertem Umfang vor. Die wichtigsten Biotoptypen sind in folgender Tabelle aufgeführt:

Tab. 6-3: Anteil der Waldbiotoptypen im Modellgebiet und im untersuchten Forstbetrieb an der gesamten Waldbiotopfläche. (Daten LUBW Bad.-Württ.; RP Tübingen 2013)

Waldbiototyp	Modellgebiet		Untersuchungsgebiet	
	Fläche (ha)	Anteil (%)	Fläche (ha)	Anteil (%)
Naturnahe Schlucht-, Blockhalden- und Hangschuttwälder, regional seltene naturnahe Waldgesellschaften	496	35	151	67
Gebüsche, naturnahe Wälder trockenwarmer Standorte,...	512	36	43	19
Felsbildungen, Block-, Schutt-/Geröllhalden, Höhlen...	167	12	16	7
Sonstige	240	17	13	6

Die naturnahen Schlucht-, Blockhalden- und Hangschuttwälder sowie die Gebüsche und naturnahe Wälder trockenwarmer Standorte sind in der Region wie auch im Untersuchungsbetrieb flächenmäßig am bedeutsamsten, wenn auch mit etwas unterschiedlichen Anteilen. Naturnahe Wälder trockenwarmer Standorte haben ebenfalls eine große Bedeutung. Weitere Biotoptypen mit beachtenswerten Flächengrößen sind in beiden Fällen Felsbildungen, Block-, Schutt- und Geröllhalden.

6.3.2.2 Alt- und Totholz

Neben dem Vorkommen besonders wertvoller Flächen ist das Aufkommen an Alt- und Totholz naturschutzfachlich von hohem Interesse. Das überdurchschnittlich hohe Vorkommen von Althölzern wurde bereits bei der Beschreibung des Altersaufbaus der Waldbestände erwähnt. Dagegen wurde Totholz in der betriebseigenen Inventur bisher nicht als Zielgröße aufgenommen. Hilfsweise wurde daher das derzeitige Totholzvorkommen anhand von Aufnahmen der Bundeswaldinventur abgeschätzt. Für den gesamten Körperschaftswald und den Großprivatwald lagen aussagekräftige Daten vor. Staats- und Kleinprivatwald sind mit aufgeführt, deren Stichprobenanzahl ist für eine fundierte Aussage allerdings zu gering¹³.

Tab. 6-4: Totholzaufkommen im Modellgebiet „Kalk“ getrennt nach Besitzarten

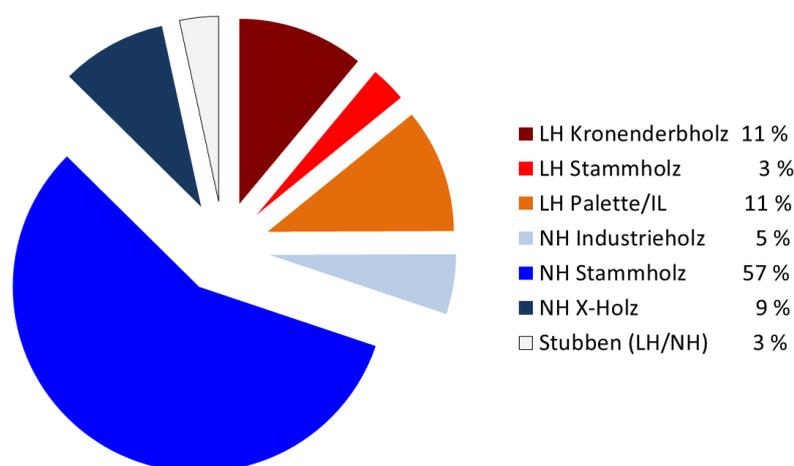
Besitzart	Totholz (fm/ha)	Anzahl SP
Körperschaftswald	6.6	253
Großprivatwald	5.2	140
Staats-/Kleinprivatwald	-	36
Gesamt	6.0	429

¹³ Im Untersuchungsbetrieb lagen lediglich 27 Stichproben der BWI, deren Totholzwerte stark streuten. Auf eine separate Auswertung wurde daher verzichtet.

Demnach lag die Totholzmenge des Körperschaftswaldes etwas über und die des Großprivatwaldes unter den durchschnittlichen Mengen des Modellgebietes¹⁴. Erwähnenswert ist, dass es sich insgesamt bei 40 % des Totholzes um Stubben, bei 35 % um liegendes und bei 25 % um stehendes Totholz handelte. Im Vergleich zum Bundesdurchschnitt von 11,5 fm/ha ist die Ausstattung des Modellgebietes mit stärkerem Totholz insgesamt deutlich unterdurchschnittlich.

6.3.3 Sortimentzusammensetzung und Energieholznutzung

Von den bestehenden Waldbeständen wurden die Holzsortimente ermittelt, die bei einer Nutzung der Bestände heute anfallen würden.



(Vorrat: 1,3 MioVfm. Ausgangsjahr: 2014; Aushaltung: Betriebsspezifische Vorgaben; nur Betriebsflächen im Modellgebiet)

Abb. 6-3: Anteile der Sortimente am Gesamtvorrat der Waldbestände

Beim stehenden Holzvorrat handelt es sich derzeit bei mehr als der Hälfte um Nadelstammholz. Die anderen Nadelholzsortimente machen insgesamt 14 % des gesamten Holzvorrates aus und kommen potenziell als Energieholz in Frage¹⁵. Der Anteil der Laubholzsortimente am Gesamtvorrat beträgt genau ein Viertel. Es handelt sich mit Kronenderbholz und Palettenholz überwiegend um Sortimente, die vielerorts oftmals energetisch genutzt werden¹⁶. Laubstammholz spielt eine untergeordnete Rolle. Schlechte Qualitäten des Stammholzes kommen hier potenziell auch als Energieholz in Frage. Der Anteil des Stubbenholzes beträgt rund 3 % und wird unter dem Aspekt „Holznutzung“ nicht weiter beachtet.

¹⁴ Der Untersuchungsbetrieb fällt unter die Kategorie Großprivatwald und hat dort die meisten Flächenanteile.

¹⁵ Das Nadelindustrieholz wird zurzeit aus Durchforstungsbeständen überwiegend stofflich verwendet, Industrieholz schlechter Qualität aus Endnutzungsbeständen wird gehackt. Beim X-Holz (als K-Holz) erfolgt teilweise ebenfalls eine energetische Verwendung. In Endnutzungsbeständen wird ab 17 cm ausschließlich Energieholz ausgehalten.

¹⁶ Kronenrestholz wurde nicht berücksichtigt.

Ob die Holzsortimente stofflich oder energetisch verwendet werden unterliegt den Einflüssen des Marktes und ist somit schwer prognostizierbar. Deshalb wurde die derzeitige Holzverwendung über den ganzen Modellierungszeitraum hinweg als konstant angenommen, d.h. die prozentualen Anteile des Holzes, die aktuell einer stofflichen oder energetischen Nutzung zugeführt werden, blieben gleich. Welche Anteile von den geernteten Sortimenten heute energetisch genutzt werden zeigt nachfolgende Tabelle¹⁷.

Tab. 6-5: Anteil der energetischen Holznutzung innerhalb der Sortimente.

Sortiment	Energieholzanteil	Sortiment	Energieholzanteil
LH-Kronenderbholz	95 %	NH-K-Holz	30 %
LH-Palette	15 %	NH-Stammholz	2 %
LH-Stammholz	5 %	NH-IL	10 %

LH = Laubholz; NH = Nadelholz, IL = Industrieholz, K-Holz = rotfaule oder starkastige Stammholzteile

Das Sortiment, welches anteilmäßig am meisten zur Energieholznutzung verwendet wird, ist das Kronenderbholz der Laubbäume (Buche). Die Vermarktung erfolgt überwiegend durch Selbstwerbung und Eigenverkauf als „Brennholz lang“¹⁸. Palettenholz wird ebenfalls als Energieholz verkauft, überwiegend wird es aber, im Gegensatz zu anderen Betrieben in der Region, einer stofflichen Nutzung zugeführt.

Der Anteil an energetisch verwendetem K-Holz der Fichten ist stark marktabhängig und unterliegt stärkeren jährlichen Schwankungen¹⁹. Es wurde deshalb geschätzt, dass in den letzten Jahren im Durchschnitt ein Drittel gehackt und der Rest stofflich genutzt wurde. Zudem wird noch etwas Industrie- und Stammholz von Fichten zur Energienutzung gehackt. Es handelt sich zumeist um stark astige Wipfelstücke aus Endnutzungsbeständen.

Der Energieholzanteil am Gesamteinschlag liegt im Untersuchungsbetrieb bei fast 20 % bzw. 1,7 Efm pro ha Waldfläche. 2/3 des Energieholzes wird in Form von Stückholz vermarktet. Zu fast 80 % handelt es sich hier um Buchenholz. 1/3 des Energieholzes sind Waldhackschnitzel. Sie werden überwiegend aus Nadelholz gewonnen.

Ein Vergleich mit der energetischen Holznutzung des gesamten Modellgebiets zeigt, dass allein die Stückholznutzung bei den meisten öffentlichen Betrieben zwischen 1,5 und 3 fm pro Jahr und Hektar liegt (SCHMIDT 2014). Die Stückholznutzung im Untersuchungsbetrieb ist somit unterdurchschnittlich.

¹⁷ Die Anteile wurden gemäß den Verkaufszahlen aus der Betriebsbuchführung sowie nach Einschätzungen der Betriebsleitung ermittelt.

¹⁸ Alternativ wird an die Zellstoffindustrie verkauft. Die Nutzungsintensität beim LH-Kronenrestholz wird als hoch eingeschätzt. Es wird nach ersten Eindrücken vor Ort davon ausgegangen, dass ein Großteil z. B. über Selbstwerbung aufgearbeitet und energetisch verwendet wird.

¹⁹ K-Holz wird an die Plattenindustrie geliefert oder energetisch verwertet.

6.4 ERGEBNISSE DER BEWIRTSCHAFTUNGSSZENARIEN

In diesem Kapitel werden die Modellierungsergebnisse für die Bewirtschaftungsszenarien beschrieben. Zu Beginn wird das Standardszenario mit der Zusammensetzung und Entwicklung der heute und zukünftig genutzten Holzsortimente beschrieben. Die Fortsetzung der heutigen Bewirtschaftungsweise wird hier unterstellt. Mögliche Veränderungen zu diesem Standard werden dann in den nachfolgenden Szenarien aufgezeigt, die eine naturschutzfachliche Zielsetzung in den Vordergrund stellen. Schwerpunkte wurden gemäß der Gebietsausstattung (Kapitel 6.3.2) bei der Zielstärkenfestlegung, einer laubholzorientierten Bewirtschaftung, der Ausweisung von Habitatbäumen und Prozessschutzflächen identifiziert

6.4.1 Standardszenario

Durch den beschriebenen Altersaufbau der Bestände ist im Modellierungszeitraum mit unterschiedlichen Holzmenngen zu rechnen. Bei konstanter Einhaltung der Zieldurchmesser und Eingriffsstärken muss deshalb davon ausgegangen werden, dass die Holznutzung in den kommenden 20 Jahren deutlich ansteigt und danach absinken wird²⁰. Zur besseren Darstellung der Gesamtentwicklung wurde eine summarische Darstellung der Holzmenngen über die kommenden 30 Jahre gewählt (Abb. 6-4).

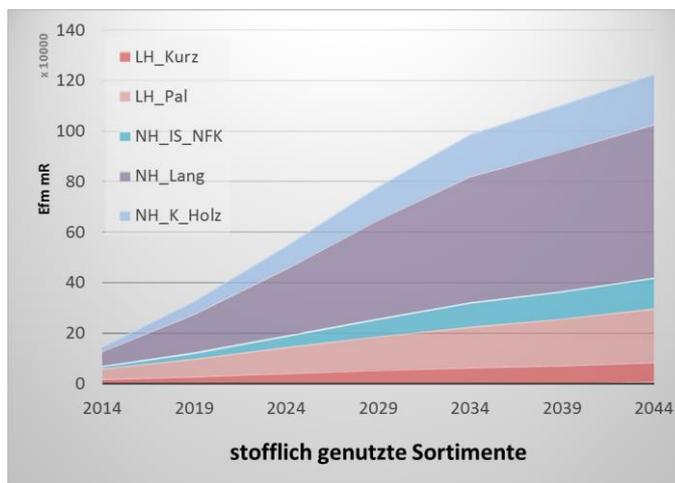


Abb. 6-4: Summarische Entwicklung der stofflich genutzten Holzmenngen (Efm m.R.) nach Sortimenten im Standardszenario (NH = Nadelholz; LH = Laubholz)

Bis zum Jahr 2044 fallen insgesamt etwas mehr als 1,2 Mio. Efm mit Rinde stofflich genutztes Holz an. Dies entspricht im Mittel 40.000 Efm pro Jahr bzw. 9,5 Efm pro Hektar. Fast 80 % der stofflich genutzten Sortimente liefern Nadelhölzer (NH: 900 tsd. Efm) bzw. 50 % aller stofflichen Sortimente entfallen auf Nadelstammholz (NH_Lang; 600 tsd. Efm).

²⁰ Das heutige Vorratsniveau (ca. 320 Vfm/ha) sinkt durch den hohen Anteil an Endnutzungen am Einschlag in den kommenden Jahrzehnten stetig ab.

Zum Gesamteinschlag kommen noch die in Abb. 6-5 dargestellten energetisch genutzten Holzsortimente hinzu.

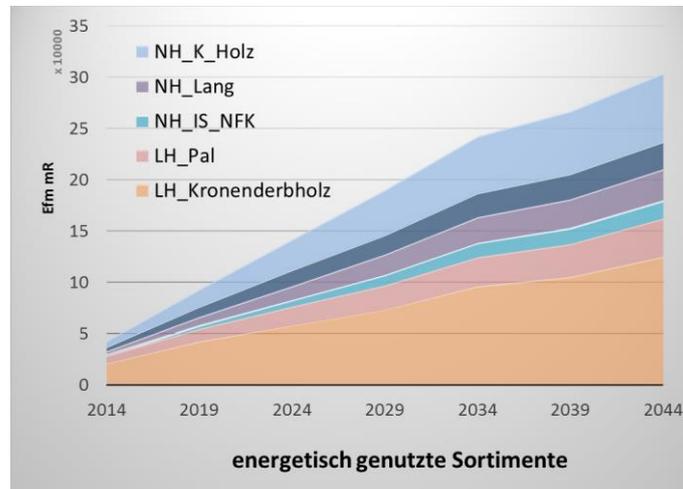


Abb. 6-5: Summarische Entwicklung der energetisch genutzten Holz mengen (Efm m.R.) nach Sortimenten im Standardszenario

Rund 300.000 Efm m.R. werden bis 2044 energetisch verwendet. Dies entspricht einer jährlichen Nutzung von 2,4 Efm/ha, und der bisherige Durchschnittswert (2014: 1,7 Efm/ha) steigt aufgrund des abgebauten Altholzüberhangs etwas an. Insgesamt beträgt der energetisch genutzte Anteil am Gesamteinschlag fast 20 %. Wichtigstes Sortiment ist das Kronenderbholz der Laubhölzer. Durch die verstärkte Beerntung von hiebsreifen Fichtenbeständen und bei Fortführung der derzeitigen Vermarktungsstrategie kann K-Holz in den kommenden Jahrzehnten einen bedeutenden Beitrag zum Energieholzaufkommen liefern. Der Laubholzanteil an den energetischen Sortimenten beträgt anfänglich noch fast 70 %. Dieser geht bis 2044 auf etwa 50 % zurück²¹.

6.4.2 Szenario „Zieldurchmesser“

Stärkere Buchen besitzen für Höhlenbauer wie den Schwarzspecht eine erhöhte Attraktivität als Bauobjekte. Nachfolgend wird dargestellt, welche Flächen- und Volumenanteile im Betrieb beim derzeitigen Zieldurchmesser von 45 cm und welche bei 60 cm zukünftig zu erwarten wären.

²¹ Gemessen am Energiegehalt pro Kubikmeter Holz reduzieren sich insgesamt die Werte bei den Nadelholzsortimenten. Eine dichteabhängige Berechnung wurde nicht durchgeführt.

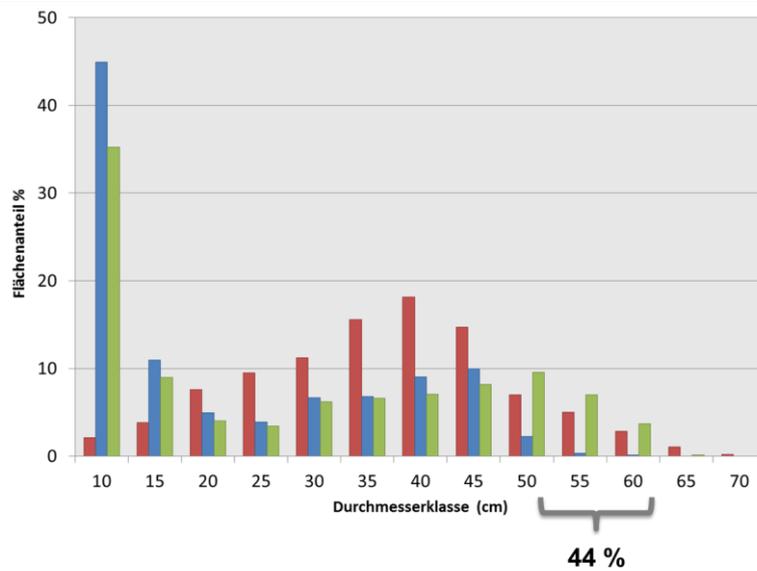
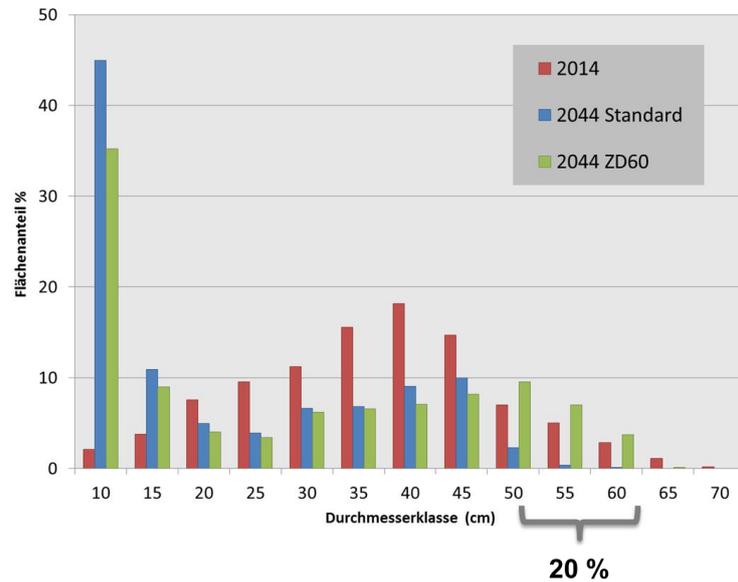


Abb. 6-6: Flächen- und Volumenverteilung der Buche heute und im Jahr 2044 auf den Flächen des Untersuchungsbetriebs. Dargestellt sind die Ergebnisse des Standardszenarios und des Szenarios „Zieldurchmesser“ (60 cm)

Es zeigt sich, dass unter den Standardbedingungen Bäume über 50 cm BHD nach dreißig Jahren keine nennenswerten Flächen- oder Volumenanteile mehr besitzen. Würde man den Zieldurchmesser auf 60 cm erhöhen, steigert dies den Flächenanteil stärkerer Buchen auf 20 % und den Vorratsanteil auf mehr als 40 %.

Der zeitlich verzögerte Einschlag bei Zieldurchmesser 60 cm bewirkt eine deutliche Vorratsanreicherung und damit eine Reduktion der geernteten Buchenholzmengen. Dies wird aus folgender Abbildung deutlich, in der die Effekte auf die stofflich und energetisch genutzten Sortimente dargestellt sind.

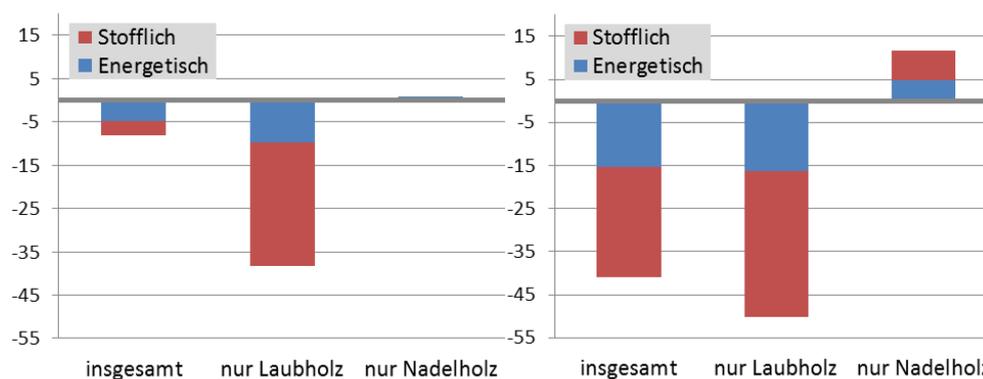


Abb. 6-7: Prozentuale Veränderung der nutzbaren Holzmengen im Szenario „Zieldurchmesser“ innerhalb von 30 Jahren auf der Gesamtfläche (links) und in den laubholzreichen Betriebsteilen (= mit einem LH-Anteil > 50%) (rechts)

Das Energieholz nimmt um rund 5 %, die stofflich genutzten Sortimente zusätzlich um 3 % ab. Betrachtet man ausschließlich die laubholzreichen Teilflächen (Abb. rechts), so sinkt dort sowohl die energetisch (-15%) als auch stofflich genutzte Holzmenge (-26%) mittelfristig deutlich. Offen bleibt die Frage, ob die Einbußen nach 2044 durch einen stärkeren Bucheneinschlag der dann dicker herangewachsenen Stämme mengenmäßig wieder ausgeglichen oder gar überkompensiert werden könnten. Eine entsprechende Modellierung wurde nicht durchgeführt²².

²² Zur Wahrung einer gewissen Prognosesicherheit sollte in der Regel ein Modellierungszeitraum von ca. 30 Jahren nicht überschritten werden. Bei Zieldurchmesser 60 cm werden längere Modellierungszeiträume benötigt. Zudem spielt das zunehmende Risiko eines Qualitätsverlustes des Buchenstammholzes eine Rolle, das modellhaft nicht abgebildet werden kann.

6.4.3 Szenario „Laubholz“

Als weiteres Ziel wurde die Erhöhung des Laubbaumanteils, insbesondere von standörtlich natürlichen Baumarten Buche, Bergahorn und Esche festgelegt. Dieser wird durch die Vorgabe entsprechender Waldentwicklungstypen, auf die im Rahmen von Durchforstungseingriffen, Jungwuchspflege sowie in der Verjüngung hingesteuert wird, modelliert.

Als erster Schritt wurde überprüft, ob sich in der Baumartenzusammensetzung tatsächlich ein nennenswerter Effekt hin zu einer laubholzreicheren Bestockung beobachten ließ. Nachfolgende Abbildung zeigt links die Entwicklung der Grundflächenanteile im Vergleich zum Standardszenario sowie rechts die zeitliche Entwicklung der Baumzahlen pro Hektar.

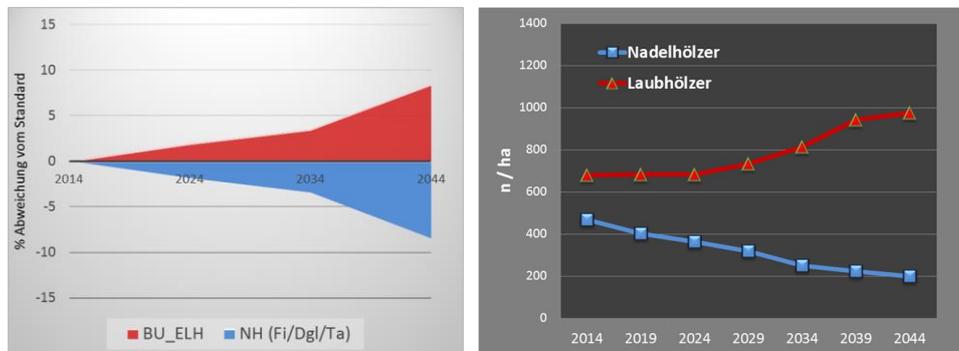


Abb. 6-8: Entwicklung der Grundflächenanteile von Laubholz (Buche/Edellaubholz) und Nadelholz (NH) im Vergleich zum Standardszenario sowie der durchschnittlichen Baumzahlen pro Hektar

Der Anteil von Buche/Edellaubholz an der Grundfläche vergrößert sich im Vergleich zum Standard um 8 %. Dies geht auf Kosten des Nadelholzanteils. Die Baumzahlen beim Laubholz nehmen ebenfalls deutlich zu, während diejenigen der Nadelhölzer kontinuierlich abnehmen. Verursacht wird dies durch eine zunehmende Etablierung von Laubholzjungbeständen, die nach dem Abtrieb der großflächig vorkommenden fichtendominierten Erntebestände entstehen.

Das mittelfristige Holzaufkommen bei einer Verschiebung zu Gunsten des Laubholzes wird allerdings nicht durch die Zunahme von Laubholzjungbeständen, sondern durch die Holzentnahme in älteren Mischbeständen gesteuert. Dazu sind in Abb. 6-9 sind die derzeitigen Bestandestypen des Untersuchungsbetriebs dargestellt.

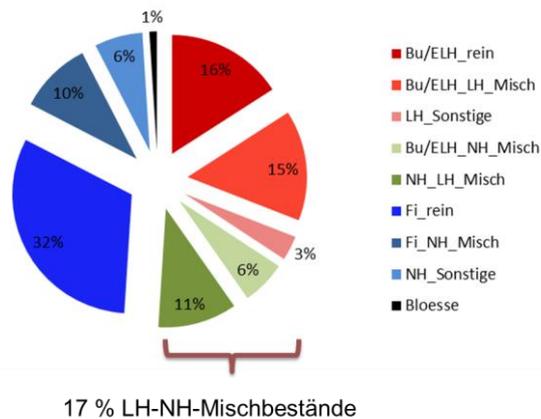


Abb. 6-9: Derzeitige Bestandestypen im Untersuchungsbetrieb²³

Mischbestände aus Laub- und Nadelhölzern haben derzeit einen Flächenanteil von 17 %. Der Großteil der Bestände liegt heute entweder als reiner Nadelholz- oder reiner Laubholzbestand vor. Welchen Effekt eine Verschiebung Richtung Laubholz auf die Energieholzmengen hätte zeigt Abb. 6-10.

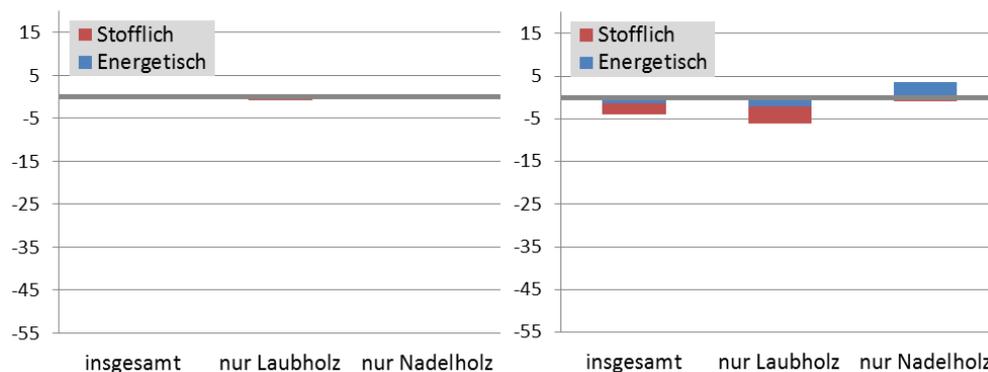


Abb. 6-10: Prozentuale Veränderung der nutzbaren Holzmengen im Szenario „Laubbäume“ innerhalb von 30 Jahren auf der Gesamtfläche (links) und in den laubholzreichen Betriebsteilen LH-Anteil > 50% (rechts)

Aus der Abbildung wird deutlich, dass trotz der spürbaren Zunahme des Laubholzes in den kommenden 30 Jahren keine nennenswerten Veränderungen bei den Holzmengen stattfinden. Dies hat zum einen mit dem oben skizzierten Fehlen von relevanten Mischbeständen zu tun. Ein weiterer Grund ist, dass in den Mischbeständen zwar Laubhölzer erst einmal bevorzugt belassen werden. Ihre Ernte findet aber lediglich zeitlich etwas verzögert statt.

²³ Abgeleitet im WaldPlaner; Bestandstypeneinteilung gemäß Forsteinrichtungslinien Niedersachsen

Betrachtet man die laubholzreichen Teilflächen (Abb.10; rechts) verringert sich die Holzmenge ebenfalls nur geringfügig. Der etwas zurückgehende Einschlag von Laubholz wird durch den etwas gesteigerten Einschlag beim Nadelholz zur Förderung von Laubbäumen mengenmäßig fast kompensiert.

Es zeigte sich, dass die zunehmenden Anteile der Laubholz-Jungbestände zwar für die flächenmäßige Zunahme von Laubholz eine große Bedeutung, für das mittelfristige Holzaufkommen aber noch keine Rolle spielten. Für das langfristige Holzaufkommen muss jedoch damit gerechnet werden, dass sich dadurch das Holzaufkommen etwas in Richtung Laubholz und damit zu Energieholzsortimenten verschieben wird.

6.4.4 Szenario „Habitatbäume“

Im Szenario „Habitatbäume“ wurden auf den Waldflächen in Anlehnung an das Alt- und Totholzkonzzept Baden-Württemberg Habitatbäume ausgewiesen, die dann von der Nutzung ausgenommen waren. Die Markierung erfolgte kontinuierlich bei jedem Eingriff, Fichtenreinbestände blieben bei der Ausweisung unberücksichtigt. Die Vorgehensweise ist im Methodenteil näher beschrieben. Das mittlere Volumen eines Habitatbaumes betrug im Untersuchungsbetrieb anfangs 3,7 Vfm und nach 30 Jahren ungestörten Wachstums fast 5 Vfm.

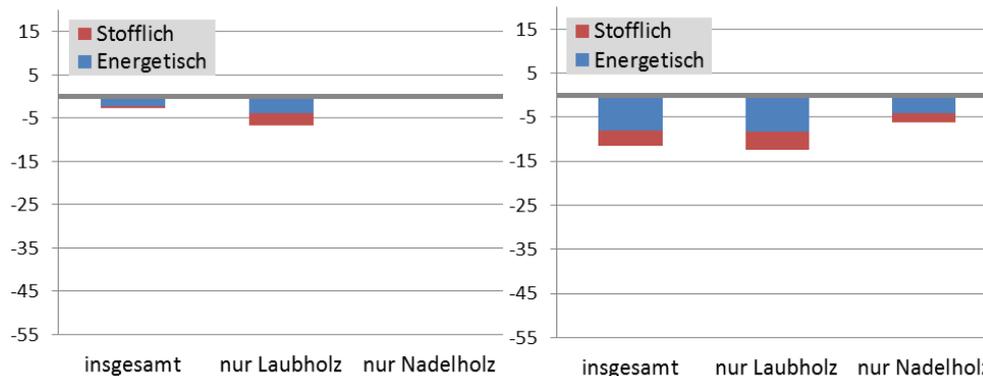


Abb. 6-11: Prozentuale Veränderung der nutzbaren Holzmenge im Szenario „Habitatbäume“ innerhalb von 30 Jahren auf der Gesamtfläche (links) und in den laubholzreichen Betriebsteilen LH-Anteil > 50% (rechts)

Gemäß den Modellierungsergebnissen gehen durch den Nutzungsverzicht bei den Energieholzsortimenten lediglich 2 % und bei stofflich genutzten Sortimenten nur 0,5% an Erntemasse verloren. Da vorwiegend Laubhölzer als Habitatbäume ausgewiesen wurden, blieb das Nutzungsniveau beim Nadelholz unverändert. Bei den Laubholzsortimenten entstehen Ernteverluste von 3 % beim energetisch bzw. 4 % beim stofflich genutzten Holz. Betrachtet man ausschließlich die laubholzreichen Betriebsflächen (Abb. 6-11 rechts), so

reduziert sich dort die Energieholzmenge um 8 % und die stofflich genutzten Sortimente um etwa 3 %.

6.4.5 Szenario „Prozessschutz“

Ein Anteil von 5 % an der Waldfläche wird seit längerem, z.B. in der Biodiversitätsstrategie, als Mindestflächenanteil einer langfristigen Stilllegung diskutiert. Flächen, die hier im Untersuchungsbetrieb primär in Frage kommen, sind Wälder mit Vorkommen seltener Arten oder anderen ökologischen Besonderheiten, die vornehmlich von der Waldbiotop- und Natura-2000-Kartierungen erfasst wurden. Es wurden 3 Abstufungen an Prozessschutzflächen (PSF I, II und III) betrachtet. Die Auswahl ist im Methodenteil beschrieben. Als erster Schritt wurde untersucht, ob die Holzqualitäten in den Prozessschutzflächen deutlich vom Durchschnitt abwichen und somit andere Anteile bei der Holzverwendung unterstellt werden sollten²⁴.

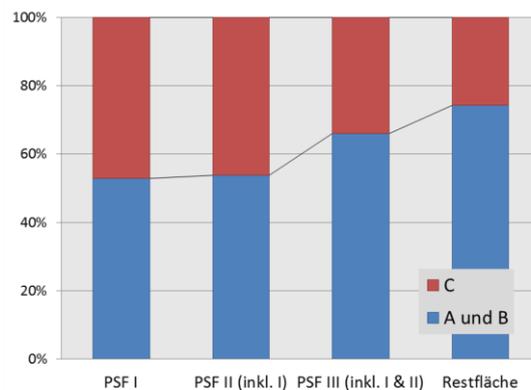


Abb. 6-12: Anteil der Stammholzqualitäten bei Buche (Ahorn/Esche) auf den Prozessschutzflächen und auf den übrigen Waldbeständen

Stämme besserer Qualität (A & B) waren auf den Restflächen etwas stärker vertreten als auf den potenziellen Prozessschutzflächen. Aufgrund der nicht allzu großen Unterschiede, die vermutlich noch im Rahmen des Stichprobenfehlers lagen, wurde auf eine Erhöhung des Anteils energetisch genutzter Sortimente in den Prozessschutzflächen verzichtet und die Anteile wie in den anderen Szenarien verwendet. Die Veränderungen durch die Flächenstilllegungen sind in Abb. 6-13 dargestellt.

²⁴ Eine Beurteilung der Rotkernigkeit war mit den vorhandenen Daten nicht möglich.

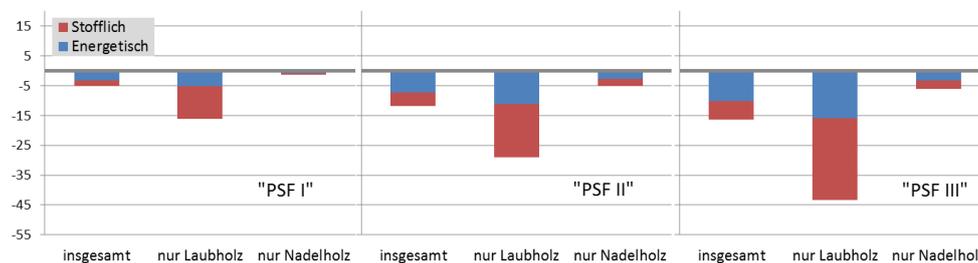


Abb. 6-13: Prozentuale Veränderung der nutzbaren Holz mengen im Szenario „Prozessschutz“ innerhalb von 30 Jahren auf der Gesamtfläche bei der Flächenauswahl PSF I, II und III (Flächenanteile: 4 %; 8 %; 11 % an der Betriebsfläche).

Bei einem Nutzungsverzicht würde im Vergleich zum Standard, für den keine Einschränkungen unterstellt wurden, das Aufkommen energetisch genutzter Holzsortimente bei PSF I um 3 % und stofflich genutzter Sortimente um 2 % reduziert werden. Betrachtet man ausschließlich die Laubholzsortimente, so fällt dort der Rückgang deutlicher aus. Die energetisch genutzte Holzmenge geht hier um 5 % und die stofflich genutzte um 11 % zurück. Bei PSF II reduziert sich die gesamte Holzmenge um 12 %, und schließlich bei PSF III um 16 %. Die Holzeinbußen fallen somit im Vergleich zu den korrespondierenden Flächenanteilen durch die vorratsreichen Waldbestände auf den nutzungsfreien Flächen (PSF) etwas höher aus.

6.5 WEITERE BEWIRTSCHAFTUNGSASPEKTE

Ergänzend wurden im Untersuchungsbetrieb Aspekte ausgesucht, die in engerem Zusammenhang mit den Naturschutzszenarien stehen. Sie können Diskussionspunkte darstellen, die eine weiterführende Beurteilung der vorangegangenen Ergebnisse zulassen. Der erste Aspekt ist die Totholzanreicherung bei unterschiedlichen Mortalitätsraten. Danach wird als eine Möglichkeit zur Minimierung von Produktionsverlusten eine Schwerpunktbildung von Naturschutzflächen auf die ertragsschwächsten Standorte des Untersuchungsbetriebs diskutiert.

Synergieeffekte von Holznutzung und Naturschutz werden bei einer Flächenbehandlung nach dem Konzept der „Lichten Wälder“ vermutet. Dieser Aspekt wird im dritten Unterkapitel angerissen. Im letzten Unterkapitel wird der Effekt einer Verschiebung des derzeitigen stofflich und energetisch verwendeten Anteils in Richtung einer vermehrten Energieholznutzung untersucht.

6.5.1 Totholzanreicherung

Totholzreichtum wird als ein Indiz für eine hohe Biodiversität herangezogen. In der Regel ist stärkeres Totholz in Wirtschaftswäldern im Vergleich zu unbewirtschafteten Wäldern deutlich unterrepräsentiert. Mit der derzeitigen Datenlage sind lediglich regionale Aussagen

zum Status Quo möglich (vgl. Kapitel 6.3.2.2). Demnach kann die Totholzausstattung in der Region als gering bezeichnet werden.

Totholz wird in Wirtschaftswäldern vorwiegend von Holzteilen akkumuliert, die nach einer Beerntung im Wald verbleiben („Restholz“). Die Restholzmenge hängt somit stark von der Aushaltung und der Baumverwertung ab. Des Weiteren entsteht Totholz durch natürliches Absterben von Bäumen, z.B. durch Überalterung, Überdichten und durch Schadereignisse. In Naturwäldern Niedersachsens wurde ein durchschnittlicher Anfall von stehendem Totholz zwischen 1 – 2 m² pro Jahr ermittelt (MEYER et al. 2009). In der Regel wird im Wirtschaftswald versucht, natürliche Mortalität mit geeigneten waldbaulichen Strategien zu verhindern. Allerdings ist gerade das stehende Totholz in starken Dimensionen naturschutzfachlich besonders interessant. Unter anderem soll die Ausweisung von Habitatbäumen langfristig einen kontinuierlichen und räumlich ausreichend verteilten Anfall von Totholz gewährleisten. Im AuT-Konzept Baden-Württemberg werden vorwiegend Flächen an bereits bestehenden „hotspots“ als Teilflächen in größeren Bestandeseinheiten ausgewiesen. In diesen Teilflächen wird idealerweise der vermutete Schwellenwert von 30 fm/ha überschritten. Dies sind Mengen, wie sie in totholzreichen Wirtschaftswäldern in Mitteleuropa regelmäßig gefunden wurden. Zugleich wird vermutet, dass damit die Ansprüche wichtiger xylobionter Arten zumindest teilweise erfüllt werden (vgl. KAPPES et al. 2009; MÜLLER & BUSSLER 2008).

In diesem Kapitel wird modellhaft untersucht, welche Totholz mengen in dem Untersuchungsbetrieb unter bestimmten Annahmen anfallen würden und wie sich diese im zeitlichen Verlauf ändern. Kontinuierliche Zersetzungsprozesse wurden im verwendeten Totholzmodul dabei gemäß den Modellvorgaben von MEYER et al. (2009) berücksichtigt. Es wurden 3 Varianten berechnet:

- Konkurrenzbedingt und eventuell durch Zufallseffekte sterben immer wieder Bäume ab. Sie werden nicht entnommen, sondern verbleiben in den Beständen.
- Es fallen zukünftig ausschließlich die ausgewiesenen Habitatbäume als Totholz an (Kapitel 6.4.4). Ihre Absterberate beträgt in den kommenden dreißig Jahren insgesamt 10 %.
- Wie oben, aber mit einer Absterberate von 100 %.

Als Initialmenge wurde vereinfacht bei einem Vorrat von Null begonnen. In der Realität dürfte die Initialmenge gemäß BWI II – Daten beim stehenden und liegenden Totholz je 2,5 – 3 Vfm/ha betragen²⁵.

Gemäß den Standraumkonstellationen, die sich aus den Inventurdaten ergaben, und den nachfolgenden Wuchsverläufen kam es im Modellierungszeitraum immer wieder zu Ausfällen durch Mortalität. Im Durchschnitt wurden die Waldflächen dadurch zwischen 1,5 und 3,5 Vfm/ha mit stehendem Totholz angereichert (Abb. 6-14).

²⁵ Bei längeren Produktionszeiten tritt in Beständen zudem vermehrt Totholz im Kronenbereich auf. Dies kann bei der Modellierung nicht berücksichtigt werden. Wurzelstöcke (Höhe < ca. 30 cm) wurden nicht in die Berechnungen miteinbezogen.

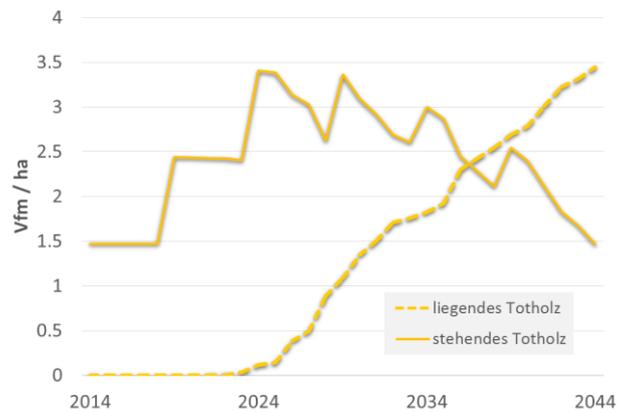


Abb. 6-14: Anreicherung an stehendem und liegendem Totholz im Untersuchungsbetrieb durch konkurrenzbedingte Mortalität

Nach der Aufarbeitung der Althölzer bis zum Jahr 2034 (vgl. Kapitel 6.4.1) sowie durch fortwährendes Umfallen geht die Totholzmenge an stehenden Bäumen zurück. Zeitlich verzögert fällt liegendes Totholz an. Unter Berücksichtigung der Zersetzungsprozesse würde es sich auf 3,5 Vfm/ha akkumulieren, solange eine Nutzung unterbleibt. Der summarische Verlauf von stehendem und liegendem Totholz ist in Abb. 6-15 dargestellt.

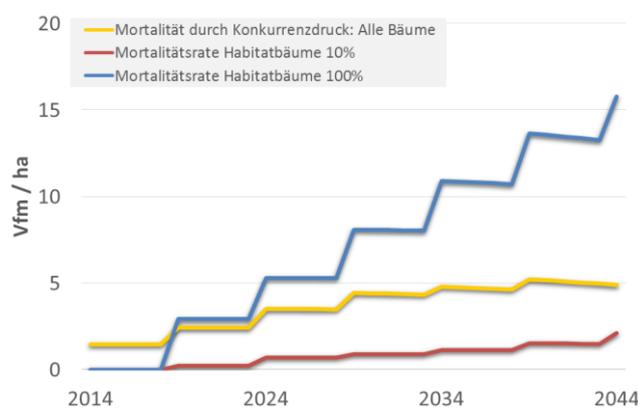


Abb. 6-15: Anreicherung von Totholz (stehend / liegend) im Untersuchungsbetrieb bei Absterben von Habitatbäumen sowie bei konkurrenzbedingter Mortalität in allen Beständen.

In der Summe erfolgt bei der natürlichen Mortalität eine Anreicherung um ca. 5 Vfm/ha. Betrachtet man lediglich die ausgewiesenen Habitatbäume als potenzielle Totholzquelle, so wird bei einer Mortalitätsrate von 10 % rund 2 Vfm/ ha an Totholz akkumuliert. Wird dagegen angenommen, dass sämtliche Habitatbäume nach ihrer Ausweisung absterben, so werden nach dreißig Jahren 16 Vfm/ha an stehendem und liegendem Totholz erreicht.

Eine überdurchschnittlich hohe Mortalitätsrate der Habitatbäume, wie in der Berechnung angenommen, ist nicht zu erwarten. Die Modellrechnung sollte die obere Leitplanke für die Habitatbäume während des Modellierungszeitraumes markieren. Den Ergebnissen nach können bei den gegebenen Betriebsbedingungen offenbar nur zufällige Schadereignisse (Sturm, Insekten, Pilz, Trockenheit...) und bewusst belassene Überdichten zu einer mittelfristig nennenswerten Menge an Totholz führen.

6.5.2 Grenzertragsstandorte als Schwerpunktfleichen

Eine Möglichkeit, Naturschutz- und Holznutzungsziele in einem Forstbetrieb optimal unterzubringen, ist die Konzentration naturschutzrelevanter Flächen auf ertragsschwache Standorte bzw. Standorte, die bringungstechnisch schwer bewirtschaftet werden können. Im Untersuchungsbetrieb befinden sich diese Flächen auf Hanglagen mit zumeist geringer Bonität, bestockt mit Edellaubholz kombiniert mit der derzeit ökonomisch weniger interessanten Baumart Buche. Naturschutzfachlich wird bevorzugt nach Flächen gefragt, die bereits einen hohen Naturschutzwert besitzen bzw. in naher Zukunft dementsprechend weiterentwickelt werden könnten. Dies trifft im Untersuchungsbetrieb auf alte Laubholzbestände mit Buchen- und Edellaubhölzern zu²⁶. Nachfolgend soll grob angerissen werden, welche Potenziale hier im Untersuchungsbetrieb noch bestehen könnten. In Abb. 6-16 ist die Verteilung der Bestandestypen auf die Hanglagen dargestellt.

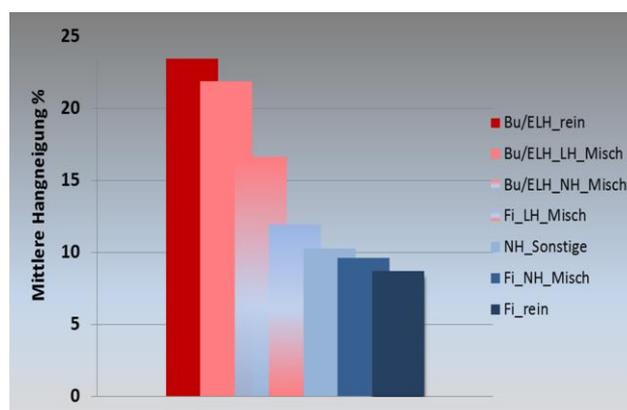


Abb. 6-16: Mittlere Hangneigung der Bestandestypenflächen

Es wird deutlich, dass die ökonomisch interessanten Nadelholztypen überwiegend auf ebenen oder mäßig geneigten Standorten zu finden sind. Buchen- und Edellaubholzbestände dagegen nehmen schon heute überwiegend die steilsten Lagen ein.

Es muss vermutet werden, dass das Potenzial einer standortsabhängigen Optimierung durch die historische Waldentwicklung für den Untersuchungsbetrieb bereits heute weitestgehend ausgeschöpft ist. Eine Möglichkeit für eine nähere Untersuchung dieser

²⁶ Die als naturschutzrelevant kartierten Flächen liegen im Untersuchungsbetrieb zu rund 80 % als Buchen- oder Edellaubholzmischbestände, sowie als Reinbestände aus den genannten Baumarten vor.

Vermutung wäre der Einsatz eines Entscheidungsfindungssystems („DSS“). Multikriterielle Bewertungsansätze wurden dazu von ALBERT (2007) bereits in den WaldPlaner integriert. Im verwendeten inventurbasierten Vorgehen war eine derartige Bewertung nicht möglich. Eine Ausweitung der Untersuchung auf flächig vorliegende Forsteinrichtungsdaten kann hier ein Lösungsansatz sein.

6.5.3 „Lichte Wälder“ als Teilflächenbewirtschaftung

In Teilbereichen kann sich die Bewirtschaftung geeigneter Flächen als „Lichte Wälder“ anbieten. Zur Erhöhung der Biodiversität sollen dabei lichtliebende und thermophile Arten durch einen stetig geringen Kronenschlussgrad der Waldbestände gefördert werden. Andererseits kann dies für den ersten Eingriff auch als Nutzungsintensivierung gedeutet werden, da zumindest anfänglich viel Holzbiomasse entnommen wird.

Für den Untersuchungsbetrieb wurden Flächen ausgewählt, in denen modellhaft eine Bewirtschaftung als „Lichte Wälder“ im Vergleich zu einer Standardbewirtschaftung durchgeführt werden sollte. Als Auswahlkriterien wurden verwendet:

- Wie oben, aber mit einer Absterberate von 100 %.
- Hanglage: > 20%
- Exposition: Süd, Südwest, Südost
- Baumarten: PNV-dominiert (Buche, Bergahorn, Esche)

Nach diesen Kriterien wurde eine Waldfläche von ca. 70 ha ausgewählt. Es handelt sich hierbei um schwachwüchsige ältere Bestände mit vermutlich natürlicherweise geringen Bestandsgrundflächen von derzeit durchschnittlich 26 m². Es wurden folgende Behandlungen durchgeführt²⁷:

- Wie oben, aber mit einer Absterberate von 100 %.
- Als „Lichter Wald“ wurde der Bestockungsgrad auf 0.1 - 0.3 abgesenkt (vgl. BERTILLER & KEEL 2006). Dies entspricht etwa einer Grundfläche von 5 – 7 m². Erneute Eingriffe sollten in der Folgezeit bei einer Überschreitung von 10 m² erfolgen.
- Als Vergleich diente die Standardbehandlung mit einem Eingriffsintervall von 10 Jahren²⁸.

²⁷ Die Modellierung stößt an einigen Punkten an ihre Grenzen. Es können z.B. nicht berücksichtigt werden:

- a) Mögliche negative Effekte auf die Baumrinde (v.a. bei Buche) durch die plötzliche starke Auflichtung und Besonnung der Baumschäfte.
- b) Aufkommen von Stockausschlägen aus den Wurzelstöcken geernteter Bäume.
- c) Negative Effekte durch stark aufkommende Bodenvegetation oder zunehmendem Verbiss an der Verjüngung.

²⁸ Unter realen Bedingungen möglicherweise erntetechnisch/ökonomisch gesehen ein zu kurzes Zeitintervall.



Abb. 6-17: Entwicklung der Bestandesgrundfläche unter Standardbewirtschaftung und als „Lichter Wald“.

Bei der Standardbehandlung bewegt sich die Grundfläche konstant zwischen 21 und 24 m². Bei den „Lichten Wäldern“ erfolgt ein sehr starker Eingriff zu Beginn. Danach benötigt es noch alle 20 Jahre einen Eingriff, um die Grundfläche wieder auf das gewünschte Niveau abzusenken²⁹. Welche Holzerntemengen durch diese Eingriffe anfallen, ist in Abb. 6-18 dargestellt.

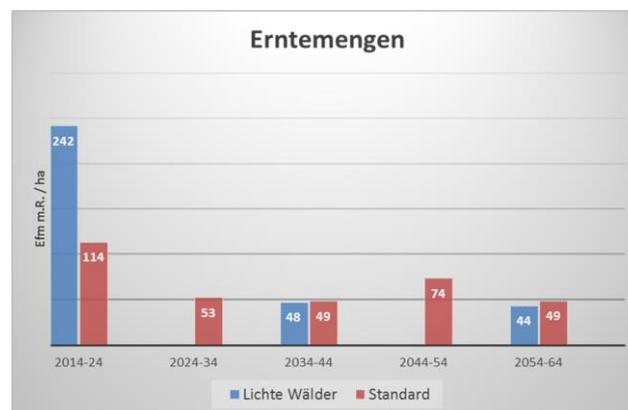


Abb. 6-18: Holzerntemengen auf den modellierten Waldflächen unter Standardbewirtschaftung und als „Lichter Wald“.

Die Modellergebnisse zeigen, dass sich offenbar auf den schwach wüchsigen Standorten eine Bewirtschaftung als „Lichte Wälder“ bezüglich der Holzerntemenge im Modellzeitraum nicht deutlich nachteilig auswirkt. In der Summe fielen bei der Variante „Lichte Wälder“ 333 Efm/ha und bei der Standardvariante 339 Efm/ha an. Bei der Standardvariante müsste hier korrekterweise noch ein weiterer Eingriff (Erntemenge ca. 50 – 70 Efm/ha) hinzuaddiert werden.

²⁹ Unsicherheiten bestehen hier zum Verjüngungsverhalten der Bäume, das schwer prognostizierbar ist.

Insgesamt fallen im berechneten Beispiel bei der Bewirtschaftung als „LICHTER WALD“ im Mittel rund 200 Efm Energieholz pro Jahr an. Gemessen an der durchschnittlichen Energieholzproduktion von etwa 10.000 Efm pro Jahr ist die Menge für den Betrieb unbedeutend. Bedeutsam kann allerdings die Holzentnahme bei der ersten Lichtstellung sein. Die initiale Holzernntemenge aus den „Lichten Wäldern“-Flächen beträgt in der Summe rund 16.000 Efm, mindestens 45 % davon sind Energieholz.

6.5.4 Verwendungsänderung bei den Holzsortimenten

Der Untersuchungsbetrieb vermarktet derzeit einen Großteil seiner Holzsortimente an stoffliche Verwerter. Holzsortimente wie Palettenholz, Industrie- und K-Holz könnten alternativ auch einer energetischen Nutzung zugeführt werden. Um einen Eindruck über die Größenordnungen zu bekommen, die eine Verschiebung in Richtung Energieholz mit sich bringt, wurde folgende Annahme getroffen³⁰:

- Die bisher unterstellten Energieholzanteile von Paletten- und K-Holz des Standardszenarios (vgl. Kapitel 6.3.3) werden von 15 bzw. 30 % auf jeweils 50 % erhöht.

Nachfolgende Abbildung gibt die Veränderungen wieder.

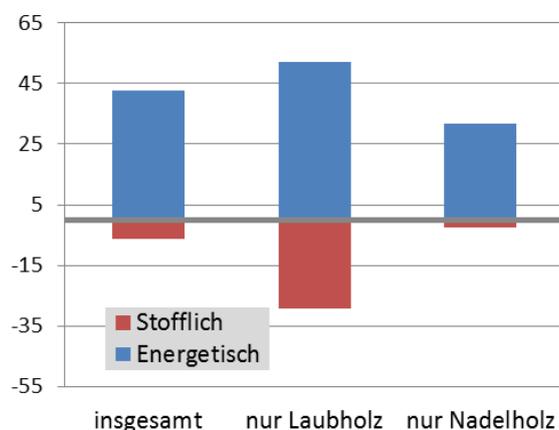


Abb. 6-19: Prozentuale Veränderung der nutzbaren Holzmenge durch eine Erhöhung des Energieholzanteils beim Paletten- und K-Holz auf je 50% im Zeitraum 2014-44

Eine Umsortierung im oben genannten Ausmaß erhöht die energetische Holzmenge in den kommenden dreißig Jahren insgesamt um fast 45 %. Die Durchschnittswerte des Energieholzaufkommens steigen dadurch von 2,0 Efm/J/ha auf 3,0 Efm/J/ha an, was etwa dem regionalen Durchschnitt entspräche³¹. Die stofflich genutzte Holzmenge geht gemessen am Gesamtaufkommen um 6 % zurück.

³⁰ Gesichtspunkte hinsichtlich Kaskadennutzung und Energiebilanz wurden hier außer Acht gelassen.

³¹ Im Standardszenario 2014 – 2044; aktueller Durchschnitt des Untersuchungsbetriebes 1,7 Efm/J/ha

Den Ergebnissen nach könnten Energieholzeinbußen, die durch eine naturschutzorientierte Zielsetzung entstehen und je nach Maßnahme in den Szenarien zwischen 0,3 – 15 % lagen (Kapitel 6.4), durch eine Verschiebung der stofflich bzw. energetisch genutzten Anteile ohne Probleme kompensiert werden. Bei den stofflichen Sortimenten betragen die Einbußen in den Naturschutzszenarien zwischen 0,5 – 6 %. Die Kompensation erhöht diesen Wert im Untersuchungsbetrieb nur unwesentlich.

6.6 DISSKUSSION UND ZUSAMMENFASSUNG

Mit seiner Baumartenverteilung, dem Altersklassenaufbau und seinen Naturschutzflächen war der Forstbetrieb repräsentativ für die Region. Mengenmäßig und wegen des Erlöses ist Fichtenstammholz heute und zukünftig das wichtigste Sortiment des Betriebes. Es überwiegen aktuell die älteren Altersklassen. In etwa 20 Jahren ist damit zu rechnen, dass viele der älteren Bestände abgeerntet sind und die prognostizierten Erntemengen etwas zurückgehen. Dies trifft dann auch auf das Energieholz zu, welches derzeit einen Anteil von 17 % am Gesamteinschlag einnimmt. Kronenderbholz der Buche ist das wichtigste Energieholzsortiment. Verglichen mit größeren Nachbarbetrieben in der Region ist das Energieholzaufkommen unterdurchschnittlich. Grund dafür ist, dass aus betriebsstrategischen Überlegungen bisher nennenswerte Holzmengen statt an Energieholzverwerter an Betriebe mit stofflicher Nutzung vermarktet werden.

Schwerpunkte für mögliche Konflikte mit Naturschutzzielsetzungen wurden bei der Zielstärkenfestlegung, einer laubholzorientierten Bewirtschaftung, der Ausweisung von Habitatbäumen und Prozessschutzflächen identifiziert. Sie wurden aus der Arten- und Lebensraumtypenausstattung des Betriebs abgeleitet. In vier Szenarien wurden die Effekte auf das Holzaufkommen, getrennt nach energetisch und stofflich genutzter Holzmenge, für einen Zeitraum von 30 Jahren untersucht. Als Vergleich diente die derzeit praktizierte Bewirtschaftungsweise („Standard“). Im untersuchten Betrieb reduzierte sich die Energieholzmenge durch den nadelholzbetonten Waldaufbau und die favorisierte stoffliche Nutzung in eher geringem Ausmaß. Mittelfristig betrug in den Naturschutzszenarien der Energieholzrückgang zwischen 0,3 % und 15 %. Bei Zusammenlegung der einzelnen Szenarien dürfte die Reduktion unter Berücksichtigung von Überschneidungen beim Energieholz geschätzt zwischen 15 – 20 % liegen. Bei laubholzbetonten Betrieben ist mit einem deutlich höheren Rückgang zu rechnen. In einzelnen Szenarien verringert sich dort die Energieholzmenge um fast die Hälfte. Um Versorgungs- und Naturschutzansprüche zu erfüllen, müssten hier vermehrt Waldbehandlungen gefunden werden, die Synergien nutzen. Einige Möglichkeiten werden in den Ausführungen von WEICH (2015) für ausgesuchte Waldflächen genannt.

Insgesamt sind die Auswirkungen der Umsetzung von Naturschutzzielsetzungen auf die produzierbare Energieholzmenge maßgeblich vom Betrachtungszeitraum, dem Baumarten- und Altersaufbau eines Betriebes, der Vermarktungsstrategie und von der Naturschutzmaßnahme selber abhängig. Aufgrund der Vielfalt an möglichen

Betriebskonstellationen und örtlichen Naturschutzzielsetzungen sind ausreichend genaue Prognosen möglicherweise vor allem betriebspezifisch oder regional aussagekräftig.

6.7 LITERATURVERZEICHNIS

ALBERT, M. (2007): Waldwachstumssimulatoren zur mehrkriteriellen Szenarioeinschätzung: ein Ansatz für eine benutzerfreundliche und flexible Bewertung. DVFFA – Sektion Ertragskunde, Jahrestagung 2007; S.43-56

ALBRECHT, A.; KOHNLE, U.; NAGEL, J. (2010): Evaluierung und Parametrisierung von BWinPro für Baden-Württemberg anhand von waldwachstumskundlichen Versuchsflächen. Tagungsband Sektion Ertragskunde im DVFFA in Körbecke 2010; S.11-26

ALBRECHT, A.; KOHNLE, U.; NAGEL, J. (2012): Parametrisierung und Evaluierung von BWinPro für Baden-Württemberg anhand waldwachstumskundlicher Versuchsflächendaten. Schriftenreihe Freiburger Forstliche Forschung; Bd. 51; 40 S.

BERTILLER, R.; KEEL, A. (2006): 1000 ha Lichte Wälder für den Kanton Zürich. Zürcher Wald 5/2006; S.9-12

FORSTBW (Hrsg) (2010): Alt- und Totholzkonzept Baden-Württemberg. 37 S.

GÖCKEL, C.; WICHT-LÜCKGE, G. (2014): Die wichtigsten Waldentwicklungstypen im Überblick. AFZ-Der Wald 10/2014; S.6-8

HANSEN, J. (2006): Der WaldPlaner - Ein System zur Entscheidungsunterstützung in einer nachhaltigen Forstwirtschaft. Dt. Verband Forstl. Forschungsanstalten Sektion Forstl. Biometrie und Informatik. Trippstadt 2006; S.112-119

HANSEN, J. (2012): Der WaldPlaner – Ein Entscheidungsunterstützungssystem für den Forstbetrieb. Tagungsband der GIL-Jahrestagung 2012; S.115 - 118

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.

HANSEN, J.; NAGEL, J.; SCHMIDT, M.; SPELLMANN, H. (2008): Das mittelfristige Buchenholzaufkommen in Niedersachsen und Deutschland Beiträge aus der NW-FVA, Band 3; 20 S.

HEPPERLE, F. (2010): Prognosemodell zur Abschätzung des regionalen Waldenergieholzpotenzials auf der Grundlage forstlicher Inventur- und Planungsdaten

unter Berücksichtigung ökologischer, technischer und wirtschaftlicher Nutzungseinschränkungen. *FreiDok Dissertation Univ. Freiburg*; 178 S.

KAPPES, H.; JABIN, M.; KULFAN, J.; ZACH, P.; TOPP, W. (2009): Spatial patterns of litter-dwelling taxa in relation to the amount of coarse woody debris in European temperate deciduous forests. *Forest Ecology and Management* 257; S.1255-1260.

MEYER, P.; MENKE, N.; NAGEL, J.; HANSEN, J.; KAWALETZ, H.; PAAR, U.; EVERS, J. (2009): Entwicklung eines Managementmoduls für Totholz im Forstbetrieb. Abschlussbericht des von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderten Projekts. Göttingen: Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt. 110 S.

MICHIELS, G. (2014): Naturschutzfachliche Ergebnisse der 3. Bundeswaldinventur – Biodiversität, Naturnähe, Totholz. PP-Vortrag anlässlich der offiziellen Vorstellung der BWI III-Ergebnisse an der Forstl. Versuchs- und Forschungsanstalt B.Württ. am 7.11.2014

ML NIEDERSACHSEN - Niedersächs. Ministerium für den ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2004): Langfristige ökologische Waldentwicklung Richtlinie zur Baumartenwahl. 150 S.

MÜLLER, J. ; BUSSLER, H. (2008): Key factors and critical thresholds at stand scale for saproxylic beetles in a beech dominated forest, southern Germany. *Rev. Écol. (Terre Vie)* 63; S.73-82

NAGEL, J. (1999): Konzeptionelle Überlegungen zum schrittweisen Aufbau eines waldwachstumskundlichen Simulationssystems für Nordwestdeutschland. *Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Nieders. Forstl. Versuchsanstalt*, Band 128, J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a.M., S.122

NAGEL, J. (2002): Das Open Source Entwicklungsmodell - eine Chance für Waldwachstumssimulatoren. *Deutscher Verband Forstlicher Forschungsanstalten - Sektion Ertragskunde, Jahrestagung Schwarzburg* 13-15. Mai 2002, S. 1-6

SCHMIDT, M.S. (2014): Skizzierung und Analyse der wichtigsten Wertschöpfungsketten in den Modellregionen. *Zwischenbericht Projekt Wald, Energie, Wirtschaft WEW*; S.16-26 unveröffentlicht.

SCHMIDT, M.; NAGEL, J. BÖCKMANN, T. (2005): The Use of Tree Models for Silvicultural Decision Making. In: HASENAUER, H. (ed.). (2005): *Sustainable Forest Management, Growth Models for Europe*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York; 389 S.

WEICH, T. (2015): Konflikte zwischen Naturschutz und Energieholzerzeugung? Einschätzungen auf Basis von Naturschutzplanung und Bewirtschafterbefragung. *AFZ- der Wald*; in press

7 SKIZZIERUNG UND ANALYSE DER WICHTIGSTEN WERTSCHÖPFUNGSKETTEN IN DEN MODELLREGIONEN

Autoren: Marie Sophie Schmidt, Klaus Hennenberg, Rainer Luick

7.1 ZIELE

Die Erzeugung bzw. der Verbrauch von Scheitholz, Hackschnitzel und Pellets in Baden-Württemberg werden in keiner amtlichen Statistik dokumentiert. Daher konnte auch der Waldholzverbrauch im Rahmen der Clusterstudie Forst und Holz BW nur über die Anzahl und Nennleistung der Feuerungsanlagen in Verbindung mit Angaben der Sekundärliteratur zum Brennstoff und durchschnittlichen Verbrauch hergeleitet werden (MLR BW 2010). Für die Herkunft der jährlich genutzten Energieholzmenge von 3 bis 3,5 Mio. Festmetern wird angenommen, dass diese „überwiegend“ aus dem Jahreseinschlag in Baden-Württemberg stammt und die Versorgung der Heiz(kraft)anlagen regional erfolgt. Es wird jedoch eingeräumt, dass der Brennstoffhandel an Bedeutung zunimmt (EBENDA).

Eine Zielsetzung der vorliegenden Studie war, zu überprüfen, ob diese Annahmen zutreffen und wie regional die Stoffströme der Waldenergieholznutzung tatsächlich sind. Außerdem sollten bei der Ermittlung ökonomischer Wertschöpfungseffekte (vgl. Kap. 8) Eigenschaften regionalspezifischer Value Chains berücksichtigt werden. Viele Studien, die sich mit der Ermittlung von Wirkungen der Erneuerbaren Energien befassen, begründen die Auswahl ihrer „typischen“ Wertschöpfungsketten jedoch nicht (vgl. HIRSCHL ET AL. 2011; KOSFELD ET AL. 2011; SCHWEINLE 2012). Diese Voraussetzungen sollen durch die Wertschöpfungskettenanalyse in den beschriebenen Modellregionen geschaffen werden.

Am Beispiel der drei Modellregionen in Baden-Württemberg wird untersucht, wie und ob ländliche Regionen von der Energieholznutzung profitieren. Indikatoren hierfür sind die regionalen Wertschöpfungseffekte sowie die Regionalität der Stoffströme, das heißt der Anteil des Stoffstroms, der innerhalb einer geographischen Grenze verbleibt.

Die Wertschöpfungsketten der Waldenergieholznutzung können jedoch vielfältig aussehen. Sie werden durch die Beteiligung verschiedener Akteure an den Wertschöpfungsstufen sowie deren Reihenfolge, die Länge der Wertschöpfungskette, die angewandten Arbeitsverfahren und das Produkt charakterisiert. Da Höhe und Art der Wertschöpfungseffekte in engem Zusammenhang zur Charakterisierung der Wertschöpfungsketten stehen, wurden diese zunächst typisiert und ihre Stoffströme im Bezug zur Modellregion untersucht.

Folgende Fragestellungen standen im Fokus:

- Welche Akteure sind an welchen Wertschöpfungsstufen beteiligt? Bis zu welcher Stufe wird das Produkt veredelt, bevor es an den Endverbraucher vermarktet wird?
- Welche Verfahren kommen bei den Wertschöpfungsstufen zum Einsatz?³²
- Welches „Material“ wird für Energieholz genutzt?
- Wie sehen typische Wertschöpfungsketten der Waldenergieholzprodukte aus? Welche Stoffströme bzw. welche Produkte haben mengenmäßig die größte Bedeutung?
- Wie regional sind die Stoffströme? Wie hoch ist der Selbstversorgungsgrad der Modellregionen?
- Welche Unterschiede lassen sich zwischen den Produkten, z. B. hinsichtlich Akteursbeteiligung und „Materialverwendung“, erkennen?
- Wie unterscheiden sich die Wertschöpfungsketten der Waldbesitzarten Staatswald, Kommunalwald und Großprivatwald?

Basierend auf der Wertschöpfungskettenanalyse können typische Wertschöpfungsketten mit mengenmäßig bedeutsamen Stoffströmen ausgewählt und für diese regionale Wertschöpfungseffekte ermittelt werden (vgl. Kap. 8).

7.2 MATERIAL UND METHODEN

7.2.1 Stichprobenauswahl

Mögliche Waldenergieholzprodukte sind Scheit-/Stückholz, Hackschnitzel, Pellets und Briketts. Allerdings werden zur Pellet- und Brikettproduktion insbesondere Sägerestholzer und nur geringe Mengen Waldholz verwendet (vgl. THRÄN ET AL. 2011; FISCHER 2002). In der Modellregion Silikat liegt auch ein Pelletwerk, das jedoch ausschließlich Sägeresthölzer zur Pelletproduktion verwendet³³. Nach Auskunft der Unteren Forstbehörden in den Modellregionen wurde kein Energie- bzw. Industrieholz direkt an Pelletwerke vermarktet. Stoffströme aus der Modellregion, die über Zwischenhändler an außerhalb liegende Pelletwerke verkauft werden, sind kaum nachvollziehbar. Daher konzentrieren sich die folgenden Untersuchungen auf die Wertschöpfungsketten von Stück- und Hackholz.

An den Wertschöpfungsketten der Waldenergieholznutzung sind drei Akteursgruppen beteiligt. Am Anfang steht der Waldbesitzer. Dieser versorgt entweder direkt den Endverbraucher oder zwischengelagerte Akteure wie Händler mit und ohne bearbeitende Wertschöpfungsstufe bzw. Heizanlagenbetreiber (Contractors), die in Wärme- bzw. Stromnetze einspeisen. Diese Akteure werden im Rahmen von persönlichen strukturierten Einzelinterviews bzw. Telefoninterviews zu den Stoffströmen im Bezug zur Modellregion

³² Die umfangreichen Ergebnisse dieser Untersuchungsfrage werden in diesem Kapitel nicht dargestellt. Sie sind jedoch Grundlage für die Charakterisierung der typischen Wertschöpfungsketten in Kap. 8.3.1.

³³ Telefonische Auskunft des Unternehmens am 10.06.2014.

und den Stufen der Wertschöpfungskette befragt. Die Stichprobenauswahl erfolgt stratifiziert nach den Akteursgruppen:

Je Modellregion wurden stellvertretend für die Waldbesitzer zehn zuständige Revierleiter, Büroleiter oder Geschäftsführer von Forstverwaltungen interviewt. Im Folgenden werden diese als Gruppe der „Waldbesitzer“ zusammengefasst. Die Verteilung der Stichprobe auf die Waldbesitzarten Staatswald, Körperschaftswald und Großprivatwald (> 200 ha) orientiert sich an den Flächenanteilen dieser Besitzarten in der Modellregion (vgl. Tab. 7-1).

Tab. 7-1: Stichprobenauswahl der Waldbesitzer nach der Flächenverteilung in den Modellregionen.

Waldbesitzarten	MR Kalk			MR Keuper			MR Silikat		
	Fläche [ha]	Fläche [%]	Stichprobenanzahl	Fläche [ha]	Fläche [%]	Stichprobenanzahl	Fläche [ha]	Fläche [%]	Stichprobenanzahl
Kommunalwald	27.209	56	7	10.451	52	6	17.506	25	4
Staatswald	1.701	3	1	7.353	36	4	19.211	28	5
Großprivatwald	8.827	18	2	0	0	0	6.060	9	1
Waldfläche insg.	48.628	100	10	20.207	100	10	69.421	100	10

Die „Händler“ sind die größte und heterogenste Gruppe. Zur Analyse der Wertschöpfungsketten wurden je Modellregion 15 den Waldbesitzern nachgelagerte Händler verschiedener Größenklassen interviewt, deren Aktionsradius die Modellregion schneidet (vgl. Tab. 7-3 und Tab. 7-2). In MR Kalk und Keuper handelt es sich um jeweils zehn Stückholz- und fünf Hackschnitzelhändler. Aufgrund der geringen Stückholz- aber bedeutenden Hackholzmengen die in MR Silikat an Händler verkauft werden, verteilt sich die Stichprobe dort auf sechs Stückholz- und neun Hackholzhändler.

Tab. 7-2: Stichprobenverteilung der Hackholzhändler in den Modellregionen nach jährlichem Handelsvolumen.

jährl. Handelsvolumen [Fm]	Hackholzhändler [Anzahl]			
	MR Kalk	MR Keuper	MR Silikat	Summe
≤ 10.000	2	3	4	9
10.001 - 20.000	0	1	5	6
20.001 - 50.000	2	0	0	2
> 50.000	1	1	0	2
Summe	5	5	9	19

Tab. 7-3: Stichprobenverteilung der Stückholzhändler in den Modellregionen nach jährlichem Handelsvolumen.

jährl. Handelsvolumen [Fm]	Stückholzhändler [Anzahl]			Summe
	MR Kalk	MR Keuper	MR Silikat	
≤ 250	2	3	1	6
251 - 500	1	5	2	8
501 - 1.000	3	1	1	5
> 1.000	4	1	2	7
Summe	10	10	6	26

Da kein Verzeichnis eine (vollständige) Auflistung der Energieholzhändler beinhaltet, musste bei der Auswahl der Händler auf die Kundendatenbanken der Waldbesitzer zurückgegriffen werden. Dadurch ist jedoch eine Abhängigkeit der Stichprobe gegeben.

„Heizanlagenbetreiber“ lassen sich nach der Nennleistung der Heizanlage klassifizieren. Von allen Betreibern größerer Anlagen (Nennleistung $\geq 100\text{kW}$, i.d.R. Hackschnitzel) mit Waldenergieholz in den Modellregionen wurden Informationen zu Nennleistung, Jahresproduktion und Waldenergieholzverbrauch telefonisch eingeholt (vgl. Tab. 7-4). Zur Identifizierung der Anlagen dienten insbesondere die Auskünfte der befragten Händler zu eigenen Kunden sowie weiteren Anlagen. Eine ausgewählte Stichprobe von bis zu zehn Akteuren je Modellregion sollte detaillierter zur Brennstoffversorgung und zum Heizanlagenbetrieb interviewt werden.

Tab. 7-4: Heiz(kraft)anlagen nach Nennleistung in den Modellregionen.

Nennleistung [kW]	Heiz(kraft)anlagen [Anzahl]			Summe
	MR Kalk	MR Keuper	MR Silikat	
100 - 249	2	1	8	11
250 - 499	2	2	1	5
500 - 749	2	0	13	15
750 - 999	0	2	0	2
≥ 1000	3	3	7	13
Summe	9	8	29	46

Betreiber von kleineren Heizanlagen ($\leq 100\text{ kW}$, überwiegend Scheitholz) konnten im Rahmen dieser Studie nicht betrachtet werden. Sie spielen nach der in Kap. 8.2 vorgestellten Methode jedoch keine Rolle bei der nachfolgenden Wertschöpfungsermittlung.

7.2.2 Validierung und Ergänzung der Stichprobenergebnisse durch Auswertung von FOKUS 2000-Daten

Darüber hinaus werden von der Zentralen Sachbearbeitungsstelle Forst BW Holzinschläge und -verkäufe des Kommunal- und Staatswaldes der Jahre 2009 bis 2013 aus dem Forstinformationssystem FOKUS 2000 bereitgestellt. Mit Ausnahme von vier

Gemeinden wurde die Datenauswertung der kommunalen Waldbesitzer genehmigt. Allerdings dokumentieren nicht alle Kommunen ihre Holzverkäufe in FOKUS, d. h. die Datensätze sind unvollständig. Es konnten Informationen zu den Waldbesitzarten, Sorten, Güten, Stärken, Baumarten, Holzeinschlägen, Verkaufsanteilen und Käufergruppen ausgegeben werden. Da die Daten mit einer sehr unterschiedlichen Genauigkeit von den Revierleitern bzw. Unteren Forstbehörden (UFBn) erfasst wurden, können die Sorten Brennholz lang, Brennschichtholz, Derbholz im Reisig, Hackrohholz und Hackschnitzel nicht immer eindeutig den Endprodukten Scheitholz und Hackschnitzel zugeordnet werden. Außerdem führten die UFBn erst zwischen 2011 und 2013 die Sorten Hackrohholz und Hackschnitzel in FOKUS ein. Die Auswertung der FOKUS-Abfrage soll nach Möglichkeit eine Validierung der Stichprobenergebnisse ermöglichen.

7.2.3 Ergänzungen und Korrekturen der Heiz(kraft)anlagen-Vollerhebung

Angaben von Heizanlagen zum Hackschnitzelverbrauch bzw. zur Energieproduktion, die sich nicht auf ein Durchschnittsjahr, sondern das Jahr 2013 beziehen, müssen aufgrund des überdurchschnittlichen Verbrauchs bei kühleren Temperaturen korrigiert werden. Der Temperatureffekt bzw. der Anstieg des Energieverbrauchs gegenüber dem eher durchschnittlichen Vorjahr 2012 wird bei 8 % eingeschätzt (vgl. AGE 2014)³⁴. Fehlende Angaben zum Hackschnitzelverbrauch der Heiz(kraft)anlagen werden ergänzt. Dabei wird der Median der jeweiligen Anlagenklasse als Energieausbeute [kWh/Sm³] angenommen. Für eine Heiz(kraft)anlage war ausschließlich die Nennleistung bekannt, hier wurde ebenfalls der Median der Jahreswärmeproduktion in der Anlagenklasse herangezogen.

7.2.4 Stoffstromanalyse

Zur Identifizierung der Stoffströme wurde für jede Wertschöpfungsstufe (WS-Stufe), an denen die Akteure beteiligt sind, ermittelt, welcher Anteil an Festmetern (Fm) von der eigenen vorgelagerten WS-Stufe kommt und wie viele Fm zugekauft werden. Außerdem wurde erfragt, wie sich die Stoffströme auf nachgelagerte WS-Stufen aufteilen und, ob bzw. zu welchen Anteilen der Rohstoff/das Produkt verkauft oder selbst „weiterverarbeitet“ wird. **Abb. 7-1** zeigt beispielhaft, wie die Beteiligung eines Waldbesitzers an der Wertschöpfungskette Scheitholz aussehen kann. „eigene“ WS-Stufen werden **gelb**, „fremde“ **rot** dargestellt.

³⁴ "[...] Der Erdgasverbrauch der privaten Haushalte sowie der Gewerbe- und Dienstleistungsunternehmen nahm um fast 12 % zu. [...] Mit 19,8 Mio. t wurden im Jahr 2013 über 1 Mio. t oder 5,6 % mehr leichtes Heizöl abgeliefert als 2012. [...]"

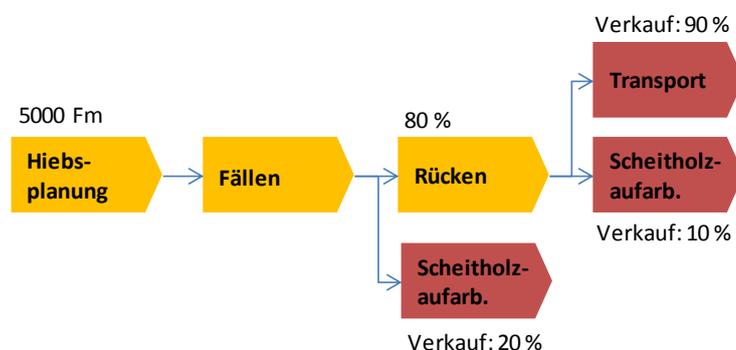


Abb. 7-1: Beispiel für die Beteiligung eines Waldbesitzers an der Wertschöpfungskette Scheitholz.

Die Erhebung erfolgt für alle WS-Stufen analog bis die Stoffmengen entweder alle verkauft oder die Energie umgewandelt wurde. Eine Besonderheit ist jedoch der „Transport“. Hier „entscheidet“ sich, welche Stoffströme die Modellregion verlassen und welche in die Modellregion fließen. Dabei werden Transporte mit Herkunft oder Ziel in der Modellregion, in der „erweiterten Modellregion“ und „außerhalb der Modellregion“ differenziert erfasst.

7.2.5 Umrechnungsfaktoren

Da die Befragungsergebnisse denen der FOKUS 2000-Abfrage gegenübergestellt werden sollen, basieren die Auswertungen auf den in FOKUS 2000 hinterlegten Umrechnungsfaktoren. Hierfür spricht auch, dass die befragten Waldbesitzer ihre Angaben i.d.R. ebenfalls hierauf beziehen. Die Umrechnungsfaktoren wurden innerhalb des Projektes "Energieholzkonzept ForstBW" unter der Federführung der Forstlichen Versuchsanstalt Baden-Württemberg festgelegt³⁵.

Tab. 7-5: Umrechnungsfaktoren für Hackholz bezogen auf einen Fm o.R.

Sortiment	Fm o.R.	Sm ³	MR Kalk			MR Keuper			MR Silikat		
			t-atro	t-lutro	MWh	t-atro	t-lutro	MWh	t-atro	t-lutro	MWh
Hackholz	1	0,4	2,1	1,1	1,241	1,8	1	2,011	1,9	1,1	1,776

Da die Baumarten aufgrund der unterschiedlichen Holzdichten bei der Umrechnung von t-atro bzw. t-lutro in Fm o.R. einen hohen Einfluss auf den Faktor haben, fließen die Anteile der Baumartengruppen am Hackholz in den Modellregionen gewichtet mit ein. Die Umrechnung von MWh in Fm o.R. basiert auf der mittleren Energieausbeute einer Heizanlage in den Modellregionen (vgl. Tab. 7-5).

³⁵ Telefonische Auskunft der Zentralen Sachbearbeitungsstelle Forst BW.

Tab. 7-6: Umrechnungsfaktoren für Stückholz bezogen auf einen Fm o.R.

Sortiment	Fm o.R.	Rm m.R.	Sm ³ (33er-Scheite gespalten)
Stückholz	1	0,7	0,5

Für die Umrechnung von Sm³ (33er-Scheite, gespalten) in Fm o.R. liegt in FOKUS 2000 ebenfalls kein Wert vor. Hier wird der Faktor 0,5 nach LWF (2014) und FHP (2007) eingesetzt. Beide Quellen geben ebenfalls einen Umrechnungsfaktor für Rm m.R. von 0,7 an, sodass die Relationen zwischen den Einheiten Fm, Rm und Sm³ bestehen bleiben (vgl. Tab. 7-6).

Grundsätzlich ist zu beachten, dass Umrechnungsfaktoren zwischen verschiedenen Energieholzeinheiten einen wesentlichen Einfluss auf die mengenbezogenen Resultate haben können.

7.3 ERGEBNISSE

7.3.1 Waldbesitzer

7.3.1.1 Mengen und Sorten der Energieholznutzung

Abb. 7-2 stellt den Anteil der Energieholznutzung an der Gesamtnutzung als Ergebnis der Interviews der öffentlichen Waldbesitzer (Staatswald und Kommunalwald) den Ergebnissen der FOKUS-Abfrage gegenüber (Stichprobe = S bzw. FOKUS = F). Es können nur die Auswertungen beider Erhebungsmethoden für den öffentlichen Wald verglichen werden, da für den Großprivatwald keine Ergebnisse in FOKUS (2009 – 2013) vorliegen.

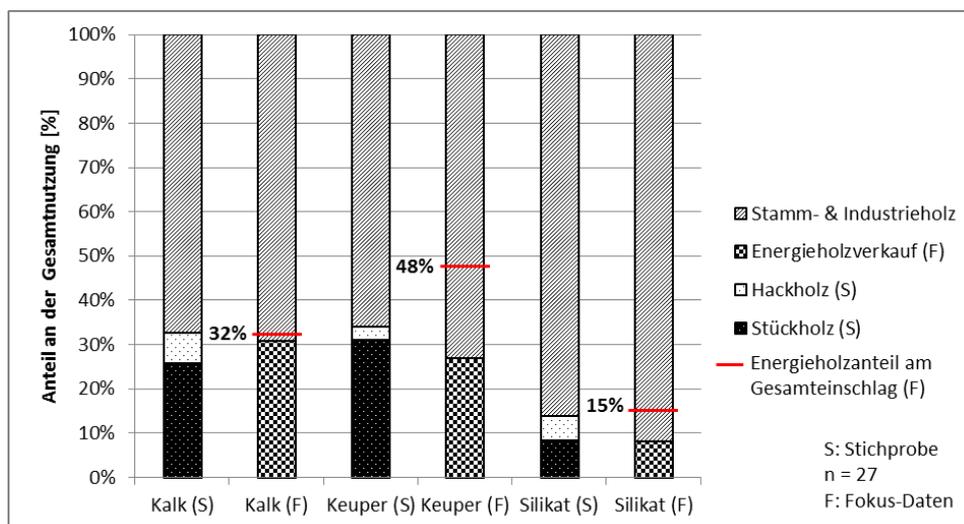


Abb. 7-2: Anteil des Energieholzes an der Gesamtnutzung im öffentlichen Wald (Kommunal- und Staatswald) der Modellregionen nach verschiedenen Erhebungsmethoden.

Während bei den Interviewergebnissen zwischen den Sortimenten Hackholz und Stückholz unterschieden wird, ist für die FOKUS-Daten keine zuverlässige Differenzierung innerhalb der Energieholzsortimente möglich. Dem Stückholz sind das Brennholz lang, Brennschichtholz sowie die Flächenlose/ Reisschläge zuzuordnen. Hackholz fasst das Hackrohholz, die Hackschnitzel sowie das verkaufte Rundholz mit energetischem Verwendungszweck zusammen. Innerhalb FOKUS kann Hackholz erst seit 2012 als Hackrohholz oder Hackschnitzel verbucht werden. Davor und zum Teil noch heute wurde/wird die Zuordnung dieser Mengen zu Derbholz im Reisig oder Brennholz lang sehr unterschiedlich gehandhabt. Daher werden die folgenden FOKUS-Sorten als Energieholz zusammengefasst: Brennholz lang (BL), Derbholz im Reisig (DS), Brennschichtholz (BS), Hackrohholz (HR) und Hackschnitzel (HS).

Da im Energieholzeinschlag auch nicht genutzte Mengen (z.B. DS) verbucht werden, wurde der Holzverkauf zur Auswertung herangezogen. Allerdings nutzen nicht alle kommunalen Waldbesitzer das Forstinformationssystem zur Dokumentation des Holzverkaufs bzw. des Holzverkaufs aller Sorten. Aufgrund der Unvollständigkeit der Datensätze zum Holzverkauf in FOKUS wird innerhalb der folgenden Abbildung zusätzlich der prozentuale Energieholzanteil am Gesamteinschlag als rote Linie dargestellt. Es ist anzunehmen, dass der tatsächliche Energieholzanteil innerhalb dieser Abgrenzungen liegt.

Nach MÜHLENHOFF ET AL. (2014) werden in Deutschland 24 % des Rohholzes direkt energetisch genutzt. Dieser Anteil steigt auf etwa die Hälfte des gesamten Holzaufkommens an, wenn auch die energetisch verwendeten Sägeresthölzer sowie Altholz und Landschaftspflegematerial berücksichtigt werden (MANTAU 2012). Diese Ergebnisse basieren allerdings auf Quellen bzw. Untersuchungen von 2010 und älter. Die FOKUS-Auswertung (F) sowie die Stichprobenbefragung (S) ergeben für den öffentlichen Wald der

MR Kalk und die Stichprobenbefragung (S) auch für die MR Keuper einen Energieholzanteil von einem Drittel der Waldholznutzung. Die FOKUS-Auswertungen der MR Keuper lassen vermuten, dass der tatsächliche Energieholzanteil dort sogar noch etwas höher liegt. Allerdings wird ein großer Anteil des verkauften Energieholzes scheinbar nicht in FOKUS erfasst.

Der Energieholzanteil in Silikat ist mit ca. 10 % deutlich niedriger. Dies kann zum einen durch den hohen Nadelholzanteil in der Region erklärt werden, da insbesondere Laubholz als Stückholz - mit größerem Anteil am Energieholz – verwendet wird (Abb. 7-7). Zum anderen ist die Siedlungsdichte in MR Silikat deutlich geringer (Tab. 4-2). Bei einer höheren Gesamtholznutzung je Kopf und gleich bleibendem regionalen Energieholzbedarf ist ein niedrigerer Energieholzanteil an der Holznutzung zu vermuten. In Gesprächen mit regionalen Akteuren wurde außerdem angedeutet, dass kleine und mittlere Privatwaldbesitzer einen großen Anteil an der regionalen Energieholzversorgung übernehmen. Diese Annahme gilt es in nachfolgenden Studien zu überprüfen.

Auch wenn Hackholz bei Diskussionen um die Nachhaltigkeit der Energieholznutzung meist im Vordergrund steht, nimmt Stückholz nach wie vor eine mengenmäßig höhere Bedeutung bei der Energieholznutzung ein. Der Stückholzanteil am Energieholz ist in MR Kalk und MR Keuper mit fast 80 % bzw. über 90 % deutlich höher. In MR Silikat übertrifft er den Hackholzanteil mit 61 % ebenfalls. Die höhere Stückholz- gegenüber der Hackholzverwendung lässt sich durch die höheren Erlöse für Brennholz lang erklären (vgl. auch die Entscheidungsfaktoren zur Energieholznutzung in Abb. 7-8 und Abb. 7-9). Der Erlös des Waldbesitzers für Brennholz lang liegt in den Modellregionen zwischen 45 und 65 €/ Efm und ist damit um das Dreifache höher als der Erlös für Hackrohholz mit etwa 4,5 bis 9 €/ Sm³ (entspricht etwa 11 bis 22,5 €/ Efm). Da Hackholz gegenüber Stückholz nicht konkurrenzfähig ist, wird vorwiegend Waldrestholz als Hackholz ausgehalten.

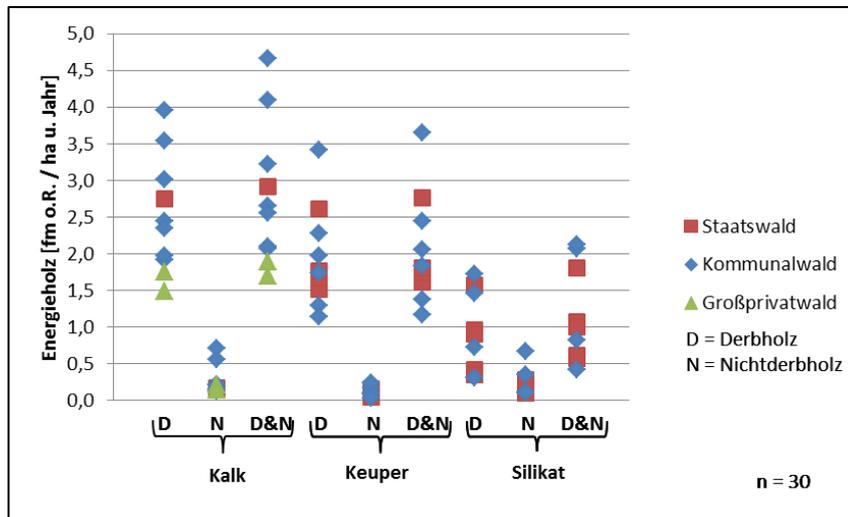


Abb. 7-3: Nutzung von Derbholz und Nichtderbholz als Energieholz in verschiedener Waldbesitzarten und Modellregionen.

Abb. 7-3 zeigt die Energieholznutzung in Festmetern (Fm) je Hektar und Jahr – differenziert in Derbholz und Nichtderbholz – für die drei Modellregionen (Stichprobenergebnis).³⁶ Die Waldbesitzarten werden durch unterschiedliche Symbole dargestellt. Die Energieholznutzung je ha und Jahr unterscheidet sich zum Teil stark und liegt in der MR Kalk zwischen einem Minimum von 1,5 Fm/ha*a und einem Maximum von 4 Fm/ha*a, in MR Keuper zwischen 1,1 Fm/ha*a und 3,4 Fm/ha*a Derbholz. Wie bereits Abb. 7-2 zeigte, ist die Energieholznutzung in MR Silikat geringer und liegt zwischen 0,4 Fm/ha*a und 1,7 Fm/ha*a Derbholz. Die Energieholznutzung in MR Kalk ist mit im Mittel 2,5 Fm/ha*a höher als in Keuper mit durchschnittlich 1,9 Fm/ha*a, auch wenn sich der Anteil der Energieholznutzung an der Gesamtnutzung nicht signifikant unterscheidet. Dies deutet einen niedrigeren Hiebssatz in der MR Keuper an, der u.a. durch die Altersstruktur der Bestände beider Modellregionen erklärt werden kann. Während in MR Kalk Abbaubetriebe mit hohem Anteil an Baum- und Althölzern dominieren, wird MR Keuper aufgrund von Sturmkalamitäten durch einen vergleichsweise höheren Anteil an Laubholz-Jungbeständen geprägt.

Für die Flächenlose wird von einem pauschalen Nichtderbholzanteil von 20 % ausgegangen, der sich mit den Erfahrungswerten der Befragten deckt. Der Nichtderbholzanteil von Hackholz ist auf die individuellen Einschätzungen der befragten "Waldbesitzer" zurückzuführen. Er kann für Waldrestholz (überwiegender Teil des Hackholzes) zwischen 10 % und 60 % betragen. Median und Mittelwert liegen in den Modellregionen Kalk und Keuper bei etwa 30 %, in MR Silikat hingegen bei etwa 45 %. Die Nichtderbholznutzung ist in den Modellregionen Kalk und Silikat höher als in MR Keuper. Dies ist insbesondere auf die stärkere Hackholznutzung in diesen

³⁶ Um die Anonymität zu gewährleisten, kann die einzige Stichprobe des Großprivatwaldes im Silikat nicht abgebildet werden.

Untersuchungsräumen und in MR Silikat zusätzlich auf den höheren Nichtderbholzanteil zurückzuführen.

Bei einem Vergleich zwischen den Waldbesitzarten nach Modellregionen fällt auf, dass im befragten Großprivatwald jeweils am wenigsten Holz für energetische Zwecke eingeschlagen wird. Dies wird mit den stark ökonomisch ausgerichteten Betriebszielen begründet. Da bei einer Vollkostenrechnung von Stückholz auch der höhere Zeitaufwand bei der Vermarktung von kleineren Stückholzmengen an Privathaushalte durch Einweisung, Rechnung schreiben und Mahnverfahren sowie höhere Forderungsverluste berücksichtigt werden müssen, werde häufig die stoffliche gegenüber der energetischen Sortierung bevorzugt. In einigen Fällen entscheidet das Argument der Wirtschaftlichkeit aber auch zu Gunsten der energetischen Nutzung, wenn z. B. ein Trennschnitt für Industrieholz im Bestand zu hohe Kosten verursacht und die Aufarbeitung von Vollbäumen (Stammholz und Hackrohholz) an der Waldstraße erfolgt (vgl. Bedeutung des geringeren Aufarbeitungsaufwandes in Abb. 7-9). Außerdem wird von den befragten Großprivatwaldbesitzern auf die unbedingt notwendige Nährstoffnachhaltigkeit der Forstwirtschaft verwiesen. Da der Boden als Stammkapital des Waldbesitzers zu erhalten ist, sei eine intensive Nutzung von Hackholz zu vermeiden.

Der maximale Extremwert für den Energieholzeinschlag liegt in allen Modellregionen in einem Kommunalwaldbetrieb/-revier. Dies wird bedingt durch eine erhöhte Hackholznachfrage von größeren lokalen Heizanlagen (z. T. mit kommunaler Beteiligung), aber auch durch das Bestreben eine regionale Brennholzversorgung der Privathaushalte in der Gemeinde zu gewährleisten (vgl. Einfluss der hohen regionalen Nachfrage und des „politischen Wunsches“ auf die Energieholznutzung in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** und Abb. 7-9). Abgesehen von den Extremwerten konnten keine eindeutigen Unterschiede zwischen der Höhe der Energieholznutzung im Staats- und Kommunalwald festgestellt werden.

Tab. 7-7: Einschlag und Verkauf von Energieholz im Staatswald je ha und Jahr in den Modellregionen von 2009 bis 2013 (FOKUS-Auswertung).

Staatswald						
Jahr	Kalk		Keuper		Silikat	
	Einschlag [Fm o.R. je ha u. Jahr]	Verkauf [Fm o.R. je ha u. Jahr]	Einschlag [Fm o.R. je ha u. Jahr]	Verkauf [Fm o.R. je ha u. Jahr]	Einschlag [Fm o.R. je ha u. Jahr]	Verkauf [Fm o.R. je ha u. Jahr]
2009	2,3	2,2	2,8	1,4	1,1	0,5
2010	2,6	2,0	3,2	1,8	0,9	0,4
2011	3,9	3,6	3,7	2,2	1,5	0,7
2012	2,6	2,5	3,7	2,1	1,5	0,8
2013	2,4	2,2	3,3	2,1	1,6	0,8
Mittelwert (2009-2013)	2,8	2,5	3,3	1,9	1,3	0,6

Tab. 7-8: Einschlag und Verkauf von Energieholz im Kommunalwald je ha und Jahr in den Modellregionen von 2009 bis 2013 (FOKUS-Auswertung).

Kommunalwald						
Jahr	Kalk		Keuper		Silikat	
	Einschlag [Fm o.R. je ha u. Jahr]	Verkauf [Fm o.R. je ha u. Jahr]	Einschlag [Fm o.R. je ha u. Jahr]	Verkauf [Fm o.R. je ha u. Jahr]	Einschlag [Fm o.R. je ha u. Jahr]	Verkauf [Fm o.R. je ha u. Jahr]
2009	2,3	1,3	2,5	0,5	1,0	0,4
2010	2,5	1,6	2,4	1,0	0,8	0,4
2011	2,6	1,9	2,8	1,3	1,1	0,6
2012	2,6	2,1	2,5	1,0	0,9	0,5
2013	2,8	2,3	2,8	1,0	0,7	0,5
Mittelwert (2009-2013)	2,6	1,8	2,6	1,0	0,9	0,5

Der mittlere Energieholzverkauf von 2009 bis 2013 des Staatswaldes in MR Kalk nach FOKUS (F) entspricht mit 2,5 Fm/ha*a der durchschnittlichen Energieholznutzung in MR Kalk nach der Interviewstichprobe für alle Waldbesitzerarten (S) (vgl. Tab. 7-7 und Abb. 7-3). Allerdings ist der Flächenanteil des Staatswaldes in MR Kalk sehr gering. Der mittlere Einschlag im Kommunalwald ist mit 2,6 Fm/ha*a ähnlich hoch wie der des Staatswaldes mit 2,8 Fm/ha*a (F) (vgl. Tab. 7-7 und Tab. 7-8). Eine Annäherung der Mittelwerte des Energieholzverkaufs im Kommunalwald (F) und der Energieholznutzung nach der Interviewstichprobe (S) scheint daher naheliegend. Da die Holzverkäufe im Kommunalwald jedoch nur lückenhaft verbucht werden, zeigt Tab. 7-8 mit 1,8 Fm/ha*a (F) einen deutlich niedrigeren Energieholzverkauf.

Die Ergebnisse geben eine ähnliche Situation in MR Keuper wieder. Auch hier entspricht der durchschnittliche Energieholzverkauf des Staatswaldes mit 1,9 Fm/ha*a (F) der mittleren Nutzung nach Abb. 7-3 (S). Der niedrigere Holzeinschlag des Kommunalwaldes mit 2,6 Fm/ha*a (F) gegenüber dem Einschlag im Staatswald von 3,3 Fm/ha*a (F) lässt jedoch auf einen geringeren Energieholzverkauf im Kommunalwald schließen.

Der durchschnittliche Energieholzverkauf des Staatswaldes in MR Silikat liegt mit 0,6 Fm/ha*a (F) im unteren Bereich der Stichprobenergebnisse zur Energieholznutzung (S). Die verkaufte Menge im Kommunalwald ist mit 0,5 Fm/ha*a (F) nur etwas niedriger.

Die FOKUS-Auswertungen scheinen die Repräsentativität der Interviewstichprobe für die Modellregionen Keuper und Kalk zu bestätigen. Möglicherweise wurden in MR Silikat Waldbesitzer mit einer überdurchschnittlichen Energieholznutzung ausgewählt.

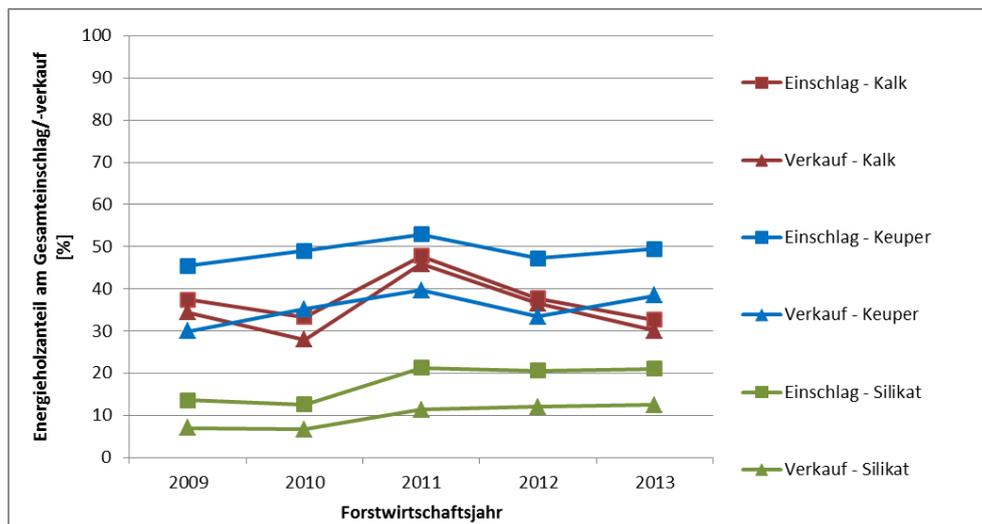


Abb. 7-4: Entwicklung des Energieholzanteils am Gesamteinschlag und -verkauf im Staatswald der Modellregionen von 2009 bis 2013 (FOKUS-Auswertung).

Abb. 7-4 stellt die Entwicklung des Energieholzanteils am Gesamteinschlag und –verkauf im Staatswald für die Modellregionen dar (F). Die starken Schwankungen für die MR Kalk sind auf die geringe Staatswaldfläche zurückzuführen, sodass sich unterschiedliche Energieholzaufkommen verschiedener Bestandesbehandlungen nicht ausgleichen. Ein signifikanter Anstieg zwischen den Jahren 2009 und 2013 ist für den Staatswald der MR Kalk ebenso wenig erkennbar wie für MR Keuper. In der MR Silikat zeichnet sich ein um ca. 5 % höhere Nutzung ab, die scheinbar durch die in den vergangenen Jahren zunehmende Hackholznutzung begründet werden kann. Relativ gesehen hat diese in MR Silikat eine höhere Bedeutung als die Stückholznutzung (39 % des Energieholzes, vgl. Abb. 7-2).

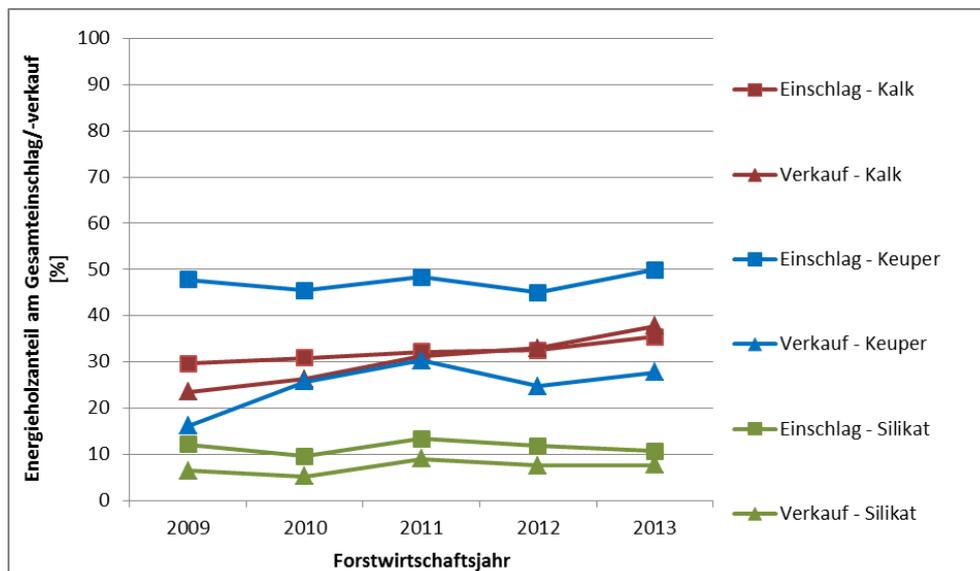


Abb. 7-5: Entwicklung des Energieholzanteils am Gesamteinschlag und -verkauf im Kommunalwald der Modellregionen von 2009 bis 2013 (FOKUS-Auswertung).

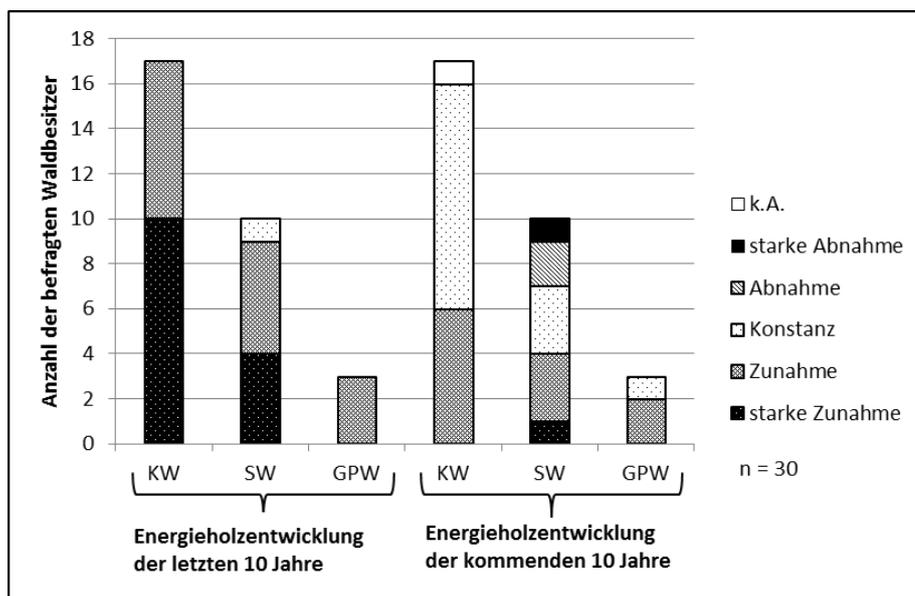


Abb. 7-6: Einschätzung der Energieholzentwicklung der letzten und kommenden zehn Jahre von unterschiedlichen Waldbesitzerarten.

Die Auswertungen des Holzeinschlags und -verkaufs im Kommunalwald der MR Kalk (F) zeigen eine Zunahme des Energieholzanteils zwischen 2009 und 2013 um 5-10 % (vgl. Abb. 7-5). Auch hier könnte ein Zusammenhang zur steigenden Hackholznutzung im

Kommunalwald der MR Kalk bestehen. In der MR Keuper ist kein signifikanter Anstieg zwischen 2009 und 2013 erkennbar, sofern es sich bei der 2009 verkauften Menge um einen "Ausreißer nach unten" handelt. Allerdings sind Schwankungen von bis zu 5 % sichtbar. Anders als im Staatswald wird für den Kommunalwald in MR Silikat keine Zunahme des Energieholzanteils deutlich.

Die befragten Waldbesitzer gaben mit einer Ausnahme an, dass die Energieholznutzung in den letzten zehn Jahren (2004 bis 2013) (stark) zugenommen hat (vgl. Abb. 7-6). Mehr als die Hälfte der Stichprobe des Staats- und Kommunalwaldes ist außerdem der Meinung, dass sie nicht weiter zunehmen wird. 10 von 17 kommunalen Waldbesitzern geben an, dass die Energieholznutzung in den kommenden 10 Jahren (2014 bis 2023) konstant bleibt. Die Einschätzungen im Staatswald fallen hingegen sehr unterschiedlich aus. Drei gehen von einer (starken) Abnahme aus, weitere drei schätzen die Nutzung konstant ein, und vier sind der Ansicht, dass die Energieholznutzung sogar (stark) zunimmt. Als Gründe für die zunehmende Energieholznutzung in der Vergangenheit und Zukunft werden steigende Energiepreise genannt, die mit einer steigenden Nachfrage einhergehen und auch die Hackholznutzung lukrativer gestalten. Die tendenziell ebenfalls zunehmende Energieholznutzung im Großprivatwald wird außerdem mit der anzunehmenden Versorgungslücke durch die FSC-Zertifizierung des Staatswaldes begründet. Diese scheint eine teilweise abnehmende Energieholznutzung im Staatswald zu beeinflussen.

Die Mehrheit der Befragten kommt zu dem Schluss, dass die Energieholzentwicklung konstant bleibt oder sogar abnimmt, u.a. da sich keine zusätzlichen, nachhaltig verantwortbaren Nutzungspotenziale mehr erschließen ließen. Sortimentsverschiebungen von Industrie-/ Stammholz zu Energieholz seien nur noch begrenzt anzunehmen, da teilweise bereits sägefähiges Stammholz der Güte C, vereinzelt sogar Güte B als Brennholz lang sortiert würde. Im Laubholz konkurriert das Sortiment Brennholz lang stark mit dem Industrieholz. Der Industrieholzerlös für Buche (IN) ist mit 50 bis 55 €/ Efm aktuell genauso hoch, teilweise sogar niedriger, als der Brennholzerlös von 50 bis 65 €/Efm.

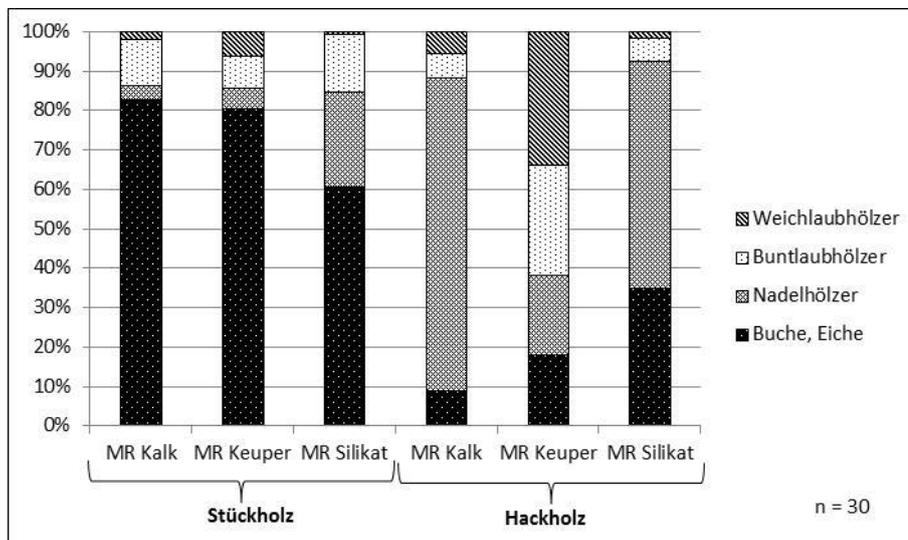


Abb. 7-7: Prozentualer Anteil von Baumartengruppen an der Stückholz- und Hackholznutzung in den Modellregionen.

Bei der Bereitstellung von Stückholz hat in allen drei Modellregionen die Baumartengruppe „Buche, Eiche“ den größten Anteil (vgl. Abb. 7-7). In der MR Silikat liegt dieser etwas niedriger (ca. 60 %) als in den Modellregionen Kalk und Keuper (ca. 80 %). Die Verteilung der Baumartengruppen bei der Stückholzverwendung spiegelt die Laub- bzw. Nadelholzverteilung in den Modellregionen wider. Während in den Laubholz geprägten Modellregionen der Anteil von Nadelholz bei höchstens 5 % liegt, wird in der Modellregion Silikat immerhin 20 % des Stückholzes durch Nadelholz (z. B. als Brennschichtholz oder Flächenlose) bereitgestellt. Die Waldbesitzer begründeten dies im Interview mit der regionalen Energieholzversorgung der Bürger und der Umsetzung des Forstschutzes.

Anders als bei Stückholz kann bei der Hackholzverwendung kein Zusammenhang zwischen der Verteilung von Laub- und Nadelholz an der Waldfläche und den Anteilen der Baumartengruppen hergestellt werden. Hackholz wird sowohl in der laubholzgeprägten MR Kalk als auch in der nadelholzdominierten MR Silikat überwiegend aus Nadelholz gewonnen (Gipfelmateriale von Baum- und Althölzern; Kalk ca. 80 %, Silikat ca. 60 %). Der Laubholzanteil ist in MR Silikat sogar höher als in MR Kalk. Währenddessen wird in der MR Keuper das Hackholz insbesondere (ca. 80 %) durch Laubholz (insb. Weich- und Buntlaubhölzer) bereitgestellt. Erklärt werden könnte dies durch die vorwiegende Nutzung von Hackschnitzeln bei der Pflege von Lichtraumprofilen und Waldrändern, den hohen Anteil an Laubholz-Jungbeständen sowie die Nutzung von Pionierbäumen (insb. Birke) auf Sturmflächen.

7.3.1.2 Entscheidungsfaktoren bei der Energieholznutzung

Abb. 7-8 und Abb. 7-9 stellen die jeweils wichtigsten Entscheidungsfaktoren bei der Nutzung von Stückholz bzw. Hackholz nach Waldbesitzarten dar. In Säulen wird der jeweilige Anteil der Befragten angezeigt, die die Bedeutung der Entscheidungsfaktoren auf einer Skala von 1 = keine Bedeutung bis 5 = große Bedeutung einschätzten.

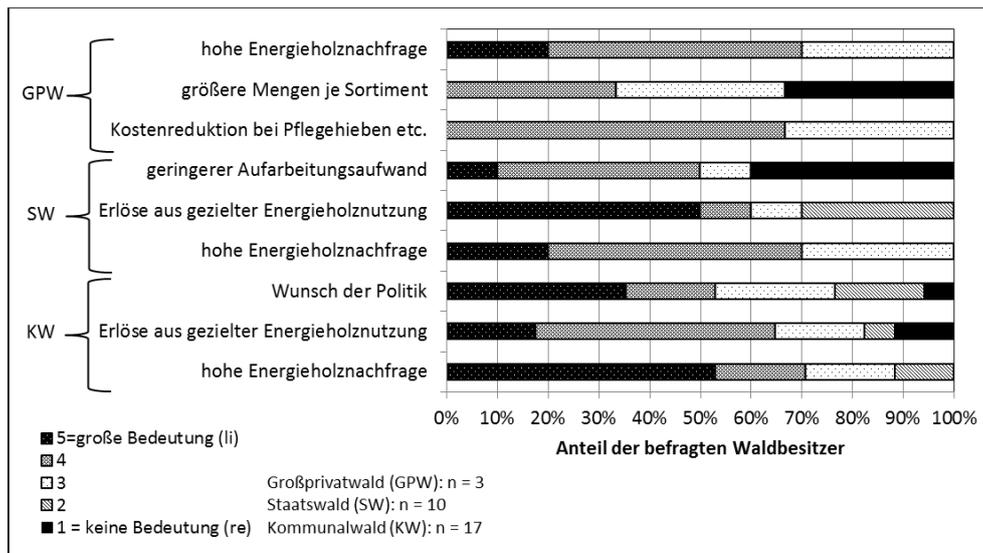


Abb. 7-8: Einschätzung verschiedener Waldbesitzarten zur Bedeutung von Entscheidungsfaktoren bei der Stückholznutzung

Die hohe Energieholznachfrage beeinflusst die Stückholzverwendung im Kommunal- und Staatswald am stärksten, spielt aber auch im Großprivatwald eine maßgebliche Rolle. Mehr als die Hälfte der Befragten im Kommunal- und Staatswald gibt außerdem an, dass Erlöse aus einer gezielter Stückholznutzung bei der Entscheidung von größerer Bedeutung sind. Im Kommunalwald wird diese außerdem stark durch den „Wunsch der Politik“ zur Energieholzversorgung der Bürger beeinflusst (Bewertung mit 4 oder 5 von > 50 % der Befragten). In den anderen beiden Waldbesitzarten nimmt auch die vereinfachte Sortierung - im Staatswald mit dem Zweck eines geringeren Aufarbeitungsaufwands, im Großprivatwald mit dem Ziel größere Mengen je Sortiment zu erzielen – eine überwiegend höhere bis mittlere Bedeutung ein. Die Kostenreduktion bei Pflegehieben, Schlagpflegen und/oder Bestandeserschließungen scheint die Stückholznutzung im Großprivatwald jedoch am stärksten zu beeinflussen.

Bei der Entscheidung zur Hackholznutzung nehmen in allen Waldbesitzarten der Forstschutz und die Erlöse aus der Koppelproduktnutzung eine überwiegend mittlere bis höhere Bedeutung ein. Allein im Staatswald wurde von mehr als der Hälfte der Befragten angegeben, dass Forstschutzgründe eine eher geringere Rolle spielen. Während im Kommunalwald außerdem die hohe Energieholznachfrage bei der Entscheidung zur

Hackholznutzung im Vordergrund steht, hat in den anderen beiden Waldbesitzarten wiederum die vereinfachte Sortierung mit dem Zweck eines geringeren Aufarbeitungsaufwandes eine überwiegend mittlere und höhere Bedeutung. Im Großprivatwald wurde außerdem die Flächenräumung für die Kultur- oder Naturverjüngung unter „Sonstiges“ von zwei Drittel der Befragten als Entscheidungsfaktor genannt. Diese scheint auch in einigen Kommunal- und Staatswaldrevieren die Hackholznutzung zu beeinflussen.

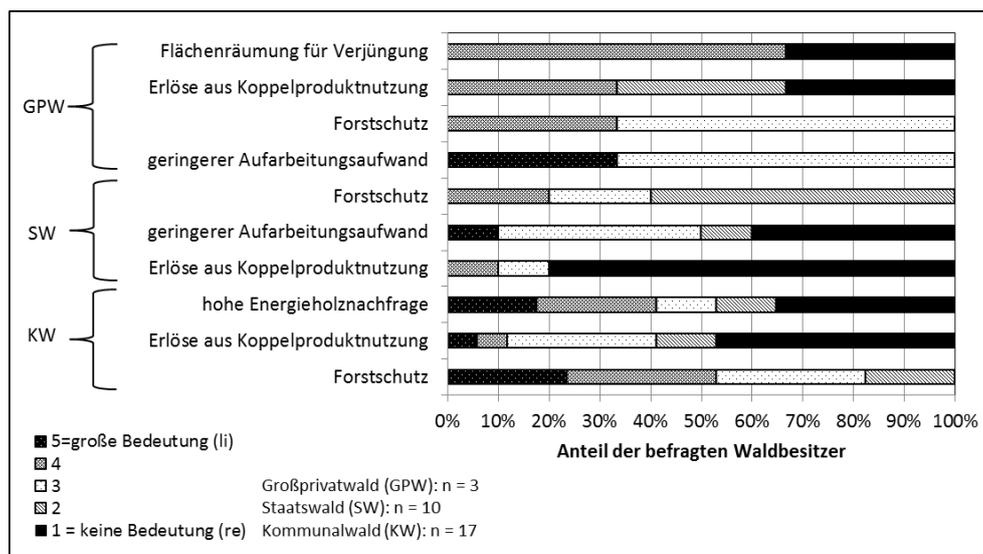


Abb. 7-9: Einschätzung verschiedener Waldbesitzarten zur Bedeutung von Entscheidungsfaktoren bei der Hackholznutzung.

7.3.2 Händler

Die Charakterisierung der Stückholz- und Hackschnitzelhändler ergibt wichtige Informationen für die Ermittlung der ökonomischen Wertschöpfungseffekte bei der Typisierung der Value Chains sowie zur Diskussion der Ergebnisse.

7.3.2.1 Stückholzhändler

Mit 20 von 26 Stückholzhändlern sind mehr als drei Viertel der Befragten Einzelunternehmer. GbR, GmbH und andere Unternehmensformen nehmen offensichtlich eine untergeordnete Rolle ein (vgl. Abb. 7-10).

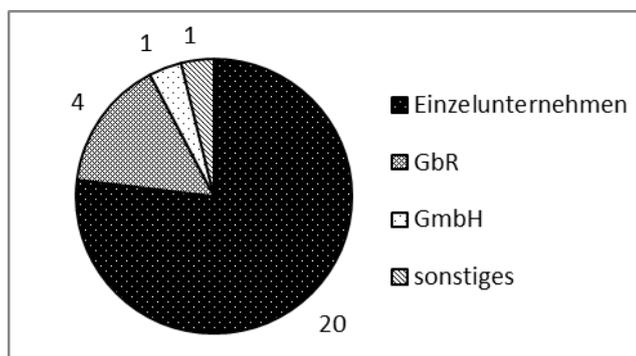


Abb. 7-10: Unternehmensformen der 26 befragten Stückholzhändler.

Etwas mehr als die Hälfte handelt mit Stückholz im Nebenerwerb (vgl. Tab. 7-9). Elf von 26 geben an einen Haußerwerbsbetrieb zu führen. Dabei kann der Brennholzhandel auch nur ein zusätzlicher Erwerbszweig neben der überwiegenden Tätigkeit als Forstdienstleister oder Holztransportunternehmer sein. Ein nicht in der Tabelle aufgenommener Händler, verfolgt keinen Erwerbszweck, sondern bearbeitet Stückholz im Rahmen eines sozialen Projektes.

Tab. 7-9: Anzahl der befragten Neben- und Haußerwerbsbetriebe für Stückholz in den Modellregionen.

Betrieb im ...	Stückholzhändler [Anz.]			
	Kalk	Keuper	Silikat	Summe
Nebenerwerb	6	6	2	14
Haußerwerb	4	4	3	11

Der Firmensitz befindet sich bei drei von zehn befragten Stückholzhändlern der MR Kalk in der Modellregion (MR), der größere Anteil jedoch in der erweiterten Modellregion (eMR) (vgl. Tab. 7-10). Allerdings liegen diese mehrheitlich sehr nah an der Modellregionsgrenze. In der MR Keuper sind acht von zehn Händlern in der Modellregion. In MR Silikat hingegen ist der Firmensitz bei vier von sechs Befragten in der erweiterten Modellregion. Hier wird u.a. ein "Sog" nach Freiburg erkennbar.

Der Lagerplatz befindet sich bei den Stückholzhändlern i.d.R. am Firmensitz, d. h. dort findet auch die Verarbeitung des Stückholzes statt.

Tab. 7-10: Anzahl der Firmensitze von Stückholzhändlern in der Modellregion (MR), der erweiterten Modellregion (eMR) und außerhalb der Modellregion (aMR).

Firmensitz in ...	Stückholzhändler [Anz.]		
	Kalk	Keuper	Silikat
der MR	3	8	2
der eMR	6	2	4
aMR	1	0	0

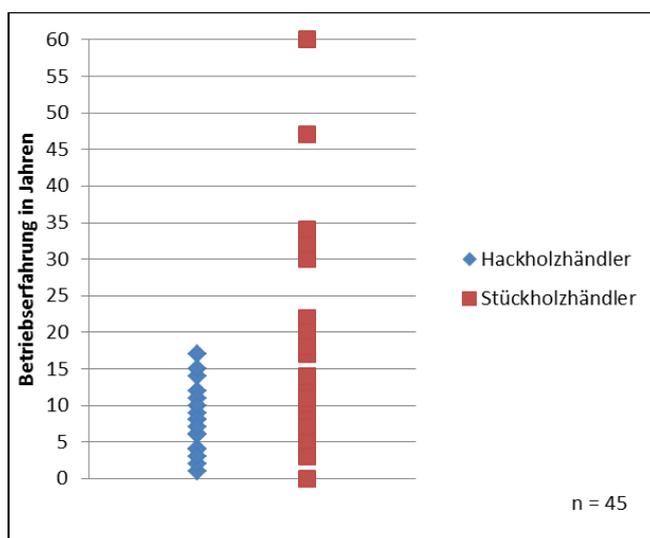


Abb. 7-11: Betriebserfahrung der befragten Stückholz- und Hackholzhändler in Jahren.

Die Betriebserfahrung der Stückholzhändler in Jahren ist teilweise sehr viel höher als die der Hackholzhändler. 13 der 26 befragten Betriebe handeln bereits seit mehr als 15 Jahren mit Brennholz. Hierbei handelt es sich meist um Familienbetriebe, die zum Teil schon seit drei Generationen geführt werden. Es gibt allerdings auch vier jüngere Betriebe, die erst seit maximal fünf Jahren mit Stückholz handeln (vgl. Abb. 7-11).

Fast zwei Drittel der Stückholzhändler führen nicht alle Wertschöpfungsstufen selbst durch, sondern beauftragen auch Dienstleister, insbesondere für den Transport des Rundholzes zum Lagerplatz. In der MR Kalk haben im Vergleich zu den anderen Modellregionen offensichtlich mehr Händler die Mittel zum eigenen Rundholztransport (vgl. Abb. 7-11).

Tab. 7-11: Anzahl der Stückholzbetriebe mit ausschließlich eigener Durchführung der Wertschöpfungsstufen oder mit Dienstleistern.

Durchführung der WS-Stufen ...	Stückholzhändler [Anz.]			
	Kalk	Keuper	Silikat	Summe
ausschließlich selbst	5	3	2	10
auch durch Dienstleister	5	7	4	16

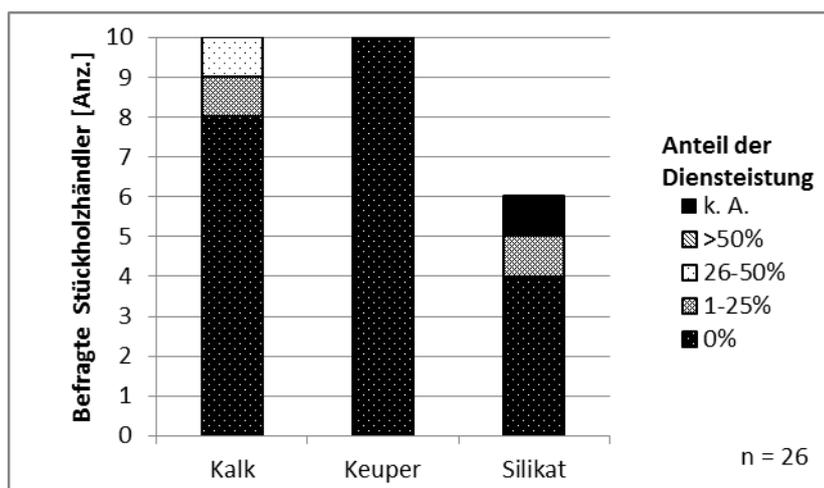


Abb. 7-12: Anzahl der befragten Stückholzhändler mit unterschiedlich hohem Dienstleistungsanteil bezogen auf das Holzvolumen im Brennholzbetrieb.

Der Umfang von Dienstleistungsangeboten bei Stückholzhändlern ist offensichtlich gering (vgl. Abb. 7-12). Nur drei von 26 Händlern bieten auch Dienstleistungen wie z. B. den Transport von Rundholz für andere Händler oder Privathaushalte an. Bei einem dieser Betriebe nimmt der Dienstleistungsanteil immerhin 26 bis 50 % der Brennholzmenge ein.

7.3.2.2 Hackholzhändler

Auch bei den Hackholzhändlern sind Einzelunternehmer am häufigsten, allerdings dicht gefolgt von GbRs und GmbHs, die jeweils etwas mehr als ein Viertel der befragten Betriebe zählen. Zwei von 19 Händlern sind außerdem als GmbH und Co KG organisiert (vgl. Abb. 7-13).

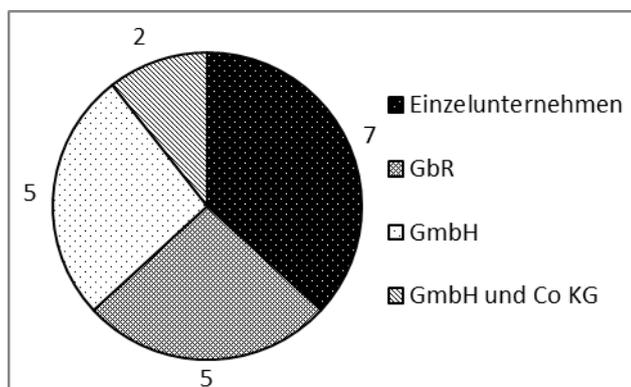


Abb. 7-13: Unternehmensformen der 19 befragten Hackholzhändler.

Tab. 7-12: Anzahl der befragten Neben- und Haupterwerbsbetriebe für Hackholz in den Modellregionen.

Betrieb im ...	Hackholzhändler [Anz.]			
	Kalk	Keuper	Silikat	Summe
Nebenerwerb	2	0	5	7
Haupterwerb	3	5	4	12

Wie bereits die Verteilung der Unternehmensformen vermuten ließ, führen Hackholzhändler im Gegensatz zu den Stückholzhändlern ihren Betrieb häufiger im Haupterwerb (vgl. Tab. 7-12). Oft werden auch hier mehrere Erwerbszeige, wie z.B. Dienstleistungen in der Landwirtschaft und Landschaftspflege, Abfallentsorgung und Hackschnitzelhandel, kombiniert.

Tab. 7-13: Anzahl der Firmensitze von Hackholzhändlern in der Modellregion (MR), der erweiterten Modellregion (eMR) und außerhalb der Modellregion (aMR).

Firmensitz in ...	Hackholzhändler [Anz.]		
	Kalk	Keuper	Silikat
der MR	3	1	5
der eMR	1	2	4
aMR	1	2	0

In den Modellregionen Kalk und Silikat befindet sich der Firmensitz überwiegend in der Modellregion (vgl. Tab. 7-13). Einige Händler haben ihren Sitz auch in der erweiterten Modellregion Silikat. In Keuper liegt der höhere Anteil der Händler nicht in der Modellregion selbst, sondern in der erweiterten MR und außerhalb.

Die bei den Hackholzhändlern geringere Betriebserfahrung ist auf den noch "jungen" Hackschnitzelmarkt zurückzuführen, der mit der Energiewende in den letzten 15 Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen hat. Sechs von 19 Händlern haben höchstens fünf Jahre Betriebserfahrung und nur einer mehr als 15 Jahre (vgl. Abb. 7-11).

Wie die Stückholzhändler führen auch die Hackholzhändler i.d.R. nicht alle Wertschöpfungsstufen selbst durch. Drei Viertel der Befragten setzen Dienstleister beim Hacken und/oder Transport ein. Eine eigene Anschaffung von Maschinen und Transportfahrzeugen lohnt sich bezogen auf das Hackschnitzelvolumen oft nicht. Der Anteil der Händler, der keine Dienstleistungen in Anspruch nimmt, folglich auch über alle Maschinen/ Fahrzeuge selbst verfügt, ist in der MR Silikat am höchsten (vgl. Tab. 7-14).

Tab. 7-14: Anzahl der Hackholzbetriebe mit ausschließlich eigener Durchführung der Wertschöpfungsstufen oder mit Dienstleistern.

Durchführung der WS-Stufen ...	Hackholzhändler [Anz.]			
	Kalk	Keuper	Silikat	Summe
ausschließlich selbst	1	1	3	5
auch durch Dienstleister	4	7	4	15

Eine bessere Wirtschaftlichkeit der Betriebe soll auch durch eine höhere Auslastung eigener Maschinen und Fahrzeuge gewährleistet werden. Zehn von 19 Händlern bieten auch Dienstleistungen an. Während der Anteil der Dienstleistung am Hackholzvolumen bei drei Händlern nur bis zu 25 % umfasst, liegt dieser Anteil bei vier Händlern zwischen 26 % und 50 % und bei weiteren drei sogar über 50 %. Aufgrund der höheren Anschaffungskosten von Maschinen und Fahrzeugen des Hackschnitzelhandels haben Dienstleistungen dort eine höhere Bedeutung als im Stückholzhandel (vgl. Abb. 7-14).

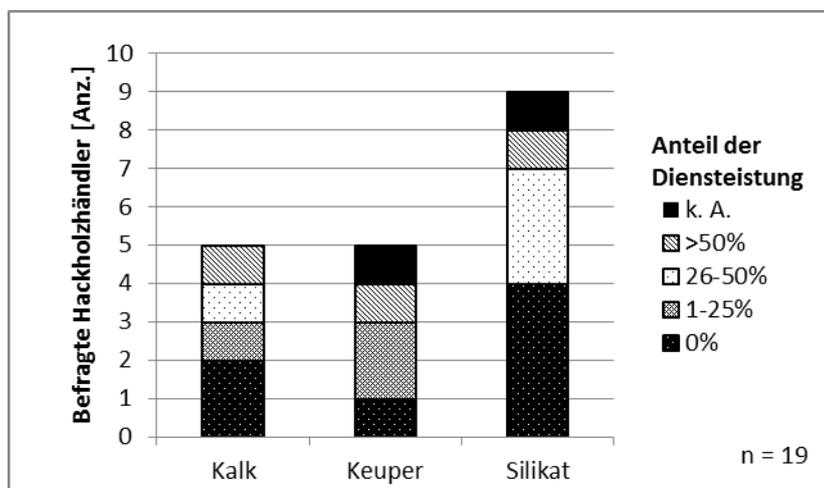


Abb. 7-14: Anzahl der befragten Hackholzhändler mit unterschiedlich hohem Dienstleistungsanteil bezogen auf das Holzvolumen im Brennholzbetrieb.

7.3.3 Heizanlagenbetreiber

Informationen über den Energieholzbedarf sowie zur Charakterisierung der Heiz(kraft)anlagenbetreiber liegen aus der Vollerhebung (46 Anlagen) sowie der Stichprobenbefragung (27 Anlagen) vor.

7.3.3.1 Energieholzbedarf in Heiz(kraft)anlagen >100 kW

Mit ca. 38.000 Fm ist der jährliche Hackschnitzelbedarf in der MR Silikat am höchsten, wobei hier (). Der Energieholzbedarf in den Modellregionen Kalk und Keuper ist mit ca. 23.000 Fm (9 Anlagen) bzw. 17.000 Fm (8 Anlagen) deutlich geringer. Bezieht man den Waldholzbedarf der Anlagen > 100 kW auf die Bevölkerungszahl in den Regionen, fällt auf, dass der Bedarf in Räumen mit geringerer Bevölkerungsdichte höher ist. Während in der MR Silikat etwa 0,51 Fm/Kopf genutzt werden, sind es in MR Kalk nur 0,18 Fm/Kopf und in MR Keuper sogar nur 0,07 Fm/Kopf. Der Pro-Kopf-Bedarf drückt hierbei allerdings keinen realen Verbrauch aus, da - wie nachfolgende Auswertungen zeigen - private Haushalte nur in geringem Umfang Energieverbraucher von Heizanlagen >100 kW sind.

Wie Abb. 7-15 außerdem zeigt, wird der größte Anteil des Waldholzes jeweils in den Großfeuerungsanlagen > 1 MW genutzt. Drei Großfeuerungsanlagen in MR Kalk - von neun Heiz(kraft)anlagen > 100 kW insgesamt - verbrauchen etwa 85 % des Waldholzes, in MR Keuper sind es 75 % in drei von acht Anlagen, in MR Silikat 70 % in sieben von 29 Anlagen. Der jährliche Bedarf von kleineren Heizanlagen bis 499 kW liegt in allen Modellregionen jeweils unter 4.000 Fm bzw. 10 % des Gesamtbedarfs. In der MR Silikat

kann ein höherer Verbrauch von ca. 7.500 Fm in größeren Kleinf Feuerungsanlagen zwischen 500 und 749 kW festgestellt werden.

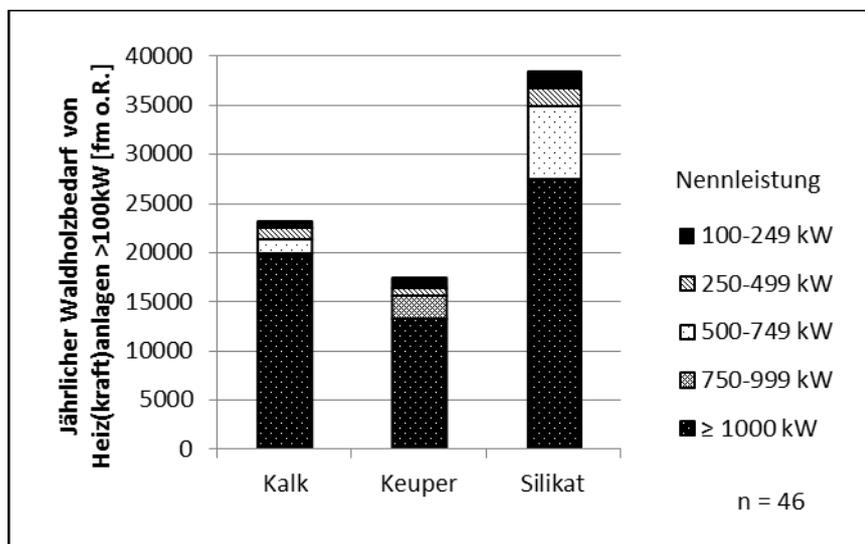


Abb. 7-15: Jährlicher Waldholzbedarf von Heiz(kraft)anlagen > 100 kW gruppiert nach Nennleistung in den Modellregionen.

Es kann davon ausgegangen werden, dass die Vollerhebung mindestens 90 % des Waldholzbedarfs erfasst. Da Befragungslücken vermutlich eher bei kleinen Feuerungsanlagen bestehen, die, wie die Ergebnisse zeigen, einen geringen Einfluss auf die Energieholznutzung insgesamt haben, weicht der reale jährliche Waldholzbedarf wahrscheinlich kaum vom Befragungsergebnisse ab.

Tab. 7-15: Gegenüberstellung der tatsächlichen Hackholznutzung (Derbholz) im Staats-, Kommunal- und Großprivatwald der Modellregionen je Hektar und einem theoretisch Waldholzbedarf in Heizanlagen >100 kW.

	Kalk	Keuper	Silikat
Holznutzung insgesamt [Fm/ ha]	8,05	5,78	6,39
Nutzung von Hackholz [Fm/ ha]	0,50	0,17	0,30
theoret. Waldholzbedarf in Heizanlagen >100 kW je Hektar Waldfläche [Fm/ ha]	0,47	0,86	0,55

Beim Vergleich zwischen der Hackholznutzung (Derbholz) im Staats-, Kommunal- und Großprivatwald je Hektar (S) mit dem theoretischen Waldholzbedarf je Hektar Waldfläche von Heizanlagen > 100 kW, wird deutlich, dass MR Keuper sich nicht ausschließlich selbst versorgt (vgl. Tab. 7-15). Während nur durchschnittlich 0,17 Fm/ ha Hackholz (Derbholz) genutzt werden, wären zur eigenen Versorgung theoretisch 0,86 Fm/ ha erforderlich. Das wären immerhin 15 % der gesamten Derbholznutzung. Auch in MR Silikat scheint die

tatsächliche Nutzung (0,3 Fm/ ha Derbholz) auf den ersten Blick niedriger zu liegen als der theoretisch erforderliche Bedarf (0,55 Fm/ ha). Allerdings geben die befragten Waldbewirtschafter mit 40 % bis 45 % (arithmet. Mittelwert bzw. Median) einen höheren Nichtderbholzanteil an, als der Mittelwert über alle Modellregion mit 30 %. Berücksichtigt man den Nichtderbholzanteil von 45 % liegt die Nutzung bei 0,55 Fm/ ha, womit eine Eigenversorgung möglich wäre.

Die Ergebnisse der MR Kalk lassen vermuten, dass dort der Energieholzbedarf aus eigenem Hackholzangebot gedeckt werden kann (Hackholznutzung 0,5 Fm Derbholz/ ha > theoret. Bedarf 0,47 Fm/ ha). Berücksichtigt man außerdem den Nichtderbholzanteil von 30 %, können zusätzlich 0,24 Fm/ ha für das Umland bereitgestellt werden.

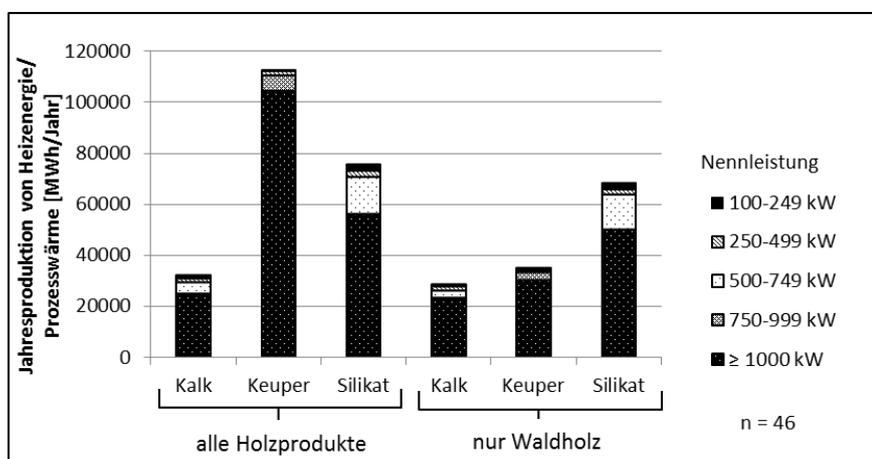


Abb. 7-16: Jahresproduktion von Wärmeenergie in Anlagen der Modellregionen >100 kW (mit Waldholzanteilen) insgesamt und durch Waldholz.

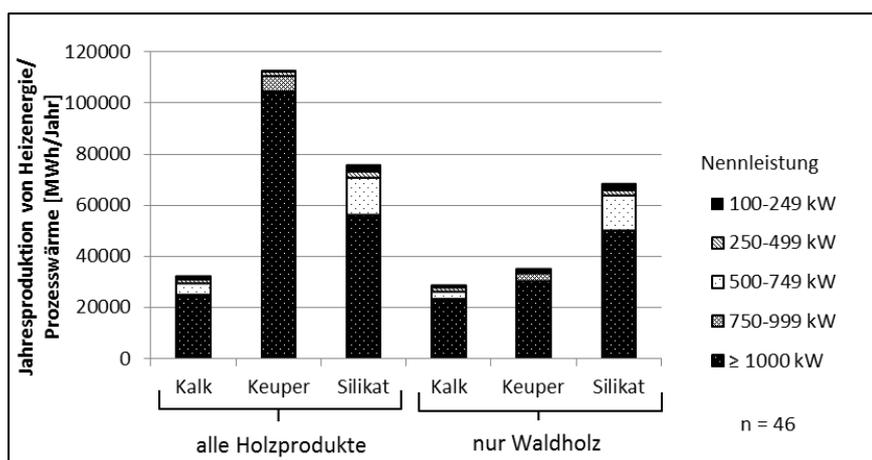


Abb. 7-16 stellt die Jahresproduktion von Heizenergie und Prozesswärme insgesamt der Jahresproduktion, die anteilig aus Waldholz gewonnen wird, gegenüber. Da der Fokus bei

der Waldenergieholznutzung liegt, wurden nur Anlagen befragt, die auch solches nutzen. Die ggf. unterschiedliche Energieausbeute verschiedener Holzprodukte (Sägeresthölzer, Landschaftspflegematerial, Straßenbegleitgrün, naturbelassene Althölzer) aufgrund von Qualitätsunterschieden (z. B. Wassergehalt, Grünanteile, Holzdichte) konnten bei der Ermittlung der anteiligen Jahresproduktion durch Waldholz nicht berücksichtigt werden. Dies könnte daher zu geringen Ungenauigkeiten bei der Abschätzung des Jahreswärmeproduktion durch Waldholz führen. Wie erwartet, wird analog zum Waldholzbedarf der höchste Anteil der Wärmeenergie in Großfeuerungsanlagen erzeugt.

Ein Vergleich der Ergebnisse für MR Keuper zeigt, dass dort die Jahreswärmeproduktion insgesamt mit 113.000 MWh um das Dreifache höher liegt, als die durch Waldholz erzeugte Wärme mit 35.000 MWh. Der Waldholzanteil in MR Keuper beträgt für Großfeuerungsanlagen nur 29 % und für Kleinfeuerungsanlagen zwischen 53 % und 95 % (vgl. Tab. 7-16). Er ist dort deutlich niedriger als in den Modellregionen Kalk und Silikat (i. d. R. mindestens 80 %), was auch auf das geringere Waldhackschnitzelangebot von nur 0,17 Fm/ ha zurückgeführt werden könnte. Aufgrund des hohen Waldholzanteils in MR Kalk liegt die Jahreswärmeproduktion durch Waldholz dort mit 29.000 MWh nah bei der Jahreswärmeproduktion insgesamt mit 32.000 MWh. In MR Silikat werden 68.000 MWh Heizenergie und Prozesswärme durch Waldholz und 76.000 MWh insgesamt erzeugt.

Wie Tab. 7-16 zeigt, sinkt der Waldholzanteil im Gesamtdurchschnitt der Modellregionen mit zunehmender Nennleistung. Dieses Ergebnis wird allerdings maßgeblich durch die Situation in MR Keuper beeinflusst. In den Modellregionen Silikat und Kalk hingegen ist der Waldholzanteil auch bei den Großfeuerungsanlagen mit 89 % bzw. 93% noch sehr hoch.

Tab. 7-16: Waldholzanteil der Heiz(kraft)anlagen (mit Waldholz) >100 kW in den Modellregionen nach Nennleistung.

Nennleistung [kW]	Waldholzanteil [%]			
	Kalk	Keuper	Silikat	Gesamt
100 - 249	100	95	88	91
250 - 499	100	58	100	89
500 - 749	66		94	87
750 - 999		53		53
≥ 1000	93	29	89	56

Die niedrigere Jahreswärmeproduktion in MR Kalk im Vergleich zur MR Keuper trotz des dort höheren Waldholzbedarfs (vgl. Abb. 7-15 und Abb. 7-16) weist auf einen geringeren durchschnittlichen Jahresnutzungsgrad in MR Kalk hin. Während in MR Kalk im Mittel nur 1,364 MWh (Wärme und Strom)/ Fm erzeugt wurden, waren es in MR Keuper 2,121 MWh/Fm und in MR Silikat 1,815 MWh/Fm (gesamt: 1,75 MWh/Fm). Diese Effizienzunterschiede sind nicht allein auf einen ggf. geringeren Wirkungsgrad der Anlagen zurückzuführen, sondern stehen insbesondere im Zusammenhang zur Hackschnitzelqualität.

So wird in MR Keuper z.B. überwiegend Laubholz (mit höherem Heizwert als Nadelholz) verwendet. Den Wirkungsgrad konnten nur 19 von 46 Anlagenbetreibern angeben. 15 davon teilten einen Wirkungsgrad zwischen 81 % und 90 % mit. Ein Unterschied zwischen den Modellregionen konnte nicht festgestellt werden. Ein Risiko beim Vergleich beider Ergebnisse stellen allerdings die unterschiedlichen Datenquellen dar. Da Heizanlagenbetreiber überwiegend nach erzeugter Wärmer abrechnen, dokumentieren sie den Hackschnitzelbedarf oft nicht. In diesen Fällen wurden die fehlenden Informationen bei den Rohstofflieferanten eingeholt.

Von den 46 Anlagen in den Modellregionen nutzen vier das System der Kraft-Wärme-Kopplung: zwei Großfeuerungsanlagen in MR Kalk (3.009 MWh Strom/ a), eine Großfeuerungsanlage in MR Keuper (3825 MWh/a) und eine Kleinfeuerungsanlage mit Holzvergaser/ Pelletkessel in MR Silikat (1594 MWh/a).

Tab. 7-17: Jahresenergieproduktion der Kleinfeuerungsanlagen >100 kW nach der eigenen Vollerhebung im Vergleich zum Biomassebrennstoffbedarf der Kleinfeuerungsanlagen nach Ermittlungen der LUBW im Jahr 2010 in den Modellregionen.

Modellregionen	Jahresenergieproduktion in Anlagen zwischen 100 und 999 kW mit Waldholznutzung nach eigener Vollerhebung [MWh/ Jahr]	Biomassebrennstoffbedarf in Kleinfeuerungsanlagen bis 999 kW nach LUBW 2010 (exkl. Privathaush.) [MWh/ Jahr]
Kalk	6.992	17.354
Keuper	8.249	21.091
Silikat	20.909	6.839

Die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) ermittelt basierend auf einer Grunderhebung der Schornsteinfeger und statistischen Kennzahlen den Biomassebrennstoffbedarf [TJ/a] in kleinen und mittleren Feuerungsanlagen. Hierzu wird der Energiebedarf je Gemeinde über die Anzahl der Beschäftigten in verschiedenen Branchen hergeleitet. Die Schornsteinfegerbefragung von 2008 liefert Informationen zum Anteil fester Brennstoffe am Energiebedarf. Der Anteil von "naturbelassenem Holz, Stückholz, Pflugholz, Pellets, Restholz, Reisig u.ä." an den festen Brennstoffen wird durch strukturelle und naturräumliche Faktoren, wie der Siedlungsdichte oder dem Waldanteil abgeschätzt. Unter Berücksichtigung von "Klimafaktoren und Trends" wurden die Daten von 2008 für das Jahr 2010 aktualisiert.

Die für die Modellregionen ausgewerteten Ergebnisse der LUBW³⁷ werden in Tab. 7-17 der Jahresenergieproduktion (inkl. Strom) in den Anlagen bis 999 kW (nach eigener Vollerhebung) gegenübergestellt. Hierbei werden signifikante Unterschiede zwischen den Werten beider Erhebungsmethoden deutlich. Während die LUBW für 2010 zu einem mehr

³⁷ Umrechnungsfaktor: 1 TJ entspricht 278 MWh.

als doppelt so hohen Biomassebrennstoffbedarf [MWh/Jahr] in den Modellregionen Kalk und Keuper kommt, liegt dieser für MR Silikat um mehr als das Dreifache niedriger.

Eine mögliche Erklärung für einen **höheren** Biomassebrennstoffbedarf der LUBW wäre, dass die Vollerhebung weder Anlagen bis 100 kW, noch Anlagen, die kein Waldholz nutzen, erfasst. Es ist allerdings unwahrscheinlich, dass die großen Unterschiede allein hierauf basieren, insbesondere da, wie aus Abb. 7-16 ersichtlich, kleinere Anlagen einen deutlich geringeren Anteil an der Jahresproduktion haben. Vielmehr scheint es, dass die Abweichungen auf die unterschiedlichen Erhebungsmethoden zurückzuführen sind. Die Erhebungsmethodik der LUBW eignet sich offensichtlich weniger für kleinräumige/regionale Auswertungen. Dies wurde von der LUBW bestätigt. Darüber hinaus wurden mögliche Fehlerquellen bei den Datensätzen eingeräumt, eine Verbesserung des Datenbestandes ist in Arbeit. Eine Herleitung des Waldholzbedarfs von Kleinfeuerungsanlagen (auch in Privathaushalten) bis 100 kW auf Basis der LUBW Daten scheint aktuell daher nicht zweckmäßig.

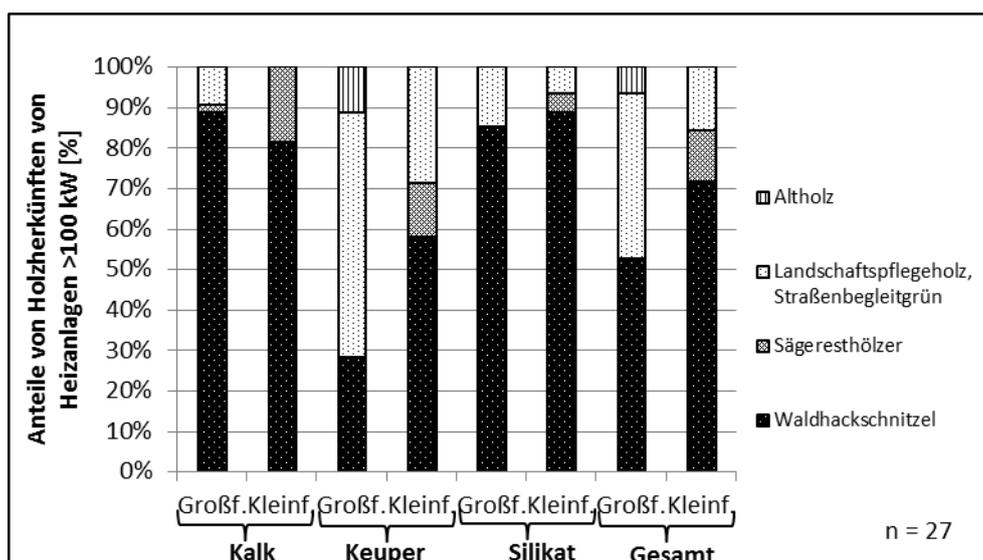


Abb. 7-17: Anteile von Altholz, Landschaftspflegeholz und Straßenbegleitgrün, Sägeresthölzern sowie Waldhackschnitzeln in Kleinfeuerungsanlagen >100 kW und Großfeuerungsanlagen, die auch Waldholz nutzen (Stichprobenerhebung).

Eine Stichprobe von bis zu zehn Heizanlagenbetreibern je Modellregion wurde zusätzlich zur Herkunft des Nicht-Waldholzes, der Unternehmensform sowie den Verbrauchern der Wärmeenergie befragt. In den Modellregionen Kalk und Keuper handelt es sich um die Vollerhebung (9 bzw. 8 Anlagen). In MR Silikat werden 10 Anlagenbetreiber ausgewählt.

Abb. 7-17 zeigt neben Waldholz die Anteile von Altholz, Landschaftspflegeholz/ Straßenbegleitgrün sowie Sägeresthölzern in den Heiz(kraft)anlagen. Der hohe Nicht-Waldholzanteil in MR Keuper wird insbesondere durch Landschaftspflegeholz und

Straßenbegleitgrün, in Kleinfeuerungsanlagen auch durch Sägeresthölzer und in Großfeuerungsanlagen auch durch Althölzer gedeckt. Sägeresthölzer (i. d. R. bessere Qualität: entrindet, vorgetrocknet) werden in Großfeuerungsanlagen eher selten, in Kleinfeuerungsanlagen regelmäßiger verwendet. Althölzer kommen ausschließlich in Großfeuerungsanlagen zum Einsatz. Den nach Waldholz bedeutendsten Anteil haben jedoch i. d. R. Hölzer aus Landschaftspflege und Straßenverkehrssicherung (Straßenbegleitgrün).

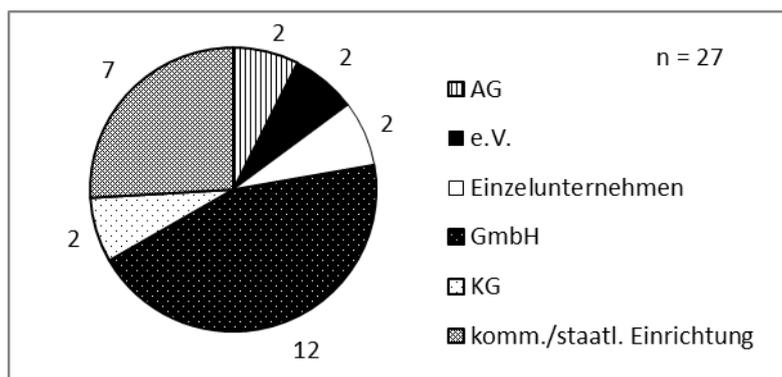


Abb. 7-18: Häufigkeiten der Unternehmensformen bei den Heizanlagenbetreibern (Stichprobenerhebung).

In der Stichprobe von 27 Heiz(kraft)anlagen ist die GmbH als Unternehmensform des Heizanlagenbetreibers am häufigsten (12 Anlagen), gefolgt von sieben Anlagen, die von kommunalen/staatlichen Einrichtungen betrieben werden. Weitere Unternehmens- bzw. Organisationsformen sind AG, e.V., Einzelunternehmen und KGs (vgl. Abb. 7-18).

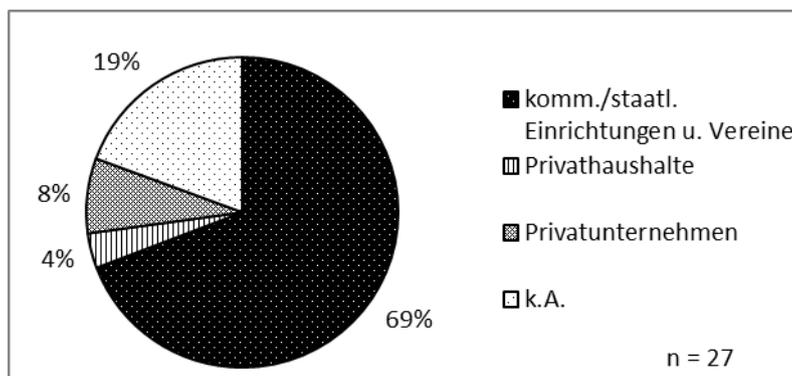


Abb. 7-19: Anteile der Energieverbrauchergruppen an der Jahreswärmeproduktion (Stichprobenerhebung).

Wärmeenergieverbraucher sind nach der Stichprobenerhebung zu 69 % kommunale/staatliche Einrichtungen (z. B. Rathaus, Gemeindehaus, Schulen, kirchliche Einrichtungen). Privathaushalte und Privatunternehmen konsumieren mit 4 % bzw. 8 % nur einen geringen

Anteil der in den Anlagen produzierten Wärmeenergie. Einige Anlagenbetreiber konnten die Anteile verschiedener Verbrauchergruppen nicht quantifizieren, daher fehlen Angaben zu 19 % der Jahreswärmeproduktion (vgl. Abb. 7-19).

7.3.4 Typische Wertschöpfungsketten

Nachfolgend werden die Stoffströme der befragten Akteure untersucht und die Reihenfolge der Wertschöpfungsstufen (WS-Stufen) analysiert. Zunächst wird ein Überblick der vorgefundenen alternativen Stoffströme gegeben und anschließend mengenmäßig bedeutsame Holzbewegungen (mindestens 20 % der Stoffströme in der Modellregion) detailliert dargestellt.

7.3.4.1 Stückholz

Der Waldbesitzer ist bei der Bereitstellung von Stückholz nur an WS-Stufen im Wald beteiligt. Er verkauft das Stückholz nach der Hiebsplanung in Selbstwerbung oder nach dem Fällen als Flächenlos an (Freizeit-)Selbstwerber, die es im Wald aufarbeiten. Eine wichtige Rolle spielt der Verkauf von Brennholz lang nach dem Rücken an Privathaushalte und Händler, die es an der Waldstraße aufarbeiten oder als Rundholz zur Heizanlage (also zum Verbraucher) bzw. zum Lagerplatz transportieren (lassen) (vgl. Abb. 7-20).

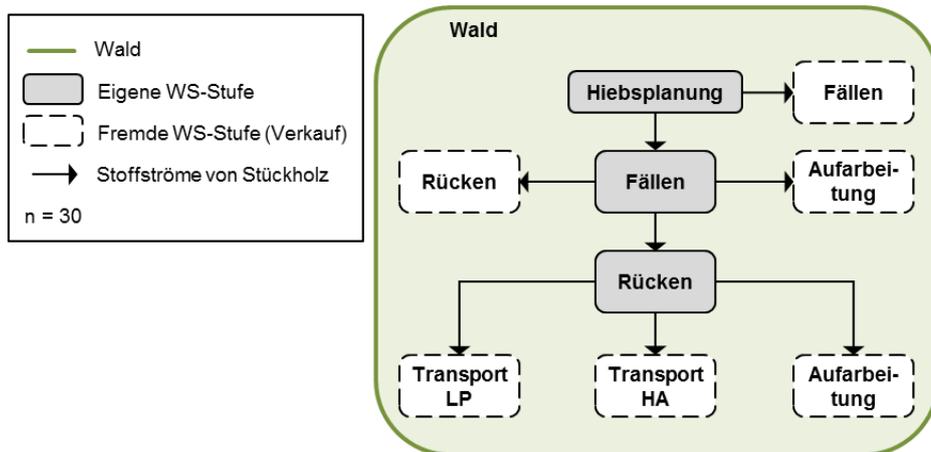


Abb. 7-20: Alternative Stoffströme der Waldbesitzer von Stückholz in den Modellregionen (WS-Stufe: Wertschöpfungsstufe).

In Abb. 7-21 werden typische Wertschöpfungsketten des Waldbesitzers von Stückholz für Stoffströme mit einem Mindestanteil von 20 % in der Modellregion abgebildet. Es fällt auf, dass der größte Anteil des Stückholzes nach dem Rücken an der Waldstraße verkauft wird. Welche fremde Wertschöpfungsstufe nach dem Verkauf folgt, basiert auf einer groben Einschätzung der befragten Waldbesitzer. Hiernach zeigt sich, dass in MR Kalk mit 39 % und in MR Keuper mit 45 % ein größerer Anteil (i. d. R. von Privathaushalten) an der Waldstraße aufgearbeitet wird.

Charakterisierung	Modellregion	Stoffströme [%]	Wertschöpfungskette „Scheitholz“ des Waldbesitzers
Aufarbeitung im Wald (Privat)	Kalk Keuper	39 45	
Aufarbeitung am Lager (Händler)	Kalk	30	
Rundholztransport zur Heizanlage	Silikat	34	
Selbstwerbung durch Händler	Silikat	30	
Abgebildete Stoffströme [%]	Kalk Keuper Silikat	69 45 64	

Abb. 7-21: Typische Wertschöpfungsketten der Waldbesitzer für Stückholz mit mindestens 20 % Stoffstromanteil in der Modellregion.

Der Transport zum Lagerplatz des Händlers nach dem Verkauf frei Waldstraße nimmt in MR Kalk 30 % der Stoffströme ein. In den Modellregionen Keuper und Silikat handelt es sich hierbei um geringere Mengen (< 20 % der Stoffströme, nicht in der Grafik erfasst). An dieser Stelle wird bereits deutlich, dass sehr viel größere Anteile an Privathaushalte als an Händler verkauft werden. Der anschließende Rundholztransport direkt zum Verbraucher/ zur Heizanlage spielt insbesondere in MR Silikat mit 34 % der Stoffströme eine Rolle. Dieser kann entweder nach dem Verkauf an den Verbraucher durch einen Transportunternehmer oder auch mit eigenen landwirtschaftlichen Maschinen erfolgen. Auch der Handel mit Rundholz, d. h. der direkte Transport zur Heizanlage durch den Händler ist üblich. Selbstwerbung ist in MR Silikat mit 30 % der Stoffströme ebenfalls bedeutend.

Die Stoffströme der Stückholzhändler sind vielfältig (vgl. Abb. 7-22). Wie bereits aus der Analyse der Waldbesitzer hervorgeht, wird ein Teil des Stückholzes in Selbstwerbung gekauft, d. h. der Händler integriert die Wertschöpfungsstufen Fällen und Rücken in seine Wertschöpfungskette. Die Brennholzaufarbeitung im Wald durch den Händler sowie das Vortrocknen von Rundholz im Wald spielen eine untergeordnete Rolle. I. d. R. nach dem Rücken folgt der Transport zum Lagerplatz des Händlers oder zur Heizanlage, d. h. dem Verbraucher. Mit einer Ausnahme wird das Stückholz am Lagerplatz immer zu Scheitholz verarbeitet. Nur ein Händler nutzt seinen Lagerplatz für die Lagerung von Rundholz. Am Lagerplatz finden Aufarbeitung, natürliche Trocknung und kurz- bis mittelfristige Lagerung

statt. Während ein Händler das aufgearbeitete Scheitholz auch am Lagerplatz technisch trocknen konnte, war in den anderen Fällen ein Hin- und Rücktransport zum/ vom Trocknungsplatz an der Biogasanlage erforderlich. Vom Lagerplatz wird das Scheitholz anschließend vom Händler zur Heizanlage transportiert und verkauft, wo es energetisch verwertet wird. Ein Händler liefert nur vorgetrocknetes Holz, welches eine weitere Trocknung durch den Verbraucher an der Heizanlage erfordert. In geringen Mengen findet auch ein Ab-Hof-Verkauf statt. Liefert der Händler das Stückholz als Rundholz an den Verbraucher, übernimmt dieser selbst die Aufarbeitung an der Heizanlage.

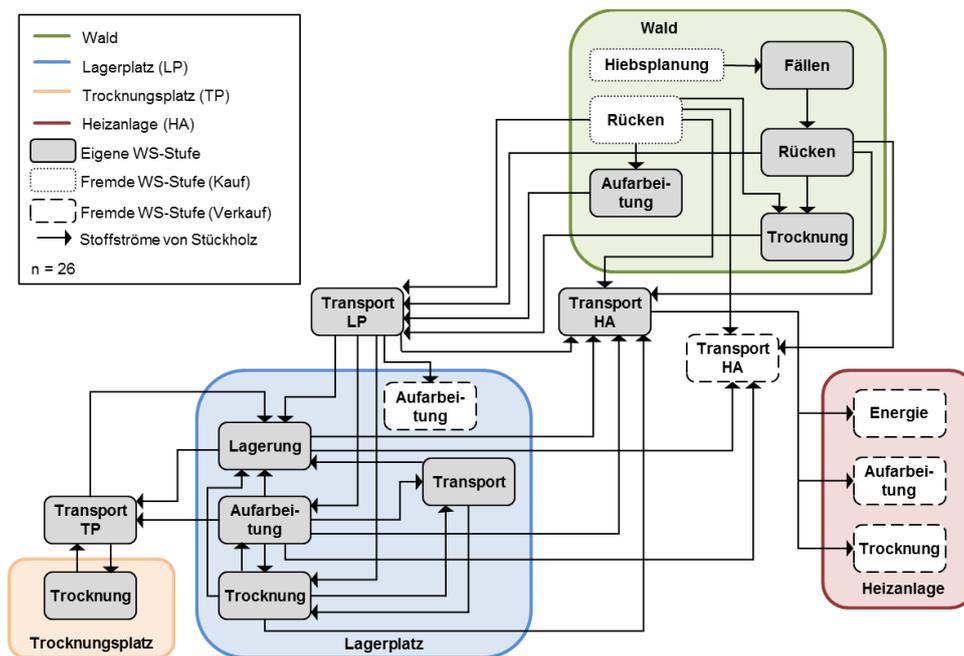


Abb. 7-22: Alternative Stoffströme der Händler von Stückholz in den Modellregionen.

24 % des Stückholzes in MR Keuper und 28 % in Silikat werden vom Händler zum Lagerplatz transportiert, dort mit der Motorsäge in Meter abgelängt, mit dem Stehend- oder Liegend-Spalter aufgearbeitet und anschließend als Meterholz aufgesetzt (vgl. Abb. 7-23). Nach einer natürlichen Trocknung von meist einem Jahr wird das Holz mit einer Band-/Kreissäge oder einem Sägeautomaten auf Verkaufslänge (meist 33er, 25er, 50er) gesägt. Der Transport zum Verbraucher erfolgt mit dem PKW und Anhänger, Kleinlastwagen oder dem landwirtschaftlichen Schlepper.

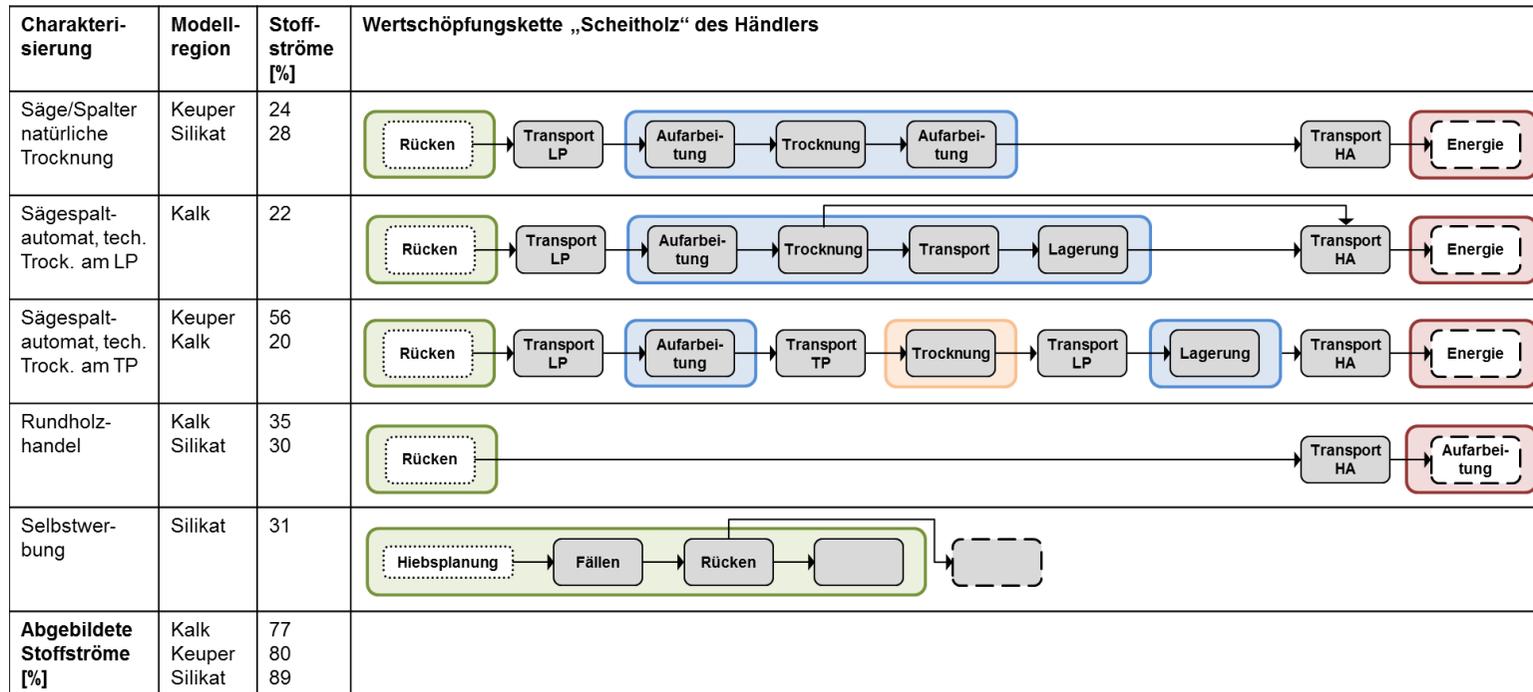


Abb. 7-23: Typische Wertschöpfungsketten der Händler für Stückholz mit mindestens 20 % Stoffstromanteil in der Modellregion.

Wie bereits angedeutet, findet nach der Aufarbeitung des Stückholzes mit dem kombinierten Sägespaltautomaten bei einem Händler die technische Trocknung am Lagerplatz statt. Es handelt sich hierbei um 22 % der erfassten Stoffströme in MR Kalk. Nach der Trocknung wird das Holz entweder direkt zum Verbraucher transportiert oder an einem anderen Platz in unmittelbarer Nähe zwischen gelagert. Hierfür ist jedoch ein weiterer Transport erforderlich. Analog zur vorherigen Wertschöpfungskette, allerdings mit Transport des Stückholzes und technischer Trocknung an einem anderen Trocknungsplatz, werden weitere 56 % des Stückholzes in MR Keuper und 20 % in MR Kalk aufgearbeitet.

Der Handel mit Rundholz spielt in den Modellregionen Kalk und Silikat mit 35 % bzw. 30 % der Stoffströme eine bedeutende Rolle. Dabei erfolgt der Transport des Rundholzes durch den Händler direkt zur Heizanlage.

Der Anteil des von den Waldbesitzern in MR Silikat an Selbstwerber verkauften Stückholzes (30 %, vgl. Abb. 7-21) wird durch das Ergebnis der Händler, die in Selbstwerbung Brennholz aufarbeiten (31 %), bestätigt. Nach dem Rücken wird das Rundholz im Wald vorgetrocknet, zum Verbraucher transportiert oder direkt an der Waldstraße an diesen verkauft.

Die fünf typischen Wertschöpfungsketten aus Abb. 7-23 bilden 77 % der Stoffströme in MR Kalk, 80 % in MR Keuper und 89 % in MR Silikat ab.

Heizanlagenbetreiber für Stückholz wurden zwar nicht befragt, wie jedoch aus Abb. 7-22 hervorgeht, finden nach dem Einkauf des Heizanlagenbetreibers vom Händler die Energieumwandlung, teilweise auch Trocknung und Aufarbeitung an der Heizanlage statt. Kauft der Heizanlagenbetreiber das Holz direkt beim Waldbesitzer ein, arbeitet er es im Wald auf oder transportiert es als Rundholz zur Heizanlage, an der es aufgearbeitet und getrocknet wird (vgl. Abb. 7-21).

7.3.4.2 Hackholz

Auch bei der Wertschöpfungskette von Hackholz ist der Waldbesitzer i. d. R. nur an den Wertschöpfungsstufen im Wald beteiligt. Hackholz ist (in geringen Mengen) Bestandteil von Selbstwerberhieben, der überwiegende Teil wird jedoch nach dem Rücken an der Waldstraße verkauft, wo es von den Händlern gehackt wird, die es anschließend zum Lagerplatz oder zur Heizanlage transportieren. In wenigen Betrieben integriert der Waldbesitzer die Wertschöpfungsstufe Hacken, wodurch eine bessere Koordination der Hackschnitzelverarbeitung und -abfuhr aus dem Wald sowie die Kontrolle des Abrechnungsmaßes erreicht werden soll. Lieferverträge von Waldbesitzern mit Heizanlagen sind selten. In diesem Fall beauftragt er einen Dienstleister mit dem Hackschnitzeltransport zur Heizanlage. Geringe Anteile werden auch als Rundholz bzw. Hackrohholz zur Heizanlage oder zum Lagerplatz transportiert, wo es nach Bedarf gehackt wird (vgl. Abb. 7-24).

Wie aus Abb. 7-25 hervorgeht, beträgt der Stoffstromanteil, der nach dem Rücken an der Waldstraße verkauft und vom Händler dort gehackt wird, in den Modellregionen Keuper und Silikat jeweils ca. 85 %. In MR Kalk sind es hingegen nur 45 %, weitere 30 % werden vom Waldbesitzer selbst gehackt und anschließend vom Händler zum Lagerplatz transportiert. Insgesamt bilden diese beiden typischen Ketten 75 % der Stoffströme in MR Kalk, 85 % in MR Keuper und 86 % in MR Silikat ab.

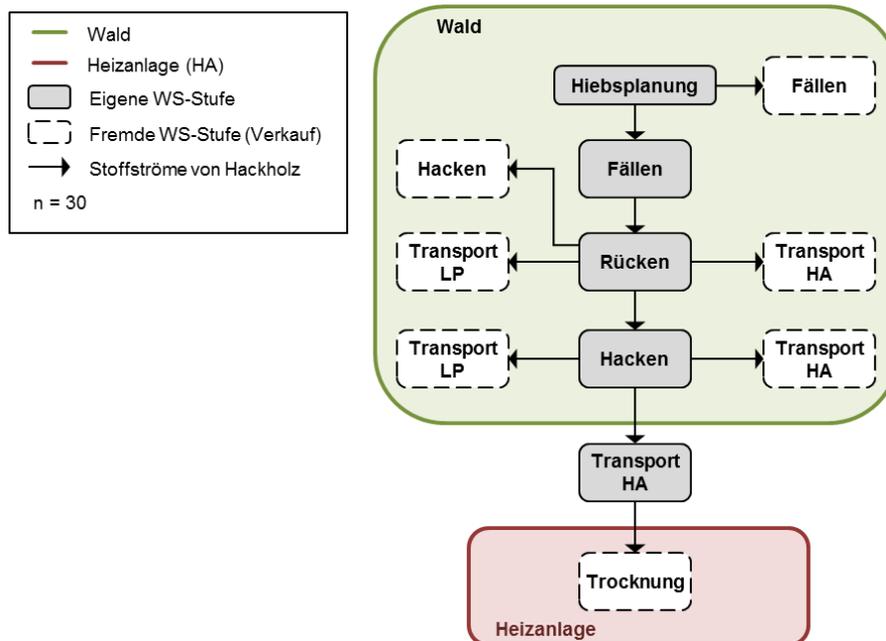


Abb. 7-24: Alternative Stoffströme der Waldbesitzer von Hackholz in den Modellregionen.

Charakterisierung	Modellregion	Stoffströme [%]	Wertschöpfungskette „Hackschnitzel“ des Waldbesitzers
Hackrohholz an der Waldstraße	Kalk Keuper Silikat	45 85 86	
Hacken beim Waldbesitzer	Kalk	30	
Abgebildete Stoffströme [%]	Kalk Keuper Silikat	75 85 86	

Abb. 7-25: Typische Wertschöpfungsketten der Waldbesitzer für Hackholz mit mindestens 20 % Stoffstromanteil in der Modellregion.

Wie bereits aus der Waldbesitzer-Befragung hervor geht, kauft der Händler das Hackholz in Selbstwerbung oder nach dem Rücken bzw. Hacken an der Waldstraße. Wird das Holz

im Wald gehackt, folgt anschließend der direkte Transport zur Heizanlage mit Lagerung bzw. Energieumwandlung vor Ort. Alternativ wird das Material am Lagerplatz kurz- bis mittelfristig zwischen gelagert bzw. natürlich getrocknet und anschließend zur Heizanlage transportiert. Geringe Mengen werden an einem Trocknungsplatz mit Anschluss an eine Biogasanlage technisch getrocknet oder am Lagerplatz zugekauft. Der Transport von Rundholz bzw. Hackroh Holz ist weniger üblich, ebenso die Lagerung und Verarbeitung an der Heizanlage.

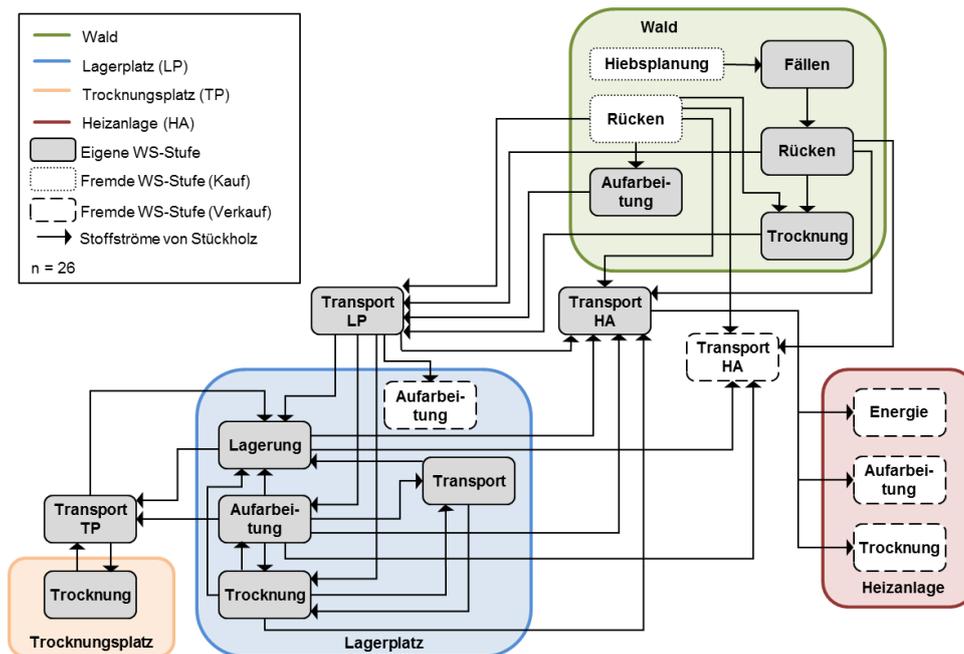


Abb. 7-26: Alternative Stoffströme der Händler von Hackholz in den Modellregionen.

Die meisten Händler konnten Holzmengen, die gemischt (in selteneren Fällen auch gesiebt) werden, nicht quantifizieren. Daher können diese Wertschöpfungsstufen am Lagerplatz nicht berücksichtigt werden (vgl. Abb. 7-26).

Charakterisierung	Modellregion	Stoffströme [%]	Wertschöpfungskette „Hackschnitzel“ des Händlers
Versorgung über Lagerplatz	Kalk Keuper Silikat	40 22 68	
über LP, Kauf nach Hacken	Kalk	27	
Direktversorgung aus dem Wald	Kalk Keuper Silikat	21 64 21	
Abgebildete Stoffströme [%]	Kalk Keuper Silikat	88 86 89	

Abb. 7-27: Typische Wertschöpfungsketten der Händler für Hackholz mit mindestens 20 % Stoffstromanteil in der Modellregion.

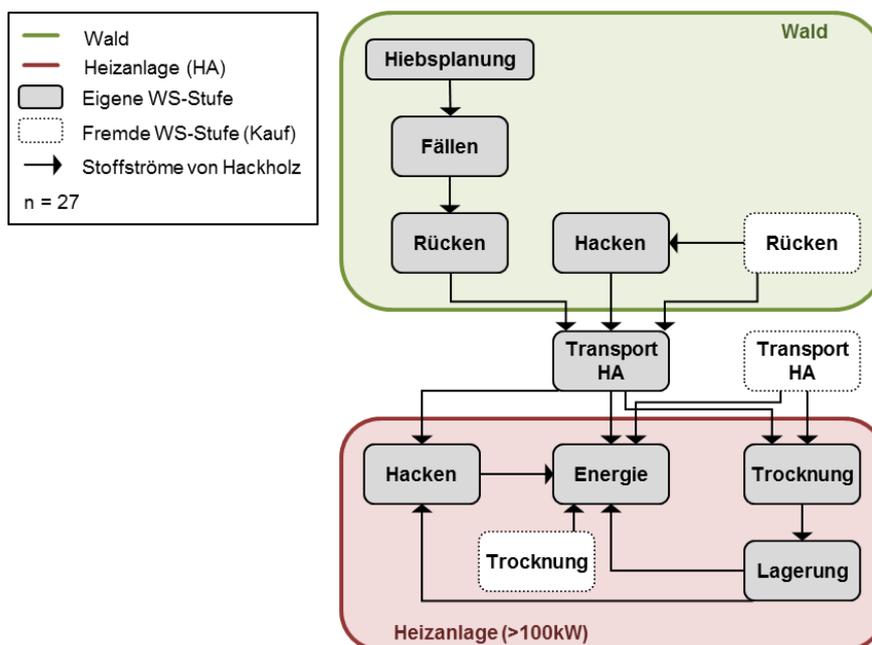


Abb. 7-28: Alternative Stoffströme der Heiz(kraft)anlagenbetreiber von Hackholz in den Modellregionen.

Wie Abb. 7-27 zeigt, werden zwei Drittel der Stoffströme in Kalk und Silikat erst zum Lagerplatz und bei Bedarf von dort zur Heizanlage transportiert. Im Gespräch mit den Händlern stellte sich heraus, dass eine ganzjährige Erfüllung von Lieferverträgen durch Direktversorgung aus dem Wald witterungs- und einschlagsbedingt nicht gewährleistet werden kann. In der MR Keuper spielt hingegen die Direktversorgung aus dem Wald mit 64 % eine bedeutendere Rolle. Dies kann dadurch begründet werden, dass in MR Keuper

die beiden größten Hackschnitzelheiz(kraft)anlagen der drei Modellregionen zu finden sind, die nicht ausschließlich auf die Versorgung durch Waldholz angewiesen sind, sondern auch auf andere Rohstoffquellen, wie Altholz, Landschaftspflegematerial etc. zurückgreifen. Insgesamt werden durch die Ketten mehr als 85 % der Stoffströme in allen Modellregionen abgebildet.

Die meisten Heiz(kraft)anlagenbetreiber schließen Lieferverträge frei Anlage ab (vgl. Abb. 7-29: 69 % in MR Kalk, 82 % in MR Keuper, 99 % in MR Silikat). Wenige übernehmen die Versorgung (zum Teil) selbst, wobei ein kleiner Betreiber in der MR Silikat in sehr geringem Umfang Hackholz aus eigenem Wald nutzt und damit alle Wertschöpfungsstufen integriert (vgl. Abb. 7-28). Ein weiterer Heiz(kraft)anlagenbetreiber transportiert Rundholz bzw. Hackrohholz zur Anlage, wo er es selbst bzw. mit Unterstützung von Dienstleistern verarbeitet. Dabei handelt es sich immerhin um 29 % der in MR Kalk genutzten Menge. Ein Händler der MR Kalk nutzt einen Lagerplatz direkt an der Heizanlage, sodass der Betreiber das Hackgut nach der natürlichen Trocknung kauft und kein Transport mehr erforderlich ist.

Insgesamt werden durch die beiden typischen Wertschöpfungsketten 98 % der Stoffströme in MR Kalk, 82 % in MR Keuper und 99 % in MR Silikat abgebildet. Bei anderen Value Chains handelt es sich folglich um Ausnahmen bzw. Einzelfälle (vgl. Abb. 7-29).

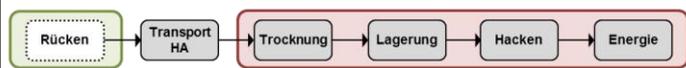
Charakterisierung	Modellregion	Stoffströme [%]	Wertschöpfungskette „Hackschnitzel“ des Heizanlagenbetreibers
Einkauf frei Heizanlage	Kalk Keuper Silikat	69 82 99	
Selbstversorgung, Hacken an HA	Kalk	29	
Abgebildete Stoffströme [%]	Kalk Keuper Silikat	98 82 99	

Abb. 7-29: Typische Wertschöpfungsketten der Heiz(kraft)anlagenbetreiber > 100kW für Hackholz mit mindestens 20 % Stoffstromanteil in der Modellregion.

7.3.5 Regionalität der Stoffströme und Kundengruppen des Waldbesitzers

Um Erkenntnisse über die Regionalität der Stoffströme zu gewinnen, sind die Holzanteile zu untersuchen, die vom Waldbesitzer an die bedeutendsten Kundengruppen (private Endverbraucher und Händler) verkauft werden. Wegen lückenhafter Dokumentation des Holzverkaufs in FOKUS wird nachfolgend nur das mengenmäßig bedeutsamere Stückholzsoriment Brennholz lang untersucht, und die Auswertung für das Derbholz im

Reisig (Flächenlose) vernachlässigt. Es ist anzunehmen, dass letzteres vor allem an Privathaushalte verkauft wird.

Die Hypothese, dass der Verkauf von Stückholz an Privathaushalte fast ausschließlich innerhalb der Modellregion erfolgt, konnte sowohl durch qualitative Angaben der Waldbesitzerbefragung, als auch durch Auswertung der FOKUS-Daten bestätigt werden. Abb. 7-30 und Abb. 7-31 zeigen, dass im Staatswald der Modellregionen Kalk und Keuper sowie im Kommunalwald aller Modellregionen 100 % des verbuchten Brennholz lang an Privathaushalte in den jeweiligen Modellregionen verkauft wird. Allein in MR Silikat gehen etwas weniger als 20 % des Brennholz lang an Haushalte in der erweiterten Modellregion.

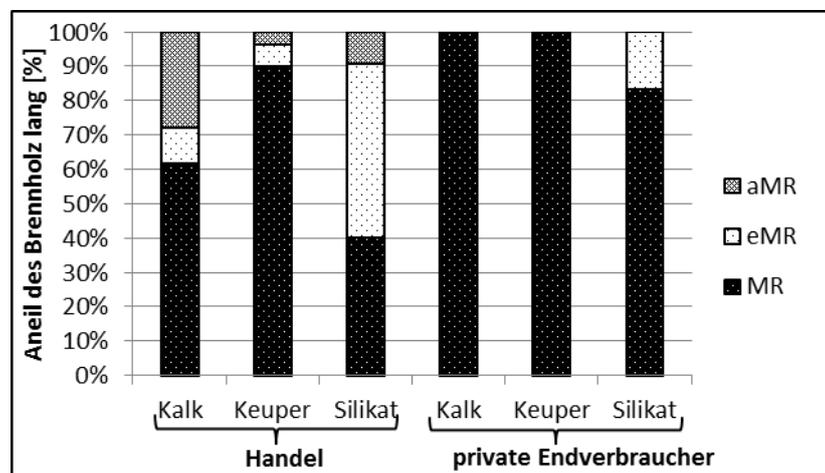


Abb. 7-30: Anteile des in FOKUS verbuchten Brennholz lang im **Staatswald**, welches an Händler bzw. private Endverbraucher in der Modellregion (MR), erweiterter Modellregion (eMR) und außerhalb der Modellregion (aMR) verkauft werden.

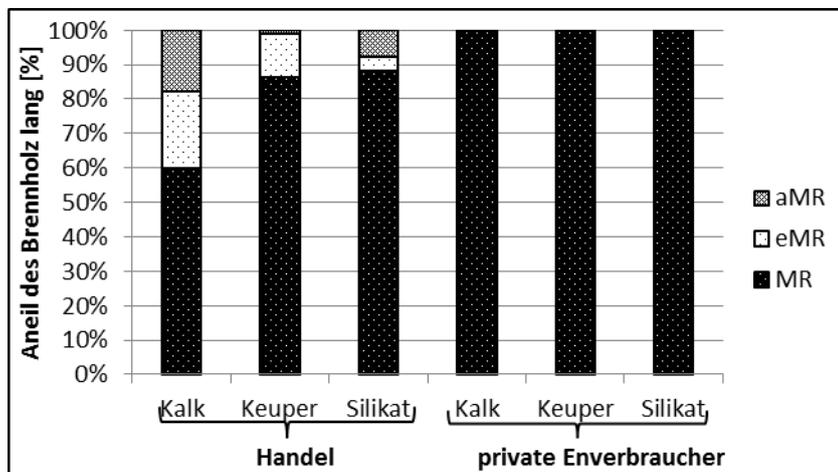


Abb. 7-31: Anteile des in FOKUS verbuchten Brennholz lang im **Kommunalwald**, welches an Händler bzw. private Endverbraucher in der Modellregion (MR), erweiterter Modellregion (eMR) und außerhalb der Modellregion (aMR) verkauft werden.

Dahingegen werden größere Anteile des Brennholz lang an Händler in der erweiterter und außerhalb der Modellregion verkauft. So gehen jeweils etwa 20 % der verbuchten Verkäufe im Kommunalwald der MR Kalk an Händler in der erweiterter und außerhalb der Modellregion. Im kleinflächigen Staatswald der MR Kalk werden fast 30 % an Händler außerhalb der Modellregion und 10 % in der erweiterter Modellregion verkauft. Die Händler, die das Brennholz lang in der Modellregion Keuper beziehen, scheinen ihren Firmensitz insbesondere in der Modellregion selbst zu haben (Staatswald: 90 %, Kommunalwald: 85 %). Der Anteil des Brennholz lang im Staatswald, welcher an Händler in der erweiterter Modellregion Silikat geht, ist mit > 50 % ebenfalls bedeutend, im Kommunalwald sind hingegen die regionalen Anteile höher.

Insofern scheint es gerechtfertigt, dass in MR Kalk und MR Silikat mehrere Händler aus der erweiterter und außerhalb der Modellregion in die Stichprobe der Händlerbefragung aufgenommen wurden. Da für den flächenmäßig bedeutsamen Großprivatwald mit den Händlern als wichtigste Kundengruppe (vgl. Abb. 7-32) keine entsprechenden Daten über den Firmensitz der Händler vorliegen, sind jedoch keine direkten Schlüsse zur Repräsentativität der Stichprobenauswahl möglich.

Nachdem aus den vorherigen Abbildungen deutlich wurde, zu welchen Anteilen das Brennholz lang an regionale Händler bzw. regionale private Endverbraucher verkauft wurde, soll nun die Relevanz dieser Kundengruppen näher betrachtet werden. Abb. 7-33 und Abb. 7-34 zeigen die Anteile der Kundengruppen im Staats- bzw. Kommunalwald nach Auswertung der FOKUS-Daten, Abb. 7-32 die Ergebnisse der Stichprobenbefragung für die Waldbesitzarten Kommunal-, Staats- und Großprivatwald sowie die Modellregionen.

Es wird deutlich, dass im Kommunalwald mehr Brennholz lang an private Haushalte verkauft wird als in den anderen Waldbesitzarten (60 – 80 %, Ausnahme MR Silikat nach der Fokusauswertung). Dies hängt eng mit der in Kap. 7.3.1.2 beschriebenen Motivation zur Stückholznutzung zusammen, eine regionale Versorgung der Bürger zu gewährleisten, die durch die Kommunalpolitik befürwortet wird. Im Staatswald ist der Anteil des Holzes, welches an Händler verkauft wird, (fast) gleich hoch wie der Anteil privater Käufer.

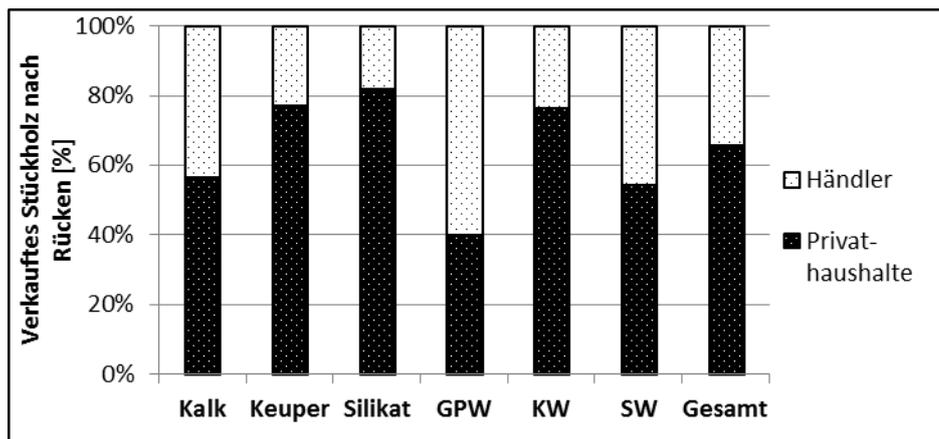


Abb. 7-32: Kundengruppen der Waldbesitzer für das Stückholzes an der Waldstraße (Stichprobenerhebung); GPW: Großprivatwald, KW: Kommunalwald, SW: Staatswald.

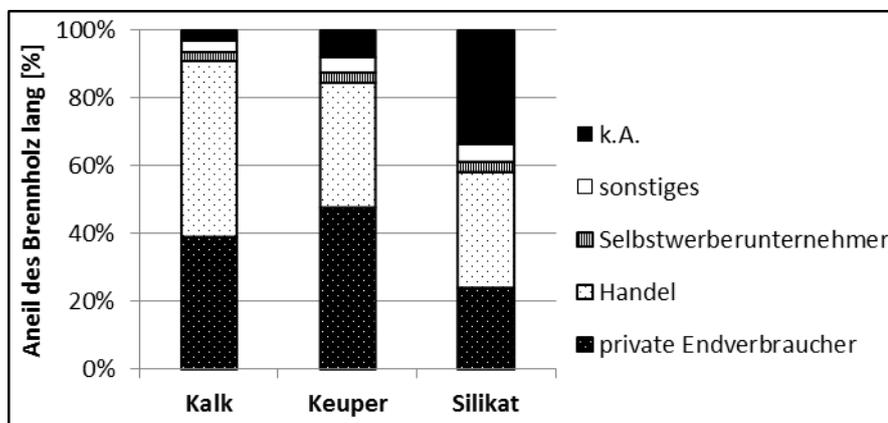


Abb. 7-33: Kundengruppen des Brennholz lang im Staatswald (FOKUS).

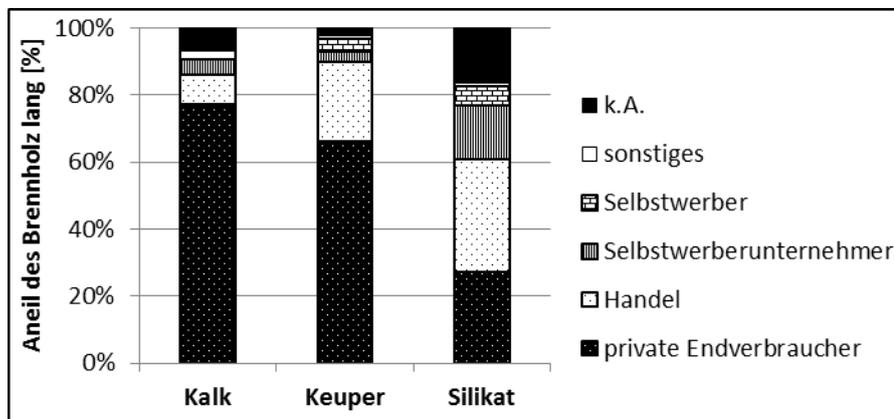


Abb. 7-34: Kundengruppen des Brennholz lang im **Kommunalwald** (FOKUS).

Am höchsten ist der Händleranteil nach der Stichprobenbefragung mit 60 % im Großprivatwald. Der Verkauf an Händler wird dort oft gegenüber privaten Haushalten bevorzugt, um den Arbeitsaufwand der Vermarktung von Kleinstmengen zu reduzieren. Wegen hoher Großprivatwaldanteile in MR Kalk, fällt hier der Anteil der Händler höher aus als in den anderen Modellregionen (Abb. 7-32). Selbstwerberunternehmer nehmen als Kundengruppe des Kommunalwaldes in MR Silikat ebenfalls eine wichtige Rolle ein (Abb. 7-34). Dies stützt die Ergebnisse in Kap. 7.3.4.1, dass 31 % des Stückholzes dort von Selbstwerbern aufgearbeitet wird. Folglich wird zwei Drittel des in der Modellregion geernteten Stückholzes an Privathaushalte verkauft und verbleibt in der Region.

Ob die Händler das dort erworbene Holz (ein Drittel der Stückholzmenge) wiederum in der Modellregion verkaufen, kann nicht allein von der Lage des Firmensitzes des Händlers abgeleitet werden. Die anschließenden Untersuchungen sollen darüber Aufschluss geben.

Wie bereits die Ergebnisse der typischen Wertschöpfungsketten zeigen, wird Hackholz vom Waldbesitzer fast ausschließlich an Händler verkauft. Heizanlagenbetreiber kaufen durchschnittlich über 80 % ihrer Waldhackschnitzel beim Händler ein. Dieses Ergebnis wurde sowohl durch die Stichprobenbefragung der Heizanlagenbetreiber (vgl. Abb. 7-29) als auch durch die Vollerhebung der Heizanlagen >100 kW (Tab. 7-18) bestätigt. Da Heizanlagenbetreiber im Forstinformationssystem FOKUS bislang teilweise als Händler oder private Endverbraucher registriert werden, ist eine Identifizierung der beiden Käufergruppen nach FOKUS nicht möglich.

Tab. 7-18: Käuferverhalten der Heiz(kraft)anlagenbetreiber > 100 kW in Bezug auf die Anbieter von Waldhackschnitzeln: Waldbesitzer (WB), Händler (H), eigener Wald (EW) (Vollerhebung).

Nennleistung [kW]	Bezug des Waldholzes in Heiz(kraft)anlagen vom ... [%]											
	Kalk			Keuper			Silikat			Gesamt		
	...WB	...H	...EW	...WB	...H	...EW	...WB	...H	...EW	...WB	...H	...EW
100-249	64	36	0	0	100	0	5	87	9	15	81	4
250-499	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0
500-749	0	100	0				14	86	0	11	89	0
750-999				0	100	0				0	100	0
>= 1 MW	24	76	0	15	85	0	2	98	0	12	88	0

Im Folgenden wird untersucht, welchen Anteil die befragten Stückholz- bzw. Hackholzhändler in der Modellregion, der erweiterten Modellregion und außerhalb einkaufen und wo sie das eingekaufte Holz wieder verkaufen (Abb. 7-35 und Abb. 7-36).

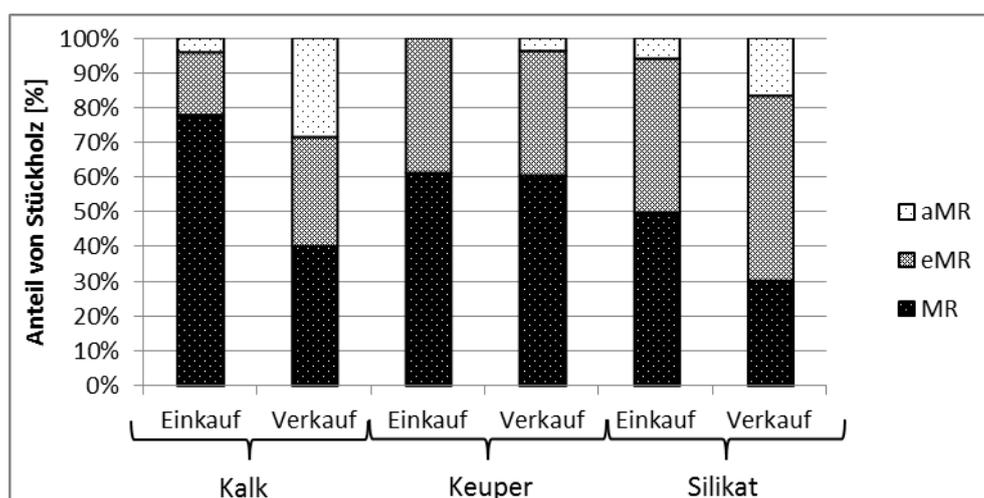


Abb. 7-35: Gegenüberstellung von Herkunft und Ziel des vom Händler ein- bzw. verkauften Stückholzes im Bezug zur Modellregion; Modellregion (MR), erweiterte Modellregion (eMR), außerhalb der Modellregion (aMR) (Stichprobenerhebung).

Es wird deutlich, dass die befragten Händler der MR Kalk mehr Stückholz in der Modellregion einkaufen (fast 80 %) als sie dort verkaufen (40 %). Etwa die Hälfte des in der Modellregion eingekauften Holzes fließt sowohl in die erweiterte Modellregion als auch außerhalb ab. Ähnliches gilt für die MR Silikat. Hier kaufen die Händler 50 % ihres Stückholzes ein, von dem sie nur etwa 30 % wieder in der Modellregion verkaufen. Offensichtlich existieren durch den Handel enge Verflechtungen zwischen diesen beiden Modellregionen und ihrem direkten Umland (erweiterte Modellregion). Das heißt die Untersuchungsräume übernehmen eine Versorgungsfunktion. Insbesondere in MR Kalk

weitet sich die Versorgungsfunktion auch auf Räume außerhalb der Modellregion aus (z.B. Südwestdeutsches Alpenvorland).

Ein- und Verkauf der Stückholzhändler in der MR Keuper scheinen hingegen ausgeglichen. Das heißt die Modellregion ist zwar auf keine Importe angewiesen, als ländlicher Raum mit höherer Siedlungsdichte kann sie jedoch auch keine Versorgungsfunktion für andere Räume übernehmen.

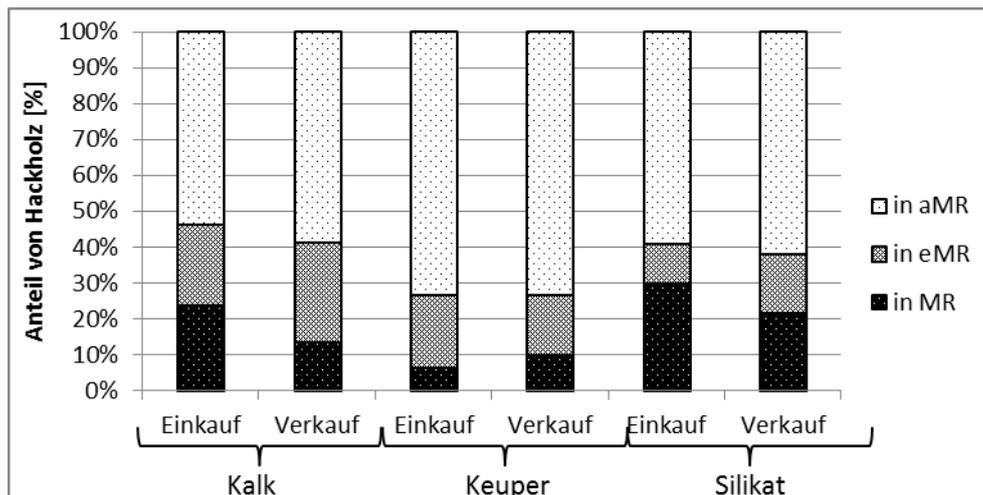


Abb. 7-36: Gegenüberstellung von Herkunft und Ziel des vom Händler ein- bzw. verkauften Hackholzes im Bezug zur Modellregion; Modellregion (MR), erweiterte Modellregion (eMR), außerhalb der Modellregion (aMR) (Stichprobenerhebung).

Ein Hackholzhändler der MR Keuper ist überregional, u. a. auch in den Modellregionen Kalk und Silikat, aktiv. Daher wurde er zusätzlich zu den Ein- und Verkäufen in diesen beiden Modellregionen befragt. Der hohe Anteil an Holz, welches außerhalb der Modellregion ein- aber auch wieder verkauft wird, wird maßgeblich durch diesen einen überregional agierenden Händler beeinflusst (Abb. 7-36).

Das Verhältnis von Einkauf zu Verkauf von Hackholz in den Modellregionen spiegelt ein ähnliches Bild wie bei Stückholz wider. Etwas weniger als die Hälfte des in der MR Kalk eingekauften Holzes fließt wiederum in die erweiterte Modellregion und außerhalb ab (Einkauf MR 24 %, Verkauf MR 13 %). In MR Silikat sind es fast 30 % des dort eingekauften Hackholzes (Einkauf MR 30 %, Verkauf MR 22 %). Beide Regionen scheinen eine Versorgungsfunktion für ihr direktes Umland zu übernehmen.

MR Keuper hingegen kann den eigenen Hackschnitzelbedarf offensichtlich nur zu 60 % selbst decken (Einkauf MR 6 %, Verkauf MR 10 %). Die fehlenden Mengen werden scheinbar durch Einkäufe in der erweiterten Modellregion kompensiert.

Geht man von einem erweiterten Regionsbegriff aus, sind die Stoffströme von Hackholz und überwiegend auch von Stückholz regional.

7.4 DISKUSSION UND ZUSAMMENFASSUNG

Die Wertschöpfungsketten und Stoffströme von Energieholz werden durch vielfältige Einflüsse, wie regionale Bedingungen (Bestandesstruktur, Waldfläche, Einwohnerdichte), Interessen verschiedener Waldbesitzarten, dem Professionalisierungsgrad und Firmensitz der Händler sowie der Nennleistung von Heiz(kraft)anlagen geprägt. Die Wertschöpfungskettenanalyse stützt sich auf eine Stichprobenbefragung von über 100 Akteuren entlang der Value Chain. Berücksichtigt man jedoch die vielfältigen Einflussfaktoren, wird deutlich, dass die Stichprobenanzahl einzelner Teilgruppen gering ist (z. B. drei Großprivatwaldbesitzer, die jedoch eine relativ große Waldfläche abbilden). Umso wichtiger ist es einerseits die Teilergebnisse einzelner Akteursgruppen auf Kohärenz zu prüfen und Zusammenhänge zu erkennen sowie andererseits mit den Auswertungen anderer Akteursgruppen zu vergleichen. Wesentliche Erkenntnisse der Wertschöpfungskettenanalyse sollen hier noch einmal aufgegriffen, zusammengeführt und ergänzt werden:

Die Energieholznutzung fällt im Großprivatwald geringer aus als im Staats- und Kommunalwald. Während insbesondere im Kommunalwald der politische Druck zur regionalen Energieholzversorgung der Bürger groß ist, stehen im Großprivatwald ökonomische Interessen im Vordergrund. Energieholz wird ausgehalten, wenn damit z.B. ein geringerer Arbeitsaufwand, größere Mengen je Sortiment oder eine Kostenreduktion bei Pflegearbeiten erzielt werden können. Wegen des hohen Zeitaufwandes bei der Vermarktung von Kleinstmengen an Privathaushalte und zur nachhaltigen Kundenpflege industrieller Abnehmer wird im Großprivatwald eine stoffliche Verwertung des Holzes bevorzugt.

Extremwerte der Energieholznutzung werden in kommunalen Forstbetrieben erreicht. Neben der Bereitstellung von "Bürgerholz" nimmt auch eine erhöhte Hackholznachfrage von größeren lokalen Heizanlagen (z. T. mit kommunaler Beteiligung) Einfluss auf die Energieholzmenge. Weitere signifikante Unterschiede zwischen dem Umfang der Energieholznutzung im Staats- und Kommunalwald sind jedoch nicht festzustellen. Dieser scheint eher in engem Zusammenhang mit dem individuellen Engagement und Interesse von Revierleitern, Büroleitern und Forstbetriebsleitern an der Energieholznutzung zu stehen. Sie bilden gemeinsam mit anderen Schlüsselakteuren, z. B. des Energieholzhandels, des Wärme-Contracting oder größeren Endverbrauchern, regionale Wertschöpfungsketten aus, gewinnen kommunale Politiker für ihr Vorhaben und „treiben“ so die Energieholznutzung voran.

Mengenmäßig spielt die Stückholznutzung eine weitaus bedeutendere Rolle als die Verwendung von Hackholz, auch wenn dieses bei Diskussionen um die Nachhaltigkeit meist im Vordergrund steht. In den laubholzgeprägten Modellregionen Kalk und Keuper

lag der Anteil von Stückholz am Energieholz bei 80 % bzw. 90 % und ist sogar in der nadelholzdominierten Region Silikat mit 60 % deutlich höher. Gründe hierfür zeigen sich bereits bei der unterschiedlichen Motivation für die Nutzung. Während bei der Stückholzverwendung der positive Erlös aus einer gezielten Nutzung überwiegend als bedeutender Entscheidungsfaktor eingeschätzt wird, findet eine Hackholznutzung eher aufgrund des Erlöses aus der Koppelproduktnutzung statt.

So wird Hackholz in den Modellregionen Kalk und Silikat zu 80 % bzw. 60 % aus Nadelholz (Gipfelmateriale von Baum- und Althölzern) gewonnen. In Modellregion Keuper fallen vor allem Laubholz-Hackschnitzel (insb. Weich- und Buntlaubhölzer) an, z. B. bei der Pflege von Lichtraumprofilen und Waldrändern, in Jungbeständen bzw. auf Sturmflächen. Der Nichtderbholzanteil wird von den Befragten der Modellregionen Kalk und Keuper im Mittel auf ca. 30 %, in Modellregion Silikat auf etwa 40 bis 45 % geschätzt. Demgegenüber wird Stückholz in allen Modellregionen vorwiegend aus dem Stammholz der Baumartengruppe "Buche, Eiche" bereitgestellt. Der Anteil von Buche und Eiche liegt in den Modellregionen Kalk und Keuper sogar bei 80 %, in MR Silikat bei etwa 60 %.

Die unterschiedlichen Sortimente von Stückholz und Hackholz hinsichtlich Baumarten und Baumkompartimente machen deutlich, dass zwischen beiden Energieholzprodukten aktuell keine Konkurrenz besteht. Viele Befragte werten die Hackrohholznutzung sogar als eine „Entsorgung“ des Gipfelmateriale, das aus arbeitstechnischen Gründen (z. B. Vollbaumrückung mit Seilkran, Zufällung zur Waldstraße) an der Waldstraße anfällt. Ob diese unterschiedliche Einschätzung der Wertschöpfungsketten von Scheitholz und Hackschnitzel gerechtfertigt ist, soll im Rahmen der Wertschöpfungsermittlung (vgl. Kap. 8) überprüft werden. Voraussetzung hierfür ist die Charakterisierung typischer Wertschöpfungsketten von Scheitholz und Hackschnitzel hinsichtlich Reihenfolge der Wertschöpfungsstufen und Akteursbeteiligung. Sie sollen im Folgenden kurz skizziert werden.

Scheitholz:

Der Waldbesitzer verkauft das Stückholz meist nach dem Rücken an der Waldstraße. In MR Silikat spielt die Selbstwerbung mit fast einem Drittel der Stoffströme eine ebenfalls bedeutende Rolle. Dies konnte sowohl durch die Waldbesitzer- als auch durch die Händlerbefragung bestätigt werden. Fast zwei Drittel des in den Modellregionen geernteten Stückholzes verkaufen die Waldbesitzer an Privathaushalte. Aufgrund der zuvor diskutierten Interessenunterschiede von Waldbesitzern ist dieser Anteil in kommunalen Forstbetrieben mit bis zu 80 % höher als im Staatswald mit etwa 50 % und im Großprivatwald mit ca. 40 %. Die Privathaushalte arbeiten das Holz i.d.R. entweder an der Waldstraße auf oder beauftragen einen Unternehmer mit dem Rundholztransport zur Heizanlage.

Folglich wird im Mittel etwa ein Drittel des Stückholzes an Händler vermarktet. Die Wertschöpfungsketten sind, u.a. bedingt durch die unterschiedlichen Professionalisierungsgrade und Handelsvolumen der Händler sehr vielfältig. Prinzipiell

lassen sich zwei Veredelungsalternativen von Scheitholz erkennen. Insbesondere kleinere Händler arbeiten Meterholz manuell mit der Motorsäge und einem Spalter auf und sägen es zeitlich entkoppelt nach der natürlichen Trocknung auf Verkaufslänge zu. Meist größere Händler nutzen einen kombinierten Sägespaltautomaten, der das Scheitholz direkt in Verkaufslänge aufarbeitet, die technische Trocknung von größeren Mengen erfolgt an einer Biogasanlage. Der Verkauf ab Hof ist eher selten, der Händler liefert das Scheitholz i.d.R. frei Heizanlage. In den Modellregionen Kalk und Silikat spielt der Rundholzhandel mit etwa einem Drittel der gehandelten Menge eine wichtige Rolle. Der direkte Vermarktungsdruck an Privathaushalte scheint in der MR Keuper, mit höherer Einwohnerdichte hingegen größer.

Hackschnitzel:

Auch Hackholz wird vom Waldbesitzer meist nach dem Rücken an der Waldstraße verkauft. Die Befragungen aller drei Akteursgruppen (Waldbesitzer, Händler, Heizanlagenbetreiber) bestätigten, dass i.d.R. Händler die Versorgung der Heizanlagen übernehmen. Heizanlagenbetreiber schließen Lieferverträge frei Anlage ab, nur sehr wenige versorgen sich teilweise selbst oder werden direkt vom Waldbesitzer beliefert. In wenigen Forstbetrieben (insbesondere der MR Kalk) hat sich eine Strategie der Energieholznutzung bewährt, welche die Wertschöpfungsstufe Hacken integriert. Ziel ist es, eine bessere Koordination der Hackschnitzelverarbeitung und –abfuhr aus dem Wald sowie die Kontrolle des Abrechnungsmaßes zu gewährleisten.

Der Händler hackt das Holz mit wenigen Ausnahmen an der Waldstraße. Bedingt durch Witterung und Holzernte kann nur ein Drittel der Hackschnitzel in den Modellregionen Kalk und Silikat direkt aus dem Wald zur Heizanlage transportiert werden. Zwei Drittel werden an einem Lagerplatz außerhalb des Waldes zwischengelagert. Bei der natürlichen Trocknung handelt es sich nach Angaben der Händler überwiegend um einen Nebeneffekt. In Regionen mit einer höheren Anzahl an Großfeuerungsanlagen, wie der MR Keuper, werden höhere Anteile der Direktversorgung erreicht, sofern die Anlagen nicht ausschließlich auf eine Versorgung mit Waldholz angewiesen sind.

Mindestens zwei Drittel der erzeugten Wärmeenergie in den Heizanlagen > 100 kW (Stichproben-Befragung) konsumieren kommunale/ staatliche Einrichtungen. Es ist anzunehmen, dass dieser Anteil höher liegt, da nicht alle Betreiber die Energieverteilung auf verschiedene Kundengruppen aufschlüsseln konnten (19 % der Wärmeenergie insgesamt). Privathaushalte und Privatunternehmen verbrauchen nur geringe Anteile.

Neben den Wertschöpfungseffekten der Energieholznutzung stellt auch der regionale Verbleib des gerenteten Stück- und Hackholzes ein wichtiges Entscheidungskriterium für die kurz- oder mittelfristige Förderung von Wertschöpfungsketten dar. Die Ergebnisse der Stoffstromanalyse, welcher Energieholzanteil in der Region verbleibt, ob die Untersuchungsräume eine Versorgungsfunktion für das Umland und andere Regionen übernehmen oder sogar auf Importe von außerhalb angewiesen sind, werden nachfolgend zusammengefasst:

Stück-/Scheitholz:

Die Auswertungen der FOKUS-Daten sowie qualitative Angaben der Waldbesitzer bestätigten, dass Stückholz fast ausschließlich an Privathaushalte, die in den jeweiligen Modellregionen liegen, verkauft wird. Nach der Stichprobenbefragung, die die Waldbesitzarten Kommunal-, Staats- und Großprivatwald einschließt, bleibt in der **MR Kalk** folglich 60 % des Stückholzes bei Privathaushalten der Modellregion. Die weiteren 40 % vermarkten die Händler etwa zur Hälfte in der Modellregion selbst und zur anderen Hälfte im direkten Umland (erweiterte Modellregion) bzw. außerhalb. Damit übernimmt die Region eine (überregionale) Versorgungsfunktion. In der **MR Keuper**, mit höherer Einwohnerdichte und dadurch bedingt hoher Energieholznachfrage, verkaufen die Waldbesitzer fast 80 % an private Endverbraucher in der Modellregion. Etwa 20 % des Stückholzes werden von Händlern veredelt und an ebenfalls regionale Haushalte vermarktet. Das regionale Stückholzaufkommen scheint den Bedarf zu decken, es gibt jedoch keine wesentlichen Überschüsse, die der überregionalen Vermarktung zugeführt werden können. Mit über 80 % scheint der Anteil des regionalen Verkaufs an private Haushalte in **MR Silikat** am höchsten. Von den ca. 20 % des Stückholz, welches die Händler vermarkten, fließen 40 % ab und dienen insbesondere der Versorgung des Umlandes (erweiterte Modellregion). Alle Modellregionen können scheinbar den eigenen Scheitholzbedarf decken und mindestens 80 % des Stückholzes bleibt in der Modellregion. Aus zeitlichen Gründen und mangels Sekundärdaten konnten jedoch keine überregionalen Versorgungswege (z.B. durch Baumärkte) sowie der Scheitholzverbrauch der Heizanlagen in den Modellregionen untersucht und den Ergebnissen gegenübergestellt werden.

Hackholz/ -schnittel:

Da i.d.R. die Händler die Heizanlagen mit Hackschnitzeln versorgen, sollten der Ein- und Verkauf der Händler in den Modellregionen mögliche Ab- und Zuflüsse von Stoffströmen von bzw. in die Modellregion widerspiegeln. Außerdem kann die Hackholznutzung je Hektar in den Modellregionen dem theoretischen Hackschnitzelbedarf der Heizanlagen >100 kW je Hektar Waldfläche gegenübergestellt werden.

Den Stoffstrombewegungen der Händler zu Folge übernimmt **MR Kalk** eine Versorgungsfunktion, insbesondere für das Umland. Fast die Hälfte des dort eingekauften Holzes wird in der erweiterten Modellregion und außerhalb verkauft. Der Produktionsüberschuss von Hackholz, der sich aus der Differenz zwischen der Hackholznutzung je ha (0,71 Fm inkl. Nichtderbholzanteil von 30 %) und dem theoretischen Bedarf der Anlagen (0,47 Fm/ ha) ergibt, ist mit 0,24 Fm/ ha bzw. 34 % nicht ganz so hoch. Der Abfluss von Hackholz kann zwischen 34 % und 50 % eingegrenzt werden. In **MR Keuper** lässt das Ergebnis der Händlerbefragung vermuten, dass die Modellregion den eigenen Hackschnitzelbedarf nur zu 60 % decken kann, wenn man den Ein- und Verkauf in der Region vergleicht. Die fehlenden Mengen werden scheinbar durch Einkäufe in der erweiterten Modellregion kompensiert. Die Differenz zwischen der Hackholznutzung (0,24 Fm/ ha inkl. 30 % Nichtderbholzanteil) und dem theoretischen Hackschnitzelbedarf (0,86 Fm/ ha) deutet sogar eine noch größere Versorgungslücke von > 70 % an. Der Grad der Eigenversorgung kann nicht näher, als 30 % bis 60 % eingegrenzt

werden, deutlich wird jedoch, dass die Modellregion auf "Importe" angewiesen ist. Nach dem Vergleich von Ein- und Verkauf der Händler in **MR Silikat** bleiben etwas mehr als 70 % des Hackholzes in der Region, d.h. fast 30 % fließen, insbesondere in das Umland ab. Die Hackholznutzung der befragten Waldbesitzer (inkl. Nichtderbholzanteil von 45 %) und der theoretischer Hackschnitzelbedarf der Heizanlagen liegen mit 0,55 Fm/ ha hingegen gleichauf. Demnach könnte die Region keine zusätzliche Versorgungsfunktion für das Umland übernehmen.

Eine mögliche Erklärung für die Abweichungen der Ergebnisse könnte sein, dass überregionale Versorgungsströme nicht erfasst werden, oder die Hackholznutzung je ha in nicht befragtem Klein- und mittleren Privatwald höher ausfällt. Wahrscheinlicher ist jedoch, dass die unterschiedlichen, z.T. geschätzte Angaben von drei verschiedenen Akteursgruppen (Waldbesitzer, Händler, Heizanlagenbetreiber) diese Differenzen hervorrufen und Ungenauigkeiten zwischen 15 % und 30 % nicht vermieden werden können. Dennoch scheinen die persönlichen strukturierten Interviews eine geeignete Methodik zur Erfassung der regionalen Stoffströme und Wertschöpfungsketten zu sein. Sekundäranalysen führen wegen niedriger Datendichte auf regionaler Ebene häufig zu nicht schlüssigen Ergebnissen, wie die Auswertungen der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg zum Biomassebrennstoffbedarf in kleinen und mittleren Feuerungsanlagen in den Modellregionen zeigten. Auch die FOKUS-Daten wiesen Informationslücken, beispielsweise bei der Sortimentierung (Zuordnung von Hackholz) oder den Holzverkäufen auf.

Wie aus der Stoffstromanalyse hervorgeht, kann es für den Waldbesitzer vorteilhaft sein, den Verkauf von Stückholz an Privathaushalte gegenüber den Händlern zu bevorzugen, wenn regionale Stoffkreisläufe verfolgt werden sollen. Aus Sicht der Wertschöpfung könnte jedoch die Vermarktung durch den Händler interessant werden, da diese Wertschöpfungskette länger ist und damit vermutlich eine höhere Wertschöpfung erzielt werden kann. Dies gilt es im Rahmen der nachfolgenden Wertschöpfungsermittlung zu überprüfen.

7.5 LITERATURVERZEICHNIS

AGEB (ARBEITSGEMEINSCHAFT ENERGIEBILANZEN E.V.) (Hrsg.) (2014): Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2013. Berlin, 41 S.

FHP (FORST HOLZ PAPIER (KOOPERATIONSPLATTFORM)) (2007): Holz richtig ausgeformt. Österreich, 40 S.

FISCHER, J. (2002): Neue Märkte und Geschäftsmodelle: Innovative Energieträger aus Holz. Biomasse-Info-Zentrum (BIZ) am IER, Universität Stuttgart, 16 S.

HIRSCHL, B., SALECKI, S., BÖTHER, T., HEINBACH, K. (2011): Wertschöpfungseffekte durch Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg. Im Auftrag vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg. Berlin, 116 S.

KOSFELD, R., GÜCKELHORN, F., RAATZ, W., WANGELIN, M., HEMPRICH, N., SCHWALM, P., SIEGEL, G., WACKER, A. (2011): Strategische Einbindung regenerativer Energien in regionale Energiekonzepte – Wertschöpfung auf regionaler Ebene. BMVBS-Online-Publikation, Nr. 18/2011. Berlin, 192 S.

LWF (BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR WALD UND FORSTWIRTSCHAFT) (2014): Merkblatt 20. Scheitholz – Produktion, Lagerung, Kennzahlen. Freising, 4 S.

MANTAU, U. (2012): Holzrohstoffbilanz Deutschland. Entwicklungen und Szenarien des Holzaufkommens und der Holzverwendung 1987 bis 2015. Hamburg, 65 S.

MLR BW (MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHEN RAUM UND VERBRAUCHERSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG) (Hrsg.) (2010): Clusterstudie Forst und Holz Baden-Württemberg. Stuttgart, 171 S.

MÜHLEHOFF, J., KAJIMURA, R., BOENIGK, N., ZIEGLER, D., WITT, J. (2014): Holzenergie in Deutschland. Status Quo und Potenziale. Renewes Spezial. Berlin, 24 S.

SCHWEINLE, J. (2012): Wertschöpfungsanalyse der energetischen Nutzung von Holz. Hamburg, 34 S.

THRÄN, D., EDEL, M., PFEIFER, J., PONITKA, J., RODE, M., KNISPEL, S. (2011): Identifizierung strategischer Hemmnisse und Entwicklung von Lösungsansätzen zur Reduzierung der Nutzungskonkurrenzen beim weiteren Ausbau der Biomasse. DBFZ-Report Nr. 4., Berlin, 195 S.

8 ERMITTLUNG DER ÖKONOMISCHEN WERTSCHÖPFUNGSEFEKTE

Autoren: Marie Sophie Schmidt, Klaus Hennenberg, Rainer Luick

Mit regionalen Wertschöpfungsketten der Energieholznutzung werden Hoffnungen und Erwartungen auf Wertschöpfungseffekte und Beschäftigungswirkungen verbunden. Die verfügbare Datengrundlage ist jedoch für eine umfassende Beurteilung bislang unzureichend (MLR BW 2010; HOPPENBROCK & ALBRECHT 2009). Als mögliche Methoden zur Ermittlung von Wertschöpfungseffekten werden häufig die Input-Output-Analyse, die Entstehungs- oder Verteilungsrechnung angewandt. Die Studien beziehen ihre Datengrundlage allerdings meist aus Sekundärquellen (Literatur oder Statistiken), so dass regionalspezifische Situationen kaum abgebildet werden können (vgl. HIRSCHL ET AL. 2011; KOSFELD ET AL. 2011; SCHWEINLE 2012). Vergleiche zwischen verschiedenen Wertschöpfungsketten der Waldenergieholzprodukte werden ebenfalls vernachlässigt. Um die Frage zu beantworten, wie ländliche Regionen von der Waldenergieholznutzung tatsächlich profitieren können und welche Wertschöpfungsketten dafür in welcher Weise geeignet sind, sollten bei der regionalen Wertschöpfungsermittlung Methoden zum Einsatz kommen, die regionsspezifische Gegebenheiten berücksichtigen (z. B. GOTHE & HAHNE 2005).

8.1 ZIELE

Basierend auf der Wertschöpfungskettenanalyse (vgl. Kap. 7) sollen charakteristische Wertschöpfungsketten für die Energieholzprodukte Scheitholz und Hackschnitzel ausgewählt und hierfür die regionalen ökonomischen Wertschöpfungseffekte untersucht werden. Folgende Fragestellungen stehen im Fokus:

- Wer profitiert von den Wertschöpfungsketten der Energieholznutzung? Wie verteilt sich die Wertschöpfung auf die Unternehmergewinne, Einkommen von Mitarbeitern, Zinsen von Fremdkapitalgebern und Steuereinnahmen?
- Welcher Anteil der Wertschöpfung bleibt in der Region?
- Führen die Wertschöpfungsketten der Waldenergieholzprodukte (Stückholz, Hackschnitzel) zu unterschiedlich hohen regionalen ökonomischen Wertschöpfungseffekten?

Ausgehend von der Wertschöpfungskettenanalyse und der Wertschöpfungsermittlung sollen Handlungsempfehlungen entwickelt werden, welche Ketten gefördert werden sollten, um eine nachhaltige regionale Entwicklung zu fördern.

8.2 METHODEN

Die Wertschöpfungsermittlung gliedert sich in zwei Schritte, die Entstehungsrechnung und die Verteilungsrechnung, die für die Teilketten der Waldbesitzer (WB), ggf. Händler (H) und ggf. Heizanlagenbetreiber (HAB) erfolgt (Abb. 8-1). Innerhalb der Entstehungsrechnung wird die Nettowertschöpfung der Teilketten je Fm o.R. aus dem Umsatzerlös des WB/H/HAB abzüglich Vorleistungen und Abschreibungen ermittelt. Es werden u. a. Rohstoffkosten, Pacht/ Miete, Betriebsstoffkosten, Kapitalbindungskosten sowie Abschreibungen für Maschinen und Gebäude der einzelnen Wertschöpfungsstufen einschließlich derer von Lohnunternehmern abgezogen. Unter "Gemein" fallen Kosten, die nicht einer Wertschöpfungsstufe direkt zugeordnet werden können, wie beispielsweise die Sachkosten beim Verkauf des Produktes. Die Teilkette des Händlers wird nur berücksichtigt, wenn der Händler an der Wertschöpfungskette beteiligt ist. Nettowertschöpfung entsteht bei der Kette des Heizanlagenbetreibers nur, wenn er einen Umsatzerlös erzielt, d.h. als Wärme-Contractor agiert, Energielieferverträge mit Haushalten, Unternehmen oder anderen Einrichtungen abschließt oder EEG-Vergütung für die Stromeinspeisung erhält. Vorleistungen, insbesondere der Teilkette des Heizanlagenbetreibers, können selbst wesentliche Nettowertschöpfungsanteile beinhalten (z. B. bei Wartungsverträgen der Heizanlage). Sie fließen wegen des hohen zusätzlichen Zeitaufwandes der Bewertung jedoch nicht in die Wertschöpfungsermittlung ein. Einsparungseffekte von Endverbrauchern konnten ebenfalls nicht berücksichtigt werden.

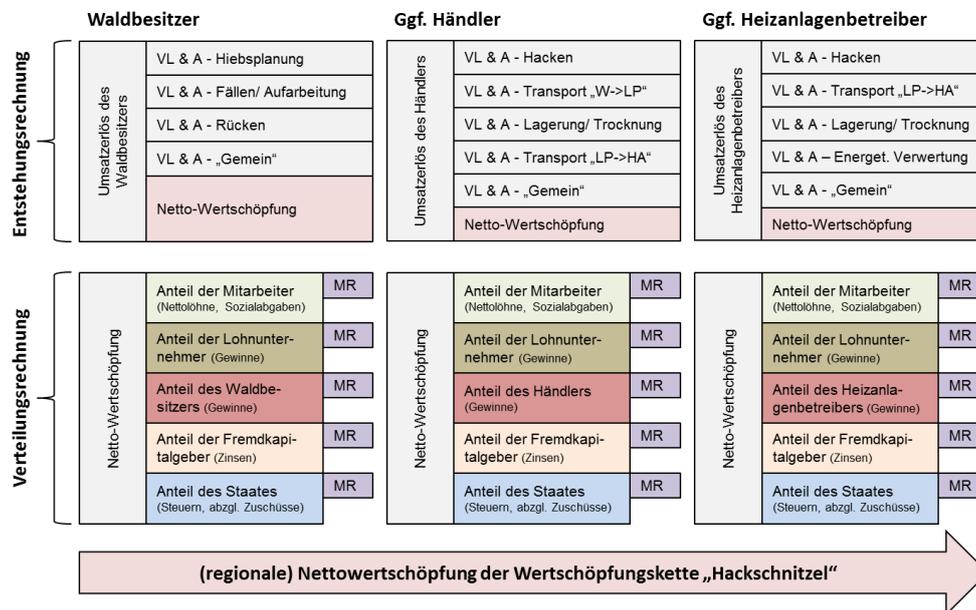


Abb. 8-1: Methodik der Ermittlung der (regionalen) Wertschöpfung am Beispiel für Hackschnitzel; VL & A = Vorleistungen u. Abschreibungen, MR = Modellregion.

Anschließend wird die Verteilung der Nettowertschöpfung auf Mitarbeiter, Lohnunternehmer, Waldbesitzer/Händler/Heizanlagenbetreiber, Fremdkapitalgeber sowie den Staat geprüft (Verteilungsrechnung, verändert nach HALLER 1998). Der Anteil des Mitarbeiters setzt sich aus Nettolohn sowie Arbeitnehmer- und Arbeitgeberanteil der Sozialabgaben oder den Versorgungsbezügen zusammen (Abb. 8-2, A). Der Anteil des Lohnunternehmers sowie des Waldbesitzers, Händlers und Heizanlagenbetreibers ist der jeweilige Gewinn nach Steuern. Dieser wird ausgehend vom Unternehmerlohn bzw. der Nettowertschöpfung der Teilkette ermittelt (Berechnung nach Abb. 8-2, B bzw. C). Dem Anteil der Fremdkapitalgeber werden die Zinsen, die die Lohnunternehmer sowie Waldbesitzer, Händler und Heizanlagenbetreiber entrichten, zugeordnet.

Beim Staat verbleiben Einkommen-, Kirchen-, Körperschafts-, Gewerbe-, Kfz- und Umsatzsteuer sowie der Solidaritätszuschlag, die auf die Löhne und Gewinne der Mitarbeiter und Unternehmer/ Betriebe sowie den Umsatz und die Kraftfahrzeugnutzung erhoben werden.

Die Nettowertschöpfung und ihre Verteilung werden für die Wertschöpfungsstufen sowie Teilketten getrennt ausgewiesen und schließlich für die gesamte Wertschöpfungskette zusammengefasst. Die Nettowertschöpfungsquote der Teilkette(n) gibt Aufschluss über den Anteil der jeweiligen Nettowertschöpfung am Umsatzerlös. Im Zentrum der Diskussion steht schließlich der Anteil der Nettowertschöpfung, der in der Region verbleibt.

Verteilungsrechnung

AG-Anteil der Sozialabgaben	Arbeitgeberanteil der Sozialabgaben	Anteil der Mitarbeiter
Bruttolohn der Mitarbeiter	Arbeitnehmeranteil der Sozialabgaben	
		Nettolohn
	Einkommensteuer Kirchensteuer Solidaritätszuschlag	Anteil des Staates

A: Mitarbeiterlohn

Unternehmerlohn	Vorleistungen	
	Bruttolohn der Mitarbeiter	
	Arbeitgeberanteil der Sozialabgaben	
	FK-Zinsen	Anteil der FK-Geber
	Körperschaftsteuer Gewerbesteuer Solidaritätszuschlag Einkommensteuer Kirchensteuer Kfz-Steuer	Anteil des Staates
	Gewinn nach Steuern	Anteil der Lohnunternehmer

B: Unternehmerlohn

Netto-Wertschöpfung der Teilkette des WB/H/HAB	Bruttolohn der Mitarbeiter	
	Arbeitgeberanteil der Sozialabgaben	
	FK-Zinsen des Lohnunternehmers	
	Gewinn vor Steuern d. Lohnunternehmer	
	FK-Zinsen des WB/H/HAB	Anteil der FK-Geber
	Körperschaftsteuer Gewerbesteuer Solidaritätszuschlag Einkommensteuer Kirchensteuer Kfz-Steuer Ggf. Umsatzsteuer	Anteil des Staates
	Gewinn nach Steuern	Anteil der WB/H/HAB

C: Gewinn des Waldbesitzers (WB), Händlers (H) oder Heizanlagenbetreibers (HAB)

Abb. 8-2: Vorgehensweise bei der Verteilungsrechnung der Nettowertschöpfung

Ausgehend von der Wertschöpfungskettenanalyse in Kap. 7 werden zwei typische Value Chains von Scheitholz und Hackschnitzel mit hohen Stoffstromanteilen ausgewählt und hierfür ökonomischen Effekte ermittelt. Um beide Ketten einander gegenüberstellen zu können und weil an der Kette von Hackschnitzel i.d.R. ein Händler beteiligt ist, setzen sich die typischen Value Chains jeweils aus einer Teilkette der Waldbesitzer und der Händler zusammen. Es wird außerdem angenommen, dass die Heizanlagenbetreiber die Wärmeenergie zur eigenen Versorgung nutzen, d.h. es entsteht keine Nettowertschöpfung (s.o.). Damit konzentriert sich die Wertschöpfungsermittlung auf die Versorgungskette, indirekte Effekte, z. B. durch die Anlageninvestition, werden an dieser Stelle nicht berücksichtigt

Als Datengrundlage dienen die Ergebnisse der Wertschöpfungskettenanalyse sowie weiterführende Informationen einer elektronischen Befragung von Waldbesitzern und Händlern zu Kosten, Erlösen und Verfahren. Während alle Waldbesitzer der Stichprobe erneut um eine Teilnahme gebeten wurden, beschränkte sich die Auswahl auf jeweils acht Hackschnitzel- und Scheitholzhändler der vorherigen Stichprobe, die sich für eine weitere Befragung angeboten hatten. Wegen der Vielfalt der Wertschöpfungsketten, an denen die Befragten beteiligt sind, und aufgrund unterschiedlicher Offenheit bei der Weitergabe sensibler Informationen, liegen nur wenige Antworten je Parameter vor.

Die Datengrundlage wurde durch Sekundärquellen, wie das Forstinformationssystem FOKUS 2000, Auskünfte der Zentralen Holzbereitstellung von ForstBW (ZHB), Maschinenkostenkalkulationen des Kuratoriums für Waldarbeit und Forsttechnik e.V. und Studien zur Produktivität von Arbeitsverfahren, ergänzt.

8.3 ÖKONOMISCHE WERTSCHÖPFUNGSEFFEKTE TYPISCHER VALUE CHAINS

8.3.1 Skizzierung der typischen Wertschöpfungsketten

Die typischen Wertschöpfungsketten von Scheitholz und Hackschnitzel werden im Folgenden skizziert (kursiv) und ihre Charakterisierung durch Ergebnisse der Wertschöpfungskettenanalyse begründet (s. auch Kap. 7).

8.3.1.1 Scheitholz

Das Fällen und Aufarbeiten in der typischen Value Chain erfolgt motormanuell durch angestellte Waldarbeiter des Waldbesitzers.

Etwa 70 % des Brennholz lang wird nach Angabe der befragten Waldbesitzer ausschließlich motormanuell gefällt und aufgearbeitet. Der Anteil ist im Kommunalwald mit 81 % am höchsten, gefolgt vom Staatswald mit 67 % und ist im Großprivatwald mit 20 % am niedrigsten. Die Forstbetriebe führen 83 % der motormanuellen Hiebe selbst durch, im Großprivatwald liegt der Anteil nur bei 50 %. Der Zeitbedarf (GAZ und Motorsägenzeiten) wird mit Hilfe der EST-Zeittafeln ermittelt. Folgende Parameter werden hierbei berücksichtigt: Nach den FOKUS-Auswertungen wird sowohl im Kommunalwald als auch im Staatswald der Modellregionen über 60 % des Brennholz lang in den Stärkeklassen 1a bis 2b genutzt (Typ. Kette: Stärkeklasse 2a). Geringer ist der Anteil nur im Staatswald der MR Kalk, der dort jedoch nur sehr wenig Fläche einnimmt. Wie die Ergebnisse in Kap. 7.3.1.1 zeigen, ist der Anteil der Baumartengruppe Buche und Eiche am Scheitholz/Stückholz am höchsten. Als EST-Sorte wird IL-baumfallende Länge (BG) angenommen, die zwischen 2009 und 2013 in FOKUS am häufigsten verbucht wurde. Der durchschnittliche EST-Zuschlag nach FOKUS lag bei 11 % (A: 6 %, B: 5 %). Die Entlohnung der angestellten Waldarbeiter erfolgt nicht nur im Staatswald, sondern auch überwiegend im befragten Kommunal- und Großprivatwald im Monatslohn.

Für das Rücken mit dem Forstspezialschlepper erhält ein Lohnunternehmer den Auftrag.

Nach Angabe der befragten Waldbesitzer kommt der Forstspezialschlepper bei etwa 70 % des Brennholz lang zum Einsatz. Die Anteile im Staatswald der Modellregionen Keuper und Kalk sind mit ca. 50 % geringer. Hier nimmt das Rücken mit dem Forwarder eine fast gleichbedeutende Stellung ein. Mehr als 80 % des Brennholz lang wird durch einen Lohnunternehmer gerückt. Allein im Staatswald der MR Silikat, in der die

Stückholznutzung eine relativ untergeordnete Rolle spielt, ist der Anteil der eigenen Durchführung mit 65 % größer. Es wird angenommen, dass es sich bei dem Lohnunternehmer um einen Einzelunternehmer oder eine Personengesellschaft handelt und dieser als solche besteuert wird

Der öffentliche Waldbesitzer verkauft das Stückholz an der Waldstraße an den Händler.

Kommunale Forstbetriebe und Staatsforst sind nicht ertragssteuerpflichtig. Hiervon wird in der nachfolgenden Wertschöpfungsberechnung ausgegangen. Die mengenmäßige Bedeutung des Stückholzverkaufs an der Waldstraße, können in Kap. 7.3.4.1 nachvollzogen werden.

Der Händler beauftragt einen Lohnunternehmer mit dem Transport zum Lagerplatz. Dieser setzt einen Langholz-Zug (Nutzlast 18 t, Eigengewicht 22 t) für die Transportentfernung von 20 km (Leer- und Lastfahrt: 40 km) ein.

Fast 90 % des Stückholzes wird nach den Angaben der befragten Händler mit dem LKW aus dem Wald zum Lagerplatz transportiert, der übrige Transport erfolgt mit dem (landwirtschaftlichen) Schlepper. Etwas mehr als die Hälfte des Holzes transportieren Lohnunternehmer im Auftrag. Der Median der durchschnittlichen einfachen Fahrtentfernung liegt bei 20 km.

Der Händler arbeitet das Stückholz am Lagerplatz mit einem kombinierten Sägespalt-Automaten (44kW) zu 33er-Scheiten auf.

Ein kombinierter Sägespalt-Automat wird nach Angabe der befragten Händler bei insgesamt 70 % des aufgearbeiteten Stückholzes eingesetzt. Der Anteil ist bei einem jährlichem Handelsvolumen von 501-1.000 Fm und > 1.000 Fm mit fast 90 % signifikant höher als bei einem Volumen von jährlich 0-250 Fm (30 %) und 251-500 Fm (15 %). Damit repräsentiert die typische Wertschöpfungskette eher größere als kleinere Händler. Der stationäre Automat, der hier zum Einsatz kommt, hat eine höhere Leistung (44 kW) als der durchschnittlich eingesetzte mobile Automat, allerdings liegen hierzu vollständige Angaben des Händlers (insb. zu Betriebsstoffkosten) vor. Die Abschreibung je Fm von zwei kleineren Sägespaltautomaten anderer Händler ist mit der dieses Automaten vergleichbar.

Den anschließenden Transport vom Lagerplatz zum Trocknungsplatz führt der Händler mit eigenem Container-Zug durch.

Nach Auskunft der befragten Händler werden fast 70 % des Holzes im Container mit Belüftungsboden mit dem LKW-Zug zum Trocknungsplatz transportiert. Die Durchführung erfolgt ausschließlich durch den Händler selbst. Der Median der einfachen Transportentfernung beträgt 2,5 km. Unter der Annahme, dass die Container am Trocknungsplatz ausgetauscht werden, ist nur eine doppelte Fahrtentfernung (Bringen und Holen des Containers, 5 km) erforderlich.

Die technische Trocknung findet an einer Biogasanlage statt.

Mehr als 60 % des Stückholzes wird nach den befragten Händlern technisch getrocknet. Besonders hohe Anteile sind in MR Kalk festzustellen, keine technische Trocknung erfolgt hingegen in MR Silikat. Auch hier wird deutlich, dass der Anteil der technischen Trocknung bei einem höheren jährlichen Handelsvolumen größer ist (501-1000 Fm: fast 70 %; > 1000 Fm: fast 90 %). Dahingegen trocknen sehr kleine Händler bis 250 Fm ihr Holz ausschließlich natürlich und Händler mit einem jährlichen Volumen von 251-500 Fm zu über 80 % natürlich. Folglich werden (analog zur Aufarbeitung) auch hier eher größere Händler repräsentiert. In allen Fällen der technischen Trocknung wurde die Abwärme einer Biogasanlage genutzt und mit einer Ausnahme kam immer das System der Container-Trocknung zum Einsatz.

Nach dem Rücktransport zum Lagerplatz wird das Scheitholz bis zu sechs Monate am Lagerplatz unter Dach zwischengelagert, bis es verkauft wird. Am Lagerplatz wird ein Schaufelradlader zum Ab- und Beladen der Transportfahrzeuge eingesetzt. Das Lager bietet auch Stellplätze für die Maschinen.

Die nachfolgenden Berechnungen gehen von einem Zeitraum vom Einkauf des Stückholzes bis zum Verkauf des Scheitholzes von sechs Monaten aus, wodurch Kapitalbindungskosten anfallen. Die Lagerung ist nötig, da die Händler zur technischen Trocknung meist die überschüssige Wärme von Biogasanlagen in den Sommermonaten nutzen. Außerdem wird eine Lagerung bei Händlern mit größerem Handelsvolumen erforderlich, um flexibel auf die Käufernachfrage reagieren zu können. Kleinere Händler hingegen liefern meist direkt im Anschluss an die natürliche Trocknung.

Anschließend transportiert der Händler das Scheitholz mit einem LKW zwischen 3,5 und 7,5 t zur 10 km entfernten Heizanlage bzw. verkauft es an Privathaushalte.

Ein LKW dieser Klasse kommt nach Angabe der befragten Händler bei mehr als der Hälfte des Scheitholzes zum Einsatz. Etwa 95 % des Scheitholzes liefert er selbst aus. Die nachfolgenden Berechnungen berücksichtigen eine vollständige Auslastung der Ladekapazität des LKWs, die etwa die Hälfte der Händler angibt. Der Median der durchschnittlichen einfachen Transportentfernung liegt bei 10 km (eine Leer- eine Lastfahrt 20 km).

Der Händler ist Einzelunternehmer, wie mehr als drei Viertel der Befragten und muss für seine Gewinne Ertragssteuern abführen.

Es wird eine Ausschüttung von 100 % der Gewinne angenommen. Für alle Tätigkeiten, die die Waldbesitzer, Händler oder Lohnunternehmer im Rahmen der Wertschöpfungsstufen ausführen (inkl. der nicht zuordenbaren Aufgaben des Revierleiters), wird in den nachfolgenden Wertschöpfungsberechnungen ein Mitarbeiter eingesetzt. Sollte der Unternehmer eine der Aufgaben selbst übernehmen, erweitert sich sein Gewinn um den Lohn.

8.3.1.2 Hackschnitzel

Die Kosten für Hiebsplanung, Fällen und Aufarbeitung, die nicht eindeutig dem Hackholz zugeordnet werden können, werden nach CREMER (2008) bzw. der Methode "by-products-allocation" dem Hauptprodukt zugerechnet und innerhalb dieser Wertschöpfungsermittlung nicht berücksichtigt. Hauptprodukt ist das Stammholz, dessen Verkaufswert den des Hackholzes übersteigt.

Für das Rücken des Hackrohholzes mit dem Forwarder erhält ein Lohnunternehmer den Auftrag.

Nach den befragten Waldbesitzern kommt der Forwarder in den Modellregionen Kalk und Keuper bei über 50 %, in MR Silikat nur bei 11 % des Transports zum Einsatz. Auch wenn das Rücken von Hackrohholz mit dem Forstspeziialschlepper oft als unwirtschaftlich diskutiert wird (vgl. CREMER 2008, WITTKOPF 2005), scheint dieser in der Praxis jedoch regelmäßig eingesetzt zu werden. In MR Silikat wird dies durch den häufigeren Einsatz von Forstspeziialschleppern im Maschinenweggelände sowie die Auslastung eigener Maschinen bedingt. Darüber hinaus wird für die Bringung im steilen Gelände häufig der Seilkran genutzt (ca. 10 % in MR Silikat, Vollbaumrückung). Ein häufiges Argument für das Rücken mit dem Forstspeziialschlepper ist jedoch die Ausstattung der regionalen Lohnunternehmer. Die geringere Lastbildungsmöglichkeit und daran gekoppelte Produktivität des Schleppers (für das Sortiment Hackrohholz) wird dabei in Kauf genommen. Etwa 80 % der Bringung von Hackholz vergeben die Waldbesitzer an Lohnunternehmer. Im Großprivatwald beträgt der Anteil der Vergabe sogar 100 %, der Anteil des Rückens mit eigenen Maschinen ist im Staatswald und Kommunalwald der MR Silikat mit etwa 40 % höher als der Durchschnitt (vgl. auch Rücken von Stückholz). Analog zur Scheitholzkette wird angenommen, dass der Lohnunternehmer als Einzelunternehmer oder Personengesellschaft handelt und als solche besteuert wird. Da mehr als die Hälfte der befragten Waldbesitzer angibt, ausschließlich Gipfel in Kranreichweite als Hackrohholz zu nutzen, wird davon ausgegangen, dass keine zusätzliche Vorlieferung mit dem Seilschlepper zu berücksichtigen ist.

Der öffentliche Waldbesitzer verkauft das Hackrohholz an der Waldstraße an den Händler.

Auch bei der Wertschöpfungsermittlung von Hackschnitzel fallen keine Ertragssteuern des Waldbesitzers an, da von kommunalen Forstbetrieben und dem Staatsforst keine Körperschaftssteuer und Gewerbesteuer erhoben werden.

Wie die Wertschöpfungsketten-Analyse in Kap. 7.3.4.1 zeigt, wird das Hackholz überwiegend als Rohholz an der Waldstraße nach dem Rücken an den Händler verkauft.

Der Händler hackt das Holz an der Waldstraße mit eigenem LKW-Aufbauhacker (540 PS).

Den vorausgegangenen Ergebnissen der Stoffstromanalyse folgend, findet das Hacken mit wenigen Ausnahmen an der Waldstraße statt. Dort kommen ausschließlich mobile Hacker zum Einsatz, von denen mehr als die Hälfte über 300 PS, jedoch weniger als 450 PS

haben. Der Median liegt bei 420 PS. Damit ist die Hackleistung des Aufbauhackers der Beispieltabelle überdurchschnittlich hoch. Wegen verlässlicher Angaben zu den Betriebsstoffkosten ist er jedoch Grundlage der Berechnungen. In den Modellregionen Kalk und Silikat hacken die Händler über 80 % bzw. über 50 % selbst, in MR Keuper hingegen nur 35 %. Nicht alle Hackschnitzelhändler besitzen einen Hacker und auch Händler mit Hacker vergeben häufig einen Teil an Lohnunternehmer.

Der Transport zum Lagerplatz erfolgt mit eigenem Container-Zug (einfache Fahrentfernung: 25 km).

Wie die Stoffstromanalyse verdeutlicht, ist eine Zwischenlagerung der Hackschnitzel insbesondere in Regionen mit Heiz(kraft)anlagen, die ausschließlich/überwiegend Waldholz nutzen, relevant (MR Silikat, MR Kalk). Beim Transport vom Wald zum Lagerplatz wird in MR Kalk für über 90 %, in MR Silikat für über 70 % ein LKW eingesetzt. Üblich sind Container-Züge, seltener Solo-Fahrten mit einem Container oder Schubbodenaufleger. Allein in Keuper ist der Anteil, der mit dem landwirtschaftlichen Schlepper transportiert wird, höher (> 70 %). Dieser wird u. a. geprägt durch einen aktiven kleinen Hackholzhändler in der Region, der sowohl im Lohn als auch eigenverantwortlich hackt und transportiert. Außerdem nimmt die Zwischenlagerung gegenüber der Direktversorgung aus dem Wald in MR Keuper eine untergeordnete Rolle ein. Der Anteil des Transports, den die Händler selbst durchführen ist in MR Kalk mit 100 % am höchsten, gefolgt von MR Silikat mit über 70 %, in MR Keuper liegt er hingegen bei nur knapp 40 %. Der Median der durchschnittlichen einfachen Fahrentfernung zwischen Wald und Lagerplatz beträgt 25 km (Annahme, dass eine Leer- und Lastfahrt: 50 km).

Die Hackschnitzel werden überdacht gelagert. Am Lagerplatz wird ein Teleskoplader zum Ab-, Beladen der Transportfahrzeuge sowie Umsetzen der Haufen eingesetzt. Trockenmasseverluste, die bei überdachter Lagerung für sechs Monate entstehen, werden beim nachfolgenden Transport sowie dem Erlös mit 7 % berücksichtigt (nach BALSARI & MANZONE 2010).

Die nachfolgenden Berechnungen gehen von einem Zeitraum vom Einkauf des Hackrohholzes bis zum Verkauf der Hackschnitzel von sechs Monaten aus, wodurch Kapitalbindungskosten anfallen. Zehn von 19 Händlern haben die Möglichkeit unter Dach zu lagern, allerdings reichen die Kapazitäten bei der Hälfte nicht, sodass zusätzlich ein Teil abgedeckt oder im Freien gelagert werden muss. Etwa zwei Drittel der Lagerung erfolgt unter Dach. Die Lagerkapazitäten reichen von 1000 bis 30.000 Sm³, in der Beispieltabelle lagert der Händler jährlich 7.000 Sm³. Gründe für die Lagerung ist die nicht ganzjährige Verfügbarkeit von Hackholz im Wald bei gleichzeitiger Bindung an Lieferverträge. Die Händler können so bedarfsgerecht auf das Hackrohholzangebot der Waldbesitzer reagieren und damit auch dem Anbieter durch eine schnelle Abfuhr des Materials entgegen kommen. Die natürliche Trocknung ist nach Aussage der befragten Händler überwiegend nur ein positiver Nebeneffekt, jedoch nicht der eigentliche Zweck der Lagerung. Die Dauer der Lagerung wird zwischen drei und (überwiegend) sechs Monaten angegeben.

Der Transport vom Lagerplatz zur Heizanlage erfolgt ebenfalls mit dem Container-Zug durch den Händler (einfache Fahrtfernung: 20 km).

In den Modellregionen Kalk und Keuper wird der LKW bei über 90 %, in MR Silikat bei über 70 % eingesetzt. Der Anteil der selbst transportierten Festmeter liegt höher als der Anteil, der an Lohnunternehmer vergeben wird. Der Median der durchschnittlich genannten einfachen Fahrtfernung beträgt 20 km (Annahme, dass eine Leer- und Lastfahrt: 40 km).

Der Händler verkauft die Hackschnitzel an den Betreiber einer Heizanlage (keine KWK-Anlage), der die Wärmeenergie zur eigenen Versorgung nutzt, d.h. es wird kein Umsatzerlös erzielt.

Da sich die Nettowertschöpfung aus Umsatzerlös abzüglich Vorleistungen und Abschreibungen berechnet, entsteht beim Heizanlagenbetreiber keine Nettowertschöpfung.

8.3.2 Wertschöpfungsergebnisse der typischen Value Chains

Nachfolgend wird die Nettowertschöpfung der typischen Value Chains von Scheitholz und Hackschnitzel (Entstehungsrechnung) sowie ihre Verteilung auf verschiedene Akteursgruppen (Verteilungsrechnung) ermittelt. Datengrundlage der Berechnung sowie deren Quellen werden in Anhang aufgeführt. Bei Kapitalbindung und Investitionen wird ein Fremdkapitalanteil von 70 % bzw. ein Eigenkapitalanteil von 30 % angenommen. Der Zinsfuß liegt bei 4 %. Die Wertschöpfung, Vorleistungen bzw. Abschreibungen und Umsatzerlöse werden je eingeschlagenen Festmeter ausgewiesen. Trockenmasseverluste bei der Lagerung von Hackschnitzeln reduzieren den Erlös sowie die Vorleistungen und Abschreibungen der nachfolgenden Wertschöpfungsstufen.

8.3.2.1 Entstehungs- und Verteilungsrechnung der Value Chain "Scheitholz"

Die Nettowertschöpfung der typischen Scheitholz-Kette beträgt insgesamt 105,59 €/Fm o.R. (vgl. Tab. 8-3). Davon werden 47,07 €/Fm o.R. innerhalb der Teilkette des Waldbesitzers erzielt. Vorleistungen und Abschreibungen, um die der Umsatzerlös von 54,21 €/Fm o.R. reduziert wird, entstehen insbesondere beim Rücken (5,48 €/Fm o.R.). Insgesamt liegen die Vorleistungen und Abschreibungen bei 7,14 €/Fm o.R. durch Motorsägekosten beim Fällen und Aufarbeiten, Maschinenkosten beim Rücken und Sachkosten des Revierleiters (vgl. Tab. 8-1).

Der größte Anteil der Nettowertschöpfung bleibt beim Waldbesitzer mit 23,55 €/Fm o.R. und kann nicht direkt einer Wertschöpfungsstufe, sondern nur als Ergebnis der gesamten Value Chain gewertet werden. Es folgt der Anteil der Mitarbeiter i. H. v. 18,33 €/Fm o.R. insgesamt, davon werden 11,84 €/Fm o.R. bei der motormanuellen Holzernte erzielt. Die Anteile der eingesetzten Mitarbeiter beim Rücken bzw. des Revierleiters liegen mit 2,85 €/Fm o.R. bzw. 3,65 €/Fm o.R. niedriger. Dabei wird ausgehend von der Waldbesitzerbefragung ein Zeitbedarf des Revierleiters bzw. Sachbearbeiters von 5 min/Fm o.R. für die Hiebsplanung, die Abwicklung des Holzverkaufs sowie den Kundenkontakt angenommen. Lohnunternehmer und Fremdkapitalgeber scheinen wenig bis gar nicht von

der Wertschöpfung zu profitieren. Der Rückeunternehmer bilanziert in dieser Kalkulation sogar einen Verlust. Die Steuern, die dem Staat bzw. der Gesellschaft zufließen, liegen insgesamt bei 4,95 €/Fm o.R. Entsprechend der Verteilung der Mitarbeiterlöhne auf die Wertschöpfungsstufe, wird der höchste Mehrwert an Steuern durch das Fällen und Aufarbeiten geschaffen. Da der öffentliche Waldbesitzer keine Ertragssteuern abführt, der Unternehmer und Waldbesitzer vorsteuerabzugsberechtigt sind (Regelbesteuerung) und der Verbraucher die Umsatzsteuer "erst" auf den Umsatzerlös des Händlers entrichtet, werden keine weiteren Steuern ermittelt.

Innerhalb der Teilkette des Händlers wird eine Nettowertschöpfung i. H. v. 58,52 €/Fm o.R. erzielt (vgl. Tab. 8-2). Sie ermittelt sich aus dem Umsatzerlös von 160,01 €/Fm o.R. abzüglich der Vorleistung und Abschreibungen von insgesamt 101,48 €/Fm o.R. Den größten Anteil an den Vorleistungen und Abschreibungen haben die gemeinen Kosten mit 56,29 €/Fm o.R. Davon entfallen 54,21 €/Fm o.R. auf den Rohstoff, das Stückholz. Hohe Vorleistungen und Abschreibungen ergeben sich außerdem bei der Scheitholzaufarbeitung (13,58 €/Fm o.R.), der technischen Trocknung (10 €/Fm o.R.) und der Lagerung (9,52 €/Fm o.R.). Die Vorleistungen und Abschreibungen für den Transport vom Wald zum Lagerplatz bzw. von dort zur Heizanlage liegen bei jeweils ca. 5 €/Fm o.R. Der Hin- und Rücktransport zum Trocknungsplatz verursacht aufgrund der geringen Fahrtentfernung (5 km) nur Vorleistungen und Abschreibungen i. H. v. 2,42 €/Fm o.R.

Den höchsten Anteil von über 40 % an der Nettowertschöpfung der Händler-Teilkette haben die Steuern mit 24,61 €/Fm o.R. Hiervon entfallen 10,47 €/Fm o.R. auf die Umsatzsteuer sowie 6,26 €/Fm o.R. auf die Einkommensteuer und 2,18 €/Fm o.R. auf die Gewerbesteuer, welche der Händler entrichtet. Diese Steuern entstehen, wie zuvor erläutert, innerhalb der Waldbesitzer-Kette nicht. Mitarbeiter und Händler profitieren etwa zu gleichen Teilen an der Wertschöpfung. Die Mitarbeiter, die für die Scheitholzaufarbeitung, die Lieferung zur Heizanlage sowie für geschäftsführende Tätigkeiten eingesetzt werden, tragen am meisten zum Mitarbeiter-Anteil von insgesamt 12,27 €/Fm o.R. bei. Der Händler-Gewinn liegt in dieser Beispielkette bei 14,79 €/Fm o.R. Die Zinsen der Teilkette, die Fremdkapitalgeber erhalten, betragen 6,15 €/Fm o.R. für Maschinen, Investitionen und Kapitalbindung. Sie sind bei der Wertschöpfungsstufe Lagerung für die Anschaffung von Schaufelradlader und Lager mit 3,50 €/Fm o.R. am höchsten. Die Gewinne des Lohnunternehmers für den Transport vom Wald zum Lagerplatz sind mit 0,71 €/Fm o.R. wiederum gering.

Stellt man die beiden Teilketten einander gegenüber, übertrifft der geschaffene Mehrwert der Händler-Kette den der Waldbesitzer-Kette um 24 %. Dieser Unterschied wird allein durch die Umsatzsteuer in Höhe von 7 % des Umsatzerlöses des Händlers bedingt. Reduziert man die Nettowertschöpfung der Händler-Kette um die Umsatzsteuer, liegt diese mit 48,05 €/Fm o.R. kaum höher als die der Waldbesitzer-Kette mit 47,07 €. Ermittelt man nun die Anteile der Mitarbeiter auf dieser Basis, zeigt sich bei der Händler-Kette mit 26 % ein niedrigerer Anteil als bei der Waldbesitzer-Kette mit 39 %. Außerdem verbleibt in der Teilkette des Waldbesitzers ein höherer Anteil beim Waldbesitzer selbst (50 %) als in der

Teilkette des Händlers beim Händler (nur 31 %). Hingegen profitieren bei der Händler-Kette Staat und der Gesellschaft durch Steuern mit 29 %, innerhalb der Waldbesitzer-Kette sind es nur 11 %. Der Anteil der Fremdkapitalgeber ist in der Händler-Kette mit 13 % an der Wertschöpfung ebenfalls höher als bei der Waldbesitzer-Kette mit 1%. Während die Nettowertschöpfungsquote (Anteil der Nettowertschöpfung am Umsatzerlös) der Waldbesitzer-Kette mit 87 % sehr hoch ist, zeigt die Nettowertschöpfungsquote der Händler-Kette von 37 % an, dass der größere Anteil des Umsatzerlöses dort zur Deckung der Vorleistungen genutzt wird. Dies wird nur teilweise durch die zusätzlichen Rohstoffkosten beeinflusst.

Betrachtet man die Wertschöpfungskette insgesamt gehen über ein Viertel der Nettowertschöpfung (29 %) direkt oder indirekt an Mitarbeiter in Form von Löhnen, Sozialabgaben und Versorgungsbezügen (vgl. Tab. 8-3). Ebenfalls hohe Effekte können der Waldbesitzer mit 22 % sowie Staat und Gesellschaft mit 28 % (insb. USt) erwarten. Der Gewinn des Händlers liegt bei 14 % der Nettowertschöpfung, wenn für die Tätigkeiten jeweils ein Mitarbeiter eingesetzt wird. Führt der Händler diese selbst durch erweitert sich sein Gewinn. Die Anreize der Scheitholznutzung für Lohnunternehmer und Fremdkapitalgeber sind mit 1 % bzw. 6 % an der Nettowertschöpfung insgesamt geringer.

Tab. 8-1: Wertschöpfungsermittlung einer typischen Value Chain für Scheitholz (Teilkette des Waldbesitzers).

Wertschöpfungsermittlung – typische Scheitholz-Kette		
Teilkette des Waldbesitzers		€/Fm o.R.
Entstehungsrechnung		
Umsatzerlös		54,21
- Vorleistungen u. Abschreibungen	Fällen und Aufarbeiten	1,23
	Rücken	5,48
	Gemein	0,43
	Gesamt	7,14
= Nettowertschöpfung		47,07
Verteilungsrechnung		
Mitarbeiter-Anteil	Fällen und Aufarbeiten	11,84
	Rücken	2,85
	Gemein	3,65
	Gesamt	18,33
+ Lohnunternehmer-Anteil	Rücken	- 0,03
+ Waldbesitzer-Anteil	Gemein	23,55
+ Fremdkapitalgeber-Anteil	Rücken	0,27
+ Anteil von Staat und Gesellschaft	Fällen und Aufarbeiten	3,32
	Rücken	0,94
	Gemein	0,69
	Gesamt	4,95
= Nettowertschöpfung		47,07

Tab. 8-2: Wertschöpfungsermittlung einer typischen Value Chain für Scheitholz (Teilkette des Händlers).

Teilkette des Händlers		€/Fm o.R.
Entstehungsrechnung		
Umsatzerlös		160,01
- Vorleistungen u. Abschreibungen	Transport Wald - Lager	4,33
	Scheitholzaufarbeitung	13,58
	Transport Lager - Trocknung	2,42
	Technische Trocknung	10,00
	Lagerung	9,52
	Transport Lager - Heizanlage	5,35
	Gemein	56,29
	Gesamt	101,48
= Nettowertschöpfung		58,52
Verteilungsrechnung		
Mitarbeiter-Anteil	Transport Wald - Lager	1,26
	Scheitholzaufarbeitung	3,98
	Transport Lager - Trocknung	0,36
	Lagerung	0,93
	Transport Lager - Heizanlage	2,90
	Gemein	2,84
	Gesamt	12,27
+ Lohnunternehmer-Anteil	Transport Wald - Lager	0,71
+ Händler-Anteil	Gemein	14,79
+ Fremdkapitalgeber-Anteil	Transport Wald - Lager	0,15
	Scheitholzaufarbeitung	0,70
	Transport Lager - Trocknung	0,06
	Lagerung	3,50
	Transport Lager - Heizanlage	0,22
	Gemein	1,52
	Gesamt	6,15
+ Anteil von Staat und Gesellschaft	Transport Wald - Lager	1,04
	Scheitholzaufarbeitung	1,31
	Transport Lager - Trocknung	0,12
	Lagerung	0,31
	Transport Lager - Heizanlage	1,14
	Gemein	20,69
	Gesamt	24,61
= Nettowertschöpfung		58,52

Tab. 8-3: Wertschöpfungsermittlung einer typischen Value Chain für Scheitholz (Gesamte Wertschöpfungskette).

Gesamte Wertschöpfungskette	Prozent	€/Fm o.R.
Verteilungsrechnung		
Mitarbeiter-Anteil	29	30,60
+ Lohnunternehmer-Anteil	1	0,68
+ Waldbesitzer-Anteil	22	23,55
+ Händler-Anteil	14	14,79
+ Fremdkapitalgeber-Anteil	6	6,41
+ Anteil von Staat und Gesellschaft	28	29,56
= Nettowertschöpfung	100	105,59

8.3.2.2 Entstehungs- und Verteilungsrechnung der Value Chain "Hackschnitzel"

Insgesamt beträgt der Mehrwert der Wertschöpfungskette Hackschnitzel 27,49 €/Fm o.R. (vgl. Tab. 8-6). Davon wird 47 % innerhalb der Teilkette des Waldbesitzers generiert (12,79 €/Fm o.R.). Diese Nettowertschöpfung ermittelt sich aus dem Umsatzerlös i. H. v. 18,75 €/Fm o.R. abzüglich der Vorleistungen und Abschreibungen i. H. v. 5,96 €/Fm o.R. Diese entstehen fast ausschließlich beim Rücken, da Fällen und Aufarbeiten – wie beschrieben – nicht berücksichtigt werden. Die Sachkosten des Revierleiters sind wegen des angenommenen Zeitbedarfs von 0,5 min/Fm sehr gering (vgl. Tab. 8-4).

Analog zur Value Chain von Scheitholz ist auch bei der Waldbesitzer-Kette für Hackschnitzel der Gewinn des Waldbesitzers mit 10,27 €/Fm o.R. am höchsten. Die Mitarbeiter erzielen einen sehr viel geringeren Anteil von insgesamt 2,25 €/Fm o.R. Davon verbleiben 1,89 €/Fm o.R. beim Rucker und 0,36 €/Fm o.R. beim Revierleiter. Nach Rücksprache mit den befragten Waldbesitzern wird ein Zeitbedarf von etwa 7 min/Container (0,5 min/ Fm o.R.) für das Einweisen des Rückers, die Absprache mit den Fuhrunternehmern sowie Vermessung und/oder Kontrolle der Abfuhrmengen angenommen. Unter der Bedingung, dass für das Rücken selbst ein Mitarbeiter eingesetzt wird, erzielen der Ruckeunternehmer sowie die Fremdkapitalgeber keine bzw. wenig Gewinne. Der Lohnunternehmer bilanziert sogar einen Verlust. Der Mehrwert durch Steuern liegt ebenfalls bei nur 0,69 €/Fm o.R. Diese werden vom Rucker bzw. dem Revierleiter entrichtet.

Innerhalb der Händler-Kette für Hackschnitzel wird insgesamt eine Nettowertschöpfung von 14,70 €/Fm o.R. ermittelt (vgl. Tab. 8-5). Diese basiert auf einem Umsatzerlös des Händlers von 49,93 €/Fm o.R. bzw. Vorleistungen und Abschreibungen von insgesamt 35,23 €/Fm o.R. Den größten Anteil an den Vorleistungen und Abschreibungen haben auch bei Hackschnitzel die gemeinen Kosten mit 18,96 €/Fm o.R. Davon entfallen 18,75 €/Fm o.R. auf Hackrohholz als Rohstoff. Bei den Wertschöpfungsstufen Hacken (7,28 €/Fm o.R.) und Lagerung (4,21 €/Fm o.R.) entstehen höhere Vorleistungen und Abschreibungen als beim Transport vom Wald zum Lager (2,70 €/Fm o.R.) oder vom Lager zur Heizanlage (2,08 €/ Fm o.R.).

Mit 9,83 €/Fm o.R. verbleibt mehr als die Hälfte der Nettowertschöpfung dieser Teilkette bei Staat und Gesellschaft. Die Umsatzsteuer hat daran einen Anteil von 7,97 €/Fm o.R. Die Einkommensteuer und Gewerbesteuer, die der Händler entrichtet, sind bedingt durch den geringen Gewinn des Händlers (1,46 €/Fm o.R.) niedrig. Der Anteil der Mitarbeiter ist insgesamt mit 2,50 €/Fm o.R. etwas höher, verteilt sich jedoch auf alle Mitarbeiter, die beim Hacken, Transport, am Lager und für geschäftsführenden Tätigkeiten eingesetzt werden. Die Zinsen der Fremdkapitalgeber für Investitionen und Kapitalbindung betragen 0,9 €/ Fm o.R.

Stellt man die Nettowertschöpfung der Händler-Kette der Waldbesitzer-Kette gegenüber, ergibt sich dort ein um 15 % höherer Mehrwert. Dieser wird allerdings allein durch die bei

der Händler-Kette entrichtete Umsatzsteuer bedingt. Um die Umsatzsteuer von 7,97 €/Fm o.R. reduziert, übertrifft die Nettowertschöpfung der Waldbesitzer-Kette die der Händler-Kette um sogar 90 %. Basierend auf dieser reduzierten Nettowertschöpfung der Händler-Kette von 6,73 €/Fm o.R. haben Mitarbeiter mit 37 % den höchsten Anteil, gefolgt von Staat und Gesellschaft sowie dem Händler mit 28 % bzw. 22 % und zuletzt dem Fremdkapitalgeber mit 13 %. Der Waldbesitzer hingegen profitiert von 80 % des Mehrwerts seiner Teilkette. Während der Mitarbeiter-Anteil noch 18 % der Nettowertschöpfung beträgt, entfallen auf Staat und Gesellschaft nur 5 %, auf den Fremdkapitalgeber 1 % und auf den Lohnunternehmer – 5 %. Die differenzierte relative Verteilung der Nettowertschöpfung innerhalb der Händler-Kette darf jedoch nicht über die geringe absolute Wertschöpfung hinweg täuschen. Während die Nettowertschöpfungsquote (Anteil der Nettowertschöpfung am Umsatzerlös) der Waldbesitzer-Kette mit 68 % hoch ist, zeigt auch die Nettowertschöpfungsquote von 37 % der Händler-Kette für Hackschnitzel an, dass der größere Anteil des Umsatzerlöses dort zur Deckung der Vorleistungen genutzt wird. Diese Differenz wird nur teilweise durch die zusätzlichen Rohstoffkosten beeinflusst. Das bestätigt eine theoretische um die Rohstoffkosten reduzierte Nettowertschöpfungsquote von 47 %, die ebenfalls unter der Quote der Waldbesitzer-Kette liegt.

Betrachtet man die Verteilung der Nettowertschöpfung der gesamten Wertschöpfungskette auf die beteiligten Akteursgruppen, erzielen mit 38 % bzw. 37 % Staat und Gesellschaft sowie der Waldbesitzer den größten Anteil. 17 % sind Löhne, Sozialabgaben und Versorgungsbezüge, die direkt oder indirekt an Mitarbeiter ausgezahlt werden. Die Gewinne des Händlers (5 %), der Fremdkapitalgeber (4 %) und der Lohnunternehmer (-2 %) sind gering (vgl. Tab. 8-6).

Tab. 8-4: Wertschöpfungsermittlung einer typischen Value Chain für Hackschnitzel (Teilkette des Waldbesitzers).

Wertschöpfungsermittlung – typische Hackschnitzel-Kette		
Teilkette des Waldbesitzers		€/Fm o.R.
Entstehungsrechnung		
Umsatzerlös		18,75
- Vorleistungen u. Abschreibungen	Rücken	5,92
	Gemein	0,04
	Gesamt	5,96
= Nettowertschöpfung		12,79
Verteilungsrechnung		
Mitarbeiter-Anteil	Rücken	1,89
	Gemein	0,36
	Gesamt	2,25
+ Lohnunternehmer-Anteil	Rücken	-0,62
+ Waldbesitzer-Anteil	Gemein	10,27
+ Fremdkapitalgeber-Anteil	Rücken	0,19
+ Anteil von Staat und Gesellschaft	Rücken	0,62
	Gemein	0,07
	Gesamt	0,69
= Nettowertschöpfung		12,79

Tab. 8-5: Wertschöpfungsermittlung einer typischen Value Chain für Hackschnitzel (Teilkette des Händlers).

Teilkette des Händlers		€/Fm o.R.
Entstehungsrechnung		
Umsatzerlös		49,93
- Vorleistungen u. Abschreibungen	Hacken	7,28
	Transport Wald - Lager	2,70
	Lagerung/ nat. Trocknung	4,21
	Transport Lager - Heizanlage	2,08
	Gemein	18,96
Gesamt		35,23
= Nettowertschöpfung		14,70
Verteilungsrechnung		
Mitarbeiter-Anteil	Hacken	0,27
	Transport Wald - Lager	0,85
	Lagerung/ nat. Trocknung	0,31
	Transport Lager - Heizanlage	0,70
	Gemein	0,37
Gesamt		2,50
+ Händler-Anteil	Gemein	1,46
+ Fremdkapitalgeber-Anteil	Hacken	0,19
	Transport Wald - Lager	0,07
	Lagerung/ nat. Trocknung	0,10
	Transport Lager - Heizanlage	0,05
	Gemein	0,49
Gesamt		0,90
+ Anteil von Staat und Gesellschaft	Hacken	0,09
	Transport Wald - Lager	0,30
	Lagerung/ nat. Trocknung	0,18
	Transport Lager - Heizanlage	0,23
	Gemein	9,02
Gesamt		9,83
= Nettowertschöpfung		14,70

Tab. 8-6: Wertschöpfungsermittlung einer typischen Value Chain für Hackschnitzel (Gesamte Wertschöpfungskette).

Gesamte Wertschöpfungskette	Prozent	€/Fm o.R.
Verteilungsrechnung		
Mitarbeiter-Anteil	17	4,75
+ Lohnunternehmer-Anteil	-2	-0,62
+ Waldbesitzer-Anteil	37	10,27
+ Händler-Anteil	5	1,46
+ Fremdkapitalgeber-Anteil	4	1,09
+ Anteil von Staat und Gesellschaft	38	10,52
= Nettowertschöpfung	100	27,49

8.3.2.3 Regionalität der Wertschöpfung

Der Anteil der direkten regionalen Wertschöpfungseffekte, wird durch den Ort des Firmen- oder Wohnsitzes der Waldbesitzer, Händler und Mitarbeiter bestimmt.

Während die Gewinne kommunaler Waldbesitzer regional sind, kann dies auch auf den Großprivatwaldbesitzer zutreffen. Allerdings ist dessen Firmensitz nicht an den bewirtschafteten Wald gebunden. Die Gewinne des Staatswaldes fließen theoretisch in den Staatshaushalt und damit nicht direkt in die Region. Gewinne der Energieholzsortimente dienen aber auch dazu, Verluste anderer Sortimente sowie Nutzungsverzichte und Kosten aufgrund weiterer Waldfunktionen (z.B. Erholung, Naturschutz) in den Regionen (oder außerhalb) auszugleichen. Diese regionalen Wertschöpfungsanteile können jedoch nicht quantifiziert werden.

Jeweils die Hälfte aller befragten Händler für Scheitholz und Hackschnitzel hat ihren Firmensitz in der Modellregion. Nur sehr wenige befinden sich außerhalb der Modellregion (SH: 1; H: 3), die übrigen im direkten Umland (erweiterte Modellregion). Bei Betrachtung der Verteilung der Firmensitze der Stückholzhändler differenziert nach Modellregionen, zeigt sich ein höherer Anteil an Firmensitzen in der Modellregion Keuper, als in den Modellregionen Kalk und Silikat. In letzteren scheint auch das direkte Umland von der Wertschöpfung der Händler-Kette zu profitieren. Von den Hackschnitzelhändlern sitzt der größere Anteil hingegen nicht in der Modellregion Keuper, während der Anteil in den Modellregionen Kalk und Silikat höher ist.

Nach Einschätzung der befragte Waldbesitzer haben im Durchschnitt der drei Modellregionen, bzw. der untersuchten Waldbesitzarten, etwa 70 % der Rückeunternehmer ihren Firmensitz in der Modellregion. Der Anteil regionaler Transportunternehmer ist mit etwa 50 % im Mittel geringer, sodass hier ein Teil der Gewinne in die erweiterte Modellregion abfließt.

Es ist anzunehmen, dass sich der Wohnsitz der Mitarbeiter und damit der Verbleib der Nettowertschöpfung nach dem Sitz ihrer Arbeitgeber, d. h. dem Waldbesitzer, dem Händler und den Lohnunternehmern, richtet.

Vom Anteil des Staates bzw. der Gesellschaft - den Steuern - bleibt nur ein geringer Teil direkt in der Region. Die Gemeinden profitieren von etwa 4 % der Nettowertschöpfung der Scheitholz- und etwa 2 % der Hackschnitzelnutzung. Welcher Anteil der Steuern an Bund und Land wieder in die Region zurück fließt, kann nicht ausgewiesen werden. Annahmen zum Firmensitz bzw. dem regionalen Verbleib der Zinsen, die an Fremdkapitalgeber gehen, sind hypothetisch.

Die diskutierten direkten Wertschöpfungseffekte lösen außerdem Multiplikatorwirkungen aus. Diese regionalen Multiplikatoreffekte sind nach BATHELT & GLÜCKLER (2012) prinzipiell "umso größer, je größer der Anteil der in der Region verbleibenden Einkommen

ist, d. h. je größer die Konsumquote ist und je geringer die Importaktivitäten ausfallen". Ferner stellt sich die Frage, inwiefern regionale Gewinne der Unternehmen zu regionalen oder nicht regionalen Investitionen führen. Wie die Diskussion zeigt, lassen komplexe Verflechtungen sowie unbekannte Finanzströme (Black Box) kaum Schlüsse auf die reale regionale Wertschöpfung zu. Dennoch soll aufbauend auf den Untersuchungsergebnissen die regionale Wertschöpfung je Fm für die typischen Wertschöpfungsketten grob abgeschätzt werden.

Die Berechnungen in Tab. 8-7 und * rundungsbedingte Abweichungen

Tab. 8-8 basieren auf den begründeten Annahmen, dass die Wertschöpfungsanteile der Lohnunternehmer für das Rücken zu 70 %, der Transportunternehmer und Händler zu 50 % und der Waldbesitzer vollständig in der Region bleiben. Der regionale Wertschöpfungsanteil der Mitarbeiter richtet sich nach dem jeweiligen Arbeitgeber (Waldbesitzer, Händler, Lohnunternehmer). Außerdem kann von einem regionalen bzw. kommunalen Anteil der Steuern von 4 % bei Scheitholz und 2 % bei Hackschnitzel ausgegangen werden. Weiterhin wird angenommen, dass die Zinsen der Fremdkapitalgeber die Region verlassen. Sowohl die Ergebnisse für Scheitholz als auch für Hackschnitzel zeigen, dass etwa die Hälfte der Wertschöpfung in der Region bleibt. Der größte Wertschöpfungsabfluss erfolgt durch die Steuern an Land und Bund, deren Rückflüsse nicht bilanziert werden können. Ebenso wenig können die regionalen Multiplikatoreffekte quantifiziert werden.

Tab. 8-7: Regionale Wertschöpfungseffekte der typischen Wertschöpfungskette für Scheitholz.

Wertschöpfungskette Scheitholz	Nettowertschöpfung [€/Fm o.R.]	Regionale Nettowertschöpfung	
		Prozent	€/Fm o.R.
Mitarbeiter-Anteil (Waldbesitzer)	15,49	100	15,49
Mitarbeiter-Anteil (Händler)	11,01	50	5,51
Mitarbeiter-Anteil (Lohnunternehmer - Rücken)	2,85	70	2,00
Mitarbeiter-Anteil (Lohnunternehmer - Transport)	1,26	50	0,63
Lohnunternehmer-Anteil (Rücken)	-0,03	70	-0,02
Lohnunternehmer-Anteil (Transport)	0,71	50	0,36
Waldbesitzer-Anteil	23,55	100	23,55
Händler-Anteil	14,79	50	7,40
Fremdkapitalgeber-Anteil	6,41	0	0
Anteil von Staat und Gesellschaft	29,56	4	1,18
Nettowertschöpfung insgesamt	105,59*	53	56,10

* rundungsbedingte Abweichungen

Tab. 8-8: Regionale Wertschöpfungseffekte der typischen Wertschöpfungskette für Hackschnitzel.

Wertschöpfungskette Hackschnitzel	Nettowertschöpfung [€/Fm o.R.]	Regionale Nettowertschöpfung	
		Prozent	€/Fm o.R.
Mitarbeiter-Anteil (Waldbesitzer)	0,36	100	0,36
Mitarbeiter-Anteil (Händler)	2,50	50	1,25
Mitarbeiter-Anteil (Lohnunternehmer)	1,89	70	1,32
Lohnunternehmer-Anteil	-0,62	70	-0,43
Waldbesitzer-Anteil	10,27	100	10,27
Händler-Anteil	1,46	50	0,73
Fremdkapitalgeber-Anteil	1,09	0	0
Anteil von Staat und Gesellschaft	10,52	2	0,21
Nettowertschöpfung insgesamt	27,49*	50	13,71

* rundungsbedingte Abweichungen

8.3.3 Diskussion und Schlussfolgerungen

8.3.3.1 Methodik und Datengrundlage

Nach der beschriebenen Vorgehensweise in Kap. 8.2 werden Nettowertschöpfungseffekte nur ermittelt, wenn ein Umsatzerlös erzielt wird. Dies trifft bei Teilketten von Privathaushalten sowie anderen Heizanlagenbetreibern, die die Energie nur für den Eigenverbrauch produzieren, nicht zu. Gegenstand nachfolgender Untersuchungen könnte sein, wie die Einsparungseffekte der Holzheizung, z.B. auch bei Selbstversorgung der Anlagenbetreiber, zu bewerten sind. Ferner konzentriert sich die Analyse auf die direkten Wirkungen der Versorgungskette mit dem Brennstoff Holz. Es sollten jedoch auch ergänzend die Effekte der Wertschöpfungskette für den Heizanlagenbetrieb bilanziert werden (vgl. auch HIRSCHL ET AL. 2011).

Zur Erhebung von Kosten und Erlösen der Value Chain wurden jeweils acht Scheitholz- und Hackschnitzelhändler aus der Stichprobe der Wertschöpfungskettenanalyse wiederholt kontaktiert. Von Vorteil für die zweite Befragung war das bereits aufgebaute Vertrauensverhältnis im persönlichen Interview zur Charakterisierung der Wertschöpfungskette. Acht Scheitholz- und fünf Hackschnitzelhändler erteilten Auskünfte. Die befragten Händler sind jedoch nicht an allen Wertschöpfungsstufen und Verfahren beteiligt. Darüber hinaus konnten sie zu einigen Arbeitsschritten keine vollständigen Angaben machen, zum einen weil keine Erfahrungswerte wie z.B. zum Kraftstoffverbrauch von Maschinen vorliegen, zum anderen, weil es sich um sensible Daten, wie Erlöse oder Mitarbeiterlöhne handelt, die sie wegen des Betriebsgeheimnisses nicht mitteilen wollen.

Nach Möglichkeit wurden jeweils die Werte eines Händlers für einen Arbeitsschritt ausgewählt, die den Median der Kosten für diesen Arbeitsschritt insgesamt ergeben.

Dadurch beziehen sich die Kosten der einzelnen Arbeitsschritte allerdings auf unterschiedliche Maschinenauslastungen. So werden die Maschinenkosten je Fm für den kombinierten Säge-Spaltautomaten über die hiermit jährlich aufgearbeitete Menge von 2000 Fm ermittelt, während sich die Fahrzeugkosten des kleinen LKWs auf die hiermit zurückgelegte Fahrtstrecke eines anderen Händlers beziehen. Diese Vorgehensweise erschien jedoch realistischer als die Mediane der Einzelkosten für Anschaffung, Betriebsstoffe, Versicherung etc. zu kombinieren, da diese zueinander sowie zur jährlichen Auslastung im Zusammenhang stehen.

Sofern Arbeitszeitstudien für die Arbeitsschritte vorliegen (z. B. für Rücken, Hacken, Transport) werden diese Daten zur Technischen Arbeitsproduktivität für die Wertschöpfungsermittlung herangezogen, anderenfalls geht die erforderliche Arbeitszeit auf eine eigene Annahme zurück (z. B. Holzverkauf und Kundenkontakt, Einsatz des Radladers am Lagerplatz), die in Absprache mit den Befragten getroffen wurde. Die Arbeitsproduktivität des Forstspeziialschleppers beim Rücken von Stückholz wurde nach CREMER (2008) für einen mittleren BHD von 30 cm i. H. v. 9,2 Fm/MAS ermittelt. Andere Produktivitätsmodelle, wie Rücketarife in Baden-Württemberg oder das Holzernteproduktivitätsmodell der WSL (HeProMo) (2007)³⁸ geben nur die Produktivität von Seilschleppern und nicht von Forstspeziialschleppern mit Kranaufbau an. Für das Rücken von Hackrohholz mit dem Forwarder wurde der Arbeitszeitbedarf nach EBERHARDINGER (2011) von 36,3 Srm/MAS (14,52 Fm/MAS) herangezogen. Dieser Wert geht aus einer Arbeitszeitstudie zum Rücken von Fichtenkronen in der Endnutzung hervor. Wie die Wertschöpfungskettenanalyse zeigt, werden insbesondere in den Modellregionen Kalk und Silikat – mit höherem Hackrohholzanteil – diese Baumkompartimente genutzt. Die ausgewählte Arbeitsproduktivität befindet sich im Mittelfeld der nach CREMER (2008) sowie WITTKOPF (2005) durchgeführten und untersuchten Studien. Allerdings unterscheiden sich die Bedingungen der genannten Studien u.a. hinsichtlich Vollbaum- und Kronennutzung sowie Baumarten. Die Gesamtarbeitszeit (GAZ) des Maschinenführers ist wegen der zusätzlich anfallenden allgemeinen Zeiten (AZ) höher als die Produktivität je Maschinenstunde (MAS), die nur Unterbrechungen bis 15 min beinhaltet. Die Umrechnung der Produktivitätswerte erfolgt nach CREMER (2008).³⁹

Der Arbeitszeitbedarf des Revierleiters bzw. Sachbearbeiters bei der Bereitstellung von Stückholz an der Waldstraße wird nach Rücksprache mit den befragten Revierleitern mit 5 min/Fm eingeschätzt. Diese Annahme liegt deutlich über dem nach RINGWALD (2013) ermitteltem Zeitbedarf. Es ist grundsätzlich anzunehmen, dass der Arbeitszeitaufwand individuellen Schwankungen unterliegt, da die Einweisung von Kleinkunden und Händlern

³⁸ http://www.waldwissen.net/technik/holzernte/kalkulation/wsl_hepromo/index_DE [Download: 2014, Version vom 15.03.2007]

³⁹ "Zur Umrechnung der MAS auf die RAZ (bzw. der pmh15 auf die pmh0) wurde davon ausgegangen, dass die auf die RAZ bezogene Produktivität um 15 % höher liegt im Vergleich zu der auf die MAS bezogenen Produktivität. [...] Zur Umrechnung von Produktivitätswerten, die als Gesamtarbeitszeit (GAZ) angegeben waren (dies trifft vor allem auf die Produktivität von Waldarbeitern bei motormanueller Arbeit zu), wurde davon ausgegangen, dass die auf die RAZ bezogene Produktivität um 20 % höher liegt im Vergleich zu der auf die GAZ bezogenen Produktivität."

teilweise telefonisch bzw. GPS-unterstützt abgewickelt wird, zum Teil aber auch eine persönliche Einweisung vor Ort erfolgt.

Die von Händler angegebene Arbeitsproduktivität bei der Aufarbeitung von Scheitholz liegt mit 4 Fm/h unter der Produktivität nach HÖLDRICH (2007) für große kombinierte Säge-Spaltmaschinen mit 6 Fm/h. Unter Berücksichtigung dieser Arbeitsproduktivität ergeben sich nach HÖLDRICH (2007) Kosten für Maschine, Energie und Beschickung i. H. v. etwa 7 €/Fm. Sie sind damit fast 50 % niedriger als die Vorleistungen und Abschreibungen der Wertschöpfungsstufe "Scheitholzaufarbeitung" der typischen Wertschöpfungskette mit 13,58 €/Fm o.R. Zum einen liegen die Stromkosten des befragten Händlers mit 3,08 €/Fm deutlich höher als die Energiekosten nach HÖLDRICH (2007) mit nur 0,33 €/Fm. Dies kann unter anderem durch die steigenden Strompreise, aber auch durch die geringere Arbeitsleistung je Stunde erklärt werden. Zum anderen geht HÖLDRICH (2007) von einer Maschinenauslastung von 1.000 MAS/a, folglich 6.000 Fm/a aus. Keiner der befragten Händler handelt jedoch mit mehr als 3.000 Fm/a. Bei einer höchstens halb so hohen Auslastung der Maschine sind folglich deutlich höhere Kosten je Fm anzunehmen.

Für die Produktivität beim Hacken wird das Produktivitätsmodell nach SCHULMEYER ET AL. (2014) herangezogen. Sie liegt für einen LKW-Aufbauhacker mit 540 PS bei 33,2 Fm/MAS und vergleichbar hoch wie die Produktivität nach dem Holzernteproduktivitätsmodell der WSL HeProMo (2007) i. H. v. 36,2 Fm/MAS⁴⁰. Die Maschine verursacht jedoch nicht nur in produktiven, sondern auch in unproduktiven Zeiten Kosten, zum Beispiel beim Umsetzen sowie bei An- und Abfahrt. Der Arbeitszeitbedarf hierfür variiert jedoch stark, sodass es keine allgemein gültigen Werte gibt. Verschiedene Studien (vgl. KÜHMAIER ET AL. 2007, WITTKOPF 2005, FELLER ET AL. 1999) weisen zwar auf einen ungefähren Anteil der produktiven Zeiten von 60 % bzw. ablaufbedingte Wartezeiten von 40 % hin, allerdings klammern Arbeitszeitstudien An- und Abfahrt scheinbar häufig aus. Teilweise geht aus den Studien außerdem nicht hervor, ob das Umsetzen auch An- und Abfahrt des Hackers einbezieht. Der befragte Händler gibt schließlich an, dass je produktive Maschinenstunde eine unproduktive Maschinenstunde anfällt. Eine Verdopplung der Vorleistungen und Abschreibungen für die nicht produktiven Zeiten scheint jedoch sehr hoch bemessen, auch weil hierbei ein geringerer Kraftstoffverbrauch anzunehmen ist. In der Beispielskette wird daher ein Faktor von 0,5 für die Kosten der unproduktiven Zeiten an den der produktiven Zeiten angenommen. Es handelt sich hier jedoch um eine unsichere Annahme, die den Einfluss der Kosten von unproduktiven Zeiten verdeutlicht. Um realistische Kostenberechnungen für die Hackschnitzelbereitstellung durchführen zu können, sind daher detailliertere Untersuchungen dieser Arbeitszeiten und Kosten erforderlich.

Die Vorleistungen und Abschreibungen, zzgl. der direkt dem Hacken zuzuordnenden Zinsen, Löhne und Steuern liegen mit 7,28 €/Fm o.R. (3,13 €/Srm) unter den von KÜHMAIER ET AL. (2007) ermittelten Kosten i. H. v. 4,81 €/Srm⁴¹. Im Hinblick auf die

⁴⁰ Eingabeparameter: BHD 40, Kronenfuß 15 cm, Laubholzanteil 30 %, Hacker auf LKW

⁴¹ Hacken von Schlagabraum im Wald (Forststraße)

Vergütung der Lohnunternehmer für das Hacken in den Modellregionen i. H. v. 3,50 €/Srm bis 4,50 €/Srm scheint das Ergebnis jedoch realistisch.

Der Anschaffungspreis sowie der Kraftstoffverbrauch des Schaufelradladers der typischen Wertschöpfungskette für den innerbetrieblichen Transport von Hackschnitzeln decken sich mit den Angaben nach KÜHMAIER ET AL. (2007). Die Nutzungsdauer wird allerdings von dem befragten Händler in der Praxis fast doppelt so hoch eingeschätzt.

Die Vorleistungen für die Lagerung (Pacht einer Lagerhalle) der typischen Value Chain fallen deutlich geringer aus als nach KÜHMAIER ET AL. (2007). Während dort für einen teilsphaltierten Lagerplatz mit Brückenwaage und Hackgutlagerung in der Halle bei einer Umschlagsmenge von 50.000 Srm in sechs Monaten Kosten i. H. v. 3,14 €/Srm anfallen, sind es nach Angaben des Händlers nur 3,21 €/Fm für die Pacht.

Auch KÜHMAIER ET AL. (2007) bewerten die Substanzverluste bei der Lagerung finanziell. Für die Lagerung von Hackgut in der Halle berücksichtigen sie einen mittleren Substanzverlust von 1,23 % je Monat nach GOLSER ET AL. (2005), der mit den von BALSARI & MANZONE (2010) bilanzierten Trockenmasseverlusten von 7 % in sechs Monaten vergleichbar ist. Nach HEINEK ET AL. (2013) sind verallgemeinerte Trockenmasseverluste für verschiedene Hackschnitzelqualitäten jedoch nur schwer möglich, auch wenn bei Waldrestholz ein größeres Pilzwachstum und höhere Trockenmasseverluste als bei Standard-Hackschnitzeln (vgl. Pappelholz bei BALSARI & MANZONE 2010) zu erwarten sind. Sie stellten weniger einen Einfluss der "indoor"- bzw. "outdoor"-Lagerung, sondern Zusammenhänge zur Höhe und Verdichtung des Hackschnitzelhaufens sowie der Partikelgröße fest. Dennoch scheinen die in der typischen Wertschöpfungskette angenommenen Trockenmasseverluste von 7 % eine realistische Größe, da auch nach HEINEK ET AL. (2013) für eine Lagerung von zwei bzw. fünf Monaten Verluste von 6 % bzw. 5 % gemessen wurden. Trocknungseffekte, die in der Wertschöpfungskettenanalyse als positive Nebeneffekte der Lagerung diskutiert wurden, treten nach HEINEK ET AL. (2013) nur bei Sommerlagerung, nicht jedoch bei Winterlagerung auf.

Da sich die Nettowertschöpfung aus dem Umsatzerlös abzüglich der Vorleistungen und Abschreibungen ermittelt, erhöht sich (*ceteris paribus*) die Nettowertschöpfung um eins, wenn der Erlös um eins steigt. Während der durchschnittliche Erlös des Waldbesitzers für Stückholz in den Modellregionen Kalk und Keuper im Kommunalwald und Staatswald nur etwa 2 €/Fm o.R. vom Erlös der typischen Wertschöpfungskette (54,21 €/Fm o.R.) abweicht, liegt er in der MR Silikat im Kommunalwald mit 49 €/Fm o.R. und im Staatswald mit 41,70 €/Fm o.R. (u.a. bedingt durch den hohen Nadelholzanteil) deutlich niedriger. Bei gleichen Kosten der Wertschöpfungsstufen für Vorleistungen und Abschreibungen ist in MR Silikat daher für diese Teilkette ein geringerer Wertschöpfungsanteil des Waldbesitzers zu erwarten.⁴²

⁴² Die Erlöse im Kommunalwald werden ausgehend von der Stichprobenbefragung erhoben. Die Mittelwerte im Staatswald sind das Ergebnis einer FOKUS-Abfrage zum durchschnittlichen Erlös der betroffenen Landkreise der jeweiligen Modellregion im Forstwirtschaftsjahr 2013.

Auch der Erlös des Waldbesitzers für Hackrohholz schwankt erheblich zwischen den Modellregionen. Mit 12,85 €/Fm o.R. im Kommunalwald bzw. 13,76 €/Fm o.R. im Staatswald liegt der mittlere Erlös in der MR Keuper deutlich niedriger als in den Modellregionen Kalk (KW: 21,51 €/Fm o.R., SW: 16,46 €/Fm o.R.) und Silikat (KW: 16,25 €/Fm o.R., SW: 15,84 €/Fm o.R.). Sinkt der Umsatzerlös des Waldbesitzers von 18,75 €/ Fm o.R. (typische Kette) um 5 €/ Fm o.R., wie in MR Keuper, halbiert sich sein Gewinn bzw. Wertschöpfungsanteil.

Dieselben Auswirkungen sind auch bei der Teilkette des Händlers zu erwarten. Die kleine Stichprobenauswahl lässt jedoch keine signifikanten Aussagen zu Unterschieden zwischen den Modellregionen zu. Bei den Erlösen von Scheitholz inkl. Lieferung (einf. Fahrtfernung: 20 km) liegt der Median der typischen Wertschöpfungskette von 149,54 €/Fm o.R. sogar zwischen einem Minimum von 128,17 €/Fm o.R. und einem Maximum von 171,43 €/Fm o.R. Einen wesentlichen Einfluss auf die Höhe des Umsatzerlöses hat auch der angewandte Umrechnungsfaktor, da das Scheitholz nicht in Festmeter, sondern nach Raummeter (Rm) oder Schüttraummeter (Srm) abgerechnet wird. Ersetzt man den in der typischen Kette angewandten Faktor für Srm von 0,5 nach LWF (2014) durch den ermittelten Faktor nach HÖLDRICH (2007), ergibt sich ein um 28 €/ Fm o.R. höherer Erlös, der sich in dieser Höhe auf den Gewinn des Händlers auswirkt. Die erzielten Erlöse des Hackschnitzelhändlers scheinen darüber hinaus von der Hackschnitzelqualität (insb. Wassergehalt) beeinflusst zu werden. Sie liegen zwischen 37,50 €/Fm o.R. und 58,49 €/Fm o.R. (Median der typischen Kette 45,12 €/Fm o.R.).

8.3.3.2 Regionale Wertschöpfungseffekte von Scheitholz und Hackschnitzel

Innerhalb der Entstehungsrechnung wird bei der vorgestellten typischen Value Chain von Scheitholz eine fast viermal so hohe Nettowertschöpfung je eingeschlagenen Festmeter (105,59 €/Fm o.R.) wie für Hackschnitzel (27,49 €/Fm o.R.) ermittelt. Diese wird insbesondere bedingt durch den 3,5fach höheren Umsatzerlös von Stückholz gegenüber Hackrohholz und dreimal höheren Erlös von Scheitholz im Vergleich zu Hackschnitzel. Eine geringere Rolle spielen die unterschiedlichen Vorleistungsanteile der beiden Gesamtketten. Denn die Nettowertschöpfungsquote liegt bei der Wertschöpfungskette für Hackschnitzel mit 40 % (für beide Teilketten) nur etwas niedriger als die Nettowertschöpfungsquote der Scheitholz-Kette mit 49 %. Die Differenz wird durch die höhere Wertschöpfungsquote der Waldbesitzer-Kette von Scheitholz (87%) gegenüber Hackschnitzel (68 %) geprägt.

Während von der Hackschnitzelnutzung mit über einem Drittel insbesondere der Waldbesitzer sowie Staat und Gesellschaft und zu geringerem Anteil auch die Mitarbeiter profitieren, verteilt sich die Nettowertschöpfung der Scheitholznutzung zu jeweils etwa einem Viertel auf Mitarbeiter, Waldbesitzer sowie Staat und Gesellschaft. Die ermittelten Gewinne der Waldbesitzer dienen auch dem Ausgleich von Verlusten bzw. Kosten anderer Sortimente und Waldfunktionen. Letztlich profitiert daher auch die Gesellschaft von den

indirekten Effekten des Waldbesitzer-Anteils, wenn z.B. Erholungseinrichtungen sowie Schutzfunktionen gefördert werden. Ferner wurden die Kosten vorausgegangener Pflanzung oder Pflegemaßnahmen in der Wertschöpfungs-ermittlung nicht berücksichtigt.

Der Gewinn des Scheitholz-Händlers ist mit 14,49 €/Fm o.R. (14 % der Nettowertschöpfung) deutlich höher als der des Hackschnitzel-Händlers von 1,46 €/Fm o.R. (5 %). Dies verdeutlicht die größere Herausforderung des Hackschnitzel-Händlers durch zielgerichtete Unternehmensstrategien die Kosten zu reduzieren und/ oder den Erlös zu steigern. Ihren höheren Professionalisierungsgrad zeigt auch das Ergebnis der Händlerbefragung. Der Anteil der Haupterwerbsbetriebe ist anders als bei den Scheitholz-Händlern höher (vgl. Kap. 7.3.2.2). Mögliche Ansätze zur Optimierung der Wirtschaftlichkeit sind neben der Maximierung der Direktversorgung aus dem Wald auch die höhere Auslastung eigener Maschinen durch Lohnarbeiten oder die Auftragsvergabe an Lohnunternehmer. Drei Viertel der Befragten setzen Dienstleister beim Hacken und/ oder Transport ein und die Hälfte der Hackschnitzelhändler bietet auch Dienstleistungen an. Scheitholzhändler nehmen hingegen seltener Lohnarbeiten an, bedingt auch durch die deutlich niedrigeren Maschinenkosten, die eine geringere Auslastung erfordern. Eine weitere Strategie kann die Bereitstellung von qualitativ hochwertigen Hackschnitzeln sein, wodurch ggf. höhere Umsatzerlöse erzielt werden.

Bei einem Vergleich der absoluten Wertschöpfungsanteile von Hackschnitzel- und Scheitholz-Händler sind allerdings auch die unterschiedlichen jährlichen Handelsvolumen der Händler zu berücksichtigen. Wenn ein Hackschnitzelhändler im Haupterwerb 20.000 Fm/Jahr handelt und ein Scheitholzhändler 2000 Fm/Jahr liegt der Jahresgewinn etwa gleich hoch. Darüber hinaus kann sich der Gewinn des Händlers erweitern, wenn er Arbeitsschritte, für die in dieser Berechnung Mitarbeiter entlohnt werden, selbst durchführt.

Der Fremdkapitalgeberanteil erscheint mit 6 % (Scheitholz) bzw. 4 % (Hackschnitzel) zunächst gering. Um den Anteil allerdings realistisch beurteilen zu können, müsste der Zinsertrag dem Aufwand gegenübergestellt werden. Lohnunternehmer bieten ihre Dienste scheinbar an der Grenze zur Wirtschaftlichkeit an. Tatsächlich bestätigen Expertengespräche, dass ihre Gewinne oft gering ausfallen. Das Unternehmen "lohnt sich" meist nur, wenn sie die Maschine selbst führen und der Gewinn nicht um den Mitarbeiterlohn verringert wird. Einen hohen Einfluss auf die Rentabilität hat jedoch der Unternehmerlohn je Fm. Innerhalb der Wertschöpfungsberechnung beträgt dieser für das Rücken von Stückholz 9,50 €/Fm o.R. und bei Hackrohholz bei 8 € Fm o.R. (Median im Kommunalwald). Dahingegen lag die durchschnittliche Vergütung für das Rücken inkl. Vorlieferung auf 30 % der Fläche bei der Ausschreibungsrunde 2014 im Staatswald nach Angabe der Zentralen Holzbereitstellung nur bei 7,90 €/ Fm o.R.

Hinsichtlich der Regionalität der Wertschöpfung können keine signifikanten Unterschiede zwischen der Scheitholz- und Hackschnitzelnutzung festgestellt werden. Eine Abschätzung ergab, dass etwa die Hälfte der direkten Wertschöpfungseffekte in der Region verbleibt (vgl. Kap. 0). Ein hoher Anteil der Wertschöpfung – die Steuern an Land und Bund

(Scheitholz 24 %, Hackschnitzel 36 %) - verlässt zunächst die Region. Durch steuerfinanzierte Maßnahmen und Unterstützungen können diese jedoch zu indirekten regionalen Effekten führen.

Wie die Wertschöpfungsketten-Analyse zeigt, wird anders als bei Hackrohholz, ein hoher Anteil des Stückholzes direkt an den privaten Endverbraucher verkauft. Damit entfällt die erzielte Wertschöpfung der Händler-Kette. Ein Vergleich der direkten Effekte der Teilketten Waldbesitzer und Händler (abzgl. Umsatzsteuer) von Scheitholz zeigt jedoch, dass sich die Wertschöpfung des Waldbesitzers durch die Veredelung des Händlers verdoppelt. Aus dieser Sicht scheint ein bevorzugter Verkauf von Stückholz an Händler sinnvoll.

Die höhere Nettowertschöpfung von Scheitholz gegenüber Hackschnitzel verdeutlicht, dass (aktuell) keine Konkurrenz zwischen der Scheitholz- und Hackschnitzelnutzung zu erwarten ist. Damit bestätigt die Untersuchung die Hypothese der Wertschöpfungskettenanalyse. So wird für Hackschnitzel vorwiegend Restholz (insb. Nadelhölzer), für Scheitholz insbesondere Buchenstammholz genutzt.

8.3.3.3 Ausblick und Forschungsbedarf

Wie die Wertschöpfungsanalyse zeigt, werden die Wirkungen der Value Chains von Scheitholz und Hackschnitzel von sehr vielen Parametern beeinflusst: z.B. von der Produktivität verschiedener Arbeitsschritte, erforderlichen Investitionen bzw. deren Abschreibungen, Betriebsstoffkosten, der Fahrtfernung, der eigene Durchführung von Wertschöpfungsstufen oder dem Auftrag an Lohnunternehmer. Eine Veränderung dieser Parameter kann sich auf die Höhe und Verteilung der Wertschöpfung auswirken. Beispielhaft wurden die Effekte unterschiedlicher Erlöse in Kap. 8.3.3.2 diskutiert. Um den Einfluss einzelner Parameter und die Effekte von variablen Wertschöpfungsketten auf die Höhe der Nettowertschöpfung zu prüfen, empfiehlt sich in nachfolgenden Forschungsvorhaben die Durchführung einer Variantenanalyse. So zeigt die Sensitivität der Wertschöpfung hinsichtlich eines Parameters – wie z.B. des Umsatzerlöses - an, dass die Datenauswahl dieser Einflussgröße besonders kritisch zu vorzunehmen ist. Darüber hinaus können Handlungsempfehlungen abgeleitet werden, welche Einflussgrößen gezielt gesteuert werden sollten, um die Nettowertschöpfung zu steigern. Welcher Mehrwert ist beispielsweise durch eine Direktversorgung aus dem Wald gegenüber der hier typischen Value Chain zu erzielen und bis zu welcher Fahrtfernung lohnt sich die Versorgung?

Als Entscheidungskriterien zwischen den Value Chains von Scheitholz und Hackschnitzel sowie ihrer Varianten können die Wertschöpfungseffekte sowie die Regionalität der Stoffströme dienen. Die fast viermal höheren ökonomischen Effekte von Scheitholz gegenüber Hackschnitzel verdeutlichen, dass eine Scheitholzverwendung gegenüber der Hackschnitzelnutzung zu bevorzugen ist. Dass dies in der Praxis aktuell auch so gehandhabt wird, zeigen die unterschiedlichen Sorten bzw. Baumkompartimente der Produkte. Da weniger Scheitholz und Hackschnitzel, sondern vielmehr Scheitholz und

Industrieholz miteinander konkurrieren, sollten die Wertschöpfungseffekte und die Regionalität der Stoffströme nicht nur innerhalb der energetischen Verwendung, sondern auch der stofflichen Nutzung gegenüber gestellt werden. Hinsichtlich der ermittelten Nettowertschöpfung scheint die Veredelung des Stückholzes durch einen Händler sinnvoll, da hierbei die Wertschöpfung etwa verdoppelt werden kann. Der Druck das Stückholz als "Bürgerholz" zu vermarkten, ist allerdings im Kommunalwald zum Teil sehr hoch. Außerdem gilt es die Einsparungseffekte der Bürger (privaten Haushalte) zu bewerten und zu untersuchen, wie sich diese auf die regionale Wertschöpfung auswirken können. Für einen direkten Verkauf des Waldbesitzers an private Haushalte spricht außerdem der regionale Verbleib dieses Stückholzes.

Insgesamt sind die Stoffströme von Scheitholz und Hackschnitzel weitestgehend regional, es gibt jedoch Regionen, die eine Versorgungsfunktion insbesondere für das direkte Umland übernehmen. Nach der Theorie des Exportbasis-Ansatzes ist diese Entwicklung erstrebenswert, da durch Exporte Einkommensströme in die Region gelenkt werden, die ebenfalls regionale Multiplikatoreffekte hervorrufen (BATHELT & GLÜCKLER 2012). Allerdings sollten hierbei auch andere Kriterien, wie z. B. eine nachhaltige Waldbewirtschaftung berücksichtigt werden. Während die regionale Versorgung von Scheitholz gewährleistet scheint, ist eine der Modellregionen auf Hackschnitzelimporte angewiesen. Trotz des theoretisch höchsten Hackschnitzelbedarfs je Hektar Waldfläche der drei Modellregionen, wird dort deutlich weniger Hackholz je Hektar genutzt als in den anderen beiden Regionen. Insbesondere Waldbesitzer merkten in den Interviews an, dass Betreiber während der Heizanlagenplanung oft keine vorausschauenden Versorgungskonzepte erstellten. Sie informierten sich häufig nicht beim Waldbesitzer, inwiefern eine regionale Hackschnitzelversorgung möglich sei. Hier stellt sich die Frage, welche Instrumente regionales Angebot und regionale Nachfrage von Hackholz (kommunikationsoptimiert) steuern könnten, um eine nachhaltige regionale Entwicklung zu fördern.

8.4 LITERATURVERZEICHNIS

BALSARI, P., MANZONE, M. (2010): Evaluation of different wood chip storage techniques. FORMEC 2010. Forest Engineering: Meeting the Needs of the Society and the Environment. Padova, Italien, 10 S.

BATHELT, H., GLÜCKLER, J. (2012): Wirtschaftsgeographie. Ökonomische Beziehungen in räumlicher Perspektive. 3. Aufl. Stuttgart, 483 S.

CREMER, T. (2008): Bereitstellung von Holzhackschnitzeln durch die Forstwirtschaft. Produktivitätsmodelle als Entscheidungsgrundlage über Verfahren und Aushaltungsvarianten, entwickelt auf der Basis einer Metaanalyse. Dissertation, Albert-Ludwigs-Universität-Freiburg i. Br., 199 S.

EBERHARDINGER, A. (2011): Innovative Verfahrenstechnik bei der Bereitstellung von Waldhackgut zur thermischen Verwertung. Dissertation, Technische Universität München, Freising, 244 S.

FELLER, S., V.WEBENAU, B., WEIXLER, H., KRAUSENBOECK, W., GÖLDNER, A., REMLER, N. (1999): Teilmechanisierte Waldhackschnitzel-Bereitstellung. Lagerung. Logistik. Freising, 103 S.

GOLSER, M., PICHLER, W., HADER, F. (2005): Energieholztrocknung. Im Auftrag des Kooperationsabkommens Forst-Platte-Papier. HFA-Nr.: F1887/04, Wien.

GOTHE, D. & HAHNE, U (2005): Regionale Wertschöpfung durch Holz-Cluster. Best-Practice-Beispiele regionaler Holz-Cluster aus den Bereichen Holzenergie, Holzhaus- und Holzmöbelbau. Wald-Arbeitspapier Nr. 14. Freiburg, 53 S

HALLER, A. (1998): Wertschöpfungsrechnung. Die Betriebswirtschaft 58, 261-265

HEINEK, S., POLANZ, S., HUBER, M.B., HOFMANN, A., MONTHALER, G., FUCHS, H.P., LARCH, C., GIOVANNINI, A. (2013): Biomass conditioning. Degradation of biomass during the storage of woodchips. 21st European Biomass Conference and Exhibition 2013, Kopenhagen, S.11-20.

HIRSCHL, B., SALECKI, S., BÖTHER, T., HEINBACH, K. (2011): Wertschöpfungseffekte durch Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg. Im Auftrag vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg. Berlin, 116 S.

HÖLDRICH, A. (2007): Bewertung von Scheitholzproduktionsverfahren unter arbeitswissenschaftlichen, energetischen und ökonomischen Aspekten. Dissertation, Technische Universität München, Freising, 244 S.

HOPPENBROCK, C. ALBRECHT, A. (2009): Diskussionspapier zur Erfassung regionaler Wertschöpfung in 100%-EE-Regionen. Grundlagen und Anwendung am Beispiel der Fotovoltaik Wertschöpfung in 100%-EE-Regionen. DEENET (Hrsg.) Arbeitsmaterialien 100 EE Nr. 2, Kassel, 63 S.

KOSFELD, R., GÜCKELHORN, F., RAATZ, W., WANGELIN, M., HEMPRICH, N., SCHWALM, P., SIEGEL, G., WACKER, A. (2011): Strategische Einbindung regenerativer Energien in regionale Energiekonzepte – Wertschöpfung auf regionaler Ebene. BMVBS-Online-Publikation, Nr. 18/2011. Berlin, 192 S.

KÜHMAIER, M., KANZIAN, C., HOLZLEITNER, F., STAMPFER, K. (2007): Wertschöpfungskette Waldhackgut. Optimierung von Ernte, Transport und Logistik. Universität für Bodenkultur, Wien, 283 S.

MLR BW (MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHEN RAUM UND VERBRAUCHERSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG) (Hrsg.) (2010): Clusterstudie Forst und Holz Baden-Württemberg. Stuttgart, 171 S.

RINGWALD, T. (2013): Untersuchung zur Wirtschaftlichkeit bei der Bereitstellung, Produktion und des Vertriebs von Buchen-Industrieholz im Forstbetrieb Albstadt. Bachelorarbeit, Rottenburg, 83 S.

SCHULMEYER, F., HÜTTL, K., KUPTZ, D. (2014): Ressourcenorientierte Hackschnitzelbereitstellung. Teil 1: Prozesskette, Produktivität und Kraftstoffverbrauch. Präsentation, 13. Forstwissenschaftliche Tagung, Tharandt. (nicht publizierte Ergebnisse, Stand 01/2015)

SCHWEINLE, J. (2012): Wertschöpfungsanalyse der energetischen Nutzung von Holz. Hamburg, 34 S.

WITTKOPF, S. (2005): Bereitstellung von Hackgut zur thermischen Verwertung durch Forstbetriebe in Bayern. Dissertation, Technische Universität München, Freising, 209 S.

9 TREIBHAUSGAS- UND LUFTSCHADSTOFF-EMISSIONEN BEI DER WALDENERGIEHOLZNUTZUNG

Autor: Klaus Hennenberg

9.1 HINTERGRUND UND ZIELSETZUNG

Im Vergleich zu fossilen Energieträgern führen holzbasierte Nutzungspfade zu deutlich niedrigeren Treibhausgas (THG)-Emissionen. Beispielsweise weist IZES et al. (2014) eine THG-Reduktion für holzbasierte Energieversorgungssystemen von 33-45% gegenüber fossilen Referenzsystemen aus. Im Hinblick auf die Emission von Luftschadstoffen können Holzfeuerungsanlagen aber zu einer deutlichen Erhöhung der Luftbelastung führen. Im Luftschadstoffkataster 2010 des Landes Baden-Württemberg (LUBW 2012) wird herausgestellt, dass im Bereich der kleinen und mittleren Feuerungsanlagen über 90% der Emissionen zu den Luftschadstoffen Kohlenmonoxid, Methan, Stäube und flüchtige organische Verbindungen ohne Methan (NMVOC) aus Holzfeuerungsanlagen stammen. Dabei nahm Holz aber am Anteil an der Endenergie in diesem Bereich lediglich 9 % ein. IZES et al. (2014) zeigt ebenfalls, dass der Einsatz holzbasierter Energieversorgungssystemen gegenüber fossilen Referenzsystemen zu einer Erhöhung der Feinstaubemission führt. Auch bei der Versauerung ist bei Holzfeuerungsanlagen mit schlechteren Werten als bei fossilen System zu rechnen (EBENDA).

Im Rahmen der Analyse der regionalen Wertschöpfung zeigte sich, dass die Vermarktung von Scheitholz wirtschaftlicher darstellbar ist als die Vermarktung von Hackschnitzel. Zudem kann mit der Scheitholznutzung eine höhere regionale Wertschöpfung im Vergleich zu Hackschnitzel erreicht werden (vgl. Kap. 8).

Neben der ökonomischen Bewertung spielt eine ökologische Bewertung bei der Energieholznutzung eine zunehmende Rolle. Ein anerkanntes Verfahren zur Bewertung ökologischer Effekte entlang von Produktionsketten ist die Ökobilanzierung (Life Cycle Assessment, LCA). Bei einer energetischen Nutzung von Waldholz stellen vor allem die Emissionen von Treibhausgasen und von Luftschadstoffen (siehe oben) wichtige Größen dar. Zentrale Fragen sind:

- Wie unterscheiden sich Wertschöpfungsketten von Waldenergieholz in Bezug auf die Emission von Treibhausgasen und Luftschadstoffen?
- Wie unterscheiden sich Wertschöpfungsketten von Waldenergieholz im Vergleich zu fossilen Referenzsystemen (z.B. Raumwärme aus Gas-Heizöl-Mix)?

Das Ziel dieses Kapitel ist es, Standarddatensätze des Ökobilanzierungstool GEMIS (2014) für Heizanlagen mit unterschiedlichen Brennstoffen (Scheitholz, Hackschnitzel, Heizöl bzw. Gas) sowie für unterschiedliche Technologien und Anlagengrößen darzustellen. Die Ergebnisse werden im Hinblick auf die erwartete regionale Wertschöpfung sowie auf aktuelle Regelungen zu Schadstoffemissionen diskutiert.

9.2 TREIBHAUSGAS- UND LUFTSCHADSTOFFEMISSIONEN AUSGEWÄHLTER PROZESSKETTEN

Für die Darstellung von Treibhausgas- und Luftschadstoffemissionen wurden aus dem Standarddaten im Ökobilanzierungstool GEMIS die in Tab. 9-1 aufgelisteten Datensätze für einen Vergleich von Heizanlagen, die Warmwasser bereitstellen, ausgewählt.

Tab. 9-1: Verwendete GEMIS-Prozesse zur Bereitstellung von Warmwasser

Benennung	Beschreibung des GEMIS-Prozesses
Holz-Stück	Scheitholz -Zentralheizung mit einer Leistung von 10 kW; GEMIS-Prozess: „Holz-Stücke-Heizung-DE-2010 (Endenergie)“
10kW_Pellet	Kleinere Holzpellet-Zentralheizung mit einer Leistung von 10 kW; GEMIS-Prozess: „Holz-Pellet-Holzwirtsch.-Heizung-10 kW-2010 (Endenergie)“
50kW_Hack	Größere Holzhackschnitzel-Zentralheizung mit einer Leistung von 50 kW; GEMIS-Prozess: „Holz-HS-Waldholz-Heizung-50 kW-2010 (Endenergie)“
1MW_Hack	Holzhackschnitzel-Heizanlage für Nahwärme mit einer Leistung von 1 MW; GEMIS-Prozess: „Holz-HS-Waldholz-Heizwerk-1 MW-2010 (Endenergie)“
Gas	Gas-Zentralheizung mit einer Leistung von 10 kW; GEMIS-Prozess: „Gas-Heizung-DE-2010 (Endenergie)“
Öl	Öl-Zentralheizung mit einer Leistung von 10 kW; GEMIS-Prozess: „Öl-Heizung-DE-2010 (Endenergie)“

Im Hinblick auf Treibhausgas (THG)-Emissionen zeigt sich deutlich, dass alle Holz-Heizanlagen deutlich niedrigere THG-Emissionen aufweisen als die fossilen Gas- und Öl-Zentralheizungen aus dem einfachen Grund, dass das Kohlendioxid aus der Verbrennung des Holzes als erneuerbare Ressource nicht in die THG-Bilanz eingeht (Abb. 9-1a).

Für versauernde Emissionen (SO₂-Äquivalente) sind relativ geringe Unterschiede zwischen den Anlagensystemen zu sehen. Insbesondere die Gas-Zentralheizung zeigt niedrige Werte für versauernde Emissionen (Abb. 9-1b)

Die Emissionen von Staub sind besonders hoch bei Scheitholz-, gefolgt von größeren Holzhackschnitzel- und kleinen Holzpellet-Zentralheizungen. Die Staubemissionen der Holzhackschnitzel-Heizanlage für Nahwärme liegen in der Größenordnung der Öl-Zentralheizung, wobei für die Gas-Zentralheizung die niedrigsten Werte zu erkennen sind (Abb. 9-1c).

Für die Emissionen von Kohlenmonoxid (Abb. 9-1d) und in ähnlicher Weise für flüchtige organische Verbindungen ohne Methan (NMVOC; Abb. 9-1f) zeigt sich, dass besonders hohe Emissionen bei der Scheitholz-Zentralheizung auftreten.

Für die Gas-Zentralheizung sind Methanemissionen in der Vorkette (Methangewinnung und -transport) festzustellen. Auch für die Scheitholz-Zentralheizung gefolgt von der größeren Holzhackschnitzel-Zentralheizung sind die Methanemissionen relativ hoch. Ihr Klimaeffekt ist aber bereits in den THG-Emissionen berücksichtigt (Abb. 9-1a).

In der Summe ist festzuhalten, dass die holzbasierten Heizanlagen eine deutlich bessere THG-Bilanz haben als die fossilen Systeme, allerdings liegen die Luftschadstoffemissionen der Holzheizung i. d. R. höher als die Gas- und Öl-Heizung. Tendenziell ist erkennbar: Je kleiner eine Holzheizanlage ist, desto größer fallen die Emissionen von Luftschadstoffen aus.

Die Unterschiede zwischen den berücksichtigten Heizanlagen für die Emission von Luftschadstoffen resultieren vor allem aus direkten Emissionen bei der Verbrennung. Für die Vorketten der Holzbereitstellung ist aber festzuhalten, dass gerade beim Holz die Prozessketten in GEMIS (2014) stark vereinfacht sind. Eine detaillierte Berücksichtigung der Prozessschritte, die in der Analyse der Wertschöpfungsketten in Kap. 7 erhoben wurden, könnte dazu führen, dass die Emissionen der Vorketten ansteigen würden. An dieser Stelle besteht weiterer Forschungsbedarf.

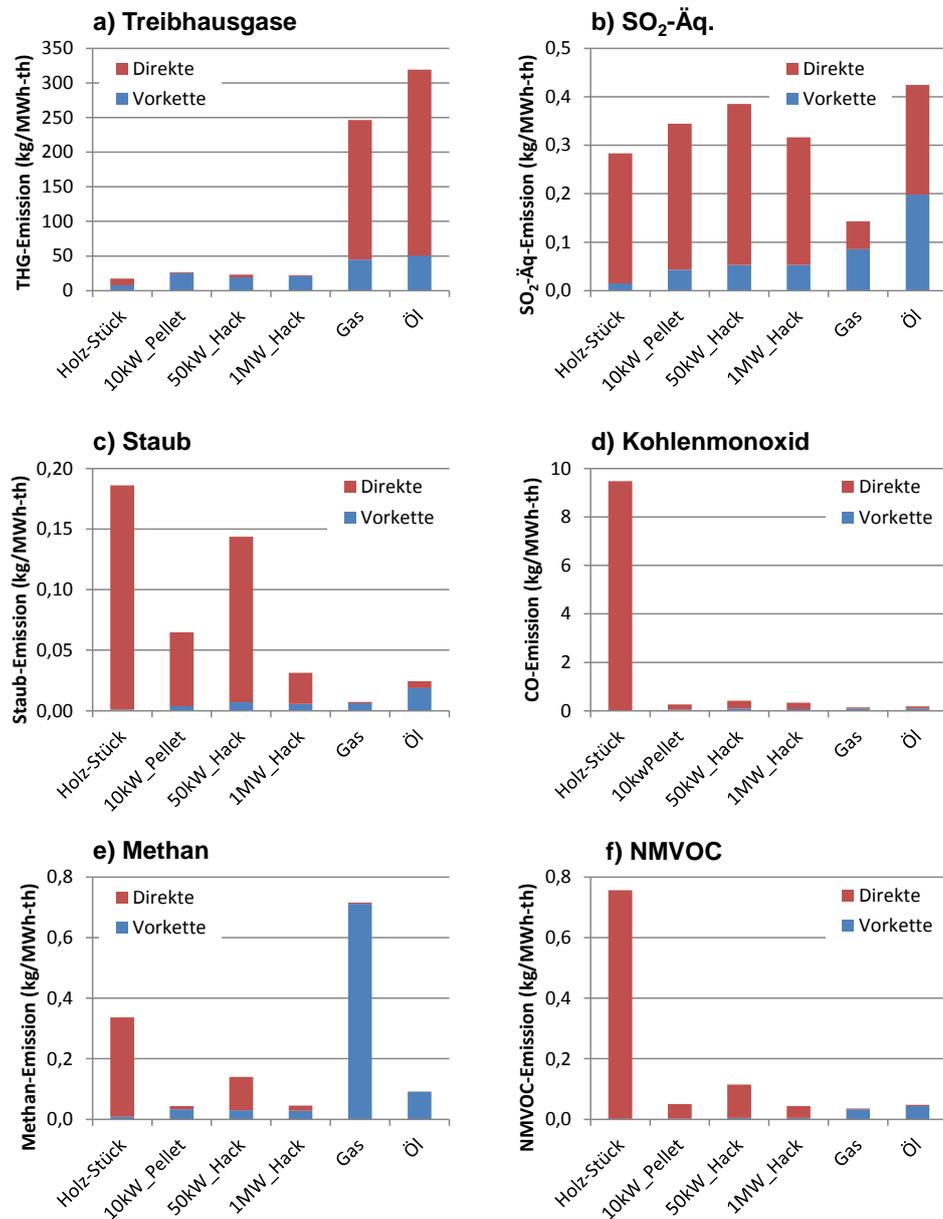


Abb. 9-1: Treibhausgas- und Luftschadstoffemissionen für Heizanlagen (Holz, Heizöl, Gas)

9.3 DISKUSSION UND ZUSAMMENFASSUNG

Die energetische Nutzung von Holz als erneuerbare Ressource kann einen deutlichen Betrag zum Klimaschutz leisten. Allerdings darf das Erreichen dieses Ziels nicht zu Lasten der Luftqualität erfolgen. Es ist herauszustellen, dass gerade bei kleinere Holz-Heizungen, und insbesondere die Scheitholzfeuerung, hohe Luftschadstoffemissionen verursachen.

Bei der Bewertung der dargestellten Werte für Treibhausgas- und Luftschadstoffemissionen im Kap. 9.2 ist zu berücksichtigen, dass die Datensätze in GEMIS als Mittelwert über den Anlagenbestand zu verstehen sind, der die rechtlichen Anforderungen (z.B. Bundes-Immissionsschutzgesetz, BImSchG) für das Jahr 2010 erfüllen. Die Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen⁴³ stellt Grenzwerte für Holzfeuerungsanlagen (inklusive Einzelraumfeuerungsanlagen) auf, die durch Übergangsregeln in Abhängigkeit vom Baualter der Anlagen ab 2014 und spätestens ab 2025 gelten. Es ist daher damit zu rechnen, dass sich die Emissionen aus Holzfeuerungsanlagen in den kommenden 10 Jahren deutlich verringern werden. Allerdings setzt dies eine konsequente Umsetzung der Anforderungen an die kleinen und mittleren Holzfeuerungsanlagen voraus.

Neben den gesetzlichen Vorgaben bestehen weitere Ansatzpunkte, die Luftschadstoffemissionen zu reduzieren. Einen deutlichen Einfluss hat die Brennholzqualität und dabei der Rinden- bzw. Nadelanteil und die Holzfeuchtigkeit. Rinden und Nadeln weisen im Vergleich zu Holz höhere Gehalte an Schwermetalle, Stickstoff, Chlor und Schwefel auf. Dies kann bei der Verbrennung zu unerwünscht hohen Emissionen führen, was gerade beim Einsatz in kleinen und mittleren Feuerungsanlagen, bei denen meist keine Abgasreinigung erfolgt, auftreten kann. Aus diesem Grund wurde z.B. in der Vergabegrundlage des Umweltzeichens „Blauer Engel“ für technisch getrocknete Hackschnitzel / Holzpellets Nadel-Waldrestholz als Quelle ausgeschlossen (RAL-UZ 153, 2011).

Hohe Holzfeuchtigkeit führt zu unvollständigem Abbrand, vermindert die Verbrennungstemperatur und kann somit zu hohen Kohlenmonoxid-Emissionen, Ruß und Bildung von Kohlenwasserstoffen führen. Für Holzhackschnitzel sollte z.B. ein Wassergehalt unter 15% gewährleistet werden (vgl. RAL-UZ 153, 2011). Eine Verfeuerung von frischen Hackschnitzeln sollte nicht bzw. nur in entsprechend geeigneten Anlagen erfolgen. Scheitholz sollte lufttrocken sein. Hier fordert die BImSchV einen Feuchtegehalt von weniger als 25 % und erlaubt eine Überprüfung von Brennmaterial durch den Schornsteinfeger. Als ein weiteres wichtiges Nutzerverhalten, das deutliche Auswirkungen auf die Emission von Luftschadstoffen hat, ist die Art der Anfeuerung von Holzöfen⁴⁴ zu nennen. Zu diesen Aspekten ist eine Sensibilisierung der Endnutzer durch Informationsveranstaltungen sinnvoll.

⁴³ Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen - 1. BImSchV): http://www.gaa.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/16507/2_1_01.pdf

⁴⁴ Merkblatt „Richtig anfeuern“ http://www.lungenliga.ch/uploads/tx_pubshop/merkblatt_richtig_anfeuern.pdf

9.4 LITERATURVERZEICHNIS

GEMIS (2014): Globales Emissions-Modell integrierter Systeme (GEMIS). Version 4.93. Software-down-load unter: www.gemis.de (letzter Besuch am 01.12.2014).

IZES (INSTITUT FÜR ZUKUNFENERGIESYSTEME), IFEU (INSTITUT FÜR ENERGIE UND UMWELTFORSCHUNG HEIDELBERG), IIWH (INTERNATIONALES INSTITUT FÜR WALD UND HOLZ NRW) (2014): Regionale Konzepte zum Ausbau der Bioenergieerzeugung aus Holz - nachhaltige und energieeffiziente Strategieentwicklung unter besonderer Berücksichtigung der Holzkaskadennutzung. Endbericht. Saarbrücken.

LUBW (LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNG UND NATURSCHUTZ IN BADEN-WÜRTTEMBERG) (2012): Luftschadstoff-Emissionskataster Baden-Württemberg. LUBW, Karlsruhe.

10 ERGEBNISSE DES WORKSHOPS „NACHHALTIGES WALDMANAGEMENT UND REGIONALE WERTSCHÖPFUNG“

Autoren: Klaus Hennenberg, Marie Sophie Schmidt, Rainer Luick, Thomas Weich, Rüdiger Unseld

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurde am 20.11.2014 der Projektworkshop „Nachhaltiges Waldmanagement und regionale Wertschöpfung“ durchgeführt, auf dem mit Vertretern aus der Forst- und Energieholzwirtschaft, der Politik und der Wissenschaft die Projektergebnisse sowie die Beiträge anderer Forschungsprojekte bzw. von Forstakteuren diskutiert wurden. Im Zentrum des Workshops stand eine nachhaltige Energieholzproduktion und –nutzung. Dabei wurden ökologische, ökonomische und soziale Ebenen einer nachhaltigen Nutzung von Energieholz beleuchtet. Als eine übergeordnete Fragestellung des Workshops wurde insbesondere behandelt, in wieweit Synergien oder Konflikte zwischen der Energieholznutzung und dem Schutz der biologischen Vielfalt bestehen.

Die vollständige Dokumentation des Workshops (Programm, Vorträge, Ergebnisprotokoll) ist zu finden unter: <https://www.hs-rottenburg.net/aktuelles/aktuelle-meldungen/detail/artikel/wie-kann-eine-nachhaltige-energieholznutzung-und-regionale-wertschoepfung-gelingen/>

10.1 ÖKOLOGISCHE BEWERTUNG DER ENERGIEHOLZNUTZUNG

Im Hinblick auf die ökologische Nachhaltigkeit wurde von den Referenten die Notwendigkeit herausgestellt, die Produktionskraft und Funktionsfähigkeit des Ökosystems Wald zu erhalten. Im Zentrum stehen dabei der Schutz der biologischen Vielfalt, der Erhalt der Bodenfruchtbarkeit und der Wasserhaushalt. Auf forstwirtschaftlich genutzten Flächen kommt der Nutzungsintensität eine zentrale Rolle zu. Eine gedrosselte Holzentnahme kann zu einer Erhöhung des Totholzanteils und der Anzahl alter Bäume führen. Aktuell werden deutschlandweit mehr als 50 % des Holzeinschlags energetisch genutzt. Eine energetische Nutzung ist vor allem für Waldrestholz und Industrieholzanteile (insb. minderwertige Holzqualitäten) von Bedeutung. Eine zunehmende Energieholznutzung stellt einen erhöhten Nutzungsdruck auf diese Sortimente dar.

Von den Referenten wurde herausgestellt, dass für eine Aufrechterhaltung der Bodenfruchtbarkeit die Rückführung von Nährstoffen in den Boden durch Belassen des Waldrestholzes (insbesondere des Reisigs) auf der Fläche eine entscheidende Bedeutung besitzt. Dabei ist nach der Nährstoffversorgung der Standorte zu differenzieren. Während

auf nährstoffreichen Standorten eine hohe Nutzungsintensität ohne negative Auswirkungen auf den Nährstoffhaushalt des Bodens möglich ist, kann auf nährstoffarmen Standorten bereits die Entnahme von Rinde und Stammholz kritisch sein.

Im Hinblick auf den Wasserhaushalt im Wald kommt dem Humus, der auch durch Totholz aufgebaut wird, eine wichtige Rolle zu, aber auch Totholz selbst kann als Wasserspeicher fungieren.

Für den Erhalt der biologischen Vielfalt sind Ansprüche an ein nachhaltiges Waldmanagement so divers wie die biologische Vielfalt selbst. Als naturschutzfachliche Ziele in Wäldern wurden beispielhaft Erhalt/Förderung heimischer und seltener Baumarten und Baumartenmischungen sowie Bestandsstrukturen, Förderung seltener Arten und seltener Waldgesellschaften, der Erhalt von Althölzern, Habitatbäumen, Totholz und Sonderstrukturen sowie die Einrichtung von Prozessschutzflächen genannt. Zwischen diesen Zielen und einer Energieholznutzung können Konflikte entstehen, wenn Waldflächen gänzlich aus der Nutzung genommen werden, es zu einer verstärkten Nutzung von Althölzern, Habitatbäumen, Totholz, Pionierarten und zuvor extensiv genutzter Waldflächen und verbundener Erschließungsmaßnahmen oder zur Absenkung von Zieldurchmessern kommt. Beispielsweise wird für den verlässlichen Erhalt von seltenen Totholzspezialisten in Deutschland ein Totholzanteil von 50-60 fm/ha angenommen. Derzeit liegt dieser Wert im Mittel inklusive Wurzelstöcken lediglich bei ca. 20 fm/ha.

Synergien zwischen der Energieholznutzung und dem Schutz der biologischen Vielfalt können vor allem dann erreicht werden, wenn eine Vorratsabsenkung als strukturfördernde Auflichtung (Aufwertungen von Waldrändern und im Übergangsbereich zu Sonderstrukturen) vorgenommen wird, eine Nutzung von Jungbeständen unter Förderung von Strukturen, Lichtbaumarten und Pionierbaumarten erfolgt, oder ein Baumartenwechsel hin zu standortheimischen Arten stattfindet. Diese möglichen Synergien und Konflikte wurden für die Schutzziele der bestehenden Schutzgebietskulisse nach Einschätzung der Forstbetriebe bezüglich relevanter Maßnahmen für eine verstärkte Energieholznutzung in den drei Modellregionen des WEW-Projekts bewertet. In der Diskussion wurde der Umfang an Maßnahmen zum Schutz der biologischen Vielfalt erörtert. Bei der Ausweisung von Waldschutzflächen ohne Nutzung (Prozessschutz) wird oft vernachlässigt, dass bereits bei der bestehenden forstlichen Nutzung hohe Naturschutzstandards – insbesondere im internationalen Vergleich – bestehen. Allerdings handelt es sich bei der Forderung nach diesen Waldschutzflächen (5 %) um einen Beschluss des deutschen Bundestages, also einer demokratisch bzw. gesellschaftlich legitimierten Zielsetzung. Als Konsequenz treten betriebswirtschaftliche Einbußen auf, die von der Gesellschaft als Gesamtes getragen werden sollten. Ein weiterer kritischer Punkt ist, dass bei einer Reduktion der inländischen Holzproduktion der Bedarf an Holz in Deutschland nicht sinkt. Dies führt zwangsläufig zu höheren Holzimporten, die – je nach Herkunftsland – zu deutlich negativeren Auswirkungen führt, als Verbesserungen in Deutschland erreicht werden. Weitere wichtige Punkte, die diskutiert wurden, sind eine möglichst hohe Effizienz von Naturschutzmaßnahmen, eine Berücksichtigung vieler Artengruppen beim Schutz statt der

Fokus auf wenige Arten und Möglichkeiten der Unterstützung von Förstern bei der Identifizierung von Strukturen im Wald, die besonders schützenswert sind (z.B. Totholz mit seltenem Pilzbesatz).

Für einen Großprivatwaldbetrieb in Baden-Württemberg wurden mit Hilfe des forstlichen Entscheidungsunterstützungssystem „WaldPlaner“ Szenarien berechnet, die unterschiedliche Annahmen zur Förderung der biologischen Vielfalt abbilden. Aufbauend auf ein Basisszenario wurden für einen Planungszeitraum von 30 Jahren vier Szenarien umgesetzt: (1) eine Änderung des Verhältnisses an Laub- und Nadelholzbaumarten, (2) eine Erhöhung des Anteils stärkerer bzw. älterer Buchenbestände, (3) eine Anreicherung von Bäumen mit Habitatstrukturen und (4) die Ausweisung von Flächen mit einer natürlichen Walddynamik mit Flächenanteilen von 4 - 9 %). Die Ergebnisse führen – im Vergleich zum Basisszenario – zu einer Abnahme der verfügbaren Energieholzmengen von 1 % - 13 %. Wichtige Variablen sind dabei die Bezugsfläche, Baumartenanteile, Altersklassenstruktur und die Vermarktungsstrategie des Betriebes. Allein bei der Steigerung des Nadelholzanteils im Szenario 1 kommt es durch eine forcierte Nutzung von beigemischten Laubhölzern zu einem Anstieg der Energieholzmengen um 10 %. In der Diskussion zu den Szenarien wurde angeregt, für eine betriebswirtschaftliche Betrachtung auch die Mengen an stofflich genutztem Holz darzustellen, auch wenn es nicht im Fokus des Projektes stand. Interessant wäre es auch, die Ergebnisse zum Energieholz nicht in Erntefestmeter sondern nach dem Energiegehalt darzustellen, da Nadel- und Laubhölzer unterschiedliche Dichten aufweisen. Kritisch angemerkt wurde die begrenzte Umsetzung von Habitatbaumgruppen im Rahmen des Modells, die nur gleichmäßig über die Fläche verteilt darzustellen waren, wobei der Untersuchungsbetrieb derzeit ausschließlich Einzelbäume und keine Gruppen ausweist.

Als ein weiterer Aspekt der nachhaltigen Energieholznutzung wurden die Treibhausgas- und Luftschadstoffemissionen durch die Energieholznutzung in verschiedenen Holzheizanlagen im Vergleich zu Öl- und Gasheizungen betrachtet. Dabei zeigt sich, dass Holzheizungen eine THG-Reduktion von mehr als 80 % gegenüber Öl- und Gasheizungen erreichen. Luftschadstoff-Emissionen (Staub, CO, Methan, NMVOC) von Hackschnitzel-Heizungen (50 kW, 1 MW) und Pelletheizungen sind meist höher bis deutlich höher als Emissionen aus Gas- und Öl-Heizungen. Bei Stückholzheizungen sind die Emissionen der Luftschadstoffe sehr hoch (Staub, Methan) bzw. extrem hoch (CO, NMVOC) und schneiden im Vergleich zu fossilen Heizanlagen sehr schlecht ab. Auch das Luftschadstoffkataster 2010 des Landes Baden-Württemberg zeigt, dass Holzfeuerungsanlagen die genannten Luftschadstoffemissionen dominieren. Holzvergaserheizungen zeigen hingegen sehr niedrige Luftschadstoffemissionen, die meist unter denen einer Gas- oder Öl-Heizung liegen. In der Diskussion wurde herausgestellt, dass die aufgezeigten Defizite bei den Luftschadstoffemissionen von Holzheizanlagen aktiv verbessert werden müssen. Zum einen erreichen neue, hochwertige Holzheizanlagen inklusive Stückholzheizungen deutlich bessere Emissionswerte als der Anlagenbestand. Durch die Umsetzung des neuen Bundesemissionsgesetzes sollte die Nutzung von Holzheizanlagen mit schlechten Emissionswerten ab 2015 abnehmen. Auch eine

Verbesserung der Holzbrennstoffqualität (Feuchtegehalt, geringer Rindenanteil) kann die Luftschadstoffemissionen verringern. Nicht zuletzt spielt das Nutzerverhalten beim Anfeuern von Scheitholzheizungen eine große Rolle für die Luftschadstoffemissionen, die insbesondere im Hinblick auf die gesundheitlichen Risiken (kritische Werte) betrachtet werden sollten.

10.2 ÖKONOMISCHE BEWERTUNG DER ENERGIEHOLZNUTZUNG UND SOZIALE ASPEKTE

In drei Modellregionen in Baden-Württemberg wurden anhand von Akteursbefragungen (Waldbesitzer, Energieholzhändler und Heizanlagenbetreiber) regionale Stoffströme bei der Energieholzproduktion und -nutzung erhoben und typische Wertschöpfungsketten identifiziert. Die Modellregionen im Kalk (Schwäbische Alb) und im Keuper (Neckarland) zeigen eine Stückholznutzung (SH) von 22 % bzw. 31 % und eine Hackschnitzelnutzung (HS) von 6 % bzw. 3 % am Holzeinschlag. In der Modellregion im Silikat (Schwarzwald) liegt der Anteil am Holzeinschlag bei 7 % (Stückholz) und 5 % (Hackschnitzel). Die niedrigen Energieholzanteile in der Modellregion im Silikat lassen sich mit dem hohen Nadelholzanteil (hoher Anteil an wertvollem Stammholz) und der geringen Bevölkerungsdichte erklären. Möglicherweise erfolgt ein großer Anteil der Brennholzversorgung auch über kleine und mittlere private Waldbesitzer, die nicht im Fokus der Befragung standen.

Die Analyse der Regionalität der Stoffströme von Stückholz und Hackschnitzel zeigen, dass große Holzanteile aus einer Modellregion auch in der Modellregion genutzt wird. Unter Einbeziehung des direkten Umlandes wird Energieholz aus einer Modellregion stets regional verwertet. Die Analyse von regionalen Wertschöpfungseffekten für typische Value Chains zeigt, dass hohe Effekte vor allem für Mitarbeiter (SH 28 %, HS 20 %), Waldbesitzer (SH 23 %, HS 50 %) und Staat und Gesellschaft (SH 27 %, HS 35 %) entstehen. Effekte für Händler (insb. HS), Lohnunternehmer und Fremdkapitalgeber sind hingegen deutlich geringer. Beim Vergleich der Wertschöpfung durch Stückholz und Hackschnitzel ist insbesondere hervorzuheben, dass die Netto-Wertschöpfung der gesamten Value Chain für Scheitholz mit 108 EUR/Fm o.R. deutlich höher ist als für Hackschnitzel mit 25,19 EUR/Fm o.R. Zudem ist keine Konkurrenz zwischen der Scheitholz- und Hackschnitzelnutzung zu erwarten, da für HS vorwiegend Restholz und für SH vor allem Buchenstammholz genutzt wird. Konkurrenzen können aber zwischen der Scheitholz- und Industrieholznutzung auftreten. In der Diskussion wurden die Ergebnisse der Akteursanalyse als realistisch bestätigt. Die Produktion von Hackschnitzel ist relativ unattraktiv und findet vor allem dann statt, wenn eine Vermarktung z.B. aus Forstschutzgründen oder zur Flächenvorbereitung für die Verjüngung nötig ist. Die Vor- und Nachteile der Vermarktung von Scheitholz im Vergleich zu Industrieholz wurden unterschiedlich diskutiert. Scheitholz ist zwar monetär interessanter als Industrieholz, aber bei einer Vollkostenrechnung (Werbung bis Rechnungsstellung) kann eine Scheitholzvermarktung unattraktiv sein. Zudem erscheint ein Erhalt der stofflichen

Holznutzung mit Quellen aus Deutschland volkswirtschaftlich sinnvoll. Im Gegensatz hierzu lagen im Auditorium positive Erfahrungen mit dem Scheitholzverkauf an große Händler vor, was durchaus attraktiver ist als der Verkauf von Industrieholz für Zellstoff. Zudem wurde von großen Aufwendungen mit der Zellstoffindustrie (späte Abfuhr im Wald, Massendiskrepanz) berichtet. Ein weiterer wichtiger Punkt ist, dass Holz als Industrieholz verkauft wird und später doch der energetischen Nutzung zugeführt wird, ohne sie als solche zu erfassen.

In einer Modellregion in Bayern (Landkreis Weilheim-Schongau) wurde für den Privat- und Körperschaftswald eine Potentialerhebung des Energieholzes durchgeführt (hoher Fichtenanteil). Die Analyse ergab ein theoretisches Potenzial von $17,9 \text{ m}^3/\text{ha} \cdot \text{a}$. Abzüglich von Restriktionen (nicht-erschlossene Gebiete, Naturschutzflächen, Nährstoffnachhaltigkeit, Totholz und Ernteverluste) umfasst das technisch-ökologische Potenzial $12,0 \text{ m}^3/\text{ha} \cdot \text{a}$. Abzüglich bereits genutzter Holzmengen (Stammholz, Industrieholz, Energieholz) verblieb ein zusätzliches Nutzungspotenzial von $2,9 \text{ m}^3/\text{ha} \cdot \text{a}$. Dieses Potenzial ist hoch, jedoch ist zu berücksichtigen, dass der Totholzanteil in den Wäldern aktuell gering ist. Eine Analyse der Scheitholznutzung und dem Eigenverbrauch in Abhängigkeit von der Besitzgröße zeigt, dass bei kleinen Besitzgrößen ein hoher Anteil an Scheitholz produziert wird, der zum größten Anteil in den Eigenverbrauch geht. Bei größeren Besitzgrößen (über 10 ha) sinken der Scheitholzanteil deutlich und ebenso der Anteil des Eigenverbrauchs. Im Rahmen der Diskussion wurde herausgestellt, dass zum einen die Altersstruktur der Waldbesitzer im Mittel bei 55 Jahren liegt und zum anderen Landwirte einen hohen Anteil bei den Kleinprivatwaldbesitzern ausmachen. Je nach der Änderung von Nutzungsgewohnheiten bei einem Generationenwechsel der Besitzer kann es in den nächsten 10-20 Jahren zu deutlichen Veränderungen der Ergebnisse hin zu einer geringeren Nutzungen im Kleinprivatwald kommen. Zudem wurde herausgestellt, dass – je nach Bestand – eine Nutzung von Fichtenbeständen ein Plus für den Naturschutz darstellt.

Im Hinblick auf kommunale Anforderungen wurde das Bereitstellungskonzept für Holzhackschnitzel vom Forstamt Zollernalbkreis vorgestellt. Kernelemente dieses Konzepts sind die verlässliche Bereitstellung von Hackrohholz und Holzhackschnitzeln aus den betreuten Betrieben, Kooperationsmodelle zur Integration der Bereitstellungswege in die Holzhackschnitzelproduktion und die Förderung der Energieholzverwendung. Insbesondere die Gewährleistung der erforderlichen Produktqualität und eine hohe Liefersicherheit sind von besonderer Bedeutung für eine langfristige Darstellbarkeit des Konzepts. Durch die räumliche Nähe von Bereitstellung und Verwendung werden die ökologischen Vorzüge des Energierohstoffs Holz schlüssig zur Geltung gebracht. Zudem verbleibt nahezu die gesamte Wertschöpfung in der Region.

Im Rahmen von ökonomischen Entscheidungen der wirtschaftlichen Akteure wurde herausgestellt, dass nicht allein das Paradigma der „rationalen Wahl“ (insbesondere nach Preisen) eine Rolle spielt. Es wurde am Beispiel der Konkurrenz zwischen einer energetischen oder stofflichen Nutzung von Holz herausgearbeitet, dass für Unternehmensentscheidungen der Akteure neben Punkten der Wirtschaftlichkeit (interne

Faktoren) und der gesellschaftlichen bzw. politischen Rahmenbedingungen (Governance, externe Faktoren) weitere relationale Faktoren hinzukommen. Hier spielen Punkte wie Vertrauen und persönliche Bindung, Macht und Abhängigkeiten, das regionale Umfeld und Kooperationen eine Rolle. Von besonderer Bedeutung sind bei den relationalen Faktoren Schlüsselakteure, die in einem hohen Maße an der Meinungsbildung mitwirken.

10.3 FAZIT DES WORKSHOPS

Der Projektworkshop „Nachhaltiges Waldmanagement und regionale Wertschöpfung“ ermöglichte einen intensiven Austausch von Akteuren im Bereich der Energieholznutzung. Durch Betrachtung zahlreicher Facetten der Energieholznutzung von ökologischen, ökonomischen bis hin zu sozialen Aspekten konnte das Thema breit diskutiert werden.

Die Diskussionen zeigten, dass Probleme und Herausforderungen von den unterschiedlichen Akteuren in ähnlicher Weise gesehen wurden. Im Sektor der Energieholznutzung besteht eine hohe Sensibilität zum Erreichen hoher Nachhaltigkeitsanforderungen. Dies ist zum einen durch das Selbstverständnis einer nachhaltigen Forstwirtschaft bedingt, aber auch durch die Sorge, dass das negative öffentliche Image der Biokraftstoff- und der Biogasnutzung auf die Energieholznutzung übertragen werden könnte.

Im Hinblick auf die übergeordnete Fragestellung des Workshops, in wieweit Synergien oder Konflikte zwischen der Energieholznutzung und dem Schutz der biologischen Vielfalt bestehen, konnten durchaus Konflikte festgestellt werden (z.B. Einkommensrückgang bei Unterschutzstellung). Es wurde aber sowohl von den Wirtschaftsakteuren als auch von Seiten der Naturschutzverbände eine hohe Bereitschaft deutlich, im Bereich der Energieholznutzung an den gesellschaftlichen Herausforderungen des Erhalts der biologischen Vielfalt gemeinsam zu arbeiten.

11 ZUSAMMENFASSUNG

Bezogen auf die reine Energiemenge ist die Wärmebereitstellung das bei weitem wichtigste Segment der Erneuerbaren Energien. Die feste Biomasse, insbesondere (Wald-) Holz, trägt hierbei mit rund 80 % den größten Anteil. Mit den Zielen, den Anteil der Erneuerbaren Energien an der Primärenergie aus inländischer Herkunft zu erhöhen, steigt generell der Nutzungsdruck auf die Ressource Holz. Konfliktpotenziale zeigen sich u. a. im Rahmen der Nachhaltigkeitsdiskussion und einer befürchteten Übernutzung der Wälder mit negativen Auswirkungen auf Ressourcen. Je nach den naturräumlichen Gegebenheiten und der bestehenden (Nicht-)Nutzung können aber auch Synergien zwischen der Energieholznutzung und dem Naturschutz erwartet werden. Neben dem Naturschutz können ökonomische Wertschöpfungseffekte (Einkommen, Unternehmerrgewinne, Steuereinnahmen) und Umweltauswirkungen (Nutzungsintensitäten, Emissionen von Luftschadstoffen und Treibhausgasen) als Kriterien für eine Entscheidungshilfe von eventuell begünstigten Förderungen bestimmter „Value Chains“ herangezogen werden.

Die Untersuchungen des vorliegenden Forschungsvorhabens konzentrieren sich auf den Staatswald, Kommunalwald und Großprivatwald in drei Modellregionen in Baden-Württemberg. Aufbauend auf einer übergreifenden Diskussion zu Potentiale und Grenzen der Energieholznutzung und der Identifizierung von Kriterien und Indikatoren, die im Hinblick auf die Arbeiten in den Modellregionen vorrangig berücksichtigt werden sollten, wurden im Vorhaben die folgenden vier Schwerpunktthemen bearbeitet.

Konfliktsituationen in landschaftstypischen Regionen Baden-Württembergs

Die Möglichkeiten einer Steigerung der Holznutzung für energetische Zwecke sind aus Sicht der Waldbewirtschafter begrenzt. Auch zukünftig werden keine großen Potentiale gesehen um die energetische Nutzung zu steigern.

Bestehende Naturschutzziele im Wald sind teilweise als überregional einzustufen, jedoch auch in vielen Fällen naturraumspezifisch. Konfliktpotentiale aus Sicht der Bewirtschafter bestehen meist, im Zusammenhang mit Schutzziele die an Nutzungsverzicht gekoppelt sind. In diese Kategorie fallen beispielsweise der Erhalt von Habitatbäumen, Althölzern, Totholz und die Ausweisung von Prozessschutzflächen.

Synergien zwischen Energieholznutzung und Naturschutz werden mehrheitlich bei Naturschutzziele erwartet, für deren Erreichen eine pflegende Nutzung erforderlich ist (z.B. lichte Wälder, Sukzessionen Waldgrenzbereiche zu Sonderstrukturen, fließgewässerbegleitende Wälder). Wesentlich für die Wirkungen entsprechender Nutzungsveränderungen ist deren Ausgestaltung. Die Orientierung an regionalen Naturschutzziele und eine Anpassung der Eingriffe daran können häufig Konflikte vermeiden oder bieten die Chancen, Synergieeffekte zu nutzen.

Szenariobasierte Auswirkungen einer naturschutzorientierten Waldbewirtschaftung auf das Energieholzaufkommen in einem großen Forstbetrieb

Anhand eines Forstbetriebes in Südwestdeutschland wurde gezeigt, wie sich eine naturschutzorientierte Bewirtschaftungsstrategie mittelfristig auf seine Holzproduktion auswirken kann. Im Zentrum stand das Holzaufkommen für verschiedene Naturschutzszenarien: Einrichtung von Prozessschutzflächen, Erhöhung des Laubholzanteils und des Buchen-Zieldurchmessers sowie Ausweisung von Habitatbäumen. Dazu wurde die naturale Produktion auf Grundlage von Betriebsinventurstichproben nachgebildet und für die kommenden Jahrzehnte mit dem Simulationsprogramm „WaldPlaner“ für jedes Szenario modellhaft weiterkalkuliert.

Es zeigte sich, dass eine Umsetzung der Naturschutzzielsetzungen auf die zukünftige Energieholzmenge maßgeblich vom Betrachtungszeitraum, dem Baumarten- und Altersaufbau des Betriebes, der Vermarktungsstrategie und von der Naturschutzmaßnahme selber abhängen. Im untersuchten Betrieb reduzierte sich die Energieholzmenge durch den nadelholzbetonten Waldaufbau und die favorisierte stoffliche Nutzung in eher geringem Ausmaß. Mittelfristig betrug in den einzelnen Naturschutzszenarien der Energieholzrückgang zwischen 0,3 % und 15 %. In laubholzreicheren Betrieben ist mit einem spürbaren Anstieg der Verluste zu rechnen. Bei einer Erfüllung aller Szenarien wurde unter Berücksichtigung der Flächenüberschneidungen für den Modellbetrieb ein Rückgang des Energieholzes von 15 – 20 % prognostiziert.

Skizzierung und Analyse der wichtigsten Wertschöpfungsketten in den Modellregionen

Die Charakterisierung typischer Value Chains basiert auf insgesamt über 100 strukturierten persönlichen und telefonischen Einzelinterviews mit Waldbesitzern (Kommunal-, Staats-, - Großprivatwald), Händlern und Heizanlagenbetreibern in den Modellregionen.

Während die mengenmäßig bedeutendere Stückholzverwendung überwiegend wegen des positiven Erlöses einer gezielten Nutzung erfolgt, fällt Hackholz eher als Koppelprodukt an. Die unterschiedlichen Sortimenten von Stück-/Scheitholz und Hackholz hinsichtlich Baumarten und Baumkompartimente machen deutlich, dass zwischen beiden Energieholzprodukten aktuell keine Konkurrenz besteht.

Fast zwei Drittel des Stückholzes verkaufen die Waldbesitzer i.d.R. nach dem Rücken an der Waldstraße an private Haushalte. Folglich wird im Mittel etwa ein Drittel an Händler vermarktet. Bedingt durch den unterschiedlichen Professionalisierungsgrad und ihr Handelsvolumen sind die Wertschöpfungsketten sehr vielfältig. Insbesondere kleinere Händler arbeiten Meterholz manuell mit der Motorsäge und einem Spalter auf und sägen es zeitlich entkoppelt nach der natürlichen Trocknung auf Verkaufslänge zu. Meist größere Händler nutzen einen kombinierten Sägespaltautomaten, der das Scheitholz direkt in Verkaufslänge aufarbeitet, die technische Trocknung von größeren Mengen erfolgt an einer Biogasanlage. In zwei Modellregionen spielt auch der Rundholzhandel eine wichtige Rolle.

Auch Hackholz wird vom Waldbesitzer i.d.R. nach dem Rücken an Händler verkauft. Diese hacken das Holz mit wenigen Ausnahmen an der Waldstraße und übernehmen die Versorgung der Heizanlagen. Bedingt durch Witterung und Holzernte kann nur ein Drittel der Hackschnitzel in den Modellregionen Kalk und Silikat direkt aus dem Wald zur Heizanlage transportiert werden. Zwei Drittel werden an einem Lagerplatz außerhalb des Waldes zwischengelagert. Mindestens zwei Drittel der erzeugten Wärmeenergie in den befragten Heizanlagen > 100 kW konsumieren kommunale/ staatliche Einrichtungen.

Alle Modellregionen können scheinbar ihren Scheitholzbedarf selbst decken und mindestens 80 % des genutzten Stückholzes bleibt in den Modellregionen.

Ermittlung der ökonomischen Wertschöpfungseffekte

Ausgehend von der Wertschöpfungskettenanalyse wird je eine typische Value Chain für Scheitholz und Hackschnitzel mit hohen Stoffstromanteilen in den Modellregionen ausgewählt. Um beide Ketten einander gegenüberzustellen, setzen sie sich jeweils aus einer Teilkette des Waldbesitzers und des Händlers zusammen. Die Heizanlagenbetreiber der Beispieltketten nutzen die Wärmeenergie selbst. Für beide Value Chains wird die Nettowertschöpfung je Fm o.R. sowie deren Verteilung im Rahmen einer Entstehungs- und Verteilungsrechnung untersucht. Indirekte Effekte, z. B. durch die Anlageninvestition, finden keine Berücksichtigung. Die Berechnungen basieren auf Ergebnissen der Wertschöpfungskettenanalyse sowie weiterführenden Informationen einer elektronischen Befragung der Akteure zu Kosten, Erlösen und Verfahren.

Die Entstehungsrechnungen der Beispieltketten ergibt eine fast viermal so hohe Nettowertschöpfung je eingeschlagenen Festmeter (105,59 €/Fm o.R.) für Scheitholz wie für Hackschnitzel (27,49 €/Fm o.R.). Grund hierfür ist der 3,5fach höhere Umsatzerlös von Stückholz gegenüber Hackrohholz und dreimal höhere Erlös von Scheitholz im Vergleich zu Hackschnitzel. Von der Energieholznutzung profitieren Waldbesitzer, Staat und Gesellschaft sowie Mitarbeiter am meisten. Der Gewinn des Scheitholzhändlers ist mit 14,49 €/Fm o.R. (14 % der Nettowertschöpfung) deutlich höher als der des Hackschnitzelhändlers von 1,46 €/Fm o.R. (5 %). Der Hackschnitzelhändler wird daher besonders gefordert, durch professionelle Unternehmensstrategien, wie einer Qualitätsoptimierung oder höherer Direktversorgung aus dem Wald, die Kosten zu reduzieren und/ oder den Erlös zu steigern.

Hinsichtlich der Regionalität der Wertschöpfung zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen der Scheitholz- und Hackschnitzelnutzung. Geschätzt die Hälfte der direkten Nettowertschöpfung verbleibt in der Region. Die Steuern an Land und Bund bilden einen relativ hohen Anteil (Scheitholz 24 %, Hackschnitzel 36 %), der zunächst die Region verlässt, jedoch durch steuerfinanzierte Maßnahmen und Unterstützungen zu indirekten regionalen Effekten führen kann.

Auch die Wertschöpfungsermittlung verdeutlicht, dass Hackschnitzel nicht mit Scheitholz um dasselbe Sortiment konkurrieren kann. Steht allein die Nettowertschöpfung

im Fokus scheint außerdem die Veredelung des Stückholzes durch einen Händler sinnvoll, da hierbei die Nettowertschöpfung etwa verdoppelt wird. Der Druck das Stückholz als "Bürgerholz" zu vermarkten, ist allerdings insbesondere im Kommunalwald sehr hoch. Es gilt daher in nachfolgenden Forschungsvorhaben ebenso die Einsparungseffekte privater Haushalte zu bewerten, die sich durch indirekte Effekte auch auf die regionale Wertschöpfung auswirken können.

Treibhausgas- und Luftschadstoff-Emissionen bei der Waldenergieholznutzung

Im Vergleich zu fossilen Energieträgern führt die Energieholznutzung zu deutlich niedrigeren Treibhausgas-Emissionen. Bei der Emission von Luftschadstoffen können Holzfeuerungsanlagen aber zu einer deutlich höheren Luftbelastung führen.

Damit das positive Image der energetischen Holznutzung in der Bevölkerung bestehen bleibt, sollten die Herausforderungen zur Reduktion der Luftschadstoffemissionen von den Akteuren ernst genommen werden. Insbesondere die Nutzung von Scheitholz ist zwar aus ökonomischer Sicht vorteilhaft, birgt aber die Gefahr hoher Luftschadstoffemissionen. Eine wichtige Rolle kommt hier den Brennstoffhändlern und Forstämtern zu, die für eine hohe Brennstoffqualität sorgen und die Endnutzer auf ihr Nutzerverhalten sensibilisieren können.

12 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 2-1: Mögliche Bioenergie-Handelsströme bis 2020 und die dafür notwendigen Flächen	18
Abb. 2-2: Entwicklung des Primärenergieverbrauchs für fossiler und erneuerbarer Energieträger in Deutschland von 1990 bis 2013.	20
Abb. 2-3: Entwicklung der Bruttostromerzeugung in Deutschland von 1990 bis 2013.....	20
Abb. 4-1: Lage der Modellregionen	38
Abb. 4-2: Modellregion Kalk (Gemeinden und angrenzende Landkreise)	42
Abb. 4-3: Modellregion Keuper (Gemeinden und angrenzende Landkreise).....	43
Abb. 4-4: Modellregion Silikat (Gemeinden und angrenzende Landkreise)	44
Abb. 5-1: Waldflächenbelegung mit verschiedenen Schutzgebietskategorien im Silikat....	50
Abb. 5-2: Einschränkung der Energieholzbereitstellung durch den Naturschutzstatus	57
Abb. 5-3: Bedeutung umgesetzter Naturschutzmaßnahmen	59
Abb. 5-4: Umgesetzte Naturschutzmaßnahmen und deren Verhältnis zum Ziel der Steigerung der Energieholzproduktion	60
Abb. 5-5: Betriebliche Bedeutung von Maßnahmen zur intensivieren Energieholznutzung	61
Abb. 5-6: Maßnahmen zur intensivieren Energieholznutzung in den Bereichen Vorratsmanagement und Infrastruktur und deren betrieblicher Bedeutung.....	62
Abb. 6-1: Baumartenanteile des Untersuchungsbetriebs	76
Abb. 6-2: Verteilung der Buchen- und Fichtenbestände des Untersuchungsbetriebs nach Alters- und Durchmesserklassen	77
Abb. 6-3: Anteile der Sortimenten am Gesamtvorrat der Waldbestände.....	80
Abb. 6-4: Summarische Entwicklung der stofflich genutzten Holzmengen (Efm m.R.) nach Sortimenten im Standardszenario (NH = Nadelholz; LH = Laubholz)	82
Abb. 6-5: Summarische Entwicklung der energetisch genutzten Holzmengen (Efm m.R.) nach Sortimenten im Standardszenario.....	83
Abb. 6-6: Flächen- und Volumenverteilung der Buche heute und im Jahr 2044 auf den Flächen des Untersuchungsbetriebs. Dargestellt sind die Ergebnisse des Standardszenarios und des Szenarios „Zieldurchmesser“ (60 cm)	84
Abb. 6-7: Prozentuale Veränderung der nutzbaren Holzmengen im Szenario „Zieldurchmesser“ innerhalb von 30 Jahren auf der Gesamtfläche (links) und in den laubholzreichen Betriebsteilen (= mit einem LH-Anteil > 50%) (rechts).....	85
Abb. 6-8: Entwicklung der Grundflächenanteile von Laubholz (Buche/Edellaubholz) und Nadelholz (NH) im Vergleich zum Standardszenario sowie der durchschnittlichen Baumzahlen pro Hektar	86
Abb. 6-9: Derzeitige Bestandestypen im Untersuchungsbetrieb	87
Abb. 6-10: Prozentuale Veränderung der nutzbaren Holzmengen im Szenario „Laubbäume“ innerhalb von 30 Jahren auf der Gesamtfläche (links) und in den laubholzreichen Betriebsteilen LH-Anteil > 50% (rechts)	87

Abb. 6-11: Prozentuale Veränderung der nutzbaren Holzmengen im Szenario „Habitatbäume“ innerhalb von 30 Jahren auf der Gesamtfläche (links) und in den laubholzreichen Betriebsteilen LH-Anteil > 50% (rechts)	88
Abb. 6-12: Anteil der Stammholzqualitäten bei Buche (Ahorn/Esche) auf den Prozessschutzflächen und auf den übrigen Waldbeständen.....	89
Abb. 6-13: Prozentuale Veränderung der nutzbaren Holzmengen im Szenario „Prozessschutz“ innerhalb von 30 Jahren auf der Gesamtfläche bei der Flächenauswahl PSF I, II und III (Flächenanteile: 4 %; 8 %; 11 % an der Betriebsfläche).....	90
Abb. 6-14: Anreicherung an stehendem und liegendem Totholz im Untersuchungsbetrieb durch konkurrenzbedingte Mortalität	92
Abb. 6-15: Anreicherung von Totholz (stehend / liegend) im Untersuchungsbetrieb bei Absterben von Habitatbäumen sowie bei konkurrenzbedingter Mortalität in allen Beständen.	92
Abb. 6-16: Mittlere Hangneigung der Bestandestypenflächen	93
Abb. 6-17: Entwicklung der Bestandesgrundfläche unter Standardbewirtschaftung und als „Lichter Wald“	95
Abb. 6-18: Holzerntemengen auf den modellierten Waldflächen unter Standardbewirtschaftung und als „Lichter Wald“	95
Abb. 6-19: Prozentuale Veränderung der nutzbaren Holzmengen durch eine Erhöhung des Energieholzanteils beim Paletten- und K-Holz auf je 50% im Zeitraum 2014-44 ...	96
Abb. 7-1: Beispiel für die Beteiligung eines Waldbesitzers an der Wertschöpfungskette Scheitholz.	105
Abb. 7-2: Anteil des Energieholzes an der Gesamtnutzung im öffentlichen Wald (Kommunal- und Staatswald) der Modellregionen nach verschiedenen Erhebungsmethoden.	107
Abb. 7-3: Nutzung von Derbholz und Nichtderbholz als Energieholz in verschiedener Waldbesitzarten und Modellregionen.....	109
Abb. 7-4: Entwicklung des Energieholzanteils am Gesamteinschlag und -verkauf im Staatswald der Modellregionen von 2009 bis 2013 (FOKUS-Auswertung).....	112
Abb. 7-5: Entwicklung des Energieholzanteils am Gesamteinschlag und -verkauf im Kommunalwald der Modellregionen von 2009 bis 2013 (FOKUS-Auswertung).	113
Abb. 7-6: Einschätzung der Energieholzentwicklung der letzten und kommenden zehn Jahre von unterschiedlichen Waldbesitzarten.....	113
Abb. 7-7: Prozentualer Anteil von Baumartengruppen an der Stückholz- und Hackholznutzung in den Modellregionen.....	115
Abb. 7-8: Einschätzung verschiedener Waldbesitzarten zur Bedeutung von Entscheidungsfaktoren bei der Stückholznutzung	116
Abb. 7-9: Einschätzung verschiedener Waldbesitzarten zur Bedeutung von Entscheidungsfaktoren bei der Hackholznutzung.....	117
Abb. 7-10: Unternehmensformen der 26 befragten Stückholzhändler.....	118
Abb. 7-11: Betriebserfahrung der befragten Stückholz- und Hackholzhändler in Jahren..	119
Abb. 7-12: Anzahl der befragten Stückholzhändler mit unterschiedlich hohem Dienstleistungsanteil bezogen auf das Holzvolumen im Brennholzbetrieb.....	120

Abb. 7-13: Unternehmensformen der 19 befragten Hackholzhändler.	121
Abb. 7-14: Anzahl der befragten Hackholzhändler mit unterschiedlich hohem Dienstleistungsanteil bezogen auf das Holzvolumen im Brennholzbetrieb.	123
Abb. 7-15: Jährlicher Waldholzbedarf von Heiz(kraft)anlagen > 100 kW gruppiert nach Nennleistung in den Modellregionen.	124
Abb. 7-16: Jahresproduktion von Wärmeenergie in Anlagen der Modellregionen >100 kW (mit Waldholzanteilen) insgesamt und durch Waldholz.	125
Abb. 7-17: Anteile von Altholz, Landschaftspflegeholz und Straßenbegleitgrün, Sägeresthölzern sowie Waldhackschnitzeln in Kleinfeuerungsanlagen >100 kW und Großfeuerungsanlagen, die auch Waldholz nutzen (Stichprobenerhebung).	128
Abb. 7-18: Häufigkeiten der Unternehmensformen bei den Heizanlagenbetreibern (Stichprobenerhebung).	129
Abb. 7-19: Anteile der Energieverbrauchergruppen an der Jahreswärmeproduktion (Stichprobenerhebung).	129
Abb. 7-20: Alternative Stoffströme der Waldbesitzer von Stückholz in den Modellregionen (WS-Stufe: Wertschöpfungsstufe).	130
Abb. 7-21: Typische Wertschöpfungsketten der Waldbesitzer für Stückholz mit mindestens 20 % Stoffstromanteil in der Modellregion.	131
Abb. 7-22: Alternative Stoffströme der Händler von Stückholz in den Modellregionen.	132
Abb. 7-23: Typische Wertschöpfungsketten der Händler für Stückholz mit mindestens 20 % Stoffstromanteil in der Modellregion.	133
Abb. 7-24: Alternative Stoffströme der Waldbesitzer von Hackholz in den Modellregionen.	135
Abb. 7-25: Typische Wertschöpfungsketten der Waldbesitzer für Hackholz mit mindestens 20 % Stoffstromanteil in der Modellregion.	135
Abb. 7-26: Alternative Stoffströme der Händler von Hackholz in den Modellregionen.	136
Abb. 7-27: Typische Wertschöpfungsketten der Händler für Hackholz mit mindestens 20 % Stoffstromanteil in der Modellregion.	137
Abb. 7-28: Alternative Stoffströme der Heiz(kraft)anlagenbetreiber von Hackholz in den Modellregionen.	137
Abb. 7-29: Typische Wertschöpfungsketten der Heiz(kraft)anlagenbetreiber > 100kW für Hackholz mit mindestens 20 % Stoffstromanteil in der Modellregion.	138
Abb. 7-30: Anteile des in FOKUS verbuchten Brennholz lang im Staatswald , welches an Händler bzw. private Endverbraucher in der Modellregion (MR), erweiterten Modellregion (eMR) und außerhalb der Modellregion (aMR) verkauft werden.	139
Abb. 7-31: Anteile des in FOKUS verbuchten Brennholz lang im Kommunalwald , welches an Händler bzw. private Endverbraucher in der Modellregion (MR), erweiterten Modellregion (eMR) und außerhalb der Modellregion (aMR) verkauft werden.	140
Abb. 7-32: Kundengruppen der Waldbesitzer für das Stückholzes an der Waldstraße (Stichprobenerhebung); GPW: Großprivatwald, KW: Kommunalwald, SW: Staatswald.	141
Abb. 7-33: Kundengruppen des Brennholz lang im Staatswald (FOKUS).	141
Abb. 7-34: Kundengruppen des Brennholz lang im Kommunalwald (FOKUS).	142

- Abb. 7-35:** Gegenüberstellung von Herkunft und Ziel des vom Händler ein- bzw. verkauften Stückholzes im Bezug zur Modellregion; Modellregion (MR), erweiterte Modellregion (eMR), außerhalb der Modellregion (aMR) (Stichprobenerhebung). 143
- Abb. 7-36:** Gegenüberstellung von Herkunft und Ziel des vom Händler ein- bzw. verkauften Hackholzes im Bezug zur Modellregion; Modellregion (MR), erweiterte Modellregion (eMR), außerhalb der Modellregion (aMR) (Stichprobenerhebung). 144
- Abb. 8-1:** Methodik der Ermittlung der (regionalen) Wertschöpfung am Beispiel für Hackschnitzel; VL & A = Vorleistungen u. Abschreibungen, MR = Modellregion. ... 152
- Abb. 8-2:** Vorgehensweise bei der Verteilungsrechnung der Nettowertschöpfung 154
- Abb. 9-1:** Treibhausgas- und Luftschadstoffemissionen für Heizanlagen (Holz, Heizöl, Gas) 182

13 TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 3-1: Ausgewählte Kriterien und Indikatoren mit einer hohen Relevanz für den Erhalt und die Entwicklung der biologischen Vielfalt in Wäldern	34
Tab. 4-1: Charakteristika der Modellregionen	39
Tab. 4-2: Bevölkerung, Fläche und Bevölkerungsdichte der Gemeinden der drei Modellregionen.....	41
Tab. 5-1: Modellgebiete mit Schutzgebietsbelegung in % der Waldfläche	50
Tab. 5-2: Naturschutzgebiete mit Schutzziele und wertgebenden Strukturen in den Modellgebieten	51
Tab. 5-3: Waldbiotoptypen mit Gehölzbestockung.....	52
Tab. 5-4: Zusammenstellung der vorkommenden Arten des Anhangs der Vogelschutzrichtlinie, deren Habitat vollständig oder in Teilen im Wald liegt.....	54
Tab. 5-5: Arten der FFH Richtlinie Anhang II für den Wald der Modellgebiete.....	55
Tab. 5-6: FFH-Waldlebensraumtypen und Lebensraumtypen mit Wald assoziiert als Sonderstrukturen für die Modellgebiete	56
Tab. 5-7: Nennung der verschiedenen Naturschutzmaßnahmen und deren Einstufung als konfliktträchtig oder synergetisch für die Modellgebiete	60
Tab. 5-8: Relevante aktuelle / zukünftige Nutzungsintensivierungen zur Energieholzgewinnung und Konfliktträchtigkeit bezüglich der Natura 2000 Schutzziele.....	63
Tab. 5-9: Konfliktsituationen in den Modellgebieten für verschiedene Nutzungsänderungen	64
Tab. 5-10: Regionale Lebensraumtypen in den Modellgebieten, die von stärkeren energetischen Holznutzungen profitieren können	67
Tab. 6-1: Vergleich der Baumartenanteile im Modellgebiet „Kalk“ (BWI 2002) mit den Anteilen des Untersuchungsbetriebes (BI 2007)	77
Tab. 6-2: Naturschutzkategorien im Modellgebiet und im untersuchten Forstbetrieb sowie Anteil an der jeweiligen Waldfläche (Daten: LUBW Bad.-Württ. & RP Tübingen 2013)	78
Tab. 6-3: Anteil der Waldbiotoptypen im Modellgebiet und im untersuchten Forstbetrieb an der gesamten Waldbiotopfläche. (Daten LUBW Bad.-Württ.; RP Tübingen 2013) ..	79
Tab. 6-4: Totholzaufkommen im Modellgebiet „Kalk“ getrennt nach Besitzarten	79
Tab. 6-5: Anteil der energetischen Holznutzung innerhalb der Sortimente.....	81
Tab. 7-1: Stichprobenauswahl der Waldbesitzer nach der Flächenverteilung in den Modellregionen.....	102
Tab. 7-2: Stichprobenverteilung der Hackholzhändler in den Modellregionen nach jährlichem Handelsvolumen.	102
Tab. 7-3: Stichprobenverteilung der Stückholzhändler in den Modellregionen nach jährlichem Handelsvolumen.	103
Tab. 7-4: Heiz(kraft)anlagen nach Nennleistung in den Modellregionen.....	103
Tab. 7-5: Umrechnungsfaktoren für Hackholz bezogen auf einen Fm o.R.	105

Tab. 7-6: Umrechnungsfaktoren für Stückholz bezogen auf einen Fm o.R.....	106
Tab. 7-7: Einschlag und Verkauf von Energieholz im Staatswald je ha und Jahr in den Modellregionen von 2009 bis 2013 (FOKUS-Auswertung).....	110
Tab. 7-8: Einschlag und Verkauf von Energieholz im Kommunalwald je ha und Jahr in den Modellregionen von 2009 bis 2013 (FOKUS-Auswertung).	111
Tab. 7-9: Anzahl der befragten Neben- und Haupterwerbsbetriebe für Stückholz in den Modellregionen.....	118
Tab. 7-10: Anzahl der Firmensitze von Stückholzhändlern in der Modellregion (MR), der erweiterten Modellregion (eMR) und außerhalb der Modellregion (aMR).	119
Tab. 7-11: Anzahl der Stückholzbetriebe mit ausschließlich eigener Durchführung der Wertschöpfungsstufen oder mit Dienstleistern.	120
Tab. 7-12: Anzahl der befragten Neben- und Haupterwerbsbetriebe für Hackholz in den Modellregionen.....	121
Tab. 7-13: Anzahl der Firmensitze von Hackholzhändlern in der Modellregion (MR), der erweiterten Modellregion (eMR) und außerhalb der Modellregion (aMR).	121
Tab. 7-14: Anzahl der Hackholzbetriebe mit ausschließlich eigener Durchführung der Wertschöpfungsstufen oder mit Dienstleistern.	122
Tab. 7-15: Gegenüberstellung der tatsächlichen Hackholznutzung (Derbholz) im Staats-, Kommunal- und Großprivatwald der Modellregionen je Hektar und einem theoretisch Waldholzbedarf in Heizanlagen >100 kW.	124
Tab. 7-16: Waldholzanteil der Heiz(kraft)anlagen (mit Waldholz) >100 kW in den Modellregionen nach Nennleistung.	126
Tab. 7-17: Jahresenergieproduktion der Kleinfeuerungsanlagen >100 kW nach der eigenen Vollerhebung im Vergleich zum Biomassebrennstoffbedarf der Kleinfeuerungsanlagen nach Ermittlungen der LUBW im Jahr 2010 in den Modellregionen.....	127
Tab. 7-18: Käuferverhalten der Heiz(kraft)anlagenbetreiber > 100 kW in Bezug auf die Anbieter von Waldhackschnitzeln: Waldbesitzer (WB), Händler (H), eigener Wald (EW) (Vollerhebung).....	143
Tab. 8-1: Wertschöpfungsermittlung einer typischen Value Chain für Scheitholz (Teilkette des Waldbesitzers).	162
Tab. 8-2: Wertschöpfungsermittlung einer typischen Value Chain für Scheitholz (Teilkette des Händlers).....	163
Tab. 8-3: Wertschöpfungsermittlung einer typischen Value Chain für Scheitholz (Gesamte Wertschöpfungskette).....	163
Tab. 8-4: Wertschöpfungsermittlung einer typischen Value Chain für Hackschnitzel (Teilkette des Waldbesitzers).	165
Tab. 8-5: Wertschöpfungsermittlung einer typischen Value Chain für Hackschnitzel (Teilkette des Händlers).....	166
Tab. 8-6: Wertschöpfungsermittlung einer typischen Value Chain für Hackschnitzel (Gesamte Wertschöpfungskette).....	166
Tab. 8-7: Regionale Wertschöpfungseffekte der typischen Wertschöpfungskette für Scheitholz.	168

Tab. 8-8: Regionale Wertschöpfungseffekte der typischen Wertschöpfungskette für Hackschnitzel	169
Tab. 9-1: Verwendete GEMIS-Prozesse zur Bereitstellung von Warmwasser.....	180

14 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

a	Jahr
BHD	Brusthöhendurchmesser
Efm	Erntefestemeter
F	FOKUS-Auswertung
Fm	Festmeter
GAZ	Gesamtarbeitszeit
GPW	Großprivatwald
km	Kilometer
KW	Kommunalwald
MAS	Maschinenstunde
MR	Modellregion
o.R.	ohne Rinde
RAZ	Reine Arbeitszeit
Rm	Raummeter
S	Stichprobenergebnis
Srm	Schüttraummeter
SW	Staatswald

15 ANHANG DATENGRUNDLAGE ZUR WERTSCHÖPFUNGSERMITTLUNG

Typische Wertschöpfungskette "Scheitholz"			
Daten	Wert	Einheit	Quelle
Teilkette Waldbesitzer			
Erlös v. Brennholz lang	54,21	€/Fm o.R.	Kommunalwald - Waldbesitzerbefragung
Vorleistungen – Fällen und Aufarbeiten			
Motorsägenentschädigung	8,30	€/ Gesamtlaufstunde	Motorsägenentschädigung für kommunale Waldarbeiter in BW, gültig ab 1.7.2014
Motorsägenlaufzeit	8,88	Min/Fm o.R.	EST-Zeittafel, Tab. 18 BG, Bu/Ei, 2a, 11 % Zuschlag
Investitionszuschüsse	0	€	eigene Annahme
Vorleistungen - Rücken mit Forstspezialschlepper mit Kran			
Anschaffungspreis AN Rückemaschine, Kran	210.000	€	KWF- Maschinenkostenkalk.
Investitionszuschuss	0	€	eigene Annahme
Restwert	0	€	eigene Annahme
Max. Nutzungsdauer	15	Jahre	KWF- Maschinenkostenkalk.
Jährl. Auslastung	1.200	MAS/ Jahr	KWF- Maschinenkostenkalk.
Arbeitsproduktivität Rücken	9,2	Fm/ MAS	Nach Cremer (2008) für BHD=30
Reparatur und Wartung	0,9	Faktor am AN	KWF- Maschinenkostenkalk.
Kraftstoffverbrauch	7	l/ MAS	KWF- Maschinenkostenkalk.
Kraftstoffkosten inkl. Transport und Lagerung	1,6	€/l	KWF- Maschinenkostenkalk.
Schmierstoffkosten	0,15	Faktor am AN	KWF- Maschinenkostenkalk.
Sonst. Kosten des Lohnunternehmers	0,064	Faktor am AN	KWF- Maschinenkostenkalk. (Techn. Maschinenvers. 1,4%, unternehmensbez. Kosten 5%)
Haftpflichtversicherung	600	€/Jahr	KWF- Maschinenkostenkalk.
Unterbringung	800	€/Jahr	KWF- Maschinenkostenkalk.
Sachkosten von	0,5	€/MAS	KWF- Maschinenkostenkalk.

Umsetzen, An- und Abfahrt			
Vorleistungen - Gemein			
Sachkosten je Arbeitsstunde des Revierleiters	5,20	€/h	VwV-Kostenfestlegung vom 3. Januar 2014, Anlage 1, gehobener Dienst
Arbeitszeitbedarf des Revierleiters	5	Min/ Fm o.R.	Annahme, ausgehend von Waldbesitzerbefragung
Anteil der Mitarbeiter			
Bruttolohn f. eigene Waldarbeiter	25,34	€/h	Eigene Berechnung nach KLR-Lohnfaktoren (ForstBW) ⁴⁵
VBL f. eigene Waldarbeiter	1,74	€/h	Eigene Berechnung nach KLR-Lohnfaktoren (ForstBW)
Zeitbedarf motormanuelle Holzernte	26,64	min/Fm o.R.	EST-Zeittafel, Tab. 18 BG, Bu/Ei, 2a, 11 % Zuschlag
Bruttolohn f. Maschinenführer (Rücken)	25,46	€/h	⁴⁶ TV-Forst Monatslohn EG 8 Stufe 6; 38,5 h/Wo; 11,56 Feiertage an Werktagen; 31 T Urlaub; 12,26 Krankheitstage; 8 % Personalnebenkosten
Arbeitszeitbedarf (GAZ) Rücken	8,82	Fm/h	Nach Cremer (2008) liegt die Produktivität der RAZ um 15 % höher als bei MAS und 20 % als bei GAZ. D.h. Fm/MAS *0,96 = Fm/GAZh
Lohnkosten für das Umsetzen, An- und Abfahrt (Rücken)	0,1	Faktor an Lohnkosten	KWF- Maschinenkostenkalk.
Bruttolohn d. Revierleiters	28,12	€/h	VwV-Kostenfestlegung vom 3. Januar 2014, Anlage 1, gehobener Dienst
Zuschläge für Beihilfe, Versorgung, Personalnebenkosten etc. des Revierleiters	23,92	€/h	VwV-Kostenfestlegung vom 3. Januar 2014, Anlage 1, gehobener Dienst
Anteil des Lohnunternehmers (Rücken)			
Unternehmensform des Lohnunternehmers (Rücken)	Einzelunternehmen		eigene Annahme

⁴⁵ ForstBW (2014): Lohn-Basis-Stand 11/2012, TV-Forst EG 8 der KLR-Lohnfaktoren

⁴⁶ Entgelttabelle TVöD-BaWü 1.3.2014 -28.02.2015

Stücklohn des Lohnunternehmers (Rücken mit Forwarder)	9,5	€/ Fm o.R.	Kommunalwald, Waldbesitzerbefragung
Anteil des Waldbesitzers			
Waldbesitzart	Öffentl. Betrieb	Keine Körperschafts- & Gewerbesteuerpflicht	Stand 2014,
Teilkette des Scheitholzhändlers			
Erlös v. Scheitholz	149,54	€/ Fm o.R.	Händlerbefragung
Vorleistungen – Transport (Wald -> Lagerplatz)			
Anschaffungspreis LKW inkl. Rungenkorb	300.000	€	Händlerbefragung
Investitionszuschuss	0	€	Händlerbefragung
Restwert	0	€	eigene Annahme
Max. Nutzungsdauer	7	Jahre	Händlerbefragung
Jährl. Auslastung	55.000	km/Jahr	Händlerbefragung
Reparatur und Wartung	19.500	€/Jahr	Händlerbefragung
Ladevolumen	20	Fm/ Fuhre	Händlerbefragung
Kraftstoffverbrauch	57,5	l/ 100 km	Händlerbefragung
Kraftstoffkosten	1,35	€/l	Händlerbefragung
Kfz-Versicherung	6.000	€/Jahr	Händlerbefragung
Unterbringung	6.000	€/Jahr	Händlerbefragung
Sonst. Kosten des Lohnunternehmers	0,05	Faktor am AN	eigene Annahme, nach KWF-Maschinenkosten-kalkulation (unternehmensbez. Kosten 5%)
Kfz-Steuer	3.500	€/Jahr	Händlerbefragung
Fahrentfernung Wald -> Lagerplatz je Fuhre (Leer- und Lastfahrt)	40	km	Händlerbefragung
Vorleistungen - Scheitholzaufarbeitung			
Anschaffungspreis Kombiniertes Säge-spaltautomat 44KW	100.000	€	Händlerbefragung
Investitionszuschuss	0	€	Händlerbefragung
Restwert	0	€	eigene Annahme
Max. Nutzungsdauer	5	Jahre	Händlerbefragung
Jährl. Auslastung	2000	Fm/Jahr	Händlerbefragung
Arbeitsproduktivität	4	Fm/MAS	Händlerbefragung

Scheitholzaufarbeit.			
Reparatur und Wartung	1.000	€/Jahr	Händlerbefragung
Stromverbrauch	44	kWh/MAS	Händlerbefragung
Stromkosten	0,28	€/kWh	Händlerbefragung
Vorleistungen – Transport Lagerplatz ->Trocknungsplatz			
Anschaffungspreis LKW-Zug	140.000	€	Händlerbefragung
Investitionszuschuss	0	€	Händlerbefragung
Restwert	0	€	eigene Annahme
Max. Nutzungsdauer	6	Jahre	Händlerbefragung
Jährl. Auslastung	50.000	km/Jahr	Eigene Annahme
Reparatur und Wartung	15.000	€/Jahr	Händlerbefragung
Anschaffungspreis eines Containers	7.500	€	Händlerbefragung
Investitionszuschuss	0	€	Händlerbefragung
Restwert	0	€	eigene Annahme
Max. Nutzungsdauer	5	Jahre	Händlerbefragung
Auslastung eines Containers	294	km/Jahr	Eigene Berechnung nach Händlerbefragung
Füllvolumen eines Container-Zuges	68	SRm	Händlerbefragung
Reparatur und Wartung	200	€/Jahr	Händlerbefragung
Kraftstoffverbrauch	40	l/ 100 km	Händlerbefragung
Kraftstoffkosten	1,35	€/l	Händlerbefragung
Kfz-Versicherung	3.000	€/Jahr	Händlerbefragung
Kfz-Steuer	1.000	€/Jahr	Händlerbefragung
Fahrentfernung (Hin- und Rückfahrt, 2 Lastfahrten/Container- Austausch)	5	km	Händlerbefragung
Vorleistungen – Technische Trocknung			
Trocknungsplatzkos- ten an Biogasanlage	5	€/ Srm	Händlerbefragung
Vorleistungen – Lagerung			
Anschaffungspreis Lager inkl. Halle	300.000	€	Händlerbefragung
Investitionszuschuss	0	€	Händlerbefragung
Restwert	0	€	eigene Annahme
Max. Nutzungsdauer	50	Jahre	Händlerbefragung

Jährlich gelagertes Material	2.000	Fm/ Jahr	Händlerbefragung
Anschaffungspreis Schaufelradlader	40.000	€	Händlerbefragung
Investitionszuschuss	0	€	Händlerbefragung
Restwert	0	€	eigene Annahme
Max. Nutzungsdauer	20	Jahre	Händlerbefragung
Jährl. Auslastung	400	Fm/Jahr	Händlerbefragung
Zeitbedarf (MAS) für ab-/beladen, umsetzen (Schaufelradlader)	3,5	min/Fm	Eigene Annahme, Händlerabsprache
Reparatur und Wartung	300	€/Jahr	Händlerbefragung
Kraftstoffverbrauch	5	l/MAS	Händlerbefragung
Kraftstoffkosten	1,35	€/l	Händlerbefragung
Sonstige Betriebsstoffkosten	150	€/Jahr	Händlerbefragung
Vorleistungen – Transport Lagerplatz -> Heizanlage			
Anschaffungspreis LKW 3,5-7,5 t	42.000	€	Händlerbefragung
Investitionszuschuss	0	€	Händlerbefragung
Restwert	0	€	eigene Annahme
Max. Nutzungsdauer	5	Jahre	Händlerbefragung
Jährl. Auslastung	18.000	MAS/Jahr	Händlerbefragung
Reparatur und Wartung	2000	€/Jahr	Händlerbefragung
Ladevolumen	8,5	Rm	Händlerbefragung
Kraftstoffverbrauch	12	l/ 100 km	Händlerbefragung
Kraftstoffkosten	1,35	€/l	Händlerbefragung
Kfz-Versicherung	1.000	€/Jahr	Eigene Annahme
Kfz-Steuer	500	€/Jahr	Eigene Annahme
Fahrentfernung (Leer- und Lastfahrt)	40	km	Händlerbefragung
Vorleistungen – Gemein			
Rohstoffkosten	s. Erlös des Waldbesitzers		
Eigenkapitalbindung bei Lagerung	0,5	Jahre	eigene Annahme
Eigenkapitalanteil	30	%	eigene Annahme
Alternative Eigenkapitalverzinsung	4	%	eigene Annahme
Haftpflichtversicherung	500	€/Jahr	Händlerbefragung

Anteil der Mitarbeiter			
Bruttolohn des Angestellten/ Maschinenführer	17,73	€/h	Händlerbefragung
Arbeitszeitbedarf Scheitholzaufarbeitung	4	Fm/h	Nach Höldrich (2007) ist GAZ=MAS des großen Automaten
Arbeitszeitbedarf Ab-/ Beladen, Umsetzen (Schaufelradlader) (GAZ)	3,5	min/Fm	Eigene Annahme, dass GAZ = MAS
Arbeitszeitbedarf Be- und Entladen, Wartezeiten (Transport Wald- >Lagerplatz)	0,75	h/Fuhre	Händlerbefragung
Arbeitszeitbedarf Be- und Entladen, Wartezeiten (Transport Lagerplatz -> Trocknungsplatz)	0,67	h/Fuhre	Händlerbefragung
Arbeitszeitbedarf Be- und Entladen, Wartezeiten (Transport Lagerplatz -> Heizanlage)	0,25	h/Fuhre	Händlerbefragung
Fahrtgeschwindigkeit (Transport)	48	km/h	Ermittelt nach Wittkopf (2005) für: Waldstraße 10km/h -> 10% Ortschaft 30 km/h ->10% Kreisstr. 50 km/h ->40% Bundesstr. 60 km/h -> 40%
Bruttolohn des Geschäftsführers	38	€/h	Annahme nach Händlerbefragung
Arbeitszeitbedarf: Kundenkontakt,- pflege, Rechnung	5	min/Fm	Händlerbefragung
Anteil des Lohnunternehmers			
Unternehmensform des Lohnunterneh- mers (Rücken)	Einzel- unter- nehmen		eigene Annahme
Stücklohn des Lohnunternehmers	7,5	€/ Fm o.R.	Händlerbefragung

(Transport Wald -> Lagerplatz)			
Anteil des Händlers			
Unternehmensform des Händlers	Einzelunternehmen		eigene Annahme

Typische Wertschöpfungskette "Hackschnitzel"			
Daten	Wert	Einheit	Quelle
Teilkette Waldbesitzer			
Erlös v. Hackrohholz	18,75	€/Fm o.R.	Kommunalwald - Waldbesitzerbefragung
Vorleistungen - Rücken mit Forwarder			
Anschaffungspreis Forwarder	300.000	€	KWF- Maschinenkostenkalk.
Investitionszuschuss	0	€	eigene Annahme
Restwert	0	€	eigene Annahme
Max. Nutzungsdauer	7	Jahre	KWF- Maschinenkostenkalk.
Jährl. Auslastung	1.500	MAS/ Jahr	KWF- Maschinenkostenkalk.
Arbeitsproduktivität Rücken	36,3	SRm/ MAS	Eberhardinger 2011 (Fi-Kronen in Endnutzung)
Reparatur und Wartung	0,9	Faktor am AN	KWF- Maschinenkostenkalk.
Kraftstoffverbrauch	9	l/ MAS	KWF- Maschinenkostenkalk.
Kraftstoffkosten inkl. Transport und Lagerung	1,6	€/l	KWF- Maschinenkostenkalk.
Schmierstoffkosten	0,15	Faktor am AN	KWF- Maschinenkostenkalk.
Sonst. Kosten des Lohnunternehmers	0,064	Faktor am AN	K KWF- Maschinenkostenkalk. (Techn. Maschinen-vers. 1,4%, unternehmensbez. Kosten 5%)
Haftpflichtversicherung	600	€/Jahr	KWF- Maschinenkostenkalk.
Unterbringung	800	€/Jahr	KWF- Maschinenkostenkalk.
Sachkosten von Umsetzen, An- und Abfahrt	2	€/MAS	KWF- Maschinenkostenkalk.
Vorleistungen - Gemein			
Sachkosten je	5,20	€/h	VwV-Kostenfestlegung

Arbeitsstunde des Revierleiters			vom 3. Januar 2014, Anlage 1, gehobener Dienst
Arbeitszeitbedarf des Revierleiters	0,5	Min/ Fm o.R.	Annahme, ausgehend von Waldbesitzerbefragung
Anteil der Mitarbeiter			
Bruttolohn f. Maschinenführer (Rücken)	25,46	€/h	TV-Forst Monatslohn EG 8 Stufe 6; 38,5 h/Wo; 11,56 Feiertage an Werktagen; 31 T Urlaub; 12,26 Krankheitstage; 8 % Personalnebenkosten
Arbeitszeitbedarf (GAZ) Rücken	13,92	Fm/h	Nach Cremer (2008) liegt die Produktivität der RAZ um 15 % höher als bei MAS und 20 % als bei GAZ. D.h. Fm/MAS *0,96 = Fm/GAZh
Lohnkosten für das Umsetzen, An- und Abfahrt	0,15	Faktor an Lohnkosten	KWF- Maschinenkostenkalk.
Bruttolohn d. Revierleiters	28,12	€/h	VwV-Kostenfestlegung vom 3. Januar 2014, Anlage 1, gehobener Dienst
Zuschläge für Beihilfe, Versorgung, Personalnebenkosten etc. des Revierleiters	23,92	€/h	VwV-Kostenfestlegung vom 3. Januar 2014, Anlage 1, gehobener Dienst
Anteil des Lohnunternehmers (Rücken)			
Unternehmensform des Lohnunternehmers (Rücken)	Einzelunternehmen		eigene Annahme
Stücklohn des Lohnunternehmers (Rücken mit Forwarder)	8	€/ Fm o.R.	Kommunalwald, Waldbesitzerbefragung
Anteil des Waldbesitzers			
Waldbesitzart	Öffentl. Betrieb	Keine Körperschafts- & Gewerbesteuerpflicht	Stand 2014,
Teilkette des Hackschnitzel-Händlers			
Erlös v. Hackschnitzel	45,12	€/ Fm o.R.	Händlerbefragung
Vorleistungen - Hacken			
Anschaffungspreis	530.000	€	Händlerbefragung

Aufbauhacker auf LKW, 540 PS			
Investitionszuschuss	0	€	Händlerbefragung
Restwert	0	€	eigene Annahme
Max. Nutzungsdauer	10	Jahre	Händlerbefragung
Jährl. Auslastung	1200	MAS/Jahr	Eigene Annahme für Handelsvolumen von ca. 100.000 Sm ³ /Jahr
Arbeitsproduktivität Hacken	83,1	Srm/MAS	Nach Schulmeyer et al. (2014), 540 PS
Reparatur und Wartung	20.000	€/Jahr	Händlerbefragung
Kraftstoffverbrauch	60	l/MAS	Händlerbefragung
Kraftstoffkosten	1,35	€/l	Händlerbefragung
Sonst. Betriebsstoffkosten, z.B. Schmierstoffe	3.000	€/Jahr	Händlerbefragung
Sonst. Kosten des Lohnunternehmers	0,05	Faktor am AN	eigene Annahme, nach KWF-Maschinenkosten-kalkulation (unternehmensbez. Kosten 5%)
Haftpflichtversicherung	7.000	€/Jahr	Händlerbefragung
Unterbringung	800	€/Jahr	eigene Annahme, nach KWF-Maschinenkosten-kalkulation
Sachkosten für Umsetzen, An- und Abfahrt	0,5	Faktor an Maschinen-, Betriebsstoffkosten	Eigene Annahme;
Vorleistungen – Transport			
Anschaffungspreis LKW-Zug	140.000	€	Händlerbefragung
Investitionszuschuss	0	€	Händlerbefragung
Restwert	0	€	eigene Annahme
Max. Nutzungsdauer	10	Jahre	Händlerbefragung
Jährl. Auslastung	50.000	Km/Jahr	Händlerbefragung
Reparatur und Wartung	4.000	€/Jahr	Händlerbefragung
Anschaffungspreis eines Containers	5000	€	Händlerbefragung
Investitionszuschuss	0	€	Händlerbefragung
Restwert	0	€	eigene Annahme
Max. Nutzungsdauer	15	Jahre	Händlerbefragung

Auslastung aller Container	1620	Anzahl der Fuhren im Container-Zug/Jahr	Händlerbefragung
Anzahl der Container	25	Anzahl	Händlerbefragung
Füllvolumen eines Container-Zuges	72	SRm	Händlerbefragung
Reparatur und Wartung	150	€/Jahr	Händlerbefragung
Kraftstoffverbrauch	55	l/ 100 km	Händlerbefragung
Kraftstoffkosten	1,35	€/l	Händlerbefragung
Kfz-Versicherung	3.500	€/Jahr	Händlerbefragung
Unterbringung	800	€/Jahr	eigene Annahme, nach KWF-Maschinenkosten-kalkulation
Sonst. Kosten des Lohnunternehmers	0,05	Faktor am AN	eigene Annahme, nach KWF-Maschinenkosten-kalkulation (unternehmensbez. Kosten 5%)
Kfz-Steuer	700	€/Jahr	Händlerbefragung
Fahrentfernung Wald -> Lagerplatz je Fuhre (Leer- und Lastfahrt)	50	km	Händlerbefragung
Fahrentfernung Lagerplatz -> Heizanlage je Fuhre (Leer- und Lastfahrt)	40	km	Händlerbefragung
Vorleistungen – natürliche Trocknung/ Lagerung			
Pacht der überdachten Lagerhalle	9000	€/Jahr	Händlerbefragung
Jährlich gelagertes Material	7.000	SRm/ Jahr	Händlerbefragung
Anschaffungspreis Teleskoplader	67.000	€	Händlerbefragung
Investitionszuschuss	0	€	Händlerbefragung
Restwert	0	€	eigene Annahme
Max. Nutzungsdauer	15	Jahre	Händlerbefragung
Jährl. Auslastung	330	MAS/Jahr	Händlerbefragung
Zeitbedarf (MAS) für Ab-/ Beladen, Umsetzen (Teleskoplader)	0,5	h/Container	Händlerbefragung
Reparatur und	500	€/Jahr	Händlerbefragung

Wartung			
Haftpflicht- versicherung	300	€/Jahr	Händlerbefragung
Kraftstoffverbrauch	8	l/MAS	Händlerbefragung
Kraftstoffkosten	1,35	€/l	Händlerbefragung
Trockenmasse- verluste bei über- dachter Lagerung	7	%	Balsari & Manzone (2010)
Vorleistungen - Gemein			
Rohstoffkosten	s. Erlös des Waldbesitzers		
Eigenkapitalbindung bei Lagerung	0,5	Jahre	eigene Annahme
Eigenkapitalanteil	30	%	eigene Annahme
Alternative Eigen- kapitalverzinsung	4	%	eigene Annahme
Anteil der Mitarbeiter			
Bruttolohn des Angestellten/ Maschinenführer	17,73	€/h	Händlerbefragung
Arbeitszeitbedarf (GAZ) Hacken	47,5	Srm/h	Nach Schulmeyer et al. (2014) liegt der Anteil der Unterbrechungen an der MAS bei 17,8 % und der Anteil der RAZ an der GAZ bei 47%.
Arbeitszeitbedarf Be- und Entladen eines Container-Zuges (Transport)	0,5	h/Fuhre	Händlerbefragung
Fahrtgeschwindigkeit (Transport)	48	km/h	Ermittelt nach Wittkopf (2005) für: Waldstraße 10km/h -> 10% Ortschaft 30 km/h ->10% Kreisstr. 50 km/h ->40% Bundesstr. 60 km/h -> 40%
Arbeitszeitbedarf Ab-/ Beladen, Umsetzen (Teleskoplader) (GAZ)	0,5	h/Container	Eigene Annahme, dass GAZ = MAS
Bruttolohn des Geschäftsführers	38	€/h	Annahme nach Händlerbefragung
Arbeitszeitbedarf: Ausschreibungsteil- nahme, Vertragsab-	150	h/Jahr	Händlerbefragung

wicklung, Rechnung			
--------------------	--	--	--

Typische Wertschöpfungsketten von Hackschnitzel und Scheitholz			
Daten	Wert	Einheit	Quelle
Anteil der Fremdkapitalgeber			
FK-Anteil bei Anschaffungen und Kapitalbindung	70	%	eigene Annahme
FK-Zinsfuß	4	%	eigene Annahme
Anteil des Staates			
Einkommensteuersatz der Unternehmer	28	%	Mittelwert aus Eingangssteuersatz 14 % und Spitzensteuersatz 42 %
Einkommensteuersatz der Mitarbeiter	26	%	2 % Abzug von 28 % wegen niedrigerem Einkommensbereich/ weniger Nebeneinkünfte
Abgeltungssteuersatz (100 % Gewinnausschüttung)	25	%	gültig 2014
Körperschaftsteuersatz	15	%	gültig 2014
Kirchensteuersatz	8	In % der ESt	für Baden-Württemberg, gültig 2014
Solidaritätszuschlag	5,5	In % der ESt/KSt	gültig 2014
Mehrwertsteuersatz Hackschnitzel	19	%	gültig 2014
Mehrwertsteuersatz Scheitholz (Regelbesteuerung)	7	%	gültig 2014
Steuermesszahl der Gewerbesteuer	3,5	%	gültig 2014
Gewerbesteuerhebesatz MR Kalk	336,5	%	www.statistik-bw.de; Daten von 2013 für die Landkreise Zollernalbkreis, Sigmaringen, Biberach: Istaufkommen / Grundbetrag = Hebesatz
Gewerbesteuerhebesatz MR Keuper	360,1	%	s.o. Daten von 2013 für die Landkreise Tübingen, Böblingen: Istaufkommen /

			Grundbetrag = Hebesatz
Gewerbesteuer- hebesatz MR Silikat	351,4	%	s.o. Daten von 2013 für die Landkreise Breisgau-Hochschwarzwald, Schwarzwald-Baar, Waldshut, Lörrach: Istaufkommen / Grundbetrag = Hebesatz