

REGIONALISIERUNG DER AUFKOMMENS- UND
VERWENDUNGSPOTENZIALE VON NADELSTAMMHOLZ
IN DEUTSCHLAND

DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades

im Department Biologie der Fakultät für

Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften

der Universität Hamburg

vorgelegt von

Helge Hedden

aus Hamburg

Hamburg 2009

Genehmigt vom Department Biologie
der Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften
an der Universität Hamburg
auf Antrag von Professor Dr. U. MANTAU
Weiterer Gutachter der Dissertation:
Herr Professor Dr. Dr. h. c. G. BECKER
Tag der Disputation: 19. Dezember 2008

Hamburg, den 05. Dezember 2008



Professor Dr. Jörg Ganzhorn
Leiter des Departments Biologie

DANKSAGUNG

Die vorliegende Arbeit entstand im Zeitraum von März 2005 bis Oktober 2008 am Zentrum Holzwirtschaft der Universität Hamburg.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Udo Mantau. Die spannende und herausfordernde Themenstellung, der Freiraum bei der inhaltlichen Ausarbeitung, die fortwährende Diskussionsbereitschaft und Förderung waren wesentliche Grundlagen für die Entstehung der vorliegenden Arbeit.

Ebenfalls danke ich Herrn Prof. Dr. Gero Becker für die Tätigkeit als Zweitgutachter.

Den Herren Dr. Christian Sörgel und Dr. Holger Weimar danke ich besonders, da sie mir den Einstieg in die Promotion durch ihre fachliche Kompetenz und ihren Humor wesentlich erleichtert haben.

Gleiches trifft auch auf die Herren Dr. Matthias Dieter und Hermann Englert zu, die mir insbesondere den teilweise dschungelartigen Weg durch die Daten der zweiten Bundeswaldinventur und ihrer Interpretation ebneten, oftmals mit einem Augenzwinkern.

In der Bibliothek des Johann Heinrich von Thünen-Instituts (ehemals Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft) stand mir stets ein kompetentes, hilfsbereites und freundliches Team zur Seite, das mir die Welt des Wissens zugänglich machte.

Mein größter Dank gilt jedoch meiner Familie und meinen Freunden. Durch Eure großartige Unterstützung habt Ihr einen entscheidenden Anteil an der Entstehung dieser Arbeit!

Hamburg, im Oktober 2008

INHALTSVERZEICHNIS

I.	Einleitung	8
I.1	Hintergrund und Zielsetzung	8
I.2	Gliederung der Arbeit	9
II.	Verwendung von Nadelstammholz – Sägeindustrie	11
II.1	Datengrundlage 2004 und 2005	11
II.2	Investitionen	15
II.3	Wirtschaftliche Ursachen des Mengenwachstums	17
II.4	Zusammenfassung	19
III.	Aufkommen von Nadelstammholz	20
III.1	Ergebnisse BWI ²	20
III.1.1	Baumartengruppe Fichte	23
III.1.2	Baumartengruppe Kiefer	25
III.2	WEHAM	26
III.2.1	Grundlagen der Modellierung	27
III.2.2	Holzaufkommensmodellierung	28
III.3	Ergebnisse WEHAM	30
III.3.1	Szenario A (Basisszenario)	30
III.3.2	Szenario F	35
III.4	Rohholzmobilisierung	36
III.4.1	Einflussfaktoren auf die Mobilisierung von Holz	37
III.4.2	Maßnahmen zur Mobilisierung von Holz im Kleinprivatwald	39
III.5	Zusammenfassung	41
IV.	Logistik	43
IV.1	Definition der Logistik	43
IV.2	Definition des Transports	45
IV.3	Allgemeine Entwicklungen in der Logistik	45
IV.4	Logistik in der Holzwirtschaft	49
IV.4.1	Jüngere Entwicklungen beim Informationsfluss zum Werk	51
IV.4.2	Jüngere Entwicklungen beim Transport vom Wald zum Werk	54
IV.4.2.1	Straßenverkehr	54
IV.4.2.1.1	Transportsicherheit	54

IV.4.2.1.2	Transportgewicht	55
IV.4.2.1.3	Maut.....	56
IV.4.2.2	Schienenverkehr.....	57
IV.4.2.3	Schifffahrt.....	59
IV.4.3	Logistikketten und Multimodaler Verkehr	59
IV.4.3.1	Straßentransport.....	60
IV.4.3.2	Multimodaler Verkehr.....	62
IV.4.3.2.1	Schienentransport.....	63
	Schwerpunkt Befragung EIU	65
	Schwerpunkt Gleisanschlüsse	70
IV.4.3.2.2	Schiffstransport.....	73
	Schwerpunkt Befragung Häfen	75
IV.4.4	Transportdaten der Holzwirtschaft	83
IV.4.4.1	Transportmengen	83
IV.4.4.2	Transportkosten.....	84
IV.4.4.3	Transportentfernungen	89
IV.5	Zusammenfassung.....	89
V.	Methodische Grundlagen.....	91
V.1	Begriffe.....	91
V.2	Problembeschreibung	92
V.3	Kernidee.....	92
V.4	Grundlegende Annahmen und Methoden	95
VI.	Modell zur regionalen Rohstoffverteilung.....	97
VI.1	Datenbearbeitung bis zur Modelltauglichkeit.....	97
VI.1.1	Verwendung.....	97
VI.1.2	Aufkommen.....	100
VI.1.3	Transportlogistik	108
VI.1.3.1	Entfernungstabellen.....	108
VI.1.3.2	Entfernungsverhältnisse	110
VI.1.3.3	Rankingtabellen	110
VI.1.3.3.1	Rankingtabelle Straßengüterverkehr	110
VI.1.3.3.2	Rankingtabelle Eisenbahn	111
VI.1.3.3.3	Rankingtabelle Schifffahrt.....	112

VI.1.3.4 Transportbeschränkung.....	113
VI.1.3.5 Transportanteil.....	113
VI.2 Modellaufbau	116
VI.2.1 Datenimport	116
VI.2.2 Modellschritt 1.....	117
VI.2.3 Modellschritt 2.....	118
VI.2.4 Datenexport	123
VI.3 Szenarien.....	123
VII. Ergebnisse.....	127
VII.1 Ergebnisübersichten der berechneten Szenarien	128
VII.2 Detailergebnisse Szenario 15 (Standardszenario).....	131
VII.3 Ergebnisse ausgewählter Szenarien.....	146
VII.4 Strukturelle Unterschiede zwischen Szenarien	158
VII.5 Übersicht der wichtigsten Ergebnisse	166
VIII. Diskussion	167
IX. Zusammenfassung	181
X. Anhang	183
X.1 Literaturverzeichnis	183
X.2 Abbildungsverzeichnis	202
X.3 Tabellenverzeichnis	206
X.4 Abkürzungen und Symbole	207
X.5 Raumordnungsregionen.....	211
X.6 Regierungsbezirke nach Bundeswaldinventur	212
X.7 Glossar Forst- und Holzwirtschaft	213
X.8 Holz- und Baumartengruppen	223
X.9 Glossar Logistik.....	225
X.10 GVZ und KV-Terminals	230
X.11 Rankingtabellen	231
X.12 Fragebogen.....	232
X.13 Mengenentwicklung über Entfernungsradien	234
X.14 Anteile der Entfernungen an Transportmengen	236
X.15 Szenarien Zusammenfassung	238

I. Einleitung

I.1 Hintergrund und Zielsetzung

Holz – seit jeher ist dieser Werkstoff unmittelbar mit der kulturellen Entwicklung des Menschen verbunden. Wurde Holz anfänglich als leicht zu beschaffende Energiequelle genutzt, kamen im Laufe der Zeit vielfältige Nutzungsmöglichkeiten hinzu. Zusätzlich zur Verwendung als Material für Haus- und Schiffbau wurde Holz unentbehrlicher Bestandteil von Gebrauchsgegenständen aller Art wie z. B. dem Rad. Holz war im Altertum so begehrt, dass es im Mittelmeerraum erstmalig in der Geschichte zu großflächigen Übernutzungen der Wälder und schließlich deren Verschwinden durch den Menschen kam.

Im Mittelalter wird Holz in ganz Europa zum dominierenden Werkstoff. Die Anwendung erfolgt in fast allen Lebensbereichen, wobei z. B. im Hausbau oder im Brückenbau Werke von hohen Graden geschaffen werden (WILLEITNER 2003, S. 613).

Am Beginn der Neuzeit setzt durch das Bevölkerungswachstum und später durch die Industrialisierung eine übermäßige Holznutzung ein, die die Bewaldung in ganz Europa zurückgehen lässt. 1713 beschreibt HANNß CARL VON CARLOWITZ in seinem Werk „Sylvicultura oeconomica, ...“ (VOLZ 2003, S. 105) erstmalig die Idee der Nachhaltigkeit. Gemeinsam mit der allmählich verbreiteten Erkenntnis, dass eine weitere Übernutzung die bestehende Gesellschaftsform bedroht, wird eine geregelte Forstwirtschaft ins Leben gerufen. Sie geht bis heute der Aufgabe einer kontinuierlichen und ausreichenden Holzversorgung nach.

In der Gegenwart wird Holz im Rahmen all seiner Möglichkeiten eingesetzt. Von Bedeutung sind dabei Innovationen, mit deren Hilfe es gelingt, in der Konkurrenz mit anderen Werkstoffen bestehen zu können. Zusammen mit der Erschließung von räumlich weit auseinander liegenden Absatzmärkten führt dies wieder zu einem erhöhten Holzbedarf, der durch die einheimischen Wälder gedeckt werden muss. Seit geraumer Zeit verzeichnet deshalb neben der Holzwerkstoffindustrie und der Zellstoff- und Papierindustrie besonders die Sägeindustrie einen stetig steigenden Bedarf an Holzrohstoffen. Bedingt durch die angespannte Lage an den Beschaffungsmärkten für Rohöl treten in jüngster Zeit auch Energieerzeuger verstärkt als Nachfrager von Holzrohstoffen auf.

Einen weiteren Schub für die verstärkte Nutzung von Holz lieferte die Auswertung der 2002 durchgeführten zweiten Bundeswaldinventur (BWI²). Sie führte ab 2004 – dem Jahr ihrer Veröffentlichung – seitens der Holzwirtschaft zu einer erhöhten Erwartungshaltung bezüglich einer größeren Liefermenge gegenüber dem Wald und der das Holz bereitstellenden Forstwirtschaft. Die Erwartungen wurden nochmals erhöht, als kurz darauf die Waldentwicklungs- und Holzaufkommensprognose (WEHAM) veröffentlicht wurde. Basierend auf der BWI² stellt sie in verschiedenen Szenarien die Entwicklung der Rohholzpotenziale über vier Jahrzehnte bis 2042 dar. Die Ergebnisse beider Arbeiten weisen auf hohe, ungenutzte Rohholzpotenziale in

Deutschland hin. Schlagzeilen wie „Holzeinschlag bleibt deutlich unter dem Zuwachs“ (ANONYMUS 2004) oder Aussagen wie „Der Zuwachs übertraf die Nutzung um 39 %“ (ANONYMUS 2004) oder „[...] wobei [...] Deutschland sogar nur 50 % seines nachhaltigen Einschlagspotenzials nutze. Deutschland [...] belegt in Europa bezüglich der absoluten und flächenbezogenen Holzvorräte den Spitzenplatz in Europa“ (ANONYMUS 2006a) führten als ein nicht zu vernachlässigender Faktor zu Investitionsentscheidungen in fast allen Bereichen der Holzwirtschaft.

Jedoch setzte bald Ernüchterung ein, denn die Forstwirtschaft war auf herkömmliche Weise nicht in der Lage die Reserven zu mobilisieren. „Einige Investitionen in der Holzwirtschaft lassen VORHER zu der Bewertung kommen, dass die Ergebnisse der Bundeswaldinventur teilweise fehl interpretiert wurden.“ (KRAUHAUSEN 2006a). Dies führte von der anfänglich überschwänglichen Betrachtungsweise zu einer tiefgründigeren Auseinandersetzung mit der BWI², WEHAM und denen aus ihnen gewonnenen Erkenntnissen. HEIDER (2006) bringt es auf den Punkt: „Die Sägeindustrie braucht dringend verbindlichere Informationen darüber, wie viel Rohstoff in Deutschland tatsächlich bereitgestellt werden kann.“

Deshalb beschäftigt sich diese Arbeit eingehend mit den Ergebnissen aus der BWI² und der WEHAM. Sie bilden gemeinsam mit Daten über die Verwendung von Nadelstammholz aus dem Arbeitsbereich Ökonomie des Zentrums für Holzwirtschaft der Universität Hamburg die Grundlage für ein selbst entwickeltes Computermodell. Mithilfe dieses Modells lassen sich auf regionaler Ebene Aufkommen und Verwendung von Nadelstammholz in Deutschland gegenüberstellen. Unter zusätzlicher Berücksichtigung von logistischen Aspekten und des Außenhandels ist es möglich, regionale Knappheiten und vorhandene Potenziale aufzuzeigen, um die dringend benötigten Informationen über die Verteilung des Rohstoffs Holz in Deutschland zu erhalten.

Dem Modell liegt eine volkswirtschaftliche Betrachtungsweise zugrunde, weshalb Aufkommen und Verwendung aggregiert wurden. Es nähert sich aufgrund der gemachten Annahmen und unter Nutzung der vorliegenden Daten der tatsächlichen Situation an. Die Modellergebnisse können als Ausgangspunkt für weiterführende Untersuchungen oder strategische Entscheidungshilfen dienen, spiegeln jedoch nicht die Realität als solche wider. Konkrete betriebswirtschaftliche Einzelentscheidungen sollten auf Grundlage dieses Modells nicht getroffen werden.

I.2 Gliederung der Arbeit

Bevor das Modell und seine Ergebnisse vorgestellt werden, führen die Kapitel II bis IV in die Thematik der einzelnen Modellbausteine ein.

Kapitel II beschäftigt sich mit der Verwendung von Nadelstammholz. Die industriellen Verbraucher von Nadelstammholz werden unter besonderer Berücksichtigung der mit der BWI² einsetzenden Entwicklung im Hinblick auf das Spannungsfeld der Rohstoffbeschaffung vorgestellt.

Im Kapitel III werden die Daten zum Aufkommen von Nadelstammholz dargestellt. Da es selbst in Fachkreisen zu Ungenauigkeiten beim Gebrauch oder gar zu Verwechslungen von Fachbegriffen kommt, befindet sich in Abschnitt X.7 ein Glossar zur genauen Definition relevanter Begriffe der Forst- und Holzwirtschaft.

Das Kapitel IV hat das Thema Logistik zum Inhalt. Einleitend werden in ihm die Begriffe Logistik und Transport definiert. Weitere Begriffe werden im Glossar Logistik in Abschnitt X.9 erläutert. Nach der Beschreibung allgemeiner Entwicklungen werden jüngere Entwicklungen und die drei Hauptverkehrsträger Straßengüterverkehr, Eisenbahn und Schifffahrt in Bezug auf die Logistik der Holzwirtschaft vorgestellt. Eigens für das Modell durchgeführte Umfragen zu logistischen Eigenschaften von Holzverladebahnhöfen und Häfen fließen ein.

Kapitel V geht auf methodische Grundlagen ein. Die entscheidenden Ideen und grundlegende Annahmen des selbst programmierten Modells stehen im Mittelpunkt dieses Kapitels.

In Kapitel VI werden anhand eines Beispiels die Modellstruktur und die dahinter stehenden Überlegungen erläutert. Dabei gemachte Modellannahmen fließen ebenfalls in die Darstellung ein. In der Betrachtung ist auch die daraus resultierende Datenbearbeitung bis zur Modellreife in den Bereichen Verwendung, Aufkommen und Logistik enthalten. Dabei wird gezeigt, wie aus Literaturquellen, vorliegenden Datenbeständen und selbst erhobenen Umfrageergebnissen Variablen für die Modellrechnung erzeugt wurden. Es wird ferner erläutert, warum die Daten aus der WEHAM nicht in ihrer bestehenden Form übernommen wurden.

Die Modellergebnisse finden sich im Kapitel VII. Anhand des Sortiments Nadelstammholz werden die Ergebnisse überwiegend anhand von Landkarten präsentiert. Gezeigt werden dabei die Einflüsse verschiedener Faktoren wie z. B. unzureichende Mobilisierung, des Außenhandels oder eine umfangreiche Investitionstätigkeit.

Die Diskussion der Ergebnisse (Kapitel VIII) und die Zusammenfassung (Kapitel IX) beschließen diese Arbeit.

II. Verwendung von Nadelstammholz – Sägeindustrie

Die traditionellen Verbraucher von Nadelstammholz in Gestalt der Säge-, Furnier- und Sperrholzindustrie durchlaufen in ihren Branchen seit geraumer Zeit Konzentrationsprozesse, die eine radikale Veränderung der Wettbewerbsstrukturen nach sich zieht. Aufgrund ihrer mengenmäßigen Bedeutung wird nach einem Kurzüberblick über die Daten der anderen Stammholz verbrauchenden Branchen einzig die Sägeindustrie als Verbraucher von Nadelstammholz betrachtet.

Die Sperrholzindustrie verbrauchte im Jahr 2005 für die Produktion von 236.000 m³ Sperrholz 104.000 m³ Nadel- und Laubstammholz. 43.000 m³ waren davon Nadelholz aus einheimischen Wäldern. Die Furnierindustrie kam im selben Jahr auf einen Rundholzverbrauch von 188.000 m³ für Furniere, die nicht für den Einsatz in Sperrholz vorgesehen waren. Davon waren 34.000 m³ Nadelholz (BMELV 2006, S. 28). In der Summe ergibt sich ein Nadelstammholzverbrauch beider Branchen von 77.000 m³. Neuerdings kauft auch die Holzwerkstoffindustrie wegen Rohstoffknappheit gewisse Mengen an sägefähigen Nadelholzsortimenten ein. Nach ALTEHELD (2007) wurden 2006 etwa 500.000 Fm¹ dieser sägefähigen Nadelholzware von der Holzwerkstoffindustrie gekauft. 2005 waren es noch unter 200.000 Fm.

II.1 Datengrundlage 2004 und 2005

Die detaillierte Beschreibung der Sägeindustrie beginnt mit dem Jahr 2004. In diesem Jahr setzte mit der Veröffentlichung der zweiten Bundeswaldinventur (BWI²) eine bemerkenswerte Entwicklung in der Sägeindustrie ein. Zum besseren Verständnis mancher Vorgänge wird aber auch auf davor liegende Ereignisse eingegangen.²

In den folgenden Ausführungen und in der im Kapitel VI beschriebenen Modellierung wird in erster Linie auf die Studien über die Sägeindustrie von SÖRGEL, MANTAU (2005) und SÖRGEL ET AL. (2006) abgestellt, da sie auf einer Vollerhebung basieren. Die vom STATISTISCHEN BUNDESAMT erhobenen Daten beinhalten dagegen keine Sägewerke mit weniger als 5.000 Fm Einschnitt. Außerdem bleiben Sägewerke in Unternehmen unberücksichtigt, die ein anderes Hauptbetätigungsfeld als die Schnittholzproduktion haben (z. B. ein in ein Furnierwerk integriertes Sägewerk).

Für das Jahr 2004 wurden in einer Vollerhebung von SÖRGEL, MANTAU (2005, S. 7 ff.) insgesamt 2.465 produzierende Sägewerke erfasst. Davon waren 1.800 Betriebe

¹ Sägefähiges Stammholz und der Einschnitt werden in Festmeter ohne Rinde [Fm o. R.] bzw. [Fm] oder Kubikmeter [m³] angegeben.

² SÖRGEL (2005, S. 45 ff.) gibt einen Überblick über die vor 2004 durchlaufene Entwicklung und ihre Ursachen.

Nadelholz-Sägewerke, 465 Mischbetriebe³ und 230 Laubholz-Sägewerke. Von diesen Betrieben wurden rund 33,4 Mio. Fm Stammholz eingeschnitten. Davon entfielen 30,7 Mio. Fm (92,0 %) auf Nadelholz. Von den 2.465 Sägewerken schnitten 2.274 Betriebe Nadelholz ein. Die Tabelle II-1 zeigt, dass 58,4 % der Nadelholz einschneidenden Betriebe reine Nadelholzbetriebe mit unter 5.000 Fm Jahreseinschnitt sind. Sie kommen in der Summe auf 5,7 % des Gesamteinschnitts an Nadelholz. Dagegen schneiden nur 2,6 % der Betriebe aus Tabelle II-1 68,1 % des gesamten Nadelholzes ein. Auch in den unter der Kategorie „Mischbetriebe“ zusammengefassten Sägewerken liegt eine vergleichbare Situation vor. Es gibt viele kleine Sägewerke (jährlicher Einschnitt bis 5.000 Fm) und nur wenige größere Sägewerke (Einschnitt ab 100.000 Fm), die aber den Großteil des Einschnitts auf sich vereinen.

Tabelle II-1: Erfasster Nadelstammholzeinschnitt (2004) nach Größenklassen

Größenklasse	Betriebe		Nadelstammholzeinschnitt	
	N	[%]	[Fm o.R.]	[%]
unter 1.000	744	32,7%	316.598	1,0%
1.000 - 4.999	584	25,7%	1.430.157	4,7%
5.000 - 19.999	315	13,9%	3.088.788	10,1%
20.000 - 99.999	98	4,3%	3.994.179	13,0%
100.000 - 499.999	50	2,2%	11.033.827	35,9%
500.000 und mehr	9	0,4%	9.900.570	32,2%
NH in LH-Sägewerken	39	1,7%	19.040	0,1%
NH in Mischbetrieben	435	19,1%	942.733	3,1%
Summe	2.274	100,0%	30.725.892	100,0%

Quelle: SÖRGEL, MANTAU (2005, S. 9)

Diese schon seit Längerem zu beobachtende Tendenz zur Konzentration beschleunigte sich in den vergangenen Jahren. Besonders die mittelgroßen Sägewerke mit einem Einschnitt zwischen 1.000 und 100.000 Fm sind dadurch unter Druck geraten (SÖRGEL, MANTAU 2005, S. 21). Viele von ihnen verlassen den Markt.

Die regionale Verteilung der Einschnittkapazitäten nach Bundesländern zeigt einen hohen Anteil von Nadelholz-Sägewerken in Baden-Württemberg und Bayern. Beide Bundesländer erbringen nahezu die Hälfte (48,1 %) des bundesweiten Nadelstammholzeinschnitts. Für Tabelle II-2 ist zu berücksichtigen, dass in diesem Einschnitt auch insgesamt 19.040 Fm Nadelstammholz enthalten sind, die in 39 Laubholz-Sägewerken eingeschnitten wurden (SÖRGEL, MANTAU 2005, S. 13). Abbildung II-1 zeigt den Nadelstammholzeinschnitt 2004 nach Raumordnungsregionen⁴.

³ Entfallen weniger als 90 % des Einschnitts entweder auf Nadel- oder Laubholz, handelt es sich um einen Mischbetrieb. Es kann also in einem der Kategorie Laubholz zugeordneten Sägewerk durchaus Nadelholz eingeschnitten werden.

⁴ In Deutschland gibt es 97 Raumordnungsregionen (s. Abschnitt X.5), die aus Land- und Stadtkreisen gebildet werden. Sie dienen der funktionalen Einteilung des Bundesgebiets (KOCKS, SCHLÖMER 1999, S. 845).

Tabelle II-2: Erfasster Nadelstammholzeinschnitt (2004) nach Bundesländern

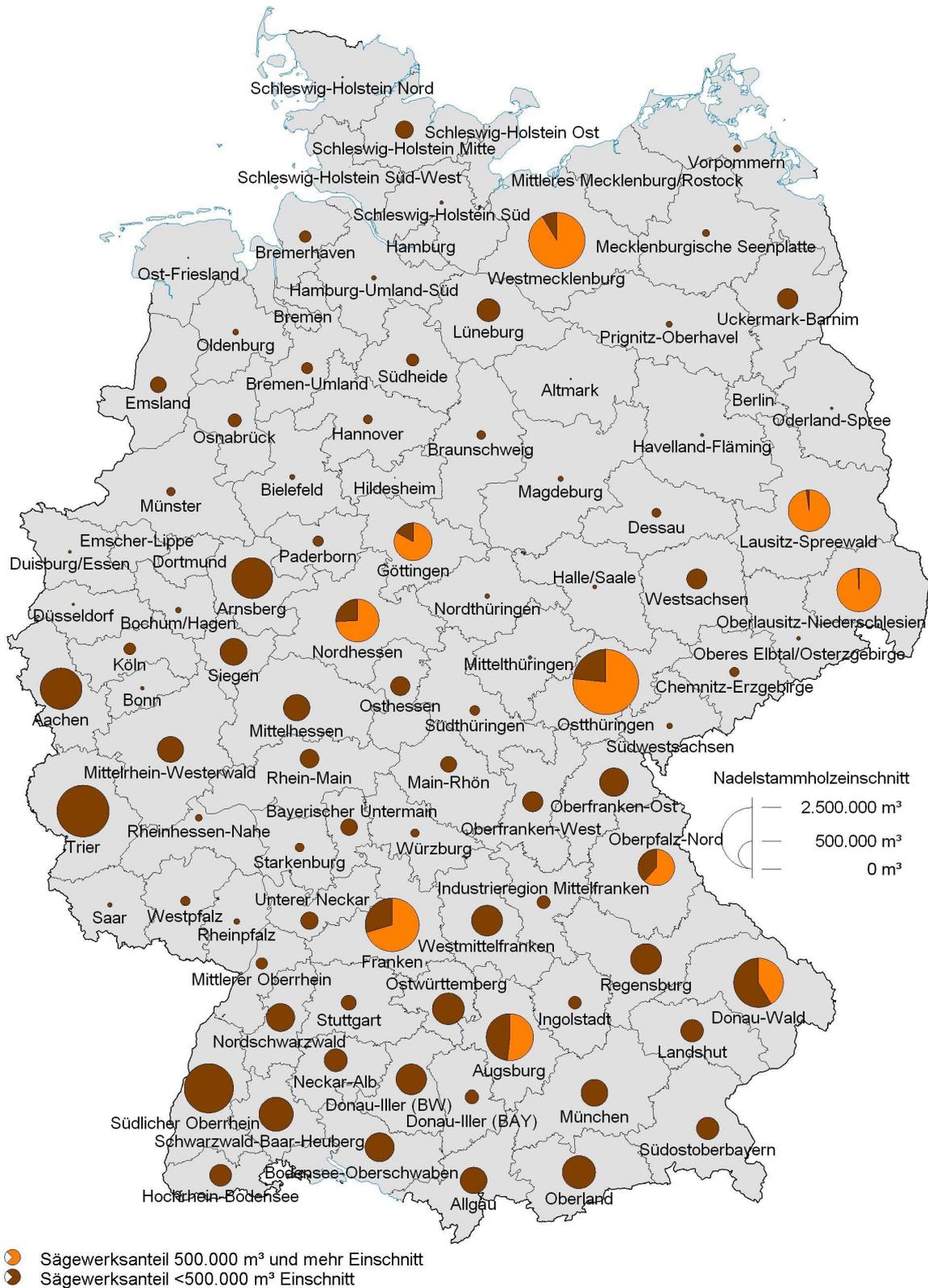
Bundesland	Nadelholz- betriebe N	Misch- betriebe N	Nadelstamm- holzeinschnitt [Fm o. R.]
Schleswig-Holstein	8	10	204.969
Hamburg	0	0	0
Niedersachsen	71	50	1.837.612
Bremen	0	0	0
Nordrhein-Westfalen	121	40	2.655.241
Hessen	53	23	2.067.919
Rheinland-Pfalz	66	20	1.945.015
Baden-Württemberg	355	73	7.531.033
Bayern	985	162	7.241.084
Saarland	4	2	14.156
Berlin	0	0	0
Brandenburg	28	9	1.354.331
Mecklenburg-Vorpommern	13	10	1.920.609
Sachsen	40	17	1.215.934
Sachsen-Anhalt	13	8	81.544
Thüringen	43	11	2.656.445
Summe	1.800	435	30.725.892

Quelle: SÖRGEL, MANTAU (2005, S. 13)

Im Jahr 2005 wurden anhand einer Stichprobenbefragung die Zahlen aus der Grundgesamtheit von 2004 aktualisiert. Die aus der Stichprobe berechneten Steigerungsraten wurden in den einzelnen Größenklassen auf die nicht erfassten Sägewerke übertragen. Bei dieser Hochrechnung ergab sich ein Gesamteinschnitt von 37,2 Mio. Fm im Jahr 2005. Davon waren 34,5 Mio. Fm (92,5 %) Nadelhölzer. 2,8 Mio. Fm (7,5 %) entfielen auf Laubhölzer (SÖRGEL ET AL. 2006, S. 13).⁵

⁵ Weitere Details zur Hochrechnung sind im Abschnitt VI.1.1 enthalten.

Abbildung II-1: Nadelstammholzeinschnitt (2004) nach Raumordnungsregionen



Quelle: SÖRGE, MANTAU (2005), eigene Darstellung

II.2 Investitionen

Im Vergleich der Jahre 2004 und 2005 stieg der Einschnitt an Nadelstammholz in der Sägeindustrie um 3,8 Mio. Fm. Dies entspricht einer Steigerung von etwa 12,5 %. Der Konzentrationsprozess wird sich auch in den kommenden Jahren fortsetzen. Ein Indiz dafür sind die ab 2005 geplanten Kapazitätserweiterungen. Der Trend geht zu rund einem Dutzend Sägewerken, die jenseits der 1 Mio. Fm einschneiden.

Tabelle II-3: Geplante Neu- und Erweiterungsinvestitionen bei Nadelstammholz

Investitionen	2005	2006	2007	2008	2009	Summe
[Mio. Fm o. R.]	1,6	2,0	5,1	5,2	0,8	14,7

Quelle: EUWID, HOLZ-ZENTRALBLATT, AFZ-DER WALD diverse Ausgaben 2005 - 2007

Ein Auslöser für die bemerkenswerten Kapazitätswachse, besonders in den Jahren 2007 und 2008, ist neben der Förderung ostdeutscher Gebiete durch die Politik in Form von Subventionen, besseren Exportmöglichkeiten und dem EEG⁶ die BWI². Mit ihrer Veröffentlichung Ende 2004 wurden bis dahin ungenutzte Potenziale ausgewiesen, die in Verbindung mit den anderen genannten Gründen zu einer regen Investitionstätigkeit in der Sägeindustrie führten. Dies ist in der Tabelle II-3 an der Steigerung des geplanten Mengenzuwachses von 2006 auf 2007 zu erkennen. 2008 bleibt die Investitionstätigkeit auf dem Vorjahresniveau, bevor sie 2009 merklich zurückgeht. Da Planung und Realisierung solcher Projekte eine gewisse Zeit in Anspruch nehmen, wirken die meisten Investitionen nicht sofort auf den Beschaffungsmarkt, sondern mit einer zeitlichen Verzögerung. Es ist allerdings nicht ausgeschlossen, dass aus unterschiedlichen Gründen manche Projekte zurückgestellt oder gänzlich aufgegeben werden.

Im Vergleich zu anderen Veröffentlichungen sind mögliche Unterschiede in den Investitionsvolumina bezüglich ihrer Gesamtsumme oder in Bezug auf einzelne Jahre darin begründet, dass in der Fachpresse verschiedene Mengen zum gleichen Projekt genannt wurden und das Bezugsjahr bei den Erweiterungsinvestitionen⁷ abweicht. Außerdem kann sich die Verteilung der vorgesehenen Kapazitäten auf unterschiedliche Zeiträume erstrecken.

Interessant ist, dass für das Jahr 2005 1,6 Mio. Fm an Neu- und Erweiterungsinvestitionen im Bereich Nadelholz laut Fachpresse angesetzt wurden, SÖRGEL ET AL. (2006, S. 13) aber in ihrer Untersuchung einen Zuwachs beim Nadelstammholzeinschnitt von 3,8 Mio. Fm errechnen.

⁶ Das Erneuerbare-Energie-Gesetz fördert den Bau von Energiekraftwerken, die nachwachsende Rohstoffe als Brennmaterial verwenden. Dadurch sind die Absatzchancen für Sägenebenprodukte (SNP) in der Sägeindustrie deutlich gestiegen.

⁷ Aus der Fachpresse wurde stets die höchste Mengenangabe ausgewählt. Bezugsjahr ist 2004.

Abbildung II-2: Geplante Neu- und Erweiterungsinvestitionen bei Nadelholz



Quelle: EUWID, HOLZ-ZENTRALBLATT, AFZ-DER WALD diverse Ausgaben 2005 - 2007, eigene Darstellung

Diese Mehrmenge an Nadelholzeinschnitt enthält nur Teile der für 2005 geplanten Investitionen. Dafür sind andere Teilinvestitionen aus späteren Jahren vorgezogen worden. Der Anstieg um rund 3,8 Mio. m³, anstatt der geplanten 1,6 Mio. m³, lässt sich neben dem geänderten Investitionsverhalten der großen Standorte damit begründen, dass bislang ungenutzte Sägekapazitäten aufgrund der positiven wirtschaftlichen Entwicklung in der Sägeindustrie im Jahr 2005 zum Einsatz kamen (BLENK, BAUER 2007). Eine andere Möglichkeit besteht darin, dass Investitionen geringeren Umfangs getätigt wurden, die in der Fachpresse keine Erwähnung fanden. Die veränderte Investitionstätigkeit hat zur Folge, dass die Verwendung des Jahres 2005 nicht einfach mit den Investitionsvorhaben aus Tabelle II-3 addiert werden kann, um den Gesamteinschnitt späterer Jahre zu ermitteln. Abbildung II-2 zeigt die geplanten Investitionen an den einzelnen Standorten. Stilllegungen sind in Tabelle II-3 und Abbildung II-2 nicht enthalten. Bislang ist nur für das Jahr 2008 eine mengenmäßig größere Schließung an einem Standort in einer Größenordnung von 250.000 Fm bekannt (ANONYMUS 2007a). Es ist aber davon auszugehen, dass mit jedem weiteren Großsägewerk eine nicht unerhebliche Anzahl von Sägewerken mit kleinerer Einschnittleistung den Markt verlässt. Nach eigenen Berechnungen, basierend auf Zahlen von SÖRGEL, MANTAU (2005) und MANTAU (2004), wurden in den Jahren 2000 bis 2003 für jeden zusätzlich eingeschnittenen Festmeter Nadelholz 0,44 Fm stillgelegt. Dies war vorrangig in kleineren Betrieben der Fall.

II.3 Wirtschaftliche Ursachen des Mengenwachstums

Neben der BWI² als Auslöser für das zum Teil sprunghafte Mengenwachstum in der Sägeindustrie sind es vor allem wirtschaftliche Gründe, welche zu dieser Entwicklung führen.

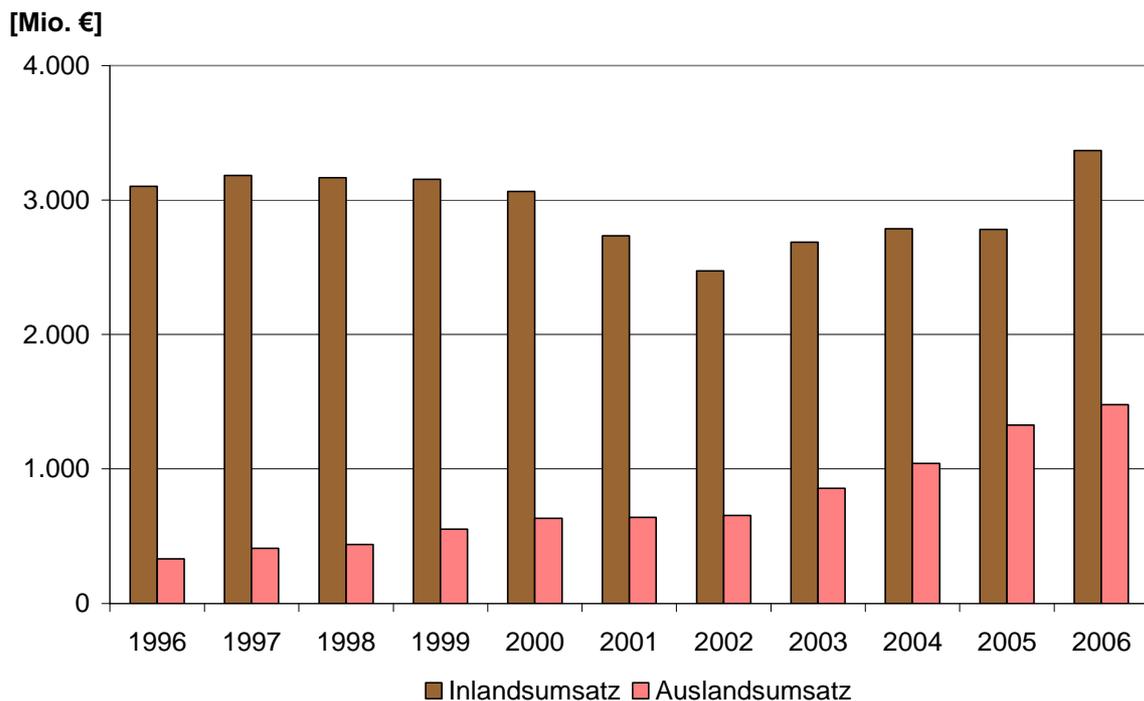
Aufgrund des durch die Wiedervereinigung hervorgerufenen Booms in der Bauwirtschaft und der günstigen Beschaffungspreise durch Windwürfe expandierte die Sägeindustrie auch in den 1990er Jahren. Zusätzlich wurden die Investitionen in Ostdeutschland in Form von Subventionen („Aufbau Ost“) unterstützt. Obwohl der Holzbau stabilisierend auf die Schnittholzmärkte wirkte, zwang gegen Ende der 1990er Jahre eine rückläufige Baukonjunktur die Produzenten, neue Absatzmärkte für ihre Kapazitäten im Ausland zu erschließen (SÖRGEL 2005, S. 51).

Während der Inlandsumsatz⁸ der Sägeindustrie wegen der schwachen Baukonjunktur bis 2002 rückläufig war, konnte der Auslandsumsatz durch neue Absatzmärkte stabil gehalten werden. Ab 2004 konsolidierte sich die zuvor schwache Inlandsnachfrage aufgrund einer anziehenden Konjunktur in Deutschland, was zusammen mit dem stetig wachsenden Exportgeschäft trotz des starken Euros zu einem deutlichen

⁸ Dies gilt gemäß ZMP (2007a, Tabelle 5) nach Angaben des STATISTISCHEN BUNDESAMTES ab 2006 für Betriebe mit mindestens 50 Mitarbeitern. An dieser Stelle wird für den Inlandsumsatz auf offizielle Daten zurückgegriffen, um das wirtschaftliche Geschehen der vergangenen Jahre durch eine lückenlose Zeitreihe (s. Abbildung II-3) dokumentieren zu können. Durch die nicht erfassten Betriebe müssen die tatsächlichen Umsätze leicht über den veröffentlichten Zahlen liegen.

Umsatzzuwachs in der Sägeindustrie führte. Die ab 2003 deutlich anziehende US-Wirtschaft schlug sich in der dortigen Bauwirtschaft nieder, was der deutschen Sägeindustrie durch ihre internationale Wettbewerbsfähigkeit in den Folgejahren einen wachsenden Absatzmarkt bescherte (ZMP 2007b, S. 21). Ein weiterer Grund für die stark gestiegenen Absatzmengen in die USA lag darin, dass die USA Importe aus Kanada mit sehr hohen Zöllen belegten (KRAUHAUSEN 2005) und die dadurch entstandene Versorgungslücke durch hiesige Sägewerker teilweise geschlossen wurde.

Abbildung II-3: Umsatz der Sägeindustrie



Quelle: ZMP (2007b, S. 18)

Im Jahr 2007 gingen die Absatzzahlen für Nadelholzhobelware in den USA aufgrund einer geringeren Nachfrage deutlich zurück. Ursache war eine dortige Immobilienkrise. Trotzdem konnte durch die Erschließung anderer Märkte der Export von Nadelschnittholz aus Deutschland ausgebaut werden (ZMP 2008).

Im Zuge der bis 2006 durchweg positiven Entwicklungen wurde auch weiterhin der mengenmäßige Ausstoß an Schnittholzware kontinuierlich erhöht (ZMP 2007b, S. 37). Die meisten der geplanten Kapazitätserweiterungen erfolgen wegen der langfristig günstigen Aussichten im Exportgeschäft. Gingen beispielsweise 1998 im Durchschnitt 13,8 % der Produkte der deutschen Sägeindustrie in den Export, hatte das zu der Zeit größte Sägewerk in Deutschland Ende 1998 einen Exportanteil seiner Produkte von 40 %. Im ersten Halbjahr 1999 stieg dieser Anteil schon auf 48 % (PIRSON 1999). Im Jahr 2005 lag der Exportanteil in der deutschen Sägeindustrie bei rund einem Drittel. Beschleunigt wurde dieses Wachstum durch die Errichtung von großen Sägewerken, die in der Hauptsache für den Export produzieren. In der Klausnergruppe, die u. a. einzelne Sägewerke mit über 2 Mio. Fm Einschnitt betreibt,

beliebte sich der Exportanteil im Jahr 2005 auf 85 % (ANONYMUS 2006b). Die zu einseitige Ausrichtung auf die Absatzmärkte in den USA brachte aber die Klausnergruppe in der ersten Jahreshälfte 2008 durch den starken Absatzrückgang im US-amerikanischen Markt in existenzielle Schwierigkeiten (PIRSON 2008a).

Zusätzliche Anreize für einen Ausbau der Kapazitäten in der Sägeindustrie schafften das schon genannte EEG sowie die BWI². Bislang eher mühsam abzusetzende Sägenebenprodukte fanden durch das EEG einen aufnahmewilligen Markt, während die BWI² mit ihren in der Folge ausgewiesenen Potenzialen zu positiven Investitionsentscheidungen beitrug (ANONYMUS 2005a).

II.4 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurde die Verwendung von Nadelstammholz in der Sägeindustrie dargestellt. Der seit Jahren fortschreitende Konzentrationsprozess findet seinen Ausdruck in einer Vielzahl von neuen Sägewerken, die mehr als 1 Mio. Fm einschneiden. Gleichzeitig geht die Zahl von Sägewerken mit geringer Einschnittleistung kontinuierlich zurück. Die beabsichtigten und realisierten Investitionen bestätigen diese Entwicklung. Zusätzlich zu einem von der Baukonjunktur abhängigen Binnenmarkt hat sich der Export als Absatzmöglichkeit für die heimische Sägeindustrie etabliert. Somit ist es nicht verwunderlich, dass viele der großen Sägewerke zum Großteil für den Export produzieren.

III. Aufkommen von Nadelstammholz

Dieses Kapitel dient zur Vorstellung ausgewählter Ergebnisse der BWI² und der auf ihr basierenden Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung (WEHAM). Es wird ein Überblick zur momentanen Situation und möglicher, zukünftiger Entwicklungen gegeben. Dabei steht das Sortiment Nadelstammholz erneut im Mittelpunkt, da auf der Verwendungsseite ebenfalls dieses Sortiment betrachtet worden ist und im später beschriebenen Modell Anwendung findet. Das Kapitel III wird durch den Abschnitt Rohholzmobilisierung abgeschlossen, worin die Probleme auf den Zugriff der berechneten Potenziale kurz beschrieben werden.⁹

In diesem Kapitel, wie auch in der gesamten Arbeit, werden Preise für Nadelstammholz nicht berücksichtigt. Zwar ist der Preis für einen Markt die entscheidende Variable und bestimmt Angebot und Nachfrage, jedoch liegen Preisinformationen am Holzmarkt nicht einheitlich, flächendeckend und für alle Besitzarten vor.¹⁰ Deshalb handelt diese Arbeit von der mengenmäßigen Regionalisierung des Aufkommens und der Verwendung, in der Preise bzw. Kosten nur indirekt berücksichtigt werden (s. Abschnitt V.4).

III.1 Ergebnisse BWI²

Die Ergebnisse der BWI² mit dem Stichtag 1. Oktober 2002 wurden Ende September 2004 der Öffentlichkeit vorgestellt. In ihr wurden erstmals für das gesamte Bundesgebiet die großräumigen Waldverhältnisse abgebildet. Für die alten Bundesländer war es nach der ersten Bundeswaldinventur 1987 die erste Wiederholungsinventur. Die Waldverhältnisse in den neuen Bundesländern wurden erstmals erfasst. Die BWI² Informationen resultieren aus der Vermessung von 375.000 Bäumen. Insgesamt konnten durch die Vielzahl der erhobenen Merkmale über 40 Millionen Ergebnisse berechnet werden.¹¹

Der Holzvorrat betrug im Jahr 2002 in Deutschland auf einer Waldfläche von knapp 11,1 Mio. ha (SCHLAGHECK, SCHMITZ 2005) 3,4 Mrd. m³ oder 320 m³/ha (POLLEY, KROIHER 2006a). Damit nimmt Deutschland im Vergleich zu anderen europäischen Ländern eine Spitzenposition ein (s. Abbildung III-1).

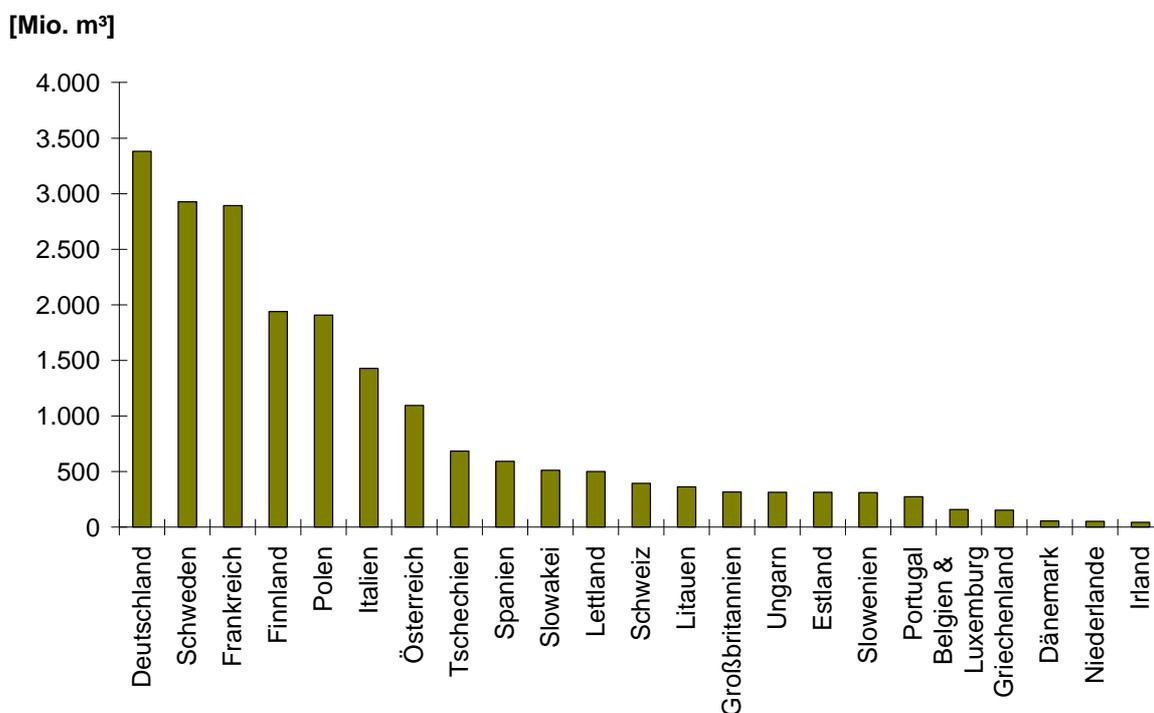
⁹ In einem Glossar (Abschnitt X.7) werden in dieser Arbeit verwendete und verwandte Fachbegriffe erläutert.

¹⁰ Preisinformationen liegen meistens nur für wenige Sortimente auf Bundeslandebene vor und sind nur für die Eigentumsform des Staatswaldes relativ lückenlos dokumentiert (HÖLSCHER 2005, S. 133 ff.). Innerhalb der Bundesländer gibt es zudem regionale Unterschiede im Preis, die aber für die angestrebte Modellierung in nicht ausreichender Qualität erfasst werden konnten. Zusätzlich unterscheiden sich die Sortimente zwischen den Bundesländern in ihrer Aushaltung, wodurch die Vergleichbarkeit in gewissem Maße eingeschränkt wird.

¹¹ Die Inventur erfolgt durch forstlich bewährte Aufnahmeverfahren im Wald und beruht auf terrestrischen Stichproben. Eine detaillierte Beschreibung gibt die Aufnahmeanweisung für die Bundeswaldinventur II (BMELV 2000).

Der überwiegende Teil des Waldes konzentriert sich innerhalb Deutschlands auf die südlichen Bundesländer. Der Wald besteht zu 73 % aus Mischwald (SCHLAGHECK, SCHMITZ 2005) und setzt sich aus etwa 62 % Nadel- und rund 38 % Laubbäumen zusammen (BMELV 2004c-a). Tabelle III-1 gibt Auskunft über die Waldflächen und die Bewaldungsprozente in den jeweiligen Bundesländern.

Abbildung III-1: Holzvorrat im europäischen Vergleich



Quelle: POLLEY ET AL. (2004)

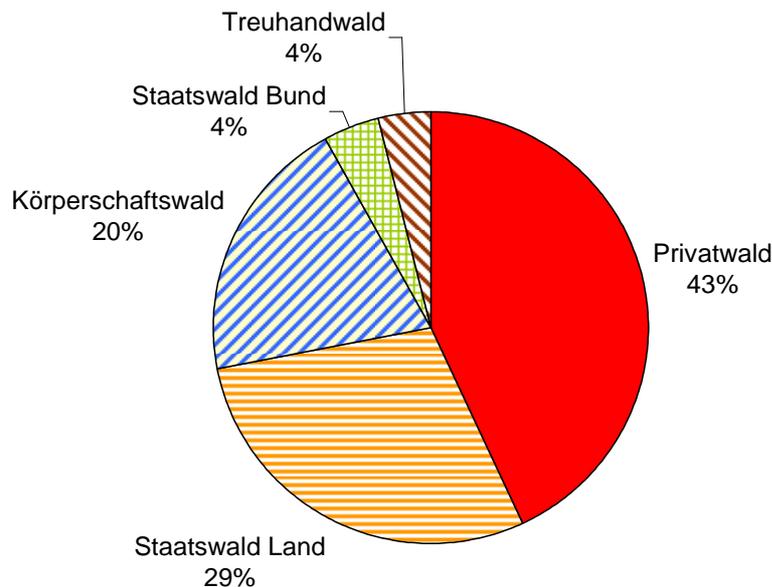
Tabelle III-1: Waldflächen und Bewaldungsprozente der Bundesländer

Bundesländer	Waldfläche [ha]	Bewaldung [%]
Baden-Württemberg	1.362.229	38
Bayern	2.558.461	36
Brandenburg & Berlin	1.071.733	35
Hessen	880.251	42
Mecklenburg-Vorpommern	534.962	23
Niedersachsen & Hamburg & Bremen	1.162.522	24
Nordrhein-Westfalen	887.550	26
Rheinland-Pfalz	835.558	42
Schleswig-Holstein	162.466	10
Saarland	98.458	38
Sachsen	511.578	28
Sachsen-Anhalt	492.128	24
Thüringen	517.903	32
Deutschland	11.075.799	31

Quelle: BMELV (2004c-b)

Nach POLLEY, KROIHER (2006a) konnte der Holzvorrat in den alten Bundesländern im Vergleich zur ersten Bundeswaldinventur im Jahr 1987 um durchschnittlich 50 m³/ha ansteigen, weil weniger Holz eingeschlagen wurde als nachgewachsen war.¹² Ein weiterer Grund für den Vorratsaufbau besteht in der vom Normalwaldmodell abweichenden Altersstruktur des Waldes. Wegen der intensiven Aufforstungen in der Nachkriegszeit befinden sich jetzt fast 21 % der Bestände (KRAUHAUSEN 2004) in einem Alter von 40 bis 60 Jahren und somit in einer besonders starken Zuwachsstadium. In den alten Bundesländern lag der durchschnittliche Zuwachs bei 12,6 Vfm/ha*a (POLLEY, KROIHER 2006a). Die Altersklasse der 40- bis 60-jährigen Bestände zeigt einen durchschnittlichen Zuwachs von 16,6 Vfm/ha*a (KRAUHAUSEN 2004). Ferner wurde die Zuwachsleistung aufgrund einer unvorhersehbar einsetzenden Wuchsbeschleunigung der Bestände unterschätzt. Die Bäume sind heute bei gleichem Alter im Durchschnitt ein bis zwei Meter höher als vor 15 Jahren (POLLEY, KROIHER 2006a).¹³

Abbildung III-2: Waldfläche nach Eigentumsarten



Quelle: BMELV (2004c-c)

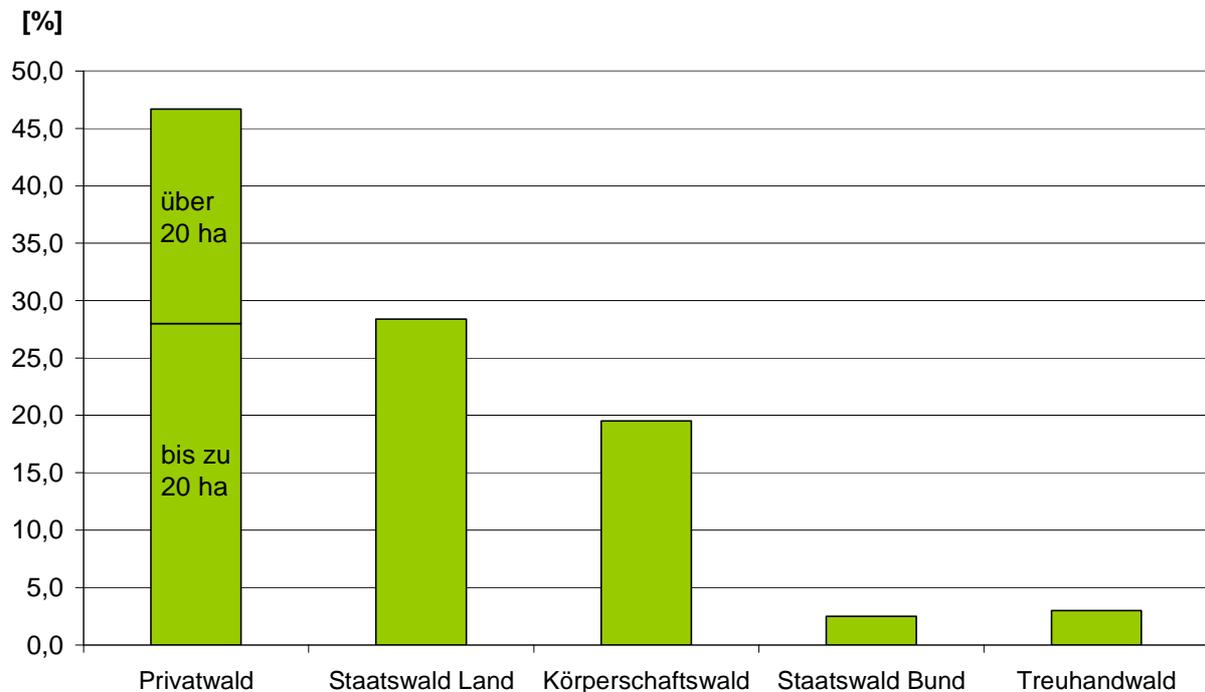
Der Privatwald hat einen Anteil von 43 % an der Waldfläche. Ihm folgt mit 29 % der Staatswald der Länder. Der Kommunalwald nimmt 20 % der Waldfläche ein. Die restlichen acht Prozent teilen sich zu gleichen Teilen der Staatswald des Bundes und der Treuhandwald (BMELV 2004c-c). Von großer Bedeutung für die Verfügbarkeit der vorhandenen Potenziale ist die Feststellung, dass mit 57 % (SCHLAGHECK, SCHMITZ 2005) über die Hälfte des Privatwaldes zu Forstbetrieben mit weniger als

¹² Daten aus der BWI² über Veränderungen (z. B. Zuwachs) beziehen sich nur auf die alten Bundesländer. Für die neuen Bundesländer liegen keine Vergleichsdaten vor, da es sich dort um eine Erstinventur handelt. Stattdessen wurden Hochrechnungen durchgeführt (s. Abschnitt III.2.2).

¹³ Eine detaillierte Beschreibung zu den Grundlagen der Auswertung liefert DAHM (2006).

20 ha Wald gehört. Doch gerade in diesem Kleinprivatwald¹⁴ ist der Holzvorrat mit 354 m³/ha besonders hoch, verglichen mit den 305 m³/ha des Landeswaldes (POLLEY ET AL. 2004). Dies ist auf eine geringe Nutzungsintensität zurückzuführen. Sie ist etwa um ein Drittel geringer als im Landeswald (POLLEY, KROIHER 2006a).

Abbildung III-3: Anteil der Eigentumsarten am gesamten Holzvorrat



Quelle: POLLEY, KROIHER (2006a)

Die zersplitterte Besitzstruktur im Kleinprivatwald ist ein grundsätzliches Problem in der deutschen Forstwirtschaft, das alle Baumarten betrifft. Die Parzellierung führt dazu, dass im Kleinprivatwald weniger Holz mobilisiert wird, da nicht alle Besitzer ihren Wald bewirtschaften und mit gleicher Intensität nutzen, wie es Besitzer großer Waldflächen können.¹⁵

III.1.1 Baumartengruppe Fichte

Unter der Baumartengruppe¹⁶ Fichte sind alle Nadelholz-Baumarten außer Douglasie, Kiefer, Lärche und Tanne zusammengefasst (POLLEY, KROIHER 2006b, S. 117).¹⁷

¹⁴ Kleinprivatwald bezeichnet den Besitz von privaten Waldeigentümern, der eine Fläche von bis zu 20 ha aufweist.

¹⁵ Zum Thema Mobilisierung gibt Abschnitt III.4 genauere Auskunft.

¹⁶ Im Abschnitt X.8 findet sich eine Übersicht zu den Baumarten, die in den einzelnen Baum- und Holzartengruppen zu finden sind. Es werden in dieser Arbeit die Baumartengruppen Fichte und Kiefer beschrieben, weil sie fast 90 % des Nadelholzvorrates in Deutschland ausmachen (POLLEY, KROIHER 2006a).

¹⁷ In diesem Abschnitt steht der Begriff „Fichte“ synonym für die Baumartengruppe Fichte.

Die Fichte ist der Brotbaum der deutschen Forstwirtschaft. Sie nimmt die meisten Waldflächen ein, hat den höchsten Vorrat von allen Baumarten und wird am intensivsten genutzt, obwohl die Fichtenfläche seit 1987 wegen waldbaulicher Zielsetzungen deutlich abgenommen hat.¹⁸ In den alten Bundesländern wurden seitdem 87 % des Zuwachses genutzt oder sind durch natürlichen Abgang ausgeschieden. Damit liegt die Fichte an der Spitze aller Baumarten. Eine Folge davon ist, dass die Fichte die geringste Vorratszunahme (+ 9,0 %) verzeichnet. Jedoch unterscheiden sich die Regionen in Deutschland. In Bundesländern wie z. B. Baden-Württemberg, die in den 90er Jahren stark von Sturmschäden betroffen waren, ist der Fichtenvorrat gesunken. Dagegen ist der Fichtenvorrat in Niedersachsen wegen des hohen Anteils wuchsstarker Jahrgänge deutlich angestiegen (POLLEY, KROIHER 2006b, S. 17).

Von den vier Hauptbaumarten (Fichte, Kiefer, Buche, Eiche) hat die Fichte das geringste Durchschnittsalter und weist einen Altersschwerpunkt zwischen 20 und 60 Jahren auf. Nur 13 % der Fichtenflächen sind älter als 100 Jahre. Das durchschnittliche Endnutzungsalter liegt bei 86 Jahren. Wegen ihres hohen Zuwachses erreicht die Fichte trotz des Flächenrückgangs einen hohen Vorrat von 404 m³/ha (POLLEY, KROIHER 2006b, S. 13). Tabelle III-2 gibt einen Überblick über die Kennzahlen der Fichte.

Tabelle III-2: Kennzahlen Fichte

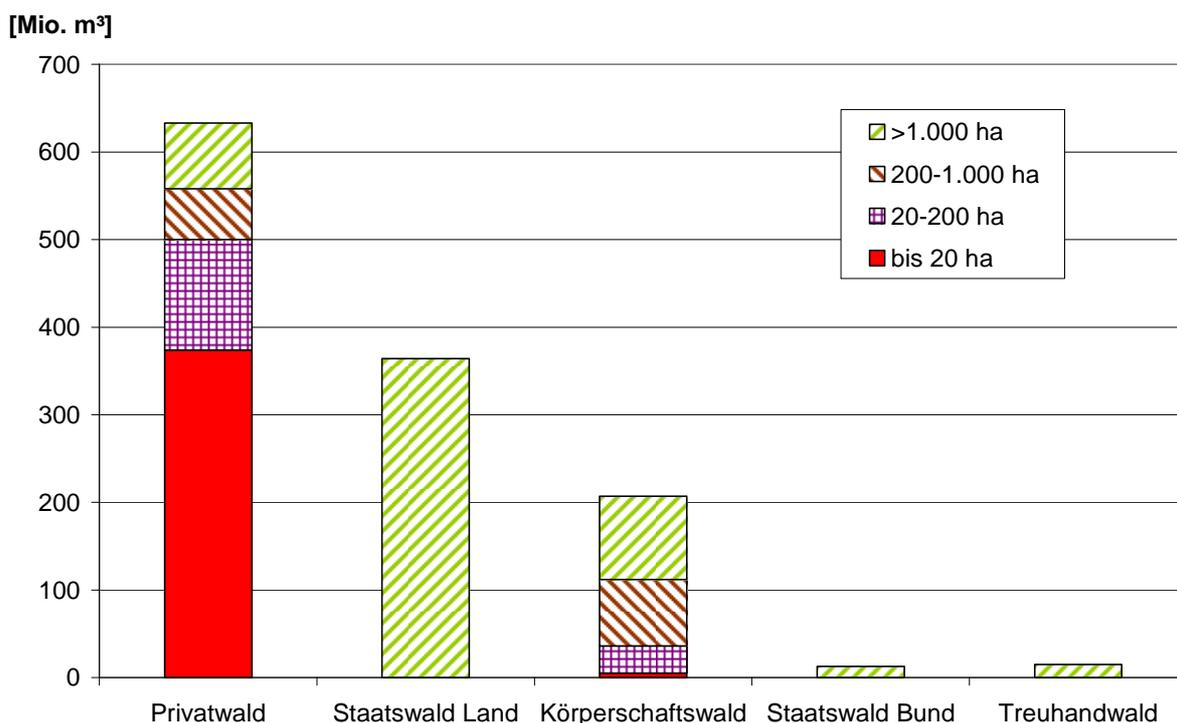
Fläche im Hauptbestand	2,978 Mio. ha
Veränderung der Waldfläche im Hauptbestand *	-218.658 ha (-8,1 %)
Anteil am gesamten Holzvorrat	36,8 %
Anteil an der gesamten Nutzungsmenge *	58,5 %
Holzvorrat	404 m ³ /ha
Zuwachs *	16,4 m ³ /a*ha
Nutzung *	12,9 m ³ /a*ha
Veränderung des Vorrats *	88,8 m ³ Mio. (+9,0 %)
flächengewogenes Alter	65 Jahre

* nur alte Bundesländer

Quelle: POLLEY, KROIHER (2006b, S. 13)

Die Besitzartenstruktur der Baumartengruppe zeigt das für die Holzwirtschaft zukünftig und auch jetzt schon bestimmende Thema Mobilisierung deutlich an: mit 30 % verzeichnet der Kleinprivatwald bis 20 ha den größten Anteil des Fichtenvorrats. Damit liegt er knapp vor dem Landeswald (POLLEY, KROIHER 2006b, S. 17). Dies verdeutlicht Abbildung III-4.

¹⁸ Es wird vielerorts eine Bewirtschaftung des Waldes mit einer naturnahen Baumartenzusammensetzung angestrebt. Da die Fichte auf ihren heutigen Anbauflächen nicht überall naturnah ist, wird sie nach der Ernte meistens durch Laubbaumarten ersetzt.

Abbildung III-4: Fichtenvorrat nach Eigentumsarten und -größenklassen

Quelle: POLLEY, KROIHER (2006b, S. 17)

III.1.2 Baumartengruppe Kiefer

Die Baumartengruppe der Kiefer enthält nur Arten aus der namensgleichen Gattung. Nach der Fichte kommt die Kiefer in Bezug auf die Fläche und den Vorrat hinter der Fichte auf den zweiten Platz in Deutschland. Jedoch wird sie von der Buche beim Zuwachs und der Nutzung übertroffen.

Tabelle III-3: Kennzahlen Kiefer

Fläche im Hauptbestand	2,467 Mio. ha
Veränderung der Waldfläche im Hauptbestand *	-125.261 ha (-9,9 %)
Anteil am gesamten Holzvorrat	20,8 %
Anteil an der gesamten Nutzungsmenge *	11,5 %
Holzvorrat	282 m ³ /ha
Zuwachs *	9,1 m ³ /a*ha
Nutzung *	5,8 m ³ /a*ha
Veränderung des Vorrats *	39,9 Mio. m ³ (+11,9 %)
flächengewogenes Alter	70 Jahre

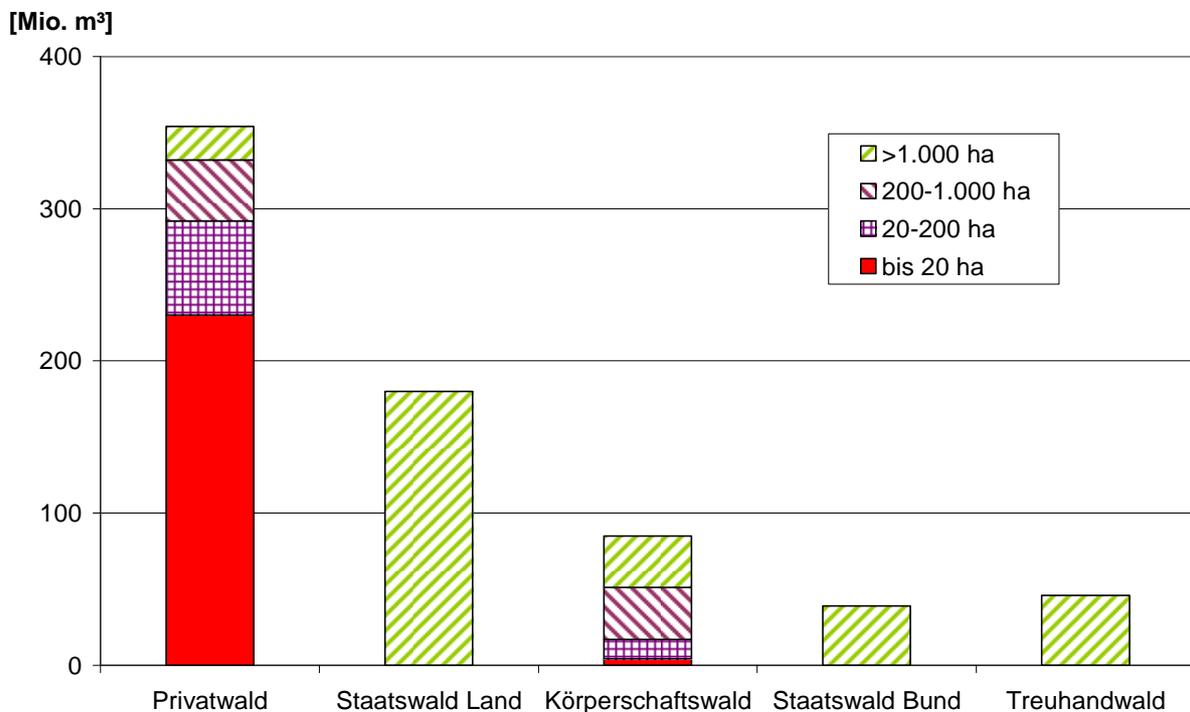
* nur alte Bundesländer

Quelle: POLLEY, KROIHER (2006b, S. 20)

Der regionale Schwerpunkt bei der Kiefer liegt im östlichen Teil der norddeutschen Tiefebene und im nördlichen Bayern um das Fichtel-Gebirge. Aufgrund der waldbaulichen Zielsetzung den Anteil der Laubbäume zu erhöhen, ist die Kiefer auf weniger Standorten angepflanzt worden und verlor fast 10 % Waldfläche im Hauptbestand.

Im Vergleich zur Fichte sind ihre regionalen Schwerpunkte kleiner. Auch ist der Zuwachs mit $9,1 \text{ m}^3/\text{ha} \cdot \text{a}$ deutlich geringer. Trotzdem nahm der Vorrat wegen der wuchsstarken Jahrgänge um $11,9 \%$ zu. Die Altersklasse von 41 bis 60 Jahren vereint mit fast einem Viertel (24%) den Großteil des Kiefernorrats auf sich. Mit einem Zuwachs von etwa $12 \text{ m}^3/\text{ha} \cdot \text{a}$ ist diese Altersklasse auch gleichzeitig am zuwuchsstärksten. 19% der Fläche und 25% des Vorrats sind älter als 100 Jahre. Das sind jeweils sechs Prozentpunkte mehr als bei der Fichte. Die Kiefer hat wegen des relativ geringeren Zuwachses und einer kleineren Anbaufläche einen geringeren Holzvorrat ($282 \text{ m}^3/\text{ha}$) und wird für gewöhnlich später als die Fichte geerntet. 33% des Kiefernorrats stehen im Kleinprivatwald. Damit liegt er deutlich vor dem Landeswald (POLLEY, KROIHER 2006b, S. 20 ff.). Dies zeigt Abbildung III-5. Somit ist die Mobilisierung auch bei der Kiefer ein sehr wichtiges Thema.

Abbildung III-5: Kiefernorrat nach Eigentumsarten und -größenklassen



Quelle: POLLEY, KROIHER (2006b, S. 24)

III.2 WEHAM

Die Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung (WEHAM) ist ein Programm, mit dessen Hilfe die forstlichen Produktionsmöglichkeiten in Deutschland durch ein Simulationsmodell abgebildet werden. Es besteht aus zwei Teilen, der Waldentwicklungsmodellierung (WEM) und der Holzaufkommensmodellierung (HAM), wovon das Letztere wegen seiner Bedeutung für das Verständnis der Zusammenhänge nach den Grundlagen (Abschnitt III.2.1) näher erläutert wird.

Die Modellergebnisse entsprechen einer Art waldbaulicher „Idealvorstellung“ (POLLEY, KROIHER 2006a). Dabei ist zu berücksichtigen, dass nicht alle möglichen

Einflussgrößen auf die Waldentwicklung (z. B. Kalamitäten) in der Berechnung berücksichtigt werden konnten (BMELV 2004b). Ebenso ist es nicht möglich die Qualität des berechneten Rohholzpoteziels zu bestimmen (ENGLERT 2007a). In der Modellierung sind auch keine technischen oder ökonomischen Restriktionen enthalten. Grundlage sind die Daten der BWI² aus dem Jahr 2002. Der Modellzeitraum beträgt 40 Jahre und geht in Intervallen von fünf Jahren bis 2042. Regionale Analysen auf Ebene von Regierungsbezirken¹⁹ enden im Jahr 2022. Ausdruck findet dieses Modell in unterschiedlichen Szenarien, die als ein wichtiges Ergebnis das potenzielle Rohholzaufkommen²⁰ ausweisen (POLLEY, KROIHER 2006a).

Zwar wird auf Grundlage der Bundeswaldinventurdaten der Versuch unternommen, die Fragen nach der zukünftigen Zusammensetzung von Baumarten, Altersklassen und auch Vorratsstruktur zu beantworten, allerdings ist der Weg von der modelltheoretischen Idealvorstellung bis hin zum in der Zukunft tatsächlich verkauften Holz zu weit und ungewiss, als dass die Ergebnisse einer Holzmarktprognose genügen könnten (POLLEY, KROIHER 2006a). Anders ausgedrückt: die Ergebnisse der Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung, die auf Annahmen über die zukünftige Waldbehandlung beruhen, sind keine Handlungsrichtlinie für Waldbesitzer; und das ausgewiesene potenzielle Rohholzaufkommen stellt keine Nachhaltigkeitsgrenze²¹ dar (POLLEY 2006).

III.2.1 Grundlagen der Modellierung

Die benötigten Parameter zur Steuerung möglicher Szenarien werden in Baumwachstum, Waldbehandlung, Rohholzsortierung und allgemeine Informationen eingeteilt. Diese Stellgrößen wurden für die Szenarien unter Beteiligung der entsprechenden Ministerien bzw. Behörden der 16 Bundesländer auf Basis der zur Zeit der Modellierung gebräuchlichen Waldbewirtschaftung erarbeitet. Die Qualität der gemachten Annahmen und der Modellierung beeinflussen in starkem Maße das Ergebnis eines Szenarios und somit die Menge des potenziellen Rohholzaufkommens (DUNGER ET AL. 2005).

Die eigentliche Modellierung beruht auf einem distanzunabhängigen Einzelbaummodell, d.h. dass der Einfluss durch Nachbarbäume in der Entwicklung des Einzelbaums nur in Form durchschnittlicher Konkurrenzverhältnisse berücksichtigt wird (BMELV 2004b). Aus den Daten der ersten und zweiten Bundeswaldinventur konn-

¹⁹ Aus der Verwaltungseinheit Regierungsbezirk, die Land- und Stadtkreise zusammenfasst, werden die Bundesländer gebildet. Eine Übersichtsgrafik findet sich in Abschnitt X.6.

²⁰ Der Begriff „potenzielles Rohholzaufkommen“ besagt, dass es sich um Rohholz handelt, das unter den gemachten Modellannahmen in den Szenarien zur Verfügung stehen kann. Es wird auf der Grundlage waldbaulicher Zielsetzungen berechnet. Dafür werden in den WEHAM Szenarien waldbauliche Steuerungsgrößen eingesetzt.

²¹ Der Begriff „Nachhaltigkeitsgrenze“ beschreibt die theoretische Größe, bei der im Wald so viel Holz eingeschlagen und durch natürliche Prozesse angebaut wird, wie gleichzeitig nachwächst. Ein Überschreiten dieser Grenze führt dazu, dass dem Wald mehr Holz entnommen wird, als er produziert.

ten für die alten Bundesländer Zuwachsdaten ermittelt werden. Mit ihrer Hilfe ließen sich Wachstumsfunktionen errechnen. Auf diese Weise kann für jeden in der BWI² vermessenen Baum unter Berücksichtigung von Alter, Brusthöhendurchmesser und Höhe der zukünftige Wachstumsverlauf prognostiziert werden. Dies lässt sich auf ganze Bestände hochrechnen (DUNGER ET AL. 2005).

Die Nutzung beginnt im Modell, wenn das forstlich wünschenswerte Alter oder die angestrebte Zielstärke erreicht sind. Im Modell werden dadurch frei gewordene Flächen mit den gleichen Bäumen oder einer naturnäheren Baumartenzusammensetzung bepflanzt. Zusätzlich kann jeder im Modell genutzte Einzelbaum in Abhängigkeit von Baumart und Brusthöhendurchmesser ideell in Sorten für die Verwendung zerlegt werden, was sich ebenfalls auf die Bestände hochrechnen lässt.

Am Ende einer jeden Periode von fünf Jahren werden als Durchschnittsergebnisse der Berechnungen u. a. das Rohholzpotenzial, der Zuwachs und der Waldzustand (Baumarten, Flächen, Vorräte) angegeben (BMELV 2004b).

III.2.2 Holzaufkommensmodellierung

Der Modellteil Holzaufkommensmodellierung setzt sich aus Zuwachs-, Nutzungs- und Sortierungsmodell zusammen.

Wie im vorherigen Abschnitt über die Grundlagen des Modells beschrieben, wurden für den Teil des **Zuwachsmodells** Vergleichsdaten der beiden Bundeswaldinventuren herangezogen. Es wurden Standardkurven für Baumartengruppen errechnet, die das Verhältnis von Brusthöhendurchmesser und Baumalter abbilden. Wurde nun ein Baum mit seinen Startwerten aus der BWI² eingelesen, wuchs er im Modell entlang der vorher berechneten Standardkurve für den Brusthöhendurchmesser. In Abhängigkeit des Brusthöhendurchmessers wurde in der Folge auch der Höhenzuwachs berechnet. Dieser für die Periode 1987 bis 2002 berechnete Zuwachs wurde auf den Vorhersagezeitraum übertragen. Diese vereinfachende Annahme wurde getroffen, da Vermutungen über die Einflussfaktoren des realen zukünftigen Zuwachses (z. B. Klimawandel, Waldbehandlung) großen Unsicherheiten unterliegen.

Da mit dem skizzierten Vorgehen auch die Leistungsfähigkeit eines Standorts gut abgebildet wird, können die Zuwachswerte auf die neuen Bundesländern modellhaft übertragen werden, obwohl dort keine Referenzwerte aus einer Wiederholungsinventur vorliegen (BMELV 2004b).

Wie in Abschnitt III.1 erwähnt, lag der durchschnittliche Zuwachs zwischen 1987 und 2002 in den alten Bundesländern über alle Bestandesschichten bei 12,6 Vfm/ha*a. Im Hauptbestand lag er bei 12,1 Vfm/ha*a. Die aktuelle Holzaufkommensmodellierung berechnet aufgrund der momentanen Zusammensetzung des Waldes einen bundesweiten Rückgang des Zuwachses im Hauptbestand in den kommenden 40 Jahren von 10,4 auf 9,5 Vfm/ha*a. Diese Entwicklung lässt sich durch eine Veränderung der Altersklassenstruktur erklären. Die heute großen Flächenanteile mit zu-

wachstarken Altersklassen wandeln sich im Laufe der Zeit zu älteren, zuwachs-schwächeren (BMELV 2004b).

Im **Nutzungsmodell** der WEHAM werden Konzepte zur Waldbehandlung nach Baumarten und Regionen abgebildet. Die Steuerparameter bestimmen die Durchforstungen und Endnutzungen. Als Steuerparameter gehen das Bundesland, die Baumart, die Durchforstungsart und -intensität, die Umtriebszeit und der Zieldurchmesser in das Modell ein. Da diese Parameter das reale Nutzungsverhalten nur näherungsweise widerspiegeln, schwanken modellbedingt die Ergebnisse der ersten Perioden und passen nicht nahtlos an die BWI² Daten. Deshalb ist es empfehlenswert, mehrere Perioden am Beginn des Vorsagezeitraums zu mitteln (BMELV 2004b).

Tabelle III-4: Ausgewählte Steuerparameter des Nutzungsmodells

Steuerparameter	Baumart Fichte			Baumart Kiefer		
	Min.	Med. ²²	Max.	Min.	Med. ²²	Max.
Durchforstungsbeginn im Alter [a]	15	30	30	10	10	30
Durchforstungsbeginn bei Mittelhöhe [m]	10	10	14	7	10	12
Endnutzungsbeginn im Alter [a]	60	100	130	100	120	140
Endnutzung abgeschlossen im Alter [a]	100	155	190	150	170	200
maximale Zielstärke [cm]	40	45	60	45	45	60

Quelle: BMELV (2004b)

Das errechnete potenzielle Rohholzaufkommen wird im **Sortierungsmodell** der WEHAM in handelsübliche Klassen eingeteilt. Die wichtigsten Steuerparameter sind das Bundesland, die Baumart und der Zopfdurchmesser. Das Sortierungsmodell bevorzugt den Stammholzanteil, auch wenn geringe Durchmesser zusätzlich dem Industrieholz zugeordnet werden könnten (BMELV 2004b).

Tabelle III-5: Ausgewählte Steuerparameter des Sortierungsmodells

Steuerparameter	Fichte und alle übrigen Nadelbäume außer Kiefer und Lärche			Kiefer und Lärche		
	Min.	Med. ²²	Max.	Min.	Med. ²²	Max.
Stammholzzopf [cm]	8	11	25	10	13	25
Aufarbeitungszopf [cm]	7	8	13	7	10	13
Brusthöhendurchmesser [cm]	12	12	20	12	12	12

Quelle: BMELV (2004b)

²² Der Median ist der mittlere Wert einer der Größe nach sortierten Zahlenmenge (Spiegel, Stephens 2003, S. 86).

III.3 Ergebnisse WEHAM

In den folgenden Abschnitten werden die Szenarien A (Basisszenario) und F vorgestellt. Es sind die beiden Szenarien, für die auf regionaler Ebene Daten zur Verfügung gestellt wurden, wobei nur die Daten des Basisszenarios öffentlich zugänglich sind. Zuerst werden die besonderen Charakteristika und die wichtigsten Ergebnisse beschrieben. Am Ende des Abschnitts III.3.1 werden die Daten auf regionaler Ebene für das Szenario A dargestellt, bevor in Abschnitt III.3.2 ein kurzer Vergleich mit dem Szenario F erfolgt.

III.3.1 Szenario A (Basisszenario)

Das Szenario A behält die bestehenden waldbaulichen Zielsetzungen auch in der Zukunft bei. Durch diese Form der Modellierung kommt es zu einer kontinuierlichen Entwicklung des Rohholzpotenzials, wobei die Holzvorräte mittelfristig nur noch leicht ansteigen.

Der laufende Zuwachs wird für den Zeitraum von 2003 bis 2022 vom Modell auf 10,7 Vfm/ha*a geschätzt. Im Vergleich zur Periode 1987 bis 2002 ist der Zuwachs zurückgegangen. Ein Grund dafür ist die vorsichtige Schätzung des Höhenwachstums im Modell. Ein weiterer Grund ist die Verschiebung hin zu älteren Altersklassen, die etwas zuwachsschwächer sind (DUNGER ET AL. 2005). Wird die letzte Periode (2038 bis 2042) des gesamten Zeitraums betrachtet, liegt der Zuwachs aus den genannten Gründen für den prognostizierten Vorrat des Rohholzpotenzials über alle Baumarten bei 9,8 Vfm/ha*a (BMELV 2004c-d).

Die Vorräte steigen unter den gemachten Annahmen von 311 Vfm/ha im Jahr 2002 etwa bis zur Mitte des gesamten Vorhersagezeitraums auf 330 Vfm/ha an, um zum Ende hin wieder leicht auf 326 Vfm/ha zurückzugehen. In den Bundesländern ist die Entwicklung aufgrund der Baumarten- und Altersklassenstruktur unterschiedlich ausgeprägt. Bei einer Betrachtung der Besitzarten lässt sich die Feststellung treffen, dass der Vorrat im Privatwald auf hohem Niveau leicht rückgängig ist, während er im Körperschaftswald auf hohem Niveau stagniert. Im Staatswald verharrt der Vorrat auf geringem Niveau (BMELV 2004c-e).

Das potenzielle Rohholzaufkommen beträgt in der ersten Periode (2003 bis 2007) 90 Mio. Vfm/a (8,7 Vfm/ha*a), steigt zügig an die 100 Mio.-Marke heran und pendelt sich in den letzten drei Perioden (2028-2042) auf etwa 102 Mio. Vfm/a (9,8 Vfm/ha*a) ein (BMELV 2004c-f). Tabelle III-6 zeigt entgegen der soeben verwendeten Einheit Vorratsfestmeter das potenzielle Rohholzaufkommen über alle Holzartengruppen in der Einheit Erntefestmeter. Dadurch wird von der im Wald gängigen Einheit Vorratsfestmeter auf die für den Markt interessantere Einheit Erntefestmeter gewechselt.²³

²³ Wie in der Einleitung zum Abschnitt III.2 beschrieben, ist es von diesen Werten mit der Einheit „Erntefestmeter“ aber noch ein weiter Weg bis zu den Mengen, die tatsächlich verkauft werden können.

Sie errechnet sich durch den Abzug von Rinde und Ernteverlusten. Ihre Werte liegen ungefähr 20 % niedriger als bei der Betrachtung mit der Einheit Vorratsfestmeter. Nicht nur der Wechsel der Einheit, sondern auch die Zusammensetzung des potenziellen Rohholzaufkommens hat einen großen Einfluss auf dessen mögliche Verwendung. Die Nadelhölzer nehmen am Anfang des Betrachtungszeitraums etwa 60 % der Menge ein. Dieser Anteil steigt dank der Fichte auf über zwei Drittel an (s. Tabelle III-6).

Tabelle III-6: Potenzielles Rohholzaufkommen 2003-2042 – Holzartengruppen

[Mio. Efm/a]	Holzartengruppen				alle Baumarten
	Eiche	Buche	Fichte	Kiefer	
2003-2007	4,872	23,401	27,524	15,064	70,862
2008-2012	5,891	24,104	33,261	15,190	78,447
2013-2017	5,108	22,027	34,592	14,109	75,835
2018-2022	5,246	21,965	37,849	13,645	78,705
2023-2027	5,020	21,939	38,547	13,439	78,944
2028-2032	5,126	21,240	40,099	14,243	80,708
2033-2037	5,230	21,071	40,306	14,463	81,070
2038-2042	5,273	20,642	40,103	15,003	81,021

Quelle: BMELV (2004c-g)

Zudem ist die Einteilung in Sorten von Interesse. Ein beachtlicher Anteil (12-16 %) des potenziellen Rohholzaufkommens ist „nicht verwertbar“ und steht dem Stamm- bzw. Industrieholz somit nicht zur Verfügung. Bei anderen Szenarien können die Anteile an nicht verwertbarem Derbholz geringer sein. In Tabelle III-7 zeigt sich, dass das Verhältnis von Stamm- zu Industrieholz sehr zu Gunsten des Stammholzes ausfällt.

Tabelle III-7: Potenzielles Rohholzaufkommen 2003-2042 – Sorten

[Mio. Efm/a]	verwertbar		nicht verwertbar		alle Sorten
	Stammholz	Industrieholz	X-Holz	sonst. Derbholz, inkl. U-Holz	
2003-2007	51,370	8,654	3,069	7,768	70,862
2008-2012	59,855	8,652	3,505	6,434	78,447
2013-2017	58,931	7,513	3,393	5,997	75,835
2018-2022	61,765	7,309	3,580	6,051	78,705
2023-2027	62,381	7,228	3,554	5,781	78,944
2028-2032	64,251	6,656	3,699	6,101	80,708
2033-2037	64,272	6,678	3,679	6,441	81,070
2038-2042	64,153	6,546	3,599	6,723	81,021

Quelle: BMELV (2004c-h)

Ein weiteres Kriterium für das verwertbare Aufkommen sind die Eigentumsarten (s. Tabelle III-8). Den größten Anteil hat der Privatwald mit fast der Hälfte des potenziellen Rohholzaufkommens, wie schon in den Abbildungen III-4 und III-5 deutlich geworden ist. Innerhalb des Privatwaldes hat der Kleinprivatwald einen sehr hohen

Anteil. Die Anteile der einzelnen Besitzarten unterliegen im Vorhersagezeitraum keinen wesentlichen Veränderungen zur dargestellten Ausgangssituation. Nur der Landes- und Körperschaftswald legen im Verhältnis zum Privatwald etwas zu.

Tabelle III-8: Potenzielles Rohholzaufkommen 2003-2042 – Eigentumsarten

[Mio. Efm/a]	Staatswald Bund	Staatswald Land	Körperschafts- wald	Privatwald	davon bis 20 ha	Treuhand- wald	alle Eigen- tumsarten
2003-2007	1,523	17,996	14,005	34,930	62,4%	2,407	70,862
2008-2012	1,672	20,397	15,006	38,959	59,5%	2,413	78,447
2013-2017	1,698	20,823	14,547	36,296	59,0%	2,471	75,835
2018-2022	1,761	21,202	15,684	37,921	59,9%	2,137	78,705
2023-2027	1,941	21,865	15,432	37,449	59,1%	2,257	78,944
2028-2032	1,944	23,681	15,433	37,544	58,3%	2,106	80,708
2033-2037	1,901	22,226	16,136	38,724	59,6%	2,083	81,070
2038-2042	2,017	22,960	16,544	37,152	58,1%	2,348	81,021

Quelle: BMELV (2004c-i)

Bei der Betrachtung der Bundesländer gilt im Allgemeinen, dass die Länder mit den größten Waldflächen auch über die höchsten Rohholzpotenziale verfügen. Allein die drei Bundesländer Bayern, Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz verfügen über rund die Hälfte des potenziellen Rohholzaufkommens – Tendenz steigend. Diese Zunahme des Rohholzpotenzials hängt mit dem Waldaufbau in Bayern zusammen. Etwa in der Mitte der Vorhersageperiode von 2003 bis 2042 erreicht es sein Maximum, um sich später wieder den anderen Bundesländern anzunähern (BMELV 2004c-r). Leichte Abweichungen in der Beziehung zwischen potenziellem Rohholzaufkommen und der Waldfläche sind durch den Aufbau des Waldes in den betroffenen Bundesländern zu erklären. Rheinland-Pfalz besitzt einen hohen Anteil an Altbeständen, woraus sich ein relativ hohes Rohholzpotenzial ergibt. Dagegen fällt Brandenburg durch ein verhältnismäßig geringes Rohholzpotenzial auf, weil in diesem Bundesland hohe Anteile junger Bestände heranwachsen und die ertragsschwache Kiefer dominiert (DOHRENBUSCH 2007).

Werden die Ergebnisse der Tabellen III-6 bis III-8 auf der Ebene der von der Bundeswaldinventur ausgewiesenen Regierungsbezirke zusammengefasst, ergibt sich für Nadelstammholz die Übersicht der Tabelle III-9.

Abbildung III-6 ist die grafische Darstellung der Daten aus Tabelle III-9. Sie zeigt für das Basisszenario in jedem Regierungsbezirk gemäß Bundeswaldinventur das potenzielle Rohholzaufkommen. Es handelt sich dabei nur um Nadelstammholz, welches nach den ersten vier Perioden (2003-2022) differenziert wird. Zusätzlich weist die Abbildung den durchschnittlichen Anteil des Kleinprivatwaldes (rot) gegenüber den anderen Waldbesitzarten (blau) über die vier Perioden aus.

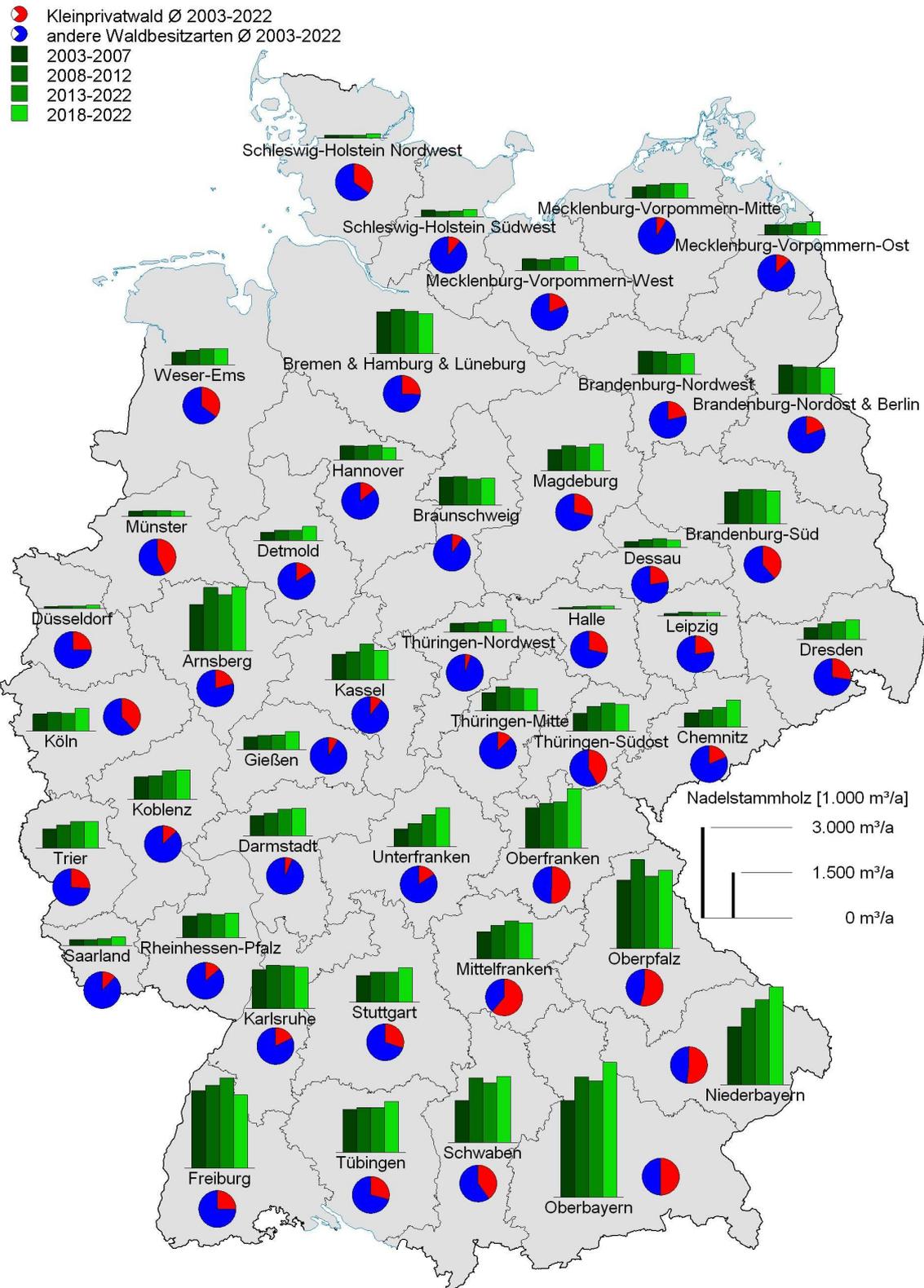
Tabelle III-9: Potenzielles Rohholzaufkommen – Nadelstammholz (WEHAM A)

Regierungsbezirk nach BWI ²	Nadelstammholz [1000 m ³ /a]				Anteil Kleinprivatwald Ø 2003 bis 2022
	2003- 2007	2008- 2012	2013- 2017	2018- 2022	
Schleswig-Holstein Nordwest	113	108	110	155	35,1%
Schleswig-Holstein Südwest	216	179	199	245	10,9%
Weser-Ems	413	479	540	540	35,4%
Bremen & Hamburg & Lüneburg	1.382	1.475	1.397	1.324	25,6%
Hannover	473	464	501	422	14,3%
Braunschweig	921	945	857	890	10,0%
Münster	175	201	197	187	42,8%
Detmold	275	341	332	461	15,7%
Düsseldorf	56	72	73	102	25,0%
Arnsberg	1.527	2.091	1.859	2.122	20,9%
Köln	568	621	583	742	38,0%
Kassel	837	923	1.190	981	10,3%
Gießen	416	463	487	606	8,2%
Darmstadt	665	752	881	915	6,4%
Trier	633	766	876	870	26,0%
Koblenz	740	774	943	980	12,7%
Rheinhessen-Pfalz	718	804	760	811	13,7%
Karlsruhe	1.279	1.427	1.416	1.358	17,7%
Stuttgart	887	999	995	1.144	30,0%
Freiburg	2.577	2.761	3.005	2.439	25,1%
Tübingen	1.422	1.480	1.486	1.696	29,0%
Unterfranken	593	766	1.055	1.290	15,5%
Oberfranken	1.332	1.476	1.527	1.969	50,4%
Mittelfranken	902	1.118	1.263	1.190	60,9%
Oberpfalz	2.265	2.937	2.385	2.584	53,8%
Schwaben	1.401	2.152	1.999	2.214	40,1%
Oberbayern	3.213	3.994	3.851	4.473	50,2%
Niederbayern	1.912	2.532	2.812	3.237	51,7%
Saarland	186	189	220	278	12,1%
Brandenburg-Nordwest	766	751	671	688	21,5%
Brandenburg-Nordost & Berlin	958	890	874	864	19,3%
Brandenburg-Süd	1.047	1.137	1.143	1.089	38,6%
Mecklenburg-Vorpommern-West	384	353	409	456	18,9%
Mecklenburg-Vorpommern-Mitte	371	441	490	481	8,7%
Mecklenburg-Vorpommern-Ost	343	341	379	441	12,4%
Leipzig	71	121	109	113	22,7%
Dresden	387	519	572	639	27,4%
Chemnitz	473	569	647	902	18,6%
Magdeburg	699	836	780	880	28,4%
Dessau	200	275	298	245	22,4%
Halle	46	67	86	84	28,5%
Thüringen-Nordwest	282	308	340	395	5,4%
Thüringen-Mitte	599	805	759	729	12,6%
Thüringen-Südost	599	817	932	884	41,7%
Deutschland	35.320	41.520	42.285	45.118	31,3%

Die verfügbaren Daten auf Regierungsbezirksebene erstrecken sich nur von 2003 bis 2022.

Quelle: BMELV (2004c-j), eigene Berechnung

Abbildung III-6: Potenzielles Rohholzaufkommen 2003-2022 und Kleinprivatwaldanteil für Nadelstammholz (WEHAM Szenario A)



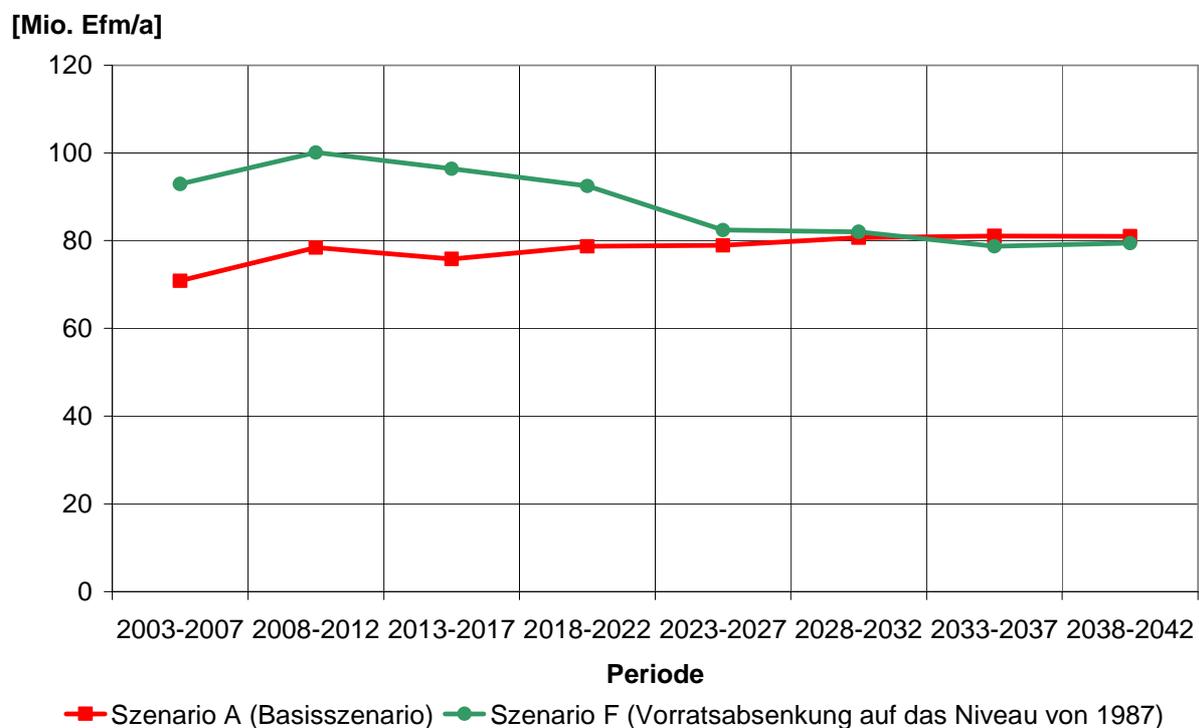
Quelle: BMELV (2004c-k), eigene Darstellung

III.3.2 Szenario F

Das Szenario F zeichnet sich im Vergleich zum Basisszenario durch eine intensivere Nutzung aus, so dass der Vorrat bis zum Jahr 2022 auf das Niveau von 1987 absinkt. Dies geschieht im Modell vorrangig durch eine Verkürzung der Umtriebszeiten. Für die Fichte wird beispielsweise in den meisten Bundesländern ein Endnutzungsalter von 100 Jahren festgelegt. Das ist z. T. deutlich kürzer als im Basisszenario. Bundesländer, die bereits 100 Jahre als Endnutzungsalter aufwiesen, werden auf 80 Jahre eingestellt. Weitere Besonderheiten sind nach KROIHER, POLLEY (2006), dass kein Zieldurchmesser bei flächigen Endnutzungen vorgegeben wurde und die Mittelhöhe als Steuerungsparameter für den Eingriffszeitpunkt unberücksichtigt blieb. Wie im Basisszenario verfügt jedes Bundesland über eigene Steuerparameter. Insgesamt wurden die Unterschiede bei den Modellparametern zwischen den Bundesländern verringert. Auch bei diesem Szenario wird die Vorratsentwicklung der alten auf die neuen Bundesländer übertragen, da keine realen Vergleichsdaten über den Zuwachs in den neuen Bundesländern existieren.

Die Abbildungen III-7 und III-8 zeigen den Vergleich der Entwicklung des potenziellen Rohholzaufkommens und des Holzvorrats über alle Holzarten zwischen dem Basisszenario und dem Szenario F. Durch die frühere Nutzung von Beständen, mit dem Ziel der Vorratsabsenkung auf das Niveau von 1987 im Jahr 2022, erhöht sich das potenzielle Rohholzaufkommen in den ersten drei Perioden um etwa 20 Mio. Efm/a.

Abbildung III-7: Entwicklung des potenziellen Rohholzaufkommens für die Szenarien A und F



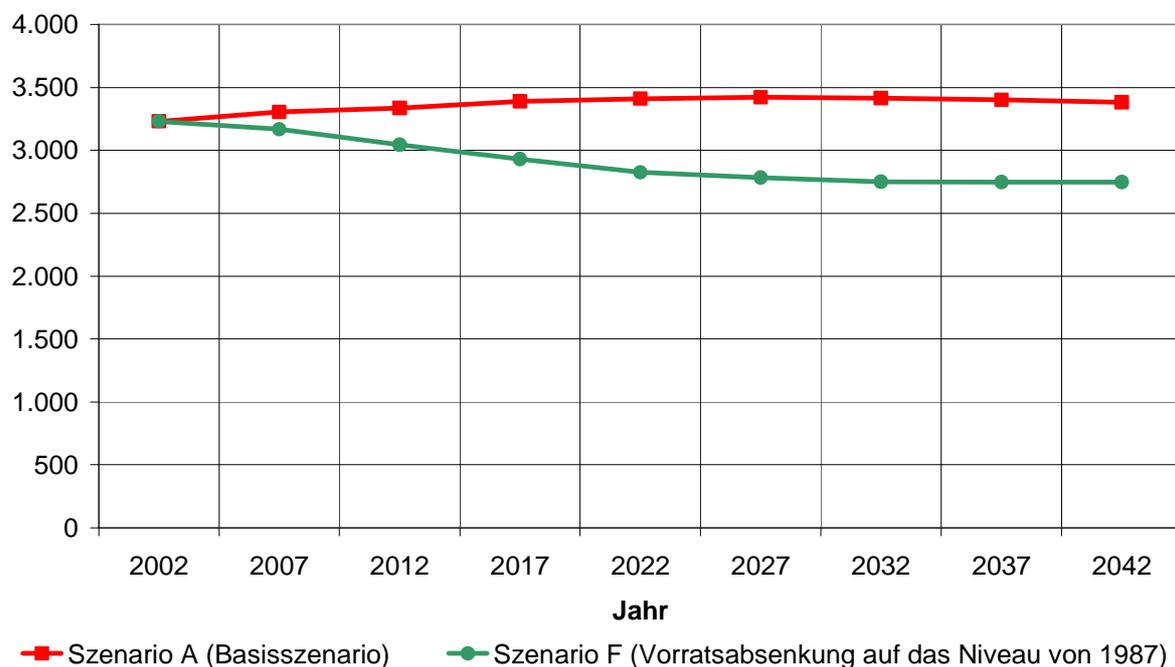
Quelle: KROIHER, POLLEY (2006)

Diese zusätzliche Menge setzt sich im Szenario F aus Altbeständen zusammen, die im Basisszenario aufgrund der Parameter für die Endnutzung erst später geerntet

werden. Da sie dort mit ihrer großen Holzmasse vorerst stehen bleiben, nimmt der Vorrat im Basisszenario leicht zu. Durch die massenreiche Entnahme der älteren Bestände sinkt dagegen im Szenario F der Vorrat, was gleichzeitig durch das höhere potenzielle Rohholzaufkommen dokumentiert wird. Außerdem ist zu erkennen, dass durch die Vorratsabsenkung das potenzielle Rohholzaufkommen in den späteren Perioden nicht negativ beeinträchtigt wird und in etwa dem Wert des Basisszenarios entspricht.²⁴ Der Grund dafür ist, dass jüngere Bestände kontinuierlich nachwachsen und durch ihren Zuwachs das potenzielle Rohholzaufkommen und den Holzvorrat stabilisieren.

Abbildung III-8: Entwicklung des Holzvorrats für die Szenarien A und F

[Mio. Vfm]



Quelle: KROIHER, POLLEY (2006)

III.4 Rohholzmobilisierung

Das Thema Rohholzmobilisierung, also die Bereitstellung von Waldrohholz am Markt, rückte nach der Veröffentlichung der BWI² Daten immer stärker in den Mittelpunkt der allgemeinen Diskussion, da vor allem die zunehmenden Sägewerkskapazitäten und der zusätzliche Holzbedarf aus dem Energiesektor nach einer verstärkten Rohstoffbereitstellung verlangen (BECKER ET AL. 2008). Laut BECKER (2007) gibt es „die Mobilisierung“ gar nicht, sondern man müsse diesen Begriff in Abhängig-

²⁴ Der vom WEHAM Szenario F ausgewiesene Vorratsabbau hat keinen entscheidenden Einfluss auf das langfristige potenzielle Rohholzaufkommen von etwa 80 Mio. m³ über alle Baumarten. Wird der Vorrat jedoch in noch größerem Umfang abgebaut, äußert sich diese Form der Übernutzung in einem jährlichen potenziellen Rohholzaufkommen, das langfristig in Abhängigkeit der bestehenden Fläche, Baumarten und Altersstruktur geringer ausfällt.

keit von den begrenzenden Parametern und Zielen wie Markt, Menge, Ressource, Fläche, Politik und Waldbesitzer vor Ort immer neu definieren. Auch der Zeitaspekt in Form kurzfristiger Holzbereitstellung, mittelfristiger Versorgungssicherheit und dauerhafter Ressourcennutzung müsse beachtet werden. In dieser Arbeit werden zunächst strukturelle Faktoren beschrieben. Es folgen organisatorische Aspekte und Entwicklungen bei verschiedenen Interessengruppen wie Sägewerkern und Waldbesitzern.

III.4.1 Einflussfaktoren auf die Mobilisierung von Holz

Zwar wurden von der BWI² ungenutzte Rohholzpotenziale ausgewiesen, jedoch liegen diese Nutzungsreserven überwiegend im Privatwald und nicht im besser erschlossenen Staatswald (DIETER ET AL. 2005, POLLEY 2005). Lediglich 12 % der Privatwaldfläche befindet sich in Betrieben, die größer als 1.000 ha sind (DOHRENBUSCH 2007). Dieser Eigentumseffekt in Form von Kleinflächigkeit und räumlicher Zersplitterung von privaten Waldflächen verkompliziert eine industrielle Nutzung (HÖBARTH 2005). Im Kleinprivatwald Bayerns wird beispielsweise mit abnehmender Flächengröße immer mehr sägefähiges Holz als Brennholz für den privaten Gebrauch ausgehalten. Wird über den Eigenbedarf hinaus eingeschlagen, entscheidet der Marktpreis, in welchen Sortimenten das Rohholz dem Markt angeboten wird (BORCHERT, BECK 2006). Auch wird die Holznutzung mit modernen Holzernnteverfahren, wie sie auf größeren Flächen üblich ist, im Kleinprivatwald meistens als zu kostspielig erachtet (HÖBARTH 2005, KRAUHAUSEN 2006b). Zusätzlich wird den Waldbesitzern nachgesagt, dass sie einer hoch technisierten Holzernte, insbesondere mit Hinblick auf einen Wertverlust oder eine Übernutzung, skeptisch gegenüber stünden oder kein Interesse an ihrem Waldeigentum hätten (SCHULTZ ET AL. 2003, KRAUHAUSEN 2006b), was insbesondere urbane Waldbesitzer betreffe. Aus diesen Gründen sei es nach BECKER nicht klar, ob die geschätzten Reserven in Höhe von 20 bis 30 Mio. m³/a überhaupt mobilisiert werden können (PIRSON 2006a). Der beschriebene Eigentumseffekt variiert allerdings in Abhängigkeit von der betrachteten Region. Zwar liegt die Mobilisierung im Privatwald generell unter der des Staatswaldes, jedoch gibt es Ausnahmen wie die Bundesländer Hessen oder Schleswig-Holstein zeigen (DOHRENBUSCH 2007).

Einen weiteren Einfluss auf die Mobilisierung üben der Altersklassenaufbau und die Baumartenzusammensetzung aus. Während in Niedersachsen mit 61 % junge, wuchsstarke Fichtenbestände den Altersklassenaufbau bestimmen, sind es in Baden-Württemberg nur 44 %. Dagegen nehmen im südlicheren Bundesland die hiebsreifen Altersklassen über 80 Jahren 30 % ein. In Niedersachsen sind es 20 %. Aus waldbaulichen Gründen wird also wahrscheinlich im nördlicheren Bundesland ein geringerer Zuwachs genutzt, als vergleichsweise in Baden-Württemberg (DOHRENBUSCH 2007).

Tabelle III-10 zeigt Daten, die für die Einschätzung der Mobilisierung herangezogen werden können. Besonders wichtig ist dabei das korrekte Verständnis der Einheiten. Der in diesem Abschnitt verwendete Mobilisierungsgrad bezieht sich auf das Ver-

hältnis von Abgang und Zuwachs mit der Einheit Vorratsfestmeter. Die Angaben der Tabelle III-10 beziehen sich grundsätzlich auf alle Bestandsschichten im Wald. Im Vergleich zu anderen Veröffentlichungen können durch eine abweichende Datenbasis Unterschiede auftreten. So können die Daten der BWI² beispielsweise nur auf Hauptbestand und Plenterwald bezogen sein. Der Mobilisierungsgrad kann auch als Verhältnis von Abgang in Erntefestmeter (verwertbar und nicht verwertbar) zum Zuwachs in Vorratsfestmetern angegeben werden. In Abhängigkeit der gewählten Datenbasis können die resultierenden Prozentwerte deshalb erheblich voneinander abweichen und ein scheinbar anderes Bild zeichnen.

Tabelle III-10: Mobilisierungsdaten in den alten Bundesländern 1987 bis 2002

Mobilisierungsdaten	Staatswald (Bund)	Staatswald (Land)	Körperschaftswald	Privatwald	Treuhandwald	alle Eigentumsarten
Nutzungsverbot	2,4 %	2,1 %	0,5 %	0,1 %	1,3 %	0,1 %
Nutzungseinschränkung	22,8 %	4,9 %	2,2 %	1,7 %	8,1 %	3,7 %
Vorrat Vfm/ha	227 (147)	311 (200)	319 (169)	338 (230)	263 (167)	320 (204)
Zuwachs Vfm/ha*a	9,6 (6,2)	12,2 (8,1)	12,3 (7,2)	13,1 (9,3)	-	12,6 (8,4)
Abgang Vfm/ha*a	4,9 (3,8)	9,4 (7,3)	9,2 (6,6)	7,4 (5,9)	-	8,3 (6,4)
Abgang Efm/ha*a	3,9 (2,9)	7,5 (5,8)	7,4 (5,2)	5,9 (4,7)	-	6,6 (5,1)
verwertbar Efm/ha*a	3,5 (2,7)	6,9 (5,4)	6,8 (4,8)	5,4 (4,4)	-	6,1 (4,7)

Nadelholzwerte stehen in Klammern.

Quelle: BMELV (2004c-l), eigene Berechnung

Bei Tabelle III-10 ist auf einen Unterschied zwischen Zuwachs und Nutzung hinzuweisen, der das Gesamtbild aber nicht wesentlich beeinflusst. Der Zuwachs beinhaltet Bäume ab 7 cm Bhd, während für die Nutzung ausgeschiedene Bäume ab 10 cm Bhd gemessen wurden.

Im Großprivatwald, der sich durch eine Fläche von mehr als 500 ha auszeichnet, liegt die verwertbare Nutzung aller Holzartengruppen (8,0 Efm/ha*a) über dem Staats- und Körperschaftswald, während der Kleinprivatwald nur auf etwas über die Hälfte (4,4 Efm/ha*a, verwertbar) kommt (BMELV 2004c-m).

Bei den Baumarten wurde in den alten Bundesländern für die Periode zwischen 1987 und 2002 die Fichte am intensivsten genutzt. Besonders ausgeprägt ist die Nutzung zusätzlich zum Staatswald (Land) im Körperschaftswald. Auffällig ist außerdem die deutlich geringere Nutzung im Privatwald, was insbesondere am Kleinprivatwald liegt.

Die standörtlichen Gegebenheiten spielen in Deutschland für die Mobilisierung von Holz nur punktuell eine entscheidende Rolle wie z. B. in besonders hoch und steil gelegenen Flächen. So stammen 7,2 % des Gesamteinschlags aus Flächen mit einer Neigung von 60° und mehr, während 25,5 % aus Flächen mit einer Neigung von 20° und mehr geerntet werden (DOHRENBUSCH 2007).

Tabelle III-11: Mobilisierungsgrade in den alten Bundesländern 1987 bis 2002

Mobilisierungsgrade [%]	Staatswald (Bund)	Staatswald (Land)	Körperschaftswald	Privatwald	alle Eigentumsarten
Fichte	79,0	98,9	99,2	68,1	82,3
Kiefer	47,0	81,6	99,7	53,2	67,2
alle Nadelbäume	59,4	89,4	90,9	63,3	75,7
alle Laubbäume	32,5	51,1	51,5	37,3	45,0
alle Baumarten	49,9	76,6	74,5	55,8	65,6

Quelle: BMELV (2004c-n), eigene Berechnung

Auch der Holzpreis hat Einfluss auf die Mobilisierung. Über längere Zeit bewegte sich der Holzpreis auf einem Niveau, der aus Sicht der Besitzer von Kleinprivatwald als unauskömmlich eingestuft wurde. Zwar reicht ein steigender Holzpreis, wie er seit 2005 (ZMP 2007b, S. 107) für viele Sortimenten zu beobachten ist, als einzelner Faktor nicht aus (HOELZEL 2007, BECKER ET AL. 2008); es kam seitdem nicht wesentlich mehr Holz aus dem Kleinprivatwald (ANONYMUS 2006d), trotzdem stellen die möglichen Gewinne nach OTTO einen wichtigen Anreiz dar (KRAUHAUSEN 2006b). In Kombination mit anderen Maßnahmen, die im folgenden Abschnitt dargestellt werden, erscheint eine erhöhte Mobilisierung im Kleinprivatwald durchaus realistisch.

III.4.2 Maßnahmen zur Mobilisierung von Holz im Kleinprivatwald

Dass eine verstärkte Mobilisierung im Kleinprivatwald sehr wichtig ist, zeigt ein Blick nach Brandenburg. Dort sind die Nutzungsreserven im Landeswald erschöpft. Im Rahmen einer nachhaltigen Waldwirtschaft kann der Holzeinschlag nicht gesteigert werden (ANONYMUS 2006e). Die im vorangegangenen Abschnitt skizzierten Einflussfaktoren sind für die verhältnismäßig geringe Nutzung von Rohholz im Kleinprivatwald verantwortlich, wodurch sich die hohen Potenzialreserven entwickeln konnten. Um diese nutzen zu können und den genannten Ursachen für die geringe Nutzung von Rohholz entgegenzuwirken, müssen verschiedene Maßnahmen ergriffen werden.

Um eine erfolgreiche Mobilisierung betreiben zu können, sind die Kooperationsfähigkeit aller Beteiligten, ein angemessenes Instrumentarium und der Wille zur Umsetzung unabdingbar. Zusätzlich gestaltet sich die Aufgabe einfacher, wenn ein positives Marktumfeld vorherrscht und Holz nachgefragt wird. Gleichzeitig müssen organisatorische Hindernisse überwunden werden. Diese äußern sich in fehlender Erfahrung bei forstlichen Zusammenschlüssen aufgrund geringer Aktivitäten, mangelnder Effektivität seitens des staatlichen Fachpersonals, überlasteten ehrenamtlich arbeitenden Geschäftsführungen in Forstbetriebsgemeinschaften, Unzuverlässigkeit des einzelnen Waldbesitzers bei der Holzbereitstellung und ein vermehrtes Eigeninteresse an Brennholz (BECKER ET AL. 2008).

Es haben sich unterschiedlichste Gruppierungen gebildet, die sich mit Mobilisierung intensiv beschäftigen. In der Arbeitsgemeinschaft Rohholzmobilisierung in Sachsen-Anhalt sind Holzindustrie, Landwirtschafts- und Wirtschaftsministerien, Landesforstbetrieb, Landesbetrieb für Privatwaldbetreuung und Forstservice, Waldbesitzerverband und die Arbeitsgemeinschaft forstlicher Lohnunternehmer beteiligt (ANONYMUS 2007b). Auf Initiative der Firma Pollmeier und in Zusammenarbeit mit Thüringen-Forst wurde ein Gemeinschaftsprojekt von Privatwirtschaft und Staat (Public-Private-Partnership) ins Leben gerufen. Ihre Anstrengungen werden in der Wald-wird-mobil.de gGmbH gebündelt (HOELZEL 2008a). Das Kreisforstamt Freudenstadt in Baden-Württemberg will durch Sammeldurchforstungen in kleinflächigen Eigentümerstrukturen den Wald pflegen und Holz mobilisieren (KRAUHAUSEN 2006b). Die an sich schon gut organisierte Forstwirtschaftliche Vereinigung Mittlerer Schwarzwald will durch kontinuierliche Überzeugungsarbeit in ihrem Einzugsgebiet noch mehr Waldbesitzer aktivieren. Sie verfolgen den Ansatz, dass der Wald nicht mehr nur als Sparkasse betrachtet wird und folglich eine Nutzung einem Wertverlust entspricht, sondern dass gerade eine angemessene Nutzung die Nachhaltigkeit auf einem hohen Niveau sichern hilft (BENTELE 2005). In der Sächsischen Lausitz wurde die Mobilisierung in einem mehrjährigen Projekt unter wissenschaftlicher Anleitung und mit Unterstützung des Holzabsatzfonds (HAF) in die Wege geleitet (BECKER ET AL. 2008). Auch im Odenwald wurden in einem Mobilisierungsprojekt der Fachhochschule Rottenburg grundlegende Anforderungen an eine erfolgreiche Mobilisierung untersucht (SCHULTZ ET AL. 2003).

Auch wenn sich die beschriebenen Gruppierungen in der Herangehensweise, der Ausstattung und der Zielsetzung unterscheiden mögen, so hat sich bei der Mobilisierung, besonders bei passiven Waldbesitzern, folgende Strategie herauskristallisiert:

Zunächst müssen nach BECKER die Waldbesitzer motiviert und aktiviert werden (HOELZEL 2007). Dafür werden die Besitzer von Waldflächen über Adressrecherchen ermittelt. Es folgt ein Anschreiben und ggf. eine erste direkte Ansprache durch eine Vertrauensperson. Dies ist entweder der Revierleiter oder ein Privatwaldbetreuer. Für die interessierten Waldeigentümer werden Informationsveranstaltungen abgehalten, in denen die Mobilisierungsprojekte vorgestellt und Fragen im direkten Kontakt beantwortet werden. Zudem werden auch individuelle Beratungen angeboten. Ein Internetprojekt des HAF (www.info-holzmobilisierung.org) stellt vielfältige Informationen und Kontaktdaten zur Verfügung. Beteiligen sich 30 bis 50 % der Eigentümer an einer Mobilisierung, stehen die Erfolgschancen dafür recht gut. Voraussetzung ist jedoch, dass sich Eigentümer beteiligen, die für die Erschließung des Geländes wichtige Flächen besitzen (KRAUHAUSEN 2006b). Für diese und nachfolgende Vorgänge müssen nach BECKER entsprechende Strukturen geschaffen werden (HOELZEL 2007). Forstwirtschaftliche Zusammenschlüsse müssen gegründet oder aktiviert werden, damit zuerst eine organisatorische und später auch eine mengenmäßige Bündelung erfolgen kann (KRAUHAUSEN 2006b). Laut BECKER muss die Finanzierung geklärt sein, speziell im Hinblick auf das eingesetzte Instrumentarium (HOELZEL 2007). Dazu zählt mindestens das Vorhandensein von GIS-gestützten

Grenzkarten sowie Forst- und Wegekarten. Auch ein Softwarepaket, in dem die entsprechenden Informationen zu den Eigentümern hinterlegt sind und das eine reibungslose Erlösverteilung in Form eines schnellen Abrechnungs- und Zahlungssystems garantiert, muss vorliegen (BECKER ET AL. 2008). Wenn es dann an die praktische Umsetzung geht, müssen die operativen Maßnahmen laut BECKER (HOELZEL 2007), also Erntemaßnahmen und Holzvermarktung durch die forstwirtschaftlichen Zusammenschlüsse ausgeführt werden (KRAUHAUSEN 2006b). Der vorerst letzte Schritt ist nach BECKER die Abrechnung (HOELZEL 2007). Im Fall von Massensortimenten wird aufgrund der vor dem Einschlag festgelegten Mengen der ausscheidenden Bestände der Erlös anteilmäßig auf die Waldbesitzer verteilt. Für Wertholzsortimente wird das jeweilige Holz direkt dem Waldbesitzer zugeordnet und abgerechnet (KRAUHAUSEN 2006b).

Die bislang durchgeführten Projekte weisen Erfolg versprechende Ergebnisse auf. So konnte eine Forstbetriebsgemeinschaft in der Lausitz die vermarktete Holzmenge von 2.000 m³ im Jahr 2003 auf 12.000 m³ im Jahr 2007 steigern. In einem vergleichbaren Projekt in einer Forstbetriebsgemeinschaft der Eifelregion wurde im Jahr 2005 kein Holz vermarktet. 2007 waren es laut BECKER 25.000 m³ (HOELZEL 2007).

Das vorrangige Ziel der Mobilisierung sollte eine auf Dauer angelegte Waldpflege im Kleinprivatwald sein (KRAUHAUSEN 2006b). Dieser Vorgang ist ein langwieriger Prozess, der viel Zeit, Einsatz und Geld benötigt (ANONYMUS 2006d).

III.5 Zusammenfassung

Durch die forstwirtschaftlichen Bemühungen in den letzten Jahrzehnten ist es gelungen, die Holzwirtschaft auf einem beachtlichen Niveau mit Rohholz zu versorgen. Dies bestätigt die BWI², wobei sie außerdem im Vergleich zur Erstinventur 1987 nun einen beachtlichen Vorratsanstieg verzeichnet. Der Großteil des Vorrats befindet sich in den südlichen Bundesländern, vornehmlich in Baden-Württemberg und Bayern. Obwohl der Vorratsanstieg in allen Besitzarten zu verzeichnen ist, fällt er im Kleinprivatwald durch seine geringere Nutzungsintensität besonders deutlich aus. Großen Anteil hat daran die zuwachsstarke Fichte. Trotz ihres Rückgangs in der Fläche, hat sie entscheidenden Anteil am Vorratsaufbau.

Einen Blick in die Zukunft wagt die Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung, basierend auf den Daten der zweiten Bundeswaldinventur. Sie beschreibt in mehreren Szenarien die mögliche Entwicklung des potenziellen Rohholzaufkommens, wovon die WEHAM Szenarien A und F ihre Ergebnisse auch auf regionaler Ebene ausweisen. Es handelt sich dabei nicht um eine Holzmarktprognose, sondern um eine Art forstwirtschaftlicher Idealvorstellung! Die dahinter stehenden Annahmen können nicht alle Unsicherheiten einbeziehen wie veränderte Stickstoffeinträge, erhöhte Kohlendioxid-Konzentrationen, veränderte Waldbauverfahren, Klimaerwärmung, Stürme oder trockene Sommer.

Dennoch ist absehbar, dass sich die Holzwirtschaft auf eine Veränderung des Rohstoffs einstellen muss. Neben einem Wandel der Holzartenanteile hin zu mehr Laubholz werden auch vermehrt ältere Bestände mit größeren Durchmessern geerntet werden. Im Szenario A wird, bedingt durch die überproportional vorhandenen, zuwachsstarken Jahrgänge, das potenzielle Rohholzaufkommen auch in den kommenden Jahren weiter ansteigen. Dieser Anstieg endet bei rund 80 Mio. Efm/a in der Periode 2022 bis 2026 über alle Holzarten. Zwar werden davon im gesamten Vorhersagezeitraum zwischen 70 und 80 % als Stammholz (über alle Baumarten) ausgewiesen, jedoch werden beträchtliche Anteile in der Praxis aufgrund mangelnder Qualität in das Segment Industrieholz wandern. In Abhängigkeit von Zusammensetzung und Alter der Bestände können regional beträchtliche Unterschiede beim potenziellen Rohholzaufkommen entstehen.

Das Szenario F zeichnet sich durch eine starke Nutzung von Altbeständen bis in die 2020er-Jahre aus. Auf diese Weise wird der Vorrat auf das Niveau der ersten Bundeswaldinventur von 1987 abgesenkt. Dadurch wird das potenzielle Rohholzaufkommen bis 2022 etwa um 20 Mio. Efm/a im Vergleich zum Szenario A erhöht. In der Folgezeit pendelt sich das Niveau auf dem des Basisszenarios ein. Auf diese Weise kann eine deutlich größere Holzmenge in Form von Altbeständen genutzt werden, ohne die Leistungsfähigkeit und damit das potenzielle Rohholzaufkommen des Waldes auch in späteren Zeiten negativ zu beeinflussen. Auch in diesem Szenario kommt es zu erheblichen regionalen Unterschieden.

Obwohl durch die BWI² ein hohes Vorratsniveau nachgewiesen werden konnte, bleibt die Frage vorläufig offen, ob und in welchem Umfang sich die bislang ungenutzten Reserven mobilisieren lassen. Die Holzwirtschaft benötigt durch ihren Kapazitätsaufbau entsprechende Mengen, die sich aber überwiegend im Kleinprivatwald befinden. Augenblicklich werden Projekte zur Rohholzmobilisierung von unterschiedlichen Gruppierungen durchgeführt, um die Möglichkeiten einer solchen Mobilisierung im Kleinprivatwald auszuloten, durchaus mit viel versprechenden Ergebnissen.

IV. Logistik

Der Transport von Gütern und dessen Organisation in Abstimmung mit den Marktteilnehmern haben eine fundamentale Bedeutung für den Erfolg einer Volkswirtschaft. Zunächst beginnt dieses Kapitel mit Definitionen der Begriffe Logistik und Transport.²⁵ Anschließend erfolgt ein allgemeiner Überblick zu der Entwicklung im Logistikbereich. In den darauf folgenden Abschnitten befasst sich diese Arbeit vornehmlich mit den Transport- und Umschlagprozessen des Güterflusses für den Rundholztransport in Deutschland auf volkswirtschaftlicher Ebene. Darin werden sowohl jüngste Entwicklungen als auch Logistikketten der drei Verkehrsträger Lastkraftwagen (Lkw), Eisenbahn und Schiff beschrieben. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf Umschlagmöglichkeiten von Eisenbahn und Schifffahrt. Abschließend werden Transportdaten wie Mengen, Kosten und Entfernungen dargestellt.

IV.1 Definition der Logistik

Der Begriff „Logistik“ wird in mehreren Disziplinen angewandt und lässt sich auf unterschiedliche Weise interpretieren (PFOHL 2000, S. 11):

Die Wissenschaft der Logik benutzt Logistik als Synonym für mathematische oder symbolische Logik.

In der Mathematik existieren logistische Funktionen. Solche Funktionen beschreiben das Wachstum in Abhängigkeit der Zeit sowie einen Sättigungsprozess.

Der eigentliche Ursprung für den heute in der Wirtschaft gebräuchlichen Begriff „Logistik“ findet sich im militärischen Bereich und stammt aus dem Französischen. „loger“ [lɔʒe] bedeutet „beherbergen“. Im Militär sind damit der Transport, die Lagerung und die Wartung militärischer Güter gemeint. Die Zielsetzung ist politischer Natur (PFOHL 2000, S. 12). Doch schon sehr viel früher betrachtete der byzantinische KAISER LEONTOS VI. (866 bis 911) neben Strategie und Taktik die zeitlich und räumlich passende Versorgung der Truppen als militärische Führungsaufgabe (IHDE 1997, S. 549).

Im Laufe der Zeit reduzierte sich im wirtschaftlichen Bereich die Bedeutung auf den Transport und die Lagerung zwischen mindestens zwei Punkten. Auch die Ziele wurden andere. Sie unterliegen technologischen und ökonomischen, aber auch ökologischen und sozialen Schwerpunkten.

Im wirtschaftlichen Bereich haben sich deshalb unterschiedliche Definitionsansätze etabliert. Sie lassen sich in eine flussorientierte, eine lebenszyklus- oder eine dienstleistungsorientierte Definition unterteilen (PFOHL 2000, S. 12).

²⁵ Weitere Fachbegriffe zur Logistik werden im Abschnitt X.9 erläutert.

Die letztere Definition beschreibt Logistik als einen „[...] Prozeß zur Koordination aller immateriellen Aktivitäten, die zur Erfüllung einer Dienstleistung in einer kosten- und kundeneffektiven Weise vollzogen werden müssen [...]“ (LITTLE 1991). Der Kerngedanke dieser Definition ähnelt dem des Qualitätsmanagements, wonach eine optimale Dienstleistung den Kundenwunsch durch eine auf dessen Belange abgestimmte Produktion erfüllt. Dabei werden die Schwerpunkte auf die Minimierung der Wartezeiten, das Management der Dienstleistungskapazität und die Schaffung eines Distributionskanals gelegt (PFOHL 2000, S. 13).

Der lebenszyklusorientierten Definition der Logistik liegt die Idee zugrunde, dass alle logistischen Aktivitäten die Entwicklungen innerhalb der Produktlebensdauer unterstützen. Dies umfasst die Planungs-, Betriebs- und Stilllegungsphase bzw. weitere Phasen, wenn die Lebensdauer differenzierter betrachtet wird (PFOHL 2000, S. 13). Nach COYLE ET AL. (1992) ist Logistik „[...] das unterstützende Management, das während des Lebens eines Produkts eine effizientere Nutzung von Ressourcen und die adäquate Leistung logistischer Elemente während aller Phasen des Lebenszyklusses sicherstellt, so daß durch rechtzeitiges Eingreifen in das System eine effektivere Steuerung des Ressourcenverbrauchs gewährleistet wird [...]“.

Die in dieser Arbeit verwendete Logistikdefinition basiert auf der flussorientierten Betrachtungsweise.

Die EUROPEAN LOGISTICS ASSOCIATION definiert Logistik als „[...] die Organisation, Planung, Kontrolle und Durchführung eines Güterflusses von der Entwicklung und vom Kauf durch die Produktion und die Distribution bis zum endgültigen Kunden mit dem Ziel der Befriedigung der Anforderungen des Marktes bei minimalen Kosten und minimalem Kapitalaufwand [...]“ (PFOHL 2000, S. 13).

Einen vergleichbaren Ansatz liefert die amerikanische Logistikgesellschaft COUNCIL OF LOGISTICS MANAGEMENT: „Logistik ist der Prozess der Planung, Realisierung und Kontrolle des effizienten, kosteneffektiven Fließens und Lagerns von Rohstoffen, Halbfabrikaten und Fertigfabrikaten und der damit zusammenhängenden Information vom Liefer- zum Empfangspunkt entsprechend den Anforderungen des Kunden.“ Im Unterschied zur europäischen Fassung, wird die Information besonders hervorgehoben (PFOHL 2000, S. 12).

Beide Definitionen beinhalten in ihrem Kern die vier „r“. Nach PFOHL (1972, S. 28 ff.) hat die Logistik dafür zu sorgen, „[...] daß ein Empfangspunkt gemäß seines Bedarfs von einem Lieferpunkt mit dem *richtigen* Produkt (in Menge und Sorte), im *richtigen* Zustand, zur *richtigen* Zeit, am *richtigen* Ort zu den dafür minimalen Kosten versorgt wird [...]“. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, muss ein passender Güterfluss entwickelt und aufrechterhalten werden. Der Begriff „Güterfluss“ stellt in Logistiksystemen eine Grundfunktion dar und bezeichnet die räumliche und zeitliche Veränderung von Gütern (PFOHL 2000, S. 12). Die Kernprozesse des Güterflusses sind Transport-, Umschlag- und Lagerprozesse. So genannte Unterstützungsprozesse, wie Verpackungs- und Signierungsprozesse, ergänzen die Kernprozesse oder ermöglichen sie überhaupt (PFOHL 2000, S. 3).

Der Vollständigkeit halber wird abschließend auch die Logistikdefinition aus der Norm DIN EN 12777 (1977) genannt: „[...] Planung, Durchführung und Steuerung der Bewegung und Platzierung von Menschen und / oder Gütern und der unterstützenden Tätigkeiten, die sich auf diese Bewegungen beziehen, innerhalb eines Systems, welches zur Erreichung bestimmter Ziele eingerichtet ist.“

IV.2 Definition des Transports

Transport ist der Teil der Logistik, der die notwendige Raumüberbrückung vornimmt. Somit ist Transport die Ortsveränderung von Transportgütern unter Verwendung von Transportmitteln. Mit der Beförderung ist untrennbar der Umschlag verbunden. Ein Transportsystem setzt sich aus Transportgut, Transportmittel und dem eigentlichen Transport zusammen (PFOHL 2000, S. 162). Die Holzwirtschaft zeichnet sich durch die Besonderheit eines sehr hohen Anteils an Leertransporten aus. Diese Leertransporte sind Transporte ohne Transportgut. Sie sind aber eine notwendige Voraussetzung, um einen anschließenden Transport mit Transportgut durchführen zu können. Aufgrund ihrer Bauart können nämlich auf Rundholztransporte spezialisierte Lkw nur in Ausnahmefällen auch andere Produkte transportieren. Somit entstehen vom Empfangs- zum Lieferpunkt Leertransporte.

IV.3 Allgemeine Entwicklungen in der Logistik

Um den sich wandelnden wirtschaftlichen Anforderungen gewachsen zu sein, muss sich die Logistik permanent anpassen. Dabei hat sie sich seit den 1970er-Jahren von der Optimierung klar abgegrenzter Funktionen bis hin zu einer globalen, ganzheitlichen Betrachtungsweise entwickelt, die heutzutage in kunden- und damit prozessorientierten Managementkonzepten gipfelt.

In den 1970er-Jahren wurden einzelne Unternehmensbereiche optimiert. Auf dem Beschaffungsmarkt wurden Güter eingekauft, in der Produktion bearbeitet und anschließend auf dem Absatzmarkt verkauft. Die Optimierung dieser drei Bereiche betraf vor allem ihre Flexibilität und Effizienz. Die Aufgabe der Logistik bestand in Transport, Umschlag und Lagerung als Verbindungsglied zwischen den Märkten und Unternehmensbereichen. Zu dieser Zeit entstand das noch heute gängige Bild von der klassischen Logistik (BAUMGARTEN, WALTER 2003).

In den 1980er-Jahren wurde der Kunde auf dem Absatzmarkt als Bestandteil der Unternehmenspolitik entdeckt und in die Firmenstrategie eingebunden. Aufgrund der Kundenwünsche entwickelte sich aus dem eher undifferenzierten Absatz ein auf die Kunden spezialisierter Vertrieb. Die einzelnen Bereiche der klassischen Logistik vom Beschaffungsmarkt bis hin zum Vertrieb wurden im Hinblick auf die Kundenwünsche abgestimmt (BAUMGARTEN, WALTER 2003).

Die 1990er-Jahre lassen durch die rasante Entwicklung der EDV eine beschleunigte Entwicklung in der Logistik erkennen. Anfang der 1990er-Jahre war der Aufbau von

Prozessketten zentrales Thema in den führenden Firmen auf dem Gebiet der Logistik. Diese Prozessketten hatten die Aufgabe, alle Unternehmensbereiche im Hinblick auf die Kundenwünsche zu optimieren und miteinander zu verzahnen. Dazu gehörten sowohl die Auftragsabwicklung mit der Versorgung, Produktion und Distribution der Produkte, als auch die neu hinzugekommenen Bereiche Entwicklung und Entsorgung (BAUMGARTEN, WALTER 2003).

Ende der 1990er-Jahre wurden diese Prozessketten zu unternehmensübergreifenden Wertschöpfungsketten ausgebaut. Der dafür verwendete Fachbegriff lautet „Supply-Chain-Management“ und umfasst neben den physischen Aktivitäten, sowohl den Informations-, als auch den Geldfluss zwischen den Beteiligten (HOPPE 2003). Hinsichtlich der gestellten Anforderungen an die Unternehmen verschmolzen Lieferanten, Produzenten, Handel und auch Kunden zu einer einzigen Logistikdienstleistung, bei der die Logistik ganze Unternehmen mit ihrer jeweiligen Leistung in Wertschöpfungsketten integrierte. Jetzt war nicht mehr die Logistik Bestandteil von Unternehmen, sondern Unternehmen waren Bestandteil der Logistik (BAUMGARTEN, WALTER 2003).

Abbildung IV-1: Entwicklung der Logistik



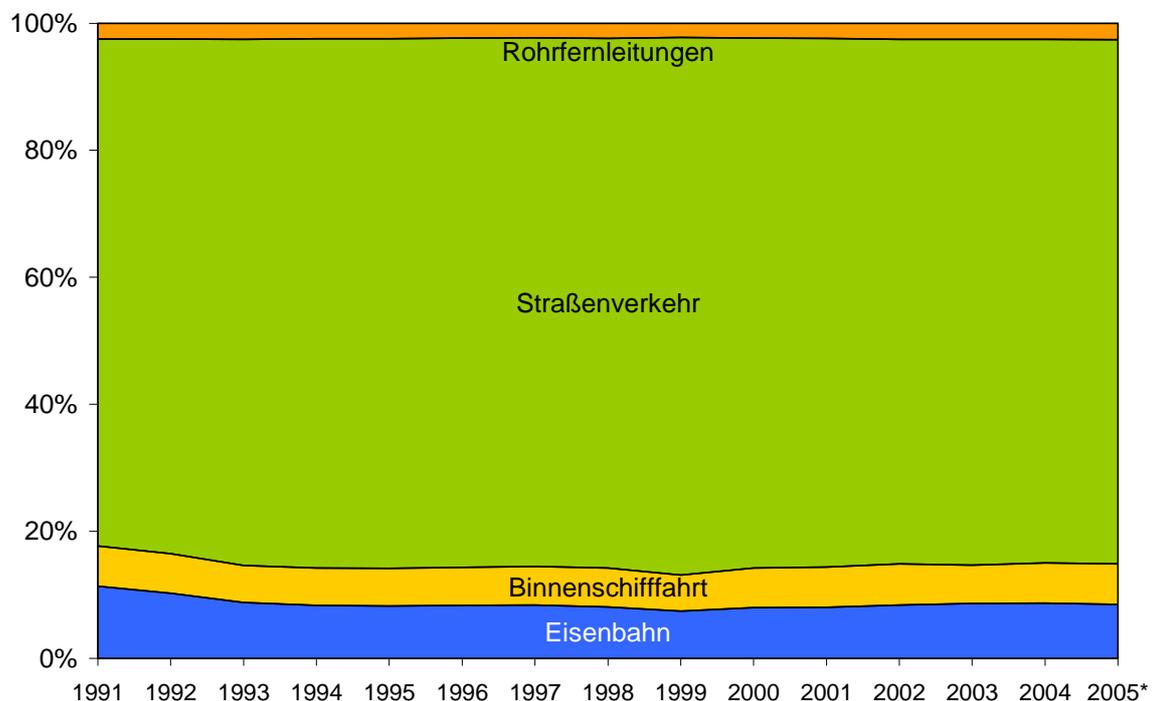
Quelle: BAUMGARTEN, WALTER (2003), eigene Darstellung

Seit dem Beginn des neuen Jahrtausends ist diese Entwicklung nochmals in eine neue Phase getreten. Dank des Internets sind die Wertschöpfungsketten heutzutage zu globalen Netzwerken geworden, die in sekundschnelle Informationen über den ganzen Erdball verschicken und binnen weniger Wochen oder gar Tagen die Ware

von einem Ende der Welt zum anderen transportieren können (BAUMGARTEN, WALTER 2003).

Gerade durch die intensive Vernetzung der Wirtschaft steigt der Transport von Waren kontinuierlich an. Während zwischen den Kontinenten die Seeschifffahrt das dominierende Transportmittel darstellt, ist in der regionalen Verteilung der Lkw das vorherrschende Transportmittel in Deutschland. Seit den 1950er-Jahren gewann der Lkw kontinuierlich Anteile am gesamten Verkehrsaufkommen und löste damit die Eisenbahn als wichtigstes Transportmittel ab (MURL 1995, S. 6). Seit Anfang der 1990er-Jahre hat sich der Lkw-Anteil zwischen 82 und 84 % eingependelt (s. Abbildung IV-2).

Abbildung IV-2: Anteile der Hauptverkehrsträger am Verkehrsaufkommen



* zum Teil vorläufige Werte

Erläuterung: Darstellung ohne Luftverkehr, Seeverkehr und ohne Transporte deutscher Lastkraftfahrzeuge bis 6 t zulässiges Gesamtgewicht oder 3-5 t Nutzlast.

Quelle: BMVBS (2006, S. 230 f.), eigene Darstellung

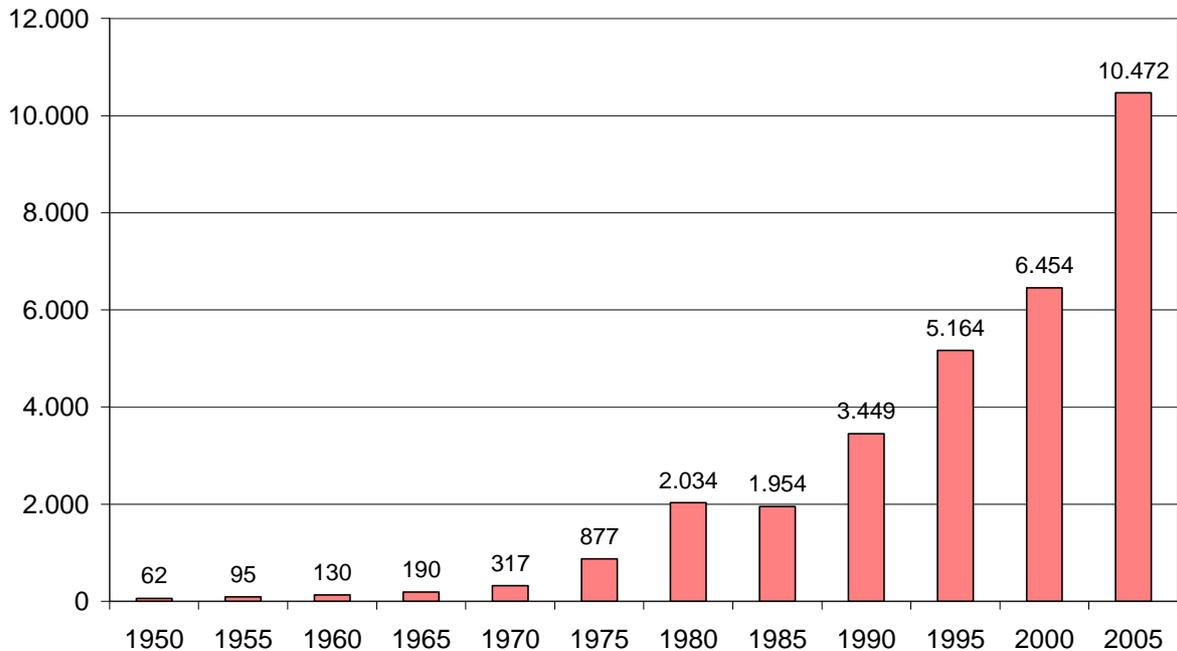
Die künftige Aufgabe der Logistik wird auch weiterhin darin bestehen, sich kommenden Herausforderungen in angemessener Weise durch innovative Lösungen anzupassen. Es wird darauf ankommen, die wachsenden Anforderungen in ganzen Branchen, aber auch in einzelnen Unternehmen zu bewältigen. Dabei steht nach wie vor der Kunde im Mittelpunkt des Interesses.

Daneben wird aber auch der Umweltgedanke eine ähnlich große Bedeutung wie die Zufriedenheit der Kunden erlangen. Durch die zunehmend zu beobachtende Diversifizierung und Auslagerung der Produktion, werden immer mehr Transporte und somit ein höherer Energieverbrauch notwendig. Da der Lkw den Großteil des Transports übernimmt (s. Abbildung IV-2), verbraucht er im Vergleich zu den anderen Verkehrs-

trägern am meisten Energie. Betrug 1991 der Anteil des Güterverkehrs auf der Straße am Energieverbrauch des gesamten Verkehrs noch etwa 23 %, so lag er nach vorläufigen Angaben 2005 bei fast 28 % und belegt hinter dem Individualverkehr den zweiten Platz (BMVBS 2006, S. 277).

Abbildung IV-3: Entwicklung des Welthandels (Exporte) 1950 – 2005

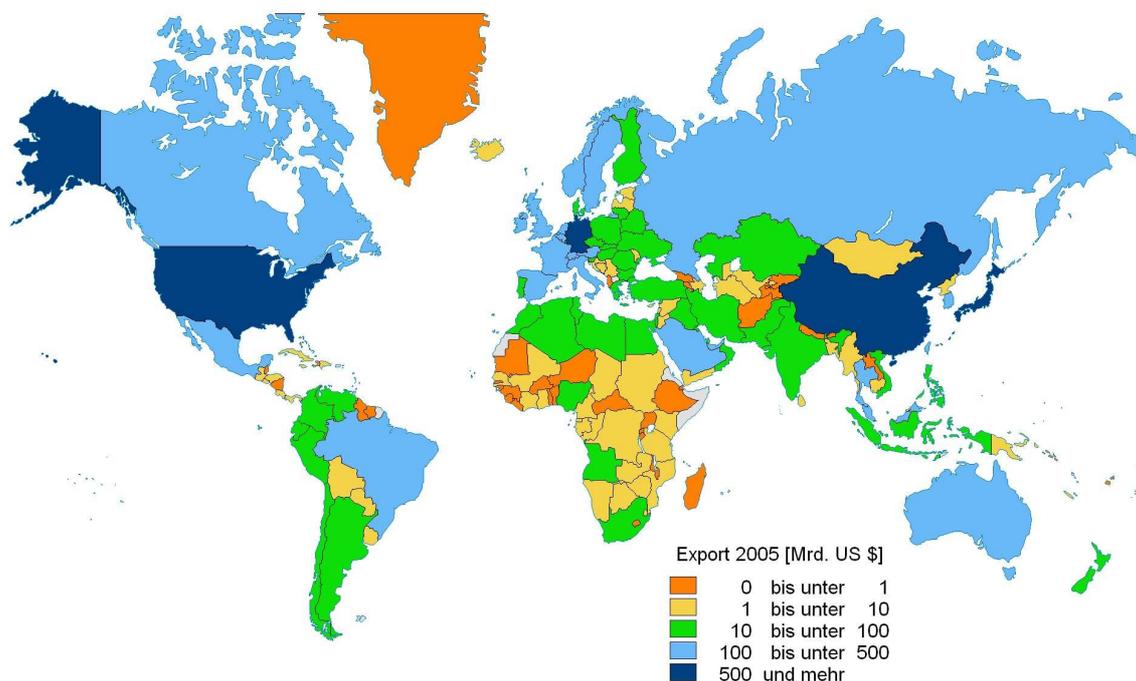
[Mrd. US \$]



Quelle: WTO (2008), eigene Darstellung

Abbildung IV-3 verdeutlicht die zuvor beschriebene Entwicklung der Logistik anhand des Welthandels. Mit zunehmender Verflechtung der Arbeitsabläufe und des Handels steigt der Warenstrom an. Besonders seit Beginn des neuen Jahrtausends sind die Wachstumsraten des Außenhandels nochmals deutlich gestiegen. Allein zwischen 2000 und 2005 nahm der Export in der Welt um über 60 % zu. Im Jahr 2006 belief sich der Exportwert auf 12.083 Mrd. US \$ (WTO 2008).

Abbildung IV-4 zeigt die regionale Verteilung und die Schwerpunkte der Exporte in der Welt im Jahr 2005. Besonders deutlich wird die Tatsache, dass sich der Großteil des Handels auf hoch entwickelte Dienstleistungs- und Industrienationen konzentriert. Knapp über 30 % des exportierten Warenwerts verteilen sich auf Deutschland, die USA, China und Japan. Gerade der Handel zwischen diesen Ländern trägt maßgeblich zu den stark steigenden Wachstumsraten im Export bei.

Abbildung IV-4: Exporte des Welthandels 2005

Quelle: WTO (2008), eigene Darstellung

IV.4 Logistik in der Holzwirtschaft

Obwohl die im vorausgegangenen Abschnitt dargestellte Entwicklung in holzfreien Branchen ihre maßgeblichen Antriebskräfte hat, ist sie nicht spurlos an der Holzwirtschaft vorbeigegangen. Und auch wenn die Holzwirtschaft nicht die Dynamik anderer Branchen erreicht, so passt auch sie sich den immer schneller wechselnden Kundenanforderungen an. Dies ist überlebenswichtig, da die Unternehmen der Holzwirtschaft stark an ihre Standorte gebunden sind und nicht, wie im Bankwesen, schnell zu den viel versprechenden Absatzmärkten wechseln können. Die holzwirtschaftlichen Produzenten müssen sich in der Nähe des relativ transportkostenintensiven Rohstoffs aufhalten. Zudem benötigen sie eine gut ausgebaute Infrastruktur, worunter auch stabile politische und klare rechtliche Verhältnisse fallen. Auch gibt es nicht überall auf der Welt gleichermaßen hoch qualifizierte Mitarbeiter. In einigen Fällen sind die Investitionsvolumina so enorm, dass eine Verlegung des Unternehmens praktisch ausgeschlossen ist. Für mittelständische Unternehmen gilt zusätzlich, dass sie meistens eine starke Bindung an ihre Herkunftsregion haben.

Diese Standorttreue müssen Unternehmen der Holzwirtschaft durch eine überdurchschnittliche Produktqualität und eine reibungslos funktionierende Logistik ausgleichen. Wegen der unterschiedlichen Zielsetzungen der einzelnen holzwirtschaftlichen

Unternehmen unterscheiden sich jedoch die Anforderungen und dadurch die Ausprägungen des Transports und der Logistik.

Im Kapitel Logistik liegt der Fokus der weiteren, allgemeinen Betrachtungen auf dem Transport von der Waldstraße zum Werk, genauer auf den Logistikketten und den Umschlagmöglichkeiten zwischen den Verkehrsträgern Lkw, Eisenbahn und Schifffahrt. Zusätzlich werden die Themen Maut, Gesamtgewichte für den Rundholztransport, Transportsicherheit und Informationssysteme wie beispielsweise ELDAT oder GeoDat behandelt, um die jüngsten Entwicklungen auf dem Feld des Holztransports von der Waldstraße bis ins Werk darzustellen. Das eigentliche Ziel ist jedoch, mittels räumlicher Distanzen und logistischer Einrichtungen (z. B. Holzverladebahnhöfe, Häfen), die Bildung von Logistikvariablen für das angestrebte Modell der regionalen Rohstoffverteilung in den nachfolgenden Kapiteln vorzubereiten. Aus diesem Grund wird darauf verzichtet technische Details verschiedener Transportmittel, konkrete Logistikkonzepte auf betrieblicher Ebene oder neuere Entwicklungen, die sich nicht direkt auf den Transport von der Waldstraße zum Werk befassen, zu erläutern. Stattdessen wird auf folgende Veröffentlichungen verwiesen:

Das Transportgut Rundholz stellt wegen seiner Ausformung spezielle Anforderungen an die eingesetzten Transportmittel in der Holzwirtschaft. In erster Linie sind dies auf den Rundholztransport spezialisierte Lkw. STIEGLER (2005), BODELSCHWINGH (2001), MAIER-WITT (2000) und GRAMMEL (1988) beschreiben detailliert die Aufgaben von einem Lkw im Rundholztransport. Im Vordergrund stehen bei diesen Veröffentlichungen unterschiedliche Lösungsmöglichkeiten logistischer Anforderungen, die beim Verladen und der Fahrt durch den Wald auftreten. Zudem werden technische Einzelheiten und gesetzliche Vorgaben behandelt. BORCHERDING (2007) analysiert Kosten für den Transport per Lkw. Grundlagen und Übersichten finden sich zum Eisenbahntransport bei BORCHERDING (2007), WIESNER (2005), MAIER-WITT (2000) und zum Schiffstransport bei BORCHERDING (2007), WIESNER (2005), VARNHAGEN (2003), HEDDEN (2002), MAIER-WITT (2000), wobei diese Transportmittel in Form des Multimodalen Verkehrs in Erscheinung treten. Die Broschüre „Rundholztransport“ (MURL 1995) bietet ebenfalls einen Überblick über die logistischen Grundlagen der gängigen Transportmittel. Zusätzlich gibt es eine Vielzahl von Berichten, die zumeist den Einsatz bestimmter Logistikkonzepte für konkrete Aufgaben in der Praxis beschreiben.²⁶ Zu berücksichtigen ist dabei, dass diese Konzepte unter bestimmten Rahmenbedingungen zum Einsatz kommen, welche die Übertragbarkeit auf andere Situationen einschränken können.

Während beim physischen Transportvorgang in den vergangenen Jahren keine wesentlichen Neuerungen zu beobachten waren, sind auf dem Feld des Informationsflusses deutliche Entwicklungen zu verzeichnen. Diese konzentrieren sich auf die Schaffung eines durchgehenden Informationsflusses, wodurch die Logistikkette zeit-

²⁶ Eine Auswahl an Veröffentlichungen, die sich mit unterschiedlichen Logistikkonzepten beschäftigen: BECHTLE (2006), BAUER ET AL. (2005), FREYTAG (2005), SOHNS (2005), HECKER (2003), HOELZEL (2002), BODELSCHWINGH, ZIESAK (2001), JÖNSSON (2000a, 2000b, 1999), MORAT (1999), THIEME (1999a, 1999b)

lich gestrafft wird (BODELSCHWINGH 2001). Auf diese Weise soll das Holz schneller ins Werk transportiert werden und die Kosten der Kapitalbindung durch verkürzte Lagerzeiten gesenkt werden (BAUER ET AL 2005, BODELSCHWINGH, BAUER 2005). DREEKE (2001), BODELSCHWINGH (2001), WAGNER, NIER (2001), WIPPERMANN (2000a), JÖNSSON (1999) beschreiben u. a. mit den Themen GIS und GPS Entwicklungen, die den Weg aus dem Bestand an die Waldstraße betreffen.

IV.4.1 Jüngere Entwicklungen beim Informationsfluss zum Werk

Seit Ende der 1990er-Jahre ist die deutsche Holzwirtschaft verstärkt an einem besseren Informationsfluss interessiert, um sich Rationalisierungspotenziale zu erschließen. Dafür müssen Unternehmensgrenzen überwunden werden. FORBIG, HAUCK (2001) und DREEKE (2001) erkannten als grundsätzliches Problem das mangelnde Vertrauen zwischen den Partnern der Logistikkette und dadurch bedingt eine unzureichende Transparenz bei den benötigten Daten. Dies war einer der Gründe, warum bereits funktionierende Logistikketten aus Nordeuropa nicht erfolgreich in Deutschland umgesetzt werden konnten. Beispielsweise gab es waldseitig in Finnland Ende der 1990er-Jahre softwaregestützte Harvestervermessung, wodurch die Aushaltung optimiert werden konnte. Die Polterkoordinaten waren ebenfalls in GIS mithilfe von GPS auffindbar. JÖNSSON (1999) illustriert den weiteren Ablauf anhand einer Papierfabrik in Varkaus / Finnland: die Lkw sind mit GPS und GIS ausgestattet. Täglich werden die Karten aktualisiert, die Routen und Ladungsdaten werden per Funk an den Lkw übermittelt. Nach der Holzverladung werden die Daten über Sortiment und Menge an die Werkeingangsvermessung geleitet, so dass dort alle Daten vorliegen, wenn der Lkw eintrifft.

Neben dem mangelnden Vertrauen ist das Fehlen der beschriebenen Infrastruktur ein weiterer Grund, warum es hierzulande noch nicht ähnliche Strukturen wie in der nordeuropäischen Holzlogistik gibt. So stellt die Datenschnittstelle zwischen den Unternehmen ein ernsthaftes Hindernis dar (DREEKE 2001). Durch individuelle Lösungen auf dem Feld der Datenverarbeitung stehen die Daten eines Unternehmens dem Partnerunternehmen meistens nicht direkt zur Verfügung, sondern müssen manuell und dadurch kostenintensiv übertragen werden (SCHWARZ, REICH 2002).

Um bundesweit zu einer einheitlichen Lösung für alle Beteiligten zu gelangen, haben sich in erster Linie der Deutsche Forstwirtschaftsrat und der Deutsche Holzwirtschaftsrat der Themen Datenschnittstelle und Navigationssystem angenommen.

Aus dieser Zusammenarbeit in Form einer Arbeitsgruppe entwickelte sich unter der Leitung der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg die bundesweit geltende und standardisierte Datenschnittstelle **ELDAT**. Sie wurde zum Austausch holz- und prozessbezogener Daten entlang der Prozesskette konzipiert. Mit ELDAT sollen betriebsindividuelle Schnittstellenlösungen zur Weitergabe der Daten vermieden werden, da diese „Insellösungen“ nur von relativ kurzer Dauer sind und hohe Kosten verursachen (ANONYMUS 2002).

Die im Jahr 2000 an ELDAT begonnene Arbeit wurde nach fast zwei Jahren abgeschlossen. Im Wesentlichen wurden eine Struktur- und Geschäftsneutralität sowie Kostenfreiheit angestrebt.²⁷ Als Ergebnis liegt eine Schnittstelle mit breiter Anwendbarkeit vor, welche die unterschiedlichen Anforderungen der beteiligten Branchen berücksichtigt. Gleichzeitig wird diese Schnittstelle kostenlos angeboten. So können neben Holzdaten (Holzlisten, Werkvermessungsprotokolle) auch weitere Informationen wie Vertragsdaten, Lieferscheine oder Rechnungen entlang der Prozesskette übermittelt werden. Nach Eingabe der Daten durch den Benutzer werden sie durch die Schnittstelle an den Empfänger übermittelt. Diese Schnittstelle arbeitet mit den Dateiformaten CSV²⁸ und XML²⁹. Bei ELDAT handelt es sich um eine Verknüpfung beider Dateiformate. Sie lassen sich auf fast allen Betriebssystemen und der dazugehörigen Software anwenden. Gleichzeitig werden verschiedene Eigenschaften dieser Dateiformate verbunden. Während CSV bereits von einem großen Nutzerkreis angewandt wird und keine umfangreichen technischen Voraussetzungen benötigt, ist das XML-Format internetfähig, kann in den meisten Datenbanken verarbeitet werden und gilt als zukunftssicher (ANONYMUS 2002). In der Holzwirtschaft wird ELDAT seitdem als eine gute Basis angesehen, die aber noch verbesserungswürdig ist (FEHRLE 2007). Dies ist wahrscheinlich neben dem mangelnden Vertrauen zwischen den Geschäftspartnern eine der Hauptursachen für die zögerliche Umsetzung in der Holzindustrie (FRAUENHOFER-INSTITUT FÜR MATERIALFLUSS UND LOGISTIK 2005). Es gibt jedoch auch Beispiele, in denen ELDAT zu einer gut funktionierenden Logistikkette beitragen konnte (BAUER ET AL. 2005).

Eine weitere Möglichkeit zur Verbesserung des Informationsflusses besteht in der Verwendung von **Transpondern**. Sie werden zur Kennzeichnung von Gegenständen eingesetzt und haben sich im allgemeinen Warentransport etabliert. Diese Technologie befindet sich in der Holzwirtschaft noch in der Entwicklungsphase und wird in Pilotprojekten erprobt (KORTEN, KAUL 2008).

Nach dem Fällen wird ein solcher Transponder, auch RFID-Tag³⁰ genannt, an dem Stamm angebracht. Mit einem Lesegerät kann per Funk die Identifikationsnummer des Transponders ausgelesen und mithilfe eines Computers in eine Datenbank übertragen werden. Durch die Zusammenfassung der Identifikationsnummer mit weiteren Holzerntedaten können an einer beliebigen Stelle in der Logistikkette diese Informa-

²⁷ Strukturneutralität bedeutet keinen Einfluss der entwickelten Schnittstelle ELDAT auf betriebseigene EDV-Systeme, während Geschäftsneutralität bedeutet, dass fast alle bekannten Prozessabläufe in den Betrieben durch die offen gefasste Datensatzstruktur zugelassen sind (SCHWARZ, REICH 2002).

²⁸ CSV steht für „Comma Separated Values“ (durch Komma getrennte Werte). Dieses Format liegt in einer Textdatei vor, in der die Daten durch bestimmte Zeichen getrennt werden und eignet sich zum Austausch einfach strukturierter Daten (SEIBT 2005, S. 303).

²⁹ XML steht für „Extensible Markup Language“ (erweiterbare Auszeichnungssprache). Hierarchisch strukturierte Daten können in Form von Textdateien zwischen unterschiedlichen Betriebssystemen, auch über das Internet, ausgetauscht werden (SEIBT 2005, S. 313 ff.).

³⁰ Ein RFID-Tag („tag“ ist das englische Wort für Etikett) beinhaltet einen Datenträger und eine Antenne. Die RFID-Tags werden dort eingesetzt, wo automatisierte Produktions-, Lagerungs- und Transportvorgänge durchgeführt werden. Auf dem Datenträger ist im einfachsten Fall eine weltweit einmalige Nummer gespeichert, die den Gegenstand eindeutig identifiziert (HOLZMANN ET AL. 2008).

tionen immer direkt dem jeweiligen Stamm mit dem passenden Transponder zugeordnet werden. Es kann so eine lückenlose und aktuelle Dokumentation aller Arbeitsprozesse geschaffen werden, wenn alle Beteiligten in der Logistikkette während ihrer Tätigkeiten die Informationen aus- und in die entsprechende Datenbank einlesen (FRIEMEL 2005). Wegen der anfallenden Kosten werden dieser Technologie beim Wertholz größere Chancen als bei Massenware eingeräumt (HOLZMANN ET AL. 2008).

Das Ziel von **GeoDat** ist es, die Grundlage für bundesweit einheitliche Forstkarten mit einem flächendeckenden Waldwegenetz zu entwickeln. Zur Schaffung dieser Grundlage wurde, ausgehend vom Deutschen Forstwirtschaftsrat und dem Deutschen Holzwirtschaftsrat, unter der Leitung des KWF ein technischer Standard geschaffen, welcher im Kern ein bundesweit geltendes Klassifizierungssystem von Lkw-befahrbaren Waldwegen beinhaltet. Darin werden bestimmte Merkmale (z. B. Brücken, Fahrbahnbreite, Kurvenradius, Lichtraumprofil, Tragfähigkeit) der Waldwege festgelegt, die in einem späteren Navigationssystem Anwendung finden und die Routenplanung direkt beeinflussen (HAUCK 2003). Bei der späteren Anwendung in einem Navigationssystem hätten ortsfremde Lkw-Fahrer bei überregionalen Einsätzen wesentlich weniger Schwierigkeiten, das Holz im Wald aufzufinden. Auch Nachfahrten könnten beispielsweise im Winter problemloser durchgeführt werden (KRAUHAUSEN 2003).

Ein Navigationssystem soll die Routenberechnung und -führung übernehmen (HAUCK 2003). Dafür wird eine zentrale Datenbank benötigt, in der die Daten zu den Waldwegen hinterlegt sind und die Routenberechnung durchgeführt wird. Das Ergebnis würde per Funk zum Fahrzeug übertragen werden, in dem dann die gesuchte Fahrstrecke auf einem Kartenausschnitt in einem Bordcomputer bereitgestellt würde (KRAUHAUSEN 2003). Für ein solches Vorhaben muss der Bestand an Forstwegen in navigationsfähiger Form erfasst werden. Dazu wurde erneut auf Initiative des Deutschen Forstwirtschaftsrats und des Deutschen Holzwirtschaftsrats im Dezember 2005 die **NavLog** GmbH gegründet (FUNK, KIBAT 2005). Basierend auf dem GeoDat-Standard wird bundesweit und wettbewerbsneutral das Forstwegenetz in Kartenform erfasst. Zusätzlich zu diesem Aufbau fallen auch die Verbreitung, der spätere Betrieb und die Pflege dieses Datenbestands unter den Aufgabenbereich der NavLog GmbH (STÖCKER ET AL. 2004, ANONYMUS 2006f).

Der gesamte Informationsfluss entlang der Logistikkette, vom Einschlag bis zur Anlieferung im Werk und darüber hinaus, unter Berücksichtigung von ELDAT, GeoDat und dem in der Entwicklung befindlichen Datenmaterial von NavLog, kann von Softwaresystemen verarbeitet und nutzbar gemacht werden.

Das wohl bekannteste System in der Holzwirtschaft ist momentan **GeoMail**. Mit diesem Produkt der Forstware Informationssystem GmbH können alle Stadien des Informationsflusses in der Holzerntekette geplant und überwacht werden. So können elektronische Arbeitsaufträge per E-Mail an Arbeitsmaschinen im Wald verschickt werden. Grundsätzlich sind alle Beteiligten per Computer vernetzt und können per E-Mail kommunizieren. Auf bereits bestehenden topografischen Karten lässt sich darstellen, wo welche Maschine gearbeitet hat. Die Position von Sortimenten und

den dazugehörigen Mengen lässt sich mithilfe von GPS anzeigen. Polterdaten können an Fuhrunternehmen weitergegeben werden (MÜHLE 2004). Die Daten stehen tagesaktuell zur Verfügung. Die Verantwortung dafür trägt eine zentrale Anlaufstelle, ein so genannter Koordinator, die den jeweiligen Arbeitsauftrag erstellt und an alle Beteiligten weiterleitet (BODELSCHWINGH, BAUER 2003).

Neben GeoMail existiert auf dem Gebiet der Holzwirtschaft mit dem **Navigon Configuration Kit** eine weitere Software. Sie stammt von den Firmen Navigon GmbH und Logiball GmbH (STIEGLER 2005, S. 58).

Die Vorteile von Logistiksoftware nennt STIEGLER (2005, S. 59):

- effizienter Personal- und Maschineneinsatz durch bessere Orientierungsmöglichkeiten für Harvester-, Forwarder- und Lkw-Fahrer sowie verkürzte Einweisungszeiten seitens des Forstpersonals
- verbesserte Frachtrouten und Holzabfuhr durch genaue Lagebeschreibung und Hinführung
- erhöhte Informationstransparenz und verbesserte Planungsgrundlage durch eine aktuelle Datenlage entlang der Logistikkette

Als Nachteile sieht STIEGLER (2005, S. 59) höhere Investitionskosten, Abhängigkeit vom Satelliten- und Mobilfunkempfang und einen erhöhten Eingabeaufwand an.

Das Ideal wäre erreicht, wenn der Materialfluss in Echtzeit gesteuert werden könnte, so dass die Kernidee der Logistik, die „vier r“ (s. Abschnitt IV.1), umgesetzt werden kann.

IV.4.2 Jüngere Entwicklungen beim Transport vom Wald zum Werk

Im Bereich des Lkw-Transports haben sich die in den letzten 30 Jahren eingesetzten Fahrzeuge für den Holztransport bewährt. Technische Verbesserungen sind heutzutage im Detail zu finden wie z. B. Gewichtersparnisse (MAIER-WITT 2000, S. 131). Ein weiterer Schwerpunkt besteht in der Entwicklung von Treibstoff sparenden Motoren (LORENZ 2001). Die viel diskutierten Themen der jüngsten Vergangenheit im Bereich des Holztransports mit dem Lkw sind die Maut, Transportsicherheit und das maximal zulässige Gesamtgewicht. Im Schienenverkehr liegt eine Phase des Umbruchs hinter den Akteuren. Die Schifffahrt stellt sich ihrerseits auf die Anforderungen des globalen Wettbewerbs ein.

IV.4.2.1 Straßenverkehr

IV.4.2.1.1 Transportsicherheit

Über einen längeren Zeitraum kam es trotz aufschlussreichen Fahrzeugversuchen zu keiner Einigung zwischen Aufsichtsbehörden und Transporteuren bezüglich allgemein akzeptierter Regelungen der Transportsicherheit. Beispielsweise verschob sich

bei Bremsversuchen mit in Längsrichtung verladenem Kurzholz die Ladung nicht. Zur Sicherheit tragen Keilleisten bei, die auf der Ladefläche eine schiefe Ebene bilden und den Reibungswiderstand erhöhen. Zusätzlich wird die Ladung durch Ladungssicherungssysteme (manuelle oder pneumatische³¹ Spanngurte) gesichert (ANONYMUS 2000). Für quer verladenem Kurzholz bis zu zwei Meter wurde bei Versuchen herausgefunden, dass es seitlich verrutschen kann, wenn die Auflagefläche zu glatt ist. Hier sorgen in Längsrichtung angebrachte Keilleisten für einen erheblich höheren Reibungswiderstand (KRAUHAUSEN 2003).

Aufgrund der andauernden Differenzen wurde schließlich von den Interessengruppen unter der Leitung der nordrhein-westfälischen Ministerien für Inneres und Umwelt eine bundesweite Koordinierungsgruppe (Arbeitsgruppe Ladungssicherung) ins Leben gerufen. Sie sollte den Transport von Holz bis sechs Meter Länge regeln. Am Ende stand eine von den Aufsichtsbehörden und den Transporteuren akzeptierte Einigung, die seit Oktober 2006 gilt. Sie basiert auf der VDI-Richtlinie 2700³² und Erfahrungen aus der Praxis. ZOCHER (2006) beschreibt die Anforderungen an die Fahrzeuge, die Beladung und die Ladungssicherungsmaßnahmen getrennt nach quer und längs verladenem Holz. Kernelemente sind dabei Keilleisten sowie ausreichend dimensionierte Stirnwände und Rungen.

IV.4.2.1.2 Transportgewicht

Laut § 34 StVZO gilt in Deutschland grundsätzlich ein maximal zulässiges Gesamtgewicht von 40 t; im Vor- und Nachlauf des Kombinierten Verkehrs³³ sind es 44 t. Die Bundesländer können zeitlich begrenzte Ausnahmen von bis zu 46 t zulassen. Auf diese Regelung wird z. B. nach Orkanshäden zurückgegriffen (BMVBS 2008a).

In den meisten anderen europäischen Ländern gilt mit 40 t eine vergleichbare Grenze beim Transportgewicht. Bei fünfsichtigen Lkw nehmen die Niederlande mit 50 t die Spitzenposition ein. Es folgen Schweden und Dänemark (je 48 t) und Norwegen (46 t). In Schweden kann das zulässige Gesamtgewicht sogar 60 t betragen, wenn es sich um einen siebenachsigen Lkw handelt und dies die Straßen zulassen (OECD 2007). Zusätzlich können in vielen europäischen Ländern Ausnahmeregelungen erlassen werden, die unter bestimmten Bedingungen das zulässige Gesamtgewicht erhöhen.

In Deutschland plädiert die Holzwirtschaft für ein höheres zulässiges Gesamtgewicht beim Rundholztransport, da im Vergleich zu normalen Speditionszügen das Leergewicht deutlich höher ist und somit weniger Nutzlast befördert werden kann. Das

³¹ Pneumatisch bedeutet, dass der Spanngurt mit Luftdruck betrieben wird. Die heutigen Systeme spannen sich während der Fahrt automatisch nach.

³² Regel des Vereins Deutscher Ingenieure, welche Empfehlungscharakter hat. Die VDI-Richtlinie 2700 regelt das Sichern von Ladung, um eine unkontrollierte Bewegung während des Transports zu verhindern (MARUTZKY 2003).

³³ Der Begriff „Kombinierter Verkehr“ wird an dieser Stelle nicht als Teil des Intermodalen Verkehrs verstanden, sondern synonym mit dem Begriff „Multimodaler Verkehr“ verwendet.

Leergewicht wird dadurch erhöht, weil die Lkw für schwierige Geländebedingungen ausgelegt und meistens mit Verladekran versehen sind. Daneben gibt es noch eine Vielzahl von Argumenten für höhere Gesamtgewichte (KRAUHAUSEN 1998): in anderen europäischen Ländern dürfen höhere Lasten transportiert werden, was zu einer internationalen Wettbewerbsverzerrung führt. Die Lkw sind ohnehin für höhere Anforderungen dimensioniert, wodurch die Verkehrssicherheit nicht beeinträchtigt werden würde. Die Straßen werden aufgrund eines höheren Gesamtgewichts in zweierlei Hinsicht entlastet: es werden weniger Fahrten durchgeführt und dadurch im Vergleich das Verkehrsaufkommen gesenkt.

Die Abnutzung des Straßenbelags ist durch die Verteilung auf fünf Achsen und die breiteren Reifen für die Geländetauglichkeit erst bei 59,5 t mit der Abnutzung eines normalen Speditionszugs vergleichbar. Ein erhöhtes Gesamtgewicht würde die Schadstoff-Emissionen und den Kraftstoffverbrauch pro transportierten Festmeter senken, da bei jeder zusätzlichen Gewichtseinheit der spezifische Kraftstoffverbrauch unterproportional steigt. Es ist allerdings zu beachten, dass bei knapp 300 untersuchten Touren zu Sägewerken in 40 % der Fälle das Gesamtgewicht bei über 46 t lag, was zu einem Gesamtdurchschnitt von 45,1 t führte. Diese Untersuchung zeigt, dass trotz der 40 t-Regelung bereits eine zum Teil deutliche Überladung stattfindet. Neben dem Wunsch, das mögliche Ladevolumen auszunutzen, kann im Wald aufgrund des inhomogenen Transportguts oftmals nicht die rechtliche Gewichtsgrenze abgeschätzt und eingehalten werden (KIENZLER ET AL. 2000).

IV.4.2.1.3 Maut

Seit Anfang 2005 müssen Fahrzeuge im Straßengüterverkehr mit einem Gewicht von über 12 t bei der Nutzung von Bundesautobahnen und teilweise auch Bundesstraßen Maut bezahlen. Die Maut kann manuell oder automatisch (durch ein Satellitensystem) eingezogen werden. Sie beruht auf einer Kombination von Emissionsklasse und Achsenzahl des Fahrzeugs, so dass die Höhe der zu zahlenden Maut anfänglich zwischen 0,09 und 0,14 €/km lag. Seit September 2007 gelten folgende Sätze:

Tabelle IV-1: Maut – Kategorien

Emissionskategorie	bis maximal 3 Achsen	ab 4 Achsen	Kategorie	Schadstoffklassen
Kategorie A	0,100 €	0,110 €	Kategorie A	Fahrzeuge der Schadstoffklasse S 5 und der EEV Klasse 1 (EURO-5, EEV)
Kategorie B	0,120 €	0,130 €	Kategorie B	Fahrzeuge der Schadstoffklassen S 3 und S 4 (EURO-3, EURO-4)
Kategorie C	0,145 €	0,155 €	Kategorie C	Fahrzeuge der Schadstoffklassen S 1 und S 2 sowie Fahrzeuge, die keiner Schadstoffklasse der Anlage XIV der Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung angehören (EURO-0, EURO-1, EURO-2)

Quelle: BMVBS (2008b)

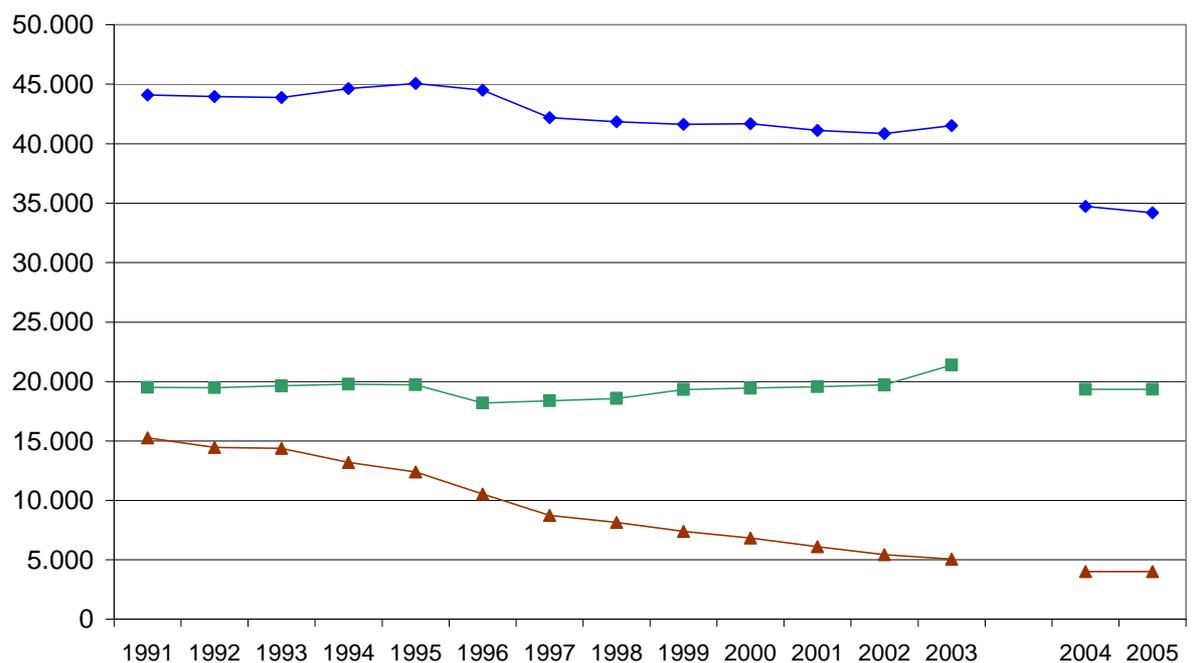
Die Mehrheit der eingesetzten Lkw im Holztransport muss 0,13 €/km bezahlen, da sie mehr als drei Achsen haben und in die Emissionsklasse S 3 eingeordnet werden.

Da die Gesamtkapazität und das spezifische Sortiment eines Standorts den Einkaufsradius bedingen (BECKER ET AL. (2005)), bedeutet es auf die Maut bezogen: wer sich im Nahbereich versorgt, benötigt kaum die Autobahn und muss dementsprechend weniger Maut bezahlen. Die Mautbelastung steigt tendenziell mit der verarbeiteten Menge. Auch spezifische Sortimente können durch ihren größeren Beschaffungsradius die Mautkosten erhöhen. Unterschiede machen sich auch zwischen mengen- und sortimentmäßig vergleichbaren Werken aufgrund ihrer unterschiedlichen Verkehrsanbindung bemerkbar.

IV.4.2.2 Schienenverkehr

Über viele Jahre hinweg hatte die Forst- und Holzwirtschaft mit immer schwierigeren Verhältnissen beim Schienenverkehr zu kämpfen. Seit Mitte der 1990er-Jahre geht der Trend seitens der Deutschen Bahn AG hin zur Stilllegung unrentabler Strecken (s. Abbildung IV-5).

Abbildung IV-5: Infrastruktur der Eisenbahn



◆ Streckenlänge (Betriebslänge) [km] ■ elektrifizierte Strecken [km] ▲ Gleisanschlüsse [Anzahl]

Erläuterung: Die Daten wurden bis 2003 für die gesamte Betriebslänge erhoben, ab 2004 werden einzig die Daten der Deutschen Bahn AG ausgewiesen.

Quelle: BMVBS (2006, S. 54 f.), eigene Darstellung

Einige Strecken werden von der Deutschen Bahn AG aber auch an andere Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU) abgetreten oder in Kooperation weiterbetrieben. Diese EIU sehen sich durch ihre Struktur und der daraus resultierenden Flexibilität im Gegensatz zur Deutschen Bahn AG in der Lage, diese vermeintlich unrentablen

Strecken wirtschaftlich zu betreiben und den Wünschen der Holzwirtschaft nachzukommen (MÖLDER 2002, S. 12 f.). Ferner sind Bemühungen im Gange, immer mehr Strecken zu elektrifizieren (s. Abbildung IV-5).

Zusätzlich wurde durch den Marktführer Deutsche Bahn AG im März 2001 bekannt gegeben (KRAUHAUSEN 2001), in den Jahren 2002 bis 2004 Mora C umzusetzen. Dabei wurden etwa 1.000 von 2.100 Tarifpunkten gekündigt, die aus Sicht der Deutschen Bahn AG zu Verlusten führten. Dies betraf insbesondere die Forst- und Holzwirtschaft, da auch etwa 350 Holzverladebahnhöfe (ANONYMUS 2001a) vorrangig in ländlichen Regionen gekündigt wurden.³⁴ Am Ende blieben rund 400 Holzverladebahnhöfe bei der Deutschen Bahn AG übrig. Durch das ausgedünnte Netz an Holzverladebahnhöfen wird die nötige Anfuhr verlängert, wodurch der Transport mit der Eisenbahn an Attraktivität verlieren kann. Zwar gab die Deutsche Bahn AG im Zuge dieser Umstrukturierung die Nutzungsrechte von einigen Holzverladebahnhöfen an regionale Konkurrenten oder bahnfremde Unternehmen ab, jedoch konnte diese Maßnahme nicht verhindern, dass die Forst- und Holzwirtschaft danach insgesamt schlechter gestellt war.

Zusätzlich zu den Streckenstilllegungen und der Reduzierung der Tarifpunkte wurden die Gleisanschlüsse in erheblichem Umfang reduziert (s. Abbildung IV-5). Gab es 1991 noch etwa 15.000 Gleisanschlüsse, so sank deren Zahl bis 2003 auf ungefähr 5.000 (BMVBS 2006). Nach SCHÄFER konzentriert sich die Deutsche Bahn AG in der Holzwirtschaft aus Kostengründen bei den Anlieferungen auf die großen Betriebe im Bereich Sägewerke, Holzwerkstoff-, Zellstoff- und Papierindustrie mit eigenem Gleisanschluss (STIEGLER 2005, S. 36).

Eine positive Entwicklung ist die Einrichtung eines Kunden-Service-Zentrums in Duisburg 1998 bei der DB Cargo AG (heute Railion Deutschland AG und Teil der Deutschen Bahn AG³⁵). Seitdem werden die Güterwagen bundesweit und nicht mehr regional disponiert (CARL 2000).

Um dem Trend des Rückzugs aus der Fläche entgegenzuwirken, trat die von der Bundesregierung beschlossene Richtlinie zur Förderung des Neu- und Ausbaus sowie der Reaktivierung von privaten Gleisanschlüssen Anfang September 2004 in Kraft (RAILION DEUTSCHLAND AG 2005, WIESNER 2005, S. 40). Von Unternehmen der Holzwirtschaft wird dieses Angebot in Anspruch genommen, da sie durch die anfallenden Transportmengen auf den Schienenverkehr angewiesen sind. Beispiele sind die Firmen Klausner (ANONYMUS 2006c) und Schwaiger (BAUER 2008), welche in Eigenregie Gleisanschlüsse betreiben.

Auf Seiten der Holzeinschlagunternehmen und Holztransporteure haben sich vereinzelte Unternehmen etabliert, die Holzverladebahnhöfe auf eigene Rechnung betreiben. Beispiele sind hier die Bayerische Staatsforstverwaltung, die den Holzverlade-

³⁴ Ein Holzverladebahnhof ist ein Freiladegleis, das überwiegend für den Holzumschlag vom Lkw auf die Eisenbahn genutzt wird und oftmals in waldreichen Regionen liegt.

³⁵ Die Entwicklung der Deutschen Bahn AG bis zu ihrer heutigen Struktur beschreibt WIESNER (2005, S. 3 ff.).

bahnhof Eichstätt betreibt (THIEME, GABRIEL 2003, GEYER ET AL. 2004), das thüringische Forstunternehmen WHF, welches in Schleusingen aktiv ist (IßLEIB 2004), der Transportunternehmer Werner Eickelmann mit dem Holzverladebahnhof in Rottlebode (BIERNATH 2004) und das Unternehmen Holz-Reimann mit Anlagen in Herzberg und Langelsheim (IßLEIB 2007).

IV.4.2.3 Schifffahrt

Sowohl Reedereien als auch Häfen reagieren auf die Globalisierung durch die Schaffung umfangreicher Dienstleistungsangebote. Im Seehafen Brake wurden unlängst kanadische Hackschnitzel gelöscht (ANONYMUS 2007e). Der Seehafen Wismar baute in Zusammenarbeit mit dem Holzwerkstoffhersteller Egger eine Methanolpipeline zu dessen Methanollager (ANONYMUS 2005b). Und auch in anderen Häfen wird die Ware Holz neu entdeckt wie z. B. in Papenburg (MÜLLER 2005). Die Reederei Imperial baute ihre Palette an Dienstleistungen in den vergangenen Jahren aus. Der gesamte Transport vom Wald zum Bestimmungsort wird angeboten, womit für die Reederei die Logistikkette im Wald beginnt. Dies wird durch eine enge Zusammenarbeit mit regionalen Spediteuren erreicht. Zusätzlich wirkte sie auch am Bau des Zellstoffwerks in Stendal mit (LOBODA 2004).³⁶

IV.4.3 Logistikketten und Multimodaler Verkehr

Durch die Bereitstellung des Rohholzes seitens der Forstwirtschaft nimmt der Produktionsprozess der Holzwirtschaft ihren Anfang. Als Schnittstelle zwischen beiden Branchen fungiert in Deutschland normalerweise die Waldstraße, auf der die Transporteure das von der Holzwirtschaft gekaufte Holz aufnehmen und zum Empfänger abfahren. Trotz großer Anstrengungen in jüngster Zeit seitens der Forst- und Holzwirtschaft die kostenintensive Schnittstelle „Waldstraße“ zu eliminieren³⁷ und somit die Logistikkette an dieser Stelle zu glätten, wird in dieser Arbeit die „klassische“ Einteilung zwischen Forst- und Holzwirtschaft beibehalten. Dabei wird auf die Akteure und die Bestandteile der Logistikkette vom Einschlag bis zur Verladung auf den Lkw nicht näher eingegangen. Es steht der Materialfluss zur Überbrückung der Strecke von der Waldstraße zum Empfänger im Mittelpunkt der Betrachtungen, unabhängig davon, ob heutzutage Forst- oder Holzwirtschaft die Auftraggeber des Transports sind.

³⁶ Weitere Entwicklungen der jüngeren Zeit, die kaum oder nur eine untergeordnete Rolle im Rundholztransport spielen, wie z. B. der Aufbau von Terminals des Kombinierten Verkehrs (KV) oder die Schaffung von Güterverkehrszentren (GVZ), werden im Abschnitt IV.4.3.2 behandelt.

³⁷ Einen Einblick in die Diskussion zum Thema Schnittstelle „Waldstraße“ geben die Veröffentlichungen von GABRIEL (2007), HOELZEL (2005), JACKE, WILWERDING (2003), HOELZEL (2002), RIPKEN (2001), KRAUHAUSEN (2001), HEINIMANN (1999), VORHER (1998), wobei es auch um die Frage geht, ob Forst-, Holzwirtschaft oder der Holzhandel die komplette Logistik von der Holzernte bis zur Anlieferung im Werk übernehmen sollen.

IV.4.3.1 Straßentransport

Der Lkw ist, wie in der gesamten Wirtschaft, auch in der Forst- und Holzwirtschaft das wichtigste Transportmittel. Nur er ist im Vergleich zur Eisenbahn und der Schifffahrt in der Lage, relativ kostengünstig die in der Fläche anfallenden Rundholzmengen pünktlich und zuverlässig zu erschließen. Dafür steht dem Lkw in Deutschland ein Waldwegenetz mit 48 m/ha (WIPPERMANN 2000b) zur Verfügung. Während die Dichte des Waldwegenetzes in den alten Bundesländern³⁸ mit 54,4 m/ha recht hoch ist, liegt sie in den neuen Bundesländern nur bei 24 m/ha (PLACHTER ET AL. 2000, S. 54). Daten der BWI² weisen in den neuen Bundesländer³⁹ für die Fahrwege 28,6 m/ha aus (BMELV 2004c-o). Obwohl das Waldwegenetz engmaschig angelegt ist, wird an dessen Struktur Kritik geübt. Nur die Hälfte der Wege in den alten Bundesländern ist breiter als drei Meter und somit Lkw-fähig. Zwar sind in den neuen Bundesländern dagegen fast zwei Drittel breiter als drei Meter, jedoch ist nur ein Drittel befestigt. Der Unterhalt ist ebenfalls nicht zufrieden stellend, da weniger als die Hälfte in den neuen Bundesländern ganzjährig befahrbar ist (PLACHTER ET AL. 2000, S. 54) und der Waldwegebau sich nicht an das Nutzungsvolumen angepasst habe. So sei die Abfuhr vielfach nur bei Frost möglich, obwohl die benutzten Wege als Lkw-fähig ausgewiesen wären. Das Wegenetz im Privatwald wird als „desolat“ bezeichnet (HOELZEL 2008b).

Tabelle IV-2: Straßenlängen des überörtlichen Verkehrs

Bundesland	Bundesautobahn ¹⁾	Bundesstraßen	Landesstraßen ²⁾	Kreisstraßen ³⁾
Baden-Württemberg	1.039	4.410	9.893	12.074
Bayern	2.408	6.696	13.990	18.782
Berlin	73	183	0	0
Brandenburg	790	2.876	5.758	3.053
Bremen	71	42	0	0
Hamburg	81	120	0	0
Hessen	961	3.108	7.195	4.994
Mecklenburg-Vorpommern	538	2.038	3.252	4.141
Niedersachsen	1.405	4.842	8.323	13.725
Nordrhein-Westfalen	2.178	4.999	12.711	9.770
Rheinland-Pfalz	872	2.961	7.223	7.404
Saarland	240	325	846	626
Sachsen	531	2.414	4.753	5.871
Sachsen-Anhalt	383	2.312	3.936	4.277
Schleswig-Holstein	498	1.594	3.670	4.111
Thüringen	463	1.791	5.047	2.692
Deutschland	12.531	40.711	86.597	91.520

Einheit: km, Stand: 01.01.2007

Erläuterungen:

- 1) nur Abschnittslängen nach "ASB", ohne Astlängen
- 2) Landesstraßen sind in Bayern und Sachsen Staatsstraßen, im Saarland Landstraßen I. Ordnung
- 3) Kreisstraßen sind im Saarland Landstraßen II. Ordnung

Quelle: WIRTSCHAFTSFÖRDERUNG SACHSEN GMBH (2008)

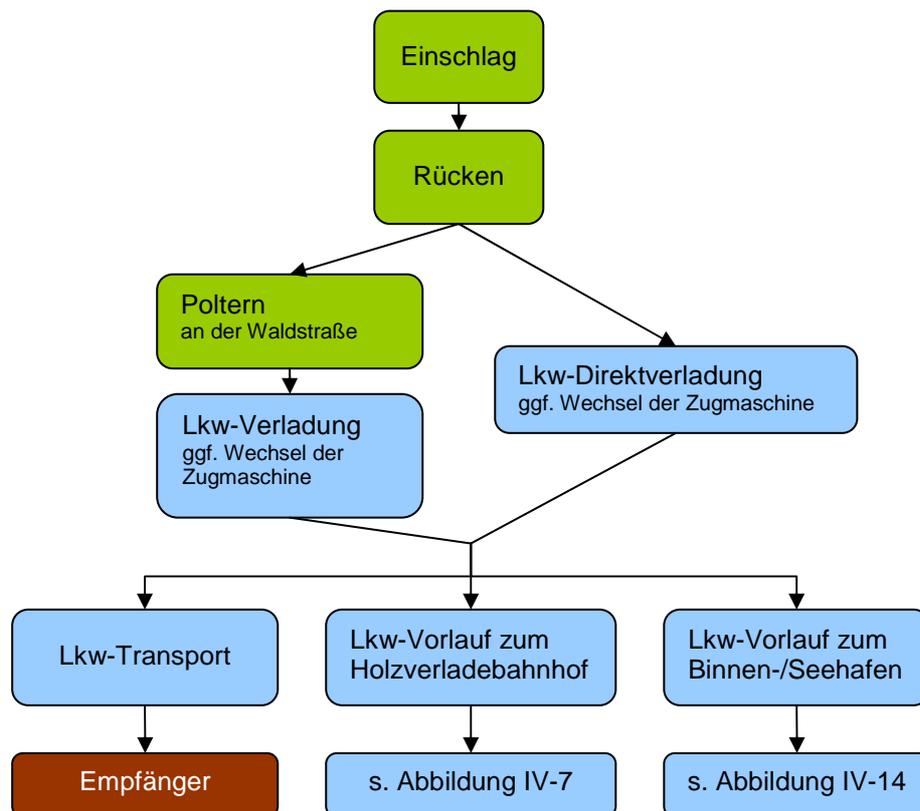
³⁸ Staatswald: 58,1 m/ha, Körperschaftswald: 62,9 m/ha, Privatwald: 47,3 m/ha (PLACHTER 2000, S. 54)

³⁹ Staatswald (Bund): 33,0 m/ha, Staatswald (Land): 29,8 m/ha, Körperschaftswald: 29,1 m/ha, Treuhandwald: 36,8 m/ha, Privatwald: 21,7 m/ha (BMELV 2004c-o)

Außerhalb des Waldes steht ein ausgebautes Straßennetz zur Verfügung, wie Tabelle IV-2 verdeutlicht. Genaue Zahlen über die Fuhrunternehmen, die Rundholztransporte mit dem Lkw durchführen, liegen nicht vor. Nach Schätzungen sind 1.000 bis 1.500 (SOPPA 1999), 1.600 (KIENZLER ET AL. 2000), 1.500 (BORCHERDING, GRUND 2003) bzw. 1.000 Unternehmen nach BORCHERDING (STIEGLER 2005, S. 12) am Markt aktiv. KIENZLER ET AL. (2000) beziffern die Anzahl der eingesetzten Rundholzfahrzeuge auf 2.200 bis 2.400. Es werden aber auch 3.500 Lkw von BORCHERDING genannt (STIEGLER 2005, S. 12). Der Bestand an Lastkraftwagen des gewerblichen Güterverkehrs, also Unternehmen mit wirtschaftlichem Schwerpunkt im Straßengüternah- und -fernverkehr, betrug im Jahr 2004 etwa 156.900, wovon 40.000 in die Nutzlastklasse >14 t fielen (BMVBS 2006, S. 85).

Die Abbildungen IV-6, IV-7 und IV-14 verdeutlichen den möglichen Aufbau von Logistikketten, wobei zu beachten ist, dass in den Abbildungen nicht jede Möglichkeit oder jedes Detail berücksichtigt werden konnte. Während die Vorgänge in der Forstwirtschaft grün und die Empfänger braun unterlegt sind, werden die Transportvorgänge als Bindeglied zwischen Forst- und Holzwirtschaft in den Abbildungen mit blauer Farbe gekennzeichnet.

Abbildung IV-6: Start der Logistikkette im Wald mit dem Lkw



Quelle: eigene Darstellung

Generell werden die Straßentransporte durch Waldbesitzer, Forstunternehmer, Vermittler bzw. Händler oder Holzkäufer veranlasst. Die Verladung, den eigentlichen

Transport und das Abladen übernehmen üblicherweise reine Transportunternehmen, Händler oder Holzkäufer mit eigenen Fahrzeugen (HOFER ET AL. 2003, S. 32).

Im Zuge der Lkw-Verladung sind grundsätzlich drei Akteure beteiligt. Der Rücker meldet den abfuhrbereiten Polter an den Revierleiter, der dann dem Transporteur einen Abfuhrtermin mitteilt. Im Zuge der Abfuhr bekommt der Transporteur eine Einweisung auf elektronischem oder persönlichem Wege. Die Abfuhr durch den Transporteur wird durch den Revierleiter kontrolliert (STIEGLER 2005, S. 11). Bei diesem Vorgehen handelt es sich um den indirekten Umschlag. Das Transportgut wird zwischengelagert und später auf ein Transportmittel verladen. Nachteilig ist eine möglicherweise längere Lagerzeit, die zu einer Entwertung des Holzes führen kann. Bei der Direktverladung wird das Transportgut ohne Zwischenlagerung direkt auf das Transportmittel verladen. Dieses Vorgehen benötigt einen hohen Organisationsgrad, um kostenintensive Wartezeiten zu verringern.

Die Abbildung IV-6 beinhaltet mit dem reinen Lkw-Transport vom Wald zum Empfänger den mit Abstand dominierenden Vorgang im Holztransport (s. Abschnitt IV.4.4.1). Alle anderen Transportmittel sind auf den Lkw zumindest im Vorlauf angewiesen, woraus sich zwangsläufig der Multimodale Verkehr ergibt.

IV.4.3.2 Multimodaler Verkehr

Die nachfolgenden Abschnitte behandeln die Logistikkette unter dem Gesichtspunkt des Multimodalen Verkehrs, also die zusätzliche Einbeziehung der Eisenbahn bzw. der Schifffahrt in den Rohholztransport. Er dient vor allem dazu, die Stärken der einzelnen Verkehrsträger zu vereinen. Über längere Strecken können auf der Schiene und der Wasserstraße große Gütermengen effizient und umweltfreundlich transportiert werden. Der Lkw hingegen übernimmt die regionale Sammel- und Verteilungsfunktion im Vor- und Nachlauf. Als Schnittstellen zwischen den Verkehrsmitteln dienen KV-Terminals. Sie befinden sich vornehmlich an Verkehrsknotenpunkten (s. Abschnitt X.10), speziell in Güterverkehrszentren (GVZ), Häfen und Güterbahnhöfen (BMVBW 2001, S. 5 ff.). Beim Rundholztransport kommen allerdings nur auf dessen Anforderungen zugeschnittene Umschlagplätze wie Holzverladebahnhöfe, Gleisanschlüsse, sonstige Freiladegleise und Häfen im Multimodalen Verkehr in Frage. Dies hat seine Ursache in der Ausformung des Transportguts Rundholz. Mit den üblicherweise angebotenen Umschlaggeräten in den Logistikzentren wie z. B. für den Containerumschlag in einem GVZ kann Rundholzumschlag nicht oder nur sehr aufwendig durchgeführt werden. Nur Hackschnitzeltransporte in Wechselbehältern oder Papierprodukte können problemlos durch Containerterminals in GVZ umgeschlagen werden. Orte, an denen gleichzeitig die Verkehrsträger des Straßengüterverkehrs, der Schiene und der Schifffahrt aufeinander treffen, werden als trimodale Umschlagorte bezeichnet (BMVBW 2001, S. 32). Um überhaupt den Multimodalen Verkehr durchführen zu können, müssen je nach Zielsetzung eine Reihe von Unternehmen beteiligt sein. Dies erstreckt sich von Reedereien, über Eisenbahnverkehrs- oder -infrastrukturunternehmen bis hin zu Operateuren, Spediteuren, Fuhrunter-

nehmern, Verladern und sonstigen Servicebetrieben der Transportbranche. Gerade vor dem damit verbundenen und oftmals ungewohnten Mehraufwand in der Organisation und Koordination im Multimodalen Verkehr schrecken viele Unternehmen auch in der Holzwirtschaft zurück. Dabei müssen nicht zwangsläufig sämtliche der oben aufgelisteten Unternehmensformen koordiniert werden. Vielmehr ging die Entwicklung in den vergangenen Jahren dahin, dass Unternehmen die komplette Logistikkette, auch unter Rückgriff auf Subunternehmer, im Haus-Haus-Verkehr anbieten. Grundsätzlich gilt: „Das Zusammenwirken aller am jeweiligen Transport beteiligten Akteure bestimmt die Qualität der Gesamttransportleistung.“ (BMVBW 2001, S. 7).

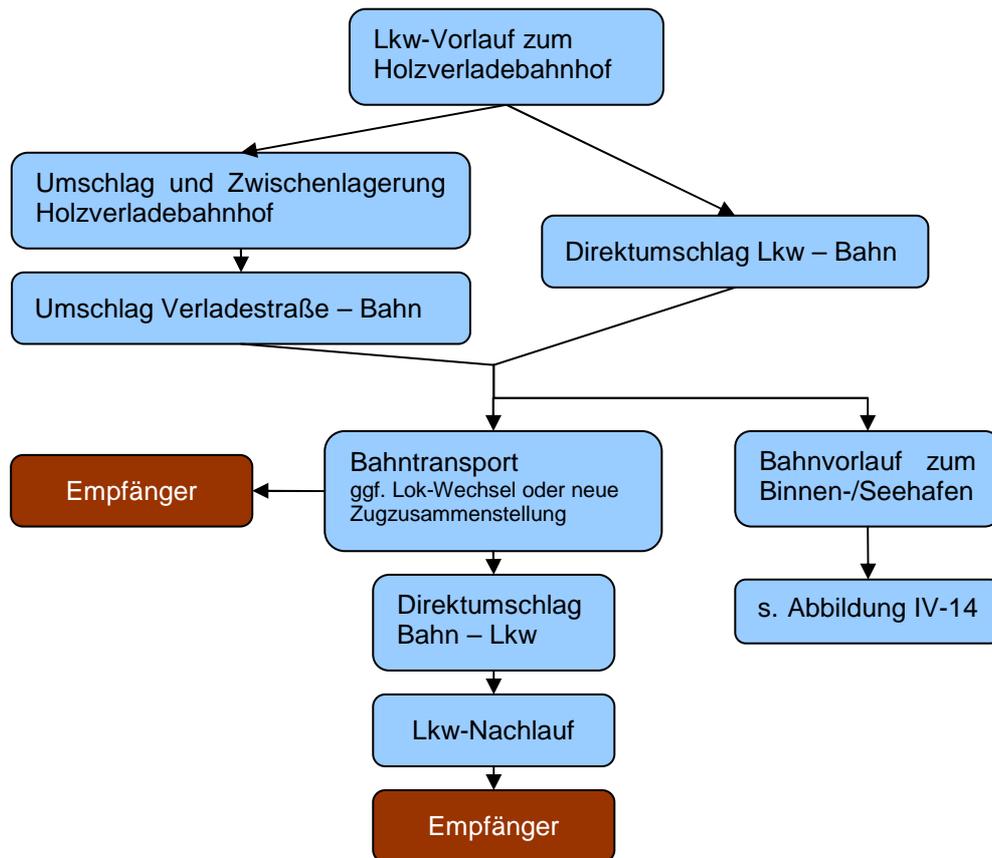
IV.4.3.2.1 Schienentransport

Für die Forst- und Holzwirtschaft sind Holzverladebahnhöfe die wichtigste Umschlagmöglichkeit, um den Holztransport auf die Schiene zu verlagern. Genau genommen handelt es sich bei Holzverladebahnhöfen um Freiladegleise. Deshalb bieten auch nicht als Holzverladebahnhöfe deklarierte Freiladegleise die Möglichkeit zum Rundholzumschlag. Sie liegen vornehmlich an Ladestraßen größerer Bahnhöfe oder in Häfen. Ihr Zweck besteht darin, Kunden aller Art den Zugang zum Eisenbahntransport zu ermöglichen, die selber über keinen eigenen Gleisanschluss verfügen (WIESNER 2005, S. 13).

Die Abbildung IV-7 zeigt den möglichen Materialfluss in der Logistikkette unter Beteiligung der Eisenbahn. Zu beachten ist dabei, dass die Abläufe vor dem Lkw-Vorlauf in Abbildung IV-6 enthalten sind. Die Darstellung beinhaltet nicht den Anspruch auf Vollständigkeit. So wird z. B. nach der Bahnankunft von einem Direktumschlag ausgegangen, während eine mögliche Zwischenlagerung nicht verzeichnet ist. Die am häufigsten benutzten Abläufe sind in der Darstellung enthalten. Der Begriff „Holzverladebahnhof“ steht stellvertretend für alle geeigneten Holzumschlagplätze zwischen Lkw und Eisenbahn.

Eisenbahntransporte werden durch Waldbesitzer, Forstunternehmer, Vermittler bzw. Händler, Holzkäufer oder Spediteure veranlasst. Die Verladung wird durch den Transporteur im Lkw-Vorlauf durchgeführt, während überwiegend die Deutsche Bahn AG, auch in Kooperation mit privaten Eisenbahngesellschaften, den Transport übernimmt. Das Entladen nimmt der Holzkäufer oder ein beauftragter Transporteur vor, wenn der Empfänger nicht über einen eigenen Gleisanschluss verfügt. Den Straßentransport zum Bestimmungsort veranlassen wieder jene, die den Eisenbahntransport in Auftrag gegeben haben (HOFER ET AL. 2003, S. 32).

Abbildung IV-7: Logistikkette mit der Eisenbahn



Quelle: eigene Darstellung

Wie die Zusammenarbeit in einer solchen Logistikkette in der Praxis aussehen kann, zeigt ein Beispiel (IßLEIB 2007) nach dem Sturm „Kyrill“, der im niedersächsischen Landesforst 1,4 Mio. m³ Holz warf. Dies entsprach der zweifachen Jahresernte und ließ sich aufgrund der beschränkten Aufnahmekapazitäten nicht vollständig in regional ansässigen Sägewerken unterbringen. Ein bestehender Vertrag zwischen der Niedersächsischen Forstverwaltung und dem Sägewerk Heggenstaller wurde deshalb erweitert.

An der Logistikkette waren die Niedersächsischen Landesforste (Forstwirtschaft), das Transportunternehmen Bruno Reimann (KV-Operateur und Fuhrunternehmen), Railion (EVU) als Güterabteilung der Deutschen Bahn AG (EIU), eine Privatbahn (EVU) im Auftrag von Railion, das Sägewerk Heggenstaller (Empfänger) in Unterbach / Bayern und ein Spediteur im Auftrag von Heggenstaller beteiligt.⁴⁰

Der Leiter des Forstamts Clausthal nahm nach dem Schadereignis unverzüglich zum Transportunternehmen Reimann Kontakt auf, da dieses Unternehmen eigene Holzverladebahnhöfe in der Sturmregion besitzt. Das Unternehmen stellte seinerseits einen Kontakt mit dem für das Gebiet zuständigen Planungsleiter bei Railion her. Aus dem Fuhrpark der Bahn wurden dann zu dem Zeitpunkt noch verfügbare Wagen für

⁴⁰ Die in Klammern stehenden Begriffe verweisen auf die Funktion innerhalb der Logistikkette, wie sie in Abschnitt IV.4.3.2 beschrieben werden.

die Umläufe zwischen Harz und Unterbernbach bereitgestellt. Anfänglich fuhr die Züge in unregelmäßigen Abständen. Später konnte jedoch ein Fahrplan entwickelt werden, nach dem drei Mal pro Woche ein Ganzzug mit ungefähr 1.200 m³ Fichtenholz aus dem Harz Richtung Bayern fuhr.

Um immer genügend Holz für die Züge bereitstellen zu können, wurde ein Holzkoordinator von den Niedersächsischen Landesforsten eingesetzt. Er wurde von den Forstämtern mit Informationen über transportfähige Rundholzmengen versorgt. Ergänzt wurden diese Meldungen über Lagerplätze, Erreichbarkeit und die jeweilige Forstschutzsituation, die in einer Datenbank gespeichert wurden. Mithilfe der Daten wurde vom Holzkoordinator die Priorität von Poltern ermittelt. Per E-Mail wurden die entsprechenden Daten über transportierbare Mengen an das Unternehmen Reimann geschickt.

Für die Beladung von je einen Halbzug in den Holzverladebahnhöfen Langelsheim und Herzberg waren jeweils sechs bis sieben Lkw nötig, die in einem Radius von bis zu 40 km das Holz heranfuhrten. Nach der Beladung wurden die Halbzüge von einer Privatbahn im Auftrag von Railion nach Kreiensen gefahren, wo sie zu einem Ganzzug zusammengekoppelt wurden und von Railion nach Ingolstadt gefahren wurden. Da der Gleisanschluss bei dem Sägewerk gerade erneuert wurde, beauftragte dieses einen Spediteur, das Holz von Ingolstadt nach Unterbernbach ins Werk zu transportieren. Der leere Ganzzug wurde wieder nach Kreiensen gefahren, dort halbiert und den Holzverladebahnhöfen zugestellt.

Voraussetzung dieser funktionierenden Logistikkette war eine gute Zusammenarbeit und der Wille zum gemeinsamen Erfolg.⁴¹

Schwerpunkt⁴² Befragung EIU

Da die Umschlagmöglichkeiten in der Logistikkette für die Forst- und Holzwirtschaft im Schienentransport eine entscheidende Bedeutung haben, über ihre Standorte und Ausstattung jedoch nur bruchstückhafte Informationen vorlagen, wurde im Jahr 2005 mit einer umfangreichen Recherche zur Ermittlung von Holzverladebahnhöfen und Freiladegleisen begonnen.⁴³ In einem ersten Schritt wurden möglichst viele im Internet und der einschlägigen Literatur frei verfügbare Standortdaten recherchiert. In einem zweiten Schritt wurde eine Liste über alle EIU erstellt, da sie die Zulassung zum Betrieb bzw. Unterhalt von Eisenbahninfrastruktur halten. Im Zuge der Untersuchung wurden 275 EIU identifiziert. Ausgehend von der geschaffenen Adressdatenbank wurden im Jahr 2006 in einer telefonischen Umfrage diese EIU nach

⁴¹ Ein weiteres Beispiel über die Logistik unter Einbeziehung der Eisenbahn gibt WIESNER (2005, S. 97 ff.)

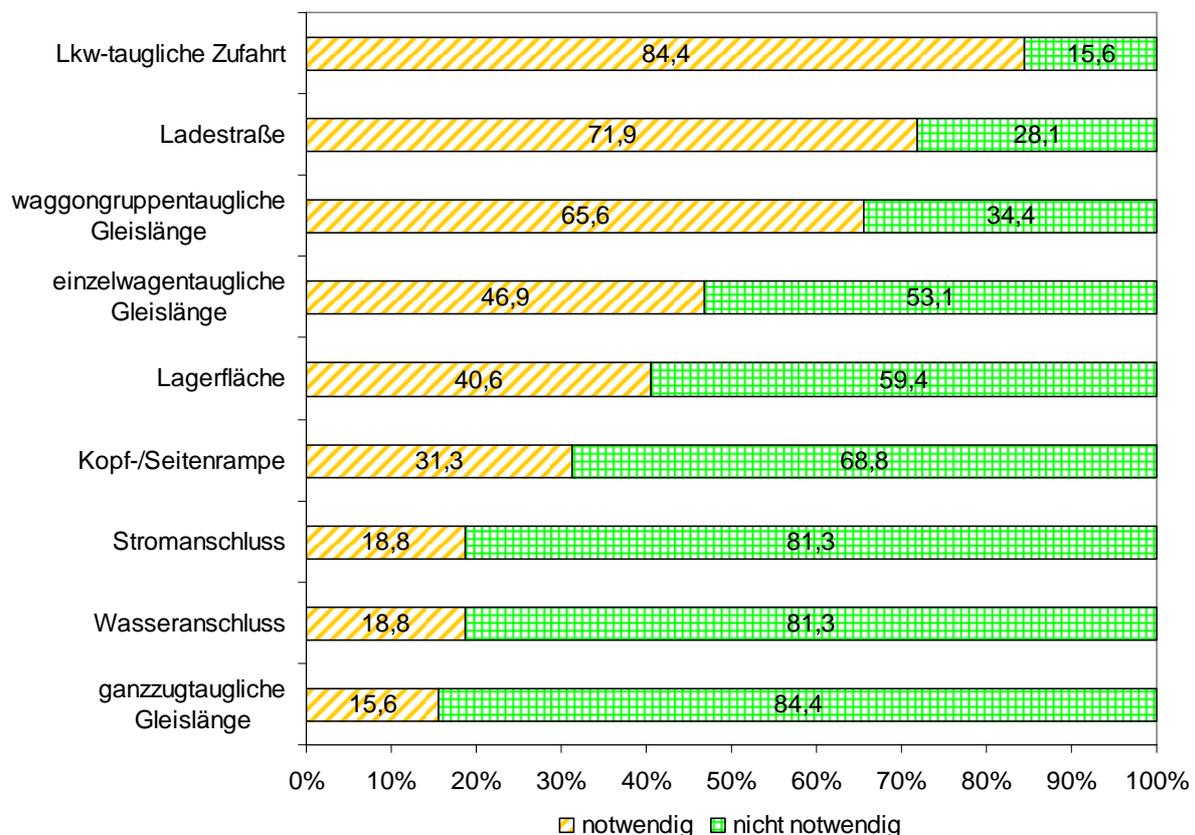
⁴² In den mit „Schwerpunkt“ beschriebenen Abschnitten werden eigene Untersuchungsergebnisse (HEDDEN 2008a, 2008b) vorgestellt, die für das in Kapitel VI vorgestellte Modell von Bedeutung sind, aber wegen ihrer engen thematischen Bindung an die Logistik in diesem Kapitel abgehandelt werden.

⁴³ Im Folgenden werden im Abschnitt Schwerpunkt die Begriffe „Holzverladebahnhöfe“ und „Freiladegleise“, die für den Rundholzumschlag geeignet sind, unter dem Begriff „Holzverladebahnhöfe“ zusammengefasst.

Holzverladebahnhöfen befragt. Das Ziel war eine möglichst umfangreiche Erfassung der Standorte und deren Ausstattung. 54 EIU gaben im Zuge der telefonischen Befragung an, über Holzverladebahnhöfe zu verfügen. Neben der Möglichkeit zum Rundholzumschlag war die Lage in der Nähe von oder direkt in waldreichen Gebieten eine wichtige Bedingung. Insgesamt konnten durch die Internet- und Literaturrecherche sowie die telefonische Befragung 565 Holzverladebahnhöfe in Deutschland identifiziert werden (s. Abbildung IV-13). Die erfasste Ausstattung betraf die Gleislänge mit der Angabe, welcher Zugtyp darauf abgestellt werden konnte, das Vorhandensein und die Länge der Ladestraße und die Lagerfläche. Ferner wurden Daten über die Lkw-Tauglichkeit der Zufahrt, Strom- und Wasseranschlüsse gesammelt. Im Jahr 2007 wurde dann eine schriftliche Befragung durchgeführt, um die Bedeutung der einzelnen Ausstattungsmerkmale aus Sicht der EIU zu ermitteln. Die Fragen wurden so gestellt, dass die Ergebnisse der Antworten als Variablen in das angestrebte Modell einfließen konnten. Mit 33 (61,1 %) ausgefüllten Fragebögen antworteten nicht ganz zwei Drittel aller angeschriebenen EIU.

Bei der Beurteilung einzelner Komponenten eines Holzverladebahnhofs wurde sowohl nach den Minimalanforderungen als auch nach der optimalen Ausstattung gefragt. Es ergab sich folgendes Bild:

Abbildung IV-8: Minimalanforderungen an Holzverladebahnhöfe



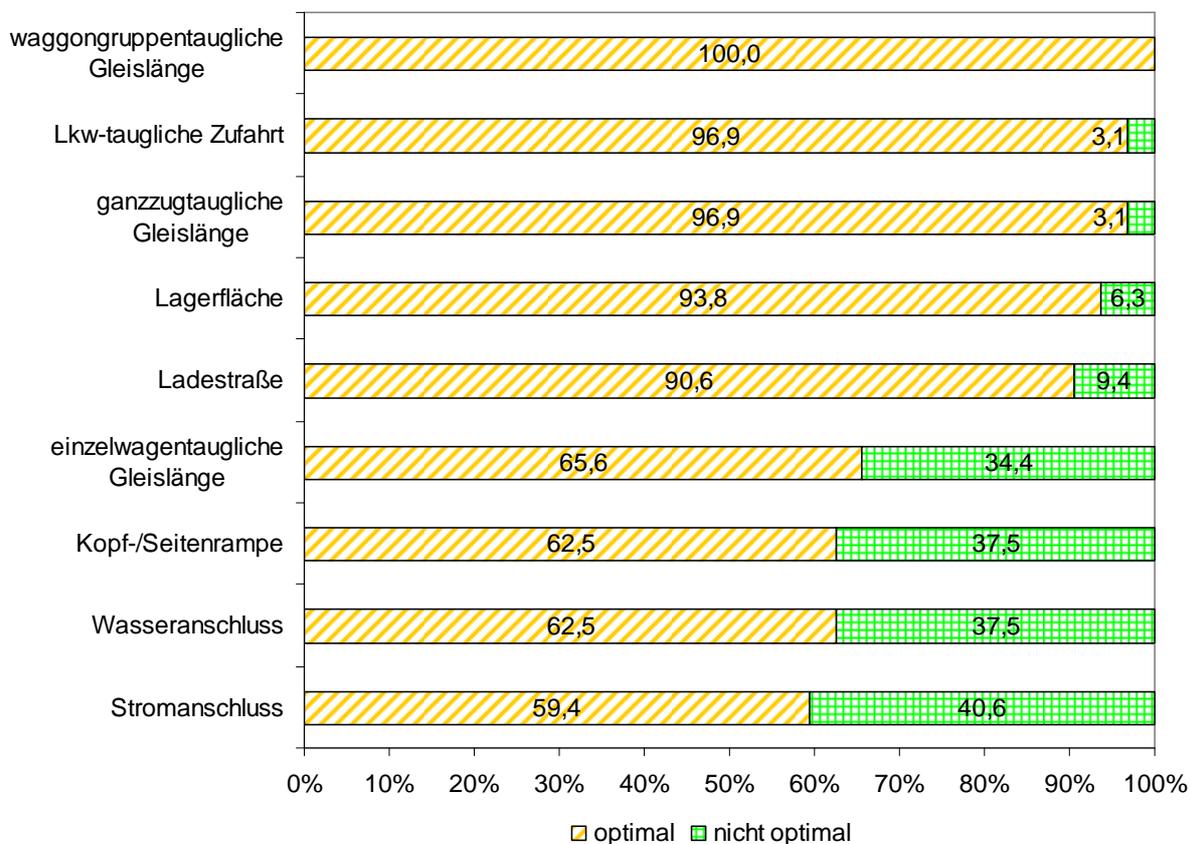
Frage: Welche der folgenden Komponenten stellen aus Ihrer Sicht eine absolute Notwendigkeit (Minimum) für einen erfolgreichen Rundholzumschlag dar?

Über vier Fünftel der Antwortenden halten eine Lkw-taugliche Zufahrt zum Holzverladebahnhof für notwendig, um eine Minimalanforderung an einen Holzverladebahnhof zu erfüllen. Als zweitwichtigste Eigenschaft wird die Ladestraße mit über 70 % der möglichen Antworten genannt. Es folgt mit knapp zwei Drittel die waggongruppentaugliche Gleislänge zum Verladen des Rundholzes. Mit großem Abstand folgen kurze Gleisabschnitte, die nur eine Einzelwagenverladung zulassen und eine Lagerfläche, um Rundholz zwischenlagern zu können. Immerhin halten 31,3 % der Befragten die Kopf- / Seitenrampe für eine Minimalanforderung an einen Holzverladebahnhof. Weniger als 20 % betrachteten Strom-, Wasseranschluss und die ganzzugtaugliche Gleislänge als Minimalanforderung. 3 % der Befragten machten keine Angaben (nicht in Abbildung IV-8 enthalten).

Nach dieser Befragung sind die drei wichtigsten Eigenschaften folglich eine Lkw-taugliche Zufahrt, eine der Gleislänge entsprechende Ladestraße, welche eine waggongruppentaugliche Länge aufweist. Außerdem wurde auf dem Fragebogen nach der minimalen Gleisanzahl eines Holzverladebahnhofs gefragt. Sie beläuft sich im Durchschnitt auf 1,3.

Bei der Frage nach der optimalen Ausstattung eines Holzverladebahnhofs ergab sich eine grobe Zweiteilung der Merkmale.

Abbildung IV-9: Optimale Ausstattung von Holzverladebahnhöfen



Frage: Welche der folgenden Komponenten stellen aus Ihrer Sicht eine nahezu perfekte Ausstattung (Optimum) für einen erfolgreichen Rundholzumschlag dar?

Gäbe es eine Wunschliste für Ausstattungsmerkmale, ständen eine waggongruppen- und ganzzugtaugliche Gleislänge, eine Lkw-taugliche Zufahrt mit anschließender Ladestraße und ausreichend Lagerfläche ganz oben auf dieser Liste. Dies drückt sich in eng beieinander liegenden Werten oberhalb von 90 % aus. Sie bilden die erste Gruppe. Als willkommene Extras werden laut Abbildung IV-9 eine einzelwagentaugliche Gleislänge, Kopf- / Seitenrampe, Wasser- und Stromanschluss angesehen. Hier bewegen sich die Optimalwerte ebenfalls in einem engen Bereich um 60 % und knapp darüber. 3 % der antwortenden Unternehmen machten auch hier keine Angaben (nicht in Abbildung IV-9 enthalten).

Besonders hervorzuheben ist im Vergleich zu den Minimalanforderungen das starke Interesse an einer ganzzugtauglichen Gleislänge, was sich in einem Sprung um sechs Positionen bzw. einem Zuwachs von 81,3 % ausdrückt. Ferner ist der Zuwachs von 53,2 % bei der Lagerfläche bemerkenswert, so dass sie es ebenfalls in die erste Gruppe schafft.

Als optimale Gleisanzahl ergibt sich ein Durchschnitt von 2,5. Neben einem Rangiergleis werden ein bis zwei Verladegleise als Optimum angegeben.

Bei der Frage nach den Verladungsarten wurde nach den Anteilen von Ganzzug-, Waggongruppen- und Einzelwagenverladung gefragt. Tabelle IV-3 zeigt, dass die

Tabelle IV-3: Anteile der Verladungsarten

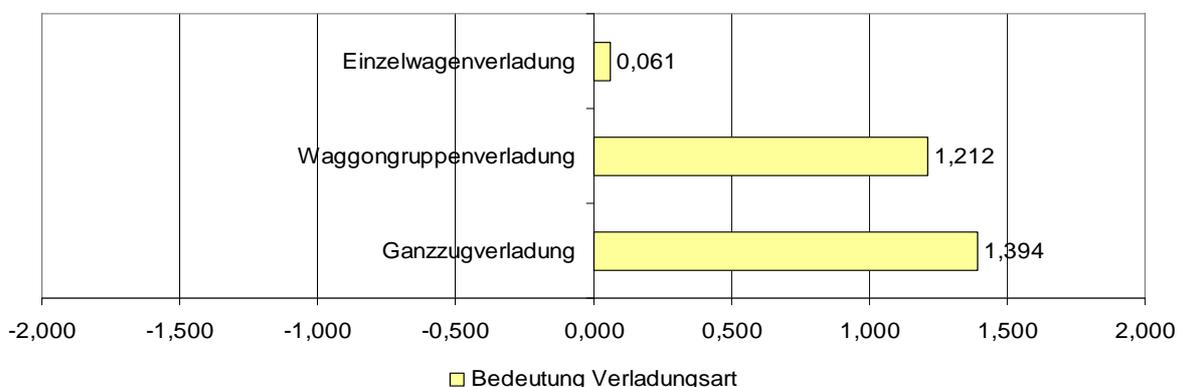
Verladungsart	Anteil [%]	undurchführbar
Ganzzugverladung	40,3	4
Waggongruppenverladung	41,8	1
Einzelwagenverladung	17,9	2

Frage: Wie groß ist bei Ihren Anlagen der Anteil folgender Verladungsarten beim Holzumschlag?

möglich sei, aber nicht durchgeführt werde. Bei insgesamt vier der 33 EIU konnten eine oder mehrere Verladungsarten nicht durchgeführt werden.

Ganzzug- und Waggongruppenverladung den Großteil mit Anteilen von je über 40 % unter den Verladungsarten ausmachen. Ein weiterer Hinweis auf die geringere Bedeutung der Einzelwagenverladung ist die Aussage von 14 der 33 EIU (42,4 %), dass bei ihnen zwar die Einzelwagenverladung

Abbildung IV-10: Bedeutung von Verladungsarten

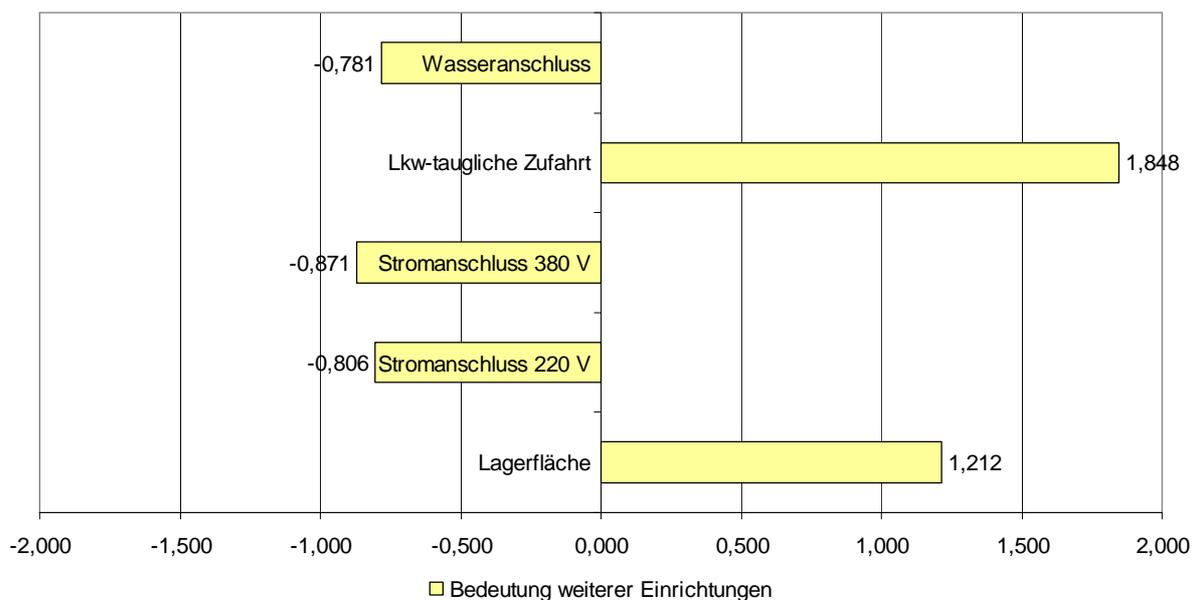


Frage: Wie schätzen Sie im Markt die qualitative Bedeutung folgender Verladungsarten beim Holzumschlag ein?

Bei einer möglichen Bewertung von -2 bis +2 ergab sich für die Einzelwagenverladung die Einschätzung „neutral“. Sie ist also am Markt weder besonders wichtig noch unwichtig. Jedoch wurden die Waggongruppen- und Ganzzugverladung als „wichtig“ mit Tendenz zu „sehr wichtig“ eingestuft. Dabei schneidet die Ganzzugverladung am besten in ihrer Bedeutung am Markt ab.

Unter dem Begriff „weitere Einrichtungen“ (s. Abbildung IV-11) werden Lkw-taugliche Zufahrt, Lagerfläche, Wasseranschluss und die beiden Stromanschlüsse 220 V und 380 V zusammengefasst. In dieser Reihenfolge werden auch deren Bedeutungen seitens der EIU eingeschätzt. Im Unterschied zu den Minimalanforderungen und der optimalen Ausstattung wird hier auf die Bedeutung dieser fünf Eigenschaften untereinander eingegangen. Abbildung IV-11 zeigt, dass bei den weiteren Einrichtungen die Lkw-taugliche Zufahrt im Bereich „sehr wichtig“ anzusiedeln ist, während die Lagerfläche als „wichtig“, mit Tendenz zu „sehr wichtig“ eingestuft wird. Dagegen werden der Wasseranschluss und die beiden Stromanschlüsse als „eher unwichtig“ eingestuft.

Abbildung IV-11: Bedeutung weiterer Einrichtungen



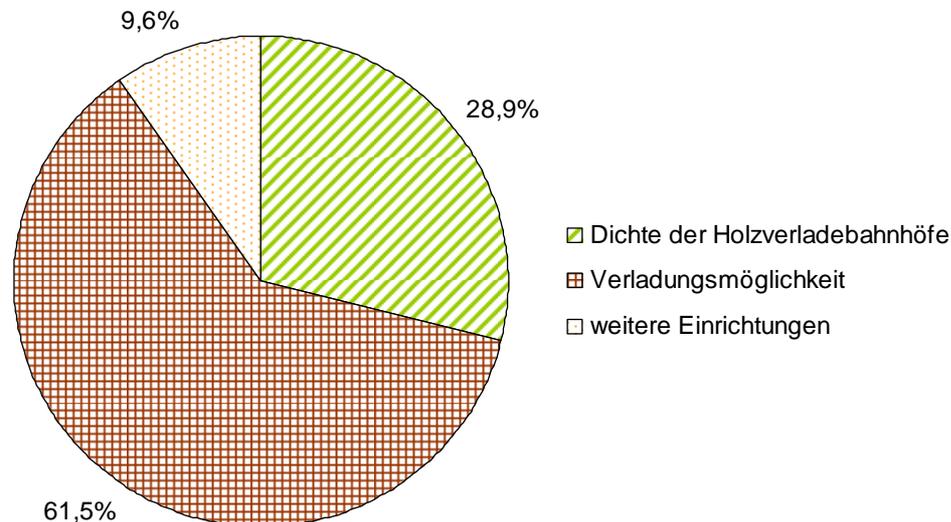
Frage: Welche Bedeutung weisen Sie weiteren Einrichtungen beim Holzumschlag zu?

Mit dem Verweis auf das Thema Sicherheit gab einer der Antwortenden einen Hinweis zu einem in der Umfrage nicht berücksichtigten Kriterium. Dass das Verladen nicht ungefährlich ist, wird an Holzverladebahnhöfen deutlich, die an viel befahrenen Strecken liegen. Insbesondere das unbeabsichtigte Ausschwenken der Holzstämmen beim Beladen von Eisenbahnwagen in das Profil der befahrenen Strecke kann ein erhebliches Sicherheitsrisiko sein.

Abschließend wurde danach gefragt, inwiefern die räumliche Dichte von Holzverladebahnhöfen, die Verladungsmöglichkeiten und die Nutzung weiterer Einrichtungen die Transportentscheidung der Eisenbahnkunden beeinflussen. Es ergab sich folgendes Bild: für 61,5 % der Kunden ist die Verladungsmöglichkeit gemäß der EIU

ausschlaggebend. Mit 28,9 % folgt die Entfernung zu Holzverladebahnhöfen. 9,6 % der Kunden legen besonderen Wert auf die weiteren Einrichtungen bezüglich der Entscheidung, ob sie den Transport mit der Eisenbahn durchführen wollen.

Abbildung IV-12: Transportentscheidung



Frage: Welchen Anteil haben die folgenden Aspekte für die Transportentscheidung Ihrer Kunden mit der Bahn?

Dieses Ergebnis überrascht in der Hinsicht, als dass in der öffentlichen Diskussion immer wieder die Schließung von Holzverladebahnhöfen seitens der Eisenbahnkunden beklagt wird, nicht aber so sehr die Ausstattung der Holzverladebahnhöfe. Dies kann so interpretiert werden, dass zwar eine hohe Dichte von Holzverladebahnhöfen in waldreichen Regionen seitens der Kunden wünschenswert ist, aber im Alltagsgeschäft die Gegebenheiten akzeptiert werden und ein verstärktes Augenmerk auf die tatsächlich vorhandenen Möglichkeiten gelegt wird, so dass von EIU eher das Interesse an Ganzzug- und Waggongruppenverladung wahrgenommen wird, als der Wunsch bzw. die Aufforderung nach einem größeren Angebot von Holzverladebahnhöfen.

Ende Schwerpunkt Befragung EIU

Schwerpunkt Gleisanschlüsse

Eine Zusammenstellung von Gleisanschlüssen der Holzwirtschaft liegt in offiziellen Statistiken nicht vor und wurde bislang nicht dokumentiert. Anstatt einer Befragung wurden per Luftbildauswertung mögliche Gleisanschlüsse identifiziert. Dies geschah mithilfe der Software Google Maps Deutschland im Jahr 2007 und bekannter

Adressen holzwirtschaftlicher Standorte.⁴⁴ Es wurden alle Betriebe berücksichtigt, die in der Sägeindustrie über 100.000 Fm Nadelholz bzw. in der Laubholz-, Zellstoff- oder Holzwerkstoffindustrie über 50.000 Fm Holz im Jahr 2005 verbrauchten.⁴⁵ Die Annahme ist, dass ein Gleisanschluss umso wahrscheinlicher wird, je mehr Holz ein Betrieb verarbeitet. Natürlich verfügen auch Unternehmen mit weniger Holzverbrauch als in den genannten Grenzen über Gleisanschlüsse.

Obwohl 52 Gleisanschlüsse identifiziert werden konnten, ist die Luftbilddauswertung von Unsicherheiten begleitet. So kann nur in eingeschränktem Umfang eine Aussage darüber getroffen werden, ob der Gleisanschluss überhaupt genutzt wird. Wenn er genutzt wird, sind die Nutzungsmöglichkeiten (z. B. Einzelwagen-, Waggongruppen-, Ganzzugverladung) weitgehend und die darauf bewegten Mengen gänzlich unbekannt.

Ende Schwerpunkt Gleisanschlüsse

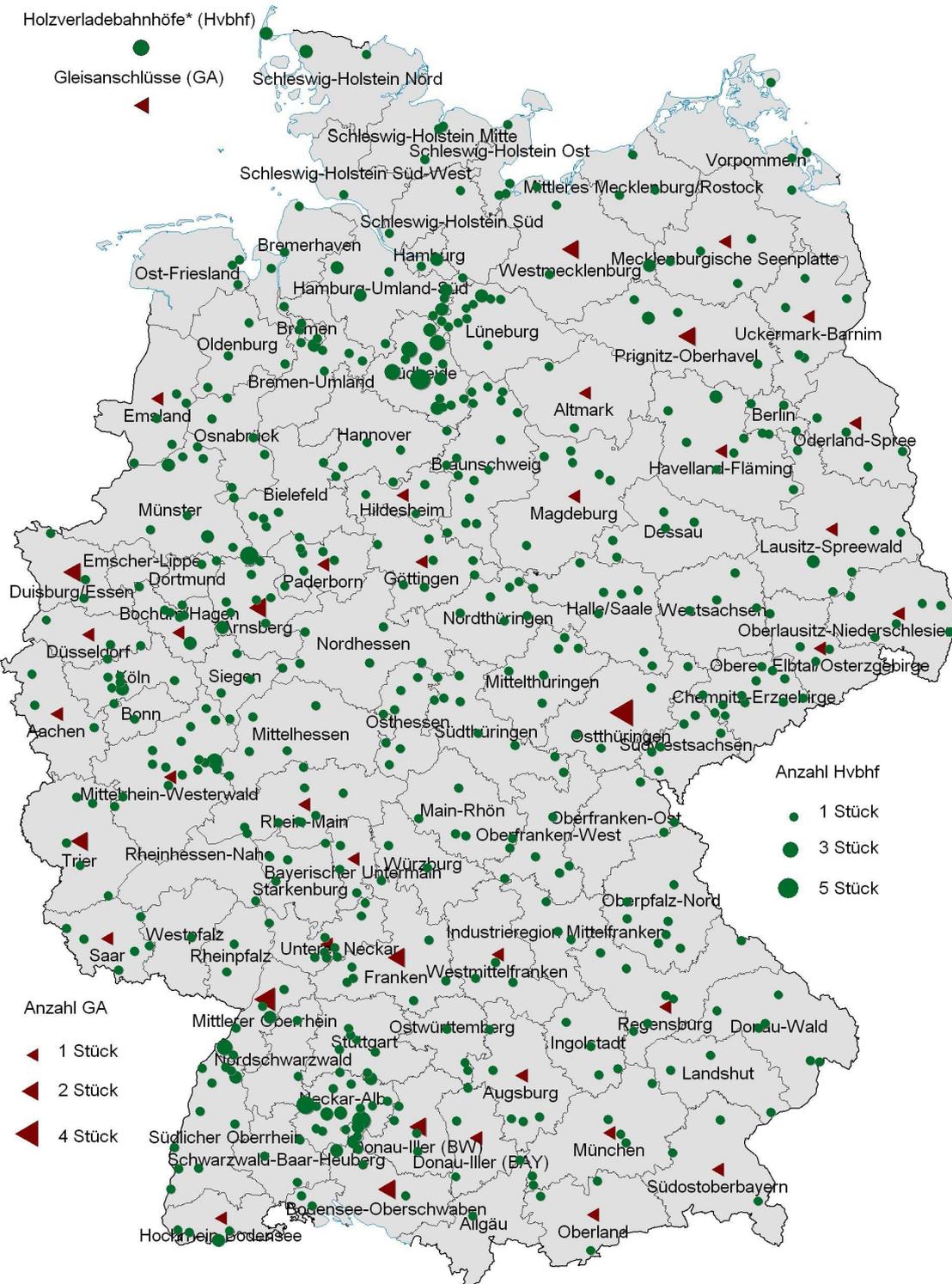
Durch die schriftliche Befragung der EIU zu Holzverladebahnhöfen und die Luftbilddauswertung zur Ermittlung von Gleisanschlüssen konnten umfangreiche Daten gesammelt werden. Als Ergebnis liegen umfangreiche Liste von Standorten zu Holzverladebahnhöfen und Gleisanschlüssen vor. Ergänzt werden sie durch bislang unbekannt Informationen über die Bedeutung von Umschlageinrichtungen. Diese Daten waren bei der Entwicklung von Logistikvariablen für das später beschriebene Modell unverzichtbar.

In Abbildung IV-13 sind die Holzverladebahnhöfe für eine detaillierte Darstellung auf Ebene der Postleitzahlen dargestellt (Grenzen nicht eingezeichnet), während die Gleisanschlüsse nach Raumordnungsregionen zusammengefasst sind. Es tritt in Niedersachsen und Baden-Württemberg eine Häufung von Verlademöglichkeiten auf. WIESNER (2005) begründet für Niedersachsen diese Konzentration mit mangelnden Großabnehmern in dieser walddreichen Region (SÖRGEL, MANTAU 2005, 2006a, 2006b). Dadurch können größere Holzmenngen per Eisenbahn regelmäßig in entfernte Gebiete wie z. B. Nordrhein-Westfalen oder Sachsen-Anhalt transportiert werden. Gerade durch diese Regelmäßigkeit sind auch diese Umschlagmöglichkeiten wahrscheinlich für die Eisenbahngesellschaften rentabel und werden aufrechterhalten. Die Gleisanschlüsse repräsentieren die Großabnehmer. So verwundert es nicht, dass insbesondere in Ostdeutschland Gleisanschlüsse bei Unternehmen der Holzwirtschaft zu finden sind. Seit den 1990er-Jahren entstanden dort große Holzverbraucher in der Säge-, Holzwerkstoff- und Zellstoffindustrie (SÖRGEL, MANTAU 2005, 2006a, 2006b), die zur Bedarfsdeckung auch die Eisenbahn zum Transport einsetzen.

⁴⁴ Im Rahmen diverser Studien von MANTAU hat sich eine umfangreiche Adressdatenbank für die Holzwirtschaft entwickelt, die alle Branchen abdeckt. Sie wurde freundlicher Weise für diese Arbeit zur Verfügung gestellt.

⁴⁵ Die Verbrauchsmengen entstammen den Studien von, SÖRGEL ET AL. (2006), SÖRGEL, MANTAU (2006a, 2006b).

Abbildung IV-13: Holzverladebahnhöfe und Gleisanschlüsse



*Unter dem Begriff „Holzverladebahnhöfe“ (in der Karte auf PLZ-Ebene) sind alle recherchierten Freiladegleise für den Rundholzumschlag zwischen Lkw und Eisenbahn zusammengefasst. Gleisanschlüsse liegen auf Ebene der Raumordnungsregionen vor.

Quelle: eigene Darstellung

IV.4.3.2.2 Schiffstransport

Im Jahr 2005 betrug die Länge des deutschen Binnenwasserstraßennetzes 7.305 km. Diese teilen sich auf in 1.257 km Wasserstraßen von nationaler Bedeutung (Wasserstraßenklassen I bis III), 5.073 km Wasserstraßen von internationaler Bedeutung (Wasserstraßenklassen IV bis VIc) und 975 km sonstiger Wasserstraßen, die nicht näher klassifiziert sind oder nicht dem allgemeinen Verkehr dienen (BMVBS 2006, S. 112). In der Länge von 7.305 km sind auch 761 km⁴⁶ Seeschiffahrtsstraßen enthalten (WASSER- UND SCHIFFFAHRTSVERWALTUNG DES BUNDES 2006). Damit steht ein weitmaschiges Verkehrsnetz zur Verfügung (s. Abschnitt X.10), das insbesondere die Industriestandorte miteinander verbindet.

Die Schifffahrt zeichnet sich durch den Transport von lagerfähigen Massengütern aus. Dies geschieht bei einem geringen Energieverbrauch und mit einem sicheren Transportmittel. Über lange Distanzen ist die Schifffahrt der kostengünstigste Verkehrsträger. Die Nachteile bestehen vor allem in dem mehrfachen Umschlag der Transportgüter. Zusätzlich können Hoch- und Niedrigwasser sowie Eisgang die Schifffahrt in erheblichem Maße beeinträchtigen. Auch ist die Transportgeschwindigkeit geringer als mit anderen Verkehrsträgern (VARNHAGEN 2003, S. 50). Sie beträgt nach WEIGERT etwa 12 bis 15 km/h (STIEGLER 2005, S. 49).

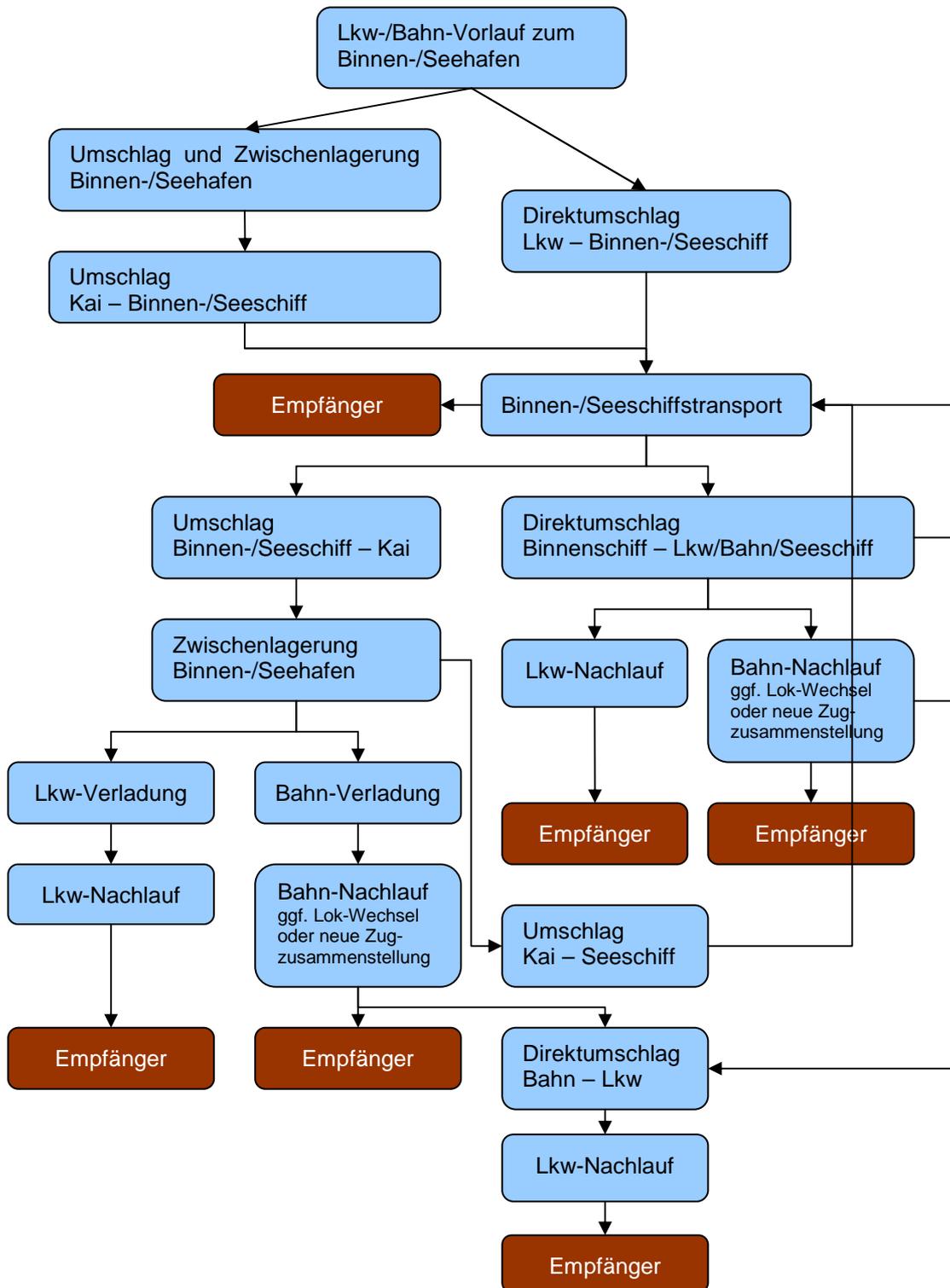
Besonders wegen der genannten Nachteile führt die Schifffahrt im Holztransport ein Schattendasein. Hinzu kommt, dass die Holzindustrie bis auf wenige Ausnahmen über keinen direkten Zugang zu Wasserstraßen verfügt. Die logistischen Anforderungen sind im Vergleich zur Logistikkette mit reinem Lkw-Einsatz hoch. Für einen wirtschaftlichen Schiffstransport müssen große Mengen zum Transport bereitstehen, die meist über längere Distanzen hinweg bewegt werden müssen. Doch nur wenige Unternehmen der Holzwirtschaft müssen aus größeren Entfernungen Holz beschaffen und sind in der Lage, die genannten Probleme zu meistern. Trotzdem greifen vereinzelte Unternehmen aus unterschiedlichen Gründen auf diese Transportform zurück. Dies ist beispielsweise bei Verbrauchern wie der Zellstofffabrik Stendal (STARKE 2004) oder nach enormen Sturmschäden der Fall (ANONYMUS 2007c, ANONYMUS 2007d).

Die Abbildung IV-14 zeigt den möglichen Materialfluss in der Logistikkette unter Beteiligung von Binnen- bzw. Seeschiff und beinhaltet nicht den Anspruch auf Vollständigkeit. Auch hier ist zu beachten, dass die Vorläufe zum Hafen in den Abbildungen IV-6 und IV-7 enthalten sind.

Schiffstransporte unterscheiden sich von Eisenbahntransporten in ihrer Struktur nur durch die Be- und Entladenden, welche meistens die Hafenbetreiber sind, und durch die Reedereien, die den Transport mit ihren Schiffen durchführen (HOFER ET AL. 2003, S. 32).

⁴⁶ Einschließlich der Delegationsstrecke Freie und Hansestadt Hamburg von 47 km.

Abbildung IV-14: Logistikkette mit der Binnen- / Seeschifffahrt



Quelle: eigene Darstellung

In der Praxis stehen für die Beladung eines Schiffs ein bis zwei Tage zur Verfügung. Allerdings muss der Frachtraum über eine Woche vorher, unter Angabe von Ausgangs- und Zielhafen, Verladeart, Frachtkosten sowie Lade- und Liegezeiten bestellt werden. Während des Verladens muss eine kontinuierliche Anlieferung des Holzes gewährleistet sein, wenn das Holz nicht schon zuvor im Hafen zwischengelagert

werden konnte. Für das Zwischenlager ist eine vor Ort zuständige Person verantwortlich. Ein Einlagerungsplan legt die Poltersicherung, -markierung und -zuordnung fest. Ferner wird die Rindenbeseitigung geregelt. Um das Holz verladen zu dürfen, muss ein Nutzungsrecht für den jeweiligen Verladekai frühzeitig erworben werden. Nach abgeschlossener Verladung, meistens durch den Hafenbetreiber, werden die Verlade- und Frachtpapiere von dem Organisator des Transports, meistens einer Reederei, ausgestellt. Je nach Schiffstyp können 1.000 bis 3.000 t transportiert werden. Das Entladen wird meistens auch durch den Hafenbetreiber durchgeführt, während der Käufer des Holzes für den Nachlauf eine Spedition beauftragt (STIEGLER 2005, S. 44 ff.).

Schwerpunkt Befragung Häfen

Im Bereich des Schiffstransports sind die Häfen die wichtigsten Umschlagorte für Waren aus Holz. Zwar kann Rundholz auch mittels eines Lkw-Krans zwischen Lkw und Schiff auf einem befestigten Ufer oder einer Umschlagstelle umgeschlagen werden, jedoch eignen sich nur Häfen auf Dauer für einen solchen Vorgang. Zudem verfügen viele Häfen über geeignete Umschlaggeräte oder können vorhandene Geräte für den Zweck des Rundholzumschlags umbauen.

Da es keine vollständige Zusammenstellung über Häfen und deren Umschlagmöglichkeiten für das Transportgut Holz gab, wurde im Jahr 2005 mit einer Recherche begonnen, die möglichst alle nutzbaren Häfen für den Rundholzumschlag, ihre infrastrukturelle Anbindung und auch die vorhandene und für den Rundholzumschlag technisch sinnvolle Ausstattung erfassen sollte. Durch eine Literatur- und Internetrecherche konnten 207 Binnen- und Seehäfen identifiziert werden. Zusätzlich wurde eine ganze Reihe von Umschlagstellen erfasst. Ein Hafen liegt vor, wenn mindestens ein eigenes Hafenbecken existiert. Für die Recherche wurde die zusätzliche Anforderung gestellt, dass er in Betrieb ist. Inselhäfen wurden nicht berücksichtigt (mit Ausnahme von Häfen auf Usedom), da sie für die Forst- und Holzwirtschaft eine verschwindend geringe Bedeutung haben. Ebenso wurden Freizeithäfen oder Spezialhäfen wie z. B. reine Mineralöl-, Fähr- oder Fischereihäfen nicht weiter berücksichtigt. Unter den erfassten Häfen befinden sich ganz unterschiedliche Unternehmen. Sie reichen von Häfen mit Liegekapazitäten eines Binnenschiffs ohne weitere Umschlagmöglichkeiten bis hin zu Großhäfen mit einer Vielzahl an Liegeplätzen zum Löschen der unterschiedlichsten Ladungen in Größenordnungen von mehreren Millionen Tonnen pro Jahr.

Die geschaffene Adressdatenbank wurde im Jahr 2007 für eine schriftliche Befragung genutzt, durch die die Bedeutung einzelner Ausstattungsmerkmale (z. B. Schienenanbindung, Portalkräne) für den Rundholzumschlag herausgearbeitet werden sollte.

106 Unternehmen in Form von Hafenbetreibern bzw. Hafenbesitzern wurden für die Befragung angeschrieben. Die Auswahl erfolgte nach Informationen des STATISTISCHEN BUNDESAMTES (2006a), wonach in den ausgewählten Häfen im Zeitraum von

2001 bis 2005 in mindestens einem dieser Jahre Waren der Güterhauptgruppe Holz und Kork⁴⁷ umgeschlagen wurden.

Mit 56 (52,8 %) ausgefüllten Fragebögen antworteten in einem regen Rücklauf knapp über die Hälfte aller angeschriebenen Unternehmen. Zurück kamen zusätzlich 25 unausgefüllte Fragebögen. Als Gründe wurden dafür angeführt, dass kein Hafenerbetrieb mehr stattfindet, in den allermeisten Fällen kein Umschlag mit Rundholz in jüngster Zeit durchgeführt wurde oder aber so geringe Mengen an Holz umgeschlagen werden, dass sich die Unternehmen nicht dazu in der Lage sahen, brauchbare Aussagen zu treffen.

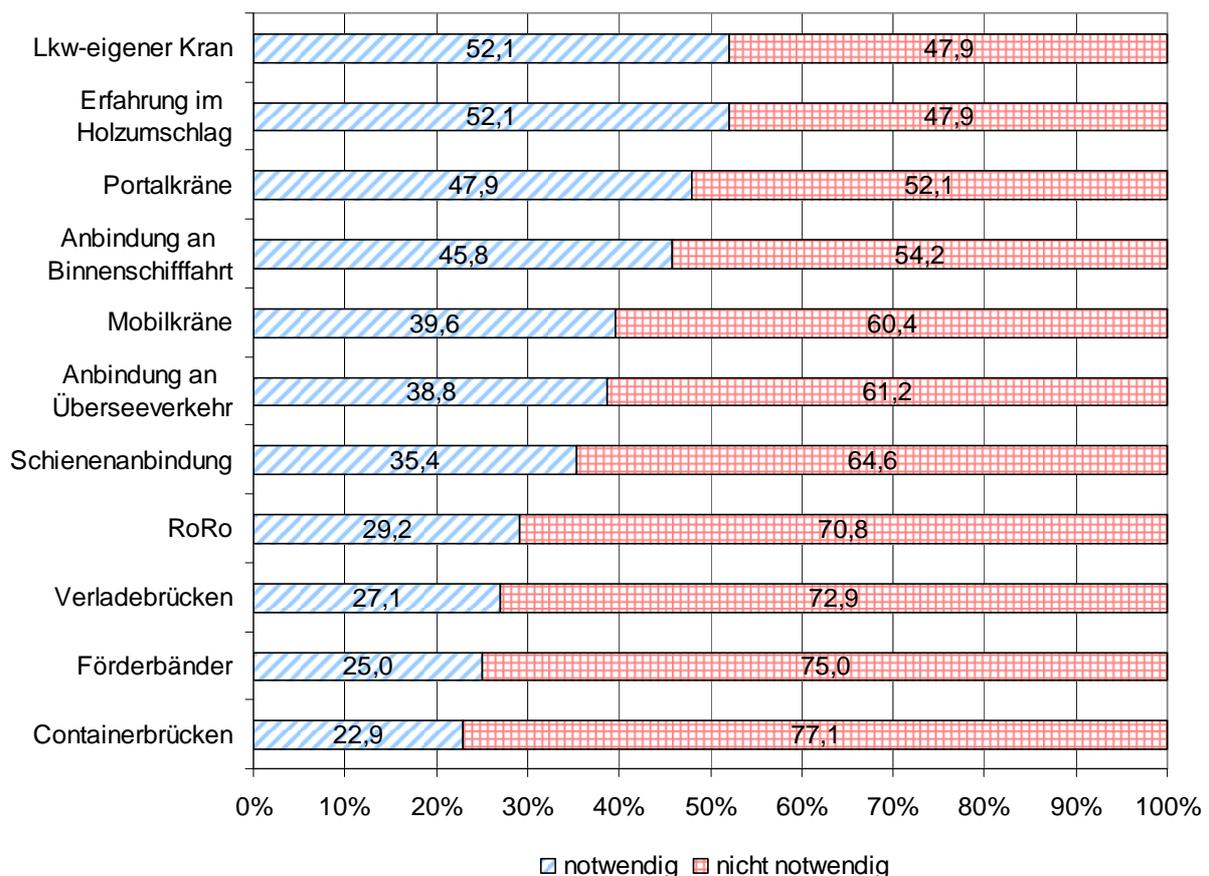
Über die 56 antwortenden Unternehmen konnte aus den Jahren 2005 und 2006 eine Umschlagsmenge von 2,540 Mio. t Rundholz⁴⁸ erfasst werden. Berücksichtigt man, dass drei Unternehmen keine Angaben zum Rundholzumschlag lieferten, ergibt sich ein Durchschnitt von annähernd 48.000 t je Hafen und Jahr. Beim Rundholzumschlag ist bei den Häfen eine in der Wirtschaft typische Konzentration zu beobachten. 20,7 % der antwortenden Unternehmen schlugen 81,2 % der erfassten 2,540 Mio. t Rundholz um.

Bei der Beurteilung einzelner Komponenten für den Rundholzumschlag in Häfen wurde nach den Minimalanforderungen und nach der optimalen Ausstattung gefragt (s. Abbildung IV-15). Mit 52,1 % der Antwortenden ist knapp über die Hälfte der Meinung, dass der Lkw-eigene Kran und die Erfahrung im Rundholzumschlag die wichtigsten Minimalbedingungen für einen erfolgreichen Umschlag sind. Mit deutlich über 40 % folgen auf den Plätzen drei und vier Portalkräne (47,9 %) und die Anbindung an die Binnenschifffahrt (45,8 %). Insgesamt 14,3 % der Befragten (12,5 % der Befragten im Merkmal Anbindung an den Überseeverkehr) machten keine Angaben bei den einzelnen Komponenten für den Rundholzumschlag (nicht in Abbildung IV-15 enthalten).

Überraschend ist die relativ geringe Differenz zwischen den einzelnen Merkmalen, da theoretisch eine befestigte Uferanlage und ein Lkw mit Ladekran zum Umschlag in ein oder aus einem Schiff genügen. Es bräuchten also keine Umschlaggeräte seitens der Hafenerunternehmen gestellt werden. Aber die Befragten sehen wohl häufig aufgrund der örtlichen Gegebenheiten in ihren Häfen mindestens ein Umschlaggerät als minimale Voraussetzung an. Dabei streut deren Auswahl stark und somit kam kein eindeutigeres Ergebnis zustande. Allerdings lässt sich die Tendenz erkennen, dass recht einfache Umschlaggeräte und auch eine ausreichende Anbindung an die Infrastruktur als Minimalvoraussetzungen für einen erfolgreichen Rundholzumschlag angesehen werden.

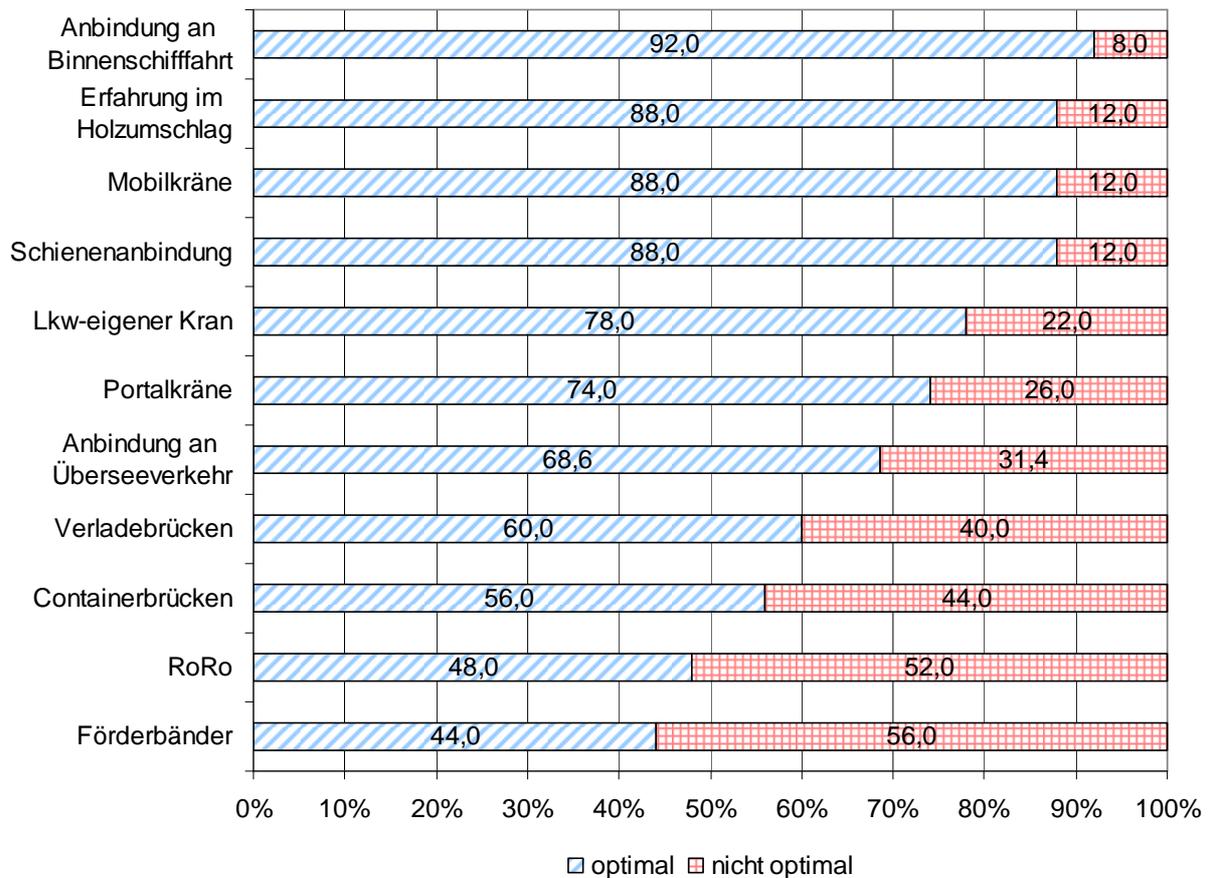
⁴⁷ Während die Befragung auf Rundholz abstellte, beinhaltet die Güterhauptgruppe Holz und Kork des STATISTISCHEN BUNDESAMTES ein größeres Spektrum an Waren: Papier- und anderes Faserholz (051), Grubenholz (052), Sonst. Rohholz (055), Holzschwellen und anderes bearbeitetes Holz (056) und Brennholz, Holzkohle, Kork, Holz- und Korkabfälle (057).

⁴⁸ Laut des STATISTISCHEN BUNDESAMTES (2006a) wurde in deutschen Häfen in den Jahren 2001 bis 2005 im Durchschnitt eine Gesamtmenge von 6,334 Mio. t in der Güterhauptgruppe Holz und Kork umgeschlagen.

Abbildung IV-15: Minimalanforderungen an den Rundholzumschlag in Häfen

Frage: Welche der folgenden Komponenten stellen aus Ihrer Sicht eine absolute Notwendigkeit (Minimum) für einen erfolgreichen Rundholzumschlag dar?

Bei der Frage nach der optimalen Ausstattung für den Rundholzumschlag bildeten sich drei Gruppen heraus (s. Abbildung IV-16). In der ersten Gruppe mit Werten um 90 % liegt an erster Stelle die Anbindung an die Binnenschifffahrt, gefolgt von der Erfahrung im Holzumschlag, den Mobilkränen und der Schienenanbindung. Ähnlich wie bei den Minimalanforderungen wird Wert auf eine gute Verkehrsanbindung gelegt. Statt des Lkw-eigenen Krans wird beim Optimum der Mobilkran als am besten geeignetes Umschlagmittel genannt. Wie bei den Minimalanforderungen hat Erfahrung im Holzumschlag einen hohen Stellenwert. In der zweiten Gruppe mit Werten von ca. 70 % liegen der Lkw-eigene Kran, Portalkräne und die Anbindung an den Überseeverkehr. In der letzten Gruppe finden sich die Umschlagmöglichkeiten wieder, die in seltenen Einzelfällen genutzt werden und nur eingeschränkt für den Rundholzumschlag zur Verfügung stehen. Keine Antworten zum Thema optimale Ausstattung gaben 10,7 % (8,9 % beim Merkmal Anbindung an den Überseeverkehr) der Antwortenden.

Abbildung IV-16: Optimale Ausstattung für den Rundholzumschlag in Häfen

Frage: Welche der folgenden Komponenten stellen aus Ihrer Sicht eine nahezu perfekte Ausstattung (Optimum) für einen erfolgreichen Rundholzumschlag dar?

Tabelle IV-4: Beeinflussung der Attraktivität beim Kunden

Attraktivität durch umgeschlagene Rundholzmenge	[%]
stark	19,6
wenig	58,8
überhaupt nicht	21,6

Frage: Wie beeinflusst Ihrer Meinung nach die umgeschlagene Rundholzmenge Ihre Attraktivität am Markt für Ihre (potenziellen) Kunden?

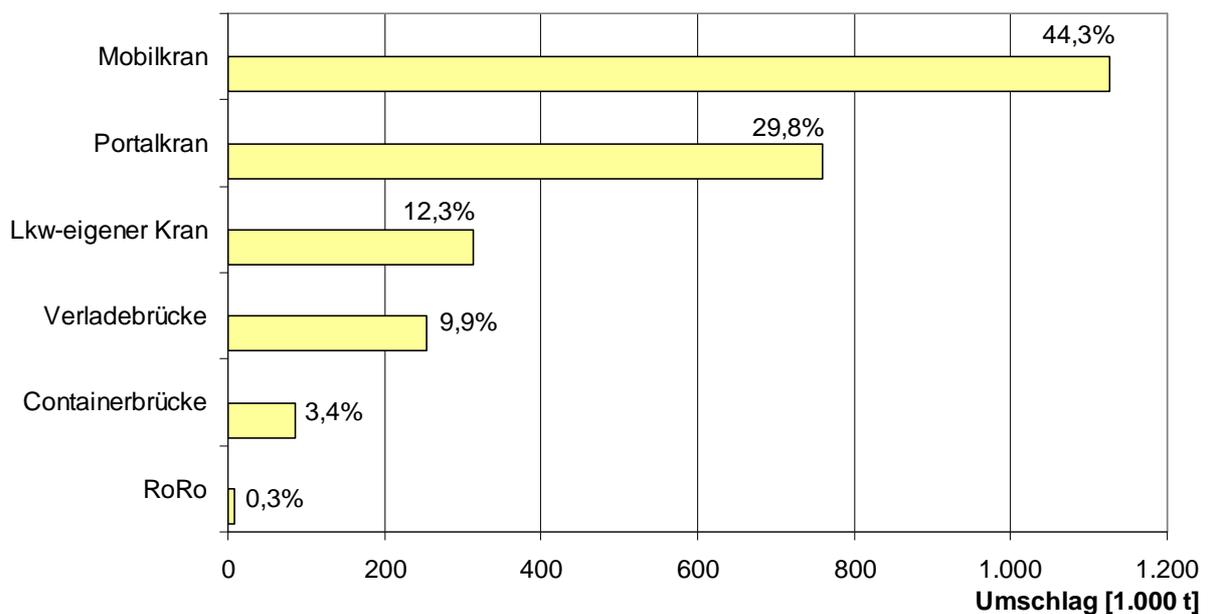
In der Bewertung einzelner Merkmale lassen die Befragten bei der optimalen Ausstattung im Gegensatz zu der Minimalausstattung ihre Präferenzen deutlicher erkennen.

Nach Angaben der befragten Häfen beeinflusst die umgeschlagene Rundholzmenge die Attraktivität des Hafens aus Sicht der Kunden in etwa 20 % der Fälle in starkem Maße. Die auf diese Weise antwortenden Häfen zeichnen sich ohnehin in vielen Fällen durch einen überdurchschnittlichen Rundholzumschlag aus. Etwas mehr als 20 % der Unternehmen geben an, dass die umgeschlagene Rundholzmenge ihre Attraktivität beim Kunden überhaupt nicht beeinflusst. Dies liegt vor allem daran, dass in diesen Häfen sehr wenig oder zeitweise kein Rundholz umgeschlagen wird.

Die Abbildung IV-17 zeigt die Bedeutung der verschiedenen Umschlagarten in Form von Umschlagmengen der befragten Unternehmen. Demnach liegt der Rundholzumschlag mit dem Mobilkran bei rund 44 % und nimmt vor dem Portalkran mit fast 30 % die Spitzenstellung in den Umschlagarten ein. Der Lkw-eigene Kran nimmt mit etwas über 12 % Platz 3 ein. Obwohl der Portalkran nach dieser Auswertung einen deutlich

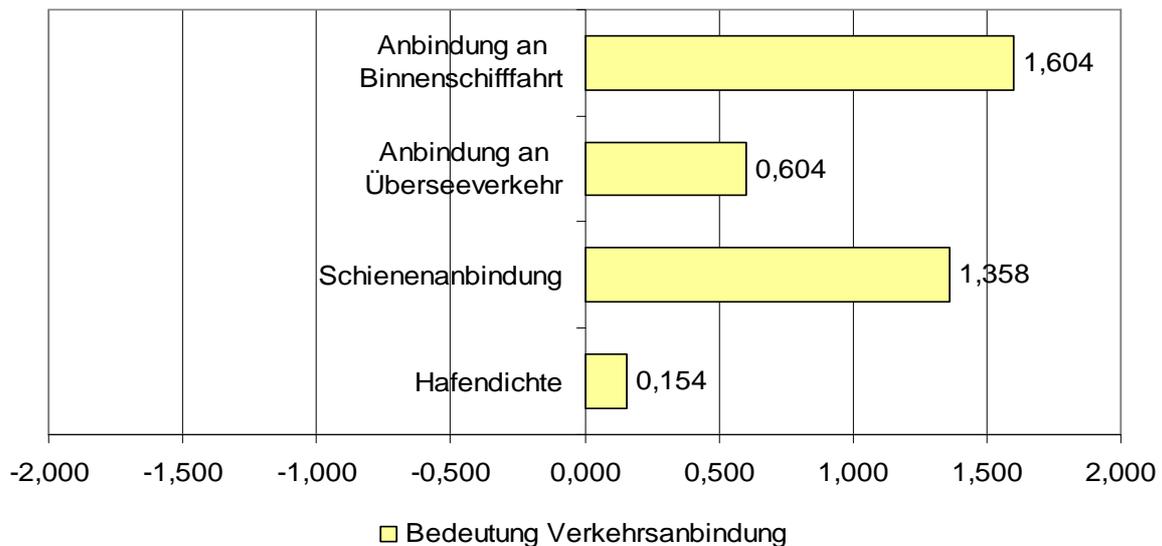
höheren Anteil am Rundholzumschlag hat, liegt die Bewertung in den vorangegangenen Abbildungen immer knapp hinter dem Lkw-eigenen Kran. Ein Grund dafür ist sicherlich, dass ein Lkw mit Ladekran fast immer in der Lage ist, selbständig Ladevorgänge durchzuführen. Dadurch gilt er als flexibler und unabhängiger. Ist jedoch eine geeignete Umschlageinrichtung von anderen Einrichtungen vorhanden, wird diese dem Lkw mit Kran vorgezogen. Eine gewisse Bedeutung hat außerdem die Verladebrücke mit etwa 10 % Anteil am Rundholzumschlag. Alle anderen Umschlagarten stellen Einzelfälle dar oder werden in Ermangelung von Alternativen provisorisch genutzt.

Abbildung IV-17: Bedeutung der Umschlagarten



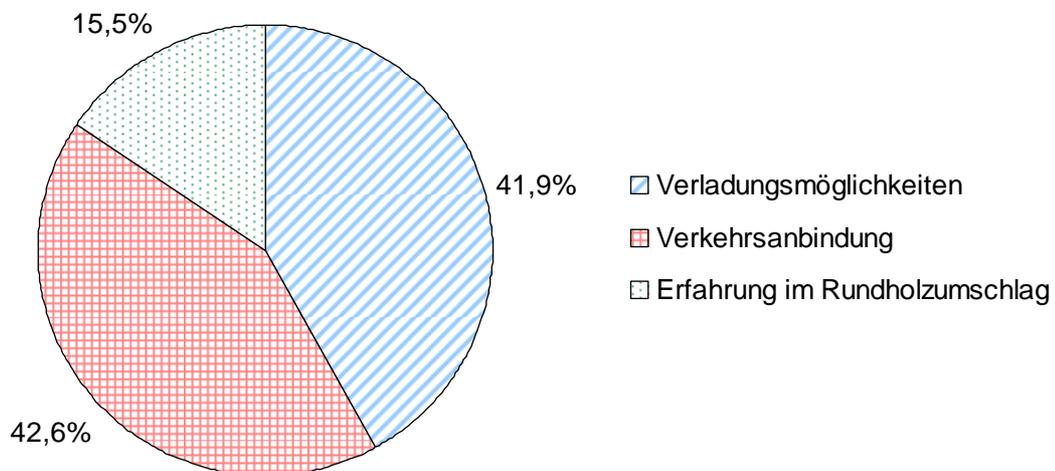
Frage: Wie groß ist bei Ihren Anlagen der Anteil folgender Umschlagarten beim Rundholz?

Die Bedeutung der Verkehrsanbindung für den Rundholzumschlag wird in Abbildung IV-18 dargestellt. Die Anbindung an die Binnenschifffahrt wird von allen Hafenunternehmen als wichtigstes Element angesehen und tendiert in Richtung „sehr wichtig“. Die Anbindung an den Überseeverkehr hat eine Tendenz zu wichtig, liegt also trotz der positiven Bewertung deutlich hinter der Anbindung an die Binnenschifffahrt. Das liegt daran, dass viele Binnenhäfen nicht am Überseege­schäft beteiligt sind und somit die Bedeutung geringer ausfällt. Die Schienenanbindung stellt ihrerseits eine fast schon so wichtige Verkehrsanbindung wie die Binnenschifffahrt dar. Darin spiegelt sich der Trend der letzten Jahre wider, Häfen als trimodale Logistikzentren auszubauen und mit einer Vielzahl an Leistungen am Markt zu bestehen. Der Hafendichte in einer Region wird im Vergleich zu den bisher genannten Faktoren die geringste Bedeutung beigemessen. Diese Einschätzung wird so interpretiert, dass es überhaupt wichtig ist, mindestens einen Hafen in einer Region zur Verfügung zu haben. Ist dann diese Anbindung an das Schifffahrtsnetz gegeben, bringen weitere Häfen nur einen geringen zusätzlichen Nutzen.

Abbildung IV-18: Bedeutung der Verkehrsanbindung

Frage: Wie schätzen Sie die Bedeutung folgender Faktoren für den Rundholztransport in Bezug auf den Hafen im Allgemeinen als Knotenpunkt ein?

Abschließend wurde die Frage aufgeworfen, inwiefern die Verladungsmöglichkeiten, die Verkehrsanbindung und die Erfahrung im Rundholzumschlag nach Ansicht der Befragten die Transportentscheidung der Kunden für das Schiff unter Einbeziehung des Hafens beeinflussen.

Abbildung IV-19: Transportentscheidung

Frage: Welchen Anteil haben die folgenden Aspekte für die Transportentscheidung Ihrer Kunden mit dem Schiff?

42,6 % der Befragten sind der Meinung, dass für den Kunden die Verkehrsanbindung ausschlaggebend ist. Einen fast gleich großen Anteil nehmen die Verladungsmöglichkeiten mit 41,9 % ein. Mit 15,5 % ist die Erfahrung im Rundholzumschlag von nachrangiger Bedeutung. Die Hafenbetreiber und -besitzer schätzen ihre Kunden so ein, dass diese vornehmlich an den standörtlichen Gegebenheiten interessiert sind.

Bereits bestehende Erfahrung im Rundholzumschlag wird nur in seltenen Fällen vorausgesetzt.

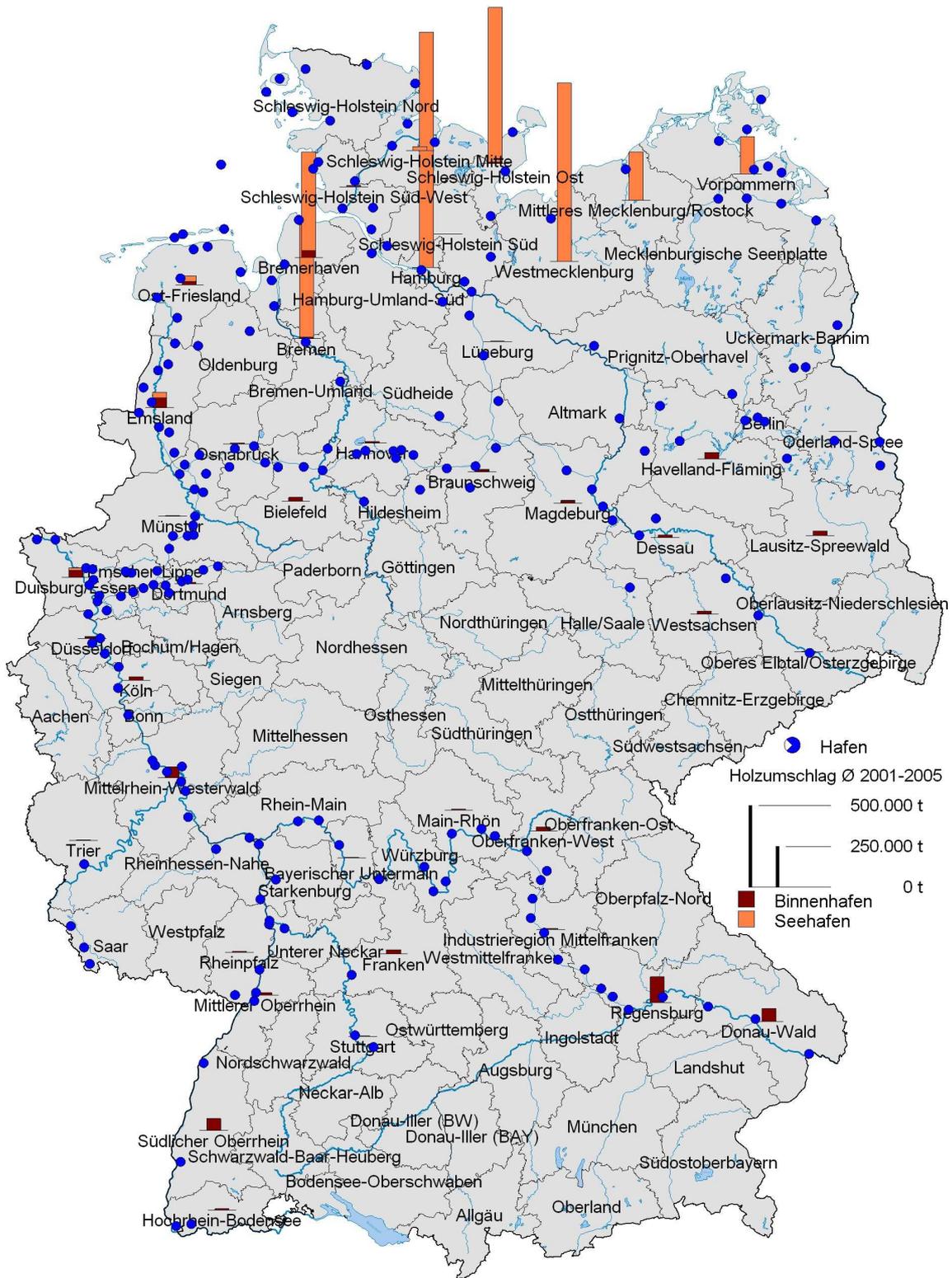
Ende Schwerpunkt Befragung Häfen

Die Abbildung IV-20 basiert auf der Darstellung von 224 Häfen. Die Abweichung zu der im „Schwerpunkt Befragung Häfen“ genannten Zahl von 207 Häfen kommt dadurch zustande, dass neben sieben nachträglich aufgefundenen Häfen auch sieben Inselhäfen berücksichtigt wurden, in denen Holz von 2001 bis 2005 umgeschlagen wurde. Außerdem sind in der Karte drei Häfen enthalten, die als Spezialhäfen identifiziert wurden, aber in denen nach dem STATISTISCHEN BUNDESAMT (2006a) geringfügige Mengen Holz umgeschlagen wurden. Die Häfen sind für eine detaillierte Darstellung auf Ebene der Postleitzahlen (Grenzen nicht eingezeichnet) dargestellt, während der Holzumschlag (Güterhauptgruppe Holz und Kork) nach Raumordnungsregionen zusammengefasst ist. Mehrere Häfen in einer Postleitzahl werden nicht gesondert hervorgehoben.

In der Abbildung IV-20 sind die durchschnittlich⁴⁹ umgeschlagenen Mengen der Güterhauptgruppe Holz und Kork der Jahre 2001 bis 2005 dargestellt. Es werden also neben Rundholz auch andere Holzprodukte (z. B. Schnittholz) umgeschlagen. Neben einem gut ausgebauten Fluss- und Kanalnetz mit einer Vielzahl von Häfen wird deutlich, dass in den Binnenhäfen kaum nennenswerte, in den Hochseehäfen jedoch beträchtliche Mengen Holz umgeschlagen werden. Je nach Hafen können es unterschiedliche Sortimente sein. Im Fall der Ostseehäfen wird zum Großteil sägefähiges Rundholz importiert, während die Nordseehäfen überwiegend bearbeitetes Holz exportieren. Im Binnenland werden durch die Inbetriebnahme des Zellstoffwerks in Arneburg bei Stendal (STARKE 2004) und eines Laubholzsägewerks in Aschaffenburg (ANONYMUS 2005c) die dortigen Häfen nennenswerte Holz mengen umschlagen.

⁴⁹ In einzelnen Jahren kann der Holzumschlag in einzelnen Häfen erheblich schwanken, weshalb für die Daten der Jahre 2001 bis 2005 ein Mittelwert gebildet wurde.

Abbildung IV-20: Häfen und Holzumschlag



Quelle: STATISTISCHES BUNDESAMT (2006a), eigene Darstellung

IV.4.4 Transportdaten der Holzwirtschaft

Dieser Abschnitt beginnt mit Daten über Transportmengen. Die offizielle Statistik dokumentiert sie in der Güterhauptgruppe Holz und Kork. Über Transportkosten und -entfernungen liegen Daten für die Holzwirtschaft nur aus vereinzelt Quellen vor, die z. T. auf einzelne Branchen der Holzwirtschaft oder auf Regionen innerhalb Deutschlands beschränkt sind. Allerdings haben diese Themen in jüngster Zeit ein vermehrtes Forschungsinteresse gefunden. Ebenso wie bei den Transportmengen werden die Verkehrsträger nach Möglichkeit separat betrachtet.

IV.4.4.1 Transportmengen

In den folgenden Ausführungen steht erneut die Güterhauptgruppe Holz und Kork im Mittelpunkt der Betrachtungen. In Tabelle IV-5 sind die transportierten Mengen nach Hauptverkehrsträgern differenziert. Wenn die Bewegung der Transportmengen durch jeden Verkehrsträger berücksichtigt wird, also z. B. der Lkw im Vor- und Nachlauf des Multimodalen Verkehrs oder der Eisenbahnvorlauf zum Seehafen, ist der Lkw an fast jedem Holztransport beteiligt. Nur Transitverkehre mit Eisenbahn und Binnenschiff sowie der direkte Versand und Empfang von Holzprodukten mit diesen Verkehrsträgern oder dem Seeschiff können in Deutschland ohne den Lkw auskommen.

Tabelle IV-5: Transportmengen der Güterhauptgruppe Holz und Kork

	Lkw		Eisenbahn		Binnenschiff		Seeschiff		Summe
	1.000 t	[%]	1.000 t	[%]	1.000 t	[%]	1.000 t	[%]	
1995	62.314	88	4.823	7	493	1	3.541	5	71.171
1996	62.248	90	3.625	5	527	1	3.025	4	69.425
1997	63.812	88	4.360	6	445	1	3.623	5	72.240
1998	67.160	88	4.761	6	561	1	4.035	5	76.516
1999	63.559	86	5.193	7	576	1	4.808	6	74.135
2000	68.766	84	7.185	9	1.221	1	5.030	6	82.202
2001	65.481	85	5.474	7	736	1	4.912	6	76.603
2002	59.873	85	5.007	7	693	1	4.705	7	70.277
2003	58.855	86	4.036	6	457	1	4.768	7	68.115
2004	62.329	84	5.660	8	795	1	5.271	7	74.055
2005	69.376	82	6.364	8	1.206	1	7.485	9	84.431
2006	76.670	82	7.654	8	972	1	8.095	9	93.391

Quelle: STATISTISCHES BUNDESAMT (1996-2007), KRAFTFAHRT-BUNDESAMT (1996-2007)

Nach außergewöhnlichen Stürmen nehmen die transportierten Mengen deutlich zu, wie in den Jahren 2000 und 2006 zu erkennen ist. Unabhängig von solchen Schadereignissen nahm bei jedem Verkehrsträger im betrachteten Zeitraum die Transportmenge zu. Nach SCHÄFER werden jährlich ca. 4,5 Mio. t Rundholz mit der Deutschen Bahn transportiert (STIEGLER 2005, S. 36). Die Anteile unterschiedlicher Sortimente sind nicht bekannt. Auffällig sind die Steigerungsraten beim Seeschiff. Besonders in den Jahren 2005 und 2006 profitierte es von den gestiegenen Schnittholzexporten nach Übersee (ZMP 2007b, S. 91). Dafür gab der Lkw in der Güterhauptgruppe Holz und Kork Anteile ab, während Eisenbahn und Binnenschiff

ihre Anteile halten konnten. Im Vergleich zur Abbildung IV-2 verfügen Lkw und Eisenbahn im Holztransport über ein ähnliches Gewicht wie im gesamten Verkehrsaufkommen. Das Binnenschiff verfügt über einen vergleichsweise geringeren Anteil und nimmt eine untergeordnete Bedeutung im Holztransport ein. Zwar besteht seitens der Wirtschaft zur Verkehrsverlagerung eine grundsätzliche Bereitschaft, aber die wirtschaftliche Attraktivität der Schifffahrt reicht nicht aus, um bestehende Logistikketten zu verändern (BMVBW 2001, S. 38).

Werden die Daten genauer analysiert und wird der Schwerpunkt der Betrachtungen auf das Sortiment Rundholz gelegt, das in den Gütergruppen „Papier- und anderes Faserholz“, „Grubenholz“ und „sonstiges Rohholz“ enthalten ist und somit einen Teil der Güterhauptgruppe Holz und Kork ausmacht, werden nach BORCHERDING (2007, S. 17 f.) Erfassungsprobleme deutlich: „Laut Kraffahrtbundesamt wurden im Jahr 2003 auf innerdeutschen Relationen und im Versand ins Ausland 24,9 Mio. Tonnen Rundholz per Lkw transportiert. [...] Gemäß Statistischem Jahrbuch (STATISTISCHES BUNDESAMT, verschiedene Jahrgänge) wurden im Jahr 2003 in Deutschland jedoch 51 Mio. Festmeter Rundholz geerntet, was nach Umrechnung mit baumartenspezifischen Umrechnungsfaktoren etwa 45,7 Mio. Tonnen Rohholz entspricht. [...] Für diese Differenz konnte auch das Kraffahrt-Bundesamt auf Nachfrage keine Erklärung anbieten. [...] Es ist gut vorstellbar, dass die befragten Unternehmen die im Fragebogen angegebene Zuladung im Vergleich zur tatsächlichen Zuladung erheblich reduzieren, da sie sonst einer offiziellen Stelle (Kraffahrt-Bundesamt bzw. Bundesamt für Güterverkehr) gegenüber einen Gesetzesbruch zugeben würden.“ Die Lücke vergrößert sich noch, wenn berücksichtigt wird, dass der tatsächliche Einschlag zwischen 1991 und 2002 im Durchschnitt um 8,6 Mio. m³ über den ausgewiesenen Daten der Holzeinschlagsstatistik lag (DIETER, ENGLERT 2005) und dieser Zustand auch 2003 anhielt. Trotz der Erfassungsprobleme verdeutlichen die vorliegenden Zahlen aus Tabelle IV-5 das Verhältnis zwischen den Verkehrsträgern. Der Lkw spielt eine herausragende Rolle.

IV.4.4.2 Transportkosten

Die Transportkosten haben einen spürbaren Anteil an den Rundholzkosten eines Verbrauchers. Allerdings liegen keine einheitlichen Übersichten zu Branchen und Sortimenten vor. Kundenbezogene Preise sind die Regel. Es ist aber grundsätzlich anzunehmen, dass die Transportkosten umso stärker ins Gewicht fallen, je geringwertiger das Transportgut ist. Wegen seines hohen Volumens im Verhältnis zum eigentlichen Wert einer Ladung wird Holz als geringwertig eingestuft und gilt deshalb als transportkostenempfindlich (BECKER ET AL. 2005, WIPPERMANN 1990). Nach BECKER werden die Rundholzkosten auf 60 % der Gesamtkosten der Holzindustrie beziffert. Von den Rundholzkosten entfallen wieder 30 % auf den Holztransport (HOELZEL 2002). Der Anteil der Rundholztransportkosten frei Werk an den Gesamtkosten der Sägeindustrie beläuft sich auf 8-10 % (KIENZLER ET AL. 2000).

Die realen Holztransportkosten mit dem Lkw haben sich in den letzten 30 Jahren deutlich verringert. Je nach Lkw-Typ liegen die Werte zwischen einem Drittel und der Hälfte (BORCHERDING 2007, S. 114). Die Transportkosten werden beim Rundholz durch viele Faktoren beeinflusst. BORCHERDING (2007, S. 63 ff.) teilt sie für den Lkw in Produktionsfaktoren und Rahmenbedingungen ein.

Tabelle IV-6: Einflussfaktoren auf Holztransportkosten

Produktionsfaktoren:	Rahmenbedingungen:
<ul style="list-style-type: none"> • Investitionskosten • Personalkosten • Treibstoffkosten 	<ul style="list-style-type: none"> • Zustand des Waldwegenetzes unter Berücksichtigung vorherrschender Witterungs- und Lichtverhältnisse • Transportdistanzen • rechtliche Rahmenbedingungen <ul style="list-style-type: none"> ○ zulässiges Gesamtgewicht ○ erlaubte Höchstgeschwindigkeit ○ Umweltstandards ○ steuer- und sozialrechtliche Vorschriften inklusive deren Kontrollintensität • Möglichkeit von Rückfrachten

Quelle: BORCHERDING (2007, S. 63 ff.)

Informationen über tatsächliche Transportkosten oder -preise liegen in der Literatur nur begrenzt vor.⁵⁰ Zusätzlich sind die Ergebnisse der Veröffentlichungen über die ermittelten Kosten und Preise wegen der unterschiedlichen Rahmenbedingungen nur bedingt vergleichbar.⁵¹ Deshalb ist es nicht verwunderlich, wenn die genauen Anteile der in Tabelle IV-6 genannten Einflussfaktoren auf die Transportkosten unbekannt sind. Jedoch sind die gesunkenen Holztransportkosten auf einen Rückgang der Kosten bei den Produktionsfaktoren, mit Ausnahme des Treibstoffs, zurückzuführen. Gleichzeitig trugen Produktivitätssteigerungen zu den Kostensenkungen bei (BORCHERDING 2007, S. 114).

BORCHERDING (2007, S. 55) staffelt die ermittelten Rundholztransportpreise für den Lkw nach den Distanzen 25, 50, 100 und 200 km in der Einheit Euro je Tonne lutro⁵².

⁵⁰ Eine allgemeine Übersicht zu unverbindlichen Kostensätzen für Gütertransporte auf der Straße gibt WILKEN (2006). WIESNER (2005, Anhang XV) veröffentlicht die Frachentabelle einer Holzspedition. Ferner publizierten LÜCKGE und WEBER (1997), LEINERT (1998), BODELSCHWINGH (2001), STIEGLER (2005), BORCHERDING (2007) Daten über Kosten bzw. Marktpreise des Holztransports. Sie entstammen aus Marktpreiserhebungen, Expertenbefragungen oder Berechnungen der Autoren.

⁵¹ Aufgrund der Erfassung und Aktualität der Daten von BORCHERDING (2007, S. 55), werden sie in dieser Arbeit für einen Überblick herangezogen.

⁵² Die Bezeichnung „lutro“ steht für lufttrocken. In dem betreffenden Material ist die Menge an Feuchtigkeit in Form von Wasser enthalten, die sich bei gegebener Temperatur und Luftfeuchtigkeit durch Austauschvorgänge zwischen Material und Luft einstellt. Dagegen steht der Begriff „atro“ für absolut trocken und beschreibt den Fall, dass im Holz kein Wasser mehr enthalten ist (TRÜBSWETTER 2003, S. 374).

Die Mittelwerte belaufen sich auf $6,04 \text{ €} / t_{\text{Lutro}}$ (25 km), $7,77 \text{ €} / t_{\text{Lutro}}$ (50 km), $11,07 \text{ €} / t_{\text{Lutro}}$ (100 km) und $16,33 \text{ €} / t_{\text{Lutro}}$ (200 km). Dabei wird mit zunehmender Distanz eine zunehmende Standardabweichung festgestellt, angefangen von $1,10 \text{ €} / t_{\text{Lutro}}$ (25 km) bis $3,25 \text{ €} / t_{\text{Lutro}}$ (200 km). BORCHERDING zieht daraus die Schlussfolgerung, dass Preisdifferenzierungen möglich seien und die Transportdienstleistungen kein homogenes Produkt darstellen.

Doch gerade solche Preise gestalten die wirtschaftliche Situation der Holztransportunternehmen schwierig. Als größte Probleme deutscher Holztransporteure werden nämlich zu niedrige Holztransportpreise, die unzureichende Weitergabe von Kostensteigerungen an die Kunden und die teilweise deutliche Überladung angesehen.⁵³ Als Ursachen werden die Preisvorgaben großer Kunden und die preisliche Unterbietung kleinerer Fuhrunternehmen angesehen (BORCHERDING 2007, S. 63). Während der im Rahmen gesetzlicher Vorgaben kalkulierte Preis aufgrund einer Expertenbefragung für einen Gliederzug im Jahr 2003 auf $11,80 \text{ €} / t_{\text{Lutro}}$ bei 100 km angesetzt wurde, belief sich der Marktpreis nach der Expertenbefragung auf $9,58 \text{ €} / t_{\text{Lutro}}$ bei 100 km.⁵⁴ Um den Marktpreis zu erreichen, werden z. T. deutlich mehr Stunden gearbeitet, als es vom Gesetzgeber erlaubt ist. Eine andere Möglichkeit besteht in der Überschreitung des zulässigen Gesamtgewichts, um den Erlös pro Fuhre zu erhöhen (BORCHERDING 2007, S. 60 ff.).

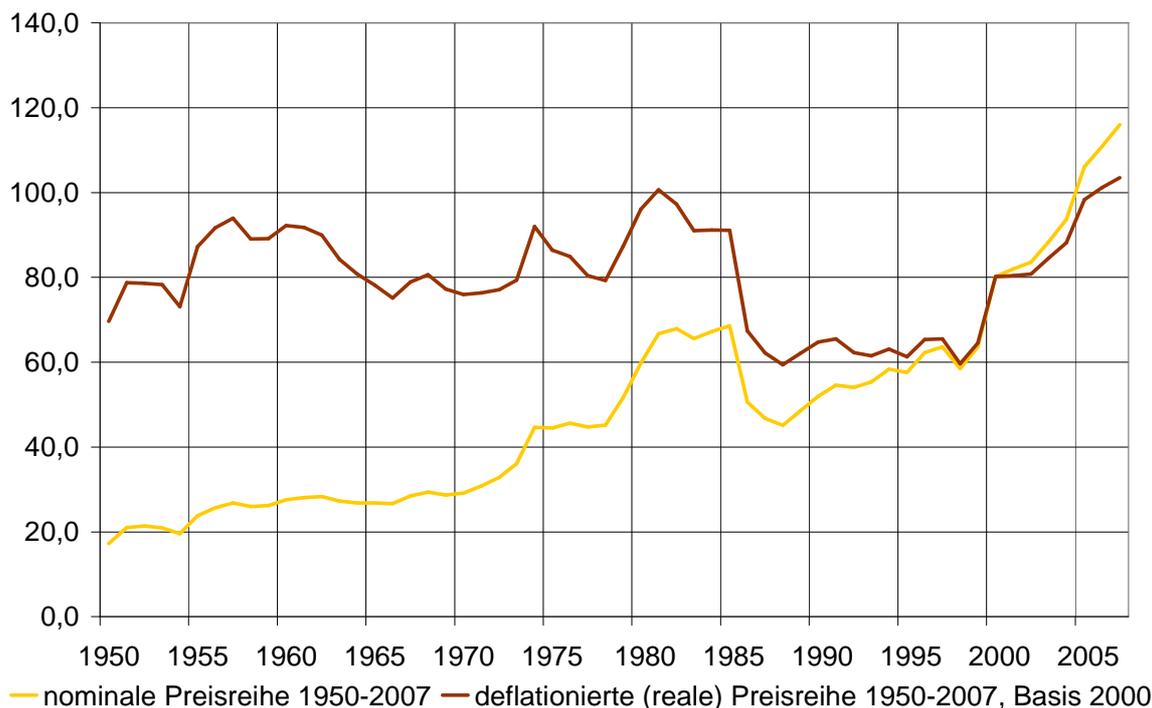
Beispiele für Kostensteigerungen sind die Maut auf Bundesautobahnen und einigen Bundesstraßen und die seit Ende der 1990er-Jahre stark gestiegenen Treibstoffpreise (s. Abbildung IV-21). Hauptursachen sind eine verstärkte Nachfrage nach Rohöl und steuerliche Belastungen wie z. B. durch die Energiesteuer (ehemals Mineralölsteuer), die Öko- und die Mehrwertsteuer. Um Kostensteigerungen zu begegnen, kann seitens der Holzverbraucher ein optimiertes Einkaufsverhalten durch regionale und entfernungsabhängige Analyse des Transportgeschehens die Transportkosten senken. Für große Verbraucher ist der Multimodale Verkehr ein interessanter Ansatzpunkt. Auch Rückfrachten können den Transport rentabler gestalten (BECKER ET AL. 2005).

⁵³ Der Holztransport hat sich in Deutschland in den vergangenen 30 Jahren in realen (inflationsbereinigten) Preisen deutlich verbilligt (BORCHERDING 2007, S. 57).

⁵⁴ Ein ähnliches Bild zeichnet sich auch bei Sattelauflegern (kalkulierter Preis: $14,33 \text{ €} / t_{\text{Lutro}}$ bei 100 km, Marktpreis: $11,46 \text{ €} / t_{\text{Lutro}}$ bei 100 km) und Langholz-Lkw (kalkulierter Preis: $14,19 \text{ €} / t_{\text{Lutro}}$ bei 100 km, Marktpreis: $11,15 \text{ €} / t_{\text{Lutro}}$ bei 100 km) im Jahr 2003 ab (BORCHERDING 2007, S. 63).

Abbildung IV-21: Entwicklung der durchschnittlichen Dieselpreise 1950-2007

[Cent/Liter]



Quelle: ADAC (2008), STATISTISCHES BUNDESAMT (2008), eigene Darstellung

Beim Multimodalen Verkehr kommt für viele größere, Holz verarbeitende Betriebe in erster Linie die Eisenbahn in Betracht. Von bestehenden Tarifen (WIESNER 2005, Anhang XVI, NIETEN 2002) wird in der Regel abgewichen, da die Preisgestaltung nach SCHÄFER Verhandlungssache ist (BORCHERDING 2006, S. 117).

Tabelle IV-7: Einflussfaktoren auf Transportkosten bei der Eisenbahn

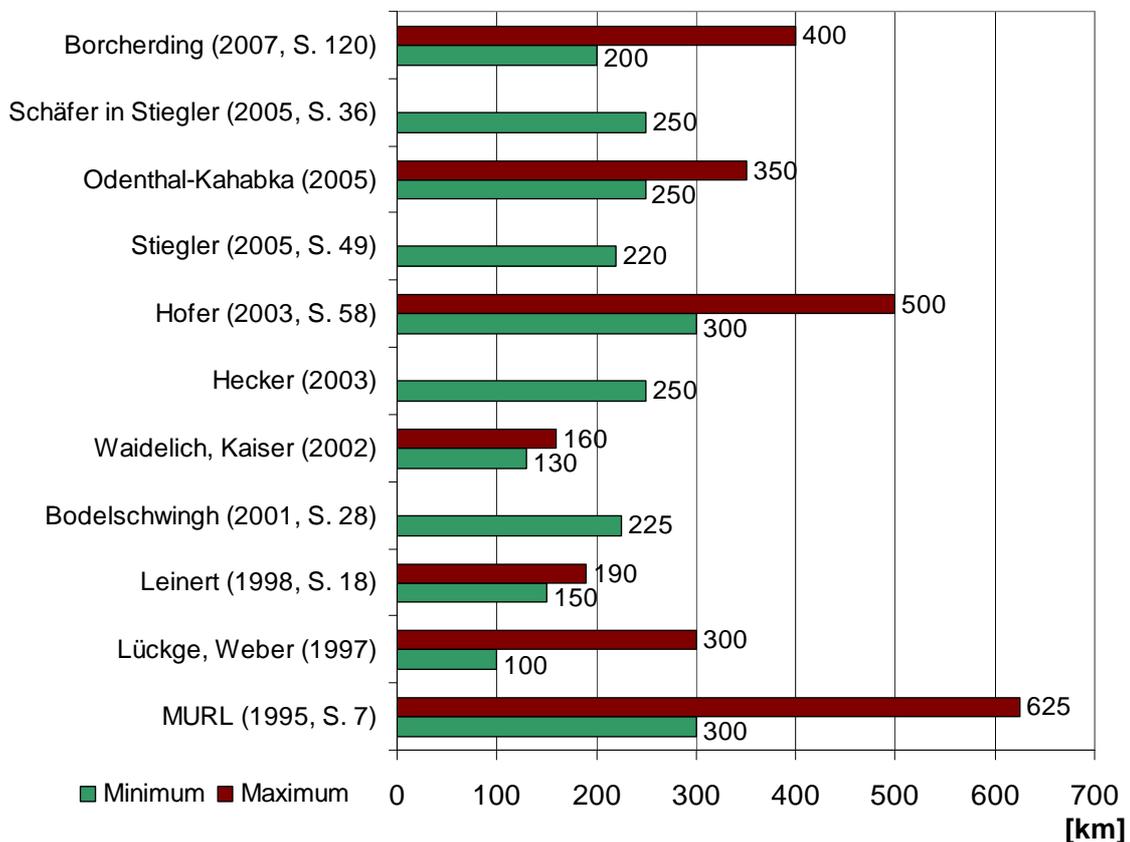
- Produktionskosten (z. B. Personal, Rangierhäufigkeit, Ladestraße, Verwaltung)
- Güterwagengattung
- Trassenart
- Streckenklasse der zu befahrenden Strecke
- Transportentfernung
- Transportdauer
- Transportgewicht
- Wettbewerb mit anderen Verkehrsträgern
- konkurrierende Eisenbahnverkehrsunternehmen
- Warenwettbewerb aus anderen Regionen und Ländern
- Qualität und Volumen der Geschäftskontakte
- Dauer der Kundenbeziehungen

Quelle: BORCHERDING (2007, S. 117), STIEGLER (2005, S. 48), WIESNER (2005, S. 63 ff.)

Zusätzliche Kosten entstehen durch den Lkw-Vorlauf. Ein Lkw-Nachlauf muss nicht immer durchgeführt werden, da viele Großbetriebe der Holzindustrie über einen eigenen Gleisanschluss verfügen.

Angaben über Entfernungen, ab denen der Eisenbahn- dem Lkw-Transport vorzuziehen sei, schwanken z. T. erheblich. Sie reichen von 100 km bis zu 625 km. Der Hauptgrund für diese erheblichen Schwankungen liegt in den unterschiedlichen Annahmen, die aber nicht immer veröffentlicht wurden, so dass ein Vergleich nur eingeschränkt möglich ist. Die Annahmen befassen sich generell mit dem möglichen Lkw-Vor- und Nachlauf in unterschiedlichen Distanzen. Teilweise wird nur der reine Eisenbahntransport betrachtet. Auch variieren die zum Vergleich herangezogenen Lkw-Typen (z. B. Kurzholzzug und Trailer). In den älteren Veröffentlichungen sind naturgemäß jüngere Entwicklungen nicht enthalten wie z. B. die gestiegenen Spritpreise oder Mautgebühren.

Abbildung IV-22: Wirtschaftliche Übergangsentfernungen: Lkw – Eisenbahn



Quelle: eigene Darstellung

Für die Binnenschifffahrt liegen fast keine Preisinformationen vor. Dort werden in einer Quelle die Kosten des Holztransports auf etwa 19 €/Fm für eine Distanz von 500 km veranschlagt. Darin enthalten sind auch Vorracht und Umschlag (ERB 2004, S. 301). Die Angaben, ab welcher Entfernung das Binnenschiff den anderen Verkehrsträgern beim Holztransport aus ökonomischer Sicht vorzuziehen sei, streuen noch stärker als bei der Eisenbahn. Die Distanzangaben beginnen nach JOPPA bei 200 km (KRAUHAUSEN 2003). Aber auch Entfernungen von mehr als 300 km (VORHER

2000, STIEGLER 2005, S. 50), 500 km (ODENTHAL-KAHABKA 2005) und sogar 1.000 km (MURL 1995, S. 7) werden genannt. Auch hier ist eine unmittelbare Vergleichbarkeit nicht gegeben. So wird beispielsweise bei der letztgenannten Entfernungsangabe in der Berechnung davon ausgegangen, dass neben dem Beladen und Löschen der Lkw-Vorlauf 130 km und der Transport ins Werk nochmals 30 km beträgt.

IV.4.4.3 Transportentfernungen

Ähnlich wie bei den Transportkosten gibt es über Transportentfernungen nur wenige Informationen. Grundsätzlich gilt, dass die Rundholznachfrage der Holzindustrie mit zunehmender Transportdistanz abnimmt (SCHWAB ET AL. 2005). Allerdings steigen durch Kapazitätserweiterungen und räumliche Konzentration der Holzindustrie die Transportdistanzen in der Holz verarbeitenden Industrie (BECKER ET AL. 2005). Durch die noch große Anzahl kleinerer und mittlerer Sägewerke wird Sägerundholz im Durchschnitt über relativ kurze Entfernungen bewegt. Aber auch der Preis des Rundholzes hat Einfluss auf die Transportentfernungen. Je höher der Marktwert des Holzes, desto lohnender ist der Transport über weite Distanzen. Ein Beispiel ist der Transport in entfernte Gebiete nach einem Sturm, in denen der Marktpreis nicht gesunken ist (HOFER ET AL. 2003, S. 11)

Nach WEGENER ET AL. (2004, S. 21 f.) beträgt die mittlere Entfernung für Rundholztransporte bei Lkw 140 km, Eisenbahn 270 km und Schiff 348 km, wobei Laubholz über größere Entfernungen transportiert wird als Nadelholz. Die mittlere Transportentfernung vom Wald zum Sägewerk wird in der Studie mit 144 km angegeben. Andere Untersuchungen führen unter Beachtung unterschiedlicher Methoden zu folgenden Ergebnissen: als durchschnittliche Transportentfernungen werden für Sägeholz 100 km (BECKER ET AL. 2005), 82 km (BODELSCHWINGH 2001, S. 47), 63 km für Sägewerke über 80.000 Fm Einschnitt und 60 km für Sägewerke unter 80.000 Fm Einschnitt (KIENZLER ET AL. 2000) sowie 50 km (HASCH 2002, S. 124) angegeben.

IV.5 Zusammenfassung

Der Begriff Logistik kann in unterschiedlicher Weise gebraucht werden. In dieser Arbeit wird die flussorientierte Betrachtungsweise verwendet, wonach ein Empfangspunkt gemäß seines Bedarfs von einem Lieferpunkt aus mit dem richtigen Produkt (in Menge und Sorte), im richtigen Zustand, zur richtigen Zeit, am richtigen Ort (vier „r“), zu den dafür minimalen Kosten versorgt wird. Logistik hat sich in der Wirtschaft zu einem unentbehrlichen Bestandteil entwickelt und bildet weltweite Netzwerke. War einst die Logistik Bestandteil von Unternehmen, so sind heute die Unternehmen Bestandteil der Logistik. Auch in der Holzwirtschaft steigen die logistischen Anforderungen, um auf die immer neu auftretenden Herausforderungen reagieren zu können. So sind besonders auf dem Sektor des Informationsflusses verschiedene Entwicklungen zu beobachten: die Schaffung einer standardisierten Datenschnittstelle (ELDAT) und die Entwicklungen auf dem Feld der Transpondertechnologie ermögli-

chen es den Unternehmen, den Informationsfluss zu vereinfachen und zu beschleunigen. Mit der Festlegung eines Standards zur Klassifizierung von Waldwegen (GeoDat) wurde zusätzlich die Grundlage für bundesweit einheitliche Forstkarten mit einem exakt definierten Waldwegenetz geschaffen. Genau diese bundesweit einheitlichen Forstkarten befinden sich unter Leitung der NavLog GmbH in der Entwicklung und sollen in digitaler Form der Forst- und Holzwirtschaft zur Verfügung gestellt werden.

Aber auch der eigentliche Transport entwickelt sich weiter. So konnte eine Einigung bei der Transportsicherheit zum Thema quer verladenes Rundholz erzielt werden. Die Debatte über das zulässige Gesamtgewicht hält weiter an. Die Einführung der Maut verteuerte den Transport mit dem Lkw. Ebenso stiegen die Kosten für Diesel in erheblichem Umfang. Trotzdem bleibt der Straßengüterverkehr mit über 80 % der transportierten Mengen das dominierende Verkehrssystem in der Holzwirtschaft. Die Ursache liegt in der üblicherweise mittleren Transportentfernung für Rundholz, die den Multimodale Verkehr aufgrund des durchzuführenden Umschlags zwischen den Verkehrsträgern zu teuer werden lässt. Einzig für Großabnehmer mit entsprechenden Rundholzbeschaffungsradien ist der Multimodale Verkehr von Interesse. Aber auch sie müssen die z. T. umfangreichen Logistikketten (s. Abbildungen IV–6, IV–7 und IV–14) mit ihren Umschlagmöglichkeiten (s. Schwerpunkte EIU, Gleisanschlüsse und Häfen) meistern. Erschwerend kommt für solche Rundholzverbraucher hinzu, dass insbesondere die Deutsche Bahn AG ihr Angebot in der Fläche durch eine Reduzierung von Holzverladebahnhöfen verringert hat. Gleichzeitig konzentriert sie sich auf Gleisanschlüsse von großen Geschäftspartnern mit regelmäßigem Transportaufkommen. Der Transport von Rundholz unter Einbeziehung der Schifffahrt führt heute ein Schattendasein. Nur vereinzelte Unternehmen der Holzwirtschaft greifen darauf zurück.

Der Lkw wird weiter die dominierende Stellung im Nahverkehr einnehmen, sowohl in der Holzwirtschaft, als auch in anderen Wirtschaftszweigen. Im Zuge der Globalisierung wird aber nach LIPPSTREU (PIRSON 2008b) die Bedeutung des Schienenverkehrs branchenübergreifend weiter zunehmen. Das Binnenschiff wird bei Transporten über große Entfernungen in Zukunft an Bedeutung gewinnen. Dass die Logistik auch unter Einbeziehung mehrerer Verkehrsträger funktioniert, wird immer wieder nach Sturmereignissen (z. B. Kyrill) deutlich.

V. Methodische Grundlagen

In den Kapiteln II bis IV wurden die Themenfelder Verwendung, Aufkommen und Logistik vorgestellt. In diesem Kapitel werden nach einem Abschnitt über Begriffsdefinitionen die Kernidee des regionalen Verteilungsmodells und die sie begleitenden, grundsätzlichen Annahmen und Methoden beschrieben.

V.1 Begriffe

Mit einem Modell wird ein reales Objekt auf seine wesentlichen Merkmale reduziert, ohne dabei den Verlust grundsätzlicher Eigenschaften in Kauf zu nehmen. Das Wort „Objekt“ lässt sich auch durch den Begriff „System“ ersetzen. Ein System erfüllt eine Funktion, hat also einen bestimmten Zweck. Um diesen Zweck erfüllen zu können, besteht ein System aus Systemelementen, die miteinander in Beziehung stehen und somit die Systemstruktur bilden. Werden grundlegende Elemente und damit verbundene Beziehungen aus dieser Struktur entfernt, kann das System nicht mehr existieren und wird zerstört (BOSSEL 2004, S. 35).⁵⁵

Das System wird also von der Wirklichkeit auf eine gedankliche, abstrakte Ebene überführt. Natürlich wäre es am einfachsten und am genauesten, wenn das zu analysierende System unter verschiedenen Bedingungen in der Realität beobachtet werden könnte. Jedoch ist dieses Vorgehen bei vielen Untersuchungsgegenständen aus Zeit- oder Kostengründen nicht möglich (BOSSEL 2004, S. 50). Deshalb wird das System als vereinfachtes Abbild der Wirklichkeit in einem Modell dargestellt (DOMSCHKE 1995, S. 34).

Die Vorteile eines Modells sind recht vielfältig. Am Original müssen keine Experimente durchgeführt werden, wodurch es nicht gefährdet wird. Die Ergebnisse liegen schnell vor. Es können alternative Entwicklungen überprüft werden. Beim Einsatz von Computermodellen sind die Kosten verhältnismäßig niedrig, da kein Materialaufwand entsteht. Der Nachteil eines Modells besteht generell in der Unsicherheit, ob es das Systemverhalten richtig wiedergibt (BOSSEL 2004, S. 50).

Deshalb bieten Szenarien eine Anwendungsmöglichkeit für Modelle. Mithilfe von Szenarien werden Entwicklungen abgeschätzt, bei denen nicht alle Eingangsgrößen oder deren Wirkungszusammenhänge in ausreichendem Maße bekannt sind (BOSSEL 2004, S. 262). In dieser Arbeit wird der Begriff „Szenario“ deshalb als Ergebnis eines Modells verstanden, welches in seiner Struktur nicht verändert wird, bei

⁵⁵ Beispielsweise ist ein Stuhl ein System. Er verfügt über einen Systemzweck (Sitzen mit der Möglichkeit sich anzulehnen) und eine Systemstruktur (Gesamtheit der Elemente Sitzplatte, Stuhlbeine, Rückenlehne), deren Elemente über gegenseitige Wirkungsbeziehungen verfügen. Wird eines dieser Elemente entfernt, wird das System Stuhl zerstört (BOSSEL 2004, S. 35). Wird die Lehne entfernt, kann man zwar noch sitzen, allerdings handelt es sich dann nicht mehr um einen Stuhl, sondern um einen Hocker.

dem jedoch die Eingangsparameter variiert werden. In Abhängigkeit der Wirkungsbeziehungen im Modell resultieren auf diese Weise unterschiedliche Ergebnisse.

V.2 Problembeschreibung

Der nachwachsende Rohstoff Holz wird in Zukunft aufgrund seiner vielseitigen Verwendungsmöglichkeiten sowohl regional als auch international weiterhin an Bedeutung gewinnen. Um die Nachhaltigkeit dieser Ressource bei steigender Nachfrage zu gewährleisten, ist das detaillierte Wissen über die regionale Verfügbarkeit und Verwendung unerlässlich.

Das entwickelte Modell dieser Arbeit hat die Darstellung der regionalen Aufkommens- und Verwendungsstruktur von Nadelstammholz in Deutschland zum Ziel. Grundsätzlich kann das Modell aber auch für die Berechnung anderer Sortimente (z. B. Laubstammholz, Industrieholz) eingesetzt werden.

In unterschiedlichen Szenarien wird für Nadelstammholz der regionale Ausgleich von Aufkommen und Verwendung unter Berücksichtigung der logistischen Infrastruktur und der Außenhandelsströme beschrieben. Ein besonderer Schwerpunkt liegt dabei auf den Einzugsbereichen der Anbieter und Nachfrager⁵⁶ sowie den dabei eingesetzten Hauptverkehrsträgern.

Das Modell stützt sich verwendungsseitig auf Daten von SÖRGEL, MANTAU (2005), SÖRGEL ET AL. (2006) und dem STATISTISCHES BUNDESAMT (2006b). Aufkommensseitig liefert das BMELV (2004c) Datenmaterial in Form von Ergebnissen aus der WEHAM. Der Datenpool wird durch selbst recherchierte und erhobene Informationen über die logistische Infrastruktur abgerundet.⁵⁷

V.3 Kernidee

Der hier vorgestellte Modellansatz verteilt das Aufkommen (Nadelstammholz) auf die Verwendung (Sägewerke). Die Verteilung erfolgt in Abhängigkeit von der Entfernung und den bekannten Transportmöglichkeiten zwischen Anbietern und Nachfragern⁵⁸.

Jedes Gebiet⁵⁹ kann entweder als Anbieter oder als Nachfrager auftreten. Um den jeweiligen Status zu klären, wird in einem ersten Schritt für den Entfernungsradius

⁵⁶ Die Begriffe „Anbieterin“ und „Angebot“ bzw. „Nachfragerin“ und „Nachfrage“ werden in der weiteren Betrachtung der Einfachheit halber als Synonyme der Aufkommenseite bzw. der Verwendungsseite gewählt, obwohl keine marktnahen Sortimente verteilt werden (s. Abschnitt III.5). Das Modell der regionalen Rohstoffverteilung ist kein herkömmliches Marktmodell, sondern beschreibt die regionale Verteilung anhand von Entfernungen und logistischen Einrichtungen.

⁵⁷ Über die genaue Aufbereitung der Daten gibt Kapitel VI Auskunft.

⁵⁸ Anbieter und Nachfrager sind in diesem Modell Raumordnungsregionen (s. Abschnitt X.5), in denen alle Daten punktförmig im Zentrum der Verwaltungseinheit konzentriert sind (s. Abschnitt V.4).

⁵⁹ Der Begriff „Gebiet“ bezeichnet im geografischen Sinn eine Fläche, die von Grenzen vollständig umschlossen ist (LUTUM + TAPPERT DV BERATUNG GMBH 2004, S. 33).

0 km innerhalb jeder Raumordnungsregion die verwendete Menge vom vorhandenen Aufkommen abgezogen.⁶⁰ Das Ergebnis dieser Subtraktion bestimmt die weiteren Aktionen jeder Raumordnungsregion.⁶¹ Eine anbietende Region stellt dann in einem zweiten Schritt ihr Aufkommen den in einem erweiterten Einzugsbereich (50 km) liegenden und gleichzeitig nachfragenden Raumordnungsregionen zur Verfügung. Wenn im umgekehrten Fall die Raumordnungsregion als Nachfragerin auftritt, fragt sie innerhalb ihres neu festgelegten Einzugsbereichs (50 km) bei allen dort anbietenden Raumordnungsregionen nach.

Nun muss die Frage geklärt werden, wie viel Nadelstammholz die einzelnen Anbieterinnen verlässt und welche Mengen davon die einzelnen Nachfragerinnen erhalten.⁶² Es ist nämlich möglich, dass eine Anbieterin ihr Aufkommen gleich zwei oder mehr Nachfragerinnen in Aussicht stellt und genauso eine Nachfragerin mit ihrer bislang nicht gedeckten Menge bei mehreren Anbieterinnen im betreffenden Einzugsbereich nachfragt.

Die eigentliche Kernidee der Verteilung innerhalb des erarbeiteten Modells besteht darin, dass das Aufkommen eines Gebiets so aufgeteilt wird, dass jedes nachfragende Gebiet die Menge in Aussicht gestellt bekommt, die seinem Gewicht an der aufsummierten Menge aller nachfragenden Gebiete bezüglich des anbietenden Gebiets entspricht.⁶³

Die Anbieterinnen kennen auf diese Weise die sie betreffende, gesamte Nachfrage. In einer Angebotsmatrix⁶⁴ werden die Anbieterinnen den Nachfragerinnen gegenübergestellt. Dadurch ist in diesem Stadium der Berechnungen bekannt, welches Aufkommen den Nachfragerinnen aus welchen anbietenden Raumordnungsregionen in Aussicht gestellt wird.

Durch diese Art der Verteilung wird einerseits sichergestellt, dass nicht mehr verteilt wird, als im bestehenden Aufkommen einer Raumordnungsregion vorhanden ist. Andererseits wird mit diesem Vorgehen großen Nachfragerinnen ein mengenmäßig entsprechend großer Teil des möglichen Aufkommens zur Auswahl gestellt. Raum-

⁶⁰ Bei 0 km betrachtet sich jede Raumordnungsregion selber, da definitionsgemäß nur ihr eigenes Zentrum im Einzugsbereich liegt.

⁶¹ Sollte das Ergebnis Null sein, existieren dann in der Folge weder Aufkommen noch Verwendung und die Raumordnungsregion wird in den weiteren Berechnungen nicht weiter berücksichtigt.

⁶² In der Literatur wird dieses Problem auch als Netzwerkkonstruktionsproblem beschrieben, bei dem die Frage im Mittelpunkt steht, wie mehrere Quellen (Anbieter) über Umschlagpunkte mehrere Senken (Nachfrager) optimal und zu geringsten Kosten versorgen können (DOMSCHKE 1995, S. 50).

⁶³ Beispiel 1 (Aufkommen \geq Verwendung): Anbieter A stellt zwei Nachfragern N_1 und N_2 1.500 m³ zur Verfügung. N_1 fragt 400 m³ nach, während es bei N_2 800 m³ sind. Die Nachfrager bekommen ihre jeweilige Maximalmenge vom Angebot in Aussicht gestellt.

Beispiel 2 (Aufkommen < Verwendung): Anbieter A stellt zwei Nachfragern N_1 und N_2 900 m³ zur Verfügung. N_1 fragt 400 m³ nach, während es bei N_2 800 m³ sind. Die gesamte Nachfragemenge beträgt 1.200 m³ und übersteigt die angebotene Menge. Das Verhältnis zwischen N_1 und N_2 ist $\frac{1}{3}$ zu $\frac{2}{3}$. Von der angebotenen Menge bekommen deshalb N_1 300 m³ und N_2 600 m³ in Aussicht gestellt.

⁶⁴ Mit dem Begriff „Matrix“ ist in dieser Arbeit ein rechteckiges Zahlenschema gemeint, das zusammengehörige Einzelfaktoren darstellt (DROSDOWSKI ET AL. 1990, S. 486).

ordnungsregionen mit einem kleineren Nachfragegewicht werden bei dieser Verteilung nicht vernachlässigt.

Aus der Angebotsmatrix treffen die Nachfragerinnen dann unter besonderer Berücksichtigung der Logistik ihre verbindliche Auswahl. Mithilfe von Logistikdaten werden Logistikvariablen erzeugt und in einer Logistikmatrix abgelegt. Die Logistikvariable bewertet im Modell die Verbindungsqualität zwischen Nachfragerinnen und Anbieterinnen.

Die nachfragenden Gebiete werden die angebotenen Mengen aus den Gebieten abrufen, zu denen die besten Verbindungen gemäß der Logistikvariablen in der Logistikmatrix bestehen.

Auf diese Weise wird nicht automatisch jedes Angebot angenommen, sondern für jede Nachfragerin nur das mit der höchsten Logistikqualität. Bei der Nachfragerin wird dann die bezogene Menge von der bislang ausgewiesenen Verwendung abgezogen. Vergleichbares geschieht bei der Anbieterin mit den abgegebenen Mengen. Diese Verteilungsvorgänge wiederholen sich, bis es innerhalb des aktuell berechneten Entfernungsradius' entweder nur noch Anbieterinnen oder Nachfragerinnen gibt. Tritt dieser Fall ein, wird der Einzugsbereich für alle anbietenden und nachfragenden Raumordnungsregionen um einen Entfernungsradius erweitert. Die Einzugsbereiche werden neben den bereits bekannten Radien von 0 und 50 km in neun weitere Radien eingeteilt: 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 500 und 1.000 km.⁶⁵

Die bereits beschriebenen iterativen⁶⁶ Berechnungen zur Aufkommensverteilung wiederholen sich in allen folgenden Entfernungsradien. Grundsätzlich werden nach jedem Entfernungsradius die Zwischenstände bezüglich des verbliebenen Aufkommens und der verbliebenen Verwendung gespeichert. Somit kann die Entwicklung von Aufkommen und Verwendung in Abhängigkeit der Entfernung nachvollzogen werden. Mit Abschluss der Berechnung des Entfernungsradius' von 1.000 km, womit ganz Deutschland abgedeckt ist, wird das Modell angehalten und die Ergebnisse der Verteilungsvorgänge abschließend gespeichert. Entweder gibt es dann über alle Raumordnungsregionen nur noch Anbieterinnen oder Nachfragerinnen. Wenn es anbietende Raumordnungsregionen gibt, weist das Modell in Deutschland eine Potenzialreserve im Sortiment Nadelstammholz aus. Verbleiben im Modell nach dem Ende der Berechnungen nachfragende Raumordnungsregionen, so übertrifft in Deutschland die Verwendung das Aufkommen und es herrscht in den betroffenen Raumordnungsregionen Knappheit.

Die Kernidee besteht also darin, dass innerhalb vorgegebener Entfernungen Gebiete in Abhängigkeit der um sie herum existierenden Mengenforderungen ihre vorhande-

⁶⁵ Die Entfernungsangaben sind so zu interpretieren, dass die Zahl des genannten Entfernungsradius' die Obergrenze darstellt. Bei allen Entfernungsradien größer 0 km (für Entfernungsradius 0 km s. Fußnote 60), z. B. 150 km, fallen sämtliche Raumordnungsregionen in den Einzugsbereich der betrachteten Raumordnungsregion, deren Zentren in einer Entfernung von mehr als (>) 100 km bis zu einschließlich (\leq) 150 km liegen.

⁶⁶ „Iterativ“ bedeutet die schrittweise und zielgerichtete Annäherung an die exakte Lösung eines Rechenproblems (DROSDOWSKI ET AL. 1990, S. 370).

nen Aufkommensmengen zur Verfügung stellen. Es entsteht für alle nachfragenden Gebiete eine Angebotstabelle, aus der die Nachfragerinnen dann unter besonderer Berücksichtigung der Logistik ihre Auswahl treffen.⁶⁷

V.4 Grundlegende Annahmen und Methoden

Für die Umsetzung der Kernidee müssen grundlegende Annahmen getroffen werden. Sie werden in diesem Abschnitt beschrieben. Weitere Modellannahmen, die nicht von elementarer Bedeutung sind, werden im Kapitel VI erläutert.

Das betrachtete System umfasst das deutsche Staatsgebiet und seine Untergliederung in Bundesländer, Regierungsbezirke, Raumordnungsregionen, Land- und Stadtkreise mit Stand vom 31.12.2004.

Um die Verteilung durchführen zu können, werden alle Variablen einer Raumordnungsregion, die im Modell zur Berechnung herangezogen werden, in ihrem geografischen Zentrum konzentriert (NOON ET AL. 2002, S. 82). Somit können alle Werte eindeutig zugeordnet werden. Die geografischen Zentren wurden mithilfe des Kartografieprogramms EasyMap Version 8.0 (LUTUM + TAPPERT DV BERATUNG GMBH 2005) festgelegt. Da durch ein solches Zentrum nur selten ein Verkehrsweg führt, wurde für jede Raumordnungsregion in einem Atlas (ADAC 2002) per Luftlinie die fehlende Entfernung zum nächsten Verkehrsweg vermessen (NOON ET AL. 2002, S. 82).

Für den Transport gelten keine kapazitiven Beschränkungen. Es steht genügend Frachtraum für jeden Transport zur Verfügung (DOMSCHKE 1995, S. 54). Es gilt ferner die Annahme, dass der Transport zwischen zwei Raumordnungsregionen mit einem Hauptverkehrsträger durchgeführt wird. Die beispielsweise in der Realität für den Eisenbahntransport benötigten Lkw-Vorläufe werden nicht gesondert modelliert und werden als Teil des Eisenbahntransports aufgefasst. Gleiches gilt für Vor- und Nachlauf beim Schifftransport. Diese Entscheidung ist durch die Konzentration aller Variablen im geografischen Zentrum begründet, wodurch ein Vor- oder Nachlauf im Modell nicht nötig wird. Um aber der Realität gerecht zu werden, findet die Qualität von Umschlagmöglichkeiten in Abschnitt VI.1.3.5 Berücksichtigung.

Eine weitere entscheidende Annahme besteht darin, dass die Nachfrage sukzessiv ausgedehnt wird. Dies geschieht gestaffelt nach Entfernungsradien (GIERL 1995, S. 666 f.). Der dahinter stehende Gedanke ist, dass die Transportkosten mit zunehmender Entfernung steigen (BORCHERDING 2007, S. 55 ff., STIEGLER 2005, S. 33, 49). Dadurch werden die nahe liegenden Angebote zuerst abgefragt und Sprünge in größere Entfernungen unterbunden. Zwar sind durch die Annahme der linear steigenden Transportkosten über eine zunehmende Entfernung indirekt Kosten enthalten, jedoch

⁶⁷ Ein weiteres Modell, das sich mit Knappheitsproblemen beschäftigt, stammt von MANTAU (2007). Nähere Erläuterungen finden sich in Kapitel VIII.

werden im Modell ansonsten keine Kosten für Rohstoffe oder Transporte berücksichtigt.⁶⁸

Mehr eine Methode als eine Annahme ist die so genannte Standardisierung. Sie wird besonders im Abschnitt VI.1.3 eingesetzt. Ihr Ziel ist es, beliebige Werte auf Werte zwischen 0 und 1 umzurechnen, um diese Variablen miteinander vergleichen und anschließend gewichten zu können. Die Standardisierung wird wie folgt erreicht:

$$1 - \frac{(x - \text{Min})}{(\text{Max} - \text{Min})}$$

In der Folge ist der niedrigste Wert 0 und das Maximum der Wert 1.

⁶⁸ Bedingt durch eine unzureichende Datenlage auf regionaler Ebene, wurde auf die Verwendung einer Preisvariablen im Modell verzichtet. Zur Begründung wird für die Transportkosten auf Kapitel IV.4.4.2 und für die Rohstoffkosten auf Kapitel III (Fußnote 10) verwiesen.

VI. Modell zur regionalen Rohstoffverteilung

In diesem Kapitel wird einleitend die Entwicklung der Datensätze gezeigt, bevor detaillierter auf die Kernidee aus Kapitel V eingegangen wird. Dies geschieht insbesondere im Hinblick auf die Struktur des Modells und seine einzelnen Bestandteile.

VI.1 Datenbearbeitung bis zur Modelltauglichkeit

In diesem Abschnitt werden alle im Modell verwendeten Daten hergeleitet. Um die gewünschten Szenarien durch das Modell berechnen zu lassen, mussten bei der Erstellung der Datensätze für die unterschiedlichen Szenarien im Vorwege Annahmen getroffen werden. Dieser Abschnitt dient dazu, die zur Verfügung stehenden Daten vorzustellen und deren Entwicklung unter Berücksichtigung der gemachten Annahmen bis zur Modelltauglichkeit nachzuvollziehen.

VI.1.1 Verwendung

Für die Berechnung des in Abschnitt VI.2 beschriebenen Modells werden die Daten verwendungsseitig auf Ebene der Raumordnungsregionen zusammengefasst.⁶⁹ Die Verwendungsseite umfasst den Nadelstammholzeinschnitt des Jahres 2005 gemäß der Stichprobenerhebung von SÖRGEL ET AL. (2006), die ihrerseits auf der Vollerhebung des Jahres 2004 (SÖRGEL, MANTAU 2005) basiert (s. Abschnitt II.1). Dabei kann nicht zwischen einzelnen Holzarten unterschieden werden, da bislang grundsätzlich bei der Erhebung des Einschnitts nur zwischen Laub- und Nadelholz unterschieden wurde.

Die Grenzen Deutschlands bilden die Systemgrenze. Mit der umgebenden Welt ist das Modell über Außenhandelsströme verbunden. Der Außenhandel mit sägefähigem Nadelstammholz findet verwendungsseitig als Importüberschuss Berücksichtigung. Bei dieser Vorgehensweise wird von der Annahme ausgegangen, dass große Nachfrager auch die größten Importe auf sich vereinigen. Ein Beleg für diese Annahme ist ein großes Sägewerk in Wismar, das seit seiner Gründung Ende der 1990er-Jahre den benötigten Rohstoff vorwiegend aus Anrainerstaaten der Ostsee bezieht (PIRSON 1999). Vor dem Modellstart wird auf Bundeslandebene der Saldo aus Im- und Export gebildet.⁷⁰ Ist der Import mengenmäßig größer als der Export, wird von der Verwendung in jeder zum betreffenden Bundesland gehörigen Raumordnungsregion der ihr zustehende positive Saldo (Importüberschuss) abgezogen

⁶⁹ Durch die Aggregation der ursprünglich standortbezogenen Einschnittdaten auf Ebene der Raumordnungsregionen kann die zugesicherte Anonymität des einzelnen Standorts gewährleistet und von der betrieblichen auf die volkswirtschaftliche Sichtweise gewechselt werden.

⁷⁰ Die vom STATISTISCHEN BUNDESAMT (2006b) zur Verfügung gestellten Daten waren nicht in einer höheren Auflösung (z. B. Regierungsbezirke) erhältlich.

(s. Tabelle VI-1). Die Verwendung wird in Höhe der Importe verringert. Für die Raumordnungsregionen errechnen sich die Importmengen aus dem Nachfragegewicht, die eine Raumordnungsregion an der Gesamtnachfrage ihres Bundeslands hat.⁷¹ Bei einem Exportüberschuss wird der negative Saldo beim Aufkommen verrechnet (s. Abschnitt VI.1.2, S. 104). Durch dieses Vorgehen wird sichergestellt, dass vor den Modellberechnungen der Außenhandel als Quelle oder Senke berücksichtigt und die eigentliche Modellstruktur nicht verkompliziert wird. Die Daten für den Außenhandel stammen vom STATISTISCHES BUNDESAMT (2006b). Bei den Import- aber auch bei den Exportdaten ist zu berücksichtigen, dass sich die Außenhandelsströme von Jahr zu Jahr stark verändern können. Für die Außenhandelsdaten wurde das Jahr 2005 gewählt, damit sie mit den Einschnittdaten übereinstimmen.⁷²

Tabelle VI-1: Inländischer Nadelstammholzeinschnitt (2005) abzüglich Importe

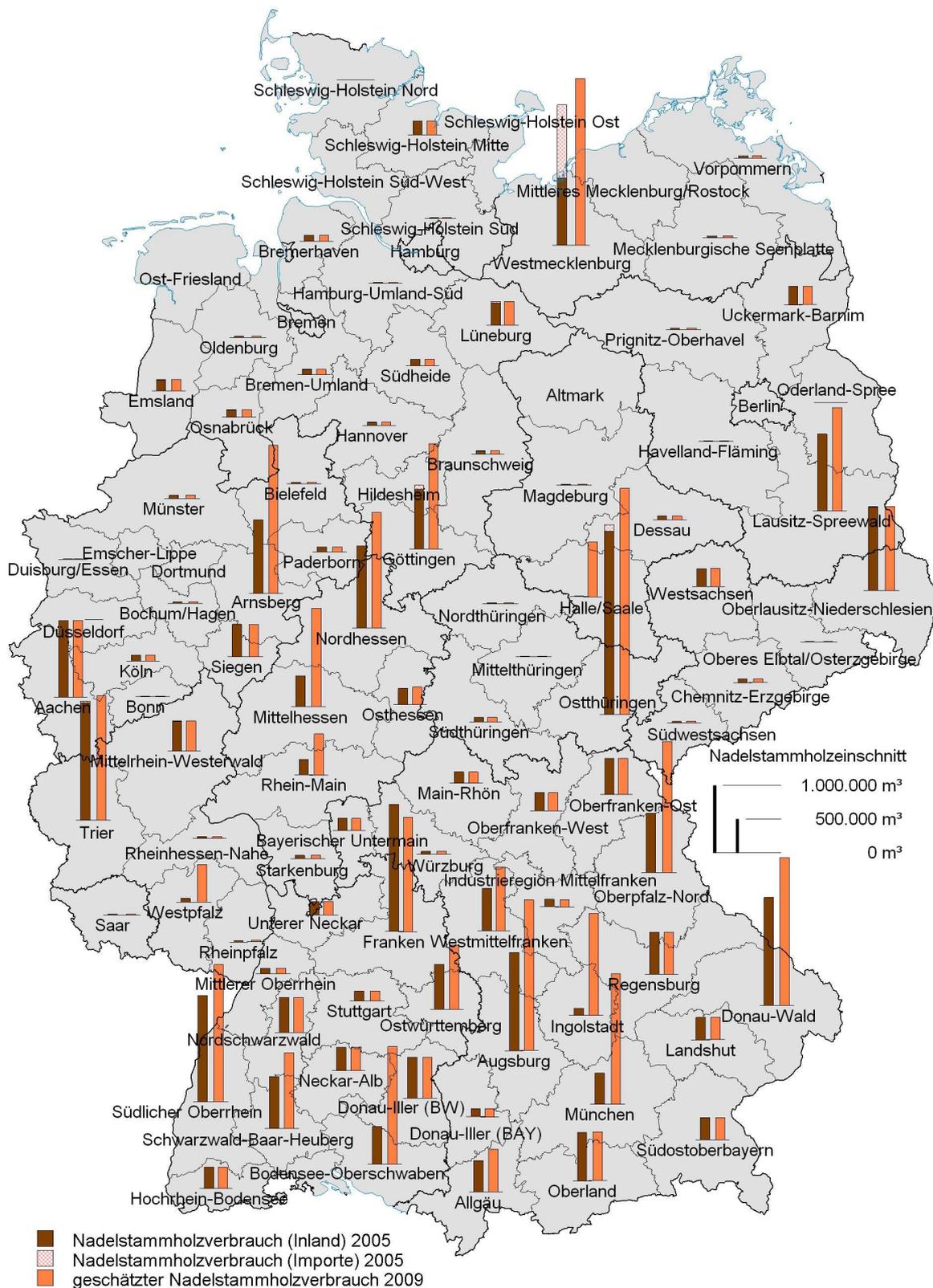
Bundesland	Nadelstammholz- einschnitt ohne Außenhandel [Fm o. R.]	- Importe [Fm o. R.]	= Nadelstammholz- einschnitt abzüglich Importe [Fm o. R.]
Schleswig-Holstein	216.904	0	216.904
Hamburg	0	0	0
Niedersachsen	1.889.001	114.195	1.774.806
Bremen	87.814	0	87.814
Nordrhein-Westfalen	2.967.253	0	2.967.253
Hessen	2.194.253	0	2.194.253
Rheinland-Pfalz	2.325.089	29.137	2.295.952
Baden-Württemberg	7.660.617	0	7.660.617
Bayern	9.026.780	0	9.026.780
Saarland	13.659	796	12.863
Berlin	0	0	0
Brandenburg	1.452.629	0	1.452.629
Mecklenburg-Vorpommern	2.135.038	1.105.472	1.029.566
Sachsen	1.597.255	6.351	1.590.904
Sachsen-Anhalt	84.534	0	84.534
Thüringen	2.893.667	94.824	2.798.843
Summe	34.544.493	1.350.775	33.193.718

Quelle: SÖRGEL ET AL. (2006), STATISTISCHES BUNDESAMT (2006b), eigene Berechnung

⁷¹ Beispielsweise summiert sich die Nachfrage in Niedersachsen für Nadelstammholz auf 1,889 Mio. m³. Niedersachsen hatte im Jahr 2005 einen positiven Saldo (Importüberschuss) von 0,114 Mio. m³. Die Raumordnungsregion Emsland kam auf 0,165 Mio. m³ Einschnitt. Von dem Saldo erhält die Raumordnungsregion Emsland rund 9.958 m³ (= 0,165 Mio. m³ / 1,889 Mio. m³ * 0,114 Mio. m³).

⁷² Eine Begründung zur Auswahl des Jahres 2005 wird in Abschnitt VI.1.2 gegeben.

Abbildung VI-1: Nadelstammholzeinschnitt 2005 und 2009



Quelle: SÖRCEL ET AL. (2006), STATISTISCHES BUNDESAMT (2006b), eigene Darstellung

Die Abbildung VI-1 zeigt u. a. die Anteile des Imports an der Verwendung. Zusammen mit dem inländischen Nadelstammholzverbrauch ergibt sich der gesamte Nadelstammholzeinschnitt 2005 für jede Raumordnungsregion. In Tabelle VI-1 sind die dazugehörigen Daten auf Bundeslandebene zusammengefasst. Zusätzlich werden in Abbildung VI-1 die geschätzten Einschnittmengen in Höhe von 48,7 Mio. m³ für 2009 im Vergleich zu 2005 dargestellt. Sie enthalten die geplanten Investitionen (s. Abschnitt II.2), jedoch keine Berechnungen über den möglichen Rückgang aufgrund von Sägewerksaufgaben.

Zusätzlich zur Zusammenfassung der Einschnittmengen auf Ebene der Raumordnungsregionen und der Zuteilung der überschüssigen Importmengen an die Verbraucher werden im Zuge der verwendungsseitigen Datenbearbeitung keine weiteren Berechnungen vor dem Modellstart durchgeführt.

VI.1.2 Aufkommen

In diesem Abschnitt wird das Vorgehen der Datenbearbeitung im Bereich des Aufkommens beschrieben. Die Grundlage bilden die im Kapitel III beschriebenen Daten der WEHAM Szenarien A und F zum potenziellen Rohholzaufkommen. Beide Szenarien verfügen über Daten auf regionaler Ebene, wobei nur das WEHAM Szenario A frei verfügbar ist (www.bundeswaldinventur.de)⁷³.

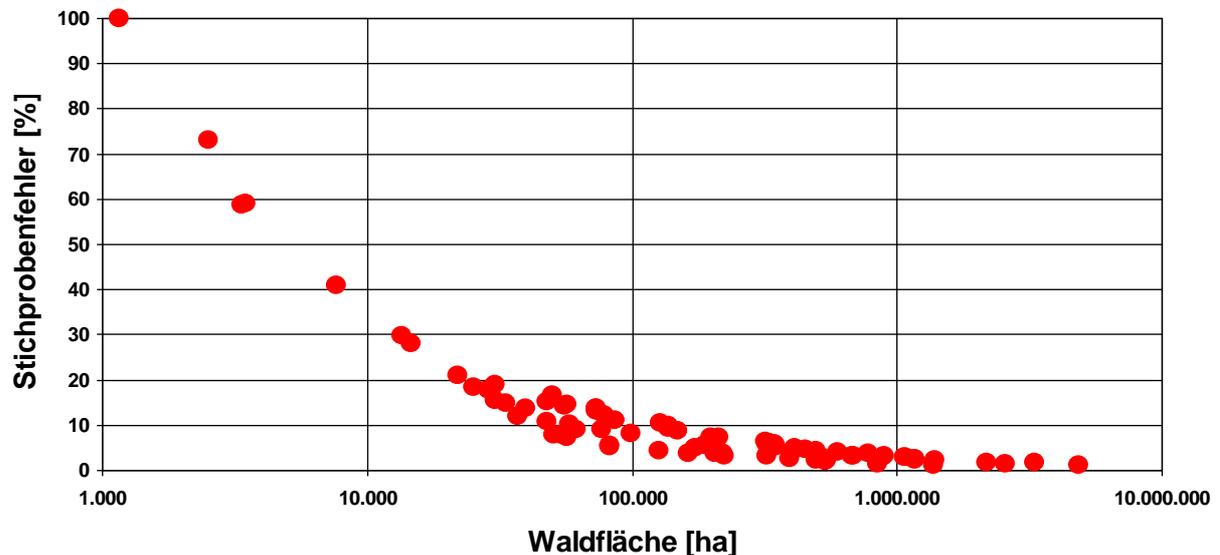
Die Werte des potenziellen Rohholzaufkommens der ersten drei Perioden (2003-2007, 2008-2012, 2013-2017) werden auf der von der BWI² vorgegebenen Ebene der Regierungsbezirke (BMELV 2004c-j) nach einer Empfehlung des BMELV (2004b) gemittelt. Modellbedingt schwankt nämlich in den ersten Perioden das potenzielle Rohholzaufkommen. Außerdem passen die Modellergebnisse der ersten Periode der WEHAM nicht nahtlos an die ermittelten Inventurergebnisse der BWI². Durch die Mittelwertbildung können die Schwankungen beseitigt und die Diskrepanz zwischen BWI² und WEHAM Daten verringert werden.

Da die WEHAM Daten auf Ebene der Regierungsbezirke nach Bundeswaldinventur vorliegen, erfolgt eine Umrechnung des Aufkommens bezogen auf die Raumordnungsregionen. Beide Gebietseinteilungen bestehen aus Land- und Stadtkreisen. Basierend auf den, von den STATISTISCHEN ÄMTERN DES BUNDES UND DER LÄNDER (2006) mit Stichtag 31.12.2004 ausgewiesenen Waldflächen für Land- und Stadtkreise, werden die Regierungsbezirksdaten des potenziellen Rohholzaufkommens den anteiligen Waldflächen entsprechend auf die Kreise verteilt. Anschließend werden die zu einer Raumordnungsregion gehörenden Kreisdaten zusammengefasst. So ist es möglich, auf die feingliedrigere Betrachtungsebene der Raum-

⁷³ Mit der Übernahme der WEHAM Daten werden auch die darin bereits enthaltenen Annahmen übernommen, wie z. B. Flächenkonstanz über den Prognosezeitraum (BMELV 2004d). Abweichungen von diesen Annahmen und dadurch bedingte Anpassungen der WEHAM Daten werden in diesem Abschnitt erläutert.

ordnungsregionen zu gelangen. Die Erhöhung der räumlichen Auflösung hat jedoch eine geringere Aussagekraft zur Folge, wie eine BWI² Darstellung zeigt.

Abbildung VI-2: Stichprobenfehler in Abhängigkeit der Waldfläche



Quelle: POLLEY ET AL. (2004)

Die Waldfläche einer Raumordnungsregion liegt im Durchschnitt bei knapp über 100.000 ha. Es ist laut Abbildung VI-2 mit einem Stichprobenfehler⁷⁴ von etwa 10 % zu rechnen. Im Vergleich dazu weisen die Regierungsbezirke einen Stichprobenfehler von rund 5 % auf, da Ihre Waldfläche im Durchschnitt nicht ganz 250.000 ha beträgt. POLLEY ET AL. (2004) begegnen dem Problem des zunehmenden Stichprobenfehlers bei der Abstufung von Bundesland auf Regierungsbezirk dadurch, dass Regierungsbezirke in Zusammenhang mit ihren Nachbarn betrachtet werden.

Um dem Nadelstammholzverbrauch der Sägeindustrie eine geeignete Größe beim Aufkommen gegenüberstellen zu können, muss in einem nächsten Schritt das Ergebnis des im Abschnitt III.2.2 beschriebenen Sortiermodells modifiziert werden. Das Modell berechnet zwar das Verhältnis von Stamm- zu Industrieholz für das potenzielle Rohholzaufkommen, jedoch richtet es sich dabei ausschließlich nach erfassbaren Modellvorgaben (z. B. Dimension). Im Ergebnis wird für das Mittel der ersten drei Perioden ein Nadelstammholzanteil von 94,7 % (39,7 Mio. m³ in Efm) am verwertbaren Derbholzanteil ausgewiesen. Dementsprechend liegt der Anteil des Nadelindustrieholzes bei 5,3 % (2,2 Mio. m³ in Efm). Auf den hohen Stammholzanteil

⁷⁴ Der Stichproben- oder Standardfehler beschreibt die Streuung einer Stichprobenverteilung (SPIEGEL, STEPHENS 2003, S. 232). Der wahre Wert der Grundgesamtheit – also die realen Waldverhältnisse – bewegt sich mit einer Wahrscheinlichkeit von 68 % innerhalb einer Spanne von \pm des Stichprobenfehlers (von beispielsweise 10 %), bezogen auf den durch die Stichprobe ermittelten Wert (POLLEY ET AL. 2004). Wird beispielsweise ein Wert für den Holzvorrat von 1 Mio. m³ aufgrund der Stichproben errechnet und beträgt die Waldfläche in der betreffenden Region 100.000 ha, so lässt sich in Abbildung VI-2 ein Stichprobenfehler von etwa 10 % ablesen. Dadurch lässt sich mit 68 %iger Wahrscheinlichkeit sagen, dass der wahre Wert des Holzvorrats zwischen 900.000 und 1.100.000 m³ liegt.

in den WEHAM Daten wird bei der Beschreibung des Sortierungsmodells seitens des BMELV (2004b) eingegangen: obwohl bekannt ist, dass in der Praxis geringere Dimensionen bei Stamm- und Industrieholz mengenmäßig untereinander austauschbar sind, wurde das Sortierungsmodell auf die Maximierung des Stammholzanteils ausgelegt.

Ein weiteres, beim Sortierungsmodell unberücksichtigtes Kriterium ist die Qualität des Holzes. Sie wurde bei der BWI² nicht aufgenommen und ging folglich nicht in das WEHAM Modell ein. Doch gerade aus Gründen der mangelnden Qualität geschieht es in der Praxis recht häufig, dass stammholzfähige Dimensionen als Industrieholz verkauft werden.

Ein Vergleich mit offiziellen Einschlagdaten bestätigt diese Aussagen und zeigt einen wesentlich höheren Anteil des Industrieholzes. Die ZMP-Statistik weist, basierend auf Daten des STATISTISCHEN BUNDESAMTES, der LANDESFORSTVERWALTUNGEN und des BMELV, für die Jahre 2002 bis 2006 im Durchschnitt⁷⁵ einen Anteil des Nadelstammholzes von 66,7 % aus, entsprechend 33,3 % für sonstige Sortimente⁷⁶ (ZMP 2007b, S. 24).

Tabelle VI-2: Einschlaganteile für die Holzartengruppen Fichte und Kiefer

Nadelholz	Stammholzanteile Ø 2002-2006		Anteile Sonstiges Ø 2002-2006	
	Fichte [%]	Kiefer [%]	Fichte [%]	Kiefer [%]
Schleswig-Holstein	52,4	40,5	47,6	59,5
Niedersachsen	64,6	34,9	35,4	65,1
Nordrhein-Westfalen	76,1	34,6	23,9	65,4
Hessen	69,7	65,1	30,3	34,9
Rheinland-Pfalz	67,8	52,3	32,2	47,7
Saarland	69,3	60,1	30,7	39,9
Baden-Württemberg	82,4	74,5	17,6	25,5
Bayern	69,1	56,6	30,9	43,4
Mecklenburg-Vorpommern	48,0	39,0	52,0	61,0
Brandenburg	44,3	58,6	55,7	41,4
Sachsen-Anhalt	58,4	36,4	41,6	63,6
Sachsen	66,0	43,1	34,0	56,9
Thüringen	75,3	61,7	24,7	38,3
Deutschland	69,2	51,2	30,8	48,8
Deutschland Nadelholz	66,7		33,3	

Quelle: ZMP (2007b, S. 28 f.), eigene Berechnung

⁷⁵ Für eine geeignete Durchschnittsbildung wird eine ausreichend lange Periode aus der jüngsten, zahlenmäßig verfügbaren Vergangenheit herangezogen. Es wurden dafür die Jahre 2002 bis 2006 gewählt.

⁷⁶ Mit sonstigen Sortimenten sind Industrieholz (kurz und lang), Schichtholz und sonstiges Holz (z. B. Brennholz) gemeint. Seit 2006 setzt es sich aus Industrieholz inklusive Energieholz (im Sinne von Brennholz) und nicht verwertetem Holz zusammen (DÜMMER 2006, ZMP 2007b, S. 24).

Obwohl die offiziellen Daten wegen einer zu geringen Erfassung des tatsächlichen Einschlags kritisiert werden (DIETER, ENGLERT 2005), wird das ausgewiesene Verhältnis zwischen Stammholz und sonstigen Sortimenten auf den verwertbaren Anteil des potenziellen Rohholzaufkommens übertragen. Hier fließt die Annahme ein, dass das Verhältnis zwischen Stamm- und Industrieholz gleich bleibt.

Diese plausible, jedoch nicht belegbare, Annahme wird getroffen, weil keine aussagekräftigeren Informationen verfügbar sind. Versuche scheiterten, durch Bestandessortentafeln oder Wertklassen auf Ebene der Bundesländer eine nachvollziehbare Aufteilung von Stamm- und Industrieholz zu erreichen. Regionale Informationen stehen nur in eingeschränktem Maße zur Verfügung. Die Beibehaltung der Anteile aus dem WEHAM Sortierungsmodell würde den Stammholzanteil, wie beschrieben, systematisch überschätzen. Die Einschlaganteile für die einzelnen Bundesländer werden auf die in ihnen liegenden Raumordnungsregionen übertragen. Auf diese Weise werden regionale Unterschiede berücksichtigt.

Abschließend werden die nach den Holzartengruppen Fichte und Kiefer bislang im Aufkommen getrennt berechneten Mengen zum Sortiment Nadelstammholz zusammengefasst. Nun kann der Nadelstammholzverwendung das zur Modellberechnung benötigte Aufkommen in seiner einfachsten Form gegenübergestellt werden. In weiteren Schritten werden die Mobilisierbarkeit und der Außenhandel berücksichtigt.

Die Tabelle VI-4 und Abbildung VI-3 zeigen das Ergebnis der zuvor beschriebenen Umrechnungen in der Spalte bzw. der Flächenfärbung Nadelstammholz. Als Grundlage für die Berechnungen dienen die Daten der ersten drei Perioden aus Tabelle III-9.

In einem weiteren Schritt wird die Mobilisierbarkeit von Nadelstammholz in den Aufkommensdaten berücksichtigt. Dies geschieht mittels einer Mobilisierungspauschale, die stellvertretend für alle Hemmnisse im Zuge einer Mobilisierung steht, z. B. technische und ökonomische Restriktionen. Dazu wurden allerdings noch keine Berechnungen im Rahmen der BWI² durchgeführt (KRAUHAUSEN 2004). Auch sonst liegen in der Literatur keine für das Modell quantifizierbaren Daten vor. Die Ergebnisse der BWI² liefern allenfalls Hinweise (s. Abschnitt III.4).

Deshalb werden drei Viertel des Nadelstammholzes aus dem Kleinprivatwald in allen Raumordnungsregionen vom bereits errechneten Aufkommen abgezogen. Damit werden in Szenarien mit eingeschränkter Rohholzmobilisierung Mobilisierungsprobleme berücksichtigt. Die den Verbrauchern vorenthaltenen Mengen sollen im Modell die Auswirkungen auf die (zukünftige) Versorgung der Nachfrager zeigen, wenn das vorliegende Rohholzpotenzial nicht gänzlich mobilisiert wird. Weil das Problem der unzureichenden Mobilisierung im Kleinprivatwald auch in Zukunft besteht, erschien es zweckmäßig, die Pauschale⁷⁷ im Modell einzusetzen. Obwohl die Mobilisierungspauschale nominell aus dem Kleinprivatwald stammt, der immerhin über ein Viertel der Gesamtwaldfläche Deutschlands bedeckt und überproportional hohe Rohholz-

⁷⁷ Diese vorenthaltenen Mengen werden im weiteren Verlauf als Mobilisierungspauschale bezeichnet.

mengen vorhält (POLLEY ET AL. 2004), steht sie im Modell stellvertretend für sämtliche nicht mobilisierten Mengen aller Eigentumsarten. Die Anwendung eines eigentums-spezifischen Mobilisierungsgrades gemäß Bundeswaldinventur hätte dagegen zu einer zusätzlichen Komplexität der Datenbearbeitung geführt. Für das WEHAM Szenario F wurde die Mobilisierungspauschale von 75 % beibehalten. An dieser Stelle fließt die Annahme ein, dass die Mobilisierung im gleichen Verhältnis zum WEHAM Szenario A bestehen bleibt.

In der Tabelle VI-4 und der Abbildung VI-3 sind die dem Modell durch die Mobilisierungspauschale vorenthaltenen Aufkommensmengen gesondert enthalten.

Eine letzte Variante der Aufkommensberechnungen betrifft den Außenhandel. Die Systemgrenze wird von den Außengrenzen Deutschlands bestimmt. Die Daten für den Außenhandel stammen auch hier auf Ebene der Bundesländer vom STATISTISCHES BUNDESAMT (2006b) aus dem Jahr 2005. Im Gegensatz zu den Einschlaganteilen, die über die Jahre 2002 bis 2006 gemittelt werden, sowie weiteren Daten, für die Durchschnittswerte aus bestimmten Zeiträumen gebildet werden, besteht die Datenbasis beim Außenhandel nur aus einem Jahr. Während beispielsweise die Einschlaganteile um einen bundeslandtypischen Mittelwert mehr oder weniger schwanken, ist beim Außenhandel in den vergangenen Jahren eine deutliche Zunahme der im- und exportierten Mengen festzustellen (ZMP 2007b, S. 55 f., 85 f.). An dieser Stelle fließt im Modell die Annahme ein, dass der Außenhandel kurzfristig zumindest das Niveau von 2005 beibehält.⁷⁸ Deshalb wurde von der Bildung eines Durchschnitts mit früheren Jahren abgesehen und die Außenhandelszahlen von 2005 zugrunde gelegt.

In Abschnitt VI.1.1 ist für die Verwendung gezeigt worden, wie der Import berücksichtigt wird. Die Vorgehensweise ist für den Export des Nadelstammholzaufkommens vergleichbar. Es findet aufkommensseitig ein Export statt, wenn nach der Saldierung von Im- und Export des Nadelstammholzes ein Exportüberschuss auf Ebene der Bundesländer verbleibt. Der Überschuss eines Bundeslandes wird anteilig den darin enthaltenen Land- und Stadtkreisen mittels ihrer Waldflächen zugeteilt. Anschließend werden die Daten der Land- und Stadtkreise auf der Ebene der Raumordnungsregionen zusammengefasst. Auch hier wird von der Annahme ausgegangen, dass mengenmäßig aufkommensstarke Raumordnungsregionen auch die größten Exportmengen gemäß ihres Gewichts im betreffenden Bundesland stellen.

Vor dem Start des Modells wird also in der Datenvorbereitung das Aufkommen der Raumordnungsregionen um die Exporte gesenkt. Dieses Vorgehen ist mit der Verbraucherseite und den Importen vergleichbar (s. Abschnitt VI.1.1).

⁷⁸ Ein Indiz sind die ähnlich hohen Zahlen für 2006 (ZMP 2007b, S. 55 f., 85 f.).

Tabelle VI-3: Inländisches Nadelstammholzaufkommen abzüglich Exporte

Bundesland	Nadelstammholzaufkommen ohne Exporte [Efm o. R.]	- Exporte [Fm o. R.]	= inländisches Nadelstammholzaufkommen ⁷⁹ [m ³]
Schleswig-Holstein	153.846	4.901	148.945
Hamburg	8.303	4.093	4.210
Niedersachsen	1.717.080	0	1.717.080
Bremen	33.808	0	33.808
Nordrhein-Westfalen	2.200.983	261.152	1.939.831
Hessen	1.572.890	171.615	1.401.275
Rheinland-Pfalz	1.554.879	0	1.554.879
Baden-Württemberg	5.484.893	232.866	5.252.027
Bayern	9.423.328	1.878.643	7.544.685
Saarland	138.733	0	138.733
Berlin	29.259	0	29.259
Brandenburg	1.749.020	85.133	1.663.887
Mecklenburg-Vorpommern	647.506	0	647.506
Sachsen	731.295	0	731.295
Sachsen-Anhalt	521.113	25.811	495.302
Thüringen	1.481.419	0	1.481.419
Summe	27.448.354	2.664.214	24.784.140

Quelle: BMELV (2004c-p), STATISTISCHES BUNDESAMT (2006b), ZMP (2007b, S. 28 f.), eigene Berechnung

In der Tabelle VI-4 sind neben dem selbst berechneten Nadelstammholz auch die Mengen verzeichnet, die im Modell nicht mobilisiert werden können. In der Abbildung VI-3 wird zusätzlich der Export abgebildet. Das Nadelstammholz setzt sich also auf der Ebene der Raumordnungsregionen aus dem Durchschnitt des potenziellen Nadelrohholzaufkommens für das WEHAM Szenario A der Perioden 2003-2007, 2008-2012, 2013-2017 zusammen, wobei der Nadelstammholzanteil gemäß ZMP (s. Tabelle VI-2) berücksichtigt wird. Die so genannte Mobilisierungspauschale verringert das Nadelstammholzaufkommen um 75 % der im Kleinprivatwald vorhandenen Mengen. Bei Berücksichtigung des Außenhandels wird das Aufkommen um die anteiligen Exportmengen in den Raumordnungsregionen gesenkt.

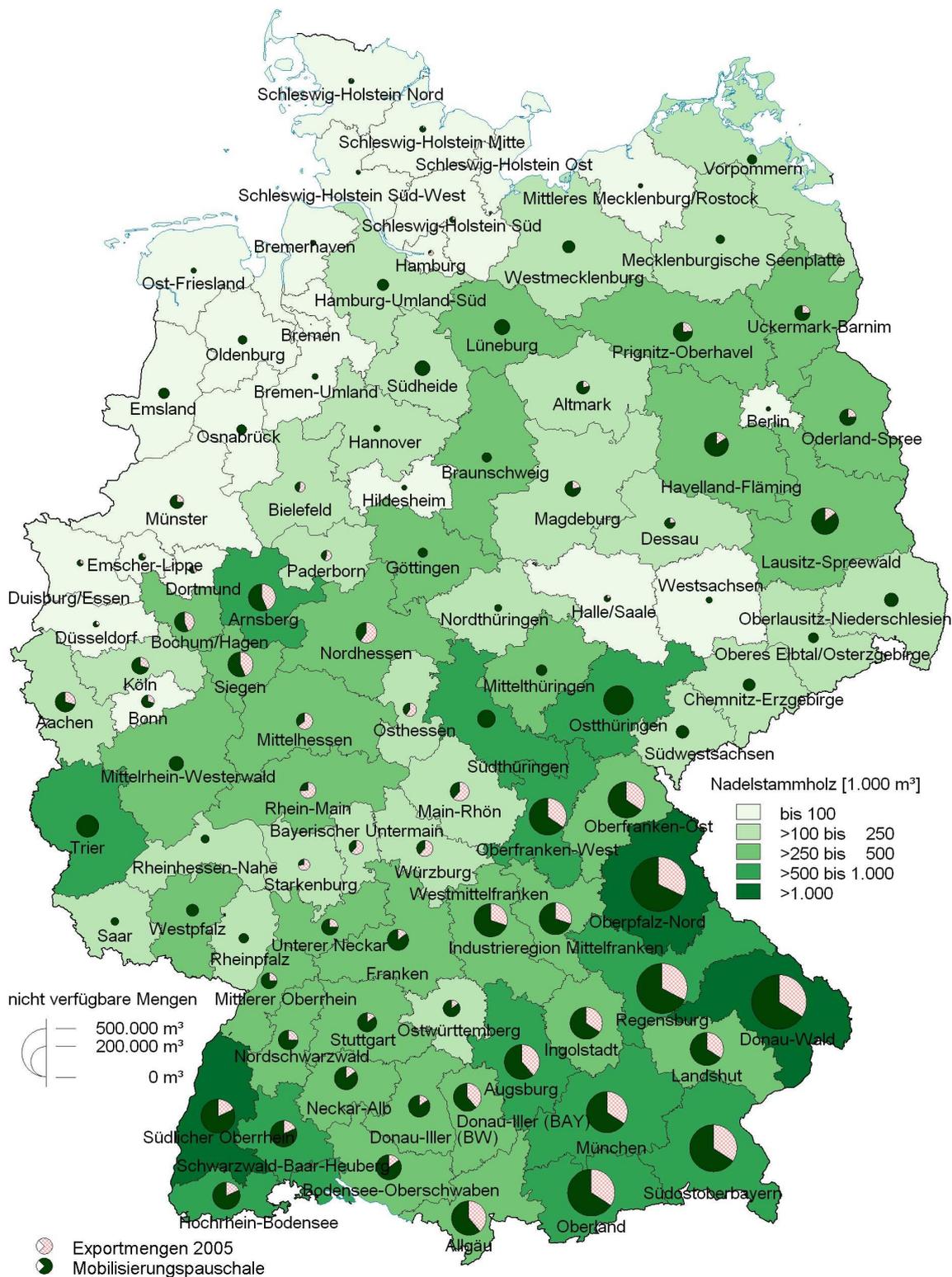
⁷⁹ Das inländische Nadelstammholzaufkommen beinhaltet die gemittelten Werte der ersten drei Perioden (2003-2017) gemäß WEHAM Basisszenario, welches zusätzlich dem Einschlagverhältnis von Stammholz und sonstigen Sortimenten (Ø 2002-2006) angepasst wurde. Nicht berücksichtigt wird an dieser Stelle die Mobilisierungspauschale, die für die nicht mobilisierten Mengen steht. Die Importe werden bei der Verwendung verrechnet (s. Tabelle VI-1). Die Außenhandelszahlen der Exporte stammen aus dem Jahr 2005.

Tabelle VI-4: Neu berechnetes Aufkommen von Nadelstammholz

Raumordnungsregion	Nadelstammholz [1.000 m ³]	Mobilisierungspauschale [1.000 m ³]	Raumordnungsregion	Nadelstammholz [1.000 m ³]	Mobilisierungspauschale [1.000 m ³]
Schleswig-Holstein Nord	21	-6	Osthessen	206	-15
Schleswig-Holstein Süd-West	14	-4	Rhein-Main	353	-14
Schleswig-Holstein Mitte	35	-7	Starkenburger	188	-7
Schleswig-Holstein Ost	16	-1	Nordthüringen	155	-11
Schleswig-Holstein Süd	68	-6	Mittelthüringen	259	-25
Hamburg	8	-2	Südthüringen	505	-67
Westmecklenburg	216	-33	Ostthüringen	563	-182
Mittleres Mecklenburg/Rostock	79	-5	West Sachsen	53	-8
Vorpommern	179	-19	Oberes Elbtal/Osterzgebirge	102	-22
Mecklenburgische Seenplatte	173	-16	Oberlausitz-Niederschlesien	188	-41
Bremen	1	0	Chemnitz-Erzgebirge	184	-31
Ost-Friesland	23	-6	Südwestsachsen	204	-34
Bremerhaven	33	-7	Mittelrhein-Westerwald	442	-44
Hamburg-Umland-Süd	139	-27	Trier	526	-105
Bremen-Umland	56	-8	Rheinhessen-Nahe	141	-14
Oldenburg	62	-17	Westpfalz	272	-31
Emsland	90	-24	Rheinpfalz	174	-20
Osnabrück	76	-20	Saar	139	-13
Hannover	117	-9	Unterer Neckar	334	-42
Südheide	244	-48	Franken	327	-81
Lüneburg	254	-50	Mittlerer Oberrhein	318	-40
Braunschweig	299	-19	Nordschwarzwald	478	-60
Hildesheim	75	-6	Stuttgart	268	-66
Göttingen	282	-19	Ostwürttemberg	206	-51
Prignitz-Oberhavel	383	-60	Donau-Iller (BW)	349	-83
Uckermark-Barnim	251	-38	Neckar-Alb	408	-96
Oderland-Spree	289	-44	Schwarzwald-Baar-Heuberg	628	-120
Lausitz-Spreewald	440	-130	Südlicher Oberrhein	1.025	-196
Havelland-Fläming	387	-103	Hochrhein-Bodensee	671	-128
Berlin	29	-4	Bodensee-Oberschwaben	473	-112
Altmark	158	-28	Bayerischer Untermain	131	-16
Magdeburg	218	-39	Würzburg	171	-21
Dessau	108	-18	Main-Rhön	231	-29
Halle/Saale	38	-8	Oberfranken-West	503	-189
Münster	86	-29	Oberfranken-Ost	483	-181
Bielefeld	101	-10	Oberpfalz-Nord	1.017	-428
Paderborn	104	-10	Industrieregion Mittelfranken	331	-153
Arnsberg	569	-87	Westmittelfranken	353	-163
Dortmund	47	-7	Augsburg	501	-157
Emscher-Lippe	23	-8	Ingolstadt	374	-143
Duisburg/Essen	22	-6	Regensburg	867	-358
Düsseldorf	20	-5	Donau-Wald	1.067	-412
Bochum/Hagen	303	-46	Landshut	396	-153
Köln	149	-43	München	602	-230
Aachen	209	-60	Donau-Iller (BAY)	315	-99
Bonn	85	-24	Allgäu	486	-153
Siegen	483	-74	Oberland	796	-304
Nordhessen	494	-37	Südostoberbayern	799	-306
Mittelhessen	331	-20			
			Deutschland	27.448	-6.555

Quelle: BMELV (2004c-q), ZMP (2007b, S. 28 f.), eigene Berechnung

Abbildung VI-3: Modellaufkommen von Nadelstammholz



Quelle: BMELV (2004c-q), eigene Darstellung

Ein Vergleich zwischen dem ebenfalls umgerechneten Szenario F und Szenario A ergibt beim Erstgenannten ein durchschnittliches Mehraufkommen von 36,2 %. Regional kommt es aber zu erheblichen Unterschieden. Während in Mecklenburg-Vorpommern bis zu zwei Prozent weniger Aufkommen als im Szenario A zu verzeichnen sind, steigt das Aufkommen in Teilen Sachsens um fast 90 %. Tendenziell befindet sich das Mehraufkommen von Szenario F überwiegend in den südlichen Bundesländern und nimmt nach Norden hin ab.⁸⁰

VI.1.3 Transportlogistik

Für das Modell werden neben den Informationen aus Kapitel IV weitere Daten herangezogen wie z. B. Entfernungen. Aus diesen Daten werden, nach Hauptverkehrsträgern getrennt, Dateien für Entfernungstabellen, Entfernungsverhältnisse, Rankingtabellen⁸¹, Transportbeschränkung und Transportanteile entwickelt. Ihre Funktion im Modell wird in Abschnitt VI.2 beschrieben. In diesem Abschnitt wird ihre Herleitung mit den darin enthaltenen Annahmen erläutert.

VI.1.3.1 Entfernungstabellen

In den Entfernungstabellen werden die Abstände zwischen zwei geografischen Punkten beschrieben. Zusätzlich zur reinen Luftlinienentfernung werden in diesen Tabellen die Distanzen getrennt nach den Verkehrswegen der Hauptverkehrsträger Straßengüterverkehr, Eisenbahn und Schifffahrt ausgewiesen.

Ausgangspunkt der Entfernungsberechnungen ist das Kartografieprogramm EasyMap, das die räumlichen Mittelpunkte⁸² der Raumordnungsregionen in Form von geografischen Längen- und Breitengraden angibt. Mittels dieser Koordinaten kann die **Luftlinienentfernung** berechnet werden (HERET INFORMATIK SERVICE 2006). Dafür wurden die Breiten- und Längenangabe von Grad in Radiant⁸³ umgerechnet:

$$\text{Ortskoordinate} = \frac{\text{Gradzahl}}{180} * \pi$$

Die Variable Ortskoordinate steht im Folgenden für Breite Ort 1 bzw. 2 und Länge Ort 1 bzw. 2.

Die Entfernung wird aus dem Erdradius am Äquator (r) und der Formel einer Einheitskugel (e) ermittelt. Dabei wird mit der hinreichend genauen Annahme gerechnet, dass die Erde eine Kugel sei.

⁸⁰ Die Relevanz dieser regionalen Verteilung wird im Abschnitt VII.4 erläutert.

⁸¹ „Ranking“ ist das englische Wort für Rangfolge.

⁸² Die Methode zur Berechnung dieser Mittelpunkte wurde auch auf Nachfrage bei der Firma LUTUM + TAPPERT DV BERATUNG GMBH nicht näher erläutert.

⁸³ Radiant ist eine in Dezimalform umgerechnete Gradangabe.

Entfernung = $r \times e$

$r = 6378,137$ km (Äquatorradius)

$e = \text{ARCCOS} [\text{SIN}(\text{Breite Ort 1}) * \text{SIN}(\text{Breite Ort 2}) + \text{COS}(\text{Breite Ort 1}) * \text{COS}(\text{Breite Ort 2}) * \text{COS}(\text{Länge Ort 2} - \text{Länge Ort 1})]$

Für die Darstellung des **Straßenverkehrsnetzes** werden die Koordinaten der räumlichen Mittelpunkte in einen Straßenatlas (ADAC 2002) übertragen. In Anlehnung an NOON ET AL. (2002) werden beim Start- und Zielpunkt die Luftlinienentfernungen zur nächstgelegenen Straße gemessen. Diese Straßenkoordinaten wurden auf der Homepage www.routenplaner24.de (WEDIGITALL.COM NEW MEDIA GMBH 2007) eingegeben und die ausgegebene Entfernung mit den zuvor gemessenen Luftlinienentfernungen zur Ermittlung der Gesamtentfernung zwischen den Zentren der Raumordnungsregion addiert. Das Ergebnis wurde in eine Exceldatei übertragen. Als Zusatzinformation für die Berechnung der Entfernung auf der Homepage wurde für die Verbindungsart die Option „schnellste“ gewählt. Die Geschwindigkeiten auf Autobahnen wurden mit 80 km/h, auf Landstraßen mit 50 km/h und im Stadtverkehr mit 30 km/h im Durchschnitt geschätzt. BODELSCHWINGH stellte in Geschwindigkeitsuntersuchungen für Landstraßen 45,5 km/h und für Autobahnen 75,5 km/h fest (BORCHERDING 2006, S. 73). HOFER ET AL. (2003, S. 55) nehmen für den Lkw-Transport Durchschnittsgeschwindigkeiten von 50 bis 60 km/h an.

Für das **Schienen-** und **Wasserstraßennetz** wurde mit einem vergleichbaren Vorgehen gearbeitet. Entsprechend der Verkehrsträger wurde im Straßenatlas vom Mittelpunkt der Raumordnungsregion bis zum nächsten Bahnhof oder dem nächsten Hafen die Luftlinie gemessen. Die Entfernungen für den Schienenverkehr wurden zwischen den Bahnhöfen aus dem Programm TPS - Preisauskunft (DB NETZ AG 2006) generiert. Für die Schifffahrt wurden die benötigten Entfernungsangaben zwischen den Häfen dem WESKA (VEREIN FÜR EUROPÄISCHE BINNENSCHIFFFAHRT UND WASSERSTRABEN 2004) entnommen.

Liegt in einer Raumordnungsregion weder ein Bahnhof, noch ein Hafen vor, so wird für das Modell die Annahme getroffen, dass mit diesen Verkehrsträgern kein Holz in die oder aus der Raumordnungsregion transportiert werden kann. In diesem Vorgehen ist die wichtige Annahme enthalten, dass grundsätzlich ein durchgängiger Transport im Modell zwischen Start- und Zielregion erfolgt. Ein möglicher Umschlag findet wegen der Annahme, dass alle Modellwerte punktförmig im Zentrum einer Raumordnungsregion vorliegen, nur im Start- und Zielort statt. Deshalb werden andere Fälle, die z. B. bei einem Holzwerkstoffhersteller vorkommen, in abgewandelter Form berücksichtigt. Dort werden Rohstoffe mit dem Schiff nach Wittingen (Raumordnungsregion Braunschweig) transportiert, umgeschlagen und mit dem Lkw ins Werk nach Nettgau (Raumordnungsregion Altmark) gefahren (PUTTFARKEN 2007). Im Modell wird dagegen mit dem Schiff direkt in das Zentrum der Raumordnungsregion Altmark transportiert, wenn es dort einen Hafen gibt. Andernfalls wird dieser Transport im Modell womöglich mit der Eisenbahn oder nur mit dem Lkw durchgeführt.

Durch die ermittelten Entfernungsangaben für die Luftlinie bzw. die unterschiedlichen Hauptverkehrsträger stehen dem Modell virtuelle Landkarten der Verkehrswege Deutschlands zur Verfügung. Auf diesen Verbindungen können Holzmengen zwischen Raumordnungsregionen mit verschiedenen Hauptverkehrsträgern transportiert werden.

VI.1.3.2 Entfernungsverhältnisse

Über alle Entfernungen zwischen sämtlichen Raumordnungsregionen wird jeweils für die Entfernungstabellen der einzelnen Hauptverkehrsträger und der Luftlinie die durchschnittliche Entfernung ermittelt. Anschließend wird jede einzelne Entfernungsangabe durch ihren zugehörigen Durchschnittswert geteilt. Das Ergebnis sind Verhältniszahlen, die angeben, ob eine Verbindung überdurchschnittlich lang oder kurz ist. Der Nutzen der Entfernungsverhältnisse wird in Abschnitt VI.2.3 zur Berechnung der Logistikvariable deutlich.

VI.1.3.3 Rankingtabellen

Unter Anwendung der Rankingtabellen soll die spätere Logistikvariable im Modell für einzelne Raumordnungsregionen berechnet werden.⁸⁴ Die Tabellen entspringen einer Bewertung der verfügbaren Daten über die Infrastruktur der Hauptverkehrsträger. Wird im Modell mit Entfernungsangaben der Luftlinie gerechnet, finden die Rankingtabellen keine Anwendung, da bei Szenarien unter Beteiligung von Luftlinienentfernungen logistische Angaben nicht angewendet werden.

VI.1.3.3.1 Rankingtabelle Straßengüterverkehr

Zur Berechnung der Rankingtabelle im Straßengüterverkehr fließen als einzige Variablen die Straßenlänge des überörtlichen Verkehrs und die Gesamtfläche der einzelnen Raumordnungsregionen (STATISTISCHE ÄMTER DES BUNDES UND DER LÄNDER 2006) ein. Detaillierte Informationen über Waldwege auf regionaler Ebene, die ebenfalls für den Holztransport des Straßengüterverkehrs von großer Bedeutung sind, finden wegen einer unzureichenden Datenbasis keine Berücksichtigung. Zusätzliche Variablen für den Rundholztransport wie z. B. GVZ, werden wegen ihrer Bedeutungslosigkeit im Rundholztransport als nicht notwendig erachtet. Die Straßenlänge wird nach Gesamtlänge, Länge von Bundesautobahnen, Bundes-, Land- sowie Kreisstraßen unterteilt. Recherchiert wurden diese Daten auf Kreisebene⁸⁵ von

⁸⁴ Eine Übersicht zu den berechneten Rankingtabellen findet sich in Abschnitt X.11.

⁸⁵ BECKER (2006), BMVBW (2005), BRENDL (2006), CZERNIA (2006), HESSISCHES LANDESAMT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN (2006), LANDESAMT FÜR BAU UND VERKEHR (2006), LANDESBETRIEB STRAßENBAU NORDRHEIN-WESTFALEN (2005), LANDESBETRIEB STRAßENBAU UND VERKEHR SCHLESWIG-HOLSTEIN (2005), LANDESBETRIEB STRAßENWESEN BRANDENBURG (2005), NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK (2006), SCHUBERT (2006), STATISTISCHES AMT MECKLENBURG-VORPOMMERN (2005), STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (2006), STATISTISCHES LANDESAMT RHEINLAND-PFALZ (2006), ZAUBITZER (2006)

diversen öffentlichen Einrichtungen. Eine zusammenfassende Übersicht gibt Tabelle IV-2 auf Ebene der Bundesländer. Die recherchierten Kreisdaten werden zu Daten der Raumordnungsregionen aufsummiert. Anschließend wird die Dichte der jeweiligen Straßenart ermittelt, indem die Gesamtfläche der betreffenden Raumordnungsregion zur Straßenlänge dieser Raumordnungsregion ins Verhältnis gesetzt wird. Je höher der errechnete Wert ist, desto geringer ist die Straßendichte. In einem nächsten Schritt werden die Zahlen auf Werte zwischen 0 und 1 standardisiert (s. Abschnitt V.4), wobei 1 für die höchste Dichte unter den Raumordnungsregionen steht. Die Dichte der gesamten Straßenlänge (0,8), Bundesautobahnen (0,08), Bundes- (0,06), Landes- (0,03) und Kreisstraßen (0,03) wird mit den in Klammern stehenden Werten gewichtet. Diese Gewichtung entstammt einer eigenen Schätzung zur generellen Relevanz der einzelnen Straßenarten für den Güterverkehr. Von entscheidender Bedeutung ist die Existenz eines engmaschigen Straßennetzes, weshalb ein Wert von 0,8 für die Dichte der gesamten Straßenlänge gewählt wurde. Je mehr Straßen vorhanden sind, die mit einem hohen Verkehrsaufkommen ausgelastet werden können (z. B. Autobahnen), desto besser ist die logistische Anbindung der Raumordnungsregion. Aus diesem Grund wird die Bundesautobahn höher als die Bundesstraße und diese wiederum höher als Landes- und Kreisstraßen eingeschätzt. Da über die bauliche Qualität keine verwertbaren Informationen vorliegen, werden sie grundsätzlich nicht weiter berücksichtigt. Es fließt die Annahme ein, dass die Straßen problemlos von Holztransportern befahren werden können. Abschließend werden die gewichteten Straßenarten aufsummiert, so dass jede Raumordnungsregion für den Straßengüterverkehr einen bestimmten Wert erhält, der sie mit den anderen Raumordnungsregionen in eine Reihenfolge bringen lässt.⁸⁶

VI.1.3.3.2 Rankingtabelle Eisenbahn

Zur Bewertung der Eisenbahn fließen Daten über die Holzverladebahnhöfe ein. Die Recherche der Standorte und ihrer Einrichtung basiert vornehmlich auf Angaben der STINNES AG (2005), die einen Katalog über Holzverladebahnhöfe veröffentlicht hat. Weitere umfangreiche Informationen stammen vom Portal C (GERLINGS 2006a), mit dem Freiladegleise gefunden werden können. Ergänzende Daten konnten bei RINGLER (2005), BLAAS ET AL. (2005, S. 14) und aus dem Eisenbahnatlas Deutschland (ANONYMUS 2005d) entnommen werden. Grundlage für die Bewertung von Einrichtungen sind die Ergebnisse aus dem Schwerpunkt Befragung EIU.

Zur Ermittlung der Dichte wird, vergleichbar zum Ranking des Straßengüterverkehrs, die Gesamtfläche einer Raumordnungsregion durch die Anzahl der recherchierten Standorte für den Rundholzumschlag mit der Eisenbahn (Gesamtanzahl: 565) in den Raumordnungsregionen geteilt. Mittels Standardisierung werden die Werte ebenfalls in einer Skala von 0 bis 1 abgebildet. Die Gewichtung der Bedeutung von Einzelwagen-, Waggongruppen- und Ganzzugverladung wird prozentual nach den An-

⁸⁶ Ergebnisse s. Rankingtabelle Straßengüterverkehr in Abschnitt X.11.

gaben der EIU (s. Abbildung IV-10) verteilt. Vergleichbares gilt auch für die Kategorie weitere Einrichtungen, in der Lkw-taugliche Zufahrt, Lagerfläche, Wasser- und Stromanschlüsse enthalten sind (s. Abbildung IV-11). Die Daten über Dichte, Verladung und weitere Einrichtungen werden abschließend mit den Werten der Transportentscheidung (s. Abbildung IV-12) gewichtet und aufsummiert.⁸⁷

Aufgrund von nur beschränkt zur Verfügung stehenden Informationen, können keine weiteren Daten, wie z. B. die Streckenlänge in Raumordnungsregionen, deren Qualität oder gar die Umschlagmengen, in die Rankingtabelle einfließen. Für den Transport zwischen Anbieter und Nachfrager gilt die Annahme eines reibungslosen und kapazitiv unbeschränkten Transports.

VI.1.3.3 Rankingtabelle Schifffahrt

Die Häfen sind wegen verfügbarer Informationen zu Umschlagmöglichkeiten am umfangreichsten dokumentiert⁸⁸. Vor der Bewertung werden die Häfen, wie die Holzverladebahnhöfe, auf der Ebene der Raumordnungsregionen zusammengefasst. Dies spiegelt erneut die Annahme wider, dass alle Werte einer Raumordnungsregion punktförmig im Zentrum konzentriert sind. Die Berechnung der Dichte erfolgt wie bei dem Straßengüterverkehr und der Eisenbahn. Allerdings wird die Dichte noch mit der Schienenanbindung und der durchschnittlichen Menge des Binnen- und Seeschiffahrtsumschlags der Jahre 2001 bis 2005 gewichtet. Hier bietet sich die Bildung eines Durchschnittswerts an, da die umgeschlagenen Gütermengen erheblich in einem Hafen von Jahr zu Jahr schwanken können. Bei der Schienenanbindung gibt es die Optionen vorhanden (1), nicht vorhanden (0) und in Planung (0,5). Die Daten zum gesamten Warenumschlag eines Hafens werden, getrennt nach Binnen- und Seeschiffahrt, gemäß der Standardisierung umgerechnet. Die Anbindung, bestehend aus Hafendichte, Schienenanbindung und Umschlag Binnen- bzw. Seeschiffahrt, wird gemäß Abbildung IV-18 gewichtet und aufsummiert. Der Bereich Technik setzt sich aus den Parametern (Mobil- / Portal-)Kran, Verlade- und Containerbrücke, Förderbänder, RoRo sowie KV-Terminal zusammen. Wenn eine Anlage vorhanden ist, wurde sie mit einer 1, im gegenteiligen Fall mit 0 bewertet. Ausnahmen bilden die Kräne und Verladebrücken. Bei einem Kran ist das Minimum 0,25 und steht für den Lkw-Kran. Es wird von der Annahme ausgegangen, dass damit immer ein Umschlag im Hafen möglich ist. Hafenkräne mit einer Tragkraft von bis zu 10 t werden mit 0,5 bewertet. Eine 1 erhalten Kräne mit einer Tragkraft von über 10 t. Verladebrücken bekommen eine 0,5 mit einer Tragkraft von bis zu 20 t. Darüber hinaus beträgt der Wert 1. Auf diese Weise ist die unterschiedliche Qualität der Anlagen in den Modell-daten berücksichtigt. Gemäß Abbildung IV-17 werden die einzelnen Umschlagarten

⁸⁷ Ergebnisse s. Rankingtabelle Eisenbahn in Abschnitt X.11.

⁸⁸ ANONYMUS (2001b), BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, INFRASTRUKTUR, VERKEHR UND TECHNOLOGIE (2005), STATISTISCHES BUNDESAMT (2004): Fachserie 8, Reihen 4 und 5, STATISTISCHES BUNDESAMT (2006a), VEREIN FÜR EUROPÄISCHE BINNENSCHIFFFAHRT UND WASSERSTRAßEN (2004)

gewichtet und addiert. Ein weiterer Baustein ist die umgeschlagene Rundholzmenge. Mit der in diesem Kapitel üblichen Standardisierung werden die Durchschnittsdaten der Jahre 2001 bis 2005 auf Werte zwischen 0 und 1 umgerechnet. Die Daten über infrastrukturelle Anbindung, Verlademöglichkeiten und Erfahrung im Holzumschlag werden im Verhältnis gemäß Abbildung IV-19 gewichtet und summiert.⁸⁹

VI.1.3.4 Transportbeschränkung

Die Beschränkung der Verkehrsträger auf bestimmte Entfernungen wurde nach dem Studium der vorliegenden Literatur (s. Abschnitt IV.4.4.3) definiert und gibt dem Modell vor, bei welchen Entfernungsradien sich ein Verkehrsträger grundsätzlich am Transport im Modell beteiligen darf. Bis zu einschließlich 300 km kann im Modell mit dem Lkw transportiert werden, während sich die Eisenbahn ab mehr als 150 km und die Schifffahrt ab mehr als 300 km am Transport beteiligen können. Dies bedeutet automatisch, dass Straßengüterverkehr und Schifffahrt im Modell nie gleichzeitig in einem Entfernungsradius verwendet werden. Ist beispielsweise der Entfernungsradius 200 km aktuell, so können sowohl Lkw als auch die Eisenbahn Transporte durchführen, während die Schifffahrt im Modell für diese Entfernungsradius nicht zugelassen ist. Im Hinblick auf die Daten aus den Abschnitten IV.4.4.2 und IV.4.4.3 werden die Beschränkungen als realistische Grenzwerte betrachtet. 300 km sind für den Nadelrundholztransport auf deutschen Straßen große Entfernungen und werden nur von sehr großen Verbrauchern realisiert. Transporte ab 150 km bei der Eisenbahn und ab 300 km bei der Schifffahrt können unter sehr günstigen logistischen und finanziellen Voraussetzungen durchgeführt werden (s. Abschnitt IV.4.4.3). Im Fall der Luftlinienberechnung gibt es keine Transportbeschränkung, da nicht nach Hauptverkehrsträgern unterschieden wird.

VI.1.3.5 Transportanteil

Für die modellhafte Darstellung der Logistik im Modell hat der Abschnitt Transportanteil die größte Bedeutung. Hier wird nämlich im Detail festgelegt, bei welchen Entfernungsradien ein Übergang⁹⁰ zwischen den einzelnen Hauptverkehrsträgern stattfindet. Je nach logistischer Ausstattung der anbietenden und nachfragenden Raumordnungsregion wird entschieden, ob ein Transport mit dem Lkw, der Bahn oder dem Schiff stattfindet. Dies geschieht unter Berücksichtigung der beschriebenen Transportbeschränkung.

⁸⁹ Ergebnisse s. Rankingtabelle Schifffahrt in Abschnitt X.11.

⁹⁰ „Übergang“ bezeichnet den Wechsel des Hauptverkehrsträgers in Abhängigkeit der Entfernung. Damit ist nicht der Umschlag im Sinne des Multimodalen Verkehrs an einem Ort gemeint. Beispielsweise fährt der Lkw zwischen zwei Raumordnungsregionen bis 250 km. Ab mehr als 200 km wird der Lkw in diesem Beispiel laut Transportanteil von der Eisenbahn allmählich abgelöst, so dass diese zwischen den beiden Raumordnungsregionen ab mehr als 250 km alleine den Transport durchführt.

Wird in Modell mit einem Luftlinienszenario gerechnet, entfällt die Thematik des Transportanteils, weil nicht zwischen Straßengüterverkehr, Eisenbahn und Schiff unterschieden wird. Die Rundholzmengen werden dabei unabhängig vom Hauptverkehrsträger zwischen den Raumordnungsregionen entlang der Luftlinienentfernungen übertragen.

Bei der Aufkommenseite sind die Rankingtabellen der Hauptverkehrsträger Ausgangspunkte der Berechnungen. Auf Seite der Verwendung stehen die Rankingtabelle der Schifffahrt und eine Übersicht zu Gleisanschlüssen bei möglichen Empfängern zur Verfügung. Auf Verwendungsseite wird die Rankingtabelle des Straßengüterverkehrs nicht benötigt, weil in diesem Abschnitt der Übergang zu anderen Hauptverkehrsträgern im Modell ermittelt werden soll. Durch die Recherche im Abschnitt Schwerpunkt Gleisanschlüsse sind bei großen Nadelstammholzverbrauchern mögliche Gleisanschlüsse bekannt. In dieser Stelle fließt die Annahme ein, dass bei Vorhandensein eines Gleisanschlusses in einer Raumordnungsregion sämtliche realen Verbraucher in diesem Gebiet über die Schiene mit Holz versorgt werden können. Sie ist ihrerseits auf die bereits bekannte Annahme zurückzuführen, dass alle Werte einer Raumordnungsregion in einem Punkt konzentriert sind, so dass es nur maximal einen Nachfrager im Modell je Raumordnungsregion geben kann. Informationen über Gleisanschlüsse liegen für das Jahr 2005 vor. Soweit geplante Investitionen in Gleisanschlüsse aus Fachzeitschriften entnommen werden konnten, werden diese Informationen zusätzlich auf das Jahr 2009 projiziert. Damit liegen sie wie die geschätzten Einschnittdaten für dasselbe Jahr vor.

In einem weiteren Schritt werden die Rankingtabellen bei der Aufkommens- und Verwendungsseite in maximal drei Qualitätsstufen⁹¹ eingeteilt. Ist der Umschlag bei Eisenbahn oder Schiff nicht möglich, erhält die betreffende Raumordnungsregion in der Rankingtabelle die niedrigste Stufe. In der Rankingtabelle Straßengüterverkehr erhält jede Raumordnungsregion die höchste Kategorie, da jede Raumordnungsregion mit dem Lkw erreichbar ist. Zusätzlich gilt hier die Annahme, dass es keine grundsätzlichen Unterschiede in den Raumordnungsregionen beim Umschlag im Wald auf den Lkw oder vom Lkw auf den Lagerplatz des belieferten Werkes gibt. Anders sieht es hingegen bei der Eisenbahn und der Schifffahrt aus. Aufgrund der vorliegenden Standortinformationen über Holzverladebahnhöfe und Häfen, werden bei der Eisenbahn und Schifffahrt per Definition das erste Drittel⁹² in den Rankingtabellen der erreichbaren Raumordnungsregionen mit der höchsten Kategorie versehen. Dagegen werden die restlichen, erreichbaren Raumordnungsregionen der mittleren Kategorie zugewiesen. Alle Raumordnungsregionen ohne Holzverladebahnhof oder Hafen erhalten die niedrigste Kategorie. Bei den Gleisanschlüssen gibt es zwei Qualitätsstufen: vorhanden und nicht vorhanden.

⁹¹ Die Qualitätsstufen unterteilen sich in die höchste (1), die mittlere (2) und die niedrigste (3) Kategorie.

⁹² Mit dieser Einteilung wird mangels besserer Informationen eine willkürliche Grenze gezogen. Jedoch können dadurch die Standorte grob in Qualitätsstufen einsortiert werden.

Der Wechsel des Hauptverkehrsträgers hängt von der individuellen Qualitätsstufe der Logistikeinrichtungen bei Anbieter und Nachfrager ab. Je höher die Kategorie der Umschlagmöglichkeiten in den Rankingtabellen, desto eher kann ein Übergang zwischen Hauptverkehrsträgern stattfinden. Wenn beide Raumordnungsregionen die höchste Kategorie in der Rankingtabelle bei der Eisenbahn oder der Schifffahrt halten, wird so früh wie möglich der Hauptverkehrsträger gewechselt. Dies kann zwischen Lkw und Eisenbahn frühestens ab mehr als 150 km⁹³ sein. Zwischen Eisenbahn und Schiff ist dies ab mehr als 300 km der Fall. Mit jeder Verringerung der Qualitätsstufe um eine Kategorie bei Anbieter oder Nachfrager verschiebt sich der Übergang um einen Entfernungsradius. Zwischen Lkw und Eisenbahn ist der späteste Übergang bei mehr als 250 km. Bei Eisenbahn und Schiff ist dies spätestens bei mehr als 400 km der Fall.

Der Wechsel erfolgt bezüglich der Menge nicht vollständig zwischen zwei Entfernungsradien, sondern allmählich innerhalb eines Entfernungsradius'. Zwischen Lkw und Eisenbahn übernehmen beide Hauptverkehrsträger jeweils die Hälfte der anfallenden Transportmenge. In dem darauf folgenden Entfernungsradius wird die gesamte Transportmenge von der Eisenbahn übernommen. Der Übergang von Eisenbahn zu Schiff erfolgt nach einem ähnlichen Vorgehen, allerdings ist das Verhältnis zwischen Eisenbahn und Schiff per Definition 90 : 10 und wird auch in den folgenden Entfernungszonen beibehalten. Damit wird der Situation Rechnung getragen, dass die Schifffahrt am Rundholztransport einen vernachlässigbaren Anteil hat (HEDDEN 2002).

Verfügt eine Raumordnungsregion nur über den Lkw als Hauptverkehrsträger, so findet auch kein Wechsel statt. Gibt es beispielsweise eine ungesättigte Nachfrage in dem Entfernungsradius 400 km und der Transport mit Eisenbahn oder Schiff ist nicht möglich, bleibt diese Nachfrage im Modell bestehen und es herrscht Knappheit.

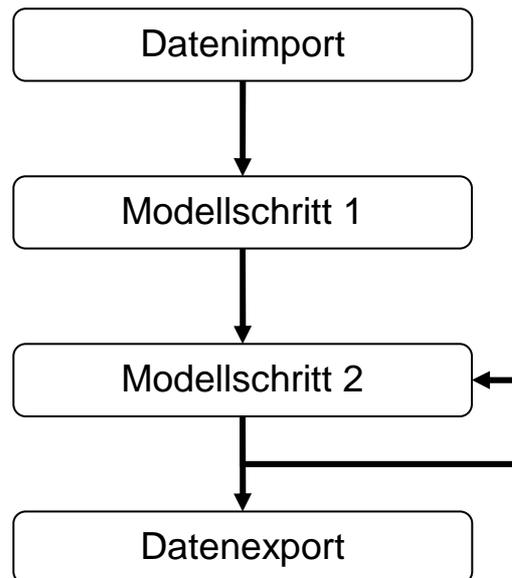
Mit dem in diesem Abschnitt beschriebenen Vorgehen wird gewährleistet, dass jede Verbindung entsprechend der Möglichkeiten der beteiligten Raumordnungsregionen individuell bewertet wird. Diese Bewertung führt dann im Modell zum Einsatz der Hauptverkehrsträger in unterschiedlichen Entfernungsradien, wie es auch in der Realität der Fall ist.

⁹³ Zur Erinnerung: eine Entfernungsangabe von beispielsweise „mehr als 150 km“ ist gleichbedeutend mit dem Entfernungsradius 200 km (s. Fußnote 65).

VI.2 Modellaufbau

Um auf das in Kapitel V.2 beschriebene Problem der Darstellung der regionalen Aufkommens- und Verwendungsstruktur von Nadelstammholz in Deutschland zu lösen, wurde das Modell eigenhändig mit der Software SAS 9.1 programmiert. Die Grundstruktur besteht aus den Modulen Datenimport, Modellschritt 1, Modellschritt 2 und Datenexport.

Abbildung VI-4: Module im Modell der regionalen Rohstoffverteilung

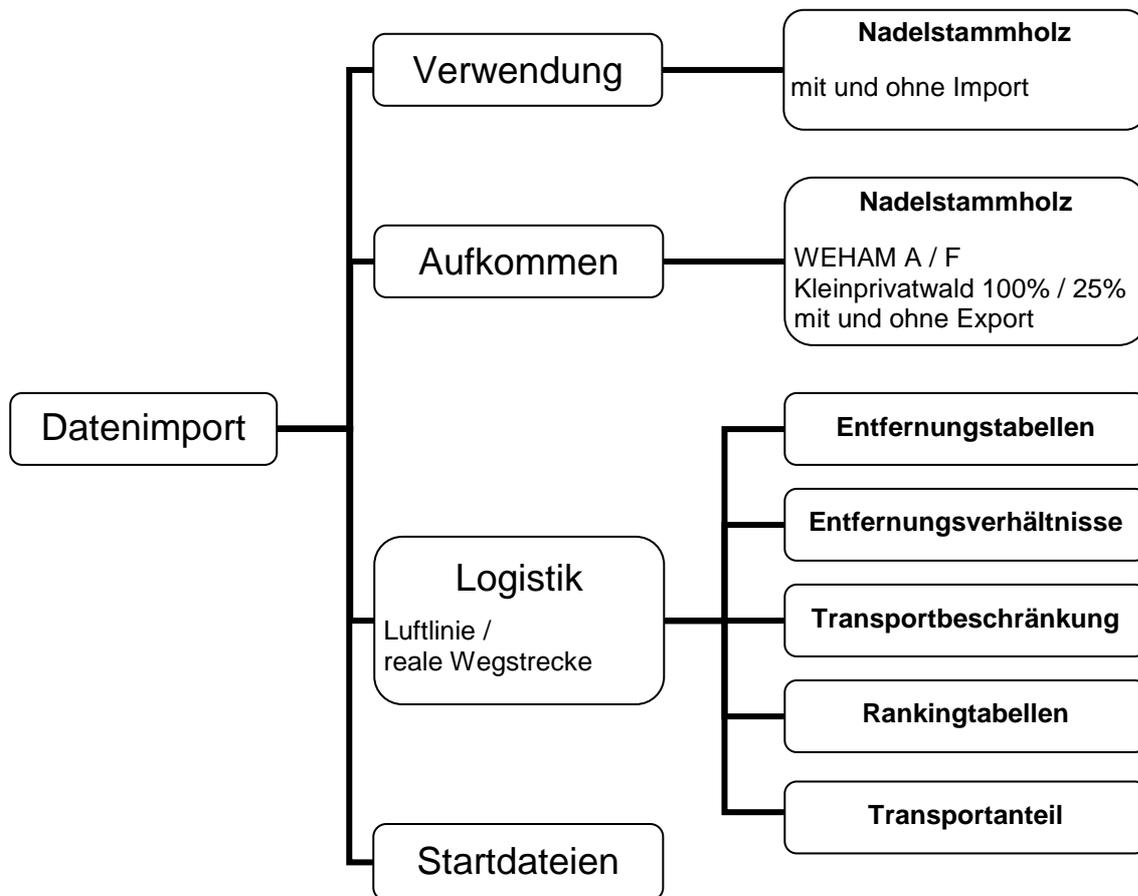


Quelle: eigene Darstellung

VI.2.1 Datenimport

Das Modul Datenimport ist für die Bereitstellung aller relevanten Daten verantwortlich. Die Vorbereitung dieser Daten außerhalb von SAS wurde in Abschnitt VI.1 dargestellt. Importiert werden Daten über das Aufkommen, die Verwendung und über die Logistik. Zur Logistik gehören Daten über Entfernungen zwischen den geographischen Zentren der Raumordnungsregionen für die Luftlinie und die drei Hauptverkehrsträger Straßengüterverkehr, Eisenbahn und Schifffahrt. Auch Daten über die logistische Qualität der Raumordnungsregionen (Rankingtabellen) bezüglich der Hauptverkehrsträger werden neben Dateien mit Transportanteilen und -beschränkungen in das Modell geladen. Der zur Verfügung gestellte Datenpool wird durch allgemeine Modellvariablen (Startdateien) vervollständigt wie z. B. einer Auflistung der Raumordnungsregionen.

Abbildung VI-5: Dateien des Datenimports

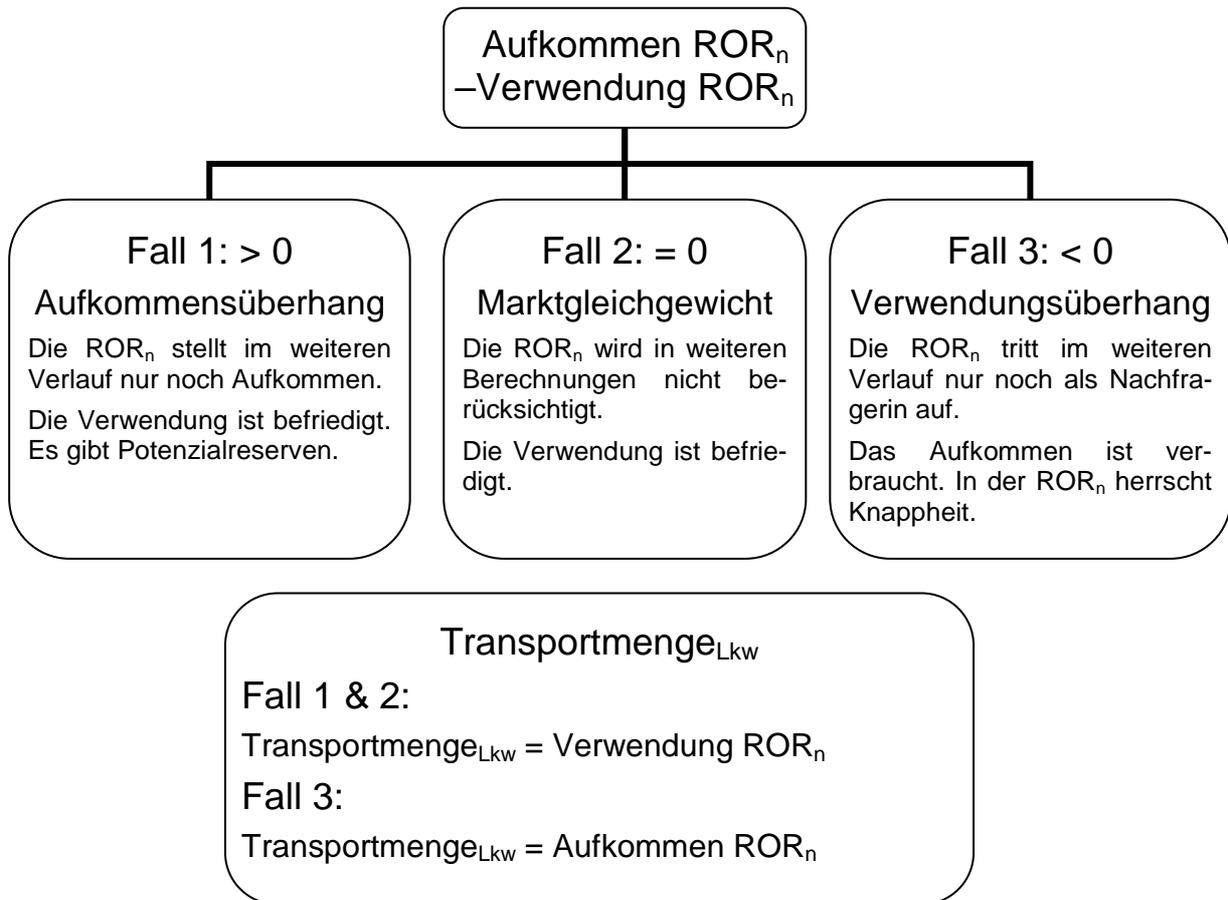


Quelle: eigene Darstellung

VI.2.2 Modellschritt 1

Der Modellschritt 1 sorgt dafür, dass innerhalb jeder Raumordnungsregion die Verwendung vom Aufkommen abgezogen wird. Für die Subtraktion sind drei Fälle zu unterscheiden. Wenn das Ergebnis positiv (Aufkommensüberhang) ist, dann wird es als neues Aufkommen abgespeichert. Das Aufkommen wurde reduziert und die Verwendung in der Raumordnungsregion komplett befriedigt. Für den Modellschritt 2 steht eine solche Raumordnungsregion nur noch als Anbieterin zur Verfügung. Ist das Ergebnis jedoch negativ (Verwendungsüberhang), wird der Betrag des Ergebnisses als neue Verwendung abgespeichert. Es existiert kein Aufkommen mehr in der betreffenden Raumordnungsregion und sie tritt im Modellschritt 2 als Nachfragerin auf. Beim Ergebnis Null wird die Raumordnungsregion im weiteren Verlauf nicht weiter berücksichtigt, da sie weder anbietende noch nachfragende Raumordnungsregion ist.

Abbildung VI-6: Modellschritt 1



Erläuterung: ROR_n bedeutet eine beliebige Raumordnungsregion von 1 bis 97.

Quelle: eigene Darstellung

Obwohl grundsätzlich die Annahme getroffen wird, dass alle Werte punktförmig im geografischen Zentrum vorliegen und somit theoretisch keine Entfernung innerhalb einer Raumordnungsregion überbrückt werden muss, werden die bereits verteilten Mengen vollständig dem Straßengüterverkehr zugerechnet.

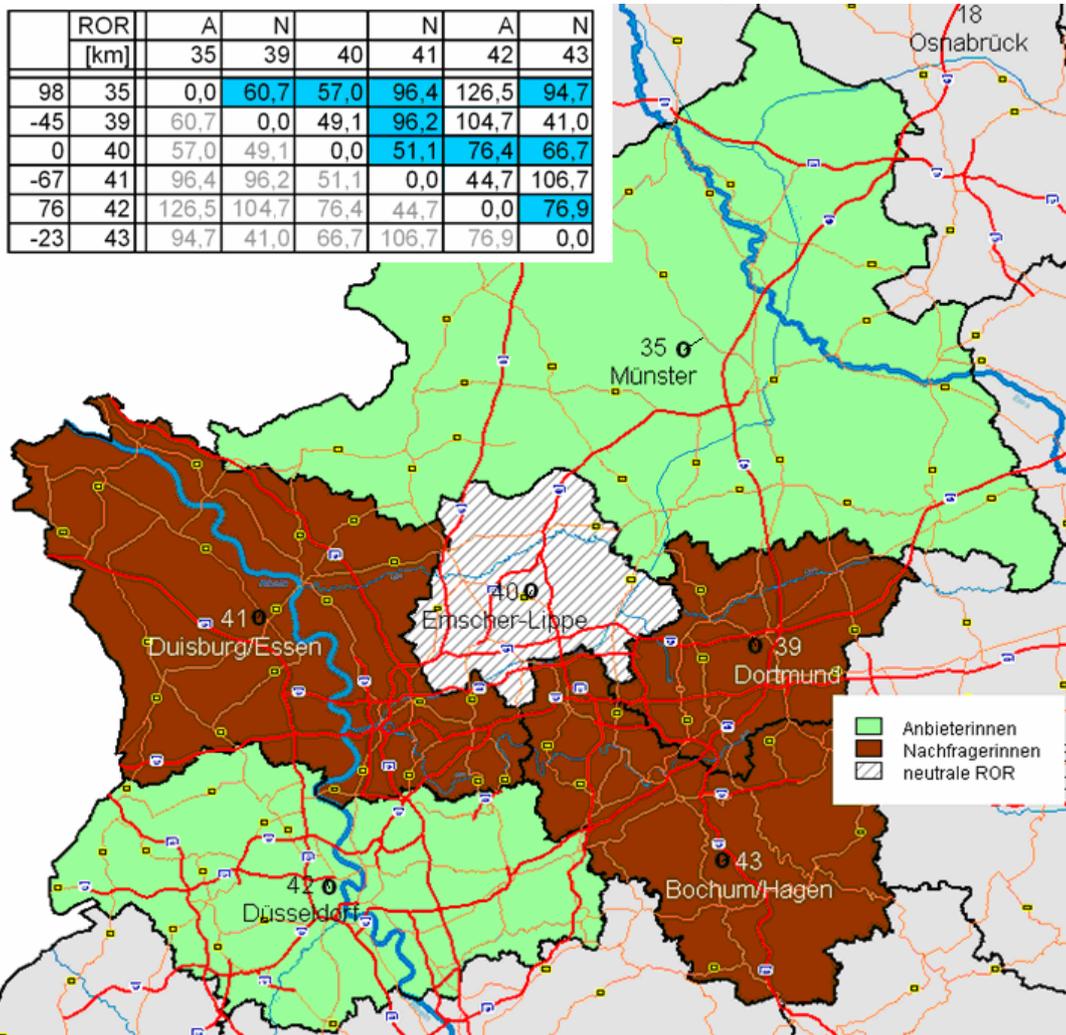
VI.2.3 Modellschritt 2

Im Modellschritt 2 wird von den nachfragenden Raumordnungsregionen sukzessive über die zunehmenden Entfernungsradien auf das verbliebene Aufkommen zugegriffen.

Dafür sind in Entfernungstabellen die Distanzen zwischen sämtlichen 97 Raumordnungsregionen hinterlegt. Optional stehen diese Entfernungen in Form der Luftlinie oder der realen Wegstrecke für die Hauptverkehrsträger zur Verfügung. Je nach vorgegebenem Entfernungsradius werden alle Verbindungen aus der Entfernungstabelle ausgesucht, die länger als der letzte Entfernungsradius sind und gleichzeitig

den aktuellen Entfernungsradius nicht überschreiten.⁹⁴ Daraufhin findet ein Abgleich mit einer definierten Transportbeschränkung statt. Für jede Raumordnungsregion werden nur die im Modell existierenden Verbindungen der Hauptverkehrsträger temporär gespeichert, die auch von der Transportbeschränkung zugelassen werden.⁹⁵

Abbildung VI-7: Modellschritt 2 – Entfernungen und Transportbeschränkung



Beispiel mit **hypothetischen** Werten:

Das Modell befindet sich im Entfernungsradius 100 km. Vom Modellschritt 1 und dem nachfolgenden Entfernungsradius 50 km ist bekannt, welche ROR Anbieterinnen (A, positive Werte in erster Tabellenspalte, hellgrüne Färbung), welche ROR Nachfragerinnen (N, negative Werte in erster Tabellenspalte, dunkelbraune Färbung) und welche ROR neutral (weder A noch N, Wert „0“ in erster Tabellenspalte, schraffiert) sind. Die Zentren (o) der ROR sind per Luftlinie mit dem Straßenverkehrsnetz verbunden. Jetzt werden alle ROR ermittelt, deren Entfernung größer als 50 km und maximal 100 km beträgt (blau eingefärbte Tabellenwerte, gespiegelte Werte sind der Übersicht halber nur in grauer Schrift gehalten). Die Transportbeschränkung gibt an, dass nur der Lkw transportieren darf (da ≤ 100 km).

Quelle: LUTUM + TAPPERT DV BERATUNG GMBH (2005), eigene Darstellung

⁹⁴ Es werden beispielsweise bei einem aktuellen Entfernungsradius von 150 km alle Verbindungen ausgesucht, die länger als ($>$) 100 km und gleichzeitig nicht größer (\leq) als 150 km sind.

⁹⁵ Eine solche Beschränkung fällt bei der Betrachtung unter dem Aspekt der Luftlinienverbindung fort, da nicht zwischen Hauptverkehrsträgern unterschieden wird.

Abbildung VI-8: Modellschritt 2 – Bildung von Gewichtssumme und Gewichten

		A	N		N	A	N	Σ
	ROR	35	39	40	41	42	43	
98	35		-45		-67		-23	-135
-45	39				-67			-67
0	40				-67		-23	-90
-67	41							
76	42						-23	-23
-23	43							



		N	-45	-67	-23
A	ROR	39	41	43	
98	35	0,33	0,50	0,17	
76	42	0,00	0,00	1,00	

Die blau unterlegten Zellen stehen für die gültigen Verbindungen innerhalb des Entfernungsradius' 100 km. Es wird für jede ROR die sie aus anderen ROR betreffende Nachfrage für die gültigen Verbindungen aufgelistet. Durch Addition der Nachfragen wird die Gewichtssumme gebildet (für ROR 35 z. B. 135 Einheiten). In grauer Schriftfarbe sind die Summen der ROR angegeben, die nicht weiter betrachtet werden, da dort die Nachfrage auf kein Angebot trifft. Durch Division der einzelnen Nachfragemengen zur passenden Gewichtssumme, werden die Gewichte errechnet.

Quelle: eigene Darstellung

Im folgenden Rechenschritt wird auf die bislang zwischengespeicherten Werte zurückgegriffen und eine Angebotstabelle generiert, in der die Nachfrage dem Angebot gegenübergestellt wird. Durch das errechnete Gewicht aller Nachfrager wird das Aufkommen von anbietenden Raumordnungsregionen vorläufig aufgeteilt. Hier sind zwei Fälle zu unterscheiden. Wenn die Gewichtssumme der Nachfragerinnen kleiner oder gleich dem Aufkommen der Anbieterin ist, können die Nachfragerinnen ihre gesamte Menge bei der Anbieterin reservieren⁹⁶. Andernfalls kann die Nachfragerin nur die Menge von der Anbieterin in Aussicht gestellt bekommen, die ihrem zuvor berechneten Gewicht entspricht (s. Beispiel 2 in Fußnote 63 und Abbildung IV-9). In der Angebotstabelle werden von den Nachfragerinnen die Mengen vorläufig abgespeichert, die sie bei den Anbieterinnen reserviert haben.

Abbildung VI-9: Modellschritt 2 – Bildung der Angebotstabelle

		N	-45	-67	-23	
A	ROR	39	41	43		
98	35	32,7	48,6	16,7	Fall 2	
76	42	0,0	0,0	23,0	Fall 1	

Im Fall 1 (Angebot \geq Nachfrage) reserviert die Nachfragerin (ROR 43) ihre gesamte Nachfrage bei der Anbieterin (ROR 42). Im Fall 2 (Angebot $<$ Nachfrage) bekommt jede Nachfragerin nur die ihrem Gewicht an der Gewichtssumme entsprechenden Menge in Aussicht gestellt (z. B. $0,33 \cdot 98 = 32,7$ für Nachfragerin ROR 39 bezüglich Anbieterin ROR 35).

Quelle: eigene Darstellung

Um eine Auswahl unter den reservierten Alternativen zu treffen, werden alle Verbindungen zwischen Anbieterinnen und Nachfragerinnen mit einer Logistikvariable gewichtet⁹⁷. Diese Variable wird dann für die später verpflichtende Auswahl in einer Lo-

⁹⁶ „Reservieren“ hat hier die Bedeutung, dass eine Raumordnungsregion diese bestimmte Menge von der Anbieterin abrufen könnte. Da aber oftmals eine Auswahl zwischen verschiedenen Anbieterinnen besteht, muss anhand eines weiteren Kriteriums (Logistikvariable) die definitive Auswahl getroffen werden. Erst dann wird auf das Aufkommen im Modell tatsächlich zugegriffen.

⁹⁷ Im Fall der Luftlinienberechnung wird die Logistikvariable nicht berechnet, sondern die Verteilung nur in Abhängigkeit der räumlichen Entfernung vorgenommen, wobei die jeweils kürzeste Distanz den Vorzug erhält.

gistiktabelle zwischengespeichert. Im Modell wird für jeden Hauptverkehrsträger eine eigene Logistikvariable aus den Daten der vorliegenden Rankingtabellen und der Entfernungsverhältnisse gebildet. Das Ranking wird durch das Entfernungsverhältnis zwischen Anbieterin und Nachfragerin geteilt (s. Abbildung VI-10). In den Rankingtabellen werden in erster Linie Informationen über Umschlagmöglichkeiten in Raumordnungsregionen zusammengefasst und bewertet. Die Entfernungsverhältnisse dienen dazu, innerhalb eines Entfernungsradius' die unterschiedlichen Distanzen zwischen den Nachfragerinnen bezüglich der Anbieterin zu bewerten. Auch hier gilt, dass eine kürzere Transportentfernung vorteilhafter ist.⁹⁸

Die jeweilige Logistikvariable wird immer dann errechnet, wenn eine Nachfragerin (N_m , wobei $m = 1$ bis 97) auf ein Aufkommen (A_n , wobei $n = 1$ bis 97 und $m \neq n$) in einer Raumordnungsregion über eine bestehende Verbindung der entsprechenden Hauptverkehrsträger zugreifen kann. Ansonsten wird die Logistikvariable auf Null gesetzt. Abschließend werden die Werte der Logistikvariablen der einzelnen Hauptverkehrsträger zur eigentlichen Logistikvariable aufsummiert und in der Logistiktable gespeichert.

Abbildung VI-10: Modellschritt 2 – Bildung der Logistiktable

Wenn eine Nachfragerin über eine Verbindung auf eine Anbieterin zugreifen kann, dann gilt:

	N	-45	-67	-23
A	ROR	39	41	43
98	35	0,426	0,401	0,383
76	42	0,823	0,156	0,498

Ranking_{Lkw}

	N	-45	-67	-23
A	ROR	39	41	43
98	35	0,146	0,231	0,227
76	42	0,557	0,901	0,185

Entfernungsverhältnis_{Lkw}

$$\text{Logistikvariable}_{\text{Hauptverkehrsträger } N_m \rightarrow A_n} = \frac{\text{Ranking}_{\text{Hauptverkehrsträger } N_m \rightarrow A_n}}{\text{Entfernungsverhältnis}_{\text{Hauptverkehrsträger } N_m \rightarrow A_n}}$$

Wenn die Angebotstabelle (s. Abbildung VI-9) eine Null zwischen zwei Gebieten ausweist, wird die betreffende Logistikvariable auf Null gesetzt.

	N	-45	-67	-23
A	ROR	39	41	43
98	35	2,922	1,732	1,686
76	42	1,478	0,173	2,697

Logistiktable_{Lkw}

→

	N	-45	-67	-23
A	ROR	39	41	43
98	35	2,922	1,732	1,686
76	42	0,000	0,000	2,697

Logistiktable_{Lkw}

$$\text{Logistikvariable} = \sum \text{Logistikvariable}_{\text{Hauptverkehrsträger } N_m \rightarrow A_n}$$

Erläuterung: m und n bedeuten je eine beliebige Raumordnungsregion von 1 bis 97.

Quelle: eigene Darstellung

In der Abbildung VI-10 gilt die berechnete Logistiktable für den Straßengüterverkehr, da Eisenbahn und Schifffahrt in dem Beispiel nicht zugelassen sind. Ihre Logistikwerte betragen demnach Null. Wie bereits erwähnt, betragen auch die Logistikwerte für die Raumordnungsregionen Null, die sich weder durch Aufkommen noch durch Verwendung auszeichnen und sich deshalb an keinem Transport beteiligen.

⁹⁸ Zur Berechnung des Rankings und der Entfernungsverhältnisse s. Abschnitt VI.1.3.

Für die Durchführung des Transports im Modell wird bei verschiedenen Angeboten dasjenige von der betreffenden Nachfragerin mit der für sie am höchsten bewerteten Logistikvariable ausgesucht. Dies geschieht unabhängig von den angebotenen Mengen. Es wird also das Aufkommen ausgewählt, das mit der besten Verbindung abgerufen werden kann. Im Beispiel der Abbildung VI-10 würde die Raumordnungsregionen 39 (32,7 Einheiten, s. Abbildung VI-7) und 41 (48,6) auf 35 (98,0) zugreifen, da sie keine andere Wahl haben. Dagegen hat Raumordnungsregion 43 die Auswahl und wird auf die vorher reservierten 23 Einheiten von Raumordnungsregion 42 (76,0) zugreifen, da dort die Logistikvariable im Vergleich zu Raumordnungsregion 35 den höheren Wert hat.

Die ausgewählten Mengen werden anschließend den Hauptverkehrsträgern zugeordnet und abgespeichert. Die dafür benötigten Informationen sind in den Dateien über Transportanteile hinterlegt (s. Abschnitt VI.1.3.5). Mit ihrer Unterstützung wird in jedem Entfernungsradius für die verteilten Mengen entschieden, welchen Anteil jeder Hauptverkehrsträger zu transportieren hat.

Abschließend werden die Transportmengen der einzelnen Hauptverkehrsträger aufsummiert, damit die komplette Transportmenge zwischen zwei Raumordnungsregionen ausgewiesen werden kann.

Abbildung VI-11: Modellschritt 2 – Mengenverteilung auf Transportmittel

ROR	39	41	43
35	32,7	48,6	
42			23,0
Lkw	1	1	1
Bahn	0	0	0
Schiff	0	0	0

In diesem Beispiel werden alle Mengen durch den Straßengüterverkehr transportiert, da der aktuelle Entfernungsradius 100 km beträgt. Würde die Transportmenge im Übergangsbereich zwischen Straßengüterverkehr und Eisenbahn aufgeteilt, so geschieht dies zu jeweils 50 %. Zwischen Eisenbahn und Schiff beträgt das Verhältnis immer 90 : 10.

$$\text{Transportmenge} = \sum \text{Transportmenge}_{\text{Hauptverkehrsträger } A_n \rightarrow N_m}$$

Quelle: eigene Darstellung

Ab dieser Stelle ist im Modell bekannt, welche Menge mit welchen Hauptverkehrsträgern zwischen welchen Raumordnungsregionen transportiert wird. Dadurch lassen sich auch die verbliebenen Mengen berechnen (s. Abbildung VI-12).

Abbildung VI-12: Modellschritt 2 – verbliebene Mengen

	N	-45	-67	-23
A	ROR	39	41	43
98	35	32,7	48,6	
76	42			23,0



	N	-12,3	-18,4	-0,0
A	ROR	39	41	43
16,7	35			
53,0	42			

Die transportierten Mengen werden von den Anbieterinnen abgezogen und den Nachfragerinnen hinzuaddiert. Dadurch liegen andere Ausgangswerte für eine neue Rechenschleife bei Aufkommen und Verwendung vor. Im Fall von Nachfragerin ROR 43 werden keine weiteren Berechnungen angestellt, da dort keine Nachfrage mehr ist. Zu beachten ist, dass sich in der neuen Rechenschleife die Gewichte verändern werden, was aber am grundsätzlichen Ablauf nichts ändert. Liegen nach einer Rechenschleife in einem Entfernungsradius nur noch Anbieterinnen oder Nachfragerinnen vor, werden die Ergebnisse des Entfernungsradius' abgespeichert und gleichzeitig damit die Ausgangsdaten des nächsten Entfernungsradius' geschaffen.

Quelle: eigene Darstellung

Verhält es sich jedoch so, dass noch immer innerhalb eines Entfernungsradius' eine unbefriedigte Nachfrage einem verbliebenen Angebot gegenübersteht, sind im Modell die Abläufe so programmiert, dass die beschriebenen Vorgänge im Modellschritt 2 so lange wiederholt werden, bis es im aktuellen Entfernungsradius entweder nur noch ein Angebot oder eine Nachfrage gibt. Dabei ist zu beachten, dass in jeder neuen Rechenschleife die Gewichte durch die in der vergangenen Schleife durchgeführten Verteilungen neu berechnet werden und andere Werte annehmen können.

Durch die neue Berechnung in jeder Schleife haben alte Reservierungen keinen Bestand und müssen in Abhängigkeit der neu berechneten Gewichte abermals ermittelt werden. Dies führt dazu, dass die Angebots- und Logistiktabelle ebenfalls neu erstellt werden. Die neu errechneten Mengen fließen in die bestehenden Tabellen für Aufkommen, Verwendung und Transport ein. Wenn in jeder Raumordnungsregion nur noch Aufkommen oder Verwendung existieren, werden die Berechnungen im entsprechenden Entfernungsradius beendet und die dazu gehörigen Ergebnisse für Aufkommen, Verwendung und Transportmengen dauerhaft abgespeichert. Diese Ergebnisse für Aufkommen und Verwendung sind gleichzeitig die Startwerte für den neuen Entfernungsradius, in dem sich alles wiederholt. Nach Berechnung aller Entfernungsradien liegt entweder ein Verwendungsüberhang vor, was in den betreffenden Raumordnungsregionen Knappheit bzw. Unterversorgung bedeutet. Oder es besteht ein Aufkommensüberhang. Dann existieren dort Rohstoffreserven. Zusätzlich kann ausgewiesen werden, welche Mengen in welchen Entfernungsradien mit welchen Hauptverkehrsträgern transportiert werden.

VI.2.4 Datenexport

Bei diesem letzten Schritt werden nach der Verteilung die Ergebnisse der elf Entfernungsradien für Aufkommen, Verwendung und Transportmengen aus SAS exportiert. Dabei werden die Daten aus dem SAS-Datenformat in das Datenformat CSV (s. Fußnote 28) übersetzt, damit die Ergebnisse von gewöhnlichen Tabellenkalkulationsprogrammen zur weiteren Verarbeitung genutzt werden können. Außerdem werden die im Modell allgemein gehaltenen Variablennamen in das betreffende Sortiment umbenannt.

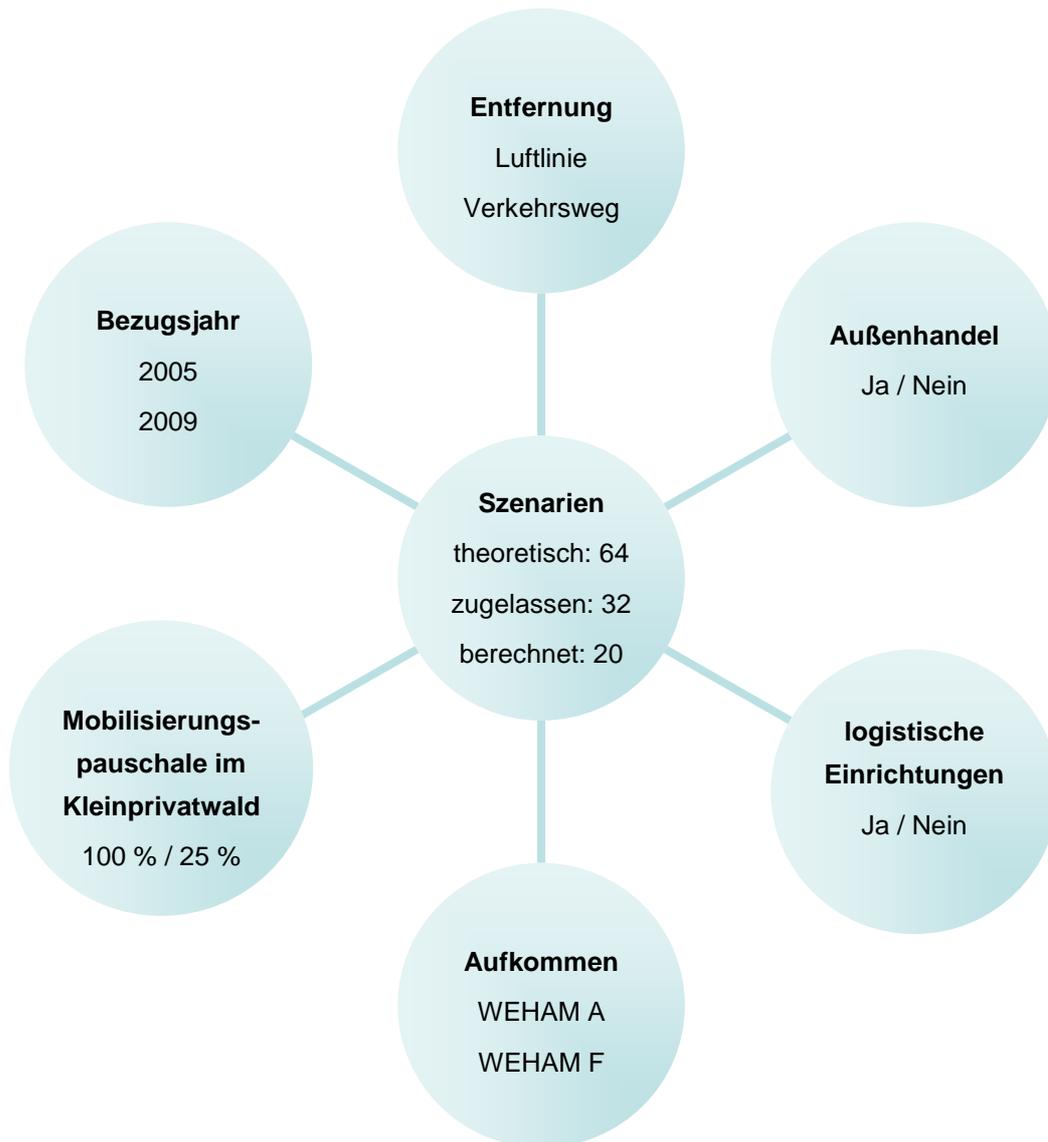
VI.3 Szenarien

In diesem Abschnitt werden unter der jetzigen Kenntnis der Datenbearbeitung und des Modellaufbaus die berechneten Szenarien dargestellt, bevor in Kapitel VII deren Ergebnisse präsentiert werden. Ein Schwerpunkt liegt in diesem Abschnitt auf der Verdeutlichung von Unterschieden zwischen den Szenarien.

Das vorliegende Datenmaterial und die gegebene Modellstruktur lassen zum Thema Nadelstammholz theoretisch $2^6 = 64$ unterschiedliche Kombinationsmöglichkeiten für

Szenarien zu. Da sie mit Luftlinienentfernung grundsätzlich nur ohne logistische Einrichtungen⁹⁹ und ohne Außenhandel betrachtet werden, verringert sich die Anzahl der Szenarien um 24. Ein Szenario mit Luftlinienentfernung stellt deshalb die einfachste Struktur dar. Zusätzlich können Bezugsjahr (2005 / 2009), Aufkommen (WEHAM A / F) und Mobilisierungspauschale im Kleinprivatwald (100 % / 25 %) kombiniert werden. Unter Beteiligung von Hauptverkehrsträgern kann ferner zwischen logistischen Einrichtungen und Außenhandel differenziert werden.

Abbildung VI-13: Kombinationsmöglichkeiten in den Szenarien



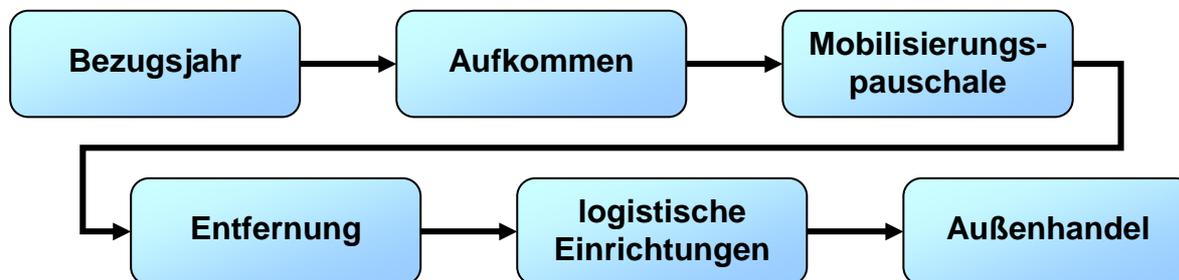
Quelle: eigene Darstellung

Wie Abbildung VI-14 zeigt, ist der Außenhandel die letzte Stufe der Betrachtung. Da die logistischen Einrichtungen vor dem Außenhandel angesiedelt sind, findet eine Betrachtung des Außenhandels ohne die logistischen Einrichtungen in dieser Arbeit

⁹⁹ „Logistische Einrichtungen“ differenzieren nach Hauptverkehrsträgern und beinhalten Informationen über Umschlagmöglichkeiten in Form der Rankingtabellen, Entfernungsverhältnisse, Transportbeschränkung und Transportanteile. Zusammen mit den Entfernungstabellen bilden sie im Modell den Bereich Logistik.

nicht statt. Somit werden weitere acht Szenarien nicht analysiert. Gleichwohl ließe sich für spezielle Analysen auch auf den Außenhandel ohne logistische Einrichtungen abstellen.

Abbildung VI-14: Zunahme der Komplexität von Szenarien



Quelle: eigene Darstellung

Es verbleiben 32 Szenarien. Für den Datensatz des Jahres 2005 werden alle verbliebenen 16 Kombinationsmöglichkeiten modelliert. Aus dem Datensatz für das Jahr 2009 werden vier Szenarien modelliert. Sie sollen lediglich eine Tendenz anzeigen, da zukünftige Entwicklungen generell relativ ungewiss sind.

Tabelle VI-5: Berechnete Szenarien

Szenarienbezeichnung	Bezugsjahr	Aufkommen	Mobilisierungsanteil im Kleinprivatwald	Entfernung	logistische Einrichtungen	Außenhandel
S5	2005	WEHAM A	100 %	Verkehrsweg	nein	nein
S6	2005	WEHAM A	100 %	Verkehrsweg	ja	nein
S7	2005	WEHAM A	100 %	Verkehrsweg	ja	ja
S8	2005	WEHAM A	100 %	Luftlinie	nein	nein
S37	2005	WEHAM A	25 %	Verkehrsweg	nein	nein
S38	2005	WEHAM A	25 %	Verkehrsweg	ja	nein
S39	2005	WEHAM A	25 %	Verkehrsweg	ja	ja
S40	2005	WEHAM A	25 %	Luftlinie	nein	nein
S13	2005	WEHAM F	100 %	Verkehrsweg	nein	nein
S14	2005	WEHAM F	100 %	Verkehrsweg	ja	nein
S15	2005	WEHAM F	100 %	Verkehrsweg	ja	ja
S16	2005	WEHAM F	100 %	Luftlinie	nein	nein
S45	2005	WEHAM F	25 %	Verkehrsweg	nein	nein
S46	2005	WEHAM F	25 %	Verkehrsweg	ja	nein
S47	2005	WEHAM F	25 %	Verkehrsweg	ja	ja
S48	2005	WEHAM F	25 %	Luftlinie	nein	nein
S30	2009	WEHAM F	100 %	Verkehrsweg	ja	nein
S31	2009	WEHAM F	100 %	Verkehrsweg	ja	ja
S62	2009	WEHAM F	25 %	Verkehrsweg	ja	nein
S63	2009	WEHAM F	25 %	Verkehrsweg	ja	ja

Quelle: eigene Darstellung

Da das Aufkommen ohnehin aus mehreren Perioden gemittelt wird, geht es unverändert in die Berechnungen für das Jahr 2009 ein. Auf der Seite der Verwendung liegen geschätzte Daten für 2009 vor, wobei die Außenhandelszahlen in Ermangelung von Daten unverändert aus dem Jahr 2005 übernommen werden. Im Bereich

der logistischen Einrichtungen werden einzig die Gleisanschlüsse und Häfen für das Jahr 2009 aktualisiert, wenn seit 2005 neue Standortinformationen vorliegen. Bislang von Eisenbahn oder Schiff unerschlossene Raumordnungsregionen können nun verstärkt an der Verteilung des Nadelstammholzes teilnehmen.

Im Vergleich der beiden Jahre lassen sich in erster Linie ein verändertes Verbraucherverhalten und dessen Einfluss auf Rohholzpotenziale und Knappheiten veranschaulichen.

Aus den 20 berechneten Szenarien werden die interessantesten Ergebnisse in Kapitel VII näher erläutert.

VII. Ergebnisse

Die Modellberechnungen erzeugen eine Fülle an Daten. Insbesondere die grafische Darstellung der Ergebnisse beschränkt sich in diesem Kapitel deshalb auf die Szenarien, die als besonders aufschlussreich angesehen werden.¹⁰⁰

Zuerst werden Ergebnisse der in Tabelle VI-5 gelisteten Szenarien für die Entwicklung von Aufkommen, Verwendung und Transportmengen über sämtliche Entfernungsradien¹⁰¹ gezeigt. Diese Daten werden exemplarisch in Abbildung VII-1 grafisch dargestellt. Anschließend wird in 13 Karten (s. Abbildungen VII-2 bis VII-14) die Situation beim Nadelstammholz in jedem einzelnen Entfernungsradius für Szenario 15 gezeigt, so dass regionale Veränderungen nachvollzogen werden können. Es schließt sich ein Kartentyp an, der diese regionalen Entwicklungen in einer Karte zusammenfasst und gleichzeitig angibt, bis zu welchen Entfernungen Raumordnungsregionen anbieten bzw. nachfragen. Als so genanntes Standardszenario ist dafür das Szenario 15 gewählt worden, da in ihm viele Aspekte enthalten sind, die es der Realität recht nahe kommen lässt und sich Inhalte im Vergleich zu anderen Szenarien gut verdeutlichen lassen. Es setzt sich aus folgenden Parametern zusammen: die Daten sind auf das Jahr 2005 bezogen, das Aufkommen richtet sich nach dem WEHAM Szenario F, die Mobilisierung des Rohholzpotenzials beträgt 100 % und die Logistik wird u. a. im Modell mit der Nachbildung des realen Verkehrswegenetzes berücksichtigt. Außerdem ist der Außenhandel zugelassen. Zusätzlich zu diesem Standardszenario werden die Szenarien 14, 31 und 47 für den zusammenfassenden Kartentyp vorgestellt. Während Szenario 14 die Auswirkungen bei Aufkommen und Verwendung durch das Fehlen des Außenhandels im Vergleich zu Szenario 15 verdeutlicht, zeigt Szenario 47 die Konsequenzen, wenn im Vergleich zum Standardszenario nur 25 % der Kleinprivatwaldmengen mobilisiert werden. Szenario 31 entspricht, abgesehen vom Bezugsjahr 2009, dem Szenario 15. Es werden die Auswirkungen der jüngsten Investitionstätigkeit in der Sägeindustrie auf die regionale Verteilung von Aufkommen und Verwendung vorgestellt. Ergänzt werden diese zusammenfassenden Karten durch Diagramme, in denen verstärkt auf Raumordnungsregionen und deren Potenzial bzw. Knappheit in Abhängigkeit der Entfernung eingegangen wird.

Das Kapitel VII schließt mit vergleichenden Übersichten ab. In ihnen wird zum weiteren Informationsgewinn u. a. für jedes Szenario die Anzahl der gesättigten Raumordnungsregionen demjenigen Entfernungsradius gegenübergestellt, in dem erstmalig kein Aufkommen mehr vorhanden ist. Zusätzlich zur bundesweiten Darstellung wird Deutschland in vier Regionen aufgeteilt. So lassen sich in Abhängigkeit der Region und des jeweiligen Szenarios zusätzliche Informationen über die Verteilung von Aufkommen und Verwendung gewinnen.

¹⁰⁰ Weitere Grafiken zu nicht behandelten Szenarien befinden sich in den Abschnitten X.13 bis X.15.

¹⁰¹ Aus Gründen der Übersicht wird ab Kapitel VII die Einheit [km] bei Angaben zu Entfernungsradien weggelassen.

VII.1 Ergebnisübersichten der berechneten Szenarien

Die Angabe „Start“ in der Tabelle VII-1 bezeichnet die Anfangswerte der Szenarien. Ihr folgen in den weiteren Spalten die einzelnen Entfernungsradien, wobei die Spalte „A“ für Aufkommen und die Spalte „V“ für Verwendung steht.

Tabelle VII-1: Übersicht zu Szenarien (Start bis Entfernungsradius 200)

Szenario	Start		0		50		100		150		200							
	A	V	A	n/T	V	A	n/T	V	A	n/T	V	A	n/T	V				
5	ROR	97	91	65	0	32	64	2	31	30	46	21	9	74	14	3	81	13
	Mengen	27.448	-34.544	8.628	18.821	-15.724	8.586	42	-15.682	4.649	3.937	-11.745	845	3.804	-7.941	103	742	-7.199
	Ø	283	-380	133	207	-491	134	1	-506	155	127	-559	94	181	-567	34	53	-554
6	ROR	97	91	65	0	32	64	2	31	30	46	21	9	74	14	3	81	13
	Mengen	27.448	-34.544	8.628	18.821	-15.724	8.586	42	-15.682	4.649	3.937	-11.745	845	3.804	-7.941	112	733	-7.208
	Ø	283	-380	133	207	-491	134	1	-506	155	127	-559	94	181	-567	37	52	-554
7	ROR	97	91	61	0	36	60	2	35	27	44	26	5	69	23	3	74	20
	Mengen	24.784	-33.194	7.202	17.583	-15.611	7.139	62	-15.549	3.645	3.494	-12.055	433	3.212	-8.842	319	114	-8.728
	Ø	256	-365	118	193	-434	119	2	-444	135	100	-464	87	124	-384	106	5	-436
8	ROR	97	91	65	0	32	56	14	27	11	65	21	0	76	21	0	76	21
	Mengen	27.448	-34.544	8.628	18.821	-15.724	7.134	1.493	-14.230	1.556	5.578	-8.652	0	1.556	-7.096	0	0	-7.096
	Ø	283	-380	133	207	-491	127	47	-527	141	207	-412	0	74	-338	0	0	-338
37	ROR	97	91	57	0	40	56	2	39	22	43	32	3	64	30	0	67	30
	Mengen	20.894	-34.544	5.684	15.210	-19.335	5.582	102	-19.233	2.431	3.150	-16.082	241	2.190	-13.892	0	241	-13.651
	Ø	215	-380	100	167	-483	100	3	-493	111	81	-503	80	68	-463	0	8	-455
38	ROR	97	91	57	0	40	56	2	39	22	43	32	3	64	30	0	67	30
	Mengen	20.894	-34.544	5.684	15.210	-19.335	5.582	102	-19.233	2.431	3.150	-16.082	241	2.190	-13.892	0	241	-13.651
	Ø	215	-380	100	167	-483	100	3	-493	111	81	-503	80	68	-463	0	8	-455
39	ROR	97	91	53	0	44	52	3	42	20	44	33	2	63	32	0	65	32
	Mengen	18.229	-33.194	4.942	13.287	-19.907	4.818	124	-19.782	2.264	2.554	-17.229	218	2.046	-15.183	0	218	-14.964
	Ø	188	-365	93	146	-452	93	3	-471	113	61	-522	109	62	-474	0	7	-468
40	ROR	97	91	57	0	40	47	14	36	7	59	31	0	66	31	0	66	31
	Mengen	20.894	-34.544	5.684	15.210	-19.335	4.452	1.232	-18.103	637	3.815	-14.288	0	637	-13.651	0	0	-13.651
	Ø	215	-380	100	167	-483	95	31	-503	91	106	-461	0	21	-440	0	0	-440
13	ROR	97	91	73	0	24	72	1	24	46	38	13	23	68	6	19	74	4
	Mengen	37.373	-34.544	15.467	21.905	-12.639	15.466	1	-12.638	10.672	4.794	-7.844	5.798	4.875	-2.969	5.202	596	-2.373
	Ø	385	-380	212	241	-527	215	0	-527	232	200	-603	252	375	-495	274	99	-593
14	ROR	97	91	73	0	24	72	1	24	46	38	13	23	68	6	19	74	4
	Mengen	37.373	-34.544	15.467	21.905	-12.639	15.466	1	-12.638	10.672	4.794	-7.844	5.798	4.875	-2.969	5.202	596	-2.373
	Ø	385	-380	212	241	-527	215	0	-527	232	200	-603	252	375	-495	274	99	-593
15	ROR	97	91	72	0	25	71	1	25	44	40	13	22	68	7	21	73	3
	Mengen	34.709	-33.194	13.513	21.195	-11.999	13.512	1	-11.998	8.845	4.668	-7.330	3.959	4.886	-2.444	3.442	517	-1.927
	Ø	358	-365	188	233	-480	190	0	-480	201	187	-564	180	376	-349	164	74	-642
16	ROR	97	91	73	0	24	66	10	21	27	62	8	19	73	5	12	80	5
	Mengen	37.373	-34.544	15.467	21.905	-12.639	13.960	1.507	-11.132	6.411	7.550	-3.583	5.007	1.404	-2.179	4.408	599	-1.579
	Ø	385	-380	212	241	-527	212	63	-530	237	360	-448	264	175	-436	367	120	-316
45	ROR	97	91	66	0	31	65	2	30	36	44	17	8	74	15	2	81	14
	Mengen	28.703	-34.544	9.601	19.102	-15.443	9.592	8	-15.434	5.434	4.158	-11.276	995	4.440	-6.836	211	784	-6.053
	Ø	296	-380	145	210	-498	148	0	-514	151	139	-663	124	261	-456	105	52	-432
46	ROR	97	91	66	0	31	65	2	30	36	44	17	8	74	15	2	80	15
	Mengen	28.703	-34.544	9.601	19.102	-15.443	9.592	8	-15.434	5.434	4.158	-11.276	995	4.440	-6.836	212	783	-6.053
	Ø	296	-380	145	210	-498	148	0	-514	151	139	-663	124	261	-456	106	52	-404
47	ROR	97	91	61	0	36	60	2	35	32	41	24	7	68	22	2	75	20
	Mengen	26.038	-33.194	8.294	17.744	-15.449	8.267	27	-15.422	4.438	3.829	-11.593	883	3.555	-8.038	286	597	-7.441
	Ø	268	-365	136	195	-429	138	1	-441	139	109	-483	126	148	-365	143	27	-372
48	ROR	97	91	66	0	31	58	13	26	12	66	19	0	78	19	0	78	19
	Mengen	28.703	-34.544	9.601	19.102	-15.443	8.179	1.422	-14.021	1.873	6.306	-7.715	0	1.873	-5.842	0	0	-5.842
	Ø	296	-380	145	210	-498	141	46	-539	156	243	-406	0	99	-307	0	0	-307
30	ROR	97	91	65	0	32	64	1	32	31	44	22	5	72	20	1	76	20
	Mengen	37.373	-48.716	12.938	24.434	-24.282	12.937	1	-24.281	5.842	7.095	-17.185	419	5.423	-11.762	13	405	-11.357
	Ø	385	-535	199	269	-759	202	0	-759	188	222	-781	84	247	-588	13	20	-568
31	ROR	97	91	63	0	34	62	1	34	28	44	25	5	69	23	1	73	23
	Mengen	34.709	-47.365	11.472	23.236	-24.129	11.471	1	-24.128	4.924	6.548	-17.581	438	4.485	-13.095	18	420	-12.675
	Ø	358	-520	182	255	-710	185	0	-710	176	193	-703	88	179	-569	18	18	-551
62	ROR	97	91	59	0	38	58	2	37	25	45	27	3	68	26	0	71	26
	Mengen	28.703	-48.716	8.485	20.218	-28.499	8.477	8	-28.490	3.484	4.993	-23.498	183	3.301	-20.197	0	183	-20.014
	Ø	296	-535	144	222	-750	146	0	-770	139	135	-870	61	122	-777	0	7	-770
63	ROR	97	91	56	0	41	55	2	40	24	42	31	3	64	30	0	67	30
	Mengen	26.038	-47.365	7.468	18.571	-28.795	7.441	27	-28.768	3.063	4.378	-24.390	211	2.852	-21.538	0	211	-21.327
	Ø	268	-520	133	204	-702	135	1	-719	128	109	-787	70	92	-718	0	7	-711

Quelle: eigene Darstellung

Der Spaltenkopf „n / T“ bezeichnet oberhalb des Querstrichs in der Tabelle die Anzahl neutraler (n) Raumordnungsregionen. Die darunter liegenden Angaben sind die

bewegten Transportmengen (T) in 1.000 m³. In den Zeilen „ROR“ wird die Anzahl anbietender, neutraler und nachfragender Raumordnungsregionen aufgelistet. Die Angabe „Mengen“ bezeichnet Absolutangaben, während „Ø“ der Durchschnittswert aus „Mengen“ und „ROR“ ist.

Tabelle VII-2: Übersicht zu Szenarien (Entfernungsradien 250 bis 1000)

Szenario	250			300			350			400			500			1000		
	A	n/T	V	A	n/T	V	A	n/T	V	A	n/T	V	A	n/T	V	A	n/T	V
5	1	83	13	1	83	13	0	84	13	0	84	13	0	84	13	0	84	13
	9	94	-7.105	9	0	-7.105	0	9	-7.096	0	0	-7.096	0	0	-7.096	0	0	-7.096
	9	7	-547	9	0	-547	0	1	-546	0	0	-546	0	0	-546	0	0	-546
6	1	83	13	1	83	13	0	84	13	0	84	13	0	84	13	0	84	13
	9	103	-7.105	9	0	-7.105	0	9	-7.096	0	0	-7.096	0	0	-7.096	0	0	-7.096
	9	8	-547	9	0	-547	0	1	-546	0	0	-546	0	0	-546	0	0	-546
7	2	75	20	2	75	20	1	77	19	1	77	19	0	78	19	0	78	19
	145	174	-8.554	145	0	-8.554	86	58	-8.496	86	0	-8.496	0	86	-8.410	0	0	-8.410
	72	9	-428	72	0	-428	86	3	-447	86	0	-447	0	5	-443	0	0	-443
8	0	76	21	0	76	21	0	76	21	0	76	21	0	76	21	0	76	21
	0	0	-7.096	0	0	-7.096	0	0	-7.096	0	0	-7.096	0	0	-7.096	0	0	-7.096
	0	0	-338	0	0	-338	0	0	-338	0	0	-338	0	0	-338	0	0	-338
37	0	67	30	0	67	30	0	67	30	0	67	30	0	67	30	0	67	30
	0	0	-13.651	0	0	-13.651	0	0	-13.651	0	0	-13.651	0	0	-13.651	0	0	-13.651
	0	0	-455	0	0	-455	0	0	-455	0	0	-455	0	0	-455	0	0	-455
38	0	67	30	0	67	30	0	67	30	0	67	30	0	67	30	0	67	30
	0	0	-13.651	0	0	-13.651	0	0	-13.651	0	0	-13.651	0	0	-13.651	0	0	-13.651
	0	0	-455	0	0	-455	0	0	-455	0	0	-455	0	0	-455	0	0	-455
39	0	65	32	0	65	32	0	65	32	0	65	32	0	65	32	0	65	32
	0	0	-14.964	0	0	-14.964	0	0	-14.964	0	0	-14.964	0	0	-14.964	0	0	-14.964
	0	0	-468	0	0	-468	0	0	-468	0	0	-468	0	0	-468	0	0	-468
40	0	66	31	0	66	31	0	66	31	0	66	31	0	66	31	0	66	31
	0	0	-13.651	0	0	-13.651	0	0	-13.651	0	0	-13.651	0	0	-13.651	0	0	-13.651
	0	0	-440	0	0	-440	0	0	-440	0	0	-440	0	0	-440	0	0	-440
13	16	78	3	11	83	3	10	85	2	10	85	2	10	86	1	8	89	0
	4.334	867	-1.506	3.811	523	-983	3.400	411	-572	3.400	0	-572	3.225	175	-397	2.828	397	0
	271	217	-502	346	174	-328	340	137	-286	340	0	-286	323	88	-397	354	397	0
14	16	78	3	12	82	3	11	83	3	9	85	3	9	87	1	9	88	0
	4.334	867	-1.506	4.067	268	-1.238	3.811	255	-983	3.392	419	-564	3.222	171	-393	2.828	393	0
	271	217	-502	339	89	-413	346	85	-328	377	140	-188	358	57	-393	314	393	0
15	17	77	3	16	78	3	12	82	3	10	84	3	7	89	1	7	90	0
	2.791	651	-1.276	2.699	91	-1.185	2.319	381	-804	2.246	73	-731	1.619	627	-104	1.515	104	0
	164	217	-425	169	30	-395	193	127	-268	225	24	-244	231	209	-104	216	104	0
16	12	80	5	10	84	3	10	85	2	10	85	2	9	86	2	7	90	0
	4.408	0	-1.579	3.152	1.256	-324	3.099	53	-270	3.099	0	-270	3.086	12	-258	2.828	258	0
	367	0	-316	315	251	-108	310	18	-135	310	0	-135	343	6	-129	404	129	0
45	0	83	14	0	83	14	0	83	14	0	83	14	0	83	14	0	83	14
	0	211	-5.842	0	0	-5.842	0	0	-5.842	0	0	-5.842	0	0	-5.842	0	0	-5.842
	0	15	-417	0	0	-417	0	0	-417	0	0	-417	0	0	-417	0	0	-417
46	1	81	15	0	82	15	0	82	15	0	82	15	0	82	15	0	82	15
	0	212	-5.842	0	0	-5.842	0	0	-5.842	0	0	-5.842	0	0	-5.842	0	0	-5.842
	0	14	-389	0	0	-389	0	0	-389	0	0	-389	0	0	-389	0	0	-389
47	1	76	20	1	76	20	0	77	20	0	77	20	0	77	20	0	77	20
	89	197	-7.244	89	0	-7.244	0	89	-7.155	0	0	-7.155	0	0	-7.155	0	0	-7.155
	89	10	-362	89	0	-362	0	4	-358	0	0	-358	0	0	-358	0	0	-358
48	0	78	19	0	78	19	0	78	19	0	78	19	0	78	19	0	78	19
	0	0	-5.842	0	0	-5.842	0	0	-5.842	0	0	-5.842	0	0	-5.842	0	0	-5.842
	0	0	-307	0	0	-307	0	0	-307	0	0	-307	0	0	-307	0	0	-307
30	1	76	20	1	76	20	0	77	20	0	77	20	0	77	20	0	77	20
	13	0	-11.357	13	0	-11.357	0	13	-11.343	0	0	-11.343	0	0	-11.343	0	0	-11.343
	13	0	-568	13	0	-568	0	1	-567	0	0	-567	0	0	-567	0	0	-567
31	1	73	23	1	73	23	0	74	23	0	74	23	0	74	23	0	74	23
	18	0	-12.675	18	0	-12.675	0	18	-12.657	0	0	-12.657	0	0	-12.657	0	0	-12.657
	18	0	-551	18	0	-551	0	1	-550	0	0	-550	0	0	-550	0	0	-550
62	0	71	26	0	71	26	0	71	26	0	71	26	0	71	26	0	71	26
	0	0	-20.014	0	0	-20.014	0	0	-20.014	0	0	-20.014	0	0	-20.014	0	0	-20.014
	0	0	-770	0	0	-770	0	0	-770	0	0	-770	0	0	-770	0	0	-770
63	0	67	30	0	67	30	0	67	30	0	67	30	0	67	30	0	67	30
	0	0	-21.327	0	0	-21.327	0	0	-21.327	0	0	-21.327	0	0	-21.327	0	0	-21.327
	0	0	-711	0	0	-711	0	0	-711	0	0	-711	0	0	-711	0	0	-711

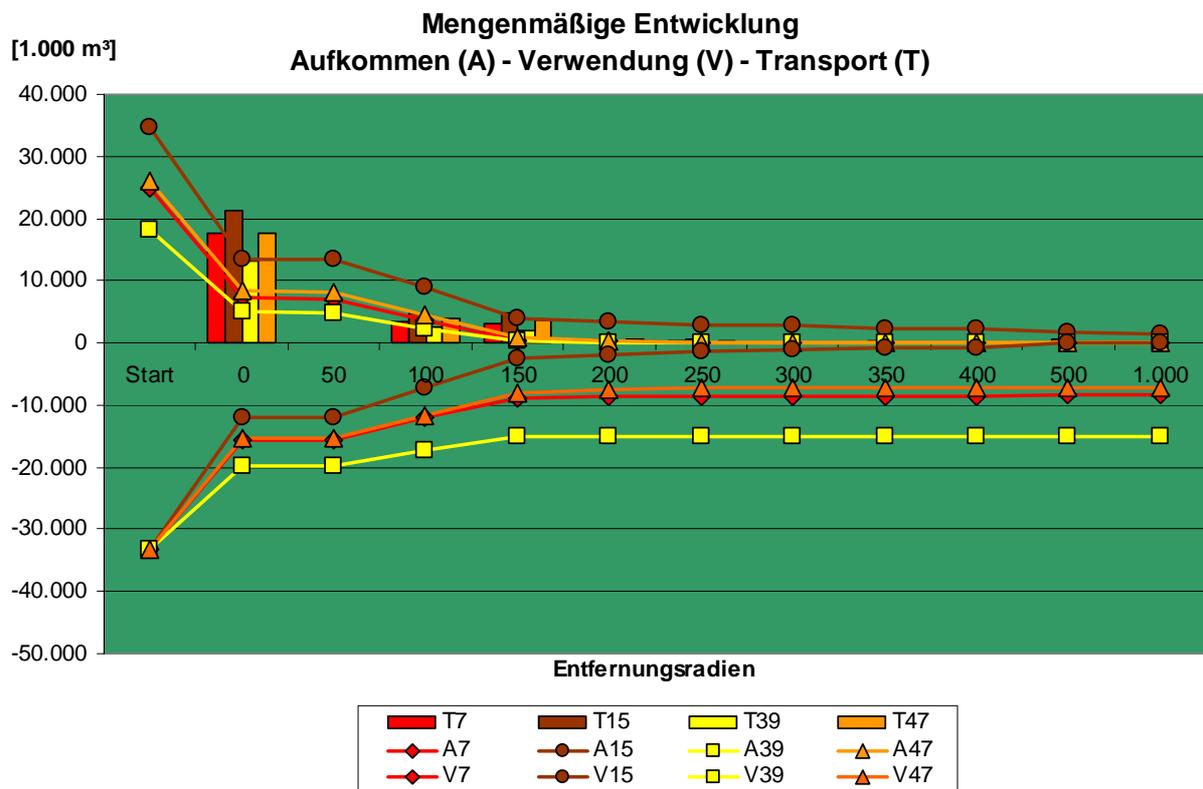
Quelle: eigene Darstellung

Die Einheit für „Mengen“ und „Ø“ ist 1.000 m³. Rote Zahlen markieren den Entfernungsradius, bei dem im entsprechenden Szenario erstmals kein Aufkommen mehr verfügbar ist.¹⁰²

Die angebotenen Ausgangsmengen schwanken zwischen knapp über 18 Mio. m³ und etwas über 37 Mio. m³, je nach Szenario und den dahinter stehenden Annahmen. Der Verbrauch bewegt sich für das Jahr 2005 zwischen rund 33 Mio. m³ und etwas mehr als 37 Mio. m³. Für 2009 steigen die geschätzten Verbrauchsmengen auf 47 bis 49 Mio. m³.

Abbildung VII-1 basiert auf der vorangegangenen Szenarienübersicht und veranschaulicht die mengenmäßige Entwicklung über sämtliche Entfernungsradien für vier Szenarien (7, 15, 39, 47). Die übrigen Szenarien finden sich im Anhang (s. Abschnitt X.13). Auffällig sind die hohen Mengenbewegungen beim Entfernungsradius 0. Diese Tatsache erklärt sich aus der Annahme, dass sich jede Raumordnungsregion selbst am nächsten ist. Die kaum wahrnehmbare Transporttätigkeit bei Entfernungsradius 50 resultiert aus der Tatsache, dass die meisten Raumordnungsregionen aufgrund ihrer Größe erst über 50 km Verbindungen zu anderen Raumordnungsregionen herstellen können.

Abbildung VII-1: Entwicklung der Mengen über Entfernungsradien



Quelle: eigene Darstellung

¹⁰² Grüne Zahlen (nur Szenarien 13 bis 16) zeigen nach der Verteilung der gesamten Verwendung Potenzialreserven an.

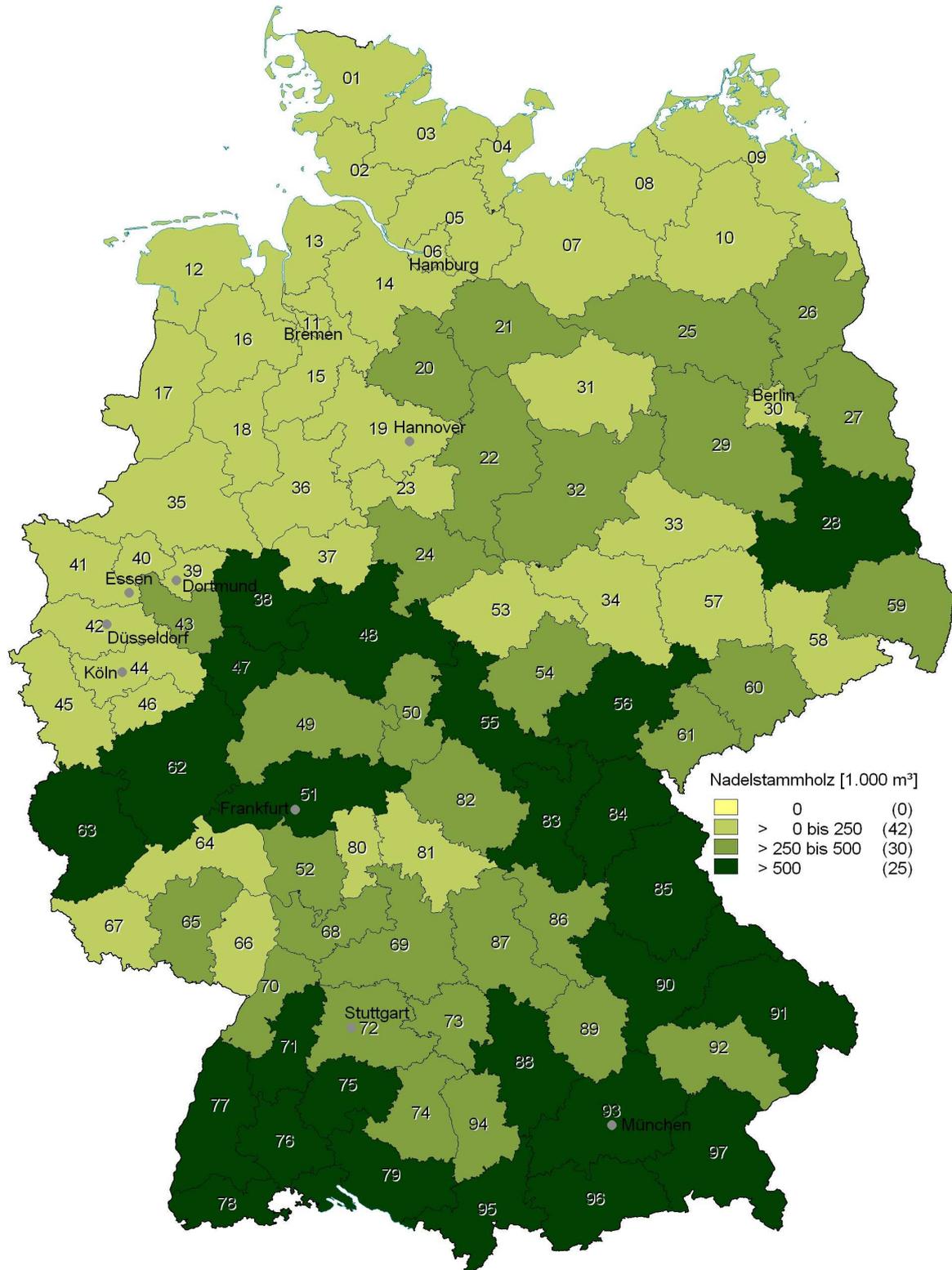
In den Szenarien mit dem Resultat Knappheit fängt diese z. T. schon ab Entfernungsradius 150 an. Dagegen ist bei Szenario 7 erst im Entfernungsradius 500 das komplette Aufkommen verteilt und es stellt sich Knappheit ein. Grundsätzlich zeigen alle untersuchten Szenarien mit dem Resultat Knappheit spätestens bei Entfernungsradius 200 nur noch maximal drei anbietende Raumordnungsregionen. Einzig die Szenarien 13 bis 16 weisen beim Entfernungsradius 1.000 Potenziale aus. Die regionale Verteilung von Aufkommen, Verwendung und Transportmengen wird in den folgenden Abbildungen detailliert anhand des Szenarios 15 gezeigt und anschließend mit weiteren Szenarien verglichen.

VII.2 Detailergebnisse Szenario 15 (Standardszenario)

Die Abbildungen VII-2 und VII-3 zeigen für das Szenario 15 die Ausgangswerte für das Aufkommen und die Verwendung von Nadelstammholz. Das höchste Aufkommen findet sich in Mittel- und Süddeutschland. Beim Szenario 15 ist aufkommenseitig zu berücksichtigen, dass erhebliche Nadelstammholzmengen, insbesondere aus Bayern, ins Ausland exportiert werden. Dagegen verzeichnet Mecklenburg-Vorpommern eine bedeutende Importmenge. Wie in den Abschnitten VI.1.1 und VI.1.2 beschrieben wurde, werden diese Mengen bereits vor der Modellnutzung verrechnet. Beim Vergleich mit der Verwendung fällt auf, dass die meisten und größten Verbraucher rohstoffnah in den Gegenden mit dem höchsten Aufkommen zu finden sind.

Abbildung VII-4 gibt für Szenario 15 einen ersten Überblick über regionale Knappheiten und Potenziale, nachdem innerhalb jeder Raumordnungsregion die Verwendung vom Aufkommen abgezogen wurde (Entfernungsradius 0). Zusätzlich werden dabei die transportierten Mengen ausgewiesen. Es ist bei den nachfolgenden Abbildungen zu beachten, dass grundsätzlich nur die in Raumordnungsregionen enthaltenen oder in sie fließenden Transportmengen grafisch dargestellt werden. Es werden also nicht die Mengen dargestellt, die eine Anbieterin verlassen. Als Ergebnis des ersten Modellschritts verbleiben vorerst im östlichen Bayern und in Thüringen verhältnismäßig hohe Rohholzpotenziale. Ebenso sind in Brandenburg Überschüsse zu verzeichnen, die von anderen nachfragenden Raumordnungsregionen genutzt werden können. Nachfrageschwerpunkte, also Regionen in denen das Aufkommen durch die Verwendung überschritten wird, zeichnen sich in Hessen und an der Grenze zwischen Baden-Württemberg und Bayern ab. Im Entfernungsradius 50 (s. Abbildung VII-5) sind kaum Veränderungen zu beobachten. Dies resultiert aus der bereits geschilderten Tatsache, dass die meisten Raumordnungsregionen eine solche Ausdehnung haben, die nur selten Verbindungen innerhalb von 50 km zu anderen Raumordnungsregionen zulassen. Der Entfernungsradius 100 in Abbildung VII-6 zeigt erstmalig die Verbreitung der neutralen Gebiete. Sie können aus ehemaligen Anbieterinnen oder gesättigten Nachfragerinnen entstehen.

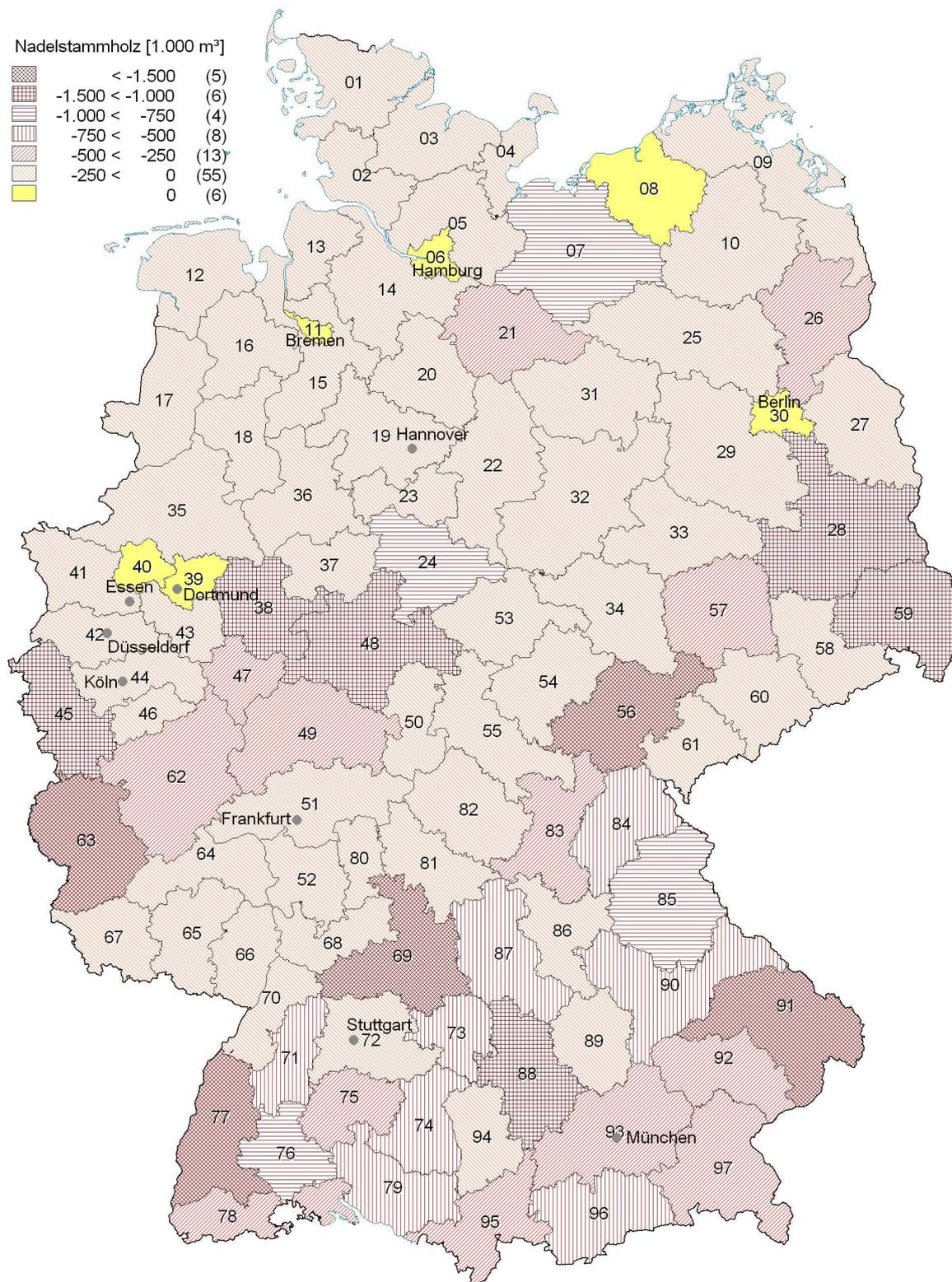
Abbildung VII-2: Szenario 15 – Aufkommen Nadelstammholz (Startwerte)



Erläuterung: In Klammern stehende Werte geben die Anzahl der Raumordnungsregionen an.

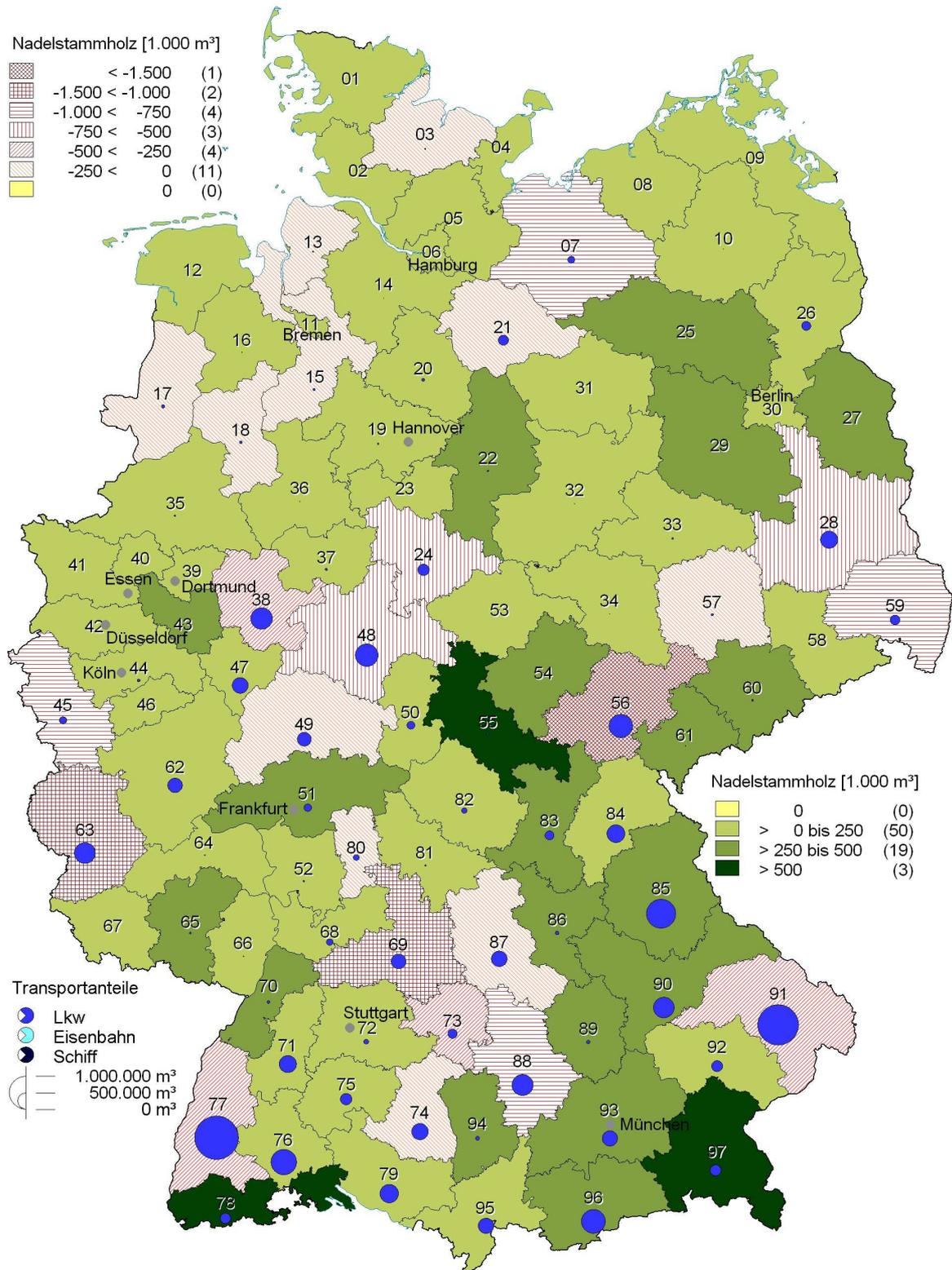
Quelle: eigene Darstellung

Abbildung VII-3: Szenario 15 – Verwendung Nadelstammholz (Startwerte)



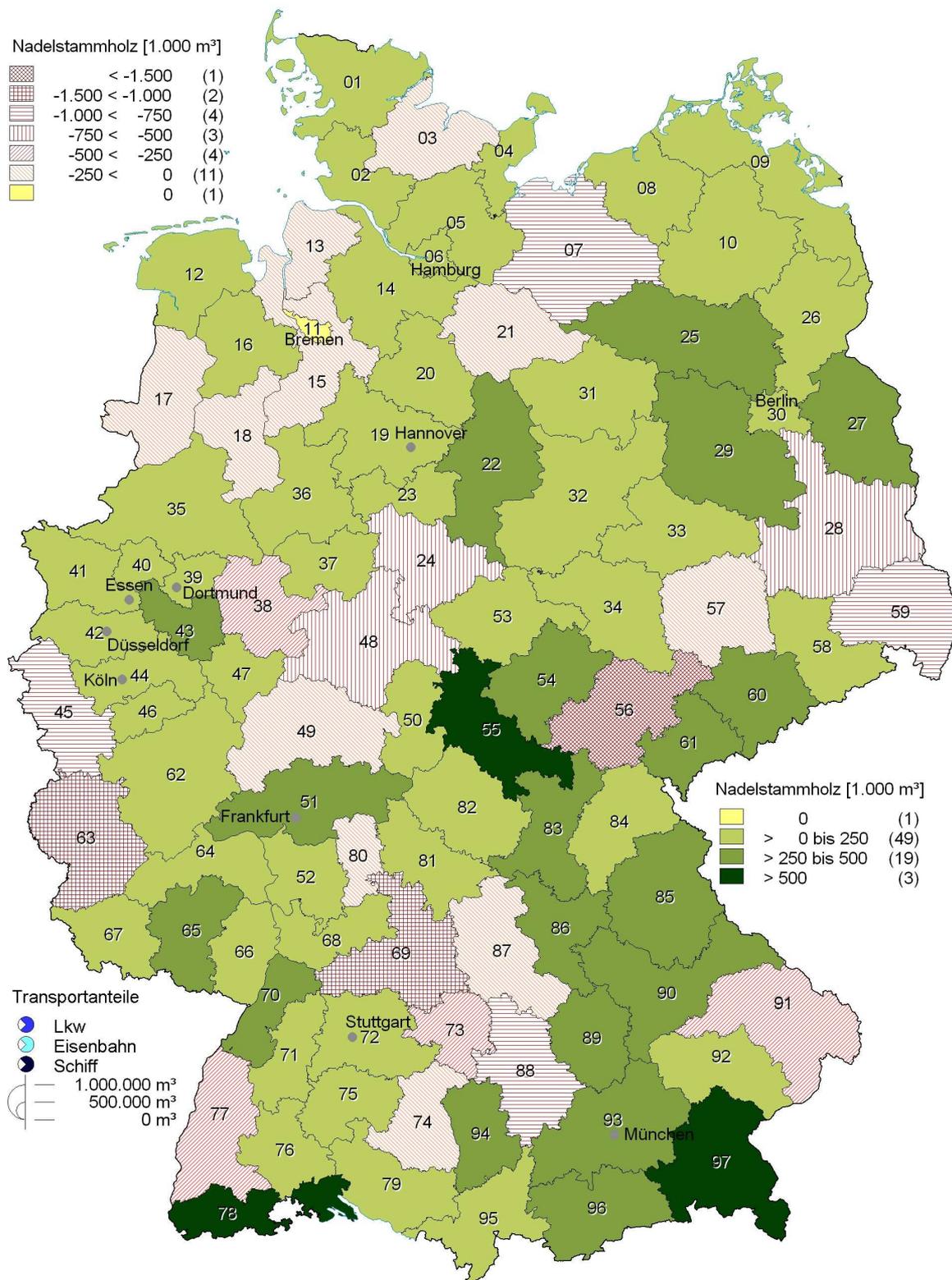
Quelle: eigene Darstellung

Abbildung VII-4: Szenario 15 – Entfernungsradius 0 für Nadelstammholz



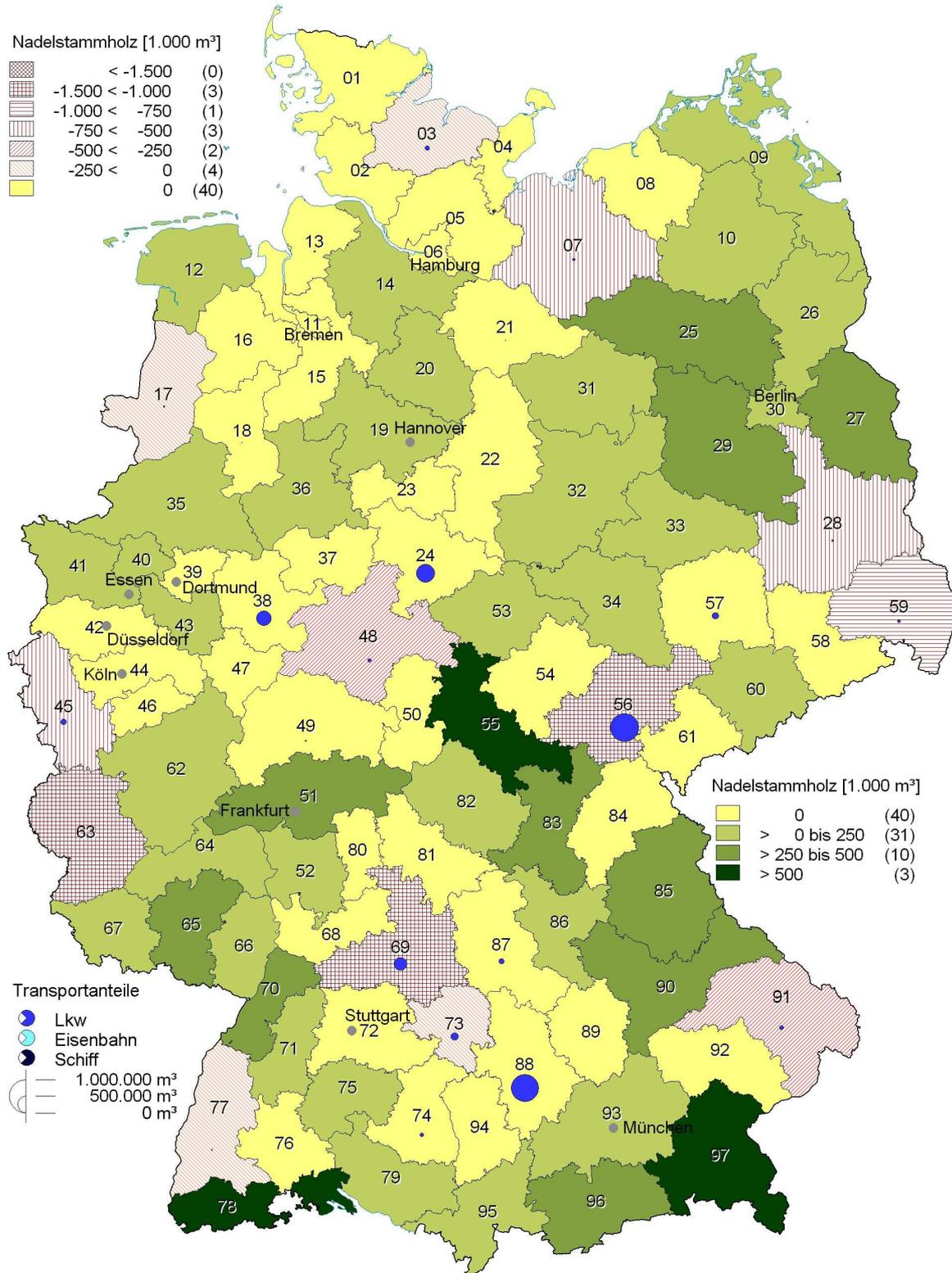
Quelle: eigene Darstellung

Abbildung VII-5: Szenario 15 – Entfernungsradius 50 für Nadelstammholz



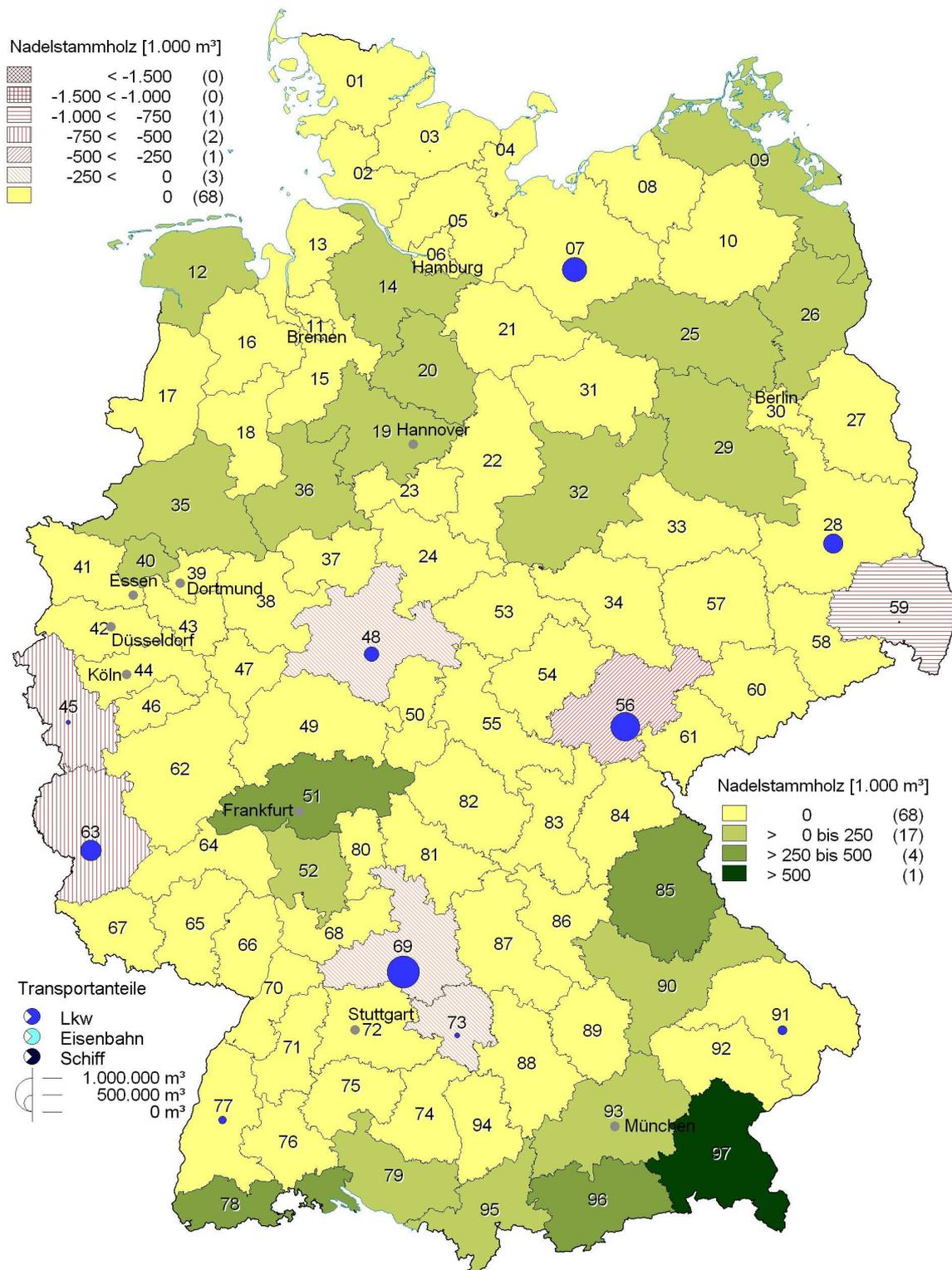
Quelle: eigene Darstellung

Abbildung VII-6: Szenario 15 – Entfernungsradius 100 für Nadelstammholz



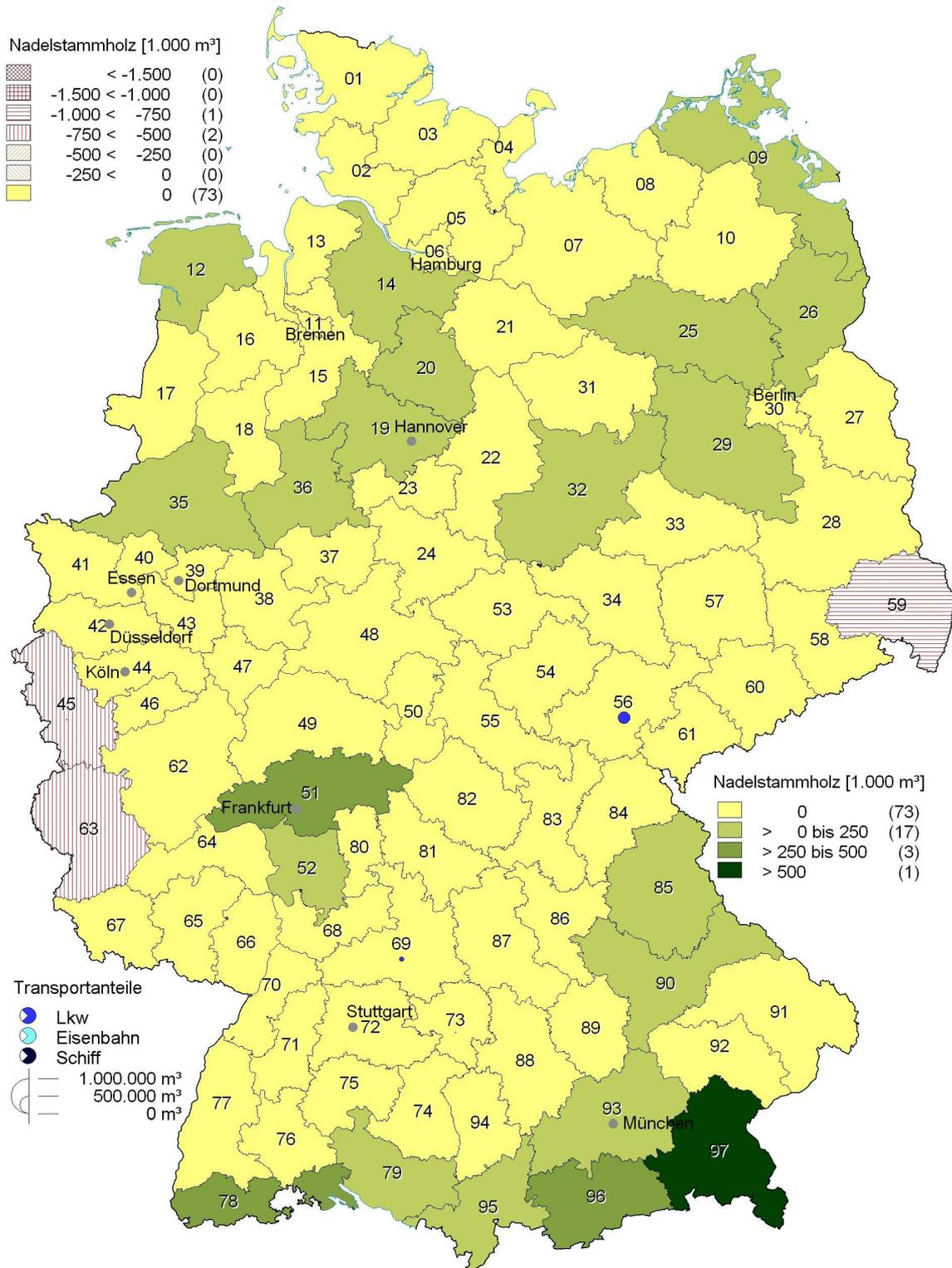
Quelle: eigene Darstellung

Abbildung VII-7: Szenario 15 – Entfernungsradius 150 für Nadelstammholz



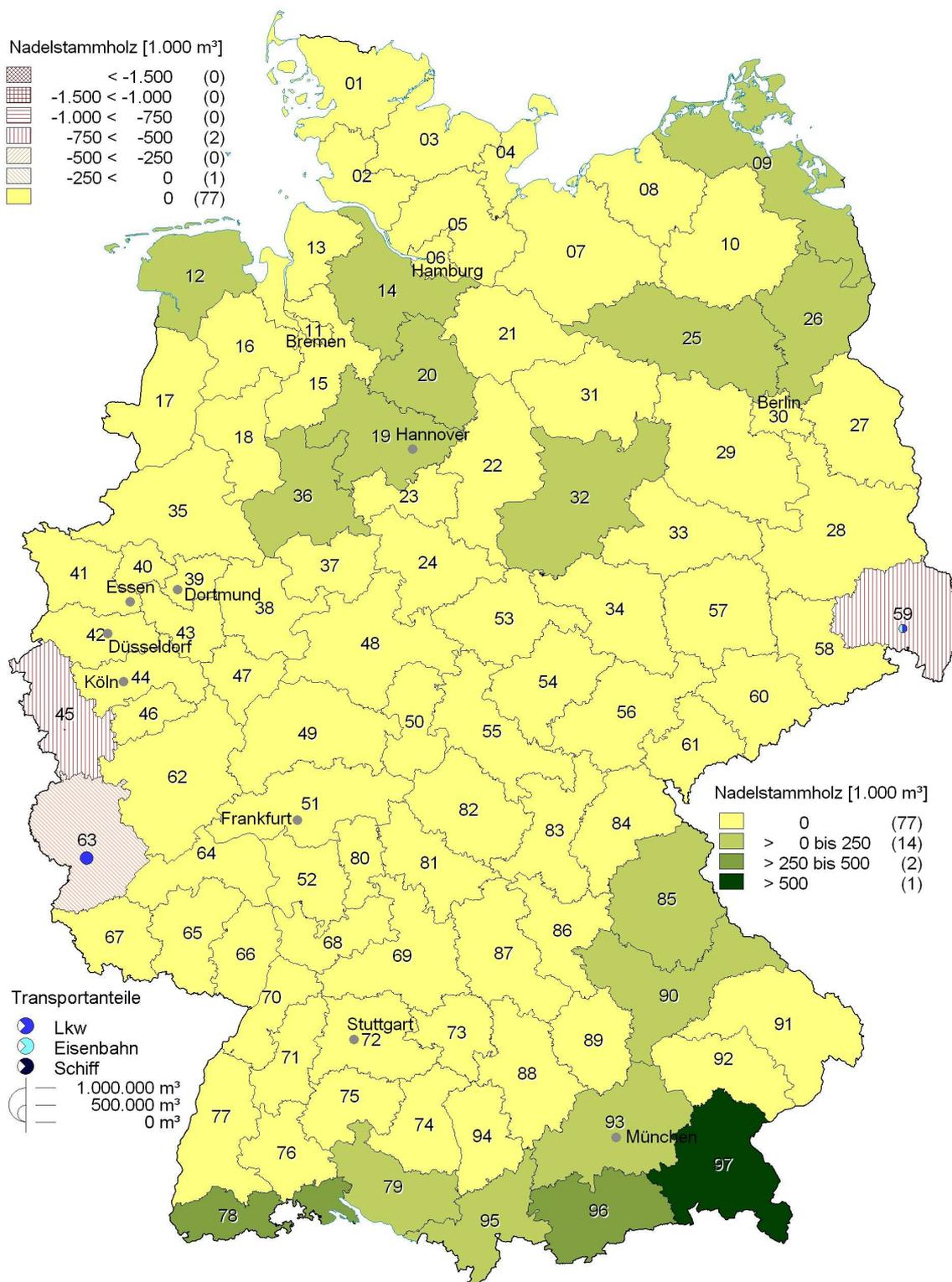
Quelle: eigene Darstellung

Abbildung VII-8: Szenario 15 – Entfernungsradius 200 für Nadelstammholz



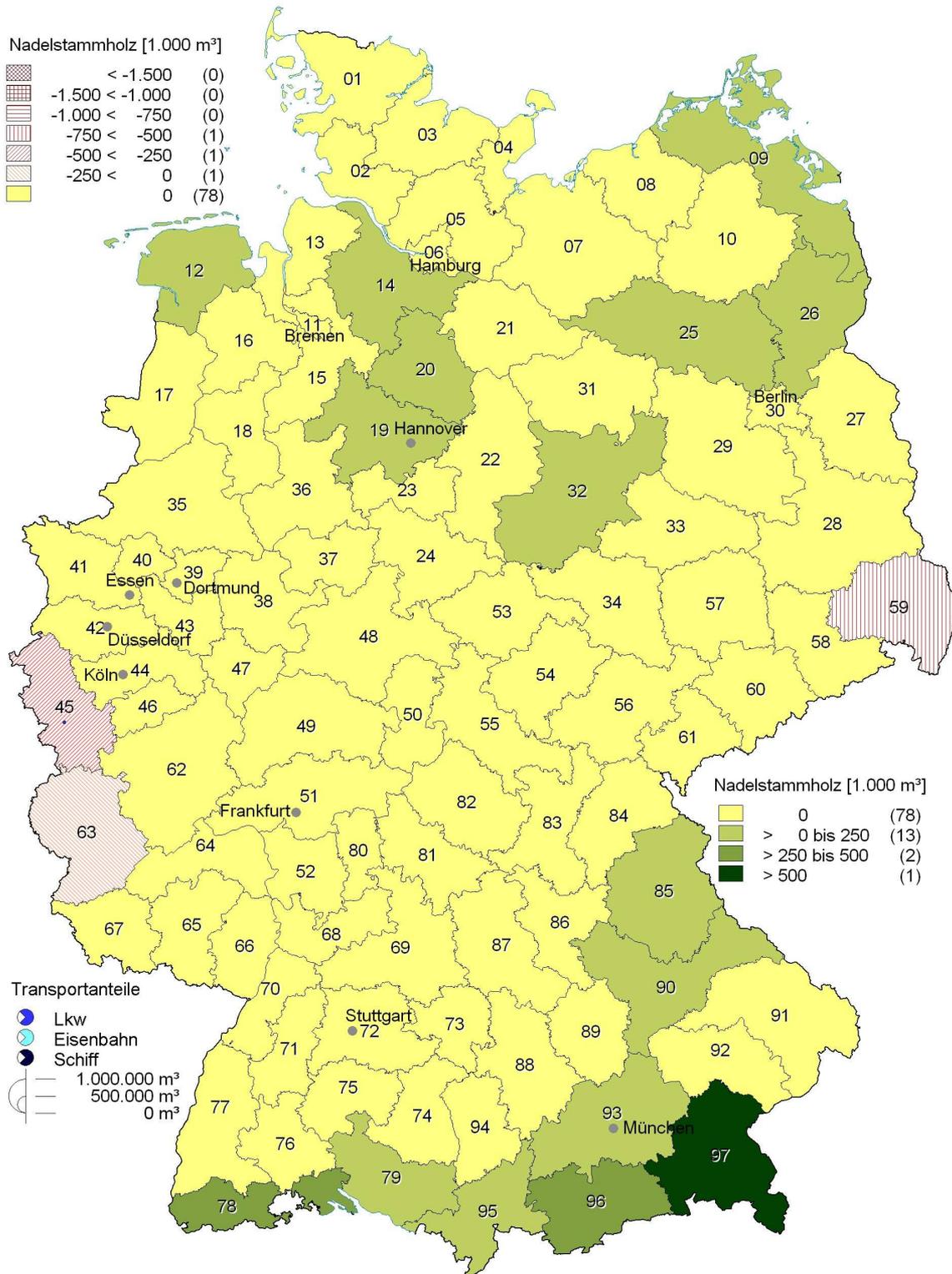
Quelle: eigene Darstellung

Abbildung VII-9: Szenario 15 – Entfernungsradius 250 für Nadelstammholz



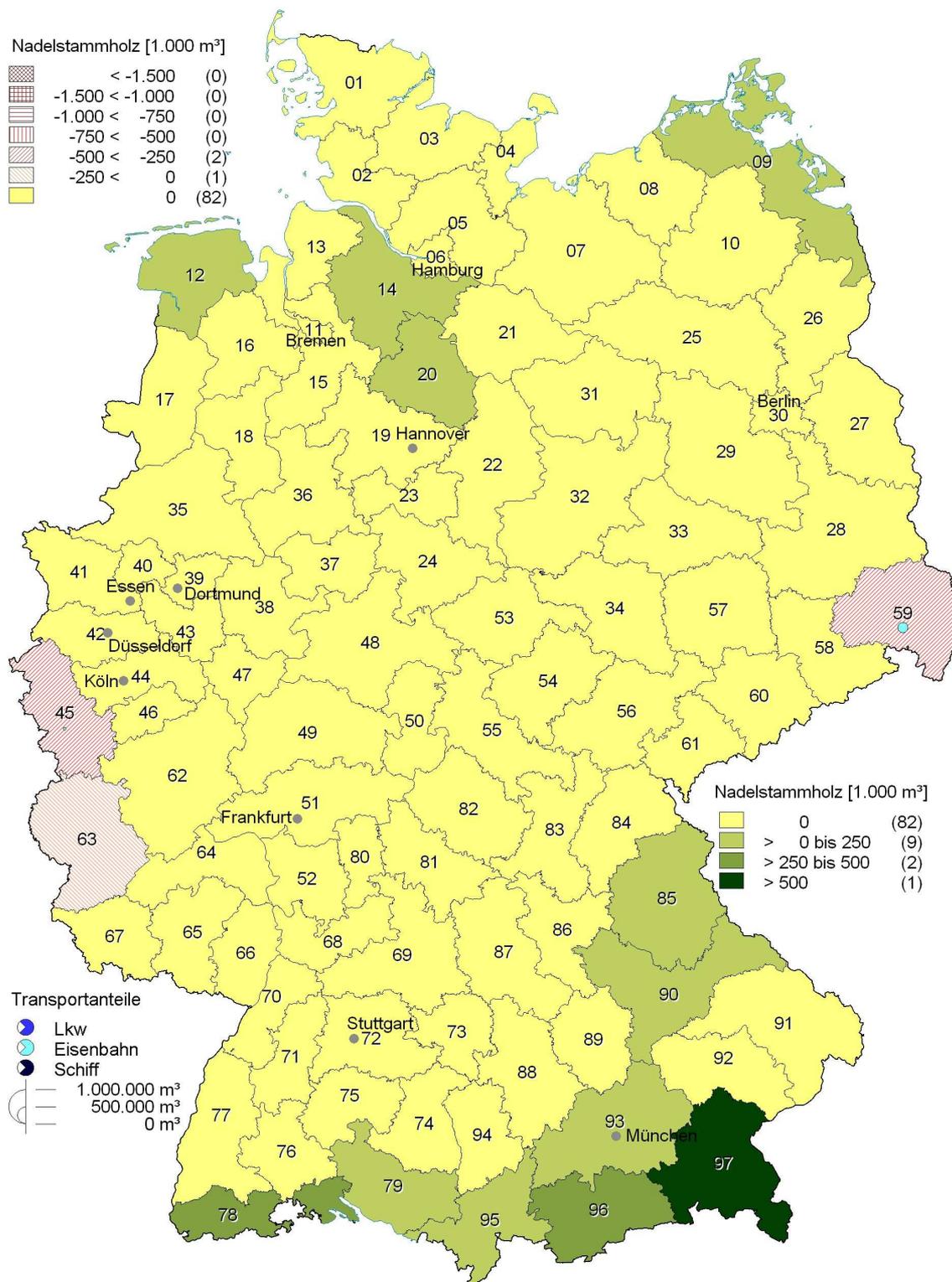
Quelle: eigene Darstellung

Abbildung VII-10: Szenario 15 – Entfernungsradius 300 für Nadelstammholz



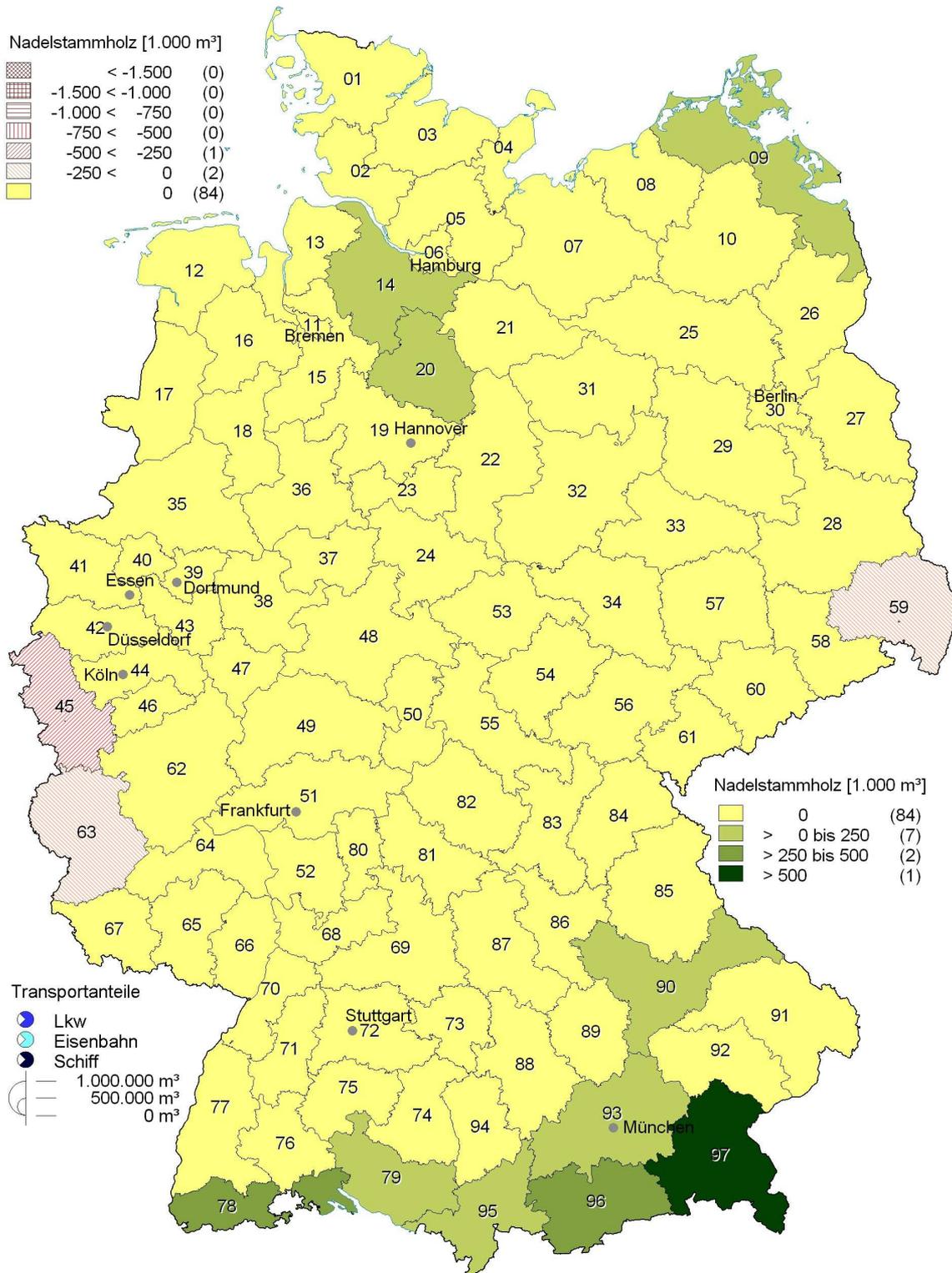
Quelle: eigene Darstellung

Abbildung VII-11: Szenario 15 – Entfernungsradius 350 für Nadelstammholz



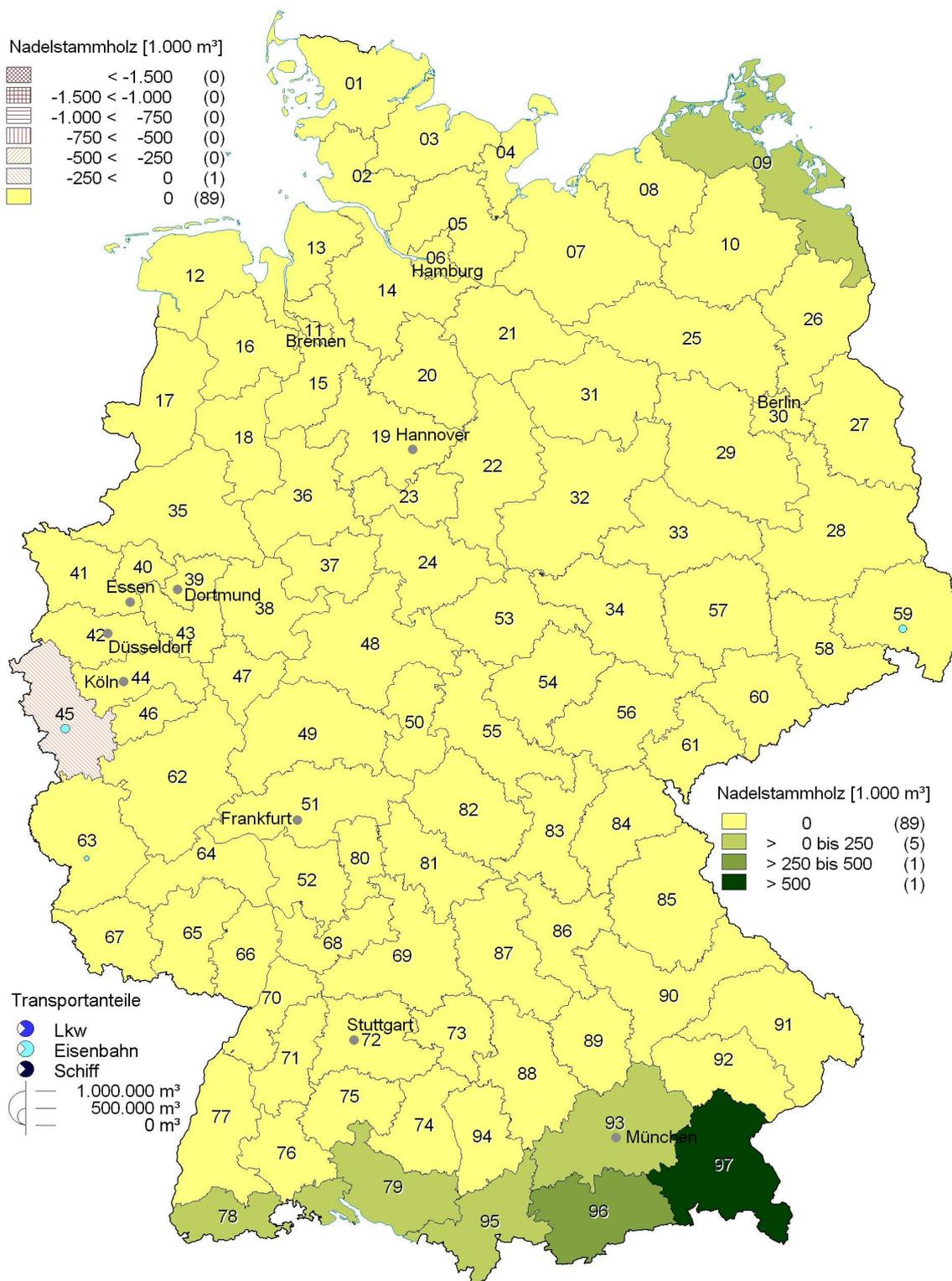
Quelle: eigene Darstellung

Abbildung VII-12: Szenario 15 – Entfernungsradius 400 für Nadelstammholz



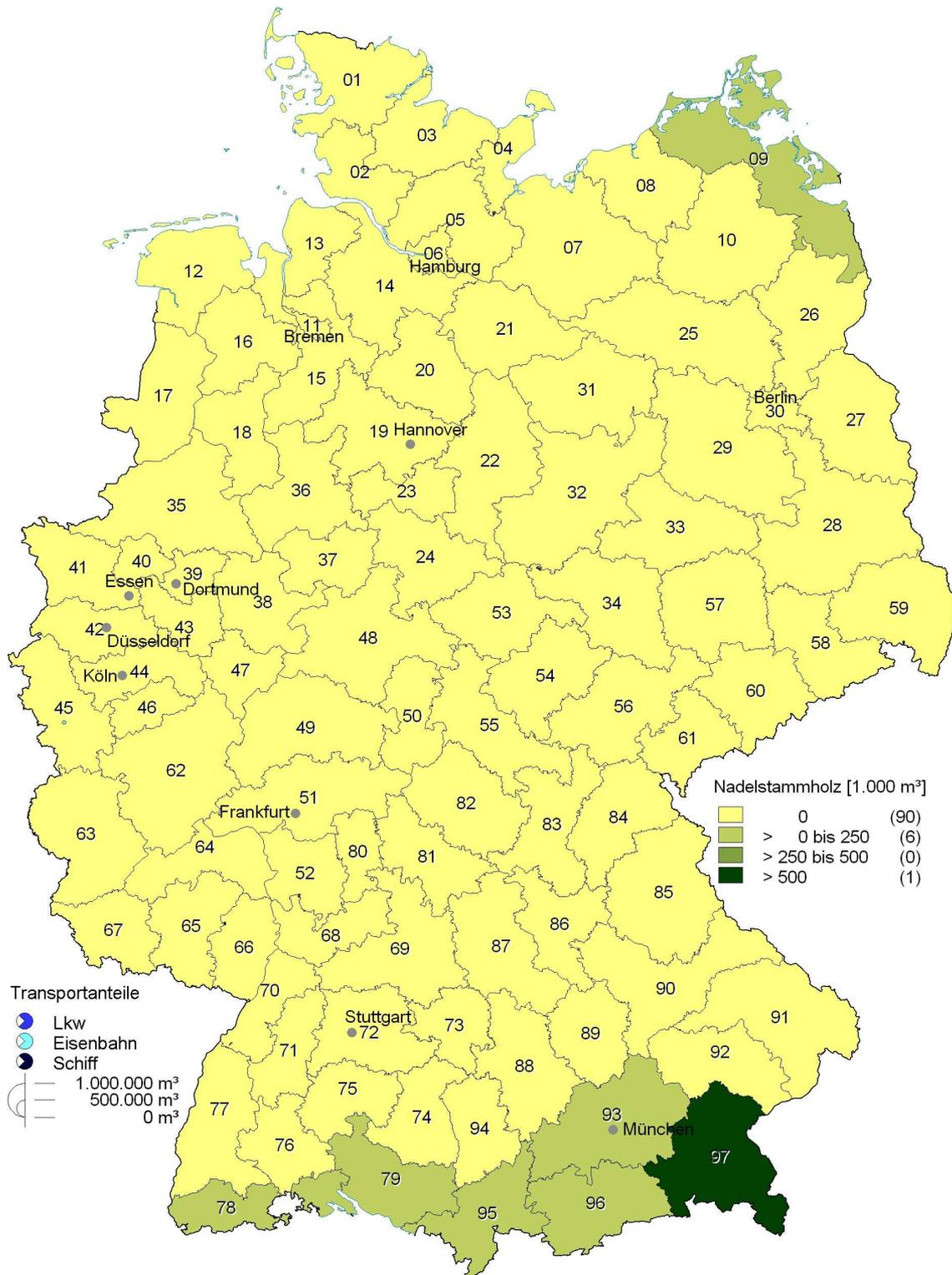
Quelle: eigene Darstellung

Abbildung VII-13: Szenario 15 – Entfernungsradius 500 für Nadelstammholz



Quelle: eigene Darstellung

Abbildung VII-14: Szenario 15 – Entfernungsradius 1000 für Nadelstammholz

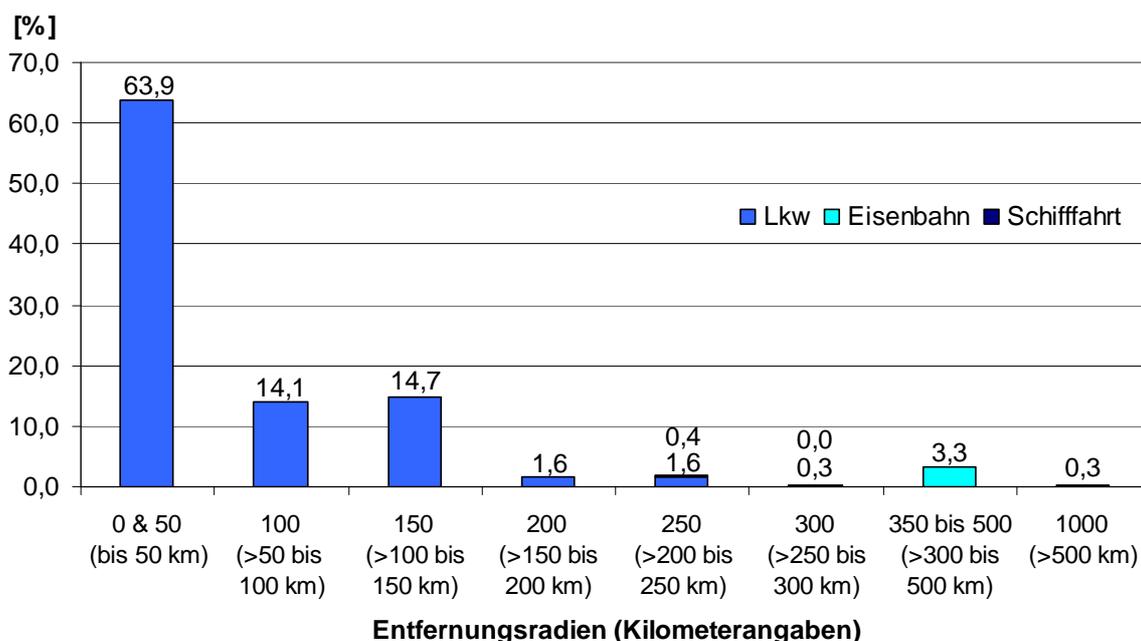


Quelle: eigene Darstellung

In Verbindung mit nachfolgenden Entfernungsradien ist ein modelltypischer Vorgang zu beobachten. Die Raumordnungsregion 73 hat Schwierigkeiten, ihren Bedarf zu decken. Das liegt daran, dass sie von anderen nachfragenden Gebieten nahezu vollständig umgeben ist. Da diese näher an dem verbliebenen Aufkommen liegen, können sie auch zuerst ihren eigenen Bedarf decken und „blockieren“ die mittig liegende Raumordnungsregion, so dass sie sich nur bei entfernten Anbieterinnen versorgen kann.

Ab Entfernungsradius 150 (s. Abbildung VII-7) verbleiben sieben überregionale Nachfrager, die überwiegend in der Mitte Deutschlands liegen. Ein dem „Blockieren“ vergleichbarer Vorgang zeichnet sich im Wettbewerb der Raumordnungsregionen 45 und 63 um das Aufkommen bei den Raumordnungsregionen 51 und 52 im Entfernungsradius 200 (s. Abbildung VII-8) ab, den die Raumordnungsregion 63 aufgrund der Berechnungen für sich entscheidet. In den nachfolgenden Raumordnungsregionen breiten sich die neutralen Gebiete um die Nachfrager aus, so dass die Anbieter in ringförmigen Strukturen die Nachfrager umfassen. Beim Vergleich der Entfernungsradien 200 bis 350 in den Abbildungen VII-8 bis VII-11 ist die schrittweise Ausdehnung der Nachfrage daran zu erkennen, dass die Aufkommensgürtel Stück für Stück abgetragen werden. Dieser Vorgang wird insbesondere in Nordwestdeutschland deutlich. Ab dem Entfernungsradius 250 kommt in der Raumordnungsregion 59 auch erstmals die Eisenbahn zum Zuge. Die Schifffahrt wird im Szenario 15 nicht eingesetzt. Am Ende der Berechnungen verbleiben in diesem Szenario in Alpennähe und im äußersten Nordosten Deutschlands Potenziale (s. Abbildung VII-14), wovon nur am Alpenrand nennenswerte Mengen in Höhe von knapp 1,5 Mio. m³ verbleiben.

Abbildung VII-15: Szenario 15 – Transportmengenanteile an Entfernungsradien



Quelle: eigene Darstellung

Die Entwicklung der Transportmengen für Szenario 15 ist bereits in Abbildung VII-1 gezeigt worden. An dieser Stelle soll detaillierter auf die Verteilung der Transportmengen über die Entfernungen und Hauptverkehrsträger eingegangen werden.

Die in Abbildung VII-15 bei der Wertbeschriftung der Entfernungsradien 250 und 300 unten stehenden Zahlen vertreten den Lkw, während die darüber befindlichen Zahlen für die Eisenbahn stehen. Die Schifffahrt hat keinen Anteil am Transportgeschehen, was auch für die übrigen näher betrachteten Szenarien gilt. Die Ergebnisse der anderen Szenarien (s. Abschnitt X.14) fallen vergleichbar aus, wobei in Szenarien mit der Option Luftlinie die Anteile bis 100 km etwas höher als in Abbildung VII-15 ausfallen. Allgemein wird bis 50 km der Großteil der Rundholzmengen transportiert. Bis 150 km werden ebenfalls noch nennenswerte Mengen verteilt. Liegen in den weiteren Entfernungsradien wie z. B. in Szenario 15 noch Potenziale vor, werden sie zwischen den verbliebenen Nachfragern verteilt. Diese Mengen machen allerdings weniger als 7,5 % (2,4 Mio. m³) aus. Dies ist auch der Grund, warum die Eisenbahn im Modell nur rund 0,6 Mio. t Nadelstammholz transportiert.

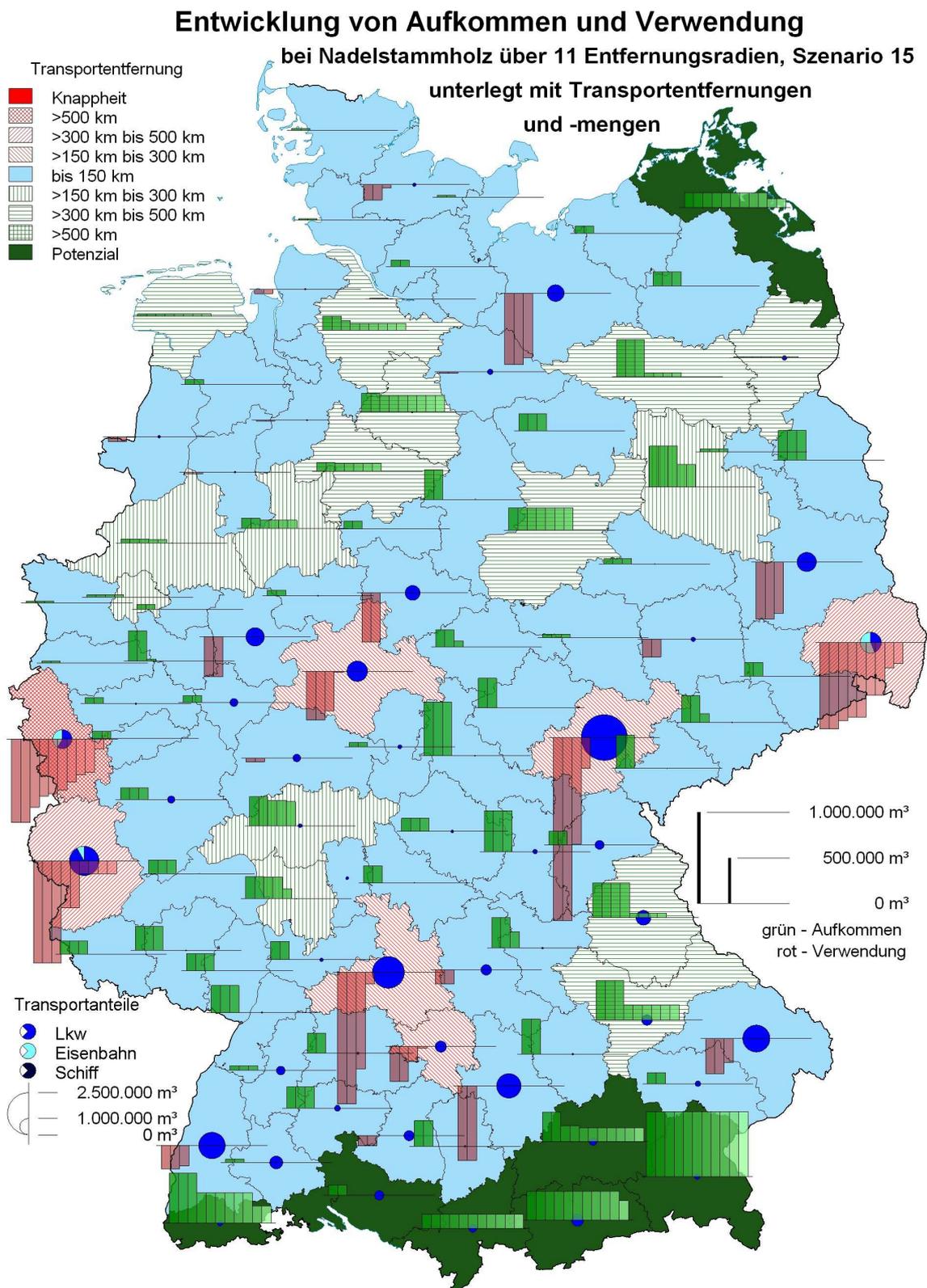
VII.3 Ergebnisse ausgewählter Szenarien

In diesem Abschnitt werden die grafischen Darstellungen der Abbildungen VII-4 bis VII-14 für Szenario 15 in einer Grafik zusammengefasst und mit den anderen näher betrachteten Szenarien verglichen.

In Abbildung VII-16 steht jeder Balken für einen Entfernungsradius, angefangen von 0 (links) bis 1.000 (rechts) und ist so angeordnet, dass die Mitte der Basislinie durch das Zentrum der Raumordnungsregion verläuft. Auf diese Weise ist die Entwicklung des Aufkommens bzw. der Verwendung für alle Raumordnungsregionen in einer Grafik nachvollziehbar. Unterlegt werden diese Angaben durch die Transportentfernungen und -mengen. Die Mehrheit der Raumordnungsregionen hat bis 150 km ihren Bedarf gedeckt oder das Angebot verteilt (s. Abbildung VII-7). Auffällig ist, dass fast alle verbliebenen Anbieterinnen nur noch geringe Mengen vorhalten. Bei der Verwendung verbleiben ab 150 km die Nachfragerinnen hauptsächlich in der Mitte Deutschlands. Die Gründe dafür sind, dass die Verwendung entweder sehr hoch ist oder diese Raumordnungsregionen „blockiert“ werden. Die am Rande liegenden Raumordnungsregionen sind davon in besonderem Maße betroffen, wenn sie ihren Bedarf nicht, wie z. B. Raumordnungsregion 7 (Westmecklenburg), durch Importe decken. Gemäß den Modellergebnissen beträgt in den Randlagen für nachfragende Raumordnungsregionen die Transportentfernung zur Bedarfsdeckung mehr als 300 km.

Zusätzlich werden die insgesamt bewegten Transportmengen getrennt nach Hauptverkehrsträgern dargestellt. Auch hier sind die von den Verwendern aufgenommenen Mengen festgehalten. Fast alle Nadelstammhölzer werden durch den Straßengüterverkehr bewegt. Die Eisenbahn tritt zur Versorgung nur in wenigen Raumordnungsregionen in Erscheinung, während die Schifffahrt im Modell keine Rolle spielt.

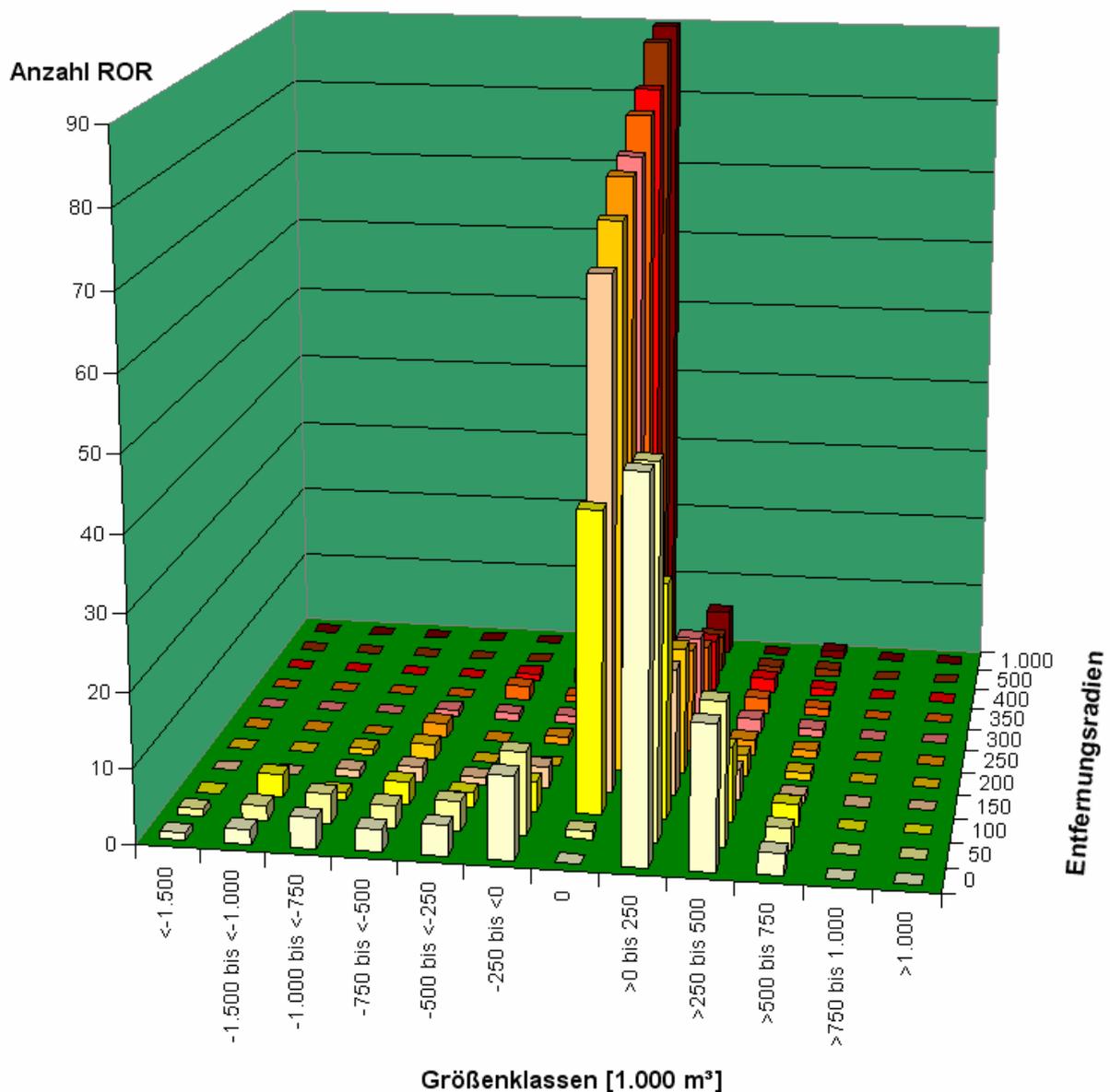
Abbildung VII-16: Szenario 15 – Zusammenfassung



Quelle: eigene Darstellung

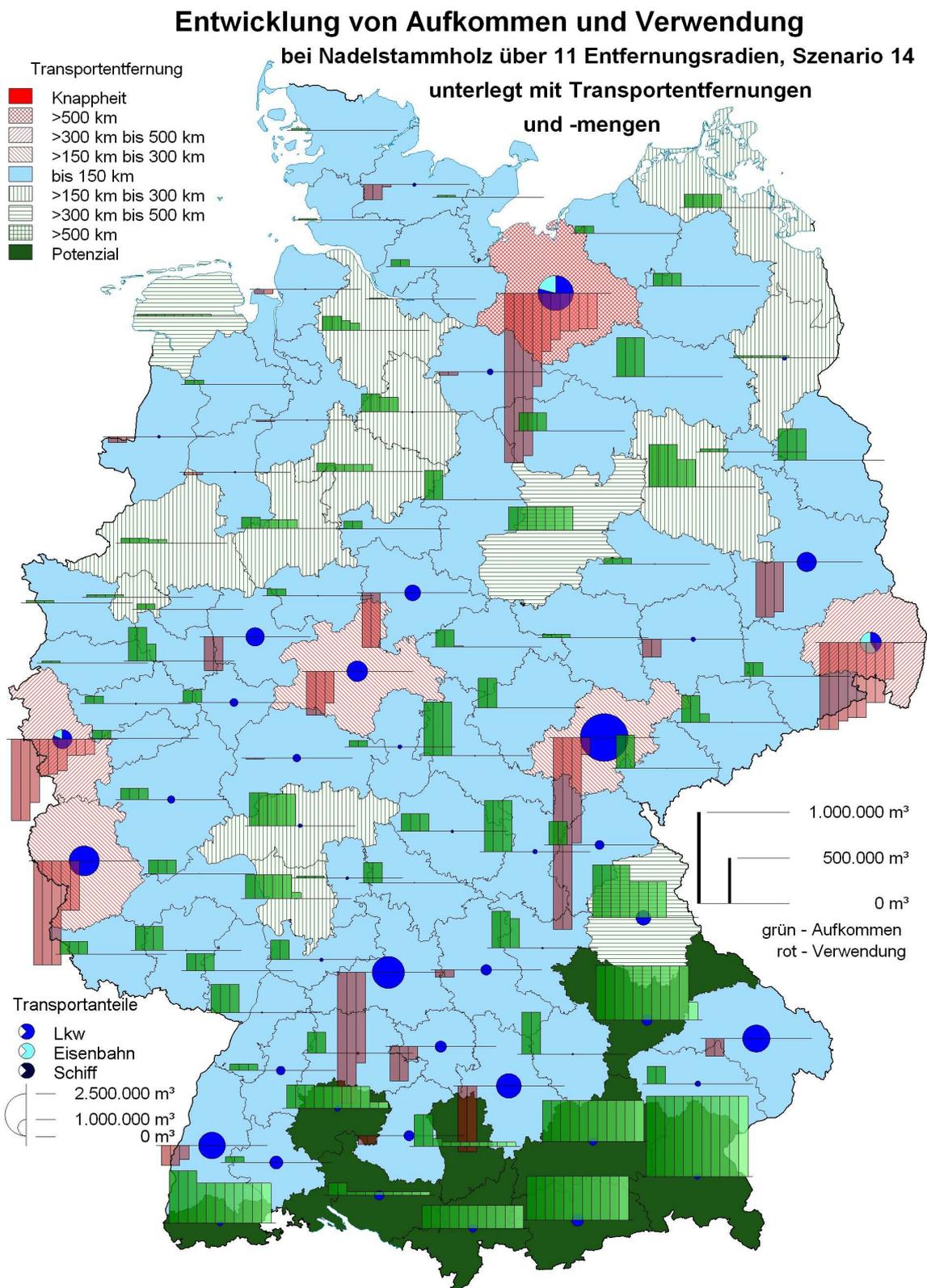
Abbildung VII-17 geht auf das Verhältnis zwischen der Anzahl nachfragender, neutraler und anbietender Raumordnungsregionen, den Größenklassen bei Aufkommen und Verwendung und den Entfernungsradien ein. Dabei wird deutlich, dass es zwar eine ganze Reihe von Anbieterinnen gibt, die jedoch relativ wenig Aufkommen an Nadelstammholz vorhalten. Bei den Nachfragerinnen ist jede Größenklasse besetzt. Mit zunehmender Bedarfsdeckung wandeln sich die jeweiligen Raumordnungsregionen von mengenstarken über kleinere Größenklassen Richtung Neutralität (Größenklasse 0). Auf der Aufkommenseite schrumpft mit zunehmender Entfernung die Anzahl der anbietenden Raumordnungsregionen. Die bereits festgestellte Tatsache, dass bis Entfernungsradius 150 der Großteil der Raumordnungsregionen weder Aufkommen noch Verwendung aufweisen, wird durch die rapide Zunahme der neutralen Raumordnungsregionen belegt.

Abbildung VII-17: Entwicklung der Raumordnungsregionen – Szenario 15



Quelle: eigene Darstellung

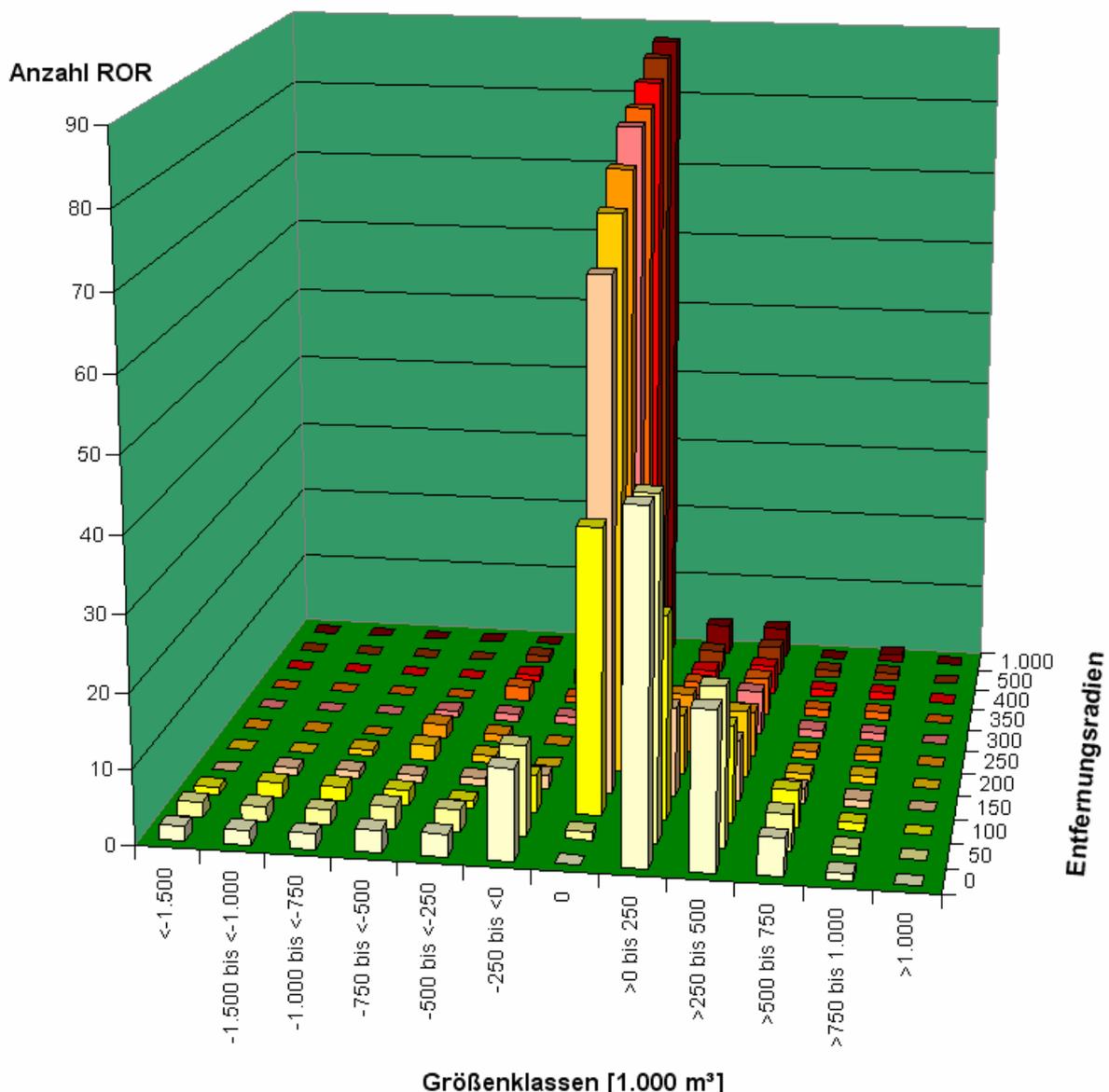
Abbildung VII-18: Szenario 14 – Zusammenfassung



Quelle: eigene Darstellung

Der Unterschied zwischen Szenario 15 und dem jetzt betrachteten Szenario 14 ist einzig der Außenhandel. Er ist im Szenario 14 nicht enthalten. Zwar wird auch in diesem Szenario der gesamte Bedarf befriedigt, jedoch ist der Einfluss des Außenhandels deutlich zu erkennen. In der Raumordnungsregion 7 (Westmecklenburg) muss die gesamte Nachfrage im Inland gedeckt werden. Da in Norddeutschland ohnehin relativ geringe Rohholzpotenziale existieren, muss die benötigte Mehrmenge von etwa 1,1 Mio. m³ Nadelstammholz z. T. aus über 500 km angeliefert werden. Im Norden Deutschlands wird im Laufe der Berechnungen das gesamte Aufkommen verteilt. Dies führt dazu, dass auch die Eisenbahn für den Transport benötigt wird. Sie befördert im Szenario 14 rund 50.000 t mehr als im Standardszenario. Bedingt wird die Mehrmenge durch den Eisenbahntransport nach Westmecklenburg. Gleichzeitig sinkt der Eisenbahnanteil bei mitteldeutschen Nachfragern.

Abbildung VII-19: Entwicklung der Raumordnungsregionen – Szenario 14



Quelle: eigene Darstellung

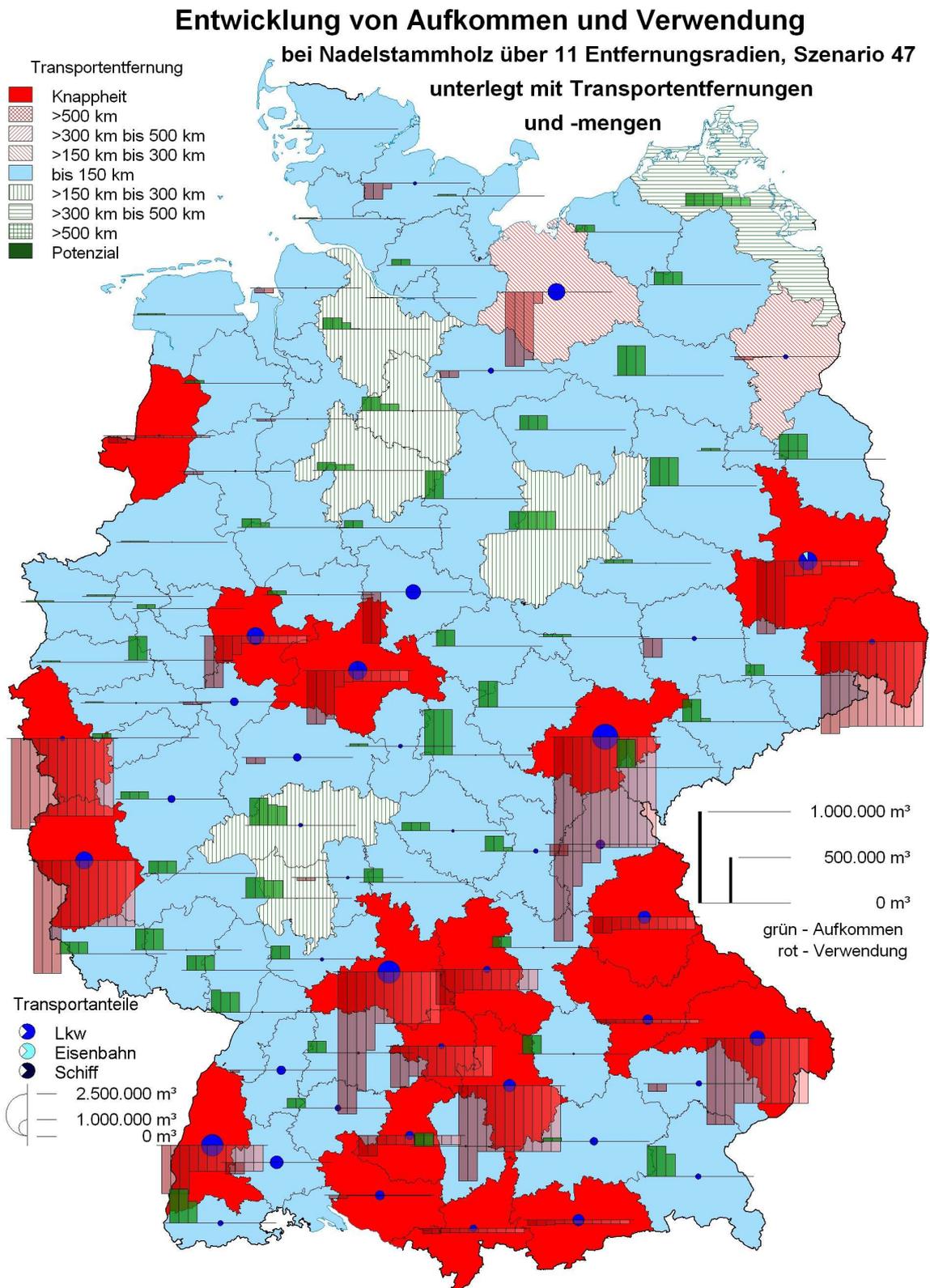
Der Grund dafür ist der im Szenario 14 nicht zugelassene Export, u. a. in Süddeutschland, was zu einem höheren Rohholzpotenzial in dieser Region führt. Wegen des erhöhten Aufkommens werden die benötigten Mengen aus kürzerer Distanz mit dem Lkw angeliefert. Ein Beispiel dafür sind die Raumordnungsregionen 69 und 73 (Franken und Ostwürttemberg), die ihre Verwendung innerhalb von 150 km decken. Das am Ende der Berechnungen verbliebene Potenzial ist mit rund 2,8 Mio. m³ Nadelstammholz im Vergleich zum Szenario 15 doppelt so hoch und findet sich in Baden-Württemberg und zum Großteil in Bayern.

Die Abbildung VII-19 ist mit der Abbildung zum Szenario 15 vergleichbar. Auch hier ist bis zum Entfernungsradius 150 ein rasanter Anstieg der neutralen Raumordnungsregionen zu beobachten. Ebenfalls verringern sich die nachfragenden Größenklassen kontinuierlich. Aufkommenseitige Unterschiede sind u. a. das Vorhandensein einer besetzten Klasse von bis zu 1 Mio. m³ und besonders die in der Größenklasse von 250.000 bis 500.000 m³ verbleibende hohe Anzahl an Raumordnungsregionen.

Das Szenario 47 verfügt im Gegensatz zum Standardszenario nur über 25 % des Rohholzpotenzials aus dem Kleinprivatwald unter 20 ha. Ansonsten sind sämtliche Parameter identisch. In diesem Szenario wird deutlich, was bei einer ungenügenden Mobilisierung zu erwarten ist. Konnten alle Raumordnungsregionen ihre Verwendung in den bisher betrachteten Szenarien 14 und 15 befriedigen, so ist dies nun nicht mehr möglich. Vielmehr gibt es eine ganze Reihe von Raumordnungsregionen, die nicht zur Bedarfsdeckung in der Lage sind. Sie liegen überwiegend in Süddeutschland, weil dort die Eigentumsform des Kleinprivatwalds besonders ausgeprägt ist (s. Tabelle III-9) und zugleich ein hoher Bedarf besteht. 10 von 21 ungesättigten Raumordnungsregionen weisen eine restliche Verwendung von unter 150.000 m³ auf, in den übrigen Raumordnungsregionen beläuft sich die Knappheit jedoch regelmäßig auf mehr als 500.000 m³. Die ungesättigte Verwendung summiert sich insgesamt auf mehr als 7 Mio. m³ Nadelstammholz. In Abbildung VII-21 wird das Ausmaß der Knappheit nochmals deutlich. Ab Entfernungsradius 250 liegt nur noch eine anbietende Raumordnungsregion vor, die im Entfernungsradius 300 neutral wird.

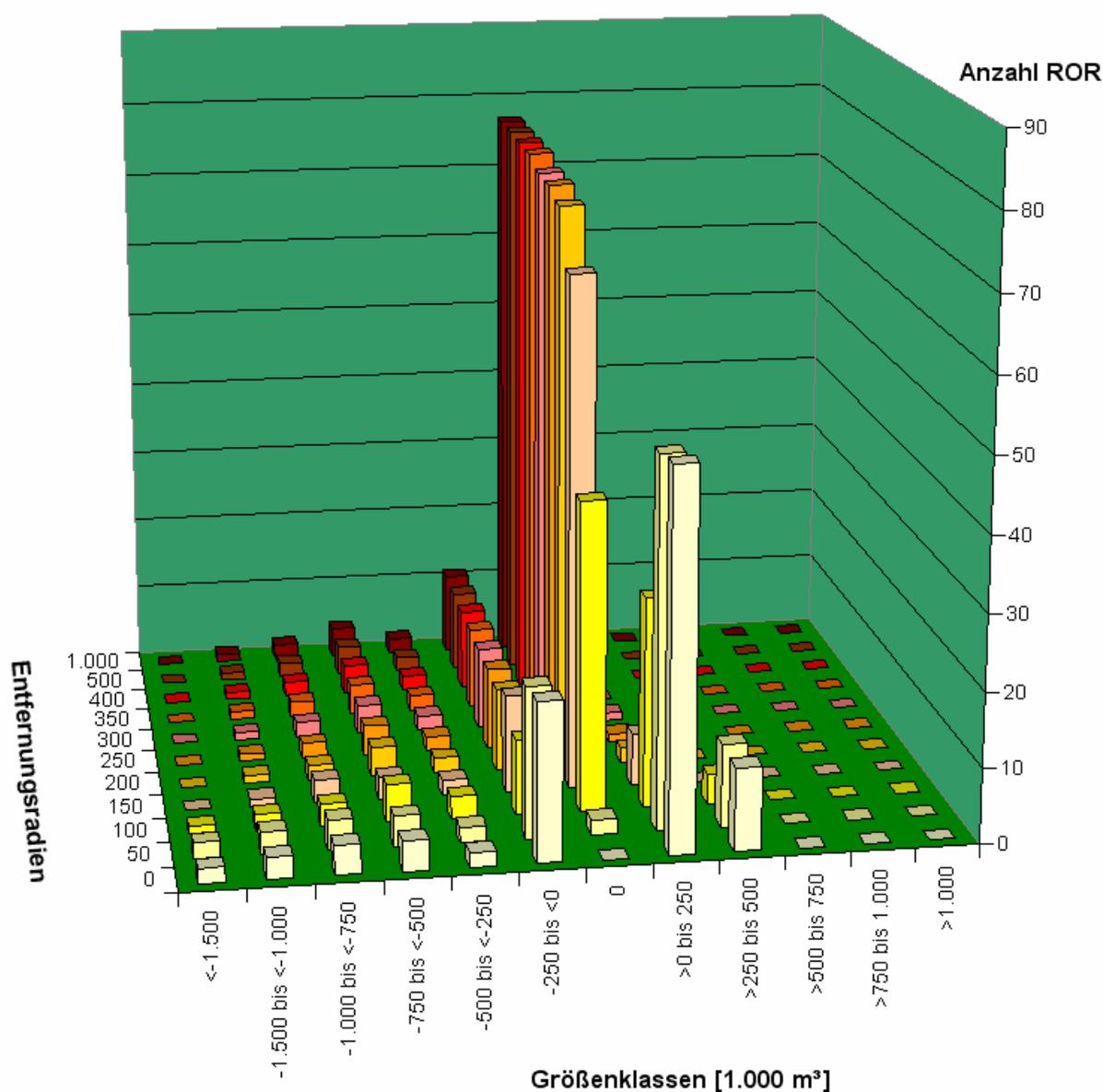
Eine solche Verminderung des Aufkommens hat insbesondere für die Verbraucher in Mittel- und Süddeutschland schwerwiegende Konsequenzen. Das Ergebnis des Szenarios 47 bestätigt die Notwendigkeit einer verstärkten Mobilisierung im Kleinprivatwald.

Abbildung VII-20: Szenario 47 – Zusammenfassung



Quelle: eigene Darstellung

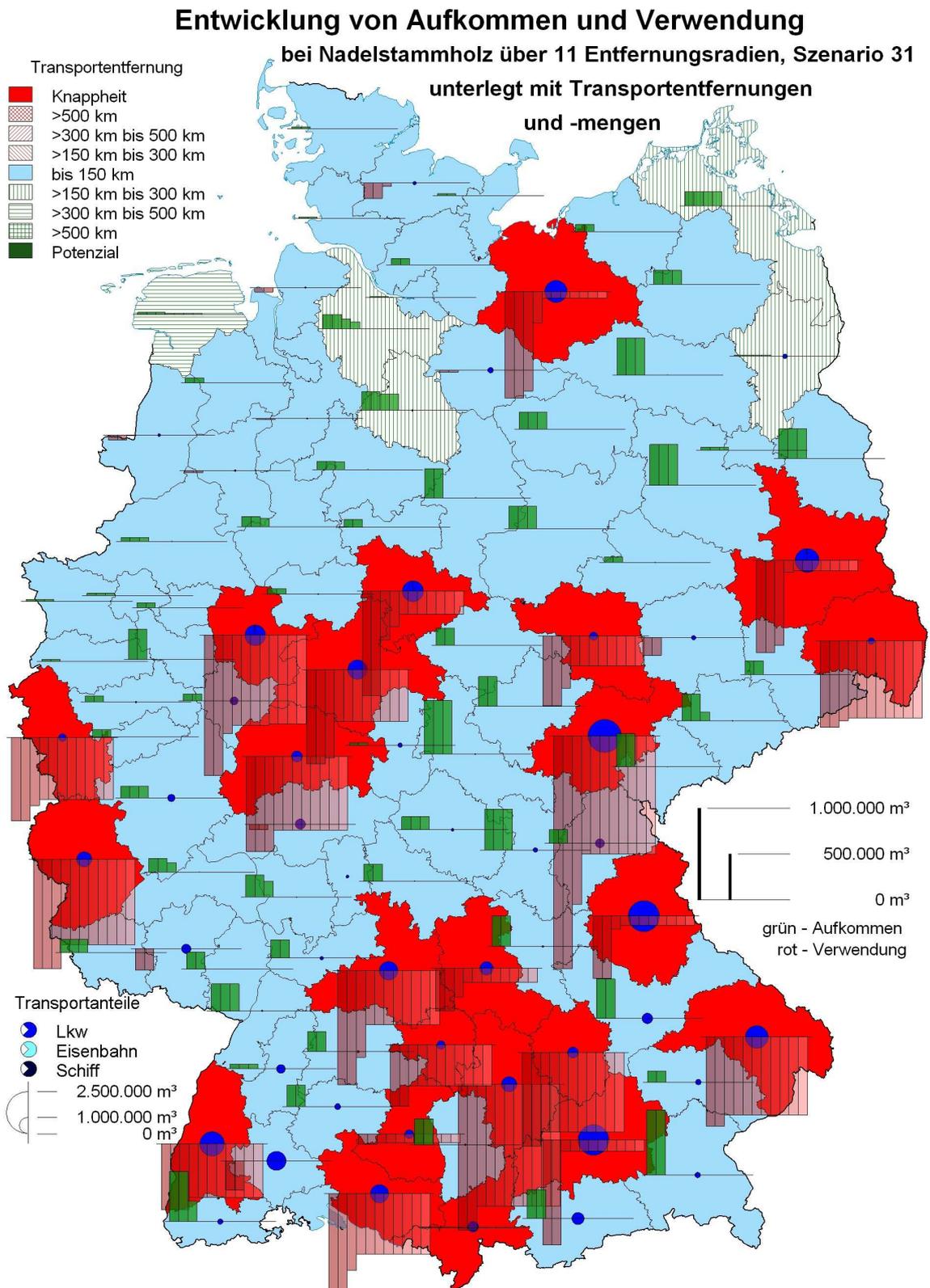
Abbildung VII-21: Entwicklung der Raumordnungsregionen – Szenario 47



Quelle: eigene Darstellung

Im Szenario 31 wird im Unterschied zum Standardszenario der geschätzte Verbrauch des Jahres 2009 dem Aufkommen gegenübergestellt. Schwerpunkte der bis dahin durchgeführten Investitionen liegen in Bayern und Baden-Württemberg. Aber auch in der Mitte Deutschlands wird investiert. Durch den Bau großer Sägewerke in aufkommensstarken Gebieten, die bislang keine großen Standorte aufweisen, wird anderen Sägewerken der gewohnte Zugang zum Rohstoff erschwert. Deshalb nimmt nicht nur in den Raumordnungsregionen mit großen Investitionen, sondern auch in allen anderen Raumordnungsregionen mit hohem Einschnittvolumen die Knappheit im Modell enorme Ausmaße an. Im Szenario 31 beläuft sich das Defizit auf mehr als 12 Mio. m³ Nadelstammholz.

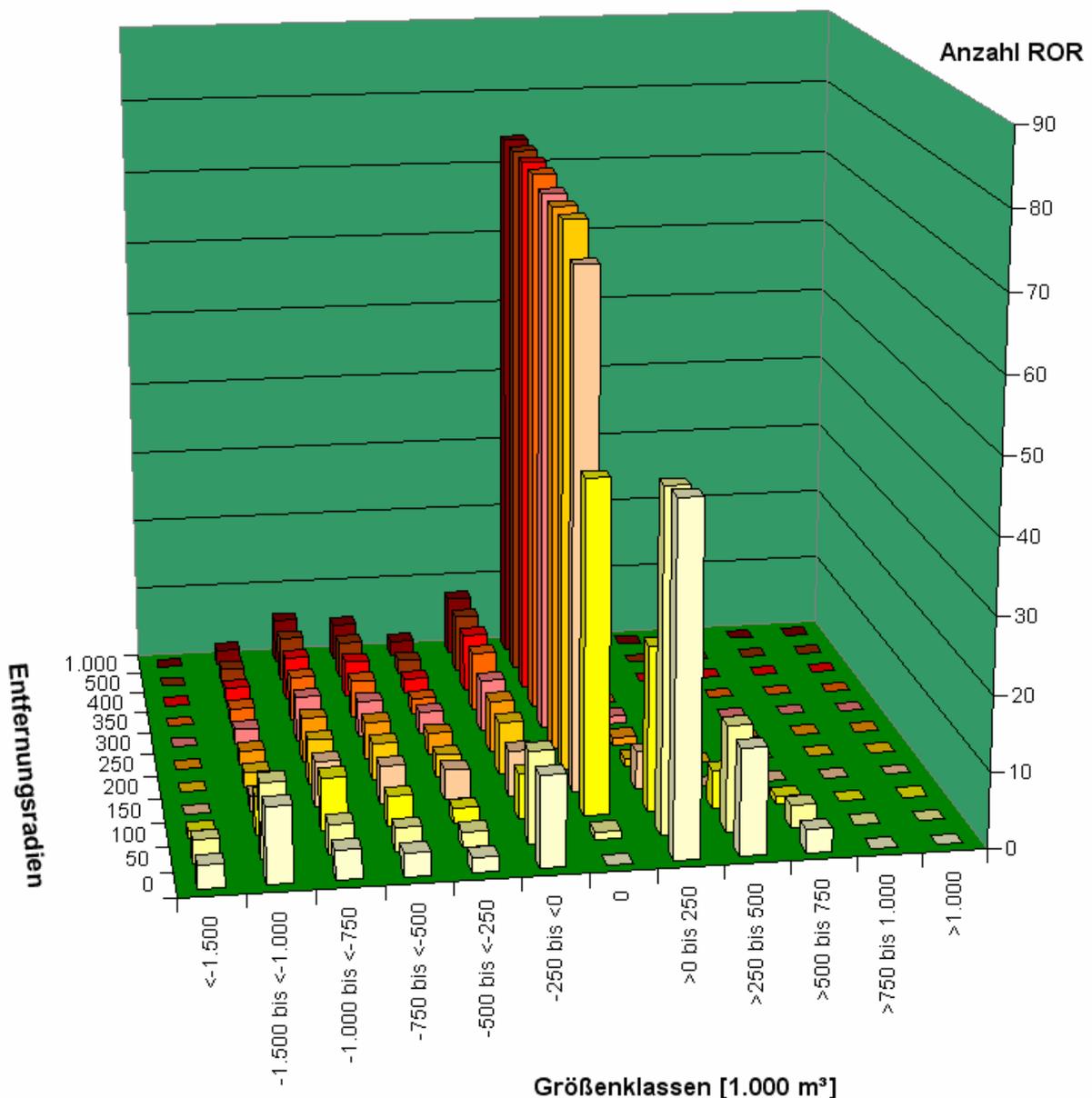
Abbildung VII-22: Szenario 31 – Zusammenfassung



Quelle: eigene Darstellung

Auch wenn sich durch Schadereignisse die Bezugsquellen kurzfristig ändern und regional ein vermehrtes Holzangebot zu erwarten ist, kehren die Nachfrager über kurz oder lang die Nachfrager in ihre angestammten Versorgungsregionen zurück. Am Ende leiden die Marktteilnehmer, insbesondere im Süden und der Mitte Deutschlands, wegen eines unzureichenden Rohstoffangebots an unausgelasteten Überkapazitäten.

Abbildung VII-23: Entwicklung der Raumordnungsregionen – Szenario 31



Quelle: eigene Darstellung

Die Abbildung VII-23 verdeutlicht die angespannte Situation bei der Versorgung der Sägeindustrie im Szenario 31. Einerseits ist die Zahl neutraler Raumordnungsregionen merklich geringer als im Szenario 15, andererseits vermindert sich die Zahl nachfragender Raumordnungsregionen über die Entfernung nur unwesentlich. Selbst nachfragestarke Größenklassen bleiben über fast alle Entfernungsradien besetzt. Ab Entfernungsradius 200 liegt nur noch eine anbietende Raumordnungsregion vor, die

auch nur über ein geringes Aufkommen verfügt. War im Szenario 47 die reduzierte Aufkommensmenge die Ursache für die Knappheit, so ist es in Szenario 31 die Investitionstätigkeit.

Nach Abschluss der eigentlichen Modellrechnungen wurde ein zusätzliches Szenario R (ahmenverträge) entwickelt, um jüngste Entwicklungen im Bereich der Rohstoffversorgung anhand des Modells zu demonstrieren.¹⁰³ Großverbraucher der Sägeindustrie schlossen mit Landesforstverwaltungen mehrjährige Rahmenverträge ab und konnten sich dadurch über verhältnismäßig lange Zeiträume klar festgelegte Mengen zu absehbaren Preisen sichern (PIRSON 2007). Beispielsweise stehen in Nordrhein-Westfalen ab 2009 nur noch 0,5 Mio. m³ (25 %) des Fichtenstammholzeinschlags pro Jahr für mehrere hundert Betriebe zur Verfügung. 75 % des Gesamteinschlags wird durch Rahmenverträge an sechs Firmen vergeben. Die Fehlmengen werden sich auf rund 2 Mio. m³ pro Jahr belaufen (ANONYMUS 2008).

Im Szenario R werden die Neu- und Erweiterungsinvestitionen mit einem jeweiligen Gesamteinschnitt von mindestens 700.000 m³ der Firmen Binder, Ladenburger, Klausner, Pfeifer, Rettenmeier, Schwaiger und Ziegler (PIRSON 2007) besonders berücksichtigt. Diese Firmen haben Rahmenverträge abgeschlossen und können so langfristig aus Bayern den benötigten Rohstoff beziehen.

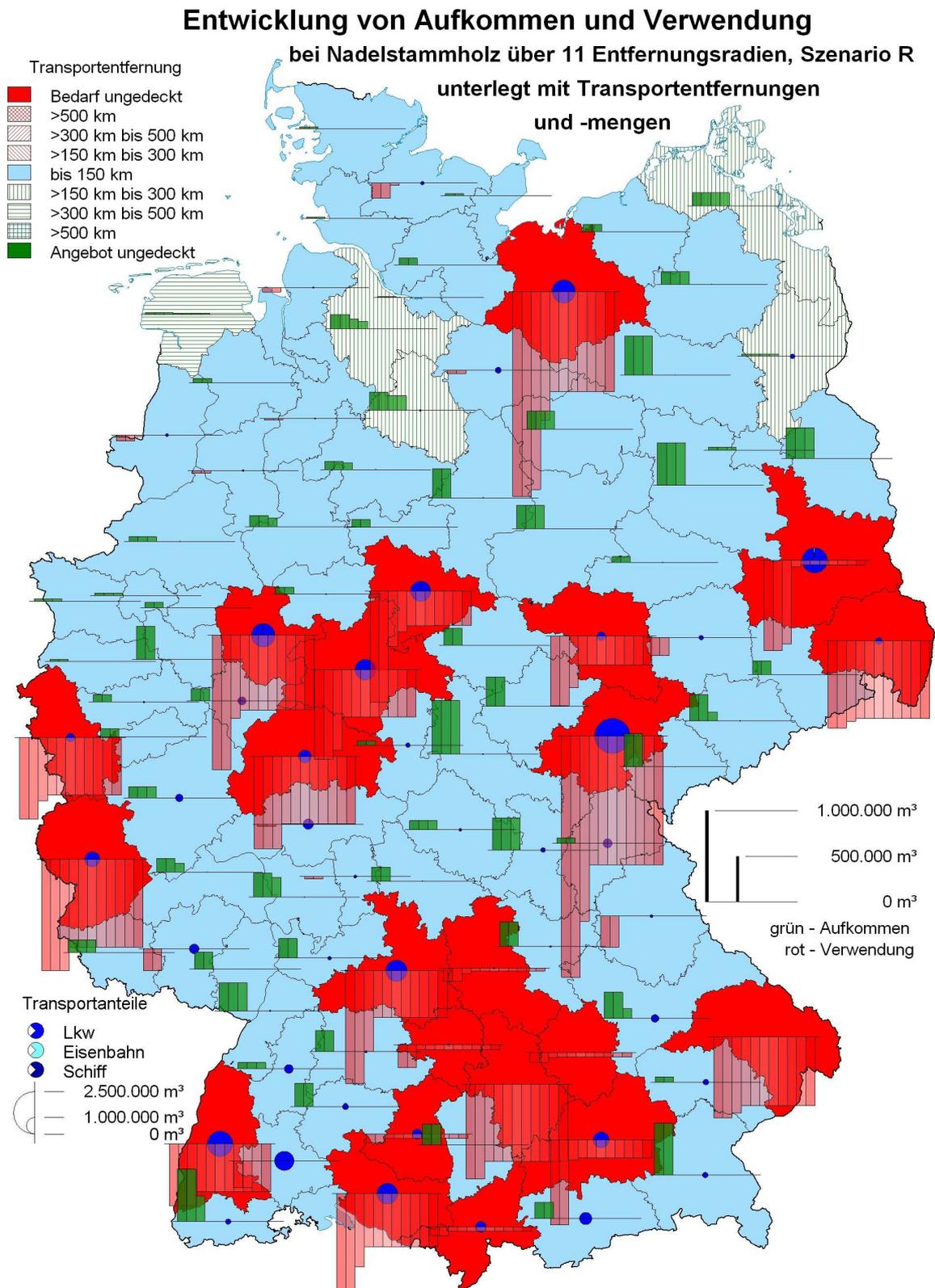
Um zu zeigen, welche Auswirkungen ein solches Vorgehen hat, werden deren individuelle, geplante Kapazitäten vor den Modellrechnungen vom Aufkommen subtrahiert. Übertrifft dabei die Verwendung das Aufkommen der eigenen Raumordnungsregion, wird der restliche Bedarf anteilig vom verbliebenen Aufkommen Bayerns den ausgewählten Sägewerken bereitgestellt. Damit wird die Annahme umgesetzt, dass diese Einzelstandorte ihren Bedarf vollständig decken und sich die restlichen Sägewerke das verbliebene Aufkommen teilen müssen. Entsprechend geringer sind die Mengen bei Verwendung und Aufkommen zu Beginn der Modellrechnungen.

Grundsätzlich ist das Szenario R, bis auf die unterschiedliche Herleitung des Aufkommens, mit dem Szenario 30 (s. Abbildung VIII-2) vergleichbar.¹⁰⁴ Wegen der veränderten Ausgangssituation und der dadurch veränderten Verteilung wird deutlich, dass eine etwas höhere Anzahl an Raumordnungsregionen ein Defizit aufweist. Die Knappheit tritt verstärkt im Süden Bayerns auf. Bestehende Knappheiten (z. B. Raumordnungsregion 56) verstärken sich.

¹⁰³ Szenario R ist im Abschnitt VII.4 nicht enthalten.

¹⁰⁴ Ergebnisseitig unterscheidet sich Szenario R nur in Bayern und den angrenzenden Raumordnungsregionen vom Szenario 30.

Abbildung VII-24: Szenario R – Zusammenfassung



Quelle: eigene Darstellung

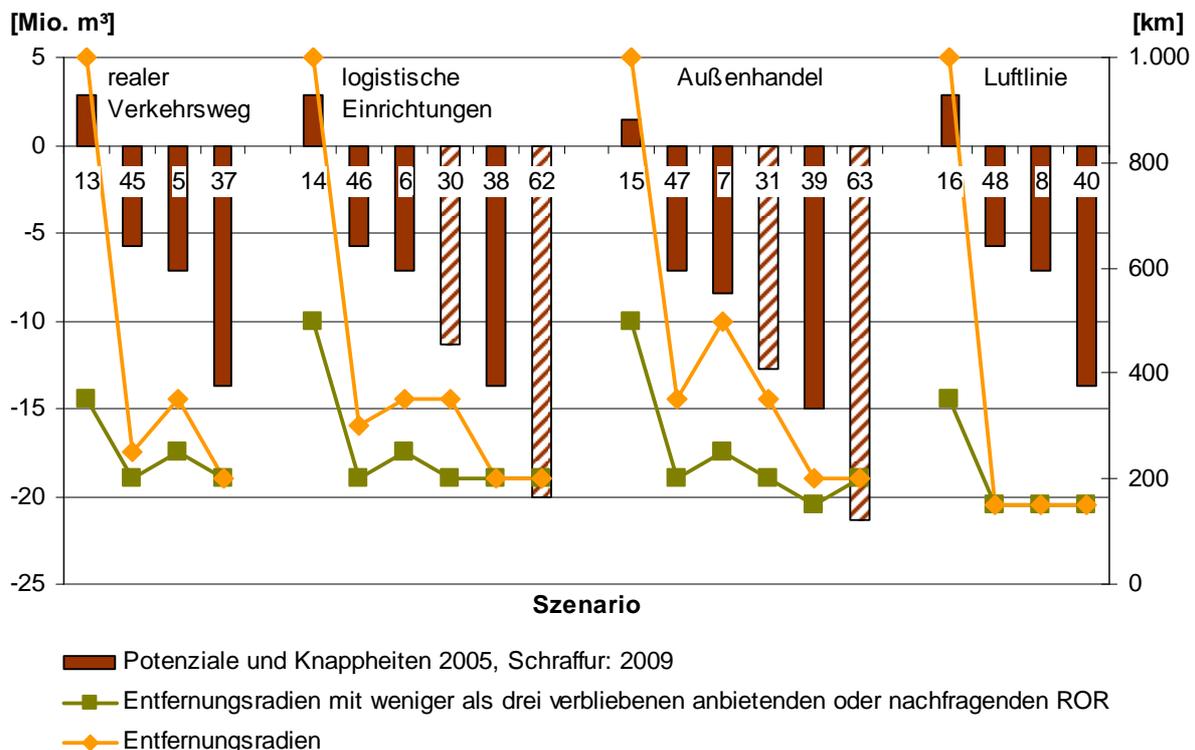
VII.4 Strukturelle Unterschiede zwischen Szenarien

Aus Abbildung VII-25 geht hervor, dass Potenziale bzw. Knappheiten nur bedingt Einfluss auf die Entfernungsradien haben, ab denen keine Mengen mehr zu verteilen sind.

In Szenarien, die verbliebene Potenziale ausweisen, wird der gedeckte Bedarf erst bei Entfernungsradius 1000 ausgewiesen. Die nachfragenden Raumordnungsregionen müssen sich also aus über 500 km Entfernung versorgen. Werden hingegen die letzten beiden Nachfragerinnen nicht berücksichtigt, endet die Bedarfsdeckung schon bei den Entfernungsradien 350 und 500.

Dagegen ist in Szenarien mit Knappheit als Ergebnis gewöhnlich ab Entfernungsradius 350 nichts mehr zu verteilen (Ausnahme: Szenario 7). Es scheint so, dass bis ca. 13 Mio. m³ Defizit der maximale Entfernungsradius meistens 350 ist und ab etwa 14 Mio. m³ die Verteilung ab spätestens Entfernungsradius 200 endet. Nimmt man aber auch hier den Entfernungsradius zur Hand, ab dem nur noch höchstens zwei Anbieterinnen vorhanden sind, ist der Entfernungsradius 250 das Maximum. Der Durchschnitt über alle Szenarien mit Knappheit und ohne Luftlinie liegt dann eher bei Entfernungsradius 200. Dies gilt sowohl für das Jahr 2005 als auch für das Jahr 2009, in denen die Knappheit z. T. sehr groß ist. Die Szenarien mit Luftlinienverbindungen zwischen Raumordnungsregionen liegen im Falle der Knappheit durchweg beim Entfernungsradius 150. Bedingt wird dies durch die z. T. wesentlich kürzeren Distanzen zwischen den Raumordnungsregionen. Auf diese Weise wird das Aufkommen bei Knappheit noch eher verteilt.

Abbildung VII-25: Potenziale und Knappheiten gegenüber Entfernungsradien

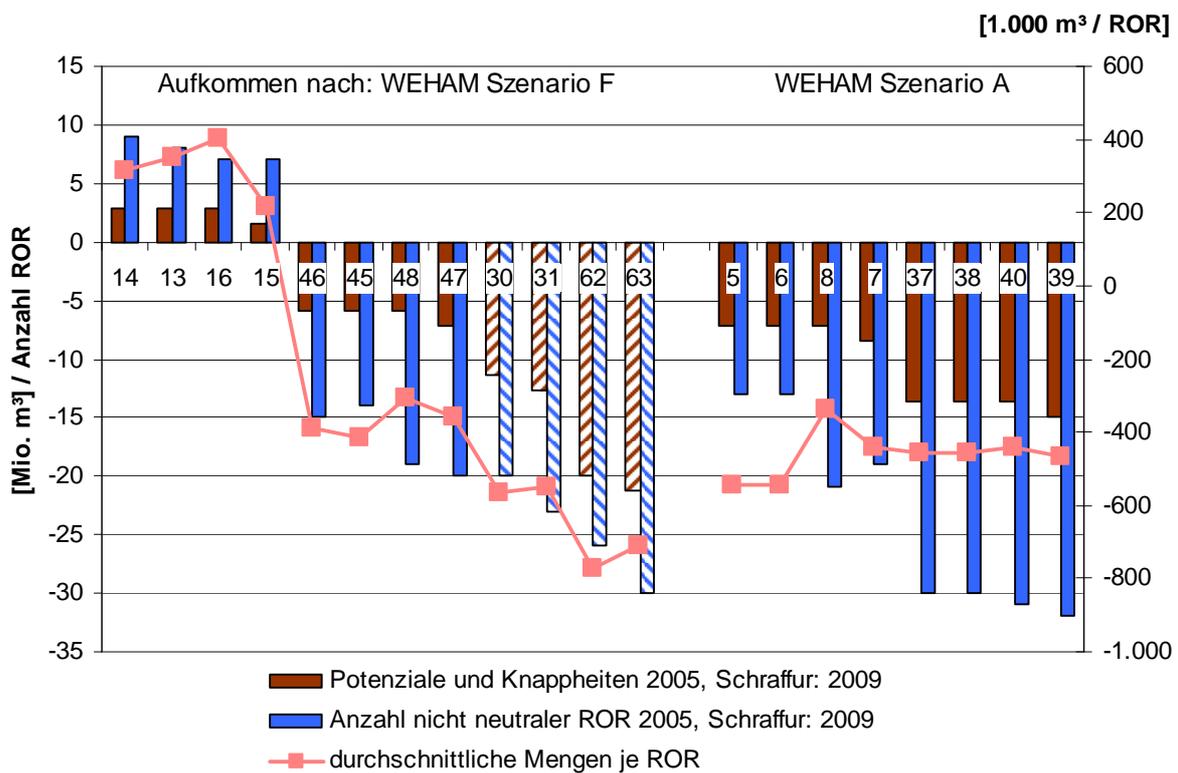


Quelle: eigene Darstellung

Für Abbildung VII-25 lässt sich bei Knappheit die Schlussfolgerung ziehen, dass fast das komplette Aufkommen in der Regel bis spätestens zum Entfernungsradius 250 verteilt ist und nur in Einzelfällen in größeren Entfernungen geringe Mengen an Aufkommen zu finden sind. Anhand der Abbildung VII-22 lässt sich gut zeigen, warum nach Entfernungsradius 200 oder 250 keine Verteilung stattfindet. Die dann verbliebenen Nachfragerinnen sind in Deutschland relativ gleichmäßig in aufkommensstarken Gebieten verteilt. Ein zusätzlicher Bedarf hat deshalb auf die Entfernungsradien keinen merklichen Einfluss, wie in den Szenarien des Jahres 2009 zu erkennen ist (s. Abbildung VII-25). Deshalb tritt die Knappheit regelmäßig ab den genannten Entfernungsradien auf. Bei Szenarien mit Potenzialen wird zwar der Bedarf vollständig gedeckt, jedoch müssen dafür größere Distanzen überbrückt werden.

In der Abbildung VII-26 sind neben den Potenzialen bzw. Knappheiten die Anzahl der nicht neutralen Raumordnungsregionen am Ende der Modellberechnungen und die daraus resultierenden durchschnittlichen Mengen je nachfragender bzw. anbietender Raumordnungsregion enthalten.

Abbildung VII-26: Verhältnis von Mengen und Raumordnungsregionen



Quelle: eigene Darstellung

Ein wichtiges Ergebnis der Abbildung VII-26 ist, dass mit zunehmender Knappheit auch eine größere Zahl an Raumordnungsregionen ihren Bedarf nicht decken kann. Die wachsende Knappheit beschränkt sich also nicht auf einzelne Raumordnungsregionen.

Besonders gut lassen sich die Szenarien 45 bis 48 und 37 bis 40 vergleichen, da beide Gruppen Knappheiten aufweisen. Die größere Knappheit bei den zuletzt genannten Szenarien hat ihre Ursache im geringeren Aufkommen des WEHAM Szena-

rios A im Vergleich zum WEHAM Szenario F. Das ist zusätzlich zur verringerten Mobilisierung in den acht genannten Szenarien der Hauptgrund, weshalb mindestens 30 Raumordnungsregionen ihren Bedarf in den Szenarien 37 bis 40 nicht decken können.

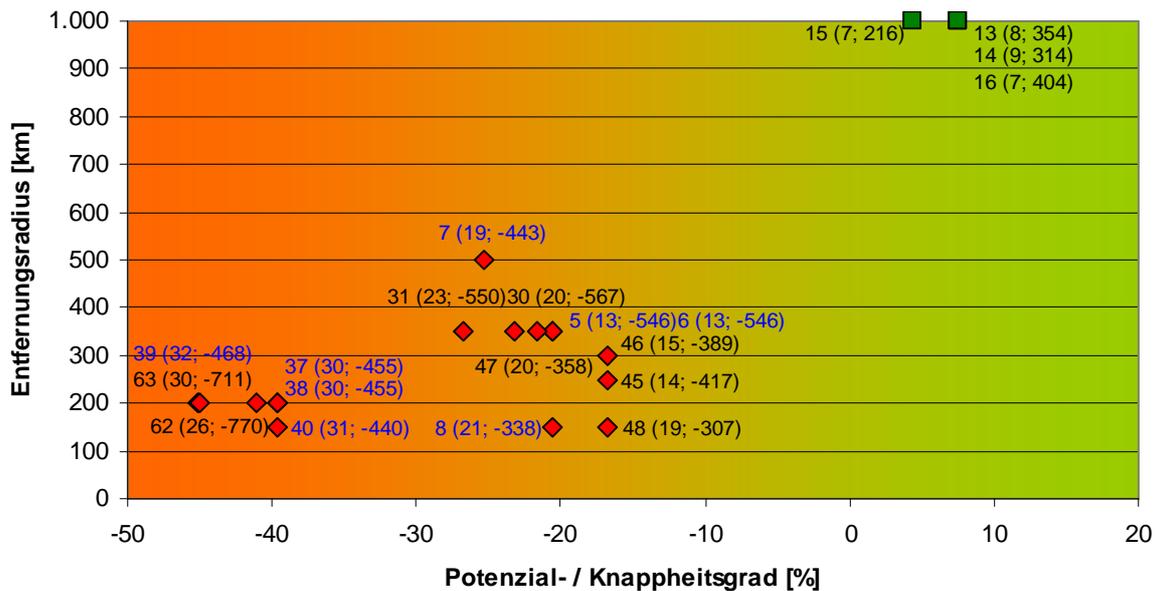
Durch die Investitionen (Szenarien 30 und 31) vergrößern sich die Sägewerkskapazitäten und mit ihnen steigt die Knappheit auf dem Beschaffungsmarkt für Nadelstammholz. Bei einer mangelnden Mobilisierung (Szenarien 62 und 63) führt dies nochmals zu einer drastischen Verschärfung der ohnehin bestehenden Nadelstammholzknappeheit. In diesen Szenarien sind 20 bis 30 Raumordnungsregionen ungesättigt. Die Fehlmengen belaufen sich in diesen Raumordnungsregionen im Durchschnitt auf mindestens 500.000 m³ Einschnitt, was einem größeren Sägewerk entspricht. Aber auch in den anderen Szenarien mit Knappheit liegt der durchschnittliche, ungedeckte Bedarf bei über 300.000 m³.

Bedingt durch den Exportüberschuss Deutschlands ist das Potenzial bei Szenario 15 etwas geringer bzw. sind die Knappheiten bei den Szenarien 7, 39 und 47 etwas höher als bei den vergleichbaren Szenarien. Auffällig ist überdies die Ähnlichkeit von Szenarien, die reale Verkehrswege beinhalten und sich nur im Parameter logistische Einrichtungen unterscheiden. Sie unterscheiden sich kaum, was den Schluss nahe legt, dass eine Differenzierung nach logistischen Einrichtungen von Hauptverkehrsträgern kaum eine nennenswerte Veränderung zur Folge hat. Die Ursache liegt darin, dass mehr als 90 % der Nadelstammholzmengen (s. Abbildung VII-15) innerhalb von 150 km transportiert werden und somit der Einfluss der Hauptverkehrsträger Eisenbahn und Schiff im Modell auf die Verteilung in Deutschland kaum zum Tragen kommt.

Eine weitere Darstellungsform der Ergebnisse aus den Szenarien in Bezug auf Potenziale und Knappheiten zeigen die folgenden Abbildungen. In ihnen wird der Grad der Potenziale und Knappheiten dem Entfernungsradius gegenübergestellt, ab dem keine Verteilung mehr erfolgt. Diese Form der Darstellung soll die bisherigen Ergebnisse aus einem anderen Blickwinkel betrachten helfen, indem der Fokus auf Regionen gelegt wird. Die absoluten Mengen sind dem Entfernungsradius in Abbildung VII-25 gegenüber gestellt und mit der Anzahl nicht neutraler Raumordnungsregionen in Abbildung VII-26 verglichen worden. Nun werden die Informationen über Entfernungsradien, Knappheiten bzw. Potenziale, nicht neutrale Raumordnungsregionen und dazugehörige Durchschnittsmengen in einer einzigen Grafik abgebildet und zusätzlich nach Regionen differenziert.

Der Begriff „Potenzialgrad“ beschreibt die am Ende der Modellberechnungen übrig gebliebenen Mengen im Verhältnis zum ursprünglichen Aufkommen und wird durch Vierecke gekennzeichnet. Der Knappheitsgrad bezeichnet dagegen den Anteil, der zur Sättigung der Verwendung fehlt und wird in Rautenform dargestellt. Die Szenarien, die auf dem WEHAM Szenario A beruhen, sind in blauer Schrift gehalten. In Klammern stehen die Anzahl und die durchschnittliche Menge der nicht neutralen Raumordnungsregionen in 1.000 m³.

Abbildung VII-27: Sättigung der Szenarien – Deutschland gesamt



Quelle: eigene Darstellung

Erneut lässt sich in Abbildung VII-27 keine Abhängigkeit zwischen der Knappheit bzw. dem Potenzial und dem Entfernungsradius nachweisen. Allerdings wird wieder deutlich, dass sich die Szenarien ähneln, die auf realen Verkehrswegen beruhen und sich nur im Parameter logistischer Einrichtungen unterscheiden. Beispiele sind die Szenarien 5 und 6, die in Abbildung VII-27 auf einem gemeinsamen Punkt liegen. Ein weiteres Ergebnis ist die Erkenntnis, dass ähnliche Szenarien (z. B. 13 bis 16 oder 37 bis 40) auch in ähnlichen Grafikbereichen zu finden sind. Die Außenhandelsszenarien bewegen sich allesamt stärker Richtung Knappheit, was durch den Exportüberschuss begründet wird. Die Luftlinienszenarien weisen die geringsten Entfernungsradien auf. Die Ursache ist dafür in der bereits beschriebenen Tatsache zu finden, dass bei realen Verkehrswegen die Entfernungen zwischen den Raumordnungsregionen z. T. deutlich länger sind.

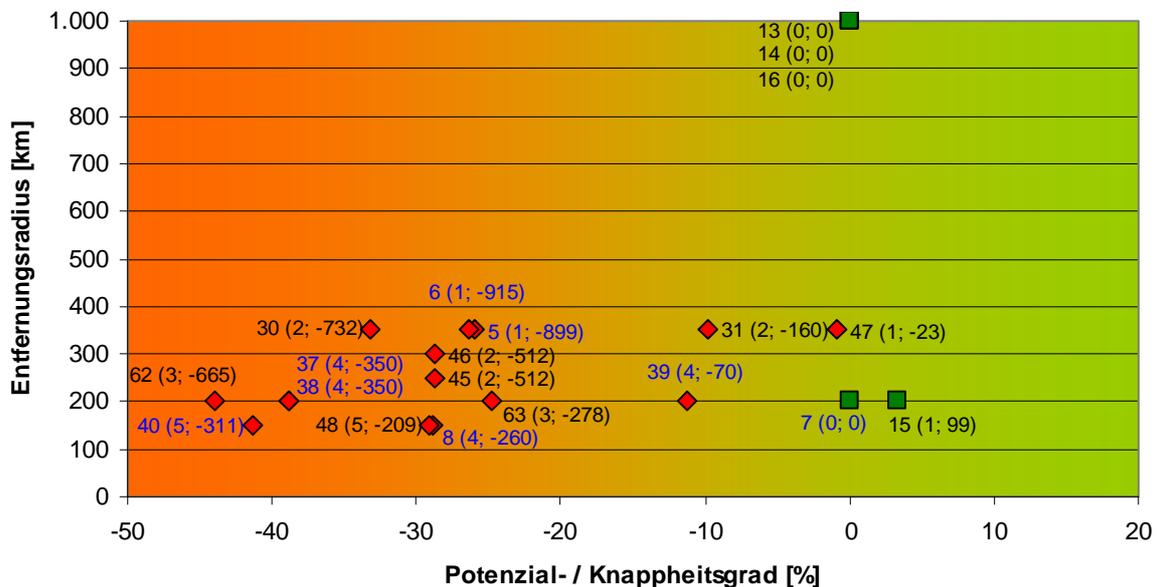
Die unter dem neuen Blickwinkel vorgestellten Ergebnisse unterscheiden sich bislang nicht von den bereits bekannten Ergebnissen. Dies ändert sich, wenn der Fokus im Folgenden auf die einzelnen Regionen gelegt wird.¹⁰⁵

Der Norden steht trotz oder gerade wegen seines geringen Aufkommens vor den kleinsten Versorgungsproblemen. Zusätzlich zu einem relativ geringen Verbrauch ist insbesondere der Import eine wichtige Stütze. Verdeutlicht wird dies an den Außenhandelsszenarien, die mit Ausnahme von Szenario 63 sämtlich im rechten, unteren Bereich der Abbildung VII-28 liegen. Aber selbst Szenario 63, das ansonsten zu den

¹⁰⁵ Bei der Betrachtung der einzelnen Regionen gilt grundsätzlich das bereits über Deutschland Geschriebene. Ausnahmen werden gesondert erwähnt. Die Regionen teilen sich in Norden (Bundesländer Schleswig-Holstein, Hamburg, Bremen, Niedersachsen und Mecklenburg-Vorpommern), Osten (Bundesländer Berlin, Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen), Westen (Bundesländer Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Hessen und Saarland) und Süden (Bundesländer Bayern, Baden-Württemberg) auf.

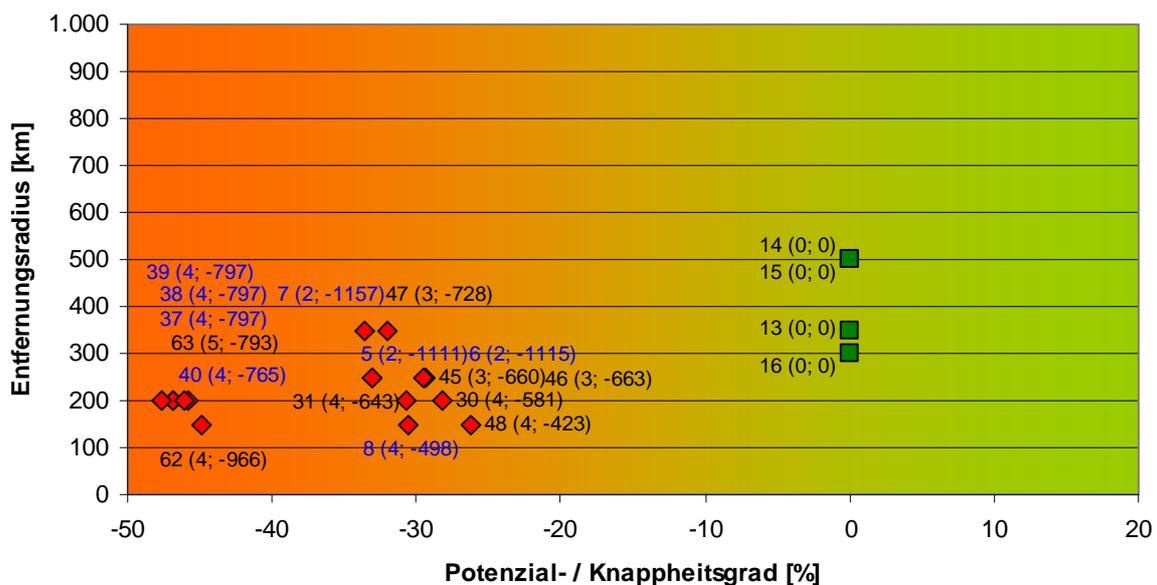
Szenarien mit der größten Knappheit zählt, zeigt bei dieser Ansicht keine so starke Knappheit. In den Szenarien 7 und 15 findet in Norddeutschland sogar in Entfernungsradius 200 letztlich eine Verteilung statt, ohne dass anschließend Knappheiten auftreten.

Abbildung VII-28: Sättigung der Szenarien – Norden



Quelle: eigene Darstellung

Abbildung VII-29: Sättigung der Szenarien – Osten

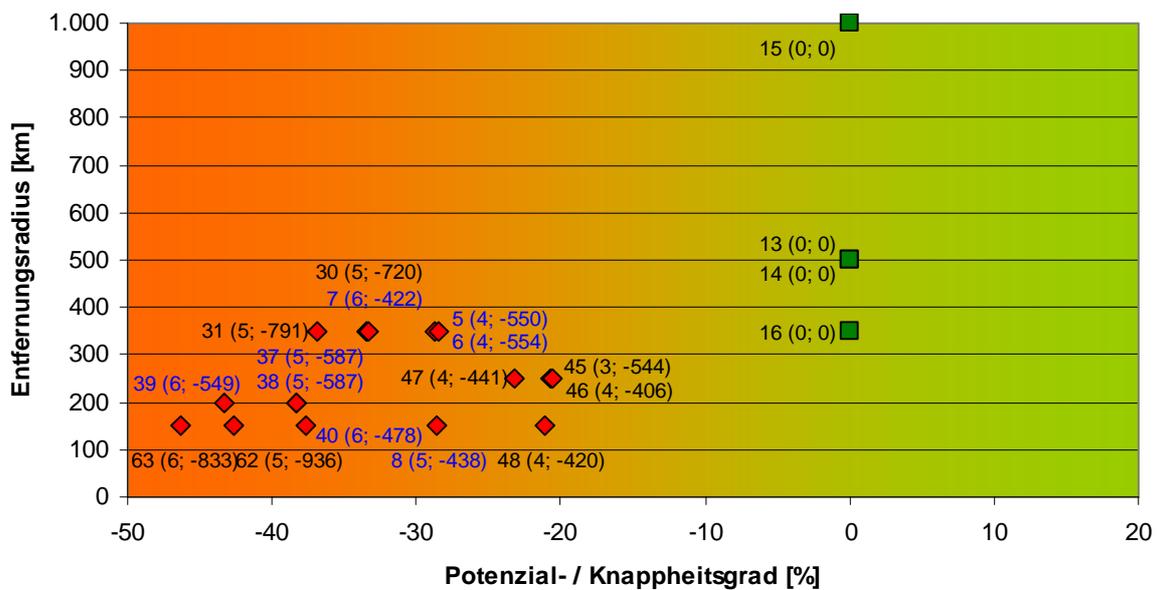


Quelle: eigene Darstellung

In Ostdeutschland fallen die hohen Durchschnittswerte für die Verwendung je Raumordnungsregion insbesondere bei den Szenarien 5 und 6 auf. Dies deutet auf einzelne Großverbraucher hin, die ihre benötigten Mengen nicht beziehen können. Für

Szenario 31 liefert beispielsweise Abbildung VII-22 den grafischen Beleg: zwei von vier Raumordnungsregionen im Osten Deutschlands haben enorme Knappheitsprobleme, was daran liegt, dass auch in Hessen und Bayern ein großer Verbrauch vorherrscht und keine bedeutenden Importe aus östlichen Nachbarländern stattfinden. Wenn aber in Szenarien der Bedarf gedeckt werden kann, so geschieht dies aus mehr als 250 km und bis zu 500 km.

Abbildung VII-30: Sättigung der Szenarien – Westen



Quelle: eigene Darstellung

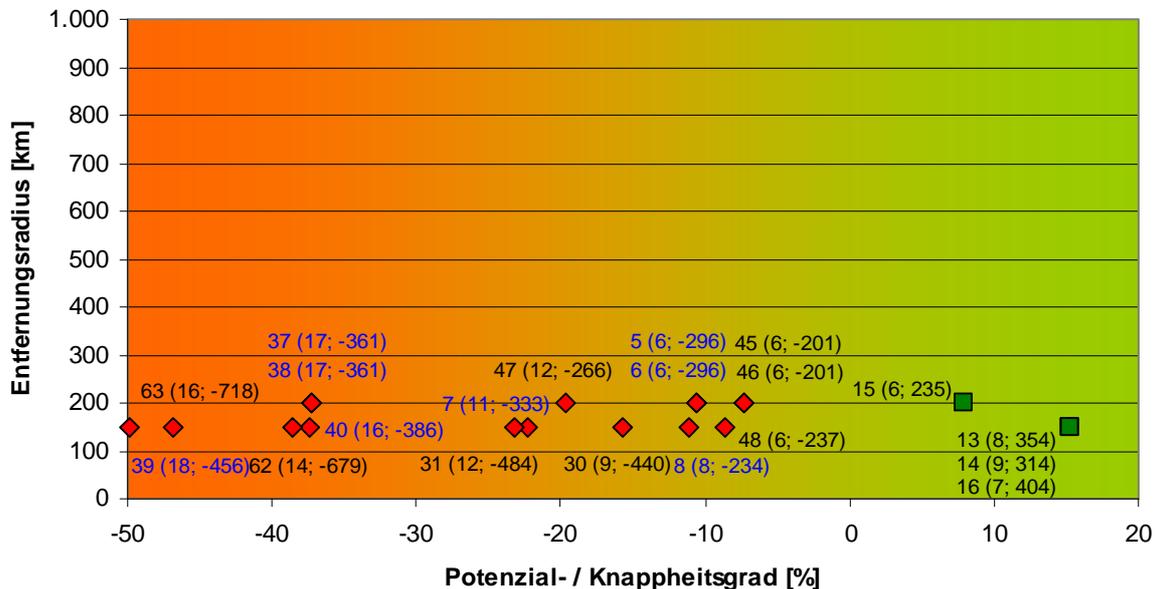
Der Westen zeigt keine außergewöhnlichen Ergebnisse und kommt der gesamtdeutschen Abbildung am nächsten. Bemerkenswert ist jedoch, dass die Szenarien mit Potenzialen sich fast spiegelbildlich zu denen des Nordens verhalten. Während dort der Import für einen geringen Entfernungsradius sorgt, müssen im Westen unter Berücksichtigung des Außenhandels weite Wege zur Bedarfsdeckung gefahren werden. Ohne Berücksichtigung des Außenhandels steht dem Westen also ein größeres und deshalb insgesamt näheres Aufkommen, insbesondere aus Süddeutschland, zur Verfügung.

Im Süden braucht kein Nachfrager lange zu fahren, um je nach Szenario entweder seinen Bedarf zu decken oder Knappheit festzustellen. Da der Süden in den Modellberechnungen einen beachtlichen Export vorzuweisen hat, sind die Außenhandels-szenarien im Vergleich zu denen anderer Regionen stärker in Richtung Knappheit angesiedelt.

Wenn ein Überschuss aus den Berechnungen resultiert, ist er recht beachtlich. Die Knappheit ist in vielen Szenarien nicht so ausgeprägt wie in anderen Regionen, was auf das hohe Aufkommen zurückzuführen ist. Schwierigkeiten bereiten aber auch hier die geringe Mobilisierung in Kombination mit der hohen Investitionstätigkeit in neue und größere Standorte seit 2005. Bei dieser Problematik wird auch wieder in

Abbildung VII-31 deutlich, dass mit steigender Nachfrage mehr Raumordnungsregionen Knappheiten anmelden.

Abbildung VII-31: Sättigung der Szenarien – Süden



Quelle: eigene Darstellung

Die Tabelle VII-3 zeigt die Anzahl ungesättigter Raumordnungsregionen für alle 20 berechneten Szenarien in Form von Maxima und Minima für Deutschland und die vier Regionen. Obwohl sich die Szenarien hinsichtlich der gemachten Annahmen unterscheiden und deshalb die Bildung von Durchschnittswerten nicht unproblematisch ist, entsteht eine prägnante Übersicht zum Thema Knappheit.

Tabelle VII-3: Ungesättigte Raumordnungsregionen über alle Szenarien

Region	[Anzahl ROR]	Maximum ungesättigte ROR	[%]	Minimum ungesättigte ROR	[%]	Durchschnitt ungesättigte ROR	[%]
Norden	24	5	20,8	1	4,2	2,9	11,9
Osten	19	5	26,3	2	10,5	3,5	18,4
Westen	25	6	24,0	3	12,0	4,8	17,1
Süden	29	18	62,1	6	20,7	11,3	38,8
Deutschland	97	32	33,0	13	13,4	22,5	23,2

Quelle: eigene Darstellung

Es wird deutlich, dass der Süden am stärksten von einem Engpass in der Rohstoffversorgung betroffen ist. Dies kann im ungünstigsten Fall über 60 % der Raumordnungsregionen betreffen, während im Osten und Westen maximal „nur“ rund ein Viertel der Raumordnungsregionen ihren Bedarf nicht decken kann. Im Norden ist die Knappheit etwas geringer. Obwohl im Süden das höchste potenzielle Rohholzaufkommen zu verzeichnen ist, führt die außergewöhnlich starke Investitionstätigkeit zu den vergleichsweise hohen Knappheiten. Im Gegensatz dazu trifft den Norden im

Fall eines Engpasses trotz seines geringeren Aufkommens eine nicht so große Knappheit.

Im deutschlandweiten Durchschnitt bleibt ein Viertel der Raumordnungsregionen ohne ausreichende Rohstoffversorgung, wenn es zu einer Knappheit kommt. Sie beruht im Modell hauptsächlich auf dem Unterschied zwischen den Aufkommensmengen der WEHAM Szenarien A und F, einer zu großen Investitionstätigkeit der Sägeindustrie, einer zu geringen Mobilisierung der vorhandenen Potenziale, einem zu hohen Export oder einer Kombination der genannten Ursachen.

VII.5 Übersicht der wichtigsten Ergebnisse

- Die größten Nachfrager liegen rohstoffnah bei den größten Anbietern von Nadelstammholz.
- Der Großteil des Nadelstammholzes wird innerhalb von 150 km transportiert.
- Je geringer das Verhältnis von Aufkommen zu Verwendung ist, desto höher wird der prozentuale Anteil der Transportmenge unter 150 km.
- Eine Differenzierung nach logistischen Aspekten der Hauptverkehrsträger hat keinen merklichen Einfluss auf die Verteilung von Nadelstammholz.
- Die Verteilung unter dem Aspekt Luftlinie führt zu einer Verzerrung bei der Betrachtung der Einzugsgebiete mit dem Resultat einer vermeintlich kürzeren Distanz.
- Eine unvollständige Mobilisierung resultiert in Rohstoffknappheit.
- Der Außenhandel hat in allen Regionen einen merklichen Einfluss auf die Verfügbarkeit von Nadelstammholz.
- Die vollständige Durchführung der angestrebten Investitionen führt zur Rohstoffknappheit.
- Je südlicher die Betrachtung in Deutschland erfolgt, desto schwieriger wird im Falle der Rohstoffknappheit die Nadelstammholzversorgung.
- In der Sägeindustrie haben Rahmenverträge zur Versorgung von Großverbrauchern bei bestehender Knappheit im Vergleich zu einer Situation ohne Rahmenverträge eine räumliche Ausweitung der Knappheit zur Folge.

VIII. Diskussion

Das in dieser Arbeit vorgestellte Modell¹⁰⁶ wurde zur Berechnung der regionalen Verteilung von Rohholzaufkommen und -verwendung in Deutschland entwickelt. Wegen der umfangreichen Ergebnisse wurde die Analyse auf das Sortiment Nadelstammholz begrenzt. Als Einführung wurden der Modellbeschreibung die Themen Verwendung, Aufkommen und Logistik vorangestellt. Für die realitätsnahe Abbildung im Modell zur regionalen Rohstoffverteilung wurden Annahmen getroffen, die in den Kapiteln V und VI vorgestellt wurden. Zwar ist es grundsätzlich erstrebenswert, nur mit Variablen zu arbeiten, die auf einer soliden und nachvollziehbaren Datenbasis beruhen, jedoch war es wegen teilweise nicht zu ermittelnder Daten trotz eigener Untersuchungen unvermeidlich, mit Schätzungen oder plausiblen Schlussfolgerungen zu arbeiten.

Für die Herleitung eines modellgerechten Aufkommens wurden mehrere Annahmen getroffen. Eine davon ist die Veränderung der Bezugsebene von den ausgewiesenen Regierungsbezirken nach Bundeswaldinventur auf Raumordnungsregionen mit dem Ziel einer kleinräumigeren Betrachtungsweise. Dies ist keine unproblematische Entscheidung. Durch die höhere räumliche Auflösung steigt der Stichprobenfehler und die Ergebnisse unterliegen einer größeren Unsicherheit (s. Abbildung VI-2). Zwar hätte die Beibehaltung der Regierungsbezirksebene einen geringeren Stichprobenfehler zur Folge gehabt, jedoch wären durch die zwangsläufige Zusammenfassung der Einschnittdaten an dieser Stelle raumbezogene Informationen verloren gegangen, die für diese Arbeit wichtig sind. Ein Kriterium für die Wahl der Gebietseinteilung nach Raumordnungsregionen ist der eigentliche Zweck von Raumordnungsregionen. Sie wurden als Einheit zwischen den Regierungsbezirken und Land- bzw. Stadtkreisen geschaffen, um Gebiete vergleichbarer Wirtschaftsstruktur oder Funktionalität zu schaffen (KOCKS, SCHLÖMER 1999, S. 845). In weiteren Untersuchungen könnten hier erarbeitete Ergebnisse mit anderen Wirtschaftsgrößen (z. B. Bruttoinlandsprodukt) vergleichend analysiert werden.

Eine weitere Annahme beschäftigt sich mit der Aufteilung des WEHAM Sortiments „verwertbar“ (Stamm- und Industrieholz). In den WEHAM Szenarien wird der ideelle Stammholzanteil im Sortierungsmodell maximiert. Dadurch beträgt das Verhältnis von Stamm- zu Industrieholz beispielsweise 94,7 : 5,3, wenn die ersten drei gemittelten Perioden (2003-2017) der WEHAM Szenario A für Nadelholz gewählt werden. Aus dem Blickwinkel der Bundeswaldinventur ist dies nachvollziehbar, da dort waldbauliche Überlegungen im Vordergrund stehen und die Betrachtung nachfolgender Märkte nicht das Ziel der Untersuchungen sind. Allerdings spiegelt diese Aufteilung

¹⁰⁶ Zur Erinnerung: das Modell ist nicht die Wirklichkeit; es kann nur einen begrenzten Ausschnitt der Wirklichkeit wiedergeben, der durch die Modellformulierung bestimmt ist. Ein erfolgreiches Modell kann leicht den Eindruck erwecken, alle seine Ergebnisse als einzig richtige Lösung zu akzeptieren. Die Modellergebnisse stellen immer nur eine Annäherung an den tatsächlichen Sachverhalt dar (BOSSSEL 2004, S. 51).

das reale Marktgeschehen nicht wider.¹⁰⁷ Wie Tabelle VI-2 zeigt, beträgt das bundesweite Verhältnis von eingeschlagenem Stammholz zu sonstigen Sortimenten¹⁰⁸ bei Nadelholz 66,7 : 33,3. Die im Modell getroffene Annahme, dass der Anteil an Schicht- und Brennholz keinen größeren Einfluss auf das Verhältnis von Stamm- zu Industrieholz hat, könnte in Zukunft durch die vermehrte Nutzung von Brennholz in Frage gestellt werden. Allerdings könnte der Brennholzanteil wegen seiner zunehmenden Bedeutung in den Statistiken separat ausgewiesen werden, so dass das Verhältnis von Stamm- zu Industrieholz ermittelbar bliebe. Es ist trotzdem nicht davon auszugehen, dass eine reale Aufteilung in Zukunft gemäß der WEHAM zu beobachten ist. Um eine marktnähere Aufteilung im Modell zu erreichen, wurde das bekannte Einschlagverhältnis auf Bundeslandebene von Stammholz zu sonstigen Sortimenten auf das Sortiment „verwertbar“ der WEHAM Daten bezogen (s. Abschnitt VI.1.2). Die Folge ist, dass die in dieser Arbeit modifizierte Aufteilung im Vergleich zu den ursprünglichen WEHAM Daten zu erheblichen Einbußen auf Seiten des Stammholzes und folglich zu einer Verringerung des Nadelstammholzaufkommens führt.

Eine Alternative der eben beschriebenen Stammholzberechnung ist die Definition des Stammholzes anhand von Mittenstärkeklassen. Dabei werden dem vorhandenen Industrieholz Anteile des Stammholzes aus Mittenstärkeklassen der WEHAM zugeschlagen, was insbesondere für schwächere Dimensionen gilt. Bei dieser Vorgehensweise werden allerdings keine Qualitätskriterien berücksichtigt, da sie in der WEHAM grundsätzlich nicht bekannt sind. Dagegen kann bei der Übernahme der bisherigen Einschlagverhältnisse davon ausgegangen werden, dass die Entscheidung für oder gegen die Einteilung in das Stammholzsortiment auch Qualitätskriterien beinhaltet und somit dieser Aspekt indirekt im Modell enthalten ist. Natürlich ist es möglich, dass sich wegen eines steigenden Verbrauchs von Nadelstammholz die Aushaltungspraxis ändert und bislang als Industrieholz ausgewiesene Mengen als Stammholz deklariert werden. Dies ist möglich, weil die Einteilung nicht nur dimensions-, sondern auch qualitätsabhängig ist. Wie groß diese Mengen sein können, ist unbekannt. Für die Szenarien des Jahres 2009 wurde das Einschlagverhältnis für die Ermittlung des modellhaften Aufkommens beibehalten.

Eine Diskussion über die Mobilisierung der Holzmengen beschäftigt die Wirtschaft spätestens, seitdem sie erkannt hat, dass die von der Bundeswaldinventur ausgewiesenen Rohholzpotenziale von der Forstwirtschaft nicht ohne zusätzliche Anstrengungen geliefert werden können. Schnell waren die Hemmnisse besonders im Kleinprivatwald ausgemacht: Kleinmengen weniger als eine Lkw-Fuhre, mangelnde Erschließung, rechtliche Vorgaben und fehlendes Vertrauen gegenüber dem Käufer (BOHLANDER, HEIL 2006). Zur Berücksichtigung dieser Probleme wurde eine Mobilisierungspauschale in den Aufkommensdaten des Modells integriert, um die Folgen

¹⁰⁷ Die WEHAM Ergebnisse stellen keine Handlungsrichtlinie für Waldbesitzer und das ausgewiesene potenzielle Rohholzaufkommen keine Nachhaltigkeitsgrenze dar (POLLEY 2006).

¹⁰⁸ In den sonstigen Sortimenten sind Industrie-, Schicht- und Brennholz in jeweils unbekannter Höhe enthalten (DÜMMER 2007).

einer unzureichenden Mobilisierung demonstrieren zu können (s. Abbildung VII-20). Sie beträgt rechnerisch 75 % des Nadelstammholzaufkommens im Kleinprivatwald, gilt aber stellvertretend für alle Eigentumsformen, sowohl für das Jahr 2005 als auch für das Jahr 2009.¹⁰⁹ Die Pauschale soll vor allem den Einfluss einer ungenügenden Mobilisierung auf Potenziale und Knappheiten in den Szenarien verdeutlichen. Dafür erschien der Wert von 75 % geeignet. Weiterführende Analysen könnten Aufschluss über tatsächliche eigentumsabhängige Mobilisierungsgrade auf regionaler Ebene geben, die dann im Modell für eine realitätsnähere Betrachtung angewandt werden könnten.

Eine Variation der Szenarien besteht in der Betrachtung des Außenhandels. Dass der Außenhandel einen spürbaren Einfluss auf die Potenziale hat, ist beim Vergleich der Szenarien 14 (ohne Außenhandel, s. Abbildung VII-18) und 15 (mit Außenhandel, s. Abbildung VII-16) zu erkennen. Einerseits kann durch Importe eine Knappheit verringert oder sogar umgangen werden, wie es z. B. in der Raumordnungsregion 7 der Fall ist. Andererseits können Exporte zu einer Verschärfung der Knappheit beitragen.

Die dazu gehörigen Daten fließen wie folgt in die Szenarien mit Außenhandel ein: die Importdaten des Jahres 2005 werden der Verwendung zugeschlagen, wodurch sich der Bedarf verringert. Zwar ließen sich die Importe theoretisch als Aufkommenssteigerung definieren, jedoch wird mit dem genannten Vorgehen der realen Situation Rechnung getragen, dass die Ware vom Ausland direkt zum Verbraucher geschickt wird. In vergleichbarer Weise werden Exporte direkt vom Aufkommen abgezogen und nicht der Verwendung zugerechnet.

Nur bis auf Ebene der Bundesländer stehen regionale Außenhandelsdaten zur Verfügung. Deshalb wurden die Im- und Exportmengen in Abhängigkeit des mengenmäßigen Gewichts der einzelnen Raumordnungsregion in Bezug auf ihr Bundesland in die Variablen Aufkommen und Verwendung verteilt. Dadurch erhalten mengenstarke Nachfrager einen großen Anteil an Importen, ohne dass die kleineren Nachfrager leer ausgehen. Das ursprünglich geplante Vorgehen, Entfernungsradien bezüglich der einzelnen Nachbarländer zu bilden und in ihnen die Außenhandelsdaten prozentual zu verteilen, wurde aufgegeben, da dies insbesondere bei der Verwendung zu einer unrealistischen Verteilung führte.

Die Einbeziehung der Außenhandelsdaten erfolgte auf Basis des Jahres 2005. Von der Bildung eines Durchschnitts aus mehreren Jahren wurde abgesehen, da die Daten zum Teil deutlich unter dem Niveau von 2005 lagen. Ein Durchschnitt würde die Zunahme der Exportmengen nicht richtig abbilden. Für 2009 wurden die Zahlen aus 2005 mangels besserer Informationen übernommen. Sollte allerdings die Nachfragesteigerung in Süddeutschland zum Versiegen des Nadelstammholzexports führen, wäre diese Annahme nicht mehr gerechtfertigt. Die dortige regionale Situation wäre dann mit Ergebnissen aus Szenarien ohne Außenhandel vergleichbar.

¹⁰⁹ Vor den Modellrechnungen werden bei der Bestimmung des Gesamtaufkommens 75 % des im Kleinprivatwald vorhandenen Aufkommens abgezogen.

Diese Entwicklung ist nicht auszuschließen, da durch die umfangreichen Investitionen die bisherigen Exportmengen aus Süddeutschland ein besonderes Gewicht bekommen. Die benötigten Mehrmengen können kurzfristig nicht durch den Forst bereitgestellt werden, da sie dort erst mobilisiert werden müssen. Um aber der Verknappung zu begegnen oder sie wenigsten zu lindern, ist es nicht unwahrscheinlich, dass die Exportmengen in die hiesige Sägeindustrie umgeleitet werden.

Bei diesen Annahmen im Zuge der Berechnungen des Aufkommens darf nicht vergessen werden, dass sie auf Ergebnissen aus Szenarien der Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung beruhen, die ihrerseits Annahmen über die zukünftige Waldbehandlung beinhalten. Diese Steuerungsgrößen basieren auf Einschätzungen der Bundesländer aus dem Jahr 2003. Erweist sich eine Einschätzung davon als ungenügend, hat dies auch Folgen für die Ergebnisse des hier vorgestellten Modells.

Im Bereich Logistik wurde aus Gründen der Vereinfachung die Annahme getroffen, dass es im Modell keine Engpässe bezüglich Transportvolumen und Umschlagmöglichkeiten gibt. Für den Straßengüterverkehr ist diese Annahme durchaus zutreffend. Zu einer Knappheit kommt es regelmäßig nur nach plötzlichen Schadereignissen von größeren Ausmaßen. Nach Windwürfen ist immer wieder zu beobachten, dass schlagartig ein großes Defizit an Transportkapazitäten entsteht (JOOS ET AL. 2000), das aber seit den Stürmen Anfang der 1990er-Jahre in immer kürzerer Zeit ausgeglichen wird. Dies trifft ebenfalls auf die Eisenbahn zu, wobei es außerdem zu saisonalen Engpässen bei der Bereitstellung von geeigneten Wagengattungen kommt (WIESNER 2005, S. 18 ff.). Bei der Schifffahrt ergeben sich in der Realität Knappheitsprobleme anderer Art. Zwar existiert genügend Frachtraum und die Binnenschiffer sind durch den Wettbewerb auf jede Ladung angewiesen, dennoch bereiten Eisgang im Winter, hohe Wasserstände im Frühjahr oder zu niedrige Wasserstände im Sommer Schwierigkeiten, überhaupt einen Schiffstransport durchzuführen. Da im Modell aber nicht kurzfristige Einflüsse, wie z. B. ein erhöhtes Aufkommen durch überregionale Schadereignisse oder jahreszeitlich bedingte Hindernisse simuliert werden, wird von ausreichenden Transport- und Umschlagkapazitäten ausgegangen.

Für die Logistik wurden weitere Annahmen getroffen. Bei der Einrichtung der Entfernungstabellen zur Bestimmung der Distanzen zwischen jeder einzelnen Raumordnungsregion findet das Vorgehen von NOON ET AL. (2002) Anwendung. Es sieht die räumliche Konzentration sämtlicher Parameter in den Gebietszentren vor. Dadurch befinden sich alle Variablen in einem Punkt.¹¹⁰ So wird das Problem des flächig verteilten Aufkommens und räumlich verteilter Umschlagpunkte gelöst. Diese fundamentale Modellannahme gestattet im Transportwesen die Vernachlässigung von Vor- und Nachläufen, so dass jeder Hauptverkehrsträger den ihm zugewiesenen Transport direkt vom Anbieter zum Nachfrager durchführt. Dadurch werden Umschlagmöglichkeiten und deren Qualität ignoriert. Sie werden jedoch bei der Bestim-

¹¹⁰ Wenn nicht ohnehin mit der Variante Luftlinie gerechnet wird, die zwei Punkte auf direktem Wege verbindet, erfolgt die infrastrukturelle Anbindung über eine Luftlinie vom Gebietszentrum an den nächstgelegenen Standort von Straßengüterverkehr, Eisenbahn oder Schifffahrt.

mung der Entfernung berücksichtigt, in der ein Wechsel des Hauptverkehrsträgers vorgenommen wird. Eine mögliche Schwachstelle dieses Verfahrens liegt in unförmigen Gebieten, bei denen die Randgebiete näher am Zentrum des Nachbargebiets liegen als am eigenen. Die Raumordnungsregionen sind jedoch gerade dazu geschaffen worden ähnlich strukturierte Wirtschaftsräume abzubilden – egal welcher Form. Die größere Nähe von Flächen zu benachbarten Zentren wird als nicht so schwerwiegend eingeschätzt, als dass dadurch die Annahme der räumlichen Konzentration, die in diesem Modell gilt, ernsthaft widerlegt werden könnte.

Die Entwicklung der Rankingtabellen (s. Abschnitt VI.1.3.3), die die logistischen Einrichtungen der Raumordnungsregionen bewerten, beruht auf Umfrageergebnissen, Literaturrecherchen und Schätzungen. Letztere wurden unumgänglich, wenn keine entsprechenden Informationen vorlagen oder zu ermitteln waren. So wurde die Bedeutung von Straßenarten, die in die Rankingtabellen einfließen, nur auf Grundlage von möglichst plausiblen Schlussfolgerungen definiert. Es wurde festgelegt, dass ein engmaschiges Straßennetz von herausragender Bedeutung für die räumliche Erschließung ist und deshalb 80 % der Bedeutung erhalten sollte. Die verbleibenden 20 % wurden zwischen Straßenarten und ihrer vermuteten Bedeutung aufgeteilt. Solange keine diesbezüglichen Untersuchungsergebnisse vorliegen, wäre eine andere Aufteilung (z. B. 70 : 30) ebenfalls akzeptabel.

Die Einteilung der Rankingtabellen in Qualitätsstufen geschieht zur Bestimmung von Entfernungsradien, in denen der Hauptverkehrsträger gewechselt wird. Es ist nicht zwingend vorgegeben, dass das erste Drittel einer Rankingtabelle zur höchsten Qualitätsstufe zählt. Allerdings soll durch diese Wahl bei den Rankingtabellen Eisenbahn und Schifffahrt zum Ausdruck gebracht werden, dass es qualitative Unterschiede zwischen einzelnen Umschlageneinrichtungen gibt und für die Teilnahme am ersten Drittel der Rankingtabelle überdurchschnittliche Werte vorliegen müssen.

In weiteren Logistikbereichen wurden wichtige Annahmen getroffen, die aber nicht immer auf fundierten Erkenntnissen beruhen. Eine davon ist die Festlegung der Transportbeschränkung (s. Abschnitt VI.1.3.4) für einzelne Hauptverkehrsträger auf bestimmte Entfernungsradien. Sie ist im Modell unabdingbar, um unsinnige Transportentfernungen mit den Hauptverkehrsträgern auszuschließen. Aus den wenigen zur Verfügung stehenden Literaturangaben wurden die Grenzen für das Modell bestimmt. Allerdings kann nicht ausgeschlossen werden, dass andere Grenzen in Wirklichkeit genauer sind.

Obwohl für die Bestimmung der Entfernungsradien, in denen ein Übergang zwischen Hauptverkehrsträgern stattfindet, deutlich mehr Literatur vorlag, trat das Problem auf, dass die Angaben eine große Schwankungsbreite aufwiesen (s. Abbildung IV-22). Da keine eindeutige Angabe für eine Übergangsentfernung vorlag, wurde ein Vorgehen entwickelt (s. Abschnitt VI.1.3.5), das in mehreren aufeinander folgenden Entfernungsradien den möglichen Wechsel prüft. Somit wird im Modell die Tatsache abgebildet, dass in der Praxis nicht eine genau definierte Entfernung, sondern eine Grauzone für den Wechsel von Hauptverkehrsträgern existiert.

Auch die erstmalige Erfassung von Gleisanschlüssen in der Holzwirtschaft zieht kritisch zu hinterfragende Annahmen nach sich. In einer Literaturlauswertung konnten zwar aktive Gleisanschlüsse ermittelt werden, von denen in Einzelfällen sogar das Transportvolumen bekannt ist. Die Luftbilddauswertung zeigte jedoch diese Informationen nicht an, sondern lediglich, ob ein Gleisanschluss existiert. Deshalb wurden im Modell nur solche als aktiv im Modell angesehen, die zu Sägewerken mit einem Einschnitt über 100.000 Fm führen. Damit soll der Fall vermieden werden, dass obwohl in einer Raumordnungsregion nur ein einziges, kleines Sägewerk einen Gleisanschluss aufweist, große Mengen eines ebenfalls in derselben Raumordnungsregion liegenden, gleisanschlusslosen Großsägewerks mit der Eisenbahn angeliefert werden. Dies ist im Modell möglich, da alle Parameter punktförmig im Gebietszentrum vorliegen und nicht zwischen einzelnen Unternehmen differenziert wird.

Im Modell wird zur Berechnung der Logistikvariable für jeden Hauptverkehrsträger der Wert der Rankingtabelle durch das Entfernungsverhältnis zwischen der beteiligten Anbieterin und Nachfragerin geteilt (s. Abbildung VI-10). Auf diese Weise fließen bei der Auswahl der zuvor reservierten Mengen sowohl Informationen über Umschlagmöglichkeiten der jeweiligen Hauptverkehrsträger in den betroffenen Raumordnungsregionen als auch Entfernungsangaben in die Entscheidung mit ein. Durch die Addition zu einer einzigen Logistikvariable ist es möglich, mit nur einer Zahl die Verbindung zwischen zwei Raumordnungsregionen zu bewerten und mit anderen Verbindungen zu vergleichen. Darauf aufbauend kann eine eindeutige Entscheidung zur Auswahl der angebotenen Mengen getroffen werden.

Ein weiteres charakteristisches Merkmal des Modells ist die schrittweise Ausdehnung der Entfernungsradien. Dies beruht auf der Annahme, dass mit zunehmender Transportentfernung die Transportkosten steigen und es deshalb für die Sägeindustrie vorteilhafter ist, den benötigten Rohstoff aus kürzester Distanz zu beziehen. PUWEIN (2000, S. 391 ff.) steht dieser Idee kritisch gegenüber, obwohl es für empirische Außenhandels- und Agglomerationsmodelle gängig ist, die Transportentfernung als Hilfsvariable für die Transportkosten zu verwenden. Seine Analysen haben gezeigt, „[...] dass die Höhe der Transportkosten je km für bestimmte Versendungen sehr stark von der Transportentfernung, den zur Verfügung stehenden Verkehrsträgern und der Paarigkeit des Verkehrsaufkommens abhängt.“ Gleichzeitig verweist er darauf, dass die Feststellung der Transportkosten auf Schwierigkeiten stoße. Wegen des starken Wettbewerbs gäben Transportunternehmen die ausgehandelten Frachtraten nicht bekannt. Außerdem sei die Preisbildung sehr komplex, wobei „offizielle“ Tarife nur als ungefähre Richtwerte dienen könnten. PUWEIN (2000, S. 393 f.) macht die Preislisten der Eisenbahn als einen solchen Richtwert aus und folgert, dass eine um die auftretende Transportkostendegression bereinigte Variable angewandt werden sollte. Abschnitt IV.4.4.2 beschreibt die vielfältigen Faktoren, die Einfluss auf die Transportkosten nehmen. Aufgrund der Vielzahl an Einflussfaktoren und dem Fehlen allgemeingültiger Tarife wurde die Annahme der linear steigenden Transportkosten über eine zunehmende Transportentfernung beibehalten.

Von elementarer Bedeutung ist im Modell die Verteilung des Aufkommens. Die darin enthaltene Kernidee regelt die Verteilung des zur Auswahl stehenden Aufkommens an die Verbraucher (s. Abschnitt V.3). Die Auswahl und die daraus resultierende Verteilung im Modell werden durch die logistischen Möglichkeiten zwischen den Raumordnungsregionen entscheidend beeinflusst.¹¹¹ Ein vergleichbarer Verteilungsalgorithmus ist bislang nicht bekannt.

Zu dem in dieser Arbeit entwickelten Modell der regionalen Rohstoffverteilung existiert in ähnlicher Form nur das Modell des regionalen Glättens (MANTAU 2007). Das Ziel ist ebenfalls herauszufinden, inwiefern sich die Standortkapazitäten der Sägeindustrie gegenseitig beeinflussen und wo sich Überschüsse und Defizite bilden. Beim Aufkommen wird ebenfalls die Durchschnittsmenge der ersten drei WEHAM Perioden (2003-2017) gebildet und die Sortimentierung nach tatsächlicher Nutzung vorgenommen. Die für die Berechnung zu Grunde liegende virtuelle Landkarte basiert auf Luftlinienentfernungen. Es wurden dafür auf Land- und Stadtkreisebene von jedem dazugehörigen geografischen Zentrum aus alle Kreise erfasst, die zu mehr als 50 % ihrer Fläche in den Radien von 1, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 500 und 1.000 km lagen. Bei Verwendung der Luftliniendistanzen ist jedoch zu beachten, dass die Einzugsbereiche bei gleicher Kilometerzahl größer als in der Realität sind.¹¹²

Der Bedarf eines Gebiets (Land- und Stadtkreise) wird in abgestufter Form auf die umgebenden Nachbargebiete verteilt. In Abhängigkeit der Größenklasse und der Entfernung wird die Verwendung prozentual aufgrund von Informationen über Einzugsbereiche aus der Literatur aufgeteilt. Dabei gilt die Annahme, dass mit zunehmender Größe von Verbrauchern deren Einzugsbereiche wachsen. Vergleichbares geschieht mit dem Aufkommen. Wenn aus jedem Gebiet Aufkommen und Verwendung nach dem Entfernungsschlüssel verteilt worden sind, kennt jedes Gebiet die es betreffenden Anforderungen.¹¹³ In den einzelnen Gebieten werden die verteilten Aufkommens- und Verwendungsmengen saldiert und auf Ebene der Regierungsbezirke nach Bundeswaldinventur zusammengefasst. Als Ergebnis entsteht eine Über-

¹¹¹ Die Verteilung wurde im Modell bewusst in dieser allgemeinen Form und unabhängig von konkreten Daten programmiert, damit veränderte Anforderungen nicht eine grundsätzliche Neuprogrammierung erforderlich machen. Stattdessen müssen die ins Modell einfließenden Daten entsprechend den strukturellen Anforderungen des Modells eingestellt werden. Ein Beispiel dafür ist die in allen vorgeführten Szenarien gemachte Annahme (Ausnahme: Szenario R), dass jeder Kubikmeter Nadelstammholz als Teil der Gesamtnachfrage innerhalb einer Raumordnungsregion gleichberechtigt ist. Wie die Ausführungen zum Szenario R zeigen, hat sich aber in jüngster Vergangenheit ein spürbarer qualitativer Unterschied zwischen den beschafften Kubikmetern Nadelstammholz in sehr großen und allen anderen Sägewerken entwickelt. Für diese Darstellung wurde nicht etwa das Modell umprogrammiert, sondern es wurden die bereitstehenden Daten modifiziert (s. Abschnitt VII.3).

¹¹² Nach eigenen Berechnungen müsste auf Ebene der Raumordnungsregionen die Infrastruktur des Straßengüterverkehrs um durchschnittlich 31 % verlängert werden, damit sie einen vergleichbaren Einzugsbereich wie bei der Luftlinie abdeckt.

¹¹³ Beispielsweise werden die Verbrauchsmengen eines großen Sägewerks auf sein Gebiet und die es umgebenden Gebiete verteilt. So werden Nachfragespitze einzelner Gebiete durch Verteilung verringert.

sicht zu regionalen Überschüssen und Defiziten. Diese Vorgehensweise wird als regionales Glätten bezeichnet.

Durch die abschließende Gegenüberstellung der geglätteten Aufkommens- und Verwendungsmengen werden gleichzeitig Potenziale und Knappheiten dargestellt. Die Verteilung der Verwendung des Jahres 2005 auf das angepasste Aufkommen nach dem WEHAM Szenario A zeigt Knappheiten im Osten und schwerpunktmäßig im Süden Deutschlands an. Allerdings werden dort auch gleichzeitig in Regierungsbezirken vereinzelt Potenziale ausgewiesen. Außerdem wird in dem Regierungsbezirk Arnberg ein beträchtliches Potenzial angezeigt. Diese Gleichzeitigkeit von Potenzialen und Knappheiten ist darauf zurückzuführen, dass die Nachfrage einer bestimmten Größenklasse entfernungsabhängig mithilfe eines vorgegebenen Verteilungsschlüssels verteilt wird. Wegen dieser Aufteilungsweise ist es einer unbefriedigten Nachfrage nicht möglich, bei gleichzeitig existierenden Angeboten ihren Bedarf zu decken.

Eine solche Beschränkung existiert im Modell der regionalen Rohstoffverteilung nicht. Das Aufkommen wird so lange verteilt, bis es entweder nur noch eine ungesättigte Verwendung oder ein überschüssiges Aufkommen gibt. Es wird davon ausgegangen, dass die Bedarfsdeckung die wichtigste Voraussetzung für ein erfolgreiches Wirtschaften ist, wodurch die Entfernungsradien angepasst werden und größere Distanzen in Kauf genommen werden. Ein Beispiel dafür ist das Szenario 15 (Standardszenario).

Die Ergebnisse der vorgestellten Szenarien im Modell der regionalen Rohstoffverteilung bezogen sich immer auf ein Aufkommen, dem das WEHAM Szenario F¹¹⁴ zu Grunde liegt. Beim WEHAM Szenario A ergeben sich im Modell immer Knappheiten, da dort das Aufkommen an Nadelstammholz nach den eigenen Umrechnungen rund 10 Mio. m³ niedriger liegt. Das Ergebnis der Knappheit wird für das WEHAM Basis-szenario auch von OCHS ET AL. (2007) bestätigt.¹¹⁵ Allerdings gelangen sie durch andere Annahmen zu diesem Ergebnis. Ihre Raumaufteilung beruht auf den Regierungsbezirken nach Bundeswaldinventur. Logistische Variablen werden nicht in die Berechnungen integriert. Beim Aufkommen wird alles aus der WEHAM Periode 2008 bis 2012 als Nadelstammholz definiert, das größer als die Mittenstärkeklasse L 1a ist und einen Mindestzopfdurchmesser von 10 cm hat.¹¹⁶ Das Rohholzpotenzial wird für kleine Verbraucher (< 50.000 m³ Einschnitt) um deren Verbrauch pauschal gesenkt.

¹¹⁴ Beim WEHAM Szenario F ist immer der damit einhergehende Vorratsabbau zu bedenken, der durch eine verstärkte und frühere Nutzung der Altbestände erreicht wird. Die dadurch zusätzlich anfallenden Mehrmengen des potenziellen Rohholzaufkommens sind auf etwa 20 Jahre begrenzt (s. Abbildung III-7)!

¹¹⁵ Nach dem WEHAM Szenario A werden 37,9 Mio. m³ pro Jahr an Nadelstammholz zur Verfügung gestellt. Der Verbrauch beläuft sich nach OCHS ET AL. (2007) auf 44,9 Mio. m³. Es werden keine quantifizierbaren regionalen Knappheiten dargestellt. Dass diesen Berechnung wegen seiner Annahmen am nächsten kommende Szenario 7 rechnet mit einem Aufkommen von 24,8 Mio. m³ und einer Verwendung von 33,2 Mio. m³.

¹¹⁶ Eine Berücksichtigung des Einschlagverhältnisses von Stamm- zu Industrieholz, wie es von der ZMP (2007b, S. 28 f.) ausgewiesen wird, findet keine Berücksichtigung.

Bei größeren Verbrauchern werden „idealisierte Versorgungsräume“ gebildet, die so lange ausgedehnt werden, bis der Bedarf gedeckt ist. Bei Überschneidungen werden die idealisierten Versorgungsräume zusammengelegt und ebenfalls bis zur Bedarfsdeckung ausgedehnt. Es fließen die bis Oktober 2006 bekannt gewordenen Investitionen der Sägeindustrie ein. Außerdem wird ein Teil des energetischen Verbrauchs (Hausbrand) beim Nadelstammholz verrechnet. Der Außenhandel wird ebenfalls berücksichtigt, allerdings mit den Durchschnittswerten der Jahre 2002 bis 2005.

Beim WEHAM Szenario F stellen OCHS ET AL. (2007) eine Potenzialreserve (6,8 Mio. m³) fest, die z. T. mitten in Nord- und Ostdeutschland und vor allem in Südostbayern zu finden sei. Die Aufkommensmenge der WEHAM Periode 2008 bis 2012 beläuft sich auf 52,2 Mio. m³, dem ein Verbrauch von 45,4 Mio. m³ gegenübersteht. Aufgrund der im Modell der regionalen Rohstoffverteilung getroffenen Annahmen sind die Aufkommens- und Verwendungsmengen deutlich niedriger.¹¹⁷ Der Hauptgrund für die hohe Potenzialreserve von 6,8 Mio. m³ ist die Annahme, Verbrauchern Nadelstammholz zur Verfügung zu stellen, das die bereits genannte Mittenstärkeklasse überschreitet. Da keine Umverteilung vom Stammholz in das Industrieholz erfolgt, kann davon ausgegangen werden, dass die Potenzialreserve zu hoch angesetzt ist und die dahinter stehenden Stammholzmenge nur in geringem Umfang überhaupt für die Verbraucher nutzbar ist.

Einen Hinweis für die Gültigkeit der Modellergebnisse zur regionalen Rohstoffverteilung liefern die Informationen zu den Transportmengen. DETTENDORFER, MANTAU (2008, S. 20) stellen in ihrer Befragung fest, dass die Anlieferung von Rundholz auf dem Werkgelände fast ausschließlich (93,8 %) durch den Straßengüterverkehr erfolgt. Die Eisenbahn hat einen sehr geringen Anteil (6,2 %) und die Schifffahrt hat bei der Anlieferung des Rundholzes auf dem Werkgelände keine Bedeutung (0 %). Im Vergleich zur Werkanlieferung zeigt die Betrachtung der Transportkette nur geringfügige Unterschiede. 91,9 % des Rundholzes wird einzig mit dem Lkw transportiert. Der Multimodale Verkehr hat einen Anteil von 8,1 %. Darin sind zu 7,0 % die Kombination Lkw – Eisenbahn und zu 1,1 % die Kombination Lkw – Schiff enthalten. Der trimodale Transport tritt nicht in Erscheinung. In einer Hochrechnung auf alle Betriebe der Sägeindustrie, die auf der genannten Befragung von DETTENDORFER, MANTAU (2008) basiert, werden die obigen Zahlen geringfügig angepasst. 94,8 % (+1,0) werden mit dem Lkw angeliefert. 5,2 % (-1,0) gelangen mit der Eisenbahn auf das Werkgelände. Der Multimodale Verkehr hat am Transportaufkommen einen Anteil von 7,0 % (-1,1), der sich mit 6,0 % (-1,0) auf die Kombination Lkw – Eisenbahn und mit 1,0 % (-0,1) auf die Kombination Lkw – Schiff verteilt.

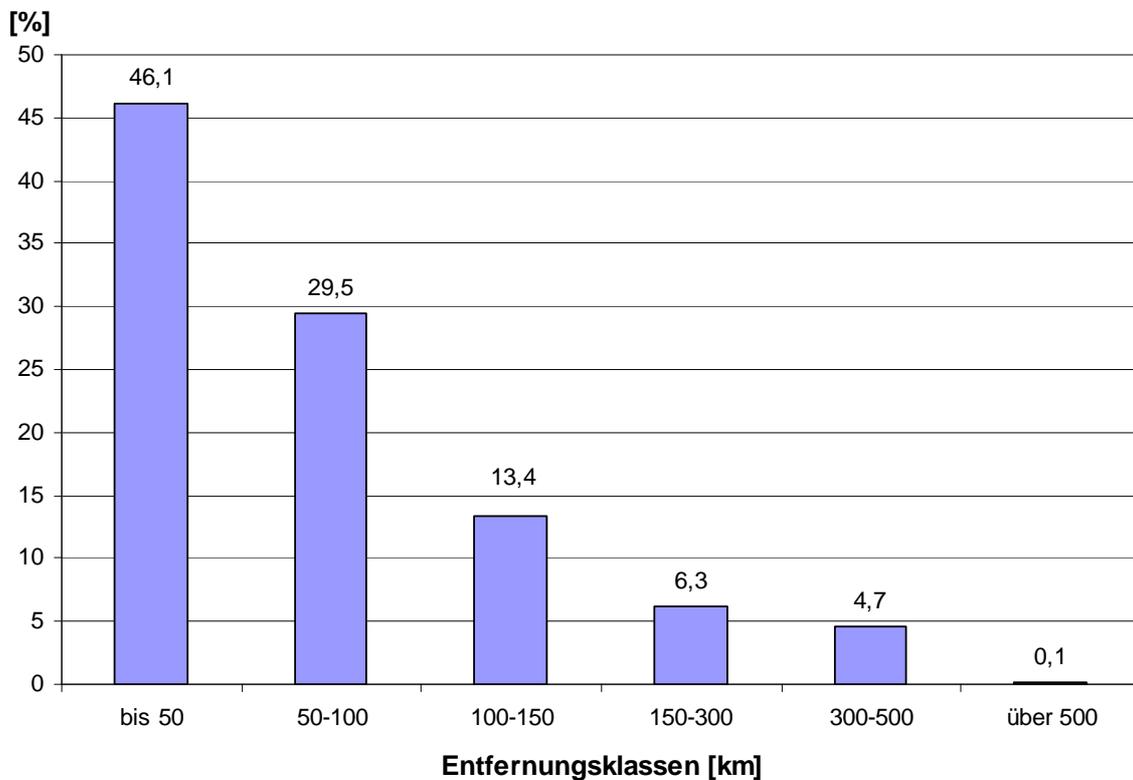
Ein ähnliches Bild liefert das Standardszenario des Modells der regionalen Rohstoffverteilung. Der Straßengüterverkehr hält einen Anteil von 96,1 %. Die Eisenbahn kommt auf 3,9 %, während die Schifffahrt keinen Transport durchführt (0 %). Dabei ist zu beachten, dass es im Modell keine Unterscheidung zwischen Vor- und Nach-

¹¹⁷ Das Szenario 15 (s. Abbildung VII-16) rechnet mit einem Aufkommen von 34,7 Mio. m³ und einem Verbrauch von 33,2 Mio. m³, so dass in diesem Szenario für 2005 1,5 Mio. m³ als Reserve vorliegen.

lauf gibt, sondern der Transport direkt zwischen den Zentren der Raumordnungsregionen durchgeführt wird. Diese Resultate können also eher mit den Ergebnissen zur Anlieferung auf dem Werkgelände, als mit den Ergebnissen zum Multimodalen Verkehr verglichen werden.

Bestätigt werden diese Ergebnisse durch Meldungen aus der Fachpresse, wonach fast nur bei Sturmereignissen mit sehr hohen Windwurfmengen die Eisenbahn verstärkt und die Binnenschifffahrt sporadisch zum Einsatz kommt (ANONYMUS 2007c, 2007d). So steigerte die Nieten Fracht Logistik GmbH (Tochter der Railion AG und somit Teil der Deutschen Bahn AG) die Beförderung aufgrund des Orkans „Kyrill“ um 1 Mio. t auf insgesamt 5 Mio. t Rohholz. Dieses Transportaufkommen konnte durch 50 zusätzliche Ganzzüge pro Woche bewältigt werden. Beliefert wurden Großsägewerke in Deutschland, aber auch entfernte Regionen wie Österreich und die Schweiz (INTERESSENGEMEINSCHAFT DER BAHNSPEDITEURE 2007). Diese Berichte zeigen deutlich, dass die Eisenbahn für die Beschaffung des Rohholzes generell nur von Verbrauchern am Transport beteiligt wird, wenn große Mengen über weite Entfernungen und einen längeren Zeitraum bewegt werden müssen. Ein nicht zu unterschätzender Punkt ist die dabei aufkommende Routine, welche die Arbeit in der täglichen Praxis erleichtert. Müssen dagegen immer wieder neue Routen erarbeitet werden, wird der organisatorische Aufwand für die Unternehmen mit ihrer momentanen Struktur in der Regel zu hoch.

Abbildung VIII-1: Transportiertes Rundholz nach Entfernungsklassen



Quelle: DETTENDORFER, MANTAU (2008, S. 20)

Abbildung VIII-1 zeigt die Anteile des transportierten Rundholzes in den Entfernungsklassen (DETTENDORFER, MANTAU 2008, S. 20). Der Anteil bis 100 km macht in der Summe 75,6 % aus. Im Standardszenario werden zum Vergleich in den Entfernungsradien 0, 50 und 100 78,0 % der Nadelstammholzmengen bewegt. Dennoch gibt es innerhalb der Entfernungen Unterschiede. Während, gemäß der Hochrechnung von DETTENDORFER und MANTAU, 46,1 % bis 50 km transportiert werden, sind es im Standardszenario 63,9 %. Dieser Unterschied ist sehr wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass die meisten Sägewerke nicht über eine räumlich optimale Versorgungsstruktur verfügen. Somit wird Holz aus einer größeren Entfernung eingekauft, als nach dem Modell möglich wäre. Nach dem Modell der regionalen Rohstoffverteilung ist an dieser Stelle also noch ungenutztes Rationalisierungspotenzial vorhanden. Ein weiteres Indiz dafür sind die Rohholztransporte der Eisenbahn. Wurden im Standardszenario nur rund 0,6 Mio. t Nadelstammholz transportiert, ist es im Jahr 2006 wahrscheinlich mehr als die doppelte Tonnage dieses Sortiments gewesen (FORDAQ 2008)¹¹⁸. Die Verteilung in den Entfernungsklassen über 100 km ist im Modell und bei der Hochrechnung in etwa vergleichbar.¹¹⁹

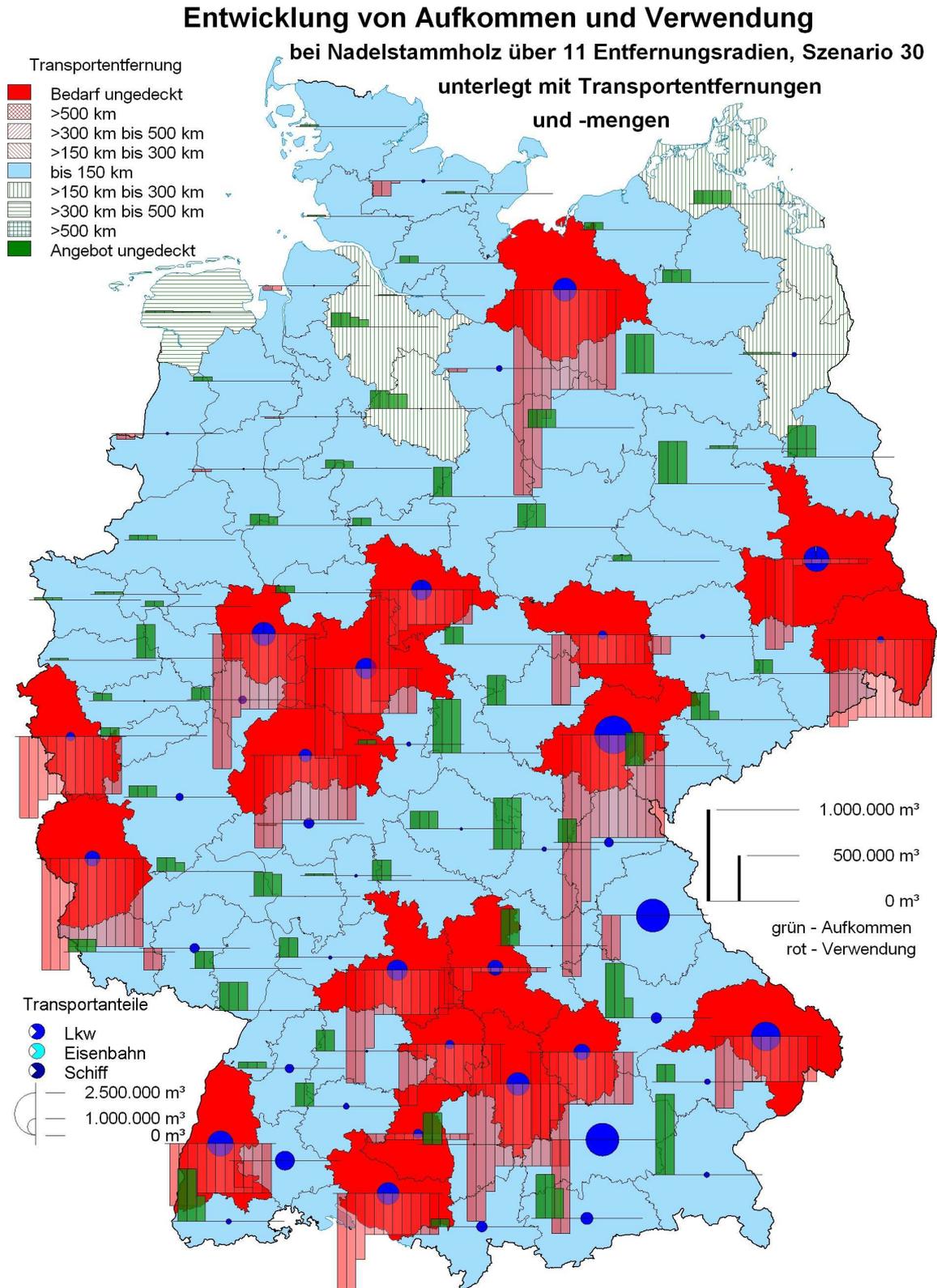
Über die Gründe für die suboptimale Versorgungsstruktur können nur Vermutungen angestellt werden. Eine besteht darin, dass von großen Sägewerken gerade dort eingekauft wird, wo der Rohstoff kostengünstig zu erwerben ist, auch wenn es die Überbrückung weiterer Entfernungen bedeutet. Dass würde für das Modell heißen, dass die ausgelassene Preiskomponente einen merklichen Einfluss auf den Beschaffungsradius hätte. Eine andere Vermutung ist, dass ein Rohstoffmanagement zwischen den einzelnen Unternehmen nicht stattfindet. Anstatt über einen gemeinsamen Pool von Nadelstammholz zu verfügen und sich jeweils zwecks Minimierung der Transportentfernung daraus aus nächster Nähe zu versorgen, versucht jedes Sägewerk ein möglichst geeignetes Stück vom Angebot für sich selbst in Anspruch zu nehmen. Dieses Vorgehen gipfelt in mehrjährigen Lieferverträgen zwischen Anbietern und ausgesuchten Großverbrauchern. In einem solchen Fall macht es den beteiligten Unternehmen nicht so viel aus, Mehrkilometer leisten zu müssen – Hauptsache die eigene Versorgung stimmt.

Dieser Wettlauf um den Rohstoff Holz resultiert aus Sorge um eine unzureichende Versorgung. In Übereinstimmung mit Meldungen aus der Sägeindustrie, die die Entwicklung hin zur Knappheit beschreiben (HEIDER 2005, 2006) und wegen der großen Investitionen Versorgungsengpässe als Teil des Tagesgeschäfts bezeichnen (POGRELL 2007), werden im Modell der regionalen Rohstoffverteilung 2009 Knappheiten ausgewiesen. Dies trifft selbst auf Szenarien zu, die ein möglichst großes Aufkommen unter den gemachten Annahmen (Szenario F, 100 % Mobilisierung, kein Außenhandel) zur Verfügung stellen. Ein solches Beispiel ist Szenario 30:

¹¹⁸ FORDAQ (2008) beziffert, in Bezug auf das STATISTISCHE BUNDESAMT, den Holztransport mit der Bahn auf insgesamt 6,27 Mio. t für den Zeitraum Januar bis November 2006, ohne nähere Angaben zu Sortimenten zu machen.

¹¹⁹ Weitere Ergebnisse über alle Szenarien zu Anteilen der Entfernungen an Transportmengen zeigt Abschnitt X.14.

Abbildung VIII-2: Szenario 30 – Zusammenfassung



Quelle: eigene Darstellung

Regionale Engpässe, wie sie z. B. Szenario 30 ausweist, werden teilweise durch Berichte aus den Forsten einzelner Bundesländer bestätigt. In Brandenburg sei demnach eine weitere Steigerung des Holzeinschlags im Rahmen nachhaltiger Waldwirtschaft nicht mehr möglich (ANONYMUS 2006e). Aus Baden-Württemberg wurde von einem rückläufigen Angebot an Fichten- und Tannenstammholz berichtet, bei gleichzeitig ausbleibenden Holz mengen aus benachbarten Bundesländern (ANONYMUS 2006g). Besonders aufschlussreich ist die Nachricht aus Bayern (BLENK, BAUER 2007), wonach die bayerische Einschlagmenge bereits 2006 fast das durchschnittliche Nutzungspotenzial von etwa 20 Mio. m³ (2003-2032) erreicht habe. Dabei sind Sägewerke über 50.000 m³ noch nicht ausgelastet. BLENK, BAUER (2007) vermuten Einschnittreserven von ca. 3 Mio. m³. Hinzu kommen die bis zu diesem Zeitpunkt noch nicht realisierten Neu- und Erweiterungsinvestitionen. Bereits 2006 waren Übernutzungen in Gebieten mit Kalamitäten zu verzeichnen. Der Nadelholzexport nach Österreich belief sich auf 3,4 Mio. m³, während andere Bundesländer in Höhe von 3 Mio. m³ Nadelholz versorgt wurden. Für die Zukunft werden besonders in der Oberpfalz und in Schwaben Engpässe erwartet.¹²⁰

Die Meldungen aus der nachfragenden Sägeindustrie und aus der anbietenden Forstwirtschaft werden durch die vorliegenden Modellergebnisse bestätigt. Die in dieser Arbeit vorgestellten Szenarien weisen überwiegend Knappheiten aus (s. Abbildung VII-27). Diese Tatsache ist natürlich auf die im Modell hinterlegten Annahmen, insbesondere bei der Bestimmung des Aufkommens, zurückzuführen. Selbst wenn einzelne Modellannahmen in Zukunft aufgrund verbesserter Kenntnisse angepasst werden müssten und ein höherer Stammholzanteil als in bisherigen Szenarien zur Verfügung stünde, wird durch die Modellergebnisse deutlich: im Sektor des Nadelstammholzes befindet sich die Holzwirtschaft in einer sehr angespannten Situation. Bleibt die jetzige Struktur der Sägeindustrie bestehen, wird zukünftig nicht genügend Rohstoff für alle da sein.

Zwar weisen die Szenarien 13 bis 16 Potenzialreserven für 2005 aus, jedoch werden sie durch bereits getätigte Investitionen und in Umsetzung befindliche Vorhaben in Knappheiten umgewandelt. Von den existierenden Szenarien könnte das Szenario 30 die Situation im Jahr 2009 am besten wiedergeben. Darauf lassen Investitionen, ein möglicher Exportrückgang, eine verstärkte Mobilisierung und weitere Entwicklungen, wie z. B. verringerter Importmengen aus dem Baltikum schließen. Deshalb bietet sich das Szenario 30 als zukünftiges Standardszenario an. An ihm wird ein weiteres Ergebnis dieser Arbeit deutlich: trotz eines geringeren Rohstoffaufkommens im Norden tritt dort kaum Knappheit auf. Je südlicher die Betrachtung in Deutschland erfolgt, desto schwieriger wird im Fall der Rohstoffknappheit die Nadelstammholzversorgung, was zu den obigen Meldungen aus Baden-Württemberg

¹²⁰ Aber nicht nur Deutschland sieht sich mit Versorgungsproblemen konfrontiert. Europaweit wird eine wachsende Holzknappheit vorhergesagt. So soll der Netto-Importbedarf im Jahr 2020 bei fast 140 Mio. m³ Holz liegen. Hauptgründe dafür sind die von der EU ausgelobten Biomasseziele (z. B. Anteil der erneuerbaren Energien von 20 % am Energieverbrauch) und das Wirtschaftswachstum in Osteuropa (ANONYMUS 2007f).

und Bayern passt. Erklärbar ist dies durch eine überproportional starke Nachfrageentwicklung in Gebieten, die ursprünglich relativ hohe Potenzialreserven auswiesen.

Das Modell der regionalen Rohstoffverteilung beinhaltet erstmals die Logistik als Stellgröße bei der Verteilung. Obwohl durch den hohen Anteil an transportierten Nadelstammholzmengen bis 150 km die Aufteilung zwischen den Hauptverkehrsträgern anhand logistischer Einrichtungen keinen merklichen Einfluss auf die Verteilung hat, ist dagegen eine realitätsnahe Abbildung der Verkehrswege von umso größerer Bedeutung. Im Vergleich zu häufig in der Praxis gebrauchten Luftlinienangaben für Entfernungen konnte gezeigt werden, dass die Luftlinie zu einem vermeintlich kleineren Einzugsgebiet führt. In Wirklichkeit muss jedoch ein z. T. erheblich längerer Weg zurückgelegt werden. Für Untersuchungen zur Verteilung von Aufkommen und Verwendung muss also eine realitätsnahe Landkarte zur Verfügung stehen.

Auch wenn bei den Themen Mobilisierung und Außenhandel andere Annahmen als die im Modell getroffenen gemacht werden können, sollten darauf basierende Ergebnisse ebenso, wie die vorgestellten Szenarien, die Bedeutung beider Einflussgrößen zeigen. Während eine unzureichende Mobilisierung sofort Knappheit nach sich zieht, besteht im Außenhandel die Chance, bestehende Knappheiten zu lindern oder ganz zu vermeiden. Ein Beispiel dafür ist Szenario 7 (s. Abbildung VII-28).

Das in dieser Arbeit vorgestellte Modell liefert Anhaltspunkte, welche Auswirkungen veränderte Rohstoffströme auf die Versorgung der Sägeindustrie haben können. Die Logistik in Form realer Verkehrswege spielt dabei eine wichtige Rolle.

IX. Zusammenfassung

DISPAN ET AL. (2008) formulieren für die zukünftige Entwicklung in der Holzwirtschaft so genannte Schlüsselfaktoren. Sie werden das Geschehen bestimmen und erheblichen Einfluss auf sämtliche Branchen der Holzwirtschaft nehmen:

- Nachfrageentwicklung der stofflichen Holznutzung
- Nachfrageentwicklung der energetischen Holznutzung
- Holzverfügbarkeit
- Energiepreisentwicklung
- Innovationsfähigkeit

Diese Arbeit stellt mit dem Modell der regionalen Rohstoffverteilung auf volkswirtschaftlicher Ebene einen Ansatz dar, fundierte Antworten auf Fragen im Bereich der Nachfrageentwicklung stofflicher Holznutzung und Holzverfügbarkeit zu geben. Durch die Analyse von Aufkommen, Verwendung, logistischen Einflussfaktoren und ihrer Modellierung wird die Darstellung von Potenzialen und Knappheiten auf regionaler Ebene in Deutschland möglich.

Der Nadelstammholzverbrauch lag 2005 in Deutschland bei 34,5 Mio. m³ Nadelstammholz (SÖRGEL ET AL. 2006) und nähert sich bis 2009 mit voraussichtlich 48,7 Mio. m³ der 50 Mio. m³-Marke an. Die Aufkommenseite verfügt nach den durchgeführten Umrechnungen der Ausgangswerte der Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung (BMELV 2004c-d) über ein Volumen von maximal 27,4 Mio. m³ (WEHAM Szenario A) bzw. 37,4 Mio. m³ (WEHAM Szenario F). Insbesondere beim Thema Logistik waren eigene Untersuchungen über Standorte des Holzumschlags notwendig, um im Modell mit einer ausreichenden Datengrundlage arbeiten und sinnvoll zwischen Verkehrsträgern differenzieren zu können. Im Zuge dieser Untersuchungen konnten nicht nur Standorte von Holzverladebahnhöfen, Gleisanschlüssen und Häfen erfasst, sondern auch Informationen über die qualitative Bedeutung von Umschlageneinrichtungen gesammelt werden. Dies ermöglichte die Bildung von Modellvariablen, welche die Hauptverkehrsträger Straßengüterverkehr, Eisenbahn und Schifffahrt umfassen.

Das Szenario 15 weist für das Jahr 2005, basierend auf dem Szenario WEHAM F, leichte Reserven an Nadelstammholz aus. Durch eine nie zuvor da gewesene Investitionstätigkeit werden diese Reserven jedoch abgeschöpft. Die massiv eintretende Knappheit bedingt einen scharfen Verdrängungswettbewerb, der den bereits bestehenden Strukturwandel in der Sägeindustrie, insbesondere in Süddeutschland, nochmals deutlich beschleunigen wird. Die Folgen der Investitionen wurden in den Szenarien 30 und 31 dargestellt. Weitere Einflüsse, wie z. B. eine unzureichende Mobilisierung, sind in weiteren Szenarien beschrieben worden. Damit sind die Möglichkeiten, die das Modell bietet, aber nicht erschöpft. Sollte sich die Erfassung von Preisdaten verbessern, könnte das Modell der regionalen Rohstoffverteilung um

eine Preiskomponente ergänzt werden. Auf diese Weise könnten regionale Unterschiede, insbesondere zwischen Bundesländern und Eigentumsstrukturen besser herausgearbeitet und erklärt werden.

Die allgemein gehaltene Modellprogrammierung mit der Kernidee zur Verteilung der Verwendung auf das Aufkommen ermöglicht nicht nur den Einsatz des Modells für das Sortiment Nadelstammholz, sondern auch für andere Sortimente. In Bezug auf die Modellergebnisse und deren Interpretation muss immer berücksichtigt werden, dass die gemachten Annahmen einen entscheidenden Einfluss auf die Ergebnisse haben. Das Modell ist ein schematisches Abbild der Wirklichkeit, nicht die Wirklichkeit selbst. Zusätzlich zur Kernidee und weiteren grundlegenden Annahmen hat der Bereich Logistik und vor allem die Bearbeitung der Daten des Nadelstammholzaufkommens starken Einfluss auf die Ergebnisse. Die darin enthaltenen Unsicherheiten lassen eine exakte Aussage bis auf den letzten Kubikmeter nicht zu. Es muss immer in den ausgewiesenen Ergebnissen eine gewisse Schwankungsbreite berücksichtigt werden. Dennoch vermitteln die vorgestellten Szenarien des Modells zur regionalen Rohstoffverteilung durch die Gegenüberstellung von Aufkommen und Verwendung klare Tendenzen, was unter den gemachten Annahmen an Potenzialen und Knappheiten zu erwarten ist.

Diese Arbeit bietet eine Vielzahl von Informationen und leistet einen Beitrag für ein besseres Verständnis der untersuchten Thematik. Dennoch bleiben einige Fragen offen, die sich für weitere Forschungsarbeiten anbieten. Die Entwicklung eines Systems zur detaillierten Erhebung von Preisen genau definierter Sortimente auf regionaler Ebene, die bundesweit vergleichbar sind, stellt sicherlich die größte Herausforderung dar. Was wird passieren, wenn der Holzverbrauch weiter ansteigt und die von WEHAM Szenario F zusätzlich ausgewiesenen Mengen nach 20 Jahren nicht mehr existieren?

Die Zukunft wird Antworten geben. An uns liegt es, wie sie ausfallen.

X. Anhang

X.1 Literaturverzeichnis

ADAC (2008): Durchschnittspreise Kraftstoffe: Entwicklung in Deutschland seit 1950. www.adac.de/Auto_Motorrad/Tanken/zahlen_fakten/Die_Entwicklung_der_jaehrliche_n_Durchschnittspreise_fuer_Kraftstoffe/default.asp?ComponentID=4252&SourcePageID=10100&TL=2, Zugriff: 09.04.2008

ADAC (2002): ADAC ProfiAtlas. Deutschland 1:100.000. ADAC Verlag GmbH. München

ALTEHELD, R. (2007): Veränderte Stoffströme bei Sägeresthölzern – Auswirkungen auf den Holzmarkt. Referat auf der Tagung „Rohholzmanagement in Deutschland“ in Hannover am 22.03.2007

ANONYMUS (2008): Handel in Sorge um Rohholzangebot. Holz-Zentralblatt Nr. 14, 04.04.2008, S. 377

ANONYMUS (2007a): Rettenmeier wird Sägewerk in Gaildorf 2008 stilllegen. Euwid Holz und Holzwerkstoffe Nr. 10, 08.03.2007, S. 17

ANONYMUS (2007b): Holzindustrie und Land wollen gemeinsam Holz mobilisieren. Holz-Zentralblatt Nr. 2, 12.01.2007, S. 26

ANONYMUS (2007c): Erstes Sturmholz verlässt Nordrhein-Westfalen per Schiff. Holz-Zentralblatt Nr. 11, 16.03.2007, S. 286

ANONYMUS (2007d): Landesbetrieb vermarktet 8,4 Mio. Fm Sturmholz. Holz-Zentralblatt Nr. 12, 23.03.2007, S. 306

ANONYMUS (2007e): Neugeschäft für den Braker Seehafen. Holz-Zentralblatt Nr. 3, 19.01.2007, S. 81, 88

ANONYMUS (2007f): Wachsende Holzknappheit in Europa vorausgesagt. Holz-Zentralblatt Nr. 47, 23.11.2007, S. 1315

ANONYMUS (2006a): Prof. Albrecht Bemman: „Wir brauchen mehr Holz“. Holz-Zentralblatt Nr. 5, 03.02.2006, S. 145

ANONYMUS (2006b): Klausner peilt 7 Mio.-Festmeter-Marke an. Holz-Zentralblatt Nr. 9, 03.03.2006, S. 258

ANONYMUS (2006c): Sägewerk Kodersdorf eröffnet Bahnanschluss. Holz-Zentralblatt Nr. 19, 12.05.2006, S. 601

ANONYMUS (2006d): Sägewerke erfolgreich auf Exportmärkten. Holz-Zentralblatt Nr. 1, 05.01.2006, S. 6

ANONYMUS (2006e): Landeswald stößt beim Holzeinschlag an sein Limit. Holz-Zentralblatt Nr. 33, 18.09.2006, S. 926

- ANONYMUS (2006f): Informationstext NavLog. www.navlog.de, Zugriff: 05.12.2007
- ANONYMUS (2006g): Rohstoffversorgung im Mittelpunkt. Holz-Zentralblatt Nr. 51, 22.12.2006, S. 1491
- ANONYMUS (2005a): Rohstoffverfügbarkeit entscheidend für Investitionen in der Sägeindustrie. Euwid Holz und Holzwerkstoffe Nr. 17, 28.04.2005, S. 1, 11
- ANONYMUS (2005b): Egger und Seehafen Wismar erweitern Zusammenarbeit. Holz-Zentralblatt Nr. 64, 26.08.2005, S. 832
- ANONYMUS (2005c): Pollmeier will jetzt noch ein viertes Sägewerk bei Aschaffenburg bauen. Euwid Holz und Holzwerkstoffe Nr. 56, 10.11.2005, S. 1, 18
- ANONYMUS (2005d): Eisenbahnatlas Deutschland. Ausgabe 2005/2006, Verlag Schweers + Wall GmbH. Aachen, 207 S.
- ANONYMUS (2004): Holzeinschlag bleibt deutlich unter dem Zuwachs. Holz-Zentralblatt Nr. 75, 05.10.2004, S. 1014, 1015
- ANONYMUS (2002): Informationstext ELDAT. www.eldat.infoholz.de, Zugriff: 26.02.2008
- ANONYMUS (2001a): Holzhandel gegen Schließung von Verladebahnhöfen. Holz-Zentralblatt Nr. 1/2, 04.01.2002, S. 1
- ANONYMUS (2001b): Hafenprofile. bintras.m-s.de/hafenprofile/hafen.asp, Zugriff: 18.05.2006
- ANONYMUS (2000): Ladungssicherung beim Kurzholztransport. Forst & Technik Nr. 11, S. 22
- BACHMANN, P. (2003): Skriptum „Forsteinrichtung und Waldwachstum“. ETH Zürich www.wsl.ch/forest/waldman/vorlesung/ww_tk46.ehtml, Zugriff: 20.12.2007
- BAUER, E. (1997): Vahlens Großes Logistik Lexikon. Verlag Franz Vahlen und Verlag C. H. Beck. München
- BAUER, G. (2008): Sägewerk in Hengersberg betreibt Anschlussgleis seit Sommer 2007 in Eigenregie. Holz-Zentralblatt Nr. 6, 08.02.2008, S. 141
- BAUER, J.; BODELSCHWINGH, E. v.; WARKOTSCH, W. (2005): Potenziale einer effizienten Logistik nutzen. Holz-Zentralblatt Nr. 86, 11.11.2005, S. 1163, 1166
- BAUMGARTEN, H.; WALTER, S. (2003): Stand und Entwicklung der Logistik. In: BAUMGARTEN, H.; WIENDAHL, H.-P.; ZENTES, J. (2003): SpringerExpertenSystem Logistikmanagement – Strategien-Konzepte-Praxisbeispiele. Abschnitt 2.01.02, S. 1-16, Springer Verlag Berlin u. a. O.
- BAUMGARTEN, H.; WIEGAND, A. (1997): Vahlens Großes Logistik Lexikon. Verlag Franz Vahlen und Verlag C. H. Beck. München
- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, INFRASTRUKTUR, VERKEHR UND TECHNOLOGIE (2005): Binnenhäfen in Bayern. Referat für Öffentlichkeitsarbeit, www.binnenhafen.info, Zugriff: 08.05.2006

- BECKER, A. (2006): Straßen des überörtlichen Verkehrs am 1. Januar 2005 nach Kreisfreien Städten und Landkreisen. Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen, Referat 433 – Info-Service, Kamenz. Persönliche Mitteilung vom 03.08.2006. Nach Daten von LIST GESELLSCHAFT FÜR STRAßENWESEN UND INGENIEUR-TECHNISCHE DIENSTLEISTUNGEN MBH. Rochlitz
- BECKER, G.; WIPPEL, B.; VIERGUTZ, M. (2008): Es geht doch: Holzmobilisierung im Kleinprivatwald. Holz-Zentralblatt Nr. 4, 25.01.2008, S. 97, 98
- BECKER, G.; LAUG, S.; FREIHART, H.; SMALTSCHINSKI, T. (2005): Mautgebühren für Rohholztransporte. Holz-Zentralblatt Nr. 79, 18.10.2005, S. 1061, 1062
- BECHTLE, M. (2006): Optimierung der Logistikkette durch Direktverladung. www.holzreiter.com/Bechtle.pdf, Zugriff: 27.06.2007
- BENTELE, M. (2005): Schwarzwälder Privatwald will mehr Rundholz ernten. Holz-Zentralblatt Nr. 61, 12.08.2005, S. 800
- BIERNATH, D. (2004): Der private Holzverladebahnhof Rottleberode. Forstmaschinen-profi Nr. 9, 12. Jahrgang, S. 16-19
- BLAAS, S.; DEHE, U.; KREITMAIR, G. (2005): KV-Pilotrelation Neckar-/Alb-/Donau-/Bodenseeraum – Regionen Lombardei/Veneto. Band I: Abschlussbericht. Augsburg
- BLENK, M.; BAUER, J. (2007): Nadelholz-Nutzungspotenzial in Bayern fast erreicht. Holz-Zentralblatt Nr. 30, 27.07.2007, S. 815
- BLOECH, J.; IHDE, G. B. (1997): Vahlens Großes Logistik Lexikon. Verlag Franz Vahlen und Verlag C. H. Beck. München
- BMELV (2006): Bundeswaldgesetz. www.bmelv.de/nn_750634/SharedDocs/Gesetzestexte/B/Bundeswaldgesetz.html__nnn=true. Bonn, Zugriff: 11.08.2006
- BMELV (2004a): Die Bundeswaldinventur². www.bundeswaldinventur.de → Glossar. Bonn, Zugriff: 20.12.2007
- BMELV (2004b): Die Bundeswaldinventur². www.bundeswaldinventur.de → HAM – Das Wichtigste in Kürze → Methode der Holzaufkommensmodellierung → Modellierung. Bonn, Zugriff: 02.01.2008
- BMELV (2004c): Die Bundeswaldinventur². www.bundeswaldinventur.de → Ergebnisdatenbank. Bonn, Zugriff: 15.03.2007
- a) 2.04.19: **Waldfläche [ha] nach Land und Laubwald / Nadelwald** für 2002 Deutschland / nur begehbarer Wald / bestockter Holzboden / ohne Lücken in der Hauptbestockung(71/E321)
- b) 2.01.4: **Waldfläche [ha] nach Eigentumsart und Baumartengruppe** für 2002/ : nur Hauptbestand + Plenterwald Deutschland / nur begehbarer Wald / Holzboden / einschließlich Lücken in der Bestockung bzw. im Bestand(115/E235)
- Anteil der Fläche an der Gesamtfläche Wald+Nichtwald nach Eigentumsart und Baumartengruppe** für 2002/ : nur Hauptbestand + Plenterwald Deutschland / nur begehbarer Wald / Holzboden / einschließlich Lücken in der Bestockung bzw. im Bestand(115/E235)
- c) 2.01.4: **Waldfläche [ha] nach Eigentumsart und Baumartengruppe** für 2002/ : nur Hauptbestand + Plenterwald Deutschland / nur begehbarer Wald / Holzboden / einschließlich Lücken in der Bestockung bzw. im Bestand(115/E235)

d) **Prognostizierter Vorrat des Rohholzpotenzials [m³/ha*a] nach Baumartengruppe und Prognoseperiode** für Lauf 38 Bundesszenario5b Deutschland / nur begehbarer Wald / Holzboden ohne Nutzungsverbot / einschließlich Lücken im Bestand / Bäume ab 7 cm Bhd des Hb oder PI / Flächenbezug: Ideell(131/P572id)

e) 4.03.9: **Prognostizierter Vorrat [m³/ha] nach Eigentumsart und Prognosejahr** für Lauf 38 Bundesszenario5b Deutschland / nur begehbarer Wald / Holzboden ohne Nutzungsverbot / einschließlich Lücken im Bestand / Bäume ab 7 cm Bhd des Hb oder PI / Flächenbezug: Ideell(125/P551id)

f) **Prognostizierter Vorrat des Rohholzpotenzials [1000 m³/a] nach Baumartengruppe und Prognoseperiode** für Lauf 38 Bundesszenario5b Deutschland / nur begehbarer Wald / Holzboden ohne Nutzungsverbot / einschließlich Lücken im Bestand / Bäume ab 7 cm Bhd des Hb oder PI / Flächenbezug: Ideell(131/P572id)

Prognostizierter Vorrat des Rohholzpotenzials [m³/ha*a] nach Baumartengruppe und Prognoseperiode für Lauf 38 Bundesszenario5b Deutschland / nur begehbarer Wald / Holzboden ohne Nutzungsverbot / einschließlich Lücken im Bestand / Bäume ab 7 cm Bhd des Hb oder PI / Flächenbezug: Ideell(131/P572id)

g) **Prognostizierter Vorrat (Erntefestmaß o.R.) des Rohholzpotenzials [1000 m³/a] nach Prognoseperiode und Baumartengruppe** für Lauf 38 Bundesszenario5b Deutschland / nur begehbarer Wald / Holzboden ohne Nutzungsverbot / einschließlich Lücken im Bestand / Bäume ab 7 cm Bhd des Hb oder PI / Flächenbezug: Ideell(131/P572id)

h) **Prognostizierter Vorrat (Erntefestmaß o.R.) des Rohholzpotenzials [1000 m³/a] nach Prognoseperiode und Sorte** für Lauf 38 Bundesszenario5b Deutschland / nur begehbarer Wald / produktiver Wald einschließlich Blöße / einschließlich Lücken im Bestand / Bäume ab 7 cm Bhd des Hb oder PI / Flächenbezug: Ideell(132/P574id)

i) **Prognostizierter Vorrat (Erntefestmaß o.R.) des Rohholzpotenzials [1000 m³/a] nach Prognoseperiode und Eigentumsart** für Lauf 38 Bundesszenario5b Deutschland / nur begehbarer Wald / Holzboden ohne Nutzungsverbot / einschließlich Lücken im Bestand / Bäume ab 7 cm Bhd des Hb oder PI / Flächenbezug: Ideell(131/P572id);

Prognostizierter Vorrat (Erntefestmaß o.R.) des Rohholzpotenzials [1000 m³/a] nach Prognoseperiode und Eigentumsgrößenklasse für Eigentumsart: Privatwald/ Lauf 38 Bundesszenario5b Deutschland / nur begehbarer Wald / Holzboden ohne Nutzungsverbot / einschließlich Lücken im Bestand / Bäume ab 7 cm Bhd des Hb oder PI / Flächenbezug: Ideell(136/P578id)

j) **Prognostizierter Vorrat (Erntefestmaß o.R.) des Rohholzpotenzials [1000 m³/a] nach Regierungsbezirke und Prognoseperiode für Baumartengruppe: Holzartengruppe Fichte/ Sorte: Stammholz, MS/** Lauf 38 Bundesszenario5b Deutschland / nur begehbarer Wald / produktiver Wald ohne Nutzungsverbot / ohne Lücken im Hauptbestand bzw. Plenterwald / genutzte Bäume ab 7 cm Bhd des Hb oder PI / Flächenbezug: Ideell(360/CI101_Pr);

Prognostizierter Vorrat (Erntefestmaß o.R.) des Rohholzpotenzials [1000 m³/a] nach Regierungsbezirke und Prognoseperiode für Baumartengruppe: Holzartengruppe Kiefer/ Sorte: Stammholz, MS/ Lauf 38 Bundesszenario5b Deutschland / nur begehbarer Wald / produktiver Wald ohne Nutzungsverbot / ohne Lücken im Hauptbestand bzw. Plenterwald / genutzte Bäume ab 7 cm Bhd des Hb oder PI / Flächenbezug: Ideell(360/CI101_Pr)

Prognostizierter Vorrat (Erntefestmaß o.R.) des Rohholzpotenzials [1000 m³/a] nach Regierungsbezirke und Prognoseperiode für Eigentumsart: Privatwald/ Eigentumsgrößenklasse: bis 20 ha/ Baumartengruppe: Holzartengruppe Fichte/ Sorte: Stammholz, MS/ Lauf 38 Bundesszenario5b Deutschland / nur begehbarer Wald / produktiver Wald ohne Nutzungsverbot / ohne Lücken im Hauptbestand bzw. Plenterwald / genutzte Bäume ab 7 cm Bhd des Hb oder PI / Privat-/Körperschaftswald / Flächenbezug: Ideell(361/CI201_PrPK)

Prognostizierter Vorrat (Erntefestmaß o.R.) des Rohholzpotenzials [1000 m³/a] nach Regierungsbezirke und Prognoseperiode für Eigentumsart: Privatwald/ Eigentumsgrößenklasse: bis 20 ha/ Baumartengruppe: Holzartengruppe Kiefer/ Sorte: Stammholz, MS/ Lauf 38 Bundesszenario5b Deutschland / nur begehbarer Wald / produktiver Wald ohne Nutzungsverbot / ohne Lücken im Hauptbestand bzw. Plenterwald / genutzte Bäume ab 7 cm Bhd des Hb oder PI / Privat-/Körperschaftswald / Flächenbezug: Ideell(361/CI201_PrPK)

k) **Prognostizierter Vorrat (Erntefestmaß o.R.) des Rohholzpotenzials [1000 m³/a] nach Regierungsbezirke und Prognoseperiode für Baumartengruppe: Holzartengruppe Fichte/ Sorte: Stammholz, MS/ Lauf 38 Bundesszenario5b Deutschland / nur begehbarer Wald / produktiver Wald ohne Nutzungsverbot / ohne Lücken im Hauptbestand bzw. Plenterwald / genutzte Bäume ab 7 cm Bhd des Hb oder PI / Flächenbezug: Ideell(360/CI101_Pr);**

Prognostizierter Vorrat (Erntefestmaß o.R.) des Rohholzpotenzials [1000 m³/a] nach Regierungsbezirke und Prognoseperiode für Baumartengruppe: Holzartengruppe Kiefer/ Sorte: Stammholz, MS/ Lauf 38 Bundesszenario5b Deutschland / nur begehbarer Wald / produktiver Wald ohne Nutzungsverbot / ohne Lücken im Hauptbestand bzw. Plenterwald / genutzte Bäume ab 7 cm Bhd des Hb oder PI / Flächenbezug: Ideell(360/CI101_Pr)

Prognostizierter Vorrat (Erntefestmaß o.R.) des Rohholzpotenzials [1000 m³/a] nach Regierungsbezirke und Prognoseperiode für Eigentumsart: Privatwald/ Eigentumsgrößenklasse: bis 20 ha/ Baumartengruppe: Holzartengruppe Fichte/ Sorte: Stammholz, MS/ Lauf 38 Bundesszenario5b Deutschland / nur begehbarer Wald / produktiver Wald ohne Nutzungsverbot / ohne Lücken im Hauptbestand bzw. Plenterwald / genutzte Bäume ab 7 cm Bhd des Hb oder PI / Privat-/Körperschaftswald / Flächenbezug: Ideell(361/CI201_PrPK)

Prognostizierter Vorrat (Erntefestmaß o.R.) des Rohholzpotenzials [1000 m³/a] nach Regierungsbezirke und Prognoseperiode für Eigentumsart: Privatwald/ Eigentumsgrößenklasse: bis 20 ha/ Baumartengruppe: Holzartengruppe Kiefer/ Sorte: Stammholz, MS/ Lauf 38 Bundesszenario5b Deutschland / nur begehbarer Wald / produktiver Wald ohne Nutzungsverbot / ohne Lücken im Hauptbestand bzw. Plenterwald / genutzte Bäume ab 7 cm Bhd des Hb oder PI / Privat-/Körperschaftswald / Flächenbezug: Ideell(361/CI201_PrPK)

l) **Vorrat [m³/ha] nach Baumartengruppe und Eigentumsart für 2002 Deutschland / nur begehbarer Wald / Holzboden / einschließlich Lücken im Bestand / Bäume ab 7 cm Bhd, alle Bestandesschichten / Flächenbezug: Reell(156/E244)**

Zuwachs des Vorrates [m³/ha*a] nach Baumartengruppe und Eigentumsart für alte Bundesländer/ 1987-2002 Alte Bundesländer / nur begehbarer Wald / Vereinigungsfläche produktiver Wald beider Inventuren / einschließlich Lücken im Bestand / Bäume ab 7 cm Bhd, alle Bestandesschichten / Flächenbezug: Reell(239/V451k)

Vorrat des ausgeschiedenen Bestandes [m³/ha*a] nach Baumartengruppe und Eigentumsart für alte Bundesländer/ 1987-2002/ Abgangsart: Nutzung Alte Bundesländer / nur begehbarer Wald / produktiver Wald einschließlich Blöße der Erstinventur / einschließlich Lücken im Bestand / ausgeschiedene Bäume ab 10 cm Bhd, alle Bestandesschichten / Flächenbezug: Reell(267/V424k)

Vorrat (Erntefestmaß o.R.) des ausgeschiedenen Bestandes [m³/ha*a] nach Baumartengruppe und Eigentumsart für alte Bundesländer/ 1987-2002/ Abgangsart: Nutzung Alte Bundesländer / nur begehbarer Wald / produktiver Wald einschließlich Blöße der Erstinventur / einschließlich Lücken im Bestand / ausgeschiedene Bäume ab 10 cm Bhd, alle Bestandesschichten / Flächenbezug: Reell(267/V424k)

Vorrat (Erntefestmaß o.R., verwertbar) des ausgeschiedenen Bestandes [m³/ha*a] nach Baumartengruppe und Eigentumsart für alte Bundesländer/ 1987-2002/ Abgangsart: Nutzung Alte Bundesländer / nur begehbarer Wald / produktiver Wald einschließlich Blöße der Erstinventur / einschließlich Lücken im Bestand / ausgeschiedene Bäume ab 10 cm Bhd, alle Bestandesschichten / Flächenbezug: Reell(267/V424k)

2.01.10: **Waldfläche [ha] nach Land und Nutzungseinschränkung für 2002 Deutschland / nur begehbarer Wald / Holzboden / einschließlich Lücken in der Bestockung bzw. im Bestand(69/E213)**

m) **Vorrat (Erntefestmaß o.R., verwertbar) des genutzten Bestandes [m³/ha*a] nach Land und Eigentumsgrößenklasse für 1987-2002/ Eigentumsart: Privatwald Alte Bundesländer / nur begehbarer Wald / produktiver Wald einschließlich Blöße der Erstinventur / einschließlich Lücken im Bestand / genutzte Bäume ab 10 cm Bhd, alle Bestandesschichten / Flächenbezug: Reell(215/V418k)**

n) **Zuwachs des Vorrates [1000 m³/a] nach Baumartengruppe und Eigentumsart für alte Bundesländer/ 1987-2002 Alte Bundesländer / nur begehbarer Wald / Vereinigungsfläche produktiver Wald beider Inventuren / einschließlich Lücken im Bestand / Bäume ab 7 cm Bhd, alle Bestandesschichten / Flächenbezug: Reell(239/V451k)**

Vorrat des ausgeschiedenen Bestandes [1000 m³/a] nach Baumartengruppe und Eigentumsart für alte Bundesländer/ 1987-2002/ Abgangsart: Nutzung Alte Bundesländer / nur begehbarer Wald /

produktiver Wald einschließlich Blöße der Erstinventur / einschließlich Lücken im Bestand / ausgeschiedene Bäume ab 10 cm Bhd, alle Bestandesschichten / Flächenbezug: Reell(267/V424k)

o) 2.17.1: **Wegelänge [m/ha] nach Eigentumsart des erschlossenen Waldes und Wegeart** für neue Bundesländer/ 2002 Neue Bundesländer / einschließlich nicht begehbarer Wald / gesamter Wald / einschließlich Lücken in der Bestockung bzw. im Bestand / Flächenbezug: Reell(184/E821)

p) **Prognostizierter Zuwachs des Vorrates [1000 m³/a] nach Land und Prognoseperiode für Baumartengruppe: alle Nadelbäume/** Lauf 38 Bundesszenario5b Deutschland / nur begehbarer Wald / Holzboden ohne Nutzungsverbot / einschließlich Lücken im Bestand / Bäume ab 7 cm Bhd des Hb oder PI / Flächenbezug: Ideell(130/P583id)

q) **Prognostizierter Vorrat (Erntefestmaß o.R.) des Rohholzpotenzials [1000 m³/a] nach Regierungsbezirke und Prognoseperiode für Baumartengruppe: Holzartengruppe Fichte/ Sorte: verwertbar/** Lauf 38 Bundesszenario5b Deutschland / nur begehbarer Wald / produktiver Wald ohne Nutzungsverbot / ohne Lücken im Hauptbestand bzw. Plenterwald / genutzte Bäume ab 7 cm Bhd des Hb oder PI / Flächenbezug: Ideell(360/C1101_Pr)

Prognostizierter Vorrat (Erntefestmaß o.R.) des Rohholzpotenzials [1000 m³/a] nach Regierungsbezirke und Prognoseperiode für Baumartengruppe: Holzartengruppe Kiefer/ Sorte: verwertbar/ Lauf 38 Bundesszenario5b Deutschland / nur begehbarer Wald / produktiver Wald ohne Nutzungsverbot / ohne Lücken im Hauptbestand bzw. Plenterwald / genutzte Bäume ab 7 cm Bhd des Hb oder PI / Flächenbezug: Ideell(360/C1101_Pr)

r) **3.01.12: Prognostizierter Vorrat (Erntefestmaß o.R.) des Rohholzpotenzials [1000 m³/a] nach Land und Prognoseperiode** für Lauf 38 Bundesszenario5b Deutschland / nur begehbarer Wald / Holzboden ohne Nutzungsverbot / einschließlich Lücken im Bestand / Bäume ab 7 cm Bhd des Hb oder PI / Flächenbezug: Ideell(131/P572id)

BMELV (2004d): Die Bundeswaldinventur². www.bundeswaldinventur.de → HAM – Das Wichtigste in Kürze → Das potenzielle Rohholzaufkommen in Deutschland → Flächen – Konstanz unterstellt. Bonn, Zugriff: 15.07.2008

BMELV (2000): Aufnahmeanweisung für die Bundeswaldinventur II. Bonn, www.bundeswaldinventur.de/media/archive/214.pdf, Zugriff: 18.05.2005

BMJ (1993): Allgemeines Eisenbahngesetz (AEG). www.bundesrecht.juris.de/bundesrecht/aeg_1994/gesamt.pdf, Zugriff: 19.05.2008

BMVBS (2008a): Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO). Berlin, www.bmvbs.de/dokumente/,-,302.986428/Fremddokument/dokument.htm, Zugriff: 15.03.2008

BMVBS (2008b): Verordnung zur Festsetzung der Höhe der Autobahnmaut für schwere Nutzfahrzeuge (Mauthöheverordnung – MautHV). Berlin, www.bmvbs.de/dokumente/,-,302.15156/Artikel/dokument.htm, Zugriff: 10.03.2008

BMVBS (2006): Verkehr in Zahlen 2006/2007. 35. Jahrgang, Deutscher Verkehrs-Verlag GmbH. Hamburg

BMVBW (2001): Bericht des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen zum Kombinierten Verkehr. Berlin, www.bmvbs.de/Anlage/original_22444/Bericht-zum-Kombinierten-Verkehr.pdf, Zugriff: 21.06.2006

BODELSCHWINGH, E. v.; BAUER, J.; WARKOTSCH, W. (2005): Impulse für die Mobilisierung von Rundholz im Kleinprivatwald. AFZ-Der Wald Nr. 18, S. 955-958

BODELSCHWINGH, E. v.; BAUER, J. (2005): Optimierung der Holzernteketten und Mobilisierung im Privatwald – Region Holzkirchen, Rosenheim und Traunstein.

- Freising, www.infoholz.de/html/f_page.phtml?p1=1203520107a404713160&p3=41872, Zugriff: 02.02.2006
- BODELSCHWINGH, E. V.; BAUER, J. (2003): Praxiseinsatz der Logistiksoftware GeoMail. LWF aktuell Nr. 39, S. 19-22
- BODELSCHWINGH, E. V.; ZIESAK, M. (2001): Bessere Logistik im Forst hilft Kosten senken. Holz-Zentralblatt Nr. 66, 01.06.2001, S. 874
- BODELSCHWINGH, E. V. (2001): Rundholztransport-Logistik, Situationsanalyse und Einsparpotenziale. Diplomarbeit am Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaften und Angewandte Informatik, Technische Universität München
- BOHLANDER, F.; HEIL, K. (2006): Holzmobilisierung auch in München ein Hauptthema. Holz-Zentralblatt Nr. 36, 08.09.2006, S. 1023, 1024
- BORCHERDING, M. (2007): Rundholztransportlogistik in Deutschland – eine transaktionskostenorientierte empirische Analyse. Dissertation, Universität Hamburg
- BORCHERDING, M.; GRUND, C. (2003): Tariforientierung, Humankapitalinvestitionen und subjektive Leistungsbewertung – eine empirische Studie. Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung Nr. 5, 55. Jahrgang, S. 482-509
- BORCHERT, H.; BECK, R. (2006): Dynamik in der Forst- und Holzwirtschaft Bayerns. AFZ-Der Wald Nr. 23, S. 1256, 1257
- BOSSEL, H. (2004): Systeme, Dynamik, Simulation. Modellbildung, Analyse und Simulation komplexer Systeme. Books on Demand GmbH. Norderstedt
- BRELOER, H. (2006): Lichtraumprofil an Straßen. Ein Überblick über die Rechtsprechung nach Verkehrsunfällen bei eingeschränktem Lichtraumprofil. In: DUJESIEFKEN, D.; KOCKENBECK, P. (2006): Jahrbuch der Baumpflege 2006. Haymarket Media Verlag. Braunschweig
- BRENDEL, G. (2006): Kreisweise Aufteilung des Straßennetzes. Landesbetrieb für Straßenbau Saarland. Neunkirchen. Persönliche Mitteilung vom 07.08.2006.
- BRÖKER, F.-W. (2003): Holz-Lexikon. 4. Auflage, DRW-Verlag. Leinfelden-Echterdingen
- CARL, M. (2000): Ein europäischer Transport- und Logistikdienstleister. Holz-Zentralblatt Nr. 54, 05.05.2000, S. 737
- COYLE, J. J.; BARDI, E. J.; LANGLEY, C. J. (2002): Management of Business Logistics: A Supply Chain Perspective, 7. Auflage, South-Western College Publication. Chula Vista
- CZERNIA, G. (2006): Längenstatistik nach Landkreisen. Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern, Sachgebiet IID2. München
- DAHM, S. (2006): Auswertungsalgorithmen für die zweite Bundeswaldinventur. Arbeitsbericht des Instituts für Waldökologie und Waldinventuren Nr. 2006/1, Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Hamburg. Eberswalde

- DB NETZ AG (2006): TPS – Preisauskunft. www.db.de/site/bahn/de/geschaefte/infrastruktur__schiene/netz/trassen/software/trassenpreisauskunft__tpis.html, Zugriff: 25.05.2006
- DEPPE H.-J. (2003): Holz-Lexikon. 4. Auflage, DRW-Verlag. Leinfelden-Echterdingen
- DETTENDORFER, K.; MANTAU, U. (2008): Holzhandelsvolumen der Transportsysteme und Kostenstrukturen. Universität Hamburg, Zentrum Holzwirtschaft. Arbeitsbereich Ökonomie der Holz- und Forstwirtschaft. Hamburg, 56 S.
- DEUTSCHE BAHN AG (2008): Güterwagen der Bahn. www.stinnes-freight-logistics.de/gueterwagenkatalog/deutsch/nomenklatur.html, Zugriff: 17.05.2008
- DEUTSCHE GVZ-GESELLSCHAFT MBH (2006): GVZ-Standorte. Bremen, www.gvz-org.de/index.php?id=38&no_cache=1, Zugriff: 19.06.2006
- DIETER, M.; ENGLERT, H. (2005): Die Holzeinschlagsstatistik muss besser werden. Holz-Zentralblatt Nr. 61, 12.08.2005, S. 797, 798
- DIETER, M.; OHLMEYER, M.; POLLEY, H.; WELLING, J. (2005): Charta für Holz: Herausforderung für die Ressortforschung. Forschungsreport 1/2005. Hamburg
- DISPAN, J; GRULKE, M.; STATZ, J.; SEINTSCH, B. (2008): Zukunft der Holzwirtschaft – Szenarien 2020. Holz-Zentralblatt Nr. 24, 13.06.2008, S. 685-687
- DOHRENBUSCH, A. (2007): Faktoren für die Holzmobilisierung in Deutschland. Holz-Zentralblatt Nr. 3, 19.01.2007, S. 83, 86
- DOMSCHKE, W. (1995): Logistik: Transport. 4. Auflage, R. Oldenbourg Verlag. München
- DROSDOWSKI, G.; MÜLLER, W.; SCHOLZE-STUBENRECHT, W.; WERMKE, M. (1990): Duden. Das Fremdwörterbuch. Duden Band 5, 5. Auflage, Dudenverlag. Mannheim u. a. O.
- DREEKE, R. (2001): Rundholzlogistik erfordert Informationstransparenz, Holz-Zentralblatt Nr. 129, 26.10.2001, S. 1604
- DÜMMER, R. (2007): Persönliche Mitteilung vom 26.10.2006.
- DUNGER, K.; BÖSCH, B.; POLLEY, H. (2005): Das potenzielle Rohholzaufkommen 2002 bis 2022 in Deutschland. AFZ-Der Wald Nr. 3, S. 114-116
- ECKSTEIN, W. E. (1997): Vahlens Großes Logistik Lexikon. Verlag Franz Vahlen und Verlag C. H. Beck. München
- ELWIS (2008): System der Klassifizierung der europäischen Binnenwasserstraßen. www.elwis.de/Binnenwasserstrassen/system_klassif_biwastr.pdf, Zugriff: 17.05.2008
- ENGLERT, H. (2007a): Persönliche Mitteilung vom 24.05.2007
- ENGLERT, H. (2007b): Persönliche Mitteilung vom 19.12.2007
- ERB, W. (2004): Orkan „Lothar“ – Bewältigung der Sturmschäden in den Wäldern Baden-Württembergs. Dokumentation, Analyse, Konsequenzen. Stuttgart

- EUROPÄISCHE KOMMISSION (1992): Richtlinie 92/106/EWG des Rates vom 07. Dezember 1992 über die Festlegung gemeinsamer Regeln für bestimmte Beförderungen im Kombinierten Güterverkehr zwischen Mitgliedsstaaten. ABl. Nr. L 368/38 vom 17.12.1992
- FEHRLE, M. (2007): ELDAT gute Basis – aber nicht ausreichend. Internationale Holzbörse (IHB). www.ihb.de/fordaq/news/ELDAT_Warenwirtschaftssysteme__15385.html, Zugriff: 26.02.2008
- FEIERABEND, R. (1997): Vahlens Großes Logistik Lexikon. Verlag Franz Vahlen und Verlag C. H. Beck. München
- FORBIG, A.; HAUCK, B. (2001): Logistik als Geldquelle für Forst und Holz? Holz-Zentralblatt Nr. 66, 01.06.2001, S. 872
- FORDAQ (2008): Mehr Holztransport per Bahn. Zugriff: 05.03.2008. holz.fordaq.com/fordaq/news/Mehr_Holztransport_per_Bahn_16419.html
- FRAUENHOFER-INSTITUT FÜR MATERIALFLUSS UND LOGISTIK (2005): Holzlogistik – Lästiges Übel oder Chance für mehr Wettbewerbsfähigkeit. AFZ-Der Wald Nr. 22, S. 1179
- FREYTAG, T. (2005): Landwirte als Holzspediteure. AFZ-Der Wald Nr. 18, S. 958, 959
- FRIEMEL, G. (2005): Forstunternehmer nutzt Vorzüge von Transpondern. Holz-Zentralblatt Nr. 60, 05.08.2005, S. 788
- FUHRMANN, R. (1997): Vahlens Großes Logistik Lexikon. Verlag Franz Vahlen und Verlag C. H. Beck. München
- FUNK, M.; KIBAT, K.-D. (2005): AGR: Brisante Themen nehmen eher zu als ab. Holz-Zentralblatt Nr. 99, 30.12.2005, S. 1371
- GABRIEL, O. (2007): „Das Holz muss fließen“. Forst & Technik Nr. 1, S. 18, 19
- GERLINGS, O. (2006a): Portal C. Railion Deutschland AG. Berlin, www.portal-c.info/, Zugriff: 26.04.2006
- GERLINGS, O. (2006b): KV-Terminals. Railion Deutschland AG. Berlin, www.kv-portal.info/terminal.html, Zugriff: 20.06.2006
- GEYER, E.; ACHHAMMER, M.; OETTING, J. (2004): Pilotprojekt „Holzverladebahnhof Eichstätt“. AFZ-Der Wald Nr. 23, S. 1259, 1260
- GIERL, H. (1995): Marketing. Verlag Kohlhammer. Stuttgart u. a. O.
- GRAMMEL, R. (1988): Holzernte und Holztransport. Grundlagen. Paul-Parey-Verlag. Hamburg, Berlin
- HAPLA, F. (2003): Holz-Lexikon. 4. Auflage, DRW-Verlag. Leinfelden-Echterdingen
- HASCH, J. (2002): Ökologische Betrachtung von Holzspan- und Holzfaserstoffen. Dissertation im Fachbereich Biologie, Universität Hamburg
- HAUCK, B. (2003): Optimierung der Holzlogistik – Trends und Entwicklungen. Forst & Technik Nr. 11, S. 12-15

- HAUTZINGER, H. (1997): Vahlens Großes Logistik Lexikon. Verlag Franz Vahlen und Verlag C. H. Beck, München
- HECKER, M. (2003): Holztransport und Umweltschutz. AFZ-Der Wald Nr. 4, S. 168-171
- HEDDEN, H. (2008a): Logistische Aspekte von Holzverladebahnhöfen. Holz-Zentralblatt Nr. 22, 30.05.2008, S. 614, 615
- HEDDEN, H. (2008b): Logistische Aspekte des Rundholzumschlags in Häfen. Holz-Zentralblatt Nr. 23, 06.06.2008, S. 666, 667
- HEDDEN, H. (2002): Das Binnenwasserstraßennetz in Deutschland – seine Rolle im Holztransport. In: Wahlpflichtblock Forstnutzung – Waldbewirtschaftung, Holzverkauf. Unveröffentlicht. Ordinariat für Weltforstwirtschaft, Universität Hamburg
- HEIDER, G. (2006): Starke Wachstumsdynamik bei Schnittholzprodukten. Holz-Zentralblatt Nr. 52, 29.12.2006, S. 1512
- HEIDER, G. (2005): Hohes Mengewachstum in der Sägeindustrie. Holz-Zentralblatt Nr. 99, 30.12.2005, S. 1365
- HEINIMANN, R. (1999): Logistik der Holzproduktion – Stand und Entwicklungsperspektiven. Forstliches Centralblatt Nr. 118, S. 24-38, Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin
- HERET INFORMATIK SERVICE (2006): Formel zur Entfernungsberechnung mit 2 Geokoordinaten. www.koordinaten.de/informationen/formel.shtml, Zugriff: 11.08.2006
- HESSISCHES LANDESAMT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESSEN (2006): Längenstatistik der Straßen des überörtlichen Verkehrs in Hessen zum Stand 01.01.2006. Dezernat Informations- und Kommunikationsmanagement. Wiesbaden
- HEUVELDOP, J.; BICK, U. (2000): Skriptum „Forstliche Produktionslehre II“, Universität Hamburg
- HÖBARTH, M. (2005): Holzmobilisierung als Einkommenschance. Agrarische Rundschau Nr. 5, S. 22-24
- HÖLSCHER, M. (2005): Interregionale Preiszusammenhänge auf den deutschen Rohholzmärkten – Eine ökonometrische Analyse. Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Kommissionsverlag Max Wiedebusch. Hamburg
- HOELZEL, M. (2008a): Holzmobilisierung erfordert öffentliche Mittel. Holz-Zentralblatt Nr. 20, 16.05.2008, S. 519
- HOELZEL, M. (2008b): Holzwirtschaft fordert Absenkung der Holzvorräte. Holz-Zentralblatt Nr. 16, 18.04.2008, S. 427
- HOELZEL, M. (2007): „Mobilisierung hat immer etwas mit Markt zu tun“. Holz-Zentralblatt Nr. 24, 15.06.2007, S. 660, 661
- HOELZEL, M. (2005): Holzlogistik als Prüfstein für Marktfähigkeit gewertet. Holz-Zentralblatt Nr. 26, 01.04.2005, S. 319

- HOELZEL, M. (2002): Rundholzlogistik im forstlichen Zusammenschluss. Holz-Zentralblatt Nr. 52/53, 03.05.2002, S. 636
- HOFER, P.; WINZELER, R.; LÜCKING, J.; OLSCHESKI, A. (2003): Lothar. Optimierung der Holztransporte nach Sturmereignissen. Umwelt-Materialien Nr. 161 Wald, BUWAL. Bern, 105 S.
- HOLZMANN, M.; SCHLÜTER, A.; KOCH, M.; PETKAU, A.; SAUTER, U. H. (2008): Transponder mit Potenzial bei der Holzmobilisierung. Holz-Zentralblatt Nr. 22, 30.05.2008, S. 616, 617
- HOPPE, F. (2003): Ziele des Supply-Chain-Managements. Auszug aus dem Forschungs-Informationssystem (FIS) gefördert durch das BMVBS (Bundesministerium für Verkehr, Bau, Stadtentwicklung), www.forschungsinformationssystem.de, Zugriff: 25.01.2008
- HUSS, J. (2003): Holz-Lexikon. 4. Auflage, DRW-Verlag. Leinfelden-Echterdingen
- IHDE, G. B. (1997): Vahlens Großes Logistik Lexikon. Verlag Franz Vahlen und Verlag C. H. Beck. München
- INTERESSENGEMEINSCHAFT DER BAHNSPEDITEURE (2007): Kyrill-Aufarbeitung weiterhin große Herausforderung. Ausgabe 04/2007, www.ibs-ev.com/cgi-bin/downdl.cgi?download,ibsletter-dt,*IBS-letter_04_07_DE.pdf,1196765859, Zugriff: 02.02.2008
- ISERMANN, H. (1997): Vahlens Großes Logistik Lexikon. Verlag Franz Vahlen und Verlag C. H. Beck. München
- IßLEIB, B. (2007): 1000. Waggon mit Sturmholz verlässt den Harz. Holz-Zentralblatt Nr. 27, 06.07.2007, S. 747
- IßLEIB, B. (2004): Thüringer Forstunternehmen investiert in Bahntransport seiner Produkte. Holz-Zentralblatt Nr. 64, 27.08.2004, S. 843
- JACKE, H.; WILWERDING, A. (2003): Logistik in der deutschen Forst- und Holzwirtschaft. Forst und Holz Nr. 21, 58. Jahrgang, S. 635-640
- JÖNSSON, A. (2000a): Zukunft des Holztransportes. AFZ-Der Wald Nr. 3, S. 145
- JÖNSSON, A. (2000b): Im Test: Gesamtgewicht für Rundholztransporte. Forst & Technik Nr. 9, S. 18-20
- JÖNSSON, A. (1999): Auf dem Holzweg – per Satellitenortung. Forst & Technik Nr. 11, S. 20, 21
- JOOS, M.; HARTEBRODT, C.; SCHWARZ, T. (2000): Ein halbes Jahr nach dem Orkan „Lothar“. Holz-Zentralblatt Nr. 90, 28.07.2000, S. 1178
- KIENZLER, H.; SELZ, T.; MANNS, S. (2000): Auswirkungen von erhöhten zulässigen Gesamtgewichten für Rundholztransporte. Schlussbericht zu einer Untersuchung bei Kessel + Partner Consulting im Auftrag des Fachverbands der Sägeindustrie Österreichs. Freiburg, 65 S.

- KLATT, S. (1997): Vahlens Großes Logistik Lexikon. Verlag Franz Vahlen und Verlag C. H. Beck. München
- KLEIN, P. (1997): Mikroskopisch-botanische Übungen. Universität Hamburg
- KOCKS, M.; SCHLÖMER, K. (1999): Ausgewählte Ergebnisse der Raumordnungsprognose 2015. In: BUNDESAMT FÜR BAUWESEN UND RAUMORDNUNG (1999): Informationen zur Raumentwicklung. Heft 11/12. Bonn
- KORTEN, S.; KAUL, C. (2008): Anforderungen an Transponder in der Holzerntekette. Holz-Zentralblatt Nr. 22, 30.05.2008, S. 619, 620
- KRACKE, R.; RUNGE, W.-R. (1997): Vahlens Großes Logistik Lexikon. Verlag Franz Vahlen und Verlag C. H. Beck. München
- KRÄHENBRINK, A. (2008): Was ist Holzmobilisierung? www.info-holzmobilisierung.org/de/start/ueber-die-holzmobilisierung/, Zugriff: 06.05.2008
- KRAFTFAHRT-BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR (DIV. JAHRGÄNGE): Statistische Mitteilungen. Güterkraftverkehr deutscher Lastkraftfahrzeuge nach Güterarten. Jahrgänge 1996-2007. Flensburg
- KRAMER, H. (1988): Waldwachstumslehre. Ökologische und anthropogene Einflüsse auf das Wachstum des Waldes, seine Massen- und Wertleistung und die Bestandes-sicherheit. Paul Parey Verlag. Hamburg, Berlin, 374 S.
- KRAUHAUSEN, J. (2006a): Gestiegene Rundholznachfrage sorgt für Licht und Schatten. Holz-Zentralblatt Nr. 25, 23.06.2006, S. 731
- KRAUHAUSEN, J. (2006b): Kreisforstamt intensiviert seine Privatwaldbetreuung. Holz-Zentralblatt Nr. 32, 11.08.2006, S. 907
- KRAUHAUSEN, J. (2005): USA senken Strafzölle auf Schnittholzausfuhr aus Kanada. Holz-Zentralblatt Nr. 94, 09.12.2005, S. 1285
- KRAUHAUSEN, J. (2004): Höherer Holzeinschlag – Chance und Herausforderung. Holz-Zentralblatt Nr. 92, 03.12.2004, S. 1273, 1274
- KRAUHAUSEN, J. (2003): Neue Herausforderungen für den Rundholzhandel. Holz-Zentralblatt Nr. 43, 30.05.2003, S. 658
- KRAUHAUSEN, J. (2001): Die Bahn reduziert Güterverkehrsstellen. Holz-Zentralblatt Nr. 36, 23.03.2001, S. 493
- KRAUHAUSEN, J. (1998): Argumente für höhere Gesamtgewichte für Rundholztransportfahrzeuge. In: KRAUHAUSEN, J. (1998): Forstabsatzfonds-Novelle und Holz-Zertifizierung. Holz-Zentralblatt Nr. 72, 17.06.1998, S. 1057, 1064
- KROIHER, F.; POLLEY, H. (2006): Herleitung der Steuergrößen für das Szenario „F“. Bundesforschungsanstalt für Forst und Holzwirtschaft. Institut für Waldökologie und Waldinventuren. Schriftliche Mitteilung vom 10.04.2006
- LANDESAMT FÜR BAU UND VERKEHR (2006): Längenstatistiken. Erfurt, www.thueringen.de/de/tlbv/service/statistiken/content.html, Zugriff: 04.08.2006

- LANDESBETRIEB STRAßENBAU NORDRHEIN-WESTFALEN (2005): Straßen des überörtlichen Verkehrs. Gelsenkirchen. In: LANDESAMT FÜR DATENVERARBEITUNG UND STATISTIK NORDRHEIN-WESTFALEN (2005): Kreisstandardzahlen NRW. S. 88. Düsseldorf
- LANDESBETRIEB STRAßENBAU UND VERKEHR SCHLESWIG-HOLSTEIN (2005): Länge und Ausbauzustand der Bundesfern-, Landes- und Kreisstraßen in Schleswig-Holstein. Straßeninformationsbank Schleswig-Holstein (SH-SIB). Kiel
- LANDESBETRIEB STRAßENWESEN BRANDENBURG (2005): Längen der Straßen des überörtlichen Verkehrs in Brandenburg. www.ls.brandenburg.de/sixcms/detail.php/lbm1.c.361250.de, Zugriff: 28.07.2006
- LEINERT, S. (1998): Voraussetzung für die Mobilisierung der erforderlichen Angebotsmenge zur Belieferung eines großen Sulfatzellstoffwerkes in den neuen Bundesländern. Studie des Forstabsatzfonds. Bonn
- LITTLE, A. D. (1991): Logistics in Service Industries. The Pennsylvania State University, Center of Logistics Research, Verlag Oak Brook. Homewood, Illinois
- LOBODA, S. (2004): Logistiker zu Wasser und Land. Forst & Technik Nr. 9, S. 4-7, 20
- LOHMANN, U. (2003): Holz-Lexikon. 4. Auflage, DRW-Verlag. Leinfelden-Echterdingen
- LORENZ, W. (2001): Leitfaden für Spediteure und Logistiker in Ausbildung und Beruf. 18. Auflage, Deutscher Verkehrs-Verlag. Hamburg
- LÜCKGE, F.-J.; WEBER, H. (1997): Ökonomische und ökologische Optimierung von Rundholztransporten – dargestellt am Beispiel der Holzvermarktung der Landesforstverwaltung Rheinland-Pfalz im Forstwirtschaftsjahr 1994. Allgemeine Forst- und Jagdzeitschrift Nr. 1, 169. Jahrgang, S. 1-4
- LUTUM + TAPPERT DV BERATUNG GMBH (2005): EasyMap Version 8.0. Thematische Kartografie. Bonn
- LUTUM + TAPPERT DV BERATUNG GMBH (2004): EasyMap Version 8.0. Benutzerhandbuch. Bonn
- MAIER-WITT, D. (2000): Holztransport vom Wald zum Werk. Diplomarbeit, Universität Hamburg
- MANTAU, U. (2007): Regionales Glätten von Angebot und Nachfrage – Entwicklung der Methode und erste Ergebnisse – Abschlussbericht. Celle, 55 S.
- MANTAU, U.; u. M. v. SÖRGEL, C. (2006): Holzrohstoffbilanz Deutschland. Bestandsaufnahme 2004. Methodikbericht. Hamburg, 64 S.
- MANTAU, U. (2004): Holzrohstoffbilanz Deutschland. Bestandsaufnahme 2002. Abschließender Forschungsbericht. Hamburg, 75 S.
- MARUTZKY, R. (2003): Holz-Lexikon. 4. Auflage, DRW-Verlag. Leinfelden-Echterdingen
- MERATH, F. (1997): Vahlens Großes Logistik Lexikon. Verlag Franz Vahlen und Verlag C. H. Beck. München

- MÖLDER, A. (2002): Rohholztransport bei der Teutoburger Wald-Eisenbahn-AG. Eine ostwestfälische Privatbahn als Partner in der Holztransportlogistik. Bachelorarbeit, Universität Göttingen
- MORAT, J. (1999): Die optimale Logistikkette, AFZ-Der Wald Nr. 14, S. 713-715
- MÜHLE, P. (2004): Das Werkzeug für die moderne Logistik. AFZ-Der Wald Nr. 11/12, S. 645, 646
- MÜLLER, J. (2005): Wieder Holzumschlag in Papenburg. Holz-Zentralblatt Nr. 11, 08.02.2005, S. 138
- MURL (1995): Rundholztransport: Straße, Schiene, Wasser. Swisstal: UPM Universal Projekt Management GmbH, Hrsg. MURL. Düsseldorf
- NEUHOF, B. (1997): Vahlens Großes Logistik Lexikon. Verlag Franz Vahlen und Verlag C. H. Beck. München
- NIEDERSÄCHSISCHE LANDESFORSTEN (1996): Bestandessortentafel. www.landesforsten.de/index.php?id=95, Zugriff: 24.05.2007
- NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK (2006): Straßenlängen in Niedersachsen am 01. 01. 2005. Referat 33, Verkehrsstatistiken. Hannover
- NIETEN (2002): Bahntransport – Preisliste Fa. Nieten „Binnenverkehr Deutschland“. www.waldwissen.net/themen/holz_markt/holztransport_logistkkette/fva_bahntransport_preisliste.pdf, Zugriff: 09.05.2007
- NOON, C. E.; ZHAN, F. B.; GRAHAM, R. L. (2002): GIS-Based Analysis of Marginal Price Variation with an Application in the Identification of Candidate Ethanol Conversion Plant Locations. Networks and Spatial Economics Nr. 2, S. 79-93
- OCHS, T.; DUSCHL, C.; SEINTSCH, B. (2007): Rohstoffversorgung beim Nadelholz angespannt. Holz-Zentralblatt Nr. 12, 23.03.2007, S. 318-320
- ODENTHAL-KAHABKA, J. (2005): Handreichung Sturmschadensbewältigung. Hrsg. Landesforstverwaltung Baden-Württemberg und Landesforsten Rheinland-Pfalz. www.waldwissen.net/themen/holz_markt/holztransport_logistkkette/fva_bahntransport_DE, Zugriff: 08.05.2006
- OECD (2007): Permissible maximum weights in Europe. International Transport Forum. www.internationaltransportforum.org/europe/road/pdf/weights.pdf, Zugriff: 15.05.2008
- PFOHL, H.-C. (2000): Logistiksysteme. Betriebswirtschaftliche Grundlagen. Springer, 6. Auflage. Berlin, Heidelberg u. a. O.
- PIRSON, L. (2008a): Das Blatt wendet sich: Großversuch am Scheideweg. Holz-Zentralblatt Nr. 22, 30.05.2008, S. 596
- PIRSON, L. (2008b): Umwälzungen setzen sich fort. Holz-Zentralblatt Nr. 25, 20.06.2008, S. 704

- PIRSON, L. (2007): Holzlieferverträge wirken wie ein Keil. Holz-Zentralblatt Nr. 6, 09.02.2007, S. 149
- PIRSON, L. (2006a): Holzreserven doch eher theoretischer Natur? Holz-Zentralblatt Nr. 9, 03.03.2006, S. 239, 240
- PIRSON, L. (2006b): Sägewerker in Sorge um ausreichende Rundholzversorgung. Holz-Zentralblatt Nr. 8, 24.02.2006, S. 213
- PIRSON, L. (1999): Größtes deutsches Sägewerk produziert an der Ostsee. Holz-Zentralblatt Nr. 100, 20.08.1999, S. 1324, 1325
- PLACHTER, H.; KILL, J.; VOLZ, K. R.; HOFMANN, F.; MEDER, R. (2000): Waldnutzung in Deutschland. Bestandsaufnahme, Handlungsbedarf und Maßnahmen zur Umsetzung des Leitbilds einer nachhaltigen Entwicklung. Stuttgart
- PLANUNGSGEMEINSCHAFT WESTPFALZ KÖRPERSCHAFT DES ÖFFENTLICHEN RECHTS (2000): Westpfalz Informationen. Nr. 105, Juli 2000, www.westpfalz.de/region/westpfalz-informationen/westpfalz-infos-seit-1998-pdf-download/Info105.pdf, Zugriff: 24.04.2008
- POGRELL, H. v. (2007): Mit gebremstem Wachstum in das neue Jahr. Holz-Zentralblatt Nr. 51/52, 21.12.2007, S. 1466
- POLLEY, H. (2006): Potenzielles Rohholzaufkommen ist keine Nachhaltigkeitsgrenze. Holz-Zentralblatt Nr. 22, 02.06.2006, S. 667
- POLLEY, H. (2005): Dem Wald die Geheimnisse entlocken. Forschungsreport 2/2005. Eberswalde
- POLLEY, H.; HENNIG, P.; SCHWITZGEBEL, F. (2004): Ergebnisse und Methoden der zweiten Bundeswaldinventur: Holzvorrat, Holzzuwachs, Holznutzung. Seminar zu den Ergebnissen der Bundeswaldinventur. Göttingen, 16.11.2004, www.bundeswaldinventur.de/media/archive/217.pdf, Zugriff: 18.05.2005
- POLLEY, H.; KROIHER, F. (2006a): Entwicklung des potenziellen Rohholzaufkommens. Holz-Zentralblatt Nr. 34, 25.08.2006, S. 979, 980
- POLLEY, H.; KROIHER, F. (2006b): Struktur und regionale Verteilung des Holzvorrates und des potenziellen Rohholzaufkommens in Deutschland im Rahmen der Clusterstudie Forst- und Holzwirtschaft. Arbeitsbericht des Instituts für Waldökologie und Waldinventuren. Nr. 2006/3, Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Hamburg. Eberswalde
- PUTTFARKEN, J. (2007): Persönliche Mitteilung vom 17.02.2007
- PUWEIN, W. (2000): Makroökonomische Aspekte von Transportkosten. Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung, Monatsberichte 6/2000, S. 391-403
- RAILION DEUTSCHLAND AG (2005): www.gleisanschluss.info/, Zugriff: 17.03.2008
- RIPKEN, H. (2001): Vom Baum zum Werk – wer soll die Logistik bewältigen? Forst und Holz Nr. 19, 56. Jahrgang, S. 628-631

- RINGLER, G. (2005): railfan.de. www.railfan.de/archiv.php, Zugriff: 06.09.2005
- RÖSLER, S. (1999): Die optimale Logistikkette: Wie können Holztransport und Holzhandel besser in die Logistikkette integriert werden? Forsttechnische Informationen Nr. 10, S. 85-87
- SCHLAGHECK, H.; SCHMITZ, F. (2005): Wald im Spiegel der Bundeswaldinventur. AFZ-Der Wald Nr. 3, S. 108-110
- SCHMITT, U. (2003): Holz-Lexikon. 4. Auflage, DRW-Verlag. Leinfelden-Echterdingen
- SCHÖPFER, W.; DAUBER, E. (1989): Bestandessortentafeln '82/85. Mitteilungen der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Abteilung Biometrie Nr. 48, Heft 147
- SCHUBERT, R. (2006): Längenstatistik der Bundesautobahnen für die Straßenbauämter Mittel-, Nord-, Ost- und Südwestthüringen. Landesamt für Straßenbau, Referat Straßenverwaltung. Erfurt
- SCHÜTT, P.; SCHUCK, H.J.; STIMM, B. (2002): Lexikon der Baum- und Straucharten. Das Standardwerk der Forstbotanik. Nikol Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG. Hamburg
- SCHULTZ, J.-D.; KAISER, B.; ROOS, R.; AMMANN, J. (2003): Holz aus Kleinprivatwald zu kundenorientierten Lieferströmen bündeln. AFZ-Der Wald Nr. 2, S. 68-70
- SCHWAB, O.; BULL, G.; MANESS, T. (2005): A mill-specific roundwood demand equation for southern and central Finland. Journal of Forest Economics Nr. 2, 11. Jahrgang, S. 95-106.
- SCHWARZ, T.; REICH, C. (2002): Flüssiger Datenaustausch zwischen Wald und Säge. Holz-Zentralblatt Nr. 83, 12.07.2002, S. 1018
- SEIBT, H. (2005): Skriptum „Grundlagen der EDV (EDV I + II)“. Universität Hamburg
- SEIDELMANN, C. (1997): Vahlens Großes Logistik Lexikon. Verlag Franz Vahlen und Verlag C. H. Beck. München
- SIERKE, B. R. A. (1997): Vahlens Großes Logistik Lexikon. Verlag Franz Vahlen und Verlag C. H. Beck. München
- SÖRGEL, C. (2005): Entwicklung eines Simulationsmodells für den Faserholzmarkt. Dissertation an der Universität Hamburg, Zentrum Holzwirtschaft. Peter Lang GmbH, Europäischer Verlag der Wissenschaften. Frankfurt am Main
- SÖRGEL, C.; MANTAU, U. (2006a): Standorte der Holzwirtschaft – Holzwerkstoffindustrie – Abschlussbericht. Universität Hamburg, Zentrum Holzwirtschaft, Arbeitsbereich Ökonomie der Holz- und Forstwirtschaft. Hamburg
- SÖRGEL, C.; MANTAU, U. (2006b): Standorte der Holzwirtschaft – Holz- und Zellstoffindustrie – Abschlussbericht. Universität Hamburg, Zentrum Holzwirtschaft, Arbeitsbereich Ökonomie der Holz- und Forstwirtschaft. Hamburg

- SÖRGEL, C.; MANTAU, U. (2005): Standorte der Holzwirtschaft – Sägeindustrie – Abschlussbericht. Universität Hamburg, Zentrum Holzwirtschaft, Arbeitsbereich Ökonomie der Holz- und Forstwirtschaft. Hamburg
- SÖRGEL, C.; MANTAU, U.; WEIMAR, H. (2006): Standorte der Holzwirtschaft – Aufkommen von Sägenebenprodukten und Hobelspänen. Universität Hamburg, Zentrum Holzwirtschaft, Arbeitsbereich Ökonomie der Holz- und Forstwirtschaft. Hamburg
- SOHNS, V. (2005): Am Markt Kompetenz bewiesen. Forst & Technik Nr. 2, S. 18, 19
- SOINÉ, H. (2003): Holz-Lexikon. 4. Auflage, DRW-Verlag. Leinfelden-Echterdingen
- SOPPA, R. (1999): Holztransportgewerbe in der Krise? Forst & Technik Nr. 3, S. 32
- SPIEGEL, M. R.; STEPHENS, L. J. (2003): Statistik. Schaum's Repetitorien. Mitp-Verlag. Bonn
- STARKE, S. (2004): Drei Wege führen zum Ziel. AFZ-Der Wald Nr. 17, S. 910, 911
- STATISTISCHE ÄMTER DES BUNDES UND DER LÄNDER (2006): Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung. GENESIS-Tabelle: 449-01-4 vom 27.06.2006
- STATISTISCHES AMT MECKLENBURG-VORPOMMERN (2005): Straßenlängen. www.statistik-mv.de/sis/, Zugriff: 27.07.2006
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2008): Preise. Lebensunterhalt, Konsum. www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/Zeitreihen/LangeReihen/LebensunterhaltKonsum/Content100/lrleb02a,templateId=renderPrint.psml, Zugriff: 09.04.2008
- STATISTISCHES BUNDESAMT (1996-2007): Fachserie 8, Reihe 2. Beförderte Güter im Wagenladungsverkehr nach Hauptverkehrsbeziehungen und Güterarten, Reihe 4. Güterbeförderung in der Binnenschifffahrt nach Güterhauptgruppen und Hauptverkehrsbeziehungen, Reihe 5. Güterverkehr über See nach Güterhauptgruppen. Wiesbaden
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2006a): Güterumschlag Binnen- und Seeschifffahrt nach Berichtshafen 2001 bis 2005. Wiesbaden
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2006b): Außenhandelsstatistik nach Einfuhr und Ausfuhr in den Positionen 4401 und 4403 des Berichtsjahres 2005. Wiesbaden
- STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (2006): Statistische Berichte Baden-Württemberg – Verkehr. Referat 43, Verkehrsstatistiken. Stuttgart
- STATISTISCHES LANDESAMT RHEINLAND-PFALZ (2006): Straßen des überörtlichen Verkehrs am 1. Januar 2006. Statistische Berichte. Bad Ems
- STIEGLER, J. (2005): Vergleichende Beurteilung aktueller Transportsysteme für Rundholz. Diplomarbeit, Fakultät Ressourcenmanagement, Universität Göttingen
- STINNES AG (2005): Katalog Holzverladebahnhöfe. www.stinnes-freight-logistics.de/deutsch/eStinnes/transportplanung/holzverladebahnhoefe.html, Zugriff: 28.02.2006

- STÖCKER, M.; RAAPE, U.; HAUCK, B. (2004): NavLog GmbH realisiert GeoDat deutschlandweit. AFZ-Der Wald Nr. 17, S. 920, 921
- THIEME, F.; GABRIEL, O. (2003): Holzverladebahnhof Eichstätt wiedereröffnet. Forst & Technik Nr. 8, S. 8
- THIEME, F. (1999a): Logistikketten für die Schwachholzernte, Teil 1. Forst & Technik Nr. 5, S. 20-22
- THIEME, F. (1999b): Logistikketten für die Schwachholzernte, Teil 2. Forst & Technik Nr. 6, S. 20, 21
- TRÜBSWETTER, T. (2003): Holz-Lexikon. 4. Auflage, DRW-Verlag. Leinfelden-Echterdingen
- VARNHAGEN, A. (2003): Logistikkonzepte zur Versorgung von Heiz-(Kraft-)Werken mit regenerativen Energieträgern. Diplomarbeit, Universität Hamburg
- VEREIN FÜR EUROPÄISCHE BINNENSCHIFFFAHRT UND WASSERSTRAßEN (2004): Europäischer Schifffahrts- und Hafenkalendar – WESKA. 71. Ausgabe Binnenschifffahrts-Verlag GmbH. Duisburg
- VOLZ, K.-R. (2003): Holz-Lexikon. 4. Auflage, DRW-Verlag. Leinfelden-Echterdingen
- VORHER, W. (2000): Top oder Flop? Zellstoffwerke in Deutschland. AFZ-Der Wald Nr. 26, S. 1390, 1391
- VORHER, W. (1998): Zeitgemäße Logistikketten – eine Herausforderung an Forst und Industrie. Holz-Zentralblatt Nr. 79, 03.07.1998, S. 1157, 1158
- WAGNER, T.; NIER, J. (2001): Optimierungspotenziale in der Holzerntekette. Forst & Technik Nr. 7, S. 8-10
- WAHRIG-BURFEIND, R. (2002): Wahrig. Deutsches Wörterbuch. Ausgabe 2000, Wissen Media Verlag GmbH. Gütersloh, München
- WAIDELICH, B.; KAISER, B. (2001): Auch beim Rundholztransport: Der Weg ist das Ziel. Dichte der aktiven Verladebahnhöfe entscheidend für die Konkurrenzfähigkeit des Rundholztransports per Bahn. Holz-Zentralblatt Nr. 17, 07.02.2001, S. 214, 215
- WASSER- UND SCHIFFFAHRTSVERWALTUNG DES BUNDES (2006): Gliederung Bundeswasserstraßen. www.wsv.de/wasserstrassen/gliederung_bundeswasserstrassen/index.html, Zugriff: 13.11.2006
- WEGENER, G.; ZIMMER, B.; NEBEL, B.; BIEDENKOPF, S.; BERGER, G.; SCHEIBENPFLUG, B. (2004): Analyse der Transportketten von Holz, Holzwerkstoffen und Restholzsorimenten als Grundlage für produktbezogenen Ökobilanzen. München, Kuchl
- WEDIGITAL.COM NEW MEDIA GMBH (2007): Routenberechnung. www.routenplaner24.de, Zugriff: Januar und Februar 2007
- WEH, J. (2003): Holz-Lexikon. 4. Auflage, DRW-Verlag. Leinfelden-Echterdingen
- WIESNER, R. (2005): Erarbeitung eines Logistikmodells zur Versorgung von Großunternehmen der Holz verarbeitenden Industrie. Diplomarbeit, Universität Hamburg

- WILKEN, V. (2006): Kostensätze Gütertransport Straße KGS. Verkehrs-Verlag J. Fischer GmbH & Co. KG. Düsseldorf
- WILLEITNER, H. (2003): Holz-Lexikon. 4. Auflage, DRW-Verlag. Leinfelden-Echterdingen
- WIPPERMANN, D. (2000a): Integrierte Holzernte- und Logistikketten. Forst & Technik Nr. 12, S. 20, 22
- WIPPERMANN, J. (2000b): Mitschrift aus Vorlesung „Ernte und Transport“. Universität Hamburg.
- WIPPERMANN, J. (1990): Entwicklungstendenzen des Rundholztransports mit Lastkraftwagen. Forst & Technik Nr. 3, S. 8-11
- WIRTSCHAFTSFÖRDERUNG SACHSEN GMBH (2008): Längenstatistik der Straßen des überörtlichen Verkehrs, Stand: 1. Januar 2007. www.invest-in-saxony.net/set/431/Pages%20from%20Tabellen1-7_2007.pdf, Zugriff: 21.04.2008
- WOLF, D. (1997): Vahlens Großes Logistik Lexikon. Verlag Franz Vahlen und Verlag C. H. Beck. München
- WSA (2008): Portal Tideelbe. www.portaltideelbe.de/html/Main-Seite/Projekte/FRA1999/Beweissicherung/bericht2006/2Ueberblick.html, Zugriff: 19.05.2008
- WTO (2008): Datenbank der World Trade Organisation. Genf, stat.wto.org/Home/WSDBHome.aspx?Language=, Zugriff: 25.01.2008
- YOUNG H. E.; STRAND, L.; ALTENBERGER, R. (1964): Preliminary fresh and dry weight tables for seven tree species in Maine. Maine Agricultural Experiment Station, Technical Bulletin 12
- ZAUBITZER, N. (2006): Zusammenstellung der Straßenlängen in Sachsen-Anhalt nach Kreisen. Landesbetrieb Bau Sachsen-Anhalt, Straßenverwaltung, Fachbereich 23. Magdeburg. Persönliche Mitteilung vom 23.10.2006.
- ZMP (2008): Nadelschnittholz-Exporte 20 % über Vorjahr. Holz-Zentralblatt Nr. 2, 11.01.2008, S. 21
- ZMP (2007a): ZMP-Marktbilanz Forst und Holz 2007. CD-Version, Hrsg. Bitter. Bonn
- ZMP (2007b): ZMP-Marktbilanz Forst und Holz 2007. Hrsg. Bitter. Bonn
- ZOCHER (2006): Ladungssicherung Kurzholz. Forst & Technik Nr. 11, S. 12-15

X.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung II-1: Nadelstammholzeinschnitt (2004) nach Raumordnungsregionen	14
Abbildung II-2: Geplante Neu- und Erweiterungsinvestitionen bei Nadelholz.....	16
Abbildung II-3: Umsatz der Sägeindustrie	18
Abbildung III-1: Holzvorrat im europäischen Vergleich	21
Abbildung III-2: Waldfläche nach Eigentumsarten	22
Abbildung III-3: Anteil der Eigentumsarten am gesamten Holzvorrat	23
Abbildung III-4: Fichtenvorrat nach Eigentumsarten und -größenklassen	25
Abbildung III-5: Kiefernvorat nach Eigentumsarten und -größenklassen.....	26
Abbildung III-6: Potenzielles Rohholzaufkommen 2003-2022 und Kleinprivatwald- anteil für Nadelstammholz (WEHAM Szenario A).....	34
Abbildung III-7: Entwicklung des potenziellen Rohholzaufkommens für die Szenarien A und F	35
Abbildung III-8: Entwicklung des Holzvorrats für die Szenarien A und F	36
Abbildung IV-1: Entwicklung der Logistik.....	46
Abbildung IV-2: Anteile der Hauptverkehrsträger am Verkehrsaufkommen	47
Abbildung IV-3: Entwicklung des Welthandels (Exporte) 1950 – 2005	48
Abbildung IV-4: Exporte des Welthandels 2005	49
Abbildung IV-5: Infrastruktur der Eisenbahn	57
Abbildung IV-6: Start der Logistikkette im Wald mit dem Lkw.....	61
Abbildung IV-7: Logistikkette mit der Eisenbahn	64
Abbildung IV-8: Minimalanforderungen an Holzverladebahnhöfe.....	66
Abbildung IV-9: Optimale Ausstattung von Holzverladebahnhöfen	67
Abbildung IV-10: Bedeutung von Verladungsarten.....	68
Abbildung IV-11: Bedeutung weiterer Einrichtungen	69
Abbildung IV-12: Transportentscheidung	70
Abbildung IV-13: Holzverladebahnhöfe und Gleisanschlüsse	72
Abbildung IV-14: Logistikkette mit der Binnen- / Seeschifffahrt	74
Abbildung IV-15: Minimalanforderungen an den Rundholzumschlag in Häfen.....	77
Abbildung IV-16: Optimale Ausstattung für den Rundholzumschlag in Häfen	78
Abbildung IV-17: Bedeutung der Umschlagarten.....	79
Abbildung IV-18: Bedeutung der Verkehrsanbindung.....	80
Abbildung IV-19: Transportentscheidung	80

Abbildung IV-20: Häfen und Holzumschlag	82
Abbildung IV-21: Entwicklung der durchschnittlichen Dieselpreise 1950-2007	87
Abbildung IV-22: Wirtschaftliche Übergangsentfernungen: Lkw – Eisenbahn	88
Abbildung VI-1: Nadelstammholzeinschnitt 2005 und 2009	99
Abbildung VI-2: Stichprobenfehler in Abhängigkeit der Waldfläche.....	101
Abbildung VI-3: Modellaufkommen von Nadelstammholz	107
Abbildung VI-4: Module im Modell der regionalen Rohstoffverteilung	116
Abbildung VI-5: Dateien des Datenimports.....	117
Abbildung VI-6: Modellschritt 1	118
Abbildung VI-7: Modellschritt 2 – Entfernungen und Transportbeschränkung.....	119
Abbildung VI-8: Modellschritt 2 – Bildung von Gewichtssumme und Gewichten	120
Abbildung VI-9: Modellschritt 2 – Bildung der Angebotstabelle	120
Abbildung VI-10: Modellschritt 2 – Bildung der Logistiktabelle	121
Abbildung VI-11: Modellschritt 2 – Mengenverteilung auf Transportmittel.....	122
Abbildung VI-12: Modellschritt 2 – verbliebene Mengen.....	122
Abbildung VI-13: Kombinationsmöglichkeiten in den Szenarien.....	124
Abbildung VI-14: Zunahme der Komplexität von Szenarien	125
Abbildung VII-1: Entwicklung der Mengen über Entfernungsradien.....	130
Abbildung VII-2: Szenario 15 – Aufkommen Nadelstammholz (Startwerte).....	132
Abbildung VII-3: Szenario 15 – Verwendung Nadelstammholz (Startwerte).....	133
Abbildung VII-4: Szenario 15 – Entfernungsradius 0 für Nadelstammholz	134
Abbildung VII-5: Szenario 15 – Entfernungsradius 50 für Nadelstammholz	135
Abbildung VII-6: Szenario 15 – Entfernungsradius 100 für Nadelstammholz	136
Abbildung VII-7: Szenario 15 – Entfernungsradius 150 für Nadelstammholz	137
Abbildung VII-8: Szenario 15 – Entfernungsradius 200 für Nadelstammholz	138
Abbildung VII-9: Szenario 15 – Entfernungsradius 250 für Nadelstammholz	139
Abbildung VII-10: Szenario 15 – Entfernungsradius 300 für Nadelstammholz	140
Abbildung VII-11: Szenario 15 – Entfernungsradius 350 für Nadelstammholz	141
Abbildung VII-12: Szenario 15 – Entfernungsradius 400 für Nadelstammholz	142
Abbildung VII-13: Szenario 15 – Entfernungsradius 500 für Nadelstammholz	143
Abbildung VII-14: Szenario 15 – Entfernungsradius 1000 für Nadelstammholz	144
Abbildung VII-15: Szenario 15 – Transportmengenanteile an Entfernungsradien ..	145

Abbildung VII-16: Szenario 15 – Zusammenfassung.....	147
Abbildung VII-17: Entwicklung der Raumordnungsregionen – Szenario 15	148
Abbildung VII-18: Szenario 14 – Zusammenfassung.....	149
Abbildung VII-19: Entwicklung der Raumordnungsregionen – Szenario 14	150
Abbildung VII-20: Szenario 47 – Zusammenfassung.....	152
Abbildung VII-21: Entwicklung der Raumordnungsregionen – Szenario 47	153
Abbildung VII-22: Szenario 31 – Zusammenfassung.....	154
Abbildung VII-23: Entwicklung der Raumordnungsregionen – Szenario 31	155
Abbildung VII-24: Szenario R – Zusammenfassung	157
Abbildung VII-25: Potenziale und Knappheiten gegenüber Entfernungsradien	158
Abbildung VII-26: Verhältnis von Mengen und Raumordnungsregionen	159
Abbildung VII-27: Sättigung der Szenarien – Deutschland gesamt	161
Abbildung VII-28: Sättigung der Szenarien – Norden	162
Abbildung VII-29: Sättigung der Szenarien – Osten	162
Abbildung VII-30: Sättigung der Szenarien – Westen.....	163
Abbildung VII-31: Sättigung der Szenarien – Süden	164
Abbildung VIII-1: Transportiertes Rundholz nach Entfernungsklassen.....	176
Abbildung VIII-2: Szenario 30 – Zusammenfassung.....	178
Abbildung X-1: Raumordnungsregionen in Deutschland	211
Abbildung X-2: Regierungsbezirke nach Bundeswaldinventur in Deutschland.....	212
Abbildung X-3: Güterverkehrszentren und KV-Terminals.....	230
Abbildung X-4: Entwicklung der Mengen über Entfernungsradien – Teil 1	234
Abbildung X-5: Entwicklung der Mengen über Entfernungsradien – Teil 2.....	235
Abbildung X-6: Anteile der Entfernungen an Transportmengen – Teil 1.....	236
Abbildung X-7: Anteile der Entfernungen an Transportmengen – Teil 2.....	237
Abbildung X-8: Szenario 5 – Zusammenfassung.....	238
Abbildung X-9: Szenario 6 – Zusammenfassung.....	239
Abbildung X-10: Szenario 7 – Zusammenfassung.....	240
Abbildung X-11: Szenario 8 – Zusammenfassung.....	241
Abbildung X-12: Szenario 13 – Zusammenfassung.....	242
Abbildung X-13: Szenario 16 – Zusammenfassung.....	243
Abbildung X-14: Szenario 37 – Zusammenfassung.....	244

Abbildung X-15: Szenario 38 – Zusammenfassung.....	245
Abbildung X-16: Szenario 39 – Zusammenfassung.....	246
Abbildung X-17: Szenario 40 – Zusammenfassung.....	247
Abbildung X-18: Szenario 45 – Zusammenfassung.....	248
Abbildung X-19: Szenario 46 – Zusammenfassung.....	249
Abbildung X-20: Szenario 48 – Zusammenfassung.....	250
Abbildung X-21: Szenario 62 – Zusammenfassung.....	251
Abbildung X-22: Szenario 63 – Zusammenfassung.....	252

X.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle II-1: Erfasster Nadelstammholzeinschnitt (2004) nach Größenklassen	12
Tabelle II-2: Erfasster Nadelstammholzeinschnitt (2004) nach Bundesländern.....	13
Tabelle II-3: Geplante Neu- und Erweiterungsinvestitionen bei Nadelstammholz	15
Tabelle III-1: Waldflächen und Bewaldungsprozente der Bundesländer	21
Tabelle III-2: Kennzahlen Fichte	24
Tabelle III-3: Kennzahlen Kiefer	25
Tabelle III-4: Ausgewählte Steuerparameter des Nutzungsmodells	29
Tabelle III-5: Ausgewählte Steuerparameter des Sortierungsmodells	29
Tabelle III-6: Potenzielles Rohholzaufkommen 2003-2042 – Holzartengruppen	31
Tabelle III-7: Potenzielles Rohholzaufkommen 2003-2042 – Sorten	31
Tabelle III-8: Potenzielles Rohholzaufkommen 2003-2042 – Eigentumsarten.....	32
Tabelle III-9: Potenzielles Rohholzaufkommen – Nadelstammholz (WEHAM A).....	33
Tabelle III-10: Mobilisierungsdaten in den alten Bundesländern 1987 bis 2002.....	38
Tabelle III-11: Mobilisierungsgrade in den alten Bundesländern 1987 bis 2002.....	39
Tabelle IV-1: Maut – Kategorien	56
Tabelle IV-2: Straßenlängen des überörtlichen Verkehrs	60
Tabelle IV-3: Anteile der Verladungsarten	68
Tabelle IV-4: Beeinflussung der Attraktivität beim Kunden	78
Tabelle IV-5: Transportmengen der Güterhauptgruppe Holz und Kork	83
Tabelle IV-6: Einflussfaktoren auf Holztransportkosten	85
Tabelle IV-7: Einflussfaktoren auf Transportkosten bei der Eisenbahn	87
Tabelle VI-1: Inländischer Nadelstammholzeinschnitt (2005) abzüglich Importe.....	98
Tabelle VI-2: Einschlaganteile für die Holzartengruppen Fichte und Kiefer.....	102
Tabelle VI-3: Inländisches Nadelstammholzaufkommen abzüglich Exporte.....	105
Tabelle VI-4: Neu berechnetes Aufkommen von Nadelstammholz.....	106
Tabelle VI-5: Berechnete Szenarien.....	125
Tabelle VII-1: Übersicht zu Szenarien (Start bis Entfernungsradius 200).....	128
Tabelle VII-2: Übersicht zu Szenarien (Entfernungsradien 250 bis 1000)	129
Tabelle VII-3: Ungesättigte Raumordnungsregionen über alle Szenarien	164
Tabelle X-1: Holz- und Baumartengruppen	223
Tabelle X-2: Rankingtabellen.....	231

X.4 Abkürzungen und Symbole

°	Grad
&	und
§	Paragraph
%	Prozent
∅	Durchmesser / Durchschnitt
∑	Summenzeichen
√	Wurzel
>	größer als
≥	größer gleich
=	gleich
≤	kleiner gleich
<	kleiner als
±	Plus / Minus
\$	Dollar
€	Euro
π	Pi
a	Jahr
A	Aufkommen / Anbieter
A _x	Ast (unterschiedlicher Dicke)
ABl.	Amtsblatt
ADAC	Allgemeiner Deutscher Automobil-Club
AEG	Allgemeines Eisenbahngesetz
AFZ	Allgemeine Forst Zeitschrift
AG	Aktiengesellschaft
ARCCOS	Arkuskosinus
ASB	Anweisung Straßeninformationsbank
atro	absolut trocken
Bhd	Brusthöhendurchmesser
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
BMJ	Bundesministerium der Justiz
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
BMVBW	Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen
BtL	Biomass to Liquid (Biomasse zu Flüssigkeit)
BUWAL	Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
BWI ²	zweite Bundeswaldinventur
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
cm	Zentimeter
Co.	Compagnie
COS	Kosinus
CSV	Comma Separated Values (kommagetrennte Werte)
DIN	Deutsches Institut für Normung

div.	diverse
DRW	Dr. Rudolf Weinbrenner
e	Einheitskugel
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EEG	Erneuerbares-Energien-Gesetz
EEV	Enhanced Environmentally Friendly Vehicle (verbesserte umweltfreundliche Fahrzeuge)
Efm	Erntefestmeter
EIU	Eisenbahninfrastrukturunternehmen
ELWIS	Elektronisches Wasserstraßen-Informationssystem
EN	Europäische Norm
et al.	und andere
ETH	Eidgenössische Technische Hochschule
Euwid	Europäischer Wirtschaftsdienst
EVU	Eisenbahnverkehrsunternehmen
EWG	Europäische Wirtschaftsgemeinschaft
f.	folgende
Fa.	Firma
ff.	Pluralform für f.
FIS	Forschungs-Informations-System
Fm	Festmeter
g _j	Grundflächen
GA	Gleisanschluss
GeoDat	Geografische Standards für die Holzlogistik
gGmbH	gemeinnützige Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GIS	Geographisches Informationssystem
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GPS	Global Positioning System
GVZ	Güterverkehrszentrum
h	Stunde
h _j	mittlere Höhen eines Bestandes
h _L	Mittelhöhe nach LOREY
ha	Hektar
HAF	Holzabsatzfond
Hb	Hauptbestand
Hrsg.	Herausgeber
Hvbhf	Holzverladebahnhof
IHB	Internationale Holzbörse
Lkw	Lastkraftwagen
KG	Kommanditgesellschaft
KGS	Kostensätze Gütertransport Straße
KLV	Kombinierter Ladungsverkehr
km	Kilometer
km/h	Kilometer pro Stunde

KV	Kombinierter Verkehr
KWF	Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik e.V.
L1a	Mittenstärkeklasse 10 bis 14 cm ohne Rinde
LlSt	Landesinstitut für Straßenbau
Lkw	Lastkraftwagen
lutro	lufttrocken
m	Meter
m ³	Kubikmeter
m. R.	mit Rinde
Max.	Maximum
mbh	mit beschränkter Haftung
Med.	Median
Min.	Minimum
Mio.	Millionen
mm	Millimeter
Mora C	Marktorientiertes Angebot Cargo
Mrd.	Milliarde
MS	Mittenstärke
MURL	Ministerium für Umwelt, Raumplanung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen
n	neutral
N	Nachfrager / Nadeln
n. n. b	nicht näher bezeichnet
NavLog GmbH	Gesellschaft für Navigations- und Logistikunterstützung in der Forst- und Holzwirtschaft mbH
Nr.	Nummer
NRW	Nordrhein-Westfalen
nvDH	nicht verwertbares Derbholz
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development (Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung)
o. R.	ohne Rinde
o. ä.	oder ähnliches
PI	Plenterwald
PLZ	Postleitzahl
r	Radius
R	Rinde
RFID	Radio Frequency Identification (Identifizierung elektromagnetischer Wellen)
Rh	Reisholz
Rm	Raummeter
ROR	Raumordnungsregion
RoRo	Roll-on Roll-off (rauf- und runterrollen)
S	Stammderbholz ohne Rinde / Schadstoffklasse
S[Zahl]	Szenario[Zahl]
s.	siehe

S.	Seite
SH-SIB	Straßeninformationsbank Schleswig-Holstein
SNP	Sägenebenprodukte
SIN	Sinus
Sonst.	Sonstiges
St	Stubben
StVZO	Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung
t	Tonne
T	Transport
TPS	Trassenpreissystem
u. a.	unter anderem
u. a. O.	und andere Orte
u. M. v.	unter Mitarbeit von
UPM	Universal Projekt Management
US	United States (Vereinigte Staaten)
USA	United States of America (Vereinigte Staaten von Amerika)
usw.	und so weiter
V	Verwendung
vDH	verwertbares Derbholz
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VDS	Verband der Deutschen Säge- und Holzindustrie e.V.
Vfm	Vorratsfestmeter
vRh	verwertbares Reisholz
W _x	Wurzel (unterschiedlicher Dicke)
WEHAM	Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung
WESKA	Europäischer Schifffahrts- und Hafenkalendar
WHF	Wald-Holz-Forst
WSA	Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes
WTO	World Trade Organisation (Welthandelsorganisation)
x	Variable
XML	Extensible Markup Language (erweiterbare Auszeichnungssprache)
Z	Zopf
z. B.	zum Beispiel
z. T.	zum Teil
ZMP	Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle GmbH

X.5 Raumordnungsregionen

Abbildung X-1: Raumordnungsregionen in Deutschland



Stand: 31.12.1999

Quelle: KOCKS, SCHLÖMER (1999, S. 844), eigene Darstellung

X.6 Regierungsbezirke nach Bundeswaldinventur

Abbildung X-2: Regierungsbezirke nach Bundeswaldinventur in Deutschland



Erläuterung: In Bundesländern ohne diese Verwaltungseinheit wurden die Bundesländer in Gebiete unterteilt, die in ihrer Größe bereits bestehenden Regierungsbezirken ähneln. Die Stadtstaaten Berlin, Bremen und Hamburg wurden anderen Regierungsbezirken räumlich eingegliedert.

Quelle: POLLEY, KROIHER (2006b), eigene Darstellung

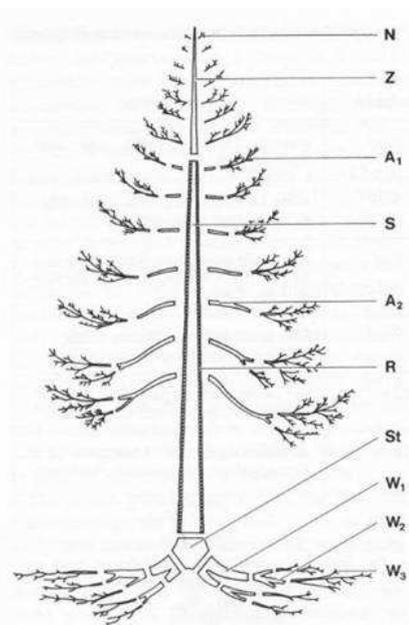
X.7 Glossar Forst- und Holzwirtschaft

Dieser Teil des Anhangs dient der Bestimmung von Begriffen, die in Forst- und Holzwirtschaft angewandt werden. Nicht alle Begriffe werden in dieser Arbeit verwendet. Trotzdem werden sie wegen einer möglichen Verwechslungsgefahr mit artverwandten Begriffen erläutert. Zusätzlich werden manche dieser Begriffe mit Beispielen erklärt. Kursiv geschriebene Wörter werden definiert.

Ablängen	Zuschnitt des <i>Rundholzes</i> auf bestimmte Längen (HAPLA 2003, S. 8).
Altersklassen	<i>Bestände</i> werden in Klassen von jeweils 20 Jahren eingeteilt (HAPLA 2003, S. 30 f.).
Ast	Seitenverzweigung des <i>Stammes</i> (SCHÜTT ET AL. 2002, S. 56). YOUNG ET AL. (1964) definieren <i>Äste</i> als Seitenachsen mit einem Durchmesser von über 2,5 cm.
Astderbholz	<i>Derbholz</i> , das von einem <i>Ast</i> herrührt (ENGLERT 2007b).
Astreisig	s. <i>Zweige</i>
Aushaltung	Einteilung und Zuschnitt des gefällten <i>Stammes</i> nach Größe und Qualität (HAPLA 2003, S. 79).
Baum	Im biologischen Sinn eine verholzte Pflanze, die bei ungestörtem Wachstum mindestens eine Höhe von sechs Metern erreicht (SCHÜTT ET AL. 2002, S. 62) und dabei aus <i>Wurzeln</i> , <i>Stamm</i> mit <i>Ästen</i> und <i>Krone</i> besteht (HAPLA 2003, S. 99, BRÖKER 2003, S. 99).
Baumartengruppe	Die Bundeswaldinventur fasst einzelne Baumarten mit ähnlichen Merkmalen zusammen (BMELV 2004a). Eine Übersicht findet sich im Anhang X.8.

Baum-Biomasse Sie ist die *Biomasse* bzw. *Dendromasse* eines Lebensraumes, der aus einem einzelnen *Baum* besteht. Nach YOUNG ET AL. (KRAMER 1988, S. 42) teilt sich die *Baum-Biomasse* wie folgt auf:

N = Nadeln, Z = *Zopf*,
 A₁ = *Astreisig* ≤ 2,5 cm Ø,
 A₂ = *Äste* > 2,5 cm Ø,
 S = *Stammderbholz* ohne *Rinde*, R = *Rinde*,
 St = *Stubben*,
 W₁ = *Wurzeln* > 10 cm Ø,
 W₂ = *Wurzeln* 2,5 – 10 cm Ø,
 W₃ = *Wurzeln* < 2,5 cm Ø



Baumholz *Baumholz* wird nach KRAMER (1988, S. 45) als gesamte oberirdische Masse eines *Baumes* (*Derbholz* ca. 70-80 % und *Reisholz* ca. 20-30 %) definiert.

	<p>In einem anderen Zusammenhang beschreibt <i>Baumholz</i> eine Alterstufe im Entwicklungszustand eines <i>Bestandes</i>, wobei sich die <i>Bestände</i> mit einer durchschnittlichen Stammstärke von mindestens 20 cm in Brusthöhe auszeichnen (HAPLA 2003, S. 101).</p>
Bestand	<p>Ein Teil des <i>Waldes</i>, der sich räumlich durch die Zusammensetzung von Baumarten, Alter und Wachstum von seiner Umgebung deutlich abgrenzen lässt (HAPLA 2003, S. 125).</p>
Bestandesformzahl	<p>Sie dient der Berechnung des <i>Vorrates</i> eines <i>Bestandes</i> und entspricht der Formzahl des Einzelbaumes (BACHMANN 2003). Diese Formzahl ist der Quotient des tatsächlichen Volumens eines <i>Baumes</i> und demjenigen eines theoretischen Körpers in Form einer Walze, deren Durchmesser dem <i>Brusthöhendurchmesser</i> und die Länge, die der Baumhöhe entspricht (HEUVELDOP, BICK 2000).</p>
Bestandesmittelhöhe	<p>Sie ist die durchschnittliche Höhe eines <i>Bestandes</i>, mit deren Hilfe die Volumenberechnung durchgeführt wird (BACHMANN 2003).</p>
Bestandesschicht	<p>Ein <i>Bestand</i> wird in Abhängigkeit der vorhandenen <i>Bäume</i> in verschiedene Höhen eingeteilt und dadurch vertikal gegliedert. Um eine <i>Bestandesschicht</i> bilden zu können, müssen die einzelnen <i>Kronen</i> in gleicher Höhe über dem Boden wachsen (BMELV 2004a).</p>
Bestandessortentafel	<p>Tabellarische Übersichten, aus denen sich der <i>Vorrat</i> von <i>Beständen</i> nach Sorten aufgliedern lässt. Für unterschiedliche Baumarten können anhand des <i>Mittendurchmessers</i> Anteile von <i>Stammholz</i> und <i>Industrieholz</i> ermittelt werden. Bezugseinheit ist der <i>Erntefestmeter</i> ohne <i>Rinde</i> (SCHÖPFER, DAUBER 1989, S. 5).</p>
Biomasse	<p>Sie umfasst die vorhandene Gesamtmasse organischen Ursprungs in einem Lebensraum (WEH 2003, S. 141 f.). Der Begriff „<i>Biomasse</i>“ hat sich im Sprachgebrauch eingebürgert, auch wenn in Bezug auf die Biomasse der <i>Bäume</i> der Begriff „<i>Dendromasse</i>“ präziser ist (KRAMER 1988, S. 42).</p>
Brennholz	<p><i>Brennholz</i> umfasst laut HAPLA (2003, S. 183) das nicht für stoffliche Verwertungszwecke geeignete <i>Holz</i>. Es ist kein eigenes Sortiment im Sinne der <i>Handelsklassen für Rohholz</i>. <i>Brennholz</i> wird hier also unter dem traditionellen Aspekt als Brennmaterial für Öfen, kleinere Verbrennungsanlagen zur Energie- und Wärmegewinnung o. ä. verstanden.</p> <p>Dieser älteren Definition von <i>Brennholz</i> steht eine neuere Begriffsbildung gegenüber, da sich bestimmte Holzsortimente seit wenigen Jahren für energetische, industrielle Zwecke etabliert haben. Demnach setzt sich <i>Brennholz</i> aus <i>Waldhackschnitzeln</i> und <i>Waldrestholz</i> zusammen. Selbst geringwertiges <i>Industrieholz</i> für eine mögliche stoffliche Verwertung wird auch als <i>Brennholz</i> verkauft. Zwar werden damit wie bisher noch Öfen und kleinere Verbrennungsanlagen zur Energie- und Wärmegewinnung befeuert, jedoch werden mit den genannten Sortimenten auch Anlagen im großindustriellen Maßstab beliefert</p>

	(ENGLERT 2007b). Wie wandelbar der Begriff <i>Brennholz</i> im Hinblick auf die energetische Verwendung ist, zeigt eine noch aktuellere Entwicklung. Zur Versorgung von BtL-Anlagen (Biomass to Liquid – Biomasse in flüssigen Brennstoff wandeln) kaufen deren Betreiber <i>Holz</i> für eine stoffliche Verwertung. Die Verwertung in einer BtL-Anlage kann insofern als stofflich interpretiert werden, weil aus dem <i>Holz</i> Brennstoff erzeugt wird. Erst dieser aus <i>Holz</i> hergestellte Brennstoff dient dann einer energetischen Verwertung (ENGLERT 2007b).
Brusthöhen-durchmesser	Der Durchmesser des stehenden <i>Baumes</i> wird in einer Höhe von 1,3 m gemessen. Er dient als eine der wenigen, direkt und ohne größeren praktischen Aufwand ermittelbaren Messgrößen zur Berechnung des Volumens eines <i>Baumes</i> (HEUVELDOP, BICK 2000).
Dendromasse	Die <i>Dendromasse</i> (KRAMER 1988, S. 42) ist die Summe der in einem Lebensraum zu <i>Bäumen</i> gehörenden Bestandteile.
Derbholz	Oberirdische Holzmasse mit einem Durchmesser von über 7 cm Durchmesser mit <i>Rinde</i> . Dies schließt sowohl den <i>Schaft</i> , als auch <i>Äste</i> mit ein. Nach der <i>Fällung</i> wird das am <i>Stubben</i> verbleibende <i>Schaftholz</i> dem <i>Ernteverlust</i> hinzugerechnet (HAPLA 2003, S. 244). In der Darstellung von YOUNG ET AL. (1964) beim Begriff „ <i>Baum-Biomasse</i> “ beginnt das <i>Derbholz</i> an der breitesten Stelle des <i>Stubbens</i> . International unterscheiden sich aber z. T. die Definitionen von <i>Derbholz</i> . In manchen Ländern wird zum <i>Derbholz</i> nur die oberirdische Holzmasse von über 7 cm Durchmesser mit <i>Rinde</i> ab dem <i>Fällkerb</i> und nicht ab dem Boden berücksichtigt (ENGLERT 2007b). In dieser Arbeit wird die in Deutschland anerkannte Definition nach HAPLA verwendet.
Derbholzrinde	<i>Rinde</i> , die das <i>Derbholz</i> umgibt.
Durchforstung	Pflegemaßnahme, bei der mehrere <i>Bäume</i> entnommen werden, damit der <i>Bestand</i> stabilisiert und gezielt gesteuert werden kann (SCHÜTT ET AL. 2002, S. 146).
Einschlag	Jährlich oder periodisch geerntete Holzmenge (HAPLA 2003, S. 298).
Einzelbaummodell	Einzelbäume werden in ihrer Entwicklung beschrieben und können zu Bestandesdaten zusammengefasst werden.
Entasten	Nach dem <i>Fällen</i> werden die <i>Äste</i> vom <i>Stamm</i> entfernt (WEH 2003, S. 312).
Erntefestmeter	Eine theoretische Größe in Kubikmeter [m ³] (noch heute ist in der <i>Forstwirtschaft</i> die offiziell nicht mehr zulässige Bezeichnung <i>Erntefestmeter</i> [Efm] für dieses Maß gebräuchlich – 1 Efm = 1 m ³) zur Abschätzung des <i>verwertbaren Derbholzes</i> . Der <i>Erntefestmeter</i> wird durch Abschläge für <i>Rinde</i> und <i>Ernteverlusten</i> (je ca. 10%) aus dem <i>Vorratsfestmeter</i> hergeleitet

	(BMELV 2004a). Als Faustformel gilt näherungsweise: Erntefestmeter = 0,8 * Vorratsfestmeter (nach HAPLA 2003, S. 319)
Ernteverlust	Der <i>Ernteverlust</i> wird im Durchschnitt mit zehn Prozent angesetzt und ist neben dem Rindenabschlag die Differenz zwischen dem Volumen stehender <i>Bäume</i> (<i>Vorratsfestmeter</i>) und der aus ihnen zum Verkauf aufbereiteten <i>Stämme</i> (HAPLA 2003, S. 319).
Fällen	Wird als das Trennen des <i>Stammes</i> vom <i>Stock</i> bezeichnet (WEH 2003, S. 338 f.).
Fällkerb	Keilförmiger Schnitt in den <i>Stamm</i> , der die Fällrichtung vorgibt (WEH 2003, S. 339).
Festmeter	Als <i>Festmeter</i> [Fm] (noch heute in der <i>Holzwirtschaft</i> als offiziell nicht mehr zulässige Bezeichnung gebräuchlich – 1 Fm = 1 m ³) wird in der <i>Holzwirtschaft</i> die Volumeneinheit des seitens der <i>Forstwirtschaft</i> verkaufsfertig aufbereiteten, liegenden, ohne <i>Rinde</i> gemessenen <i>Holzes</i> bezeichnet. Im Gegensatz zum <i>Raummeter</i> wird beim <i>Festmeter</i> darauf abgestellt, dass es sich bei dem Kubikmeter nur um <i>Holz</i> handelt (ENGLERT 2007b).
Forstbetriebsgemeinschaft	Eine Form des <i>forstwirtschaftlichen Zusammenschlusses</i> zur Bewirtschaftung von Grundstücken, die ungünstig ausgeformt, zersplittert oder unzureichend erschlossen sind (VOLZ 2003, S. 413 f.).
Forsteinrichtung	Ein spezielles Arbeitsgebiet in der <i>Forstwirtschaft</i> , das regelmäßig die Datengrundlagen erneuert, aufgrund derer der Zustand des Forstbetriebes beschrieben wird und dessen Planung zur Nutzung des <i>Waldes</i> basiert (HAPLA 2003, S. 408).
Forstwirtschaft	Sie ist die planmäßige Bewirtschaftung der Waldflächen, insbesondere zur Produktion von <i>Holz</i> und zur Bereitstellung von Infrastrukturleistungen wie z. B. Luftreinhaltung und Schutz vor Erosion (HAPLA 2003, S. 413).
Forstwirtschaftlicher Zusammenschluss	Eine nach dem Bundeswaldgesetz organisierte Kooperation zwischen Waldeigentümern, die eine erfolgreiche Waldbewirtschaftung anstrebt (VOLZ 2003, S. 413 f.).
Forwarder	Ein mit Kran ausgestatteter Tragschlepper, der das <i>Holz</i> am Ernteort aufnimmt, an die Waldstraße transportiert und dort entweder in <i>Poltern</i> lagert oder direkt auf einen Holztransporter umlädt (WEH 2003, S. 281).
Handelsklassen für Rohholz	Dieser Bezeichnung liegt ein System zu Grunde, das den Handel von <i>Rohholz</i> regelt. Unter der Bezeichnung „ <i>Handelsklassen für Rohholz</i> “ darf <i>Rohholz</i> gehandelt werden, wenn es bestimmten Anforderungen an Stärke, Güte und besonderem Verwendungszweck genügt (HAPLA 2003, S. 501 ff.).
Harvester	Forstspezialmaschine, die alle Arbeitsschritte vom <i>Fällen</i> bis zum Ablegen zugeschnittener Abschnitte durchführen kann (WEH 2003, S. 586).
Hauptbestand	Es handelt sich um die wirtschaftlich bedeutendste <i>Bestandes-</i>

	<i>schicht</i> . Als <i>Hauptbestand</i> wird grundsätzlich die oberste <i>Bestandesschicht</i> bezeichnet, wenn sie mindestens 5/10 des Bodens mit den <i>Kronen</i> abdeckt (BMELV 2004a).
Hiebsreife	<i>Bäume</i> haben eine Dimension erreicht, die deren Entnahme aus <i>forstwirtschaftlicher</i> Sicht lohnenswert erscheinen lässt.
Holz (Xylem)	Gewebe von <i>Bäumen</i> und Sträuchern, das aus unterschiedlichen Zellen besteht (KLEIN 1997). Daneben wird der Begriff „ <i>Holz</i> “ im Sinne anderer Synonyme gebraucht wie z. B. <i>Rohholz</i> .
Holzartengruppe	Der regelmäßig erscheinende Holzmarktbericht fasst die Baumarten zu vier <i>Holzartengruppen</i> zusammen. Für die Ergebnisdarstellung des potenziellen Rohholzaufkommens fasst die Bundeswaldinventur die <i>Baumartengruppen</i> ebenfalls zu <i>Holzartengruppen</i> zusammen (BMELV 2004a). Eine Übersicht findet sich im Anhang X.8.
Holzernte	Sie bezeichnet die Entnahme (<i>Fällen, Aufarbeiten</i>) der <i>Bäume</i> aus dem <i>Wald</i> und die Bereitstellung des <i>Holzes</i> zum Abtransport (HAPLA 2003, S. 559).
Holzwirtschaft	Wirtschaftsbereich um den Roh- und Werkstoff <i>Holz</i> (Huss 2003, S. 621).
Industrieholz	<i>Derbholz</i> in Form von aufbereiteten Stammteilen, dem ein besonderer Verwendungszweck zugeordnet ist. Dieser besteht im Einsatz als Rohstoff in der Holzwerkstoff- und Zellstoffindustrie, in denen das <i>Industrieholz</i> mechanisch zerkleinert und eventuell auch chemisch aufgeschlossen wird (HAPLA 2003, S. 635). Da das Sortiment <i>Industrieholz</i> auf einer Qualitätssortierung beruht, ist der Übergang zum Sortiment <i>Stammholz</i> in der Aushaltungspraxis fließend. Innerhalb gewisser Grenzen kann, je nach Einschätzung der Qualität (<i>Handelsklassen für Rohholz</i>) und der Marktlage, <i>Derbholz</i> als <i>Industrie-</i> oder <i>Stammholz</i> verkauft werden.
Kalamität	Vernichtung oder Beschädigung großer Waldflächen (HAPLA 2003, S. 653).
Kleinprivatwald	Waldbesitz privater Eigentümer mit einer Fläche von bis zu 20 ha.
Krone	Oberer Bereich des <i>Stammes</i> , der mit lebenden <i>Ästen</i> und <i>Zweigen</i> besetzt ist (SCHÜTT ET AL. 2002, S. 254).
Mittelhöhe	Für die Berechnung der so genannten Mittelhöhe nach LOREY (h_L) werden die Summen der Grundflächen (g_j) und die mittleren Höhen (h_j) der jeweiligen Höhenstufen im Bestand benötigt. Die Grundfläche einer Höhenstufe setzt sich aus der Grundflächensumme der in der jeweiligen Höhenstufe enthaltenen Bäume zusammen. Die mittlere Höhe einer Höhenstufe ergibt sich auf ähnliche Weise, nur dass dann die durchschnittliche Höhe errechnet wird:

	Mittelhöhe nach LOREY: $h_L = \frac{g_1 \cdot h_1 + g_2 \cdot h_2 + \dots + g_n \cdot h_n}{g_1 + g_2 + \dots + g_n},$
	1 = 1. Höhenstufe bis n = n-te Höhenstufe
	Durch diese Vorgehensweise erhalten Bäume mit größerem Durchmesser ein höheres Gewicht in der Berechnung (HEUVELDOP, BICK 2000).
Mittendurchmesser	Sie ist die Längenmitte eines liegenden <i>Rundholzes</i> (WEH 2003, S. 85) und wird neben der Rundholzlänge zur Berechnung des <i>Festmeters</i> herangezogen.
Mittenstärkeklasse	<i>Stammholz</i> wird nach seiner <i>Mittenstärke</i> in Klassen eingeteilt. Die Klassenbezeichnung L1a steht für eine <i>Mittenstärke</i> von 10 bis 14 cm ohne <i>Rinde</i> (LOHMANN 2003, S. 85).
Mittenstärke	s. <i>Mittendurchmesser</i>
Mobilisierung	s. <i>Rohholzmobilisierung</i>
Nachhaltigkeit	Ursprünglich wurde <i>Nachhaltigkeit</i> so definiert, dass nicht mehr <i>Holz</i> eingeschlagen werden darf als nachwächst. Nach heutiger Auffassung „... ist der <i>Wald</i> so zu bewirtschaften, dass er seine vielfältigen Aufgaben für die Gesellschaft in unverminderter Form dauerhaft erfüllen kann.“ (VOLZ 2003, S. 105).
nicht verwertbares Derbholz	Der Teil des <i>Derbholzes</i> , der aus zumeist ökonomischen Gründen keiner Verwertung zugeführt werden kann und ohne Aufarbeitung im <i>Wald</i> verbleibt. Der Anteil des <i>nicht verwertbaren Derbholzes</i> kann sich aber verringern, wenn es sich beispielsweise aus ökonomischen Gründen lohnt, Teile aus diesem Sortiment einer Verwertung zuzuführen. Dies kann sich darin äußern, dass z. B. der Zopfdurchmesser von 15 auf 12 cm heruntersetzt wird. <i>Nicht verwertbares Derbholz</i> setzt sich im Rahmen der Bundeswaldinventur aus <i>U-</i> und <i>X-Holz</i> zusammen (BMELV 2004a). In jüngster Zeit kommt es immer häufiger vor, dass Teile des nach dem <i>Fällen</i> ursprünglich <i>nicht verwertbaren Derbholzes</i> als <i>Brennholz</i> verwertet werden. Über diesen Vorgang liegen aber in der Statistik keine gesicherten Daten vor.
Normalwaldmodell	Mit dem Begriff „Normalwaldmodell“ wird eine forstwirtschaftliche Zielsetzung beschrieben, in der alle <i>Altersklassen</i> in einer gleichmäßigen Flächenausstattung vorliegen.
Plenterwald	In dieser Art Wirtschaftswald geschieht die Verjüngung auf natürlichem Wege und auf derselben Fläche kommen bei <i>Bäumen</i> alle <i>Altersklassen</i> vor (SCHÜTT ET AL. 2002, S. 388).
Polter	Platz, an dem Holz zwischengelagert wird (WEH 2003, S. 193, SOINÉ 2003, S. 193).
Poltern	Lagerung des <i>Holzes</i> zwischen dem <i>Rücken</i> und dem Abtransport des <i>Holzes</i> (WEH 2003, S. 193).
Raummeter	Der <i>Raummeter</i> [Rm] ist eine inoffizielle Bezeichnung in der <i>Forst-</i> und <i>Holzwirtschaft</i> für einen Kubikmeter [m ³], der gesta-

	<p>peltes oder geschichtetes <i>Holz</i> beschreibt. Im Unterschied zum <i>Festmeter</i>, der sich auf die Holzsubstanz bezieht, sind im <i>Raummeter</i> die Holzsubstanz und die Hohlräume zwischen dem gestapelten oder geschichteten <i>Holz</i> enthalten. Es gilt folgende Umrechnungsregel für alle Holzarten (HAPLA 2003, S. 245):</p> <p>1 Rm m. R. = 0,7 Fm o. R. oder 1 Rm o. R. = 0,8 Fm o. R.</p>
Reisholz	Oberirdische Holzmasse mit einem Durchmesser von bis zu 7 cm Durchmesser mit <i>Rinde</i> (KRAMER 1988, S. 43).
Reisholzrinde	<i>Rinde</i> , die das <i>Reisholz</i> umgibt.
Reisig	s. <i>Reisholz</i>
Rinde (Phloem)	Ein aus Zellen bestehendes Abschlussgewebe, das neben einer Versorgungs- auch eine Schutzfunktion für den <i>Baum</i> übernimmt (SCHMITT 2003, S. 262 f.).
Rohholz	Ein Begriff, der den Zustand des <i>Holzes</i> nach dem <i>Fällen</i> , <i>Entasten</i> , eventuellem <i>Ablängen</i> ohne weitergehende Bearbeitung seitens der <i>Forstwirtschaft</i> beschreibt. Das <i>Holz</i> liegt in roher Form vor und dient als Rohstoff für eine nachfolgende Verwertung. Der Begriff „ <i>Rohholz</i> “ wird oft synonym mit dem Begriff „ <i>Rundholz</i> “ verwendet (HAPLA 2003, S. 273).
Rohholzaufkommen, potenzielles	Abschätzung des zukünftigen Aufkommens an Rohholz anhand von Modellberechnungen und bestimmten Annahmen.
Rohholzmobilisierung	Ein Vorgang, der alle aufeinander aufbauenden Aktivitäten zusammenfasst, „[...] die vom Auffinden der Flächen über die Ansprache und Motivation privater Waldbesitzer bis hin zu Einschlag, Abrechnung und der Einleitung von Folgemaßnahmen reichen.“ (KRÄHENBRINK 2008).
Rücken	Transport des <i>Holzes</i> im <i>Wald</i> vom Fällort bis zum Polter am Lkw-befahrbaren Weg (WEH 2003, S. 280).
Rundholz	<i>Rundholz</i> ist ein gefällter, entasteter und entwipfelter <i>Baum</i> , der in Stammteile zerlegt sein kann. <i>Brennholz</i> fällt ebenso wie gespaltenes <i>Schichtholz</i> nicht unter <i>Rundholz</i> , wohl aber unter <i>Rohholz</i> . Trotzdem wird der Begriff „ <i>Rundholz</i> “ oft synonym mit dem Begriff „ <i>Rohholz</i> “ verwendet (HAPLA 2003, S. 282).
Schaft	Astfreier, unterer Teil eines <i>Stammes</i> (SCHÜTT ET AL. 2002, S. 469). Der Unterschied zwischen <i>Schaft</i> und <i>Stamm</i> besteht darin, dass der <i>Schaft</i> der astfreie Stammabschnitt ist, während beim <i>Stamm</i> darüber hinaus noch der astbesetzte Stammabschnitt bis zu der Stelle hinzugezählt wird, an der sich der <i>Stamm</i> in die <i>Äste</i> der <i>Krone</i> verzweigt,.
Schaftbaumholz	s. <i>Schaftholz</i>
Schaftderbholz	Die Masse des <i>Schaftes</i> über 7 cm Durchmesser mit <i>Rinde</i> (KRAMER 1988, S. 45).
Schaftholz	Die gesamte Masse des <i>Schaftes</i> ohne <i>Äste</i> (KRAMER 1988, S. 45).

Schichtholz	<p>In Stößen aufgesetztes <i>Rohholz</i>, das eine Länge von bis zu drei Metern haben kann (HAPLA 2003, S. 316).</p> <p>Eine andere Bedeutung hat der Werkstoff <i>Schichtholz</i>. Er besteht aus mehreren Lagen, bei dem die Faserrichtung in den Einzellagen möglichst parallel verläuft (HAPLA 2003).</p>
Stamm	<p>Verholzte Hauptachse von <i>Bäumen</i>, bestehend aus <i>Rinde</i> und <i>Holz</i>. Der <i>Stamm</i> verläuft vom <i>Wurzelauftrieb</i> bis zu der Stelle, an der sich der <i>Stamm</i> in die <i>Äste</i> der <i>Krone</i> verzweigt (HAPLA 2003, S. 422).</p>
Stammderbholz	s. <i>Stammholz</i>
Stammholz	<p>Begriff der <i>Aushaltung</i>. <i>Derbholz</i>, das sich aus dem eingeschlagenen <i>Stamm</i> ergibt (HAPLA 2003, S. 422).</p> <p>Es wird hauptsächlich in der Sägeindustrie zur Produktion von Schnittholz verwendet. Der Übergang zum <i>Industrieholz</i> ist fließend und erfolgt nach Qualitätskriterien (<i>Handelsklassen für Rohholz</i>) und der jeweiligen Marktlage.</p>
Stock	s. <i>Stubben</i>
Stubben	<p>Der Rest des <i>Stammes</i> und der <i>Wurzeln</i> nach dem <i>Fällen</i> (SCHÜTT ET AL. 2002, S. 503).</p>
U-Holz	<p>Ein Teil des <i>nicht verwertbaren Derbholzes</i>, das in der Regel im <i>Wald</i> verbleibt (z. B. <i>Derbholz</i> aus der <i>Krone</i> oder dem Stammteil des <i>Stubbens</i>). Im Gegensatz zum <i>X-Holz</i> fallen keine Aufarbeitungskosten (z. B. zusätzliche Schnitte) an (BMELV 2004a).</p>
Umtriebszeit	<p>Dauer von der Pflanzung bis zur Ernte eines <i>Baumes</i> (BMELV 2004a).</p>
verwertbar	<p>Die BWI² definiert den Begriff „verwertbar“ als: „Die <i>Derbholzmenge</i>, die aufgrund ihrer Abmessungen üblicherweise als <i>Stammholz</i>, <i>Fixlängen</i> oder <i>Industrieholz</i> zum Verkauf angeboten wird. Nicht enthalten ist neben der <i>Rinde</i> und den <i>Ernteverlusten</i> auch das <i>Derbholz</i>, das dünner ist als der <i>Aufarbeitungszopf</i>.“ (BMELV 2004a).</p> <p>Die BWI² stellt also auf vermarktungsfähiges <i>Stamm-</i> und <i>Industrieholz</i> ab. Dagegen wird in dieser Arbeit der Begriff „verwertbar“ weiter gefasst, um sowohl als <i>Brennholz</i> <i>verwertbares Derbholz</i> als auch <i>Reisholz</i> abzudecken. In jüngster Zeit finden sich nämlich Abnehmer aus der Energiebranche, die bislang nicht <i>verwertbare</i> Waldholzsortimente zur Energiegewinnung einsetzen.</p> <p>Ein Beispiel soll den Sachverhalt verdeutlichen: Der <i>Zopf</i> eines <i>Baumes</i> lässt sich in <i>verwertbares Derbholz</i> (vDh), <i>nicht verwertbares Derbholz</i> (nvDh) und <i>Reisholz</i> (Rh) einteilen (z. B. 30 % vDh : 30 % nvDh : 40 % Rh). Die beiden letzten Komponenten bilden das <i>Waldrestholz</i> und verbleiben im <i>Wald</i>. Nun haben es jedoch wirtschaftliche und technische Entwicklungen in jüngster Zeit möglich gemacht, Anteile <i>nicht verwertbaren Derbholzes</i> in das <i>verwertbare Derbholz</i> zu verschieben. Außerdem ist in der Energiebranche <i>Reisholz</i> ein <i>verwertbares</i> Sortiment (vRh) geworden (40 % vDh : 10 % vRh : 20 % nvDh : 30 % Rh,</p>

	als Beispiel für eine neue Einteilung). „ <i>Verwertbar</i> “ ist also ein vom betrachteten Zeitpunkt abhängiger Begriff, der sich auf die Vermarktungsfähigkeit bezieht. Häufig wird „ <i>verwertbar</i> “ synonym mit „ <i>verwertet</i> “ genutzt (s. <i>verwertet</i>).
verwertet	Der Begriff „ <i>verwertet</i> “ steht für den tatsächlich zum Verbrauchszweck aus dem <i>Wald</i> transportierten Anteil <i>verwertbarer</i> Sortimente. Häufig wird „ <i>verwertet</i> “ synonym mit „ <i>verwertbar</i> “ genutzt. Bei genauer Betrachtung besteht der Unterschied jedoch darin, dass „ <i>verwertbar</i> “ eine theoretische Betrachtung ist, während die mit „ <i>verwertet</i> “ bezeichneten Mengen tatsächlich dem <i>Wald</i> entnommen wurden.
Vorrat	Der <i>Vorrat</i> ist eine Schätzgröße und beschreibt das im <i>Wald</i> stehende Holzvolumen. Nach BMELV (2004a) ist der <i>Vorrat</i> in der BWI ² „das gegenwärtig vorhandene <i>Derbholz</i> eines Bestandes oder einer Summe von Beständen“. Der <i>Vorrat</i> wird durch die <i>Bestandesformzahl</i> , den <i>Brusthöhendurchmesser</i> und die <i>Bestandesmittelhöhe</i> errechnet und in <i>Vorratsfestmetern</i> mit <i>Rinde</i> ausgedrückt.
Vorratsfestmeter	Eine geschätzte Maßeinheit [m ³] für das im <i>Bestand</i> stehende <i>Holz</i> . Die Angabe erfolgt mit <i>Rinde</i> . Der <i>Vorratsfestmeter</i> [Vfm] ist eine in der <i>Forstwirtschaft</i> traditionelle Maßeinheit, die aber nicht offiziell neben dem Kubikmeter [m ³] anerkannt ist. Dabei gilt: 1 Vfm = 1 m ³ (HAPLA 2003, S. 591).
Wald	SCHÜTT ET AL. (2002, S. 561 f.) beschreiben <i>Wald</i> als eine „durch dichtstehende Bäume charakterisierte Lebensgemeinschaft ...“. Das Bundeswaldgesetz (BMELV 2006b) definiert <i>Wald</i> in § 2 Absatz 1 folgendermaßen: „Wald im Sinne dieses Gesetzes ist jede mit Forstpflanzen bestockte Grundfläche. Als Wald gelten auch kahlgeschlagene oder verlichtete Grundflächen, Waldwege, Waldeinteilungs- und Sicherungstreifen, Waldblößen und Lichtungen, Waldwiesen, Wildäsungsplätze, Holzlagerplätze sowie weitere mit dem Wald verbundene und ihm dienende Flächen.“
Waldhackschnitzel	Aus gehacktem, bislang unverwertetem (s. <i>verwertbar</i>) <i>Waldrestholz</i> hergestellte Holzschnitzel in unterschiedlicher Länge, bei 3 - 6 mm Dicke und 20 - 30 mm Breite (DEPPE 2003, S. 603).
Waldrestholz	<i>Baum-Biomasse</i> , die nach dem <i>Fällen</i> , <i>Entasten</i> und <i>Ablängen</i> im <i>Wald</i> verbleibt (HAPLA 2003). <i>Waldrestholz</i> setzt sich aus <i>nicht verwertetem Derbholz</i> und <i>Reisholz</i> zusammen. Blätter (Laub und Nadeln) gehören insofern zum <i>Waldrestholz</i> , da sie mit dem <i>Reisholz</i> entnommen werden (MANTAU, U. M. V. SÖRGEL 2006, S. 17).
Wertklassen	Ein Maßstab für die Güte der <i>Bäume</i> . In Niedersachsen Teil der dort verwendeten <i>Bestandessortentafeln</i> (NIEDERSÄCHSISCHE LANDESFORSTEN 2007).
Wurzel	Unterirdischer Teil einer Pflanze zur Verankerung im Boden und

	Versorgung von Wasser und Nährstoffen (HAPLA 2003, S. 639).
Wurzelanlauf	Zeichnet sich im Übergangsbereich zwischen <i>Stamm</i> und Wurzelsystem durch den Ansatz starker Seitenwurzeln aus (SCHÜTT ET AL. 2002, S. 569) und dient dem Ausgleich von mechanischen Spannungen (SCHMITT 2003, S. 640).
Wurzelstock	s. <i>Stubben</i>
X-Holz	Nach BMELV (2004a) ein Teil des <i>nicht verwertbaren Derbholzes</i> , das im Gegensatz zum <i>U-Holz</i> Aufarbeitungskosten beinhaltet, z. B. das Herausschneiden fauler Stammabschnitte.
Zielstärke	Sie ist der Brusthöhendurchmesser, ab dessen Erreichen der Baum geerntet werden kann (BMELV 2004a).
Zopf	Aus der <i>Krone</i> stammendes, häufig mit vielen <i>Ästen</i> versehenes Stammende. Der Begriff „Zopf“ wird auch als Abkürzung für den <i>Zopfdurchmesser</i> gebraucht (HAPLA 2003, S. 666).
Zopfdurchmesser	Er ist der Durchmesser des dünneren Endes am liegenden <i>Stamm</i> (WEH 2003, S. 667).
Zuwachs	Durch Wachstum bedingte Volumenzunahme eines <i>Baumes</i> oder <i>Bestandes</i> , gemessen in einem bestimmten Zeitraum (HAPLA 2003, S. 671 f.).
Zweige	Feinere Verzweigungen der <i>Äste</i> (HAPLA 2003, S. 672 f.). YOUNG ET AL. (1964) benutzt statt des Begriffs „Zweige“ „ <i>Astreisig</i> “. Dieses hat einen Durchmesser von maximal 2,5 cm.

X.8 Holz- und Baumartengruppen

Tabelle X-1: Holz- und Baumartengruppen

Holzarten- gruppe	Baumarten- gruppe	Gattung	Art
Fichte, Tanne, Douglasie	Fichte	Fichte (Picea)	Gemeine Fichte (<i>Picea abies</i>)
			Omorikafichte (<i>Picea omorika</i>)
			Sitkafichte (<i>Picea sitchensis</i>)
			Schwarzfichte (<i>Picea mariana</i>)
			Engelmannsfichte (<i>Picea engelmannii</i>)
			Blaufichte (<i>Picea pungens</i>)
			sonstige Fichten
			n. n. b.
	Lebensbaum (Thuja)	n. n. b.	
	Hemlocktanne (Tsuga)	n. n. b.	
	Mammutbaum (Sequoiadendron)	Mammutbaum (<i>Sequoiadendron giganteum</i>)	
	Eibe (Taxus)	Eibe (<i>Taxus baccata</i>)	
	Scheinzypresse (Chamaecyparis)	Lawsons Scheinzypresse (<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>)	
	sonstige Nadelbäume	n. n. b.	
	Tanne	Tanne (Abies)	Weißtanne (<i>Abies alba</i>)
			Amerikanische Edeltanne (<i>Abies procera</i>)
			Coloradotanne (<i>Abies concolor</i>)
Küstentanne (<i>Abies grandis</i>)			
Nikkotanne (<i>Abies homolepis</i>)			
Nordmannstanne (<i>Abies nordmanniana</i>)			
Veichtanne (<i>Abies veitchii</i>)			
sonstige Tannen			
Douglasie	Douglasie (<i>Pseudotsuga</i>)	Douglasie (<i>Pseudotsuga menziesii</i>)	
Kiefer, Lärche	Kiefer	Kiefer (Pinus)	Gemeine Kiefer (<i>Pinus sylvestris</i>)
			Bergkiefer (<i>Pinus mugo</i>)
			Schwarzkiefer (<i>Pinus nigra</i>)
			Rumelische Kiefer (<i>Pinus peuce</i>)
			Zirbelkiefer (<i>Pinus cembra</i>)
			Weymouthkiefer (<i>Pinus strobus</i>)
			Murraykiefer (<i>Pinus contorta</i>)
			Gelbkiefer (<i>Pinus ponderosa</i>)
			sonstige Kiefern
	Lärche	Lärche (Larix)	Europäische Lärche (<i>Larix europea</i>)
Japanische Lärche (<i>Larix kaempferi</i>)			
Hybridlärche (<i>Larix x eurolepis</i>)			
Eiche	Eiche	Eiche (Quercus)	Stieleiche (<i>Quercus robur</i>)
			Traubeneiche (<i>Quercus petraea</i>)
			Roteiche (<i>Quercus rubra</i>)
			Zerreiche (<i>Quercus cerris</i>)
			Sumpfeiche (<i>Quercus palustris</i>)
Buche und sonstige Laubhölzer außer Eiche	Buche	Buche (Fagus)	Rotbuche (<i>Fagus sylvatica</i>)

Buche und sonstige Laubhölzer außer Eiche	andere Laubbäume mit hoher Lebensdauer	Esche (Fraxinus)	Gewöhnliche Esche (<i>Fraxinus excelsior</i>)
		Hainbuche (Carpinus)	Hainbuche (<i>Carpinus betulus</i>)
		Ahorn (Acer)	Bergahorn (<i>Acer pseudoplatanus</i>)
			Spitzahorn (<i>Acer platanoides</i>)
			Feldahorn (<i>Acer campestre</i>)
			Eschenblättriger Ahorn (<i>Acer negundo</i>)
			Silberahorn (<i>Acer saccharinum</i>)
		Linde (Tilia)	n. n. b.
		Robinie (Robinia)	Robinie (<i>Robinia pseudoacacia</i>)
		Ulme (Ulmus)	n. n. b.
		Roskastanie (Aesculus)	n. n. b.
		Edelkastanie (Castanea)	Edelkastanie (<i>Castanea sativa</i>)
		Sorbus (Sorbus)	Speierling (<i>Sorbus domestica</i>)
			Echte Mehlbeere (<i>Sorbus aria</i>)
			Elsbeere (<i>Sorbus torminalis</i>)
		Maulbeerbaum (Morus)	Weißer Maulbeerbaum (<i>Morus alba</i>)
		Nussbaum (Juglans)	Walnuss (<i>Juglans regia</i>)
			Schwarznuß (<i>Juglans nigra</i>)
			Butternuss (<i>Juglans cinerea</i>)
	Stechpalme (Ilex)	Stechpalme (<i>Ilex aquifolium</i>)	
	Platane (Platanus)	Ahornblättrige Platane (<i>Platanus x acerifolia</i>)	
	andere Laubbäume mit hoher Lebensdauer	n. n. b.	
	andere Laubbäume mit niedriger Lebensdauer	Birke (Betula)	Gemeine Birke (<i>Betula pendula</i>)
			Moorbirke (<i>Betula pubescens</i>)
		Erle (Alnus)	Schwarzerle (<i>Alnus glutinosa</i>)
			Grauerle (<i>Alnus incana</i>)
			Grünerle (<i>Alnus viridis</i>)
		Pappel (Populus)	Zitterpappel (<i>Populus tremula</i>)
			Europäische Schwarzpappel (<i>Populus nigra</i>) & Hybride
Graupappel (<i>Populus canescens</i>) & Hybride			
Silberpappel (<i>Populus alba</i>)			
Balsampappel (<i>Populus balsamifera</i>) & Hybride			
Sorbus (Sorbus)	Vogelbeere (<i>Sorbus aucuparia</i>)		
Weide (Salix)	n. n. b.		
Kirsche (Prunus)	Gewöhnliche Traubenkirsche (<i>Prunus padus</i>)		

Quelle: POLLEY, KROIHER (2006b, S. 115), eigene Darstellung

X.9 Glossar Logistik

Containerbrücke	Verladeeinheit zum Containerumschlag zwischen Kai und Schiff (SEIDELMANN 1997, S. 148).
Containerterminal	Ort, an dem Container zwischen Verkehrsträgern umgeschlagen werden (SEIDELMANN 1997, S. 148).
Delegationsstrecke	Die Verwaltung einer Schifffahrtsstraße wird an ein Bundesland übergeben (WSA 2008).
Distribution	Alle Aktivitäten, die mit der Belieferung des Kunden mit Fertigfabrikaten und Handelsware verknüpft sind (PFOHL 2000, S. 211).
Distributionskanal	Zusammenfassung von Außendienst und Absatzweg. Sie bestimmen den physischen Weg der Waren und sichern deren Verkauf (PFOHL 2000, S. 221).
ELDAT	Elektronische Datenschnittstelle zur Übermittlung von Holzdaten (Holzlisten) und weiterer begleitende Prozessinformationen (Vertrags-, Rechnungs-, Lieferdaten) mit dem Ziel einer Optimierung von Holzverkauf und Holztransport (ANONYMUS 2002).
Eisenbahninfrastrukturunternehmen	Eisenbahnen öffentlicher Einrichtungen oder privatrechtlich organisierter Unternehmen, die eine Eisenbahninfrastruktur betreiben (BMJ 1993).
Eisenbahnverkehrsunternehmen	Eisenbahnen öffentlicher Einrichtungen oder privatrechtlich organisierter Unternehmen, die Eisenbahnverkehrsleistungen erbringen (BMJ 1993).
frei Werk	Vertragsformel, nach der der Käufer die nach der Ankunft der Ware entstehenden Kosten trägt (LOHMANN 2003, S. 420).
Freiladegleis	Der Zweck besteht darin, für Kunden aller Art den Zugang zum Eisenbahntransport zu ermöglichen, die selber über keinen eigenen Gleisanschluss verfügen. Sie liegen vornehmlich an Ladestraßen größerer Bahnhöfe oder in Häfen (WIESNER 2005, S. 13).
Ganzzug	Ein Ganzzug besteht in der Regel aus 18 Eisenbahnwagen (WIESNER 2005, S. 58).
GeoDat	Einheitliche geografische Standards zur Erfassung des Waldwegenetzes als Basis für eine nachfolgende Nutzung in einem digitalen Waldwegenetz (HAUCK 2003).
GIS	Geografisches Informationssystem zur grafischen Darstellung von Geländepunkten (WAGNER, NIER 2001).
Gleisanschluss	Er dient zur Verbindung von öffentlicher Eisenbahninfrastruktur und dem Betriebsgelände, also zu dessen Erschließung, um darüber Güterverkehr abzuwickeln (LOHMANN 2003, S. 476).
GPS	Global Positioning System – US-amerikanisches Ortungssystem mithilfe von Satelliten, mit einer Genauigkeit von drei bis zehn Metern (WAGNER, NIER 2001).
Güterfluss	Grundfunktion in Logistiksystemen und bezeichnet die räumliche und zeitliche Veränderung von Gütern (PFOHL 2000, S. 12).
Güterhauptgruppe Holz und Kork	Einteilung des STATISTISCHEN BUNDESAMTES, worunter die Gütergruppen Papier- und anderes Faserholz (051), Grubenholz (052),

	Sonst. Rohholz (055), Holzschwellen und anderes bearbeitetes Holz (056), Brennholz, Holzkohle, Kork, Holz- und Korkabfälle (057) zu finden sind (STATISTISCHES BUNDESAMT 2006a).
Güterverkehrszentrum	Ein Ort (z. B. Gewerbegebiet), an dem umfangreiche Logistikdienstleistungen zur Erreichung von Synergieeffekten zusammengefasst werden und der Umschlag zwischen mindestens zwei Verkehrsträgern stattfindet (ECKSTEIN 1997, S. 352 ff.).
Güterwagen-gattung	Eisenbahnwagen für verschiedene Transportaufgaben und entsprechenden Aufbauten. Die Deutsche Bahn AG bietet neun Gattungen an (DEUTSCHE BAHN AG 2008).
Halbzug	Ein Zug mit neun Eisenbahnwagen.
Hauptlauf	Transport der Güter vom Sammelpunkt des Vorlaufs zum Auflösungspunkt des Nachlaufs (WOLF 1997, S. 367).
Hauptrelation	s. Hauptlauf
Hauptverkehrs-träger	Unter Hauptverkehrsträger fallen beim inländischen Gütertransport Rohrleitungen, Binnenschifffahrt, Eisenbahn und Straßen-güterverkehr. In dieser Arbeit werden die Rohrleitungen allerdings nicht berücksichtigt, wenn es um den Transport in der Holzwirtschaft geht.
Haus-Haus-Verkehr	Organisationsform des Güterverkehrs, bei dem das Transportgut vom Gelände („Haus“) des Versenders bis zum Gelände („Haus“) des Empfängers befördert wird (WOLF 1997, S. 368 f.).
Holzverladebahn-hof	Der Begriff „Holzverladebahnhof“ steht in dieser Arbeit stellvertretend für alle geeigneten Holzumschlagplätze zwischen Lkw und Eisenbahn. In der Praxis wird dieser Begriff teilweise auf Orte beschränkt, an denen ausschließlich Rundholz umgeschlagen wird.
Intermodaler Verkehr	Transport von Gütern in einer Ladeinheit (z. B. Container, Sattelanhänger) mit mindestens zwei Verkehrsträgern. Umgeschlagen wird die Ladeinheit mit den darin befindlichen Gütern (BMVBW 2001, S. 5).
Kernprozesse	Die Kernprozesse des Güterflusses sind Transport-, Umschlag- und Lagerprozesse (PFOHL 2000, S. 3).
Klassische Logistik	Logistische Optimierung einzelner Unternehmensbereiche, getrennt nach Beschaffung, Produktion und Absatz. Die Aufgabe der Logistik besteht in Transport, Umschlag und Lagerung als Verbindungsglied zwischen den Märkten und Unternehmensbereichen (BAUMGARTEN, WALTER 2003).
Kombinierter Verkehr	Spezialfall des Intermodalen Verkehrs, bei dem die überwiegende Wegstrecke mit der Eisenbahn, dem Binnen- oder dem Seeschiff zurückgelegt wird, wobei Vor- und Nachlauf so kurz wie möglich sein müssen. Nach der Richtlinie 92/106/EWG des Rates vom 07.12.1992 muss der Straßenvor- und -nachlauf zwischen Start- bzw. Zielort und einem geeigneten Umschlagbahnhof möglichst kurz gehalten werden oder die Entfernung zu einem Binnen- oder Seehafen maximal 150 km Luftlinie betragen. Ansonsten wäre der Begriff „Kombinierter Verkehr“ nicht mehr

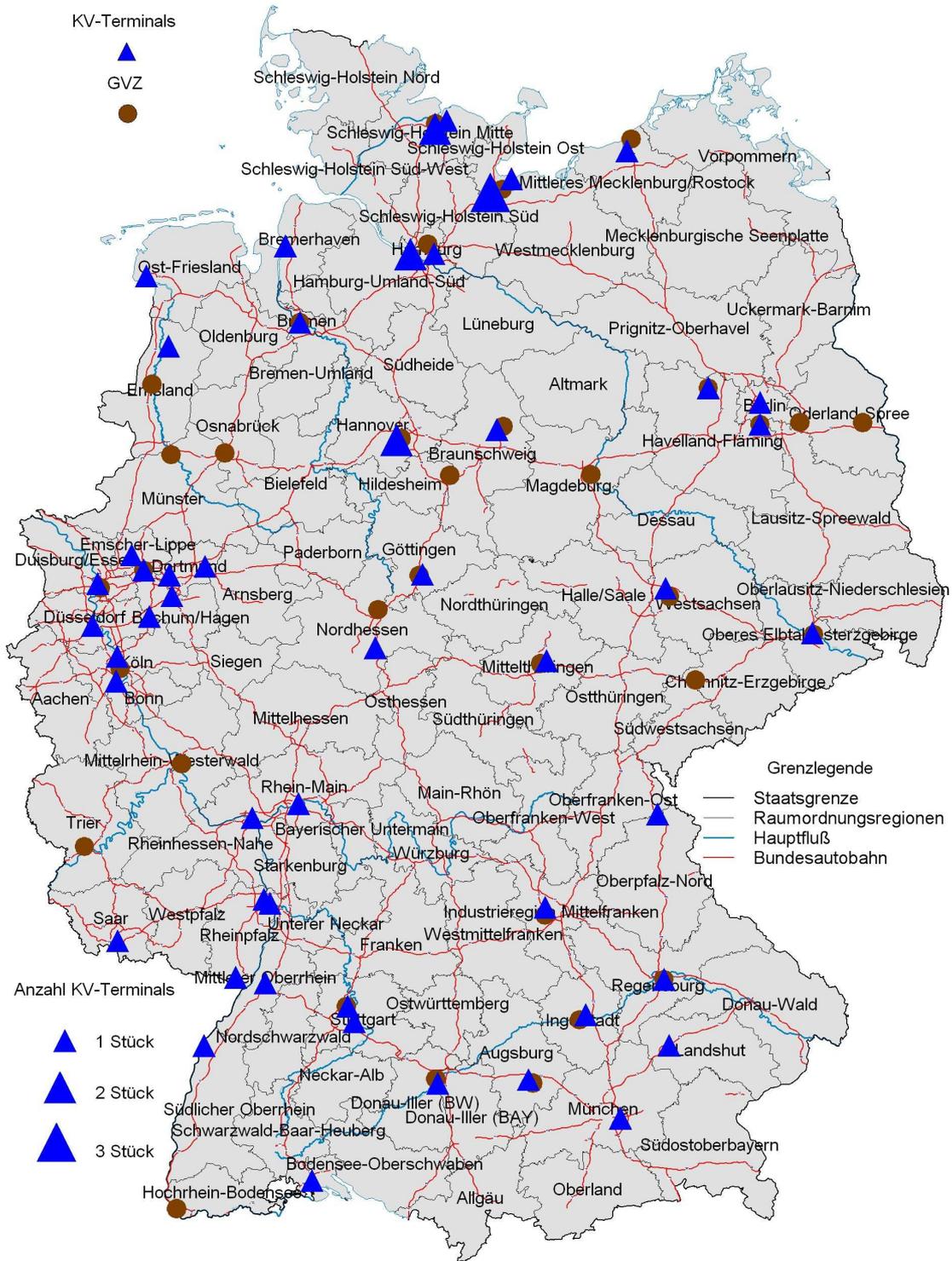
	zulässig. (BMVBW 2001, S. 5). Oftmals wird der Unterschied zwischen Inter- und Multimodalem Verkehr nicht berücksichtigt, so dass umgangssprachlich der Kombinierte Verkehr häufig als Synonym für den Multimodalen Verkehr gebraucht wird.
Ladeeinheit	Ladegut und Ladungsträger (ISERMANN 1997, S.515), z. B. Rundholz und Lkw.
Lebenszyklus	Die Grundidee besteht darin, dass ein Produkt geplant, entwickelt und nach einem Nutzungszeitraum entsorgt wird (PFOHL 2000, S. 12).
Lichtraumprofil	Bäume müssen auf eine Weise zugeschnitten sein, dass Äste nicht in den Raum über dem befahrenen Weg hineinragen und das Fahrzeug behindern (BRELOER 2006, S. 41 ff.)
Logistikkette	Unternehmerische Einzelprozesse werden unter Berücksichtigung des bereichs- und unternehmensübergreifenden Umfeldes im Hinblick auf ein Ziel (Kundenorientierung) zusammengefasst und optimiert (BAUMGARTEN, WIEGAND 1997, S. 588).
Maut	Entgelt für die Nutzung von Straßen (BLOECH, IHDE 1997, S. 709).
Mobilkran	Frei oder auch schienengebundene fahrbare Kräne, mit einem um 360°schwenkbaren Kran (SOINÉ 2003, S. 398 ff.).
Modal Split	Englischer Begriff für Verkehrsteilung.
Multimodaler Verkehr	Oberbegriff für den Gütertransport mit mindestens zwei Verkehrsträgern (BMVBW 2001, S. 5).
Nachlauf	Verteilung der Güter durch den Transport vom Auflösepunkt des Hauptlaufes bis zum jeweiligen Empfänger (WOLF 1997, S. 738 f.).
Operateur	Er ist das Bindeglied zwischen den Verkehrsunternehmen im Multimodalen Verkehr und den Speditionsunternehmen. Seine Aufgabe besteht in der Organisation der Transport- und Umschlagkapazitäten (BMVBW 2001, S. 7).
Poltern	Lagerung des Holzes zwischen dem Rücken und dem Abtransport des Holzes (WEH 2003, S. 193), wobei die Stämme der Länge nach gestapelt werden.
Portalkran	Schienengebundener Kran, der auf meistens zwei Schienen fährt und das Fahrwerk für den Umschlag zwischen den Stützen verläuft (SOINÉ 2003, S. 717 f.).
Prozesskette	s. Logistikkette
Qualitätsmanagement	Bezeichnung für die Gesamtheit der qualitätsbezogenen Tätigkeiten und Zielsetzungen aller Bereiche in einem Unternehmen (BAUER 1997, S. 864 ff.).
RoRo	Transportmittel können mit ihrer Ladung selber über Rampen in dafür konstruierte Schiffe hineinfahren, aber auch wieder herausfahren (NEUHOF 1997, S. 904 f.).
Rückfracht	Auf der Rückfahrt wird Ladung mitgenommen. Beim Rundholztransport aufgrund der Lkw-Bauweise sehr selten.

Runge	Ein senkrechter Holz- oder Metallpfosten zur Bildung oder Erhöhung der Seitenwände an Transportmitteln (LOHMANN 2003, S. 284).
Schnittstelle	Übergang zwischen Systemgrenzen (FEIERABEND 1997, S. 922 f.), z. B. Umschlag zwischen zwei Verkehrsträgern.
Signierungsprozess	Vorgang der Beschriftung, z. B. von Verpackungseinheiten.
Spediteur	Ein Spediteur befördert Waren zwischen zwei Orten, wobei er nicht unbedingt seine eigenen Transportmittel einsetzen muss. Zusätzliche Dienstleistungen können beispielsweise das Erledigen von Zollformalitäten sein (HOFER ET AL. 2003, S. 34).
Stirnwand	Senkrechte Fläche, die das Verrutschen der Ladung in Fahrtrichtung verhindert.
Streckenklasse	Sie legt bei Eisenbahnen die maximal zulässige Last je Wagenradsatz und das zulässige Gewicht je Längeneinheit fest (WIESNER 2005, S. 16).
Supply-Chain-Management	Die Verknüpfung physischer Aktivitäten, der Informationsflüsse und der Geldströme vom Lieferanten bis zum Endkonsumenten hat drei Ziele. Der Service für den Endverbraucher soll erhöht werden. Synergieeffekte sollen dazu beitragen, Kosten über die gesamte Wertschöpfungskette zu senken. Die Anpassungsfähigkeit soll erhöht werden (HOPPE 2003).
Synergieeffekte	Durch Zusammenlegung von wirtschaftlichen Einheiten fördern sich diese gegenseitig.
Tarif	Begriff für verbindliche und veröffentlichte Preis- und Gebührensätze bestimmter Leistungen. Ehemals durch staatliche Stellen bestimmt, werden heute im Güterverkehr Preis- und Gebührensätze wettbewerbsorientiert festgelegt (MERATH 1997, S. 1054 f.).
Tarifpunkt	Ein Tarifpunkt ist zunächst jeder im Entfernungszeiger genannte Bahnhof, Haltepunkt, Ort, Übergangs- oder Grenzpunkt. Im Güterverkehr muss ein Tarifpunkt darüber hinaus betrieblich und infrastrukturell so ausgestattet sein, dass Ladevorgänge stattfinden können. Tarifpunkte stellen somit potenzielle Nutzungsmöglichkeiten dar; auf die tatsächliche Nutzung kann auf Grundlage dieser Definition nicht geschlossen werden (PLANUNGSGEMEINSCHAFT WESTPFALZ KÖRPERSCHAFT DES ÖFFENTLICHEN RECHTS 2000).
Terminal	Abfertigungsstelle.
Transitverkehr	Durchgangsverkehr eines Untersuchungsgebiets, wobei für die betrachteten Güter in dem Gebiet weder Ausgangs- noch Endpunkt des Transports liegen (HAUZINGER 1997, S. 1085 f.).
Transport	Ortsveränderung von Transportgütern unter Verwendung von Transportmitteln. Mit der Beförderung ist untrennbar der Umschlag verbunden. Ein Transportsystem setzt sich aus Transportgut, Transportmittel und dem eigentlichen Transport zusammen (PFOHL 2000, S. 162).
Transportkette	Abfolge von zusammenhängenden Vorgängen technischer oder

	organisatorischer Art, bei denen Objekte von einer Quelle zu einem Ziel bewegt werden. Sie können als abgrenzbare Ausschnitte in Logistikketten dargestellt werden (WOLF 1997, S. 1089 ff.).
Trasse	Allgemeiner Begriff für eine geplante Linienführung eines Verkehrsweges. Im Bereich der Eisenbahn ist damit die zeitlich begrenzte Nutzungsdauer des Schienennetzes zwischen zwei bestimmten Orten mit einer bestimmten Zugart gemeint (KRACKE, RUNGE 1997, S. 1109).
trimodal	Gleichzeitige Verbindung von Straßengüterverkehr, Eisenbahn und Schifffahrt an einem Ort (BMVBS 2001, S. 32).
Umschlag	Vorgang, bei dem das Transportgut auf Transportmittel verladen, zwischen ihnen gewechselt oder entladen wird. Beim direkten Umschlag wird das Transportgut unmittelbar von einem Transportmittel auf ein anderes umgeladen, während beim indirekten Umschlag das Transportgut nach dem Entladen vor dem erneuten Verladen auf einem Lagerplatz zwischengelagert wird (SEIDELMANN 1997, S. 1116).
Verkehrsteilung	Anteile der einzelnen Verkehrsträger am Verkehr (HAUTZINGER 1997, S. 1214 f.).
Verkehrsträger	Sammelbegriff für die Gesamtheit von Unternehmen, die sich einer speziellen Art der Verkehrsinfrastruktur bedienen. Es wird zwischen Straßengüterverkehr (Lkw), Schiene (Eisenbahn), Schifffahrt, Luftverkehr und Rohrleitungen unterschieden (KLATT 1997, S. 1215 f.).
Verladebrücke	Sie ist ein Umschlaggerät in Häfen und dient dem Ent-, Um- und Beladen zwischen Verkehrsträgern (WAHRIG-BURFEIND 2002).
Verlader	Sammelbegriff für jedwede Art von Nachfragern für Transport- und Logistikdienstleistungen (FUHRMANN 1997, S. 1227).
Vorlauf	Transport der zu transportierenden Güter vom jeweiligen Lieferpunkt in der Fläche zum Sammel- und Umschlagpunkt des Hauptlaufs (WOLF 1997, S. 1251).
Wasserstraßenklasse	Klassifizierung der schiffbaren Wasserfläche in sieben Klassen, die sich an der Größe bestimmter Schiffe orientieren (ELWIS 2008).
Waggongruppe	Zusammenfassung von Einzelwagen, die aber nicht die Länge eines Ganzzuges erreichen.
Wechselbehälter	Ladehilfsmittel, mit dem Güter zusammengefasst werden und die ohne großen technischen Aufwand umgeladen werden können (BLOECH, IHDE 1997, S. 1262).
Wertschöpfungsketten	Es werden alle Fertigungs- und Absatzstufen im Hinblick auf eine optimale Aktivität von der Rohstoffgewinnung bis zum Kundenservice betrachtet (SIERKE 1997, S. 1272).

X.10 GVZ und KV-Terminals

Abbildung X-3: Güterverkehrszentren und KV-Terminals



Erläuterung: GVZ und KV-Terminals liegen auf PLZ-Ebene vor.

Quelle: DEUTSCHE GVZ-GESELLSCHAFT MBH (2006), GERLINGS (2006b), eigene Darstellung

X.11 Rankingtabellen

Tabelle X-2: Rankingtabellen

Straßengüterverkehr			Eisenbahn			Schifffahrt											
Platz	ROR	Ranking	Platz	ROR	Ranking	Platz	ROR	Ranking	Platz	ROR	Ranking	Platz	ROR	Ranking			
68	1	0,47030	21	49	0,63984	82	1	0,21841	33	49	0,84304	47	1	0,36543	71	49	0,00000
42	2	0,57746	32	50	0,60524	94	2	0,07243	15	50	0,88780	51	2	0,34611	72	50	0,00000
57	3	0,53114	12	51	0,68963	86	3	0,20170	12	51	0,90771	25	3	0,54070	17	51	0,55425
74	4	0,43044	31	52	0,60577	68	4	0,27470	22	52	0,86895	4	4	0,65153	61	52	0,20640
56	5	0,53566	72	53	0,43521	73	5	0,71846	31	53	0,62176	44	5	0,43177	73	53	0,00000
2	6	0,93359	50	54	0,55665	61	6	0,28923	16	54	0,89970	1	6	0,82788	74	54	0,00000
90	7	0,26478	66	55	0,47694	83	7	0,22346	11	55	0,91055	42	7	0,46852	75	55	0,00000
77	8	0,41931	51	56	0,55479	84	8	0,21410	41	56	0,56742	9	8	0,58507	76	56	0,00000
91	9	0,26180	38	57	0,58944	90	9	0,19500	30	57	0,85372	19	9	0,54864	52	57	0,34493
95	10	0,15573	37	58	0,59137	47	10	0,77347	71	58	0,27600	63	10	0,05083	39	58	0,52251
30	11	0,60979	64	59	0,49999	43	11	0,35345	18	59	0,88745	8	11	0,58892	77	59	0,00000
82	12	0,40170	19	60	0,65030	89	12	0,18894	9	60	0,93156	7	12	0,60806	78	60	0,00000
54	13	0,53765	28	61	0,61219	58	13	0,54233	10	61	0,91889	2	13	0,77081	79	61	0,00000
80	14	0,41077	11	62	0,69054	35	14	0,60437	5	62	0,95980	34	14	0,52823	45	62	0,41459
67	15	0,47488	14	63	0,67568	56	15	0,31703	76	63	0,26376	64	15	0,00000	57	63	0,27332
81	16	0,40936	18	64	0,66243	64	16	0,53135	93	64	0,61920	13	16	0,56698	11	64	0,58363
73	17	0,43474	27	65	0,62049	45	17	0,56357	96	65	0,01415	27	17	0,53317	80	65	0,00000
52	18	0,55158	24	66	0,62929	59	18	0,30994	79	66	0,26048	32	18	0,52891	14	66	0,56570
55	19	0,53641	25	67	0,62837	75	19	0,26002	42	67	0,36810	54	19	0,33915	30	67	0,52972
85	20	0,36385	36	68	0,59488	3	20	0,94837	7	68	0,93388	60	20	0,20804	16	68	0,55961
5	21	0,75194	22	69	0,63711	52	21	0,32408	39	69	0,58851	37	21	0,52267	49	69	0,35491
26	22	0,62359	45	70	0,57080	2	22	0,97765	6	70	0,93717	20	22	0,54588	10	70	0,58483
35	23	0,59604	9	71	0,69858	25	23	0,84973	80	71	0,24575	40	23	0,52163	81	71	0,00000
59	24	0,52478	20	72	0,64686	21	24	0,86302	8	72	0,94890	65	24	0,00000	33	72	0,52845
96	25	0,11763	47	73	0,56068	34	25	0,83537	66	73	0,29014	53	25	0,33987	82	73	0,00000
93	26	0,23495	46	74	0,56498	78	26	0,25828	67	74	0,28931	38	26	0,52252	83	74	0,00000
87	27	0,34737	71	75	0,43895	36	27	0,82086	1	75	0,94912	41	27	0,52126	84	75	0,00000
89	28	0,28802	41	76	0,58299	26	28	0,86063	81	76	0,23657	23	28	0,54395	85	76	0,00000
94	29	0,18958	58	77	0,52926	17	29	0,89419	4	77	0,96038	28	29	0,53247	21	77	0,54456
1	30	0,94673	33	78	0,60400	65	30	0,28481	48	78	0,33717	24	30	0,54099	26	78	0,53741
86	31	0,36341	29	79	0,61080	92	31	0,40962	50	79	0,32847	59	31	0,21135	86	79	0,00000
79	32	0,41106	49	80	0,55726	32	32	0,84660	57	80	0,31155	31	32	0,52956	50	80	0,35261
84	33	0,37906	63	81	0,50294	20	33	0,87709	95	81	0,01633	35	33	0,52557	43	81	0,43279
60	34	0,52476	61	82	0,52470	14	34	0,90645	23	82	0,84991	46	34	0,37265	58	82	0,24916
43	35	0,57664	65	83	0,49411	55	35	0,31816	28	83	0,84314	22	35	0,54409	55	83	0,33851
16	36	0,66627	62	84	0,51914	70	36	0,28025	88	84	0,19856	15	36	0,55992	87	84	0,00000
40	37	0,58388	76	85	0,42090	60	37	0,31278	29	85	0,84015	66	37	0,00000	88	85	0,00000
44	38	0,57123	23	86	0,63050	53	38	0,32391	27	86	0,84329	67	38	0,00000	56	86	0,33705
7	39	0,73840	69	87	0,46987	51	39	0,32541	46	87	0,77501	12	39	0,57565	89	87	0,00000
3	40	0,83549	88	88	0,34432	97	40	0,00000	40	88	0,59265	48	40	0,35842	90	88	0,00000
10	41	0,69508	4	89	0,78781	74	41	0,26594	13	89	0,92410	3	41	0,76628	91	89	0,00000
6	42	0,74900	78	90	0,41657	63	42	0,30100	19	90	0,88536	5	42	0,61473	18	90	0,55054
17	43	0,66483	48	91	0,55937	62	43	0,28837	37	91	0,58892	36	43	0,52388	29	91	0,53206
8	44	0,71205	53	92	0,54900	49	44	0,32849	77	92	0,27673	6	44	0,61073	92	92	0,00000
15	45	0,67173	75	93	0,42795	38	45	0,80041	69	93	0,30331	68	45	0,00000	93	93	0,00000
13	46	0,68035	70	94	0,44478	85	46	0,21950	72	94	0,27591	62	46	0,19535	94	94	0,00000
34	47	0,59934	92	95	0,25965	54	47	0,33164	87	95	0,22977	69	47	0,00000	95	95	0,00000
39	48	0,58577	97	96	0,10498	24	48	0,88038	44	96	0,57005	70	48	0,00000	96	96	0,00000
			83	97	0,38932				91	97	0,19022				97	97	0,00000

Erläuterung: In Tabelle X-2 sind die Raumordnungsregionen aufsteigend nach ihrer numerischen Benennung sortiert. Für die Anwendung im Modell wurden sie absteigend nach dem Ranking sortiert. In Abschnitt VI.1.3.5 wird die Einteilung der Hauptverkehrsträger in Qualitätsstufen anhand der Rankingtabellen für die Anwendung im Modell beschrieben.

Quelle: DEUTSCHE GVZ-GESELLSCHAFT MBH (2006), GERLINGS (2006b), eigene Darstellung

X.12 Fragebogen

Faxantwort an (040) 42891-2665; für **Fensterbrief** Adressfeld auf der Rückseite

Güterverkehrsstellen für den Holzumschlag

Universität Hamburg, Zentrum Holzwirtschaft,
Dipl.-Holzw. H. Hedden, Leuschnerstr. 91, D - 21031 Hamburg

Fragebogen bitte in jedem Fall zurückschicken!

Bitte kostenlosen Abschlussbericht zusenden!

e-mail-Adresse:

Thema Güterverkehrstellen (GVSt)

1. Wie viele GVSt betreibt bzw. besitzt Ihr Eisenbahninfrastrukturunternehmen?
1/ _____
2. Wie viele GVSt sind davon für den Umschlag von Rundholz nutzbar?
2/ _____
3. Welche der folgenden Komponenten stellen aus Ihrer Sicht eine absolute Notwendigkeit (Minimum), bzw. eine nahezu perfekte Ausstattung (Optimum) für einen erfolgreichen Rundholzumschlag dar? Bitte geben Sie anschließend der wichtigsten Ausstattung den Rang 1 und folgend eine Rangfolge bis 8 (am unwichtigsten).

		Minimum	Optimum	3/ Rang
4/ Gleislänge:				□
5/ ganzzugtauglich		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6/ waggongruppentauglich		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7/ einzelwagentauglich		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8/ Anzahl Gleise		—	—	□
9/ Ladestraße		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	□
10/ Kopf-/Seitenrampe		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	□
11/ Lagerfläche		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	□
12/ Stromanschluss		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	□
13/ Wasseranschluss		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	□
14/ Lkw-taugliche Zufahrt		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	□

Thema Verladung

4. Wie groß ist bei Ihren Anlagen der Anteil folgender Verladungsarten beim Holzumschlag?
(Wenn Verladungsart nicht möglich, bitte „X“, wenn möglich, aber nicht genutzt „0“ eintragen.)
- | | | |
|-----------|---|------------------------|
| 15/ | % | Ganzzugverladung |
| 16/ | % | Waggongruppenverladung |
| 17/ | % | Einzelwagenverladung |
| 100 % | | |

5. Wie schätzen Sie im Markt die qualitative Bedeutung folgender Verladungsarten beim Holzumschlag ein? (++) = sehr wichtig; + = wichtig; 0 = neutral; - = weniger wichtig; -- = unwichtig)
- | | | ++ | + | 0 | - | -- |
|----------------------------|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 18/ Ganzzugverladung | | <input type="checkbox"/> |
| 19/ Waggongruppenverladung | | <input type="checkbox"/> |
| 20/ Einzelwagenverladung | | <input type="checkbox"/> |

Thema Weitere Einrichtungen

6. Welche Bedeutung weisen Sie weiteren Einrichtungen beim Holzumschlag zu? (++) = sehr wichtig; + = wichtig; 0 = neutral; - = weniger wichtig; -- = unwichtig)
- | | | ++ | + | 0 | - | -- |
|---------------------------|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 21/ Lagerfläche | | <input type="checkbox"/> |
| 22/ Stromanschluss 220 V | | <input type="checkbox"/> |
| 23/ Stromanschluss 380 V | | <input type="checkbox"/> |
| 24/ Lkw-taugliche Zufahrt | | <input type="checkbox"/> |
| 25/ Wasseranschluss | | <input type="checkbox"/> |

Abschlussfrage

7. Welchen Anteil haben die folgenden Aspekte für die Transportentscheidung Ihrer Kunden mit der Bahn?
- | | | |
|-----------|---|---|
| 26/ | % | Dichte der nutzbaren GVSt für den Holzumschlag in einer Region |
| 27/ | % | Verladungsmöglichkeiten (s. Thema Verladung) |
| 28/ | % | Nutzung weiterer Einrichtungen (s. Thema Weitere Einrichtungen) |
| 100 % | | |

Vielen Dank für die Beantwortung des Fragebogens!

Faxantwort an (040) 42891-2665; für **Fensterbrief** Adressfeld auf der Rückseite

Rundholzumschlag in Häfen

Universität Hamburg, Zentrum Holzwirtschaft,
Dipl.-Holzw. H. Hedden, Leuschnerstr. 91, D – 21031 Hamburg

Fragebogen bitte in jedem Fall zurückschicken!

Bitte kostenlosen Abschlussbericht zusenden!

e-mail-Adresse:

Thema Rundholzumschlag

1. Welche Rundholzmengen werden pro Jahr bei Ihnen umgeschlagen?

1/ _____

2. Welche der folgenden Komponenten stellen aus Ihrer Sicht eine absolute Notwendigkeit (Minimum), bzw. eine nahezu perfekte Ausstattung (Optimum) für einen erfolgreichen Rundholzumschlag dar? Bitte geben Sie anschließend der wichtigsten Ausstattung den Rang 1 und folgend eine Rangfolge bis 11 (am unwichtigsten).

	Minimum	Optimum	2 / Rang
3/ Lkw-eigener Kran	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4/ Mobilkrane	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5/ Portalkrane	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6/ Verladebrücken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7/ Containerbrücken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8/ Förderbänder	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9/ RoRo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10/ Schienenanbindung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11/ Anbindung an Überseeverkehr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12/ Anbindung an Binnenschifffahrt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13/ Erfahrung im Holzumschlag	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

3. Wie beeinflusst Ihrer Meinung nach die umgeschlagene Rundholzmenge Ihre Attraktivität am Markt für Ihre (potenziellen) Kunden?

14/ stark wenig überhaupt nicht

Thema Verladung

4. Wie groß ist bei Ihren Anlagen der Anteil folgender Umschlagarten beim Rundholz und welche Lasten können damit gehoben werden?

		< 10t	10-20t	> 20t
15/	% Containerbrücke	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16/	% Lkw-eigener Kran			
17/	% Mobilkran	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18/	% Portalkran	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19/	% RoRo			
20/	% Verladebrücke	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
100 %				

Thema Verkehrsanbindung

5. Wie schätzen Sie die Bedeutung folgender Faktoren für den Rundholztransport im Bezug auf den Hafen im Allgemeinen als Knotenpunkt ein?
(++ = sehr wichtig; + = wichtig; 0 = neutral; - = weniger wichtig; -- = unwichtig)

	++	+	0	-	--
21/ Anzahl der Häfen in einer Region (je höher die Dichte, desto besser)	<input type="checkbox"/>				
22/ Schienenanbindung	<input type="checkbox"/>				
23/ Anbindung an Überseeverkehr	<input type="checkbox"/>				
24/ Anbindung an Binnenschifffahrt	<input type="checkbox"/>				

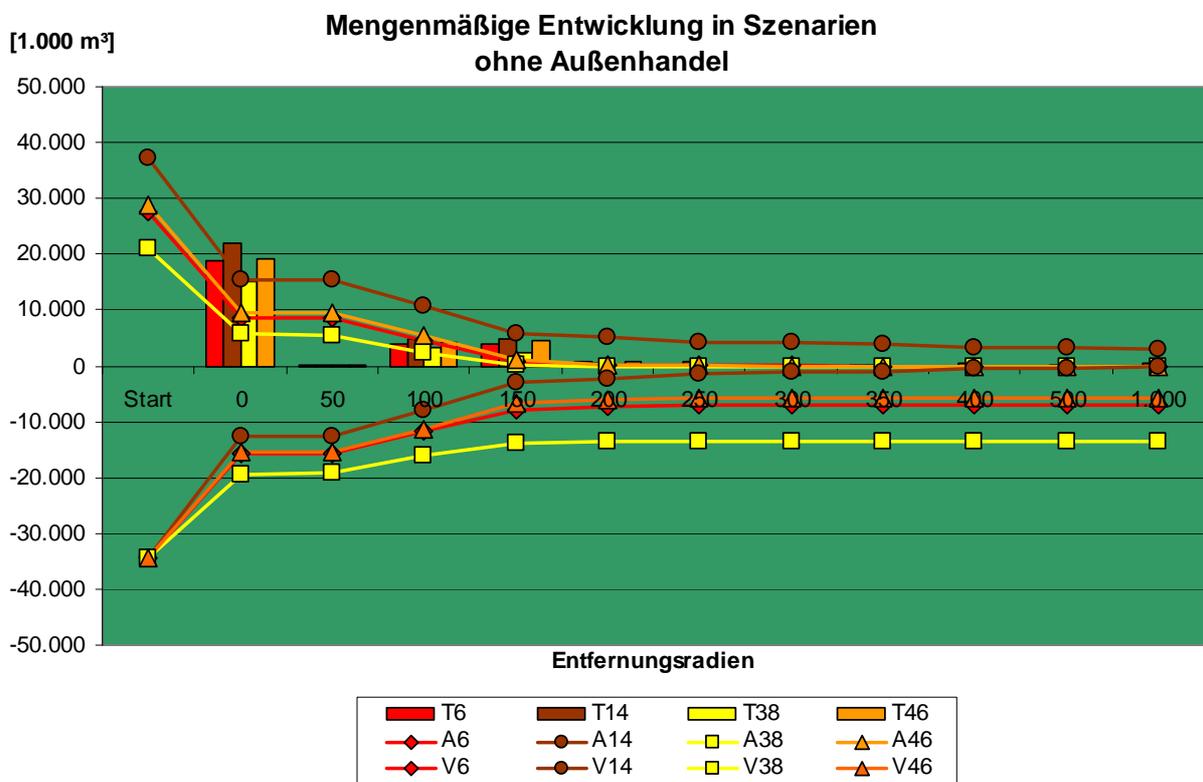
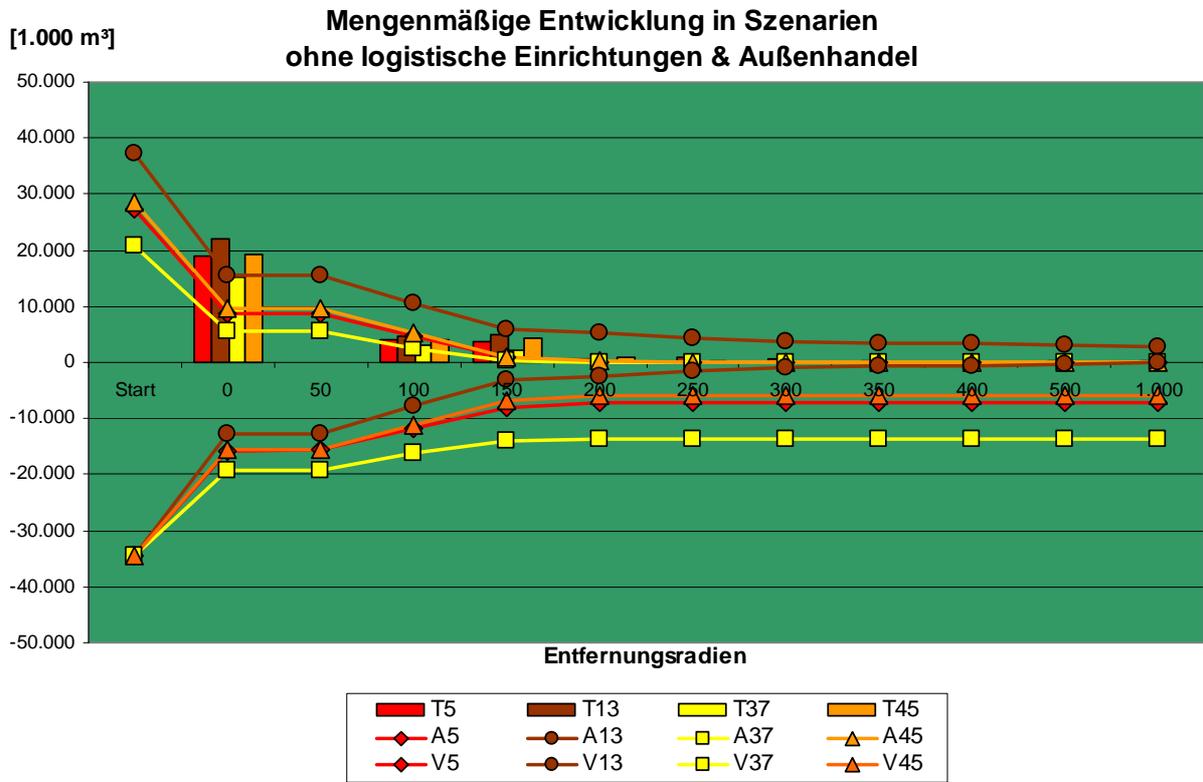
6. Welchen Anteil haben die folgenden Aspekte für die Transportentscheidung Ihrer Kunden mit dem Schiff?

25/	% Verladungsmöglichkeiten (s. Thema Verladung)
26/	% Verkehrsanbindung (s. Thema Verkehrsanbindung)
27/	% Erfahrung im Umschlag mit Rohholz
100 %	

Vielen Dank für die Beantwortung des Fragebogens!

X.13 Mengenentwicklung über Entfernungsradien

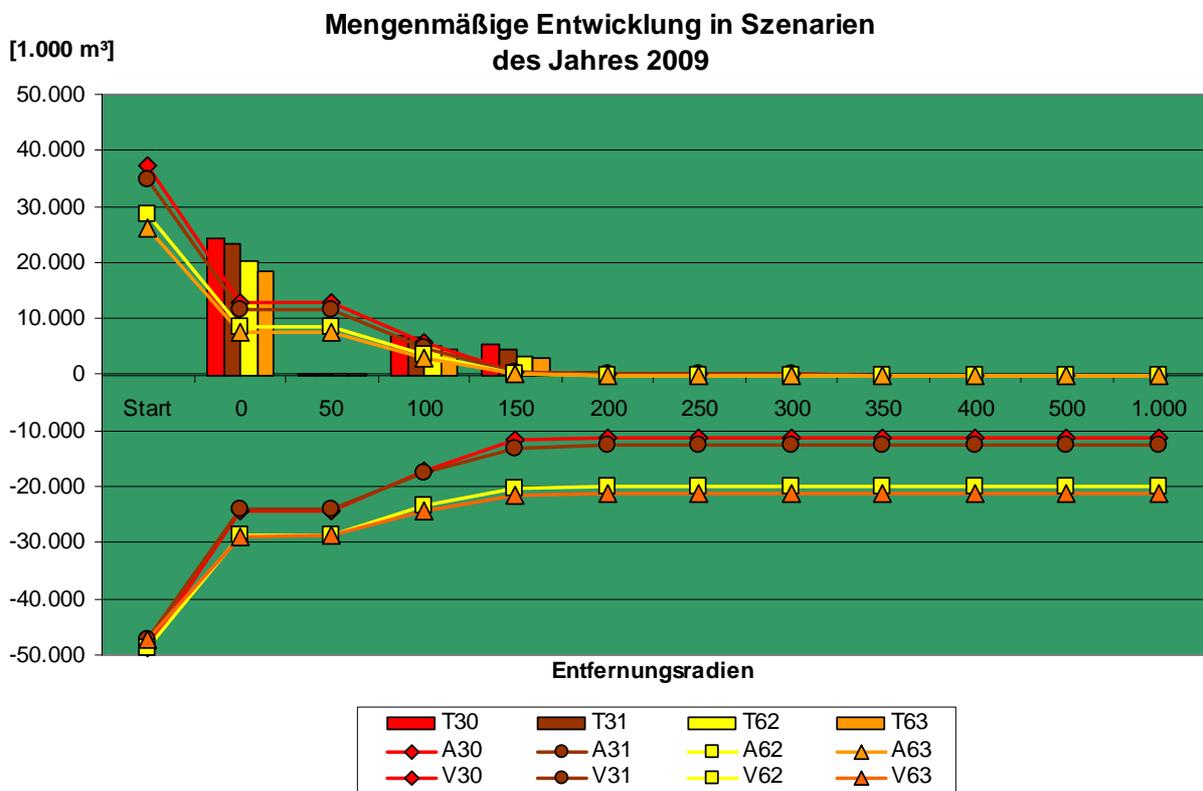
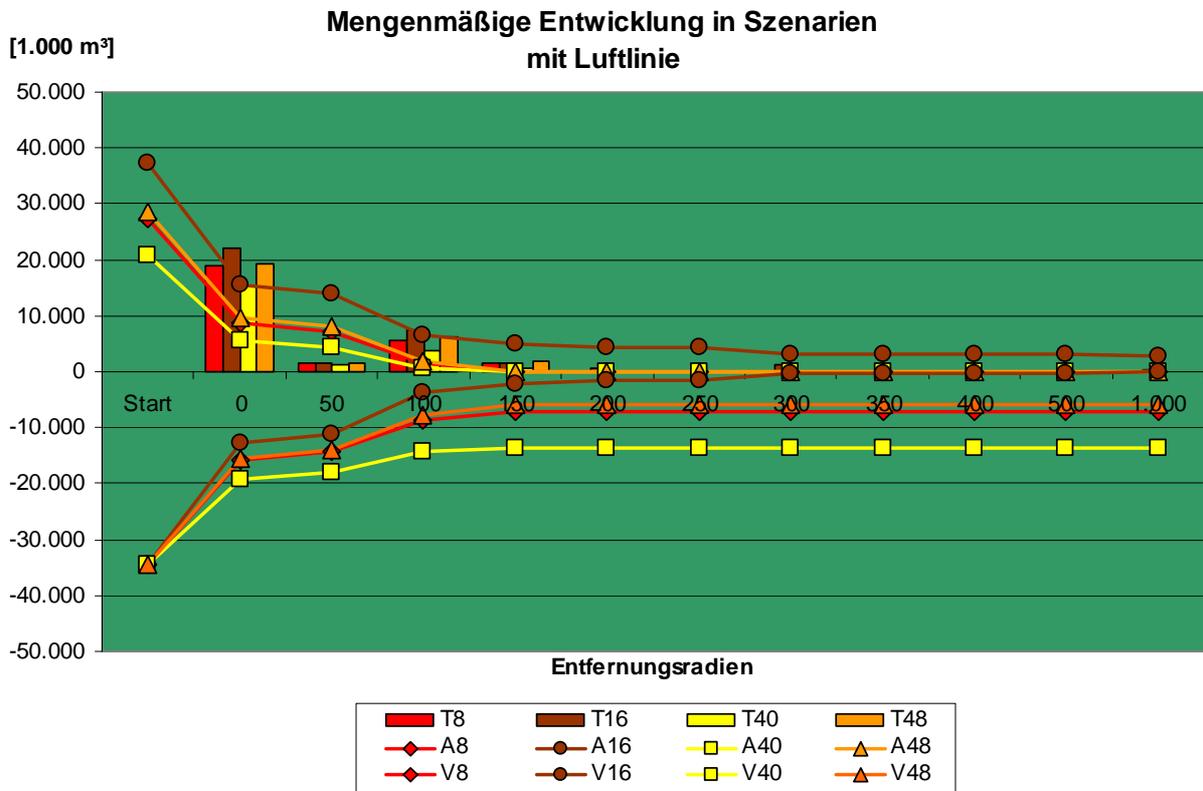
Abbildung X-4: Entwicklung der Mengen über Entfernungsradien – Teil 1



Erläuterung: T = Transport, A = Aufkommen, V = Verwendung

Quelle: eigene Darstellung

Abbildung X-5: Entwicklung der Mengen über Entfernungsradien – Teil 2

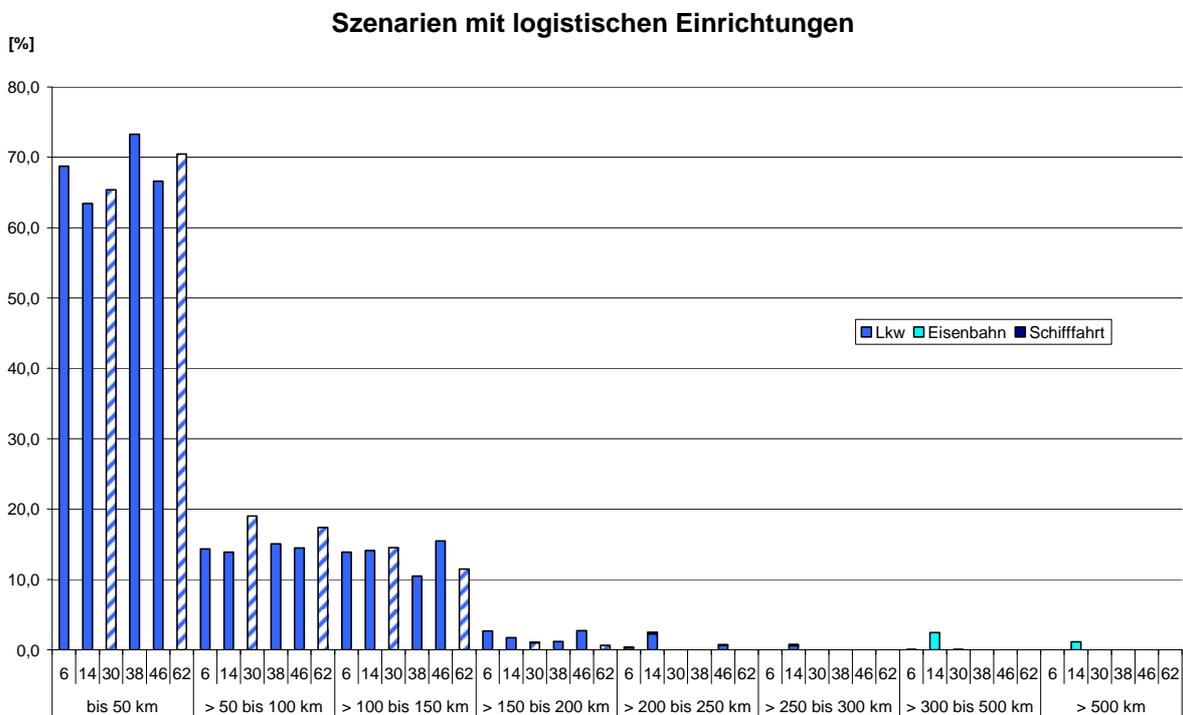
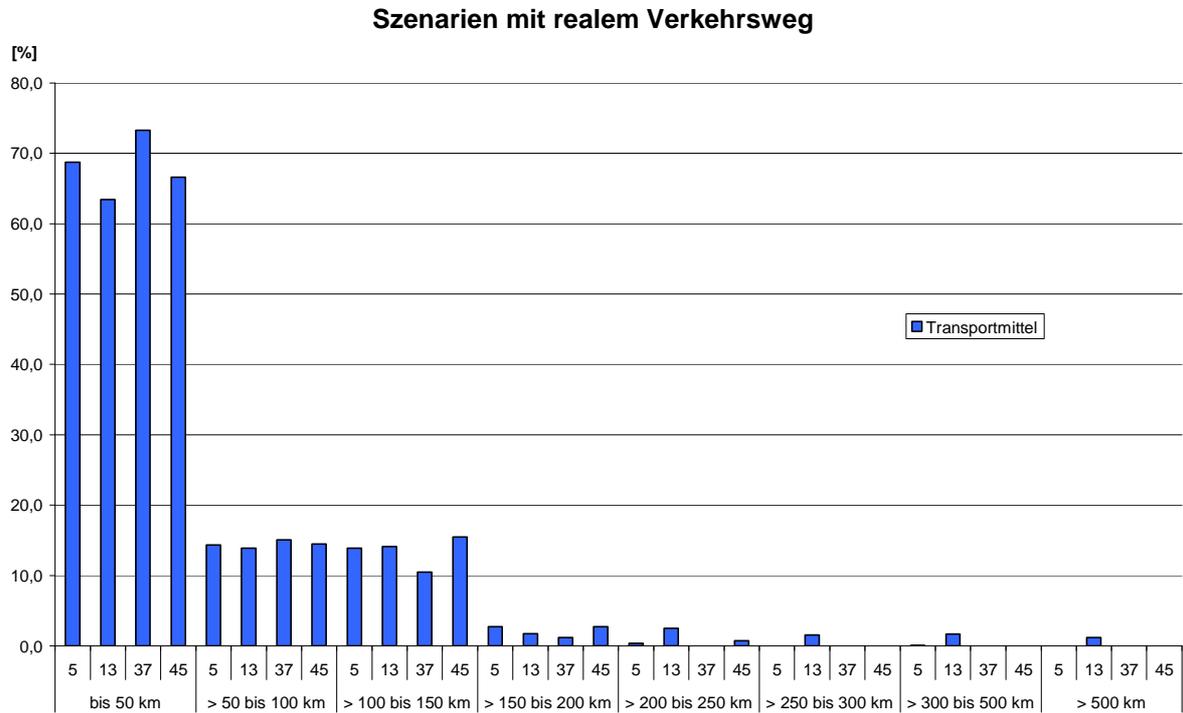


Erläuterung: T = Transport, A = Aufkommen, V = Verwendung

Quelle: eigene Darstellung

X.14 Anteile der Entfernungen an Transportmengen

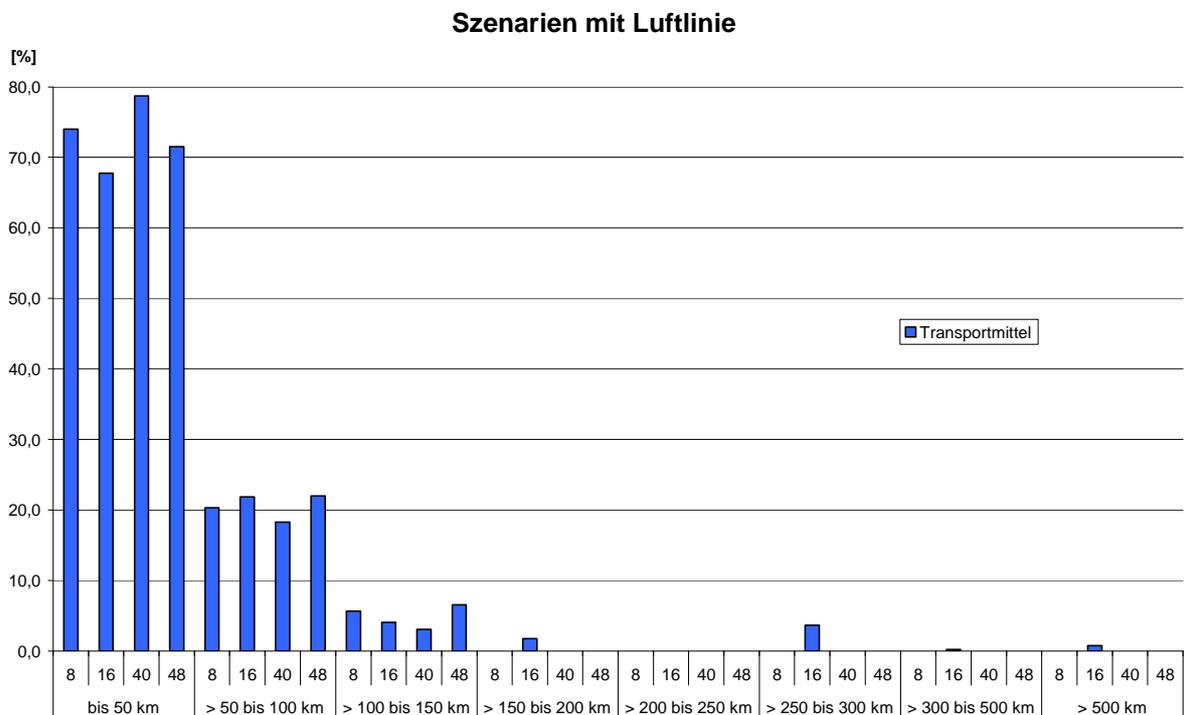
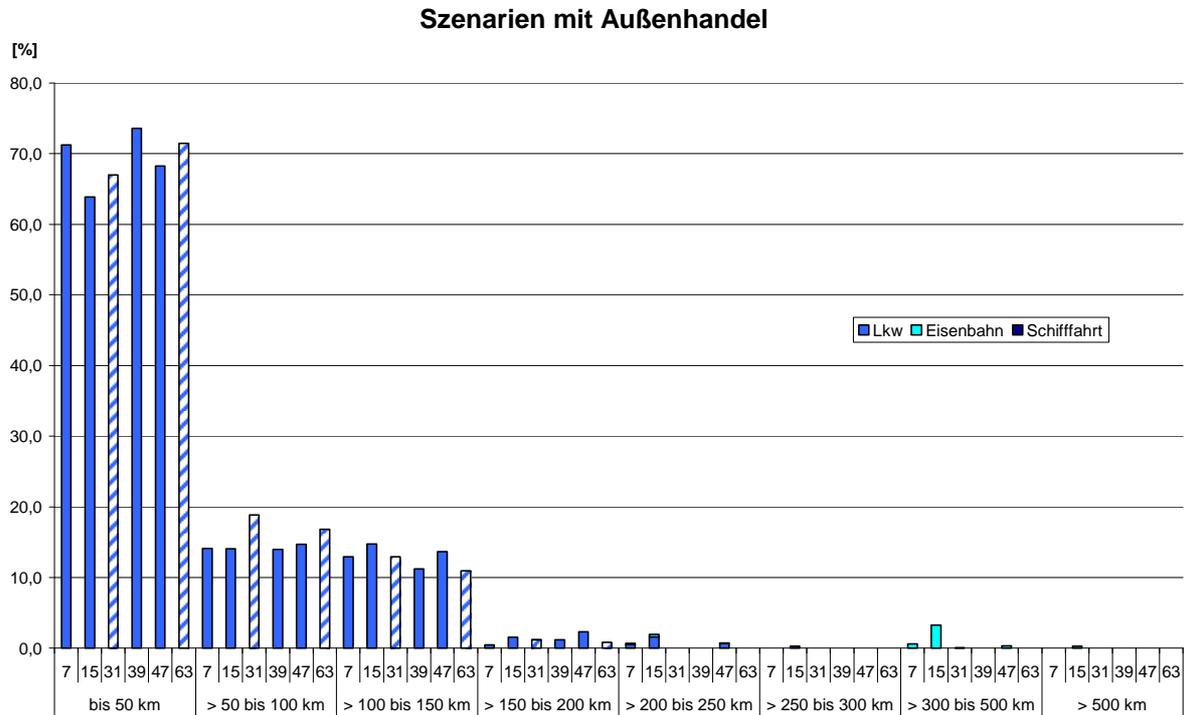
Abbildung X-6: Anteile der Entfernungen an Transportmengen – Teil 1



Erläuterung: Die schraffierten Flächen bezeichnen die Szenarien aus dem Jahr 2009.

Quelle: eigene Darstellung

Abbildung X-7: Anteile der Entfernungen an Transportmengen – Teil 2

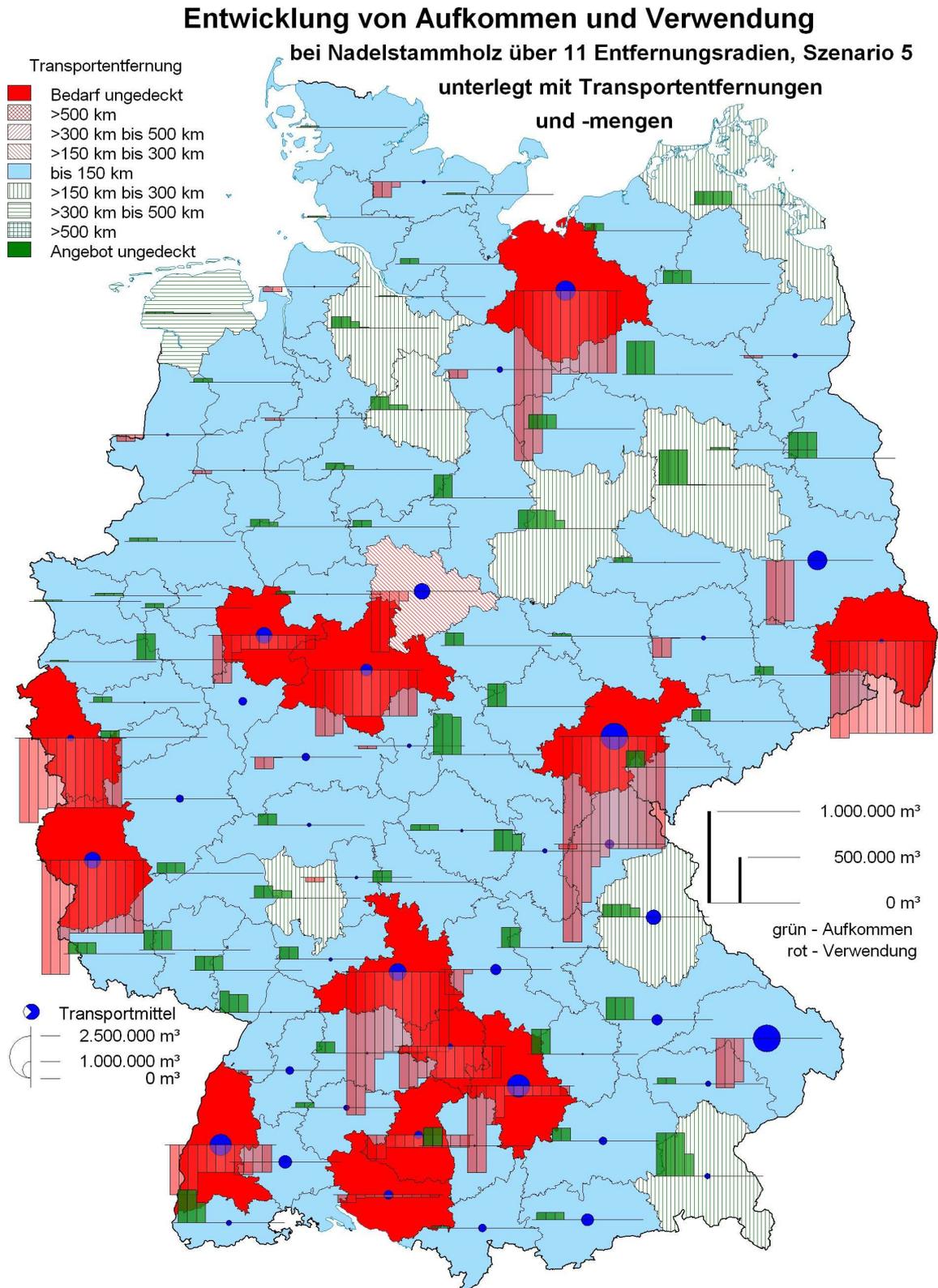


Erläuterung: Die schraffierten Flächen bezeichnen die Szenarien aus dem Jahr 2009.

Quelle: eigene Darstellung

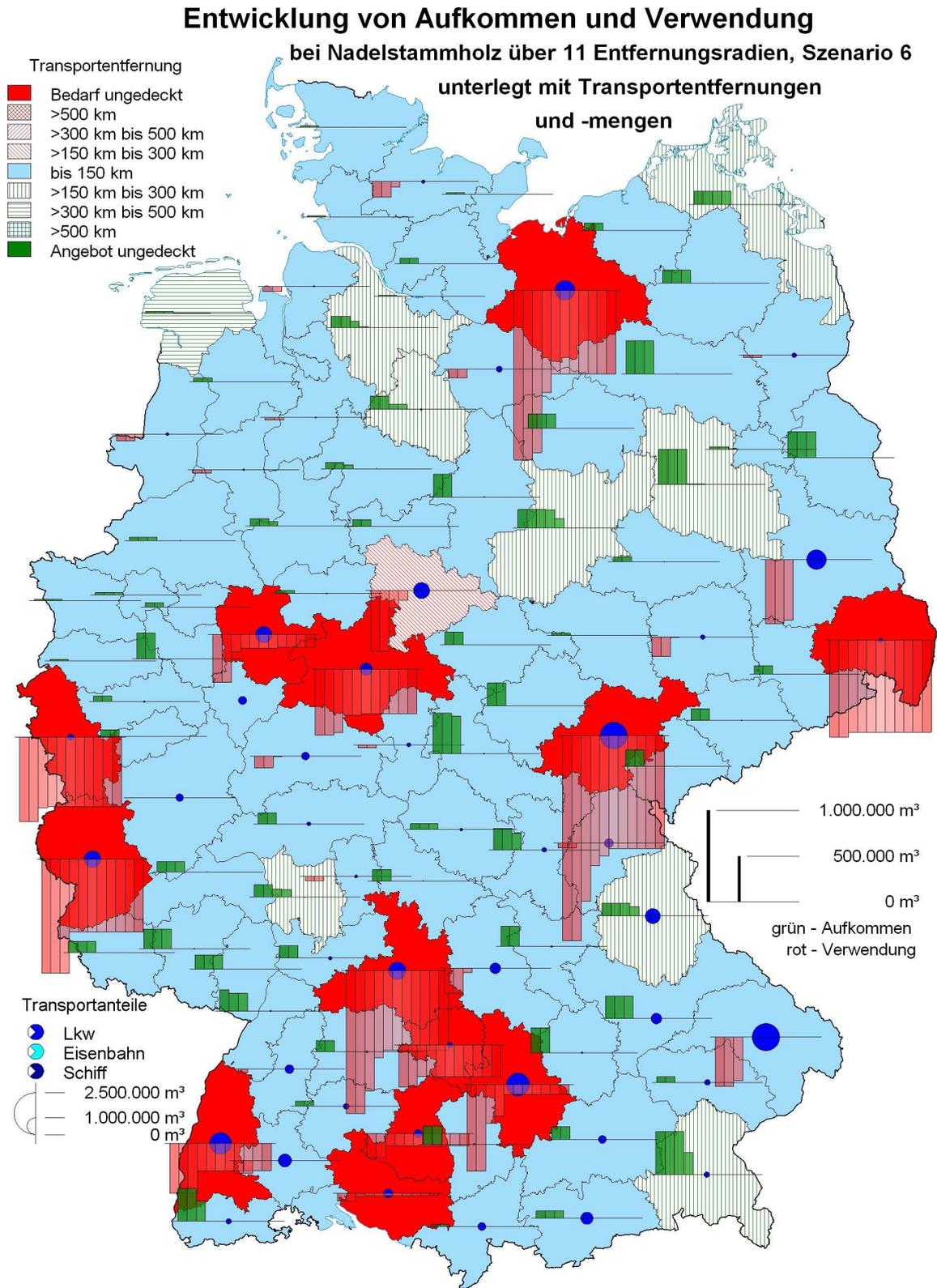
X.15 Szenarien Zusammenfassung

Abbildung X-8: Szenario 5 – Zusammenfassung



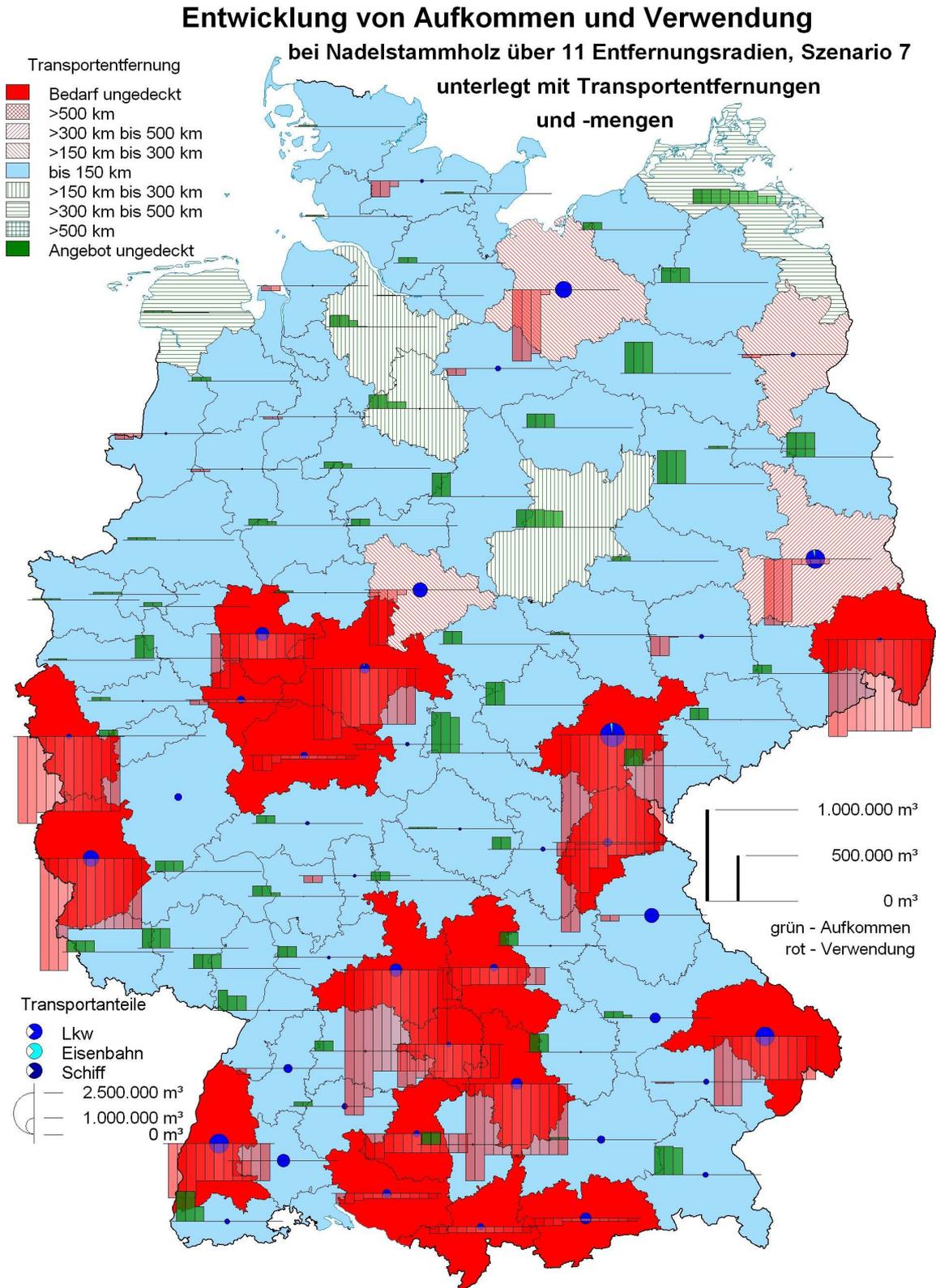
Quelle: eigene Darstellung

Abbildung X-9: Szenario 6 – Zusammenfassung



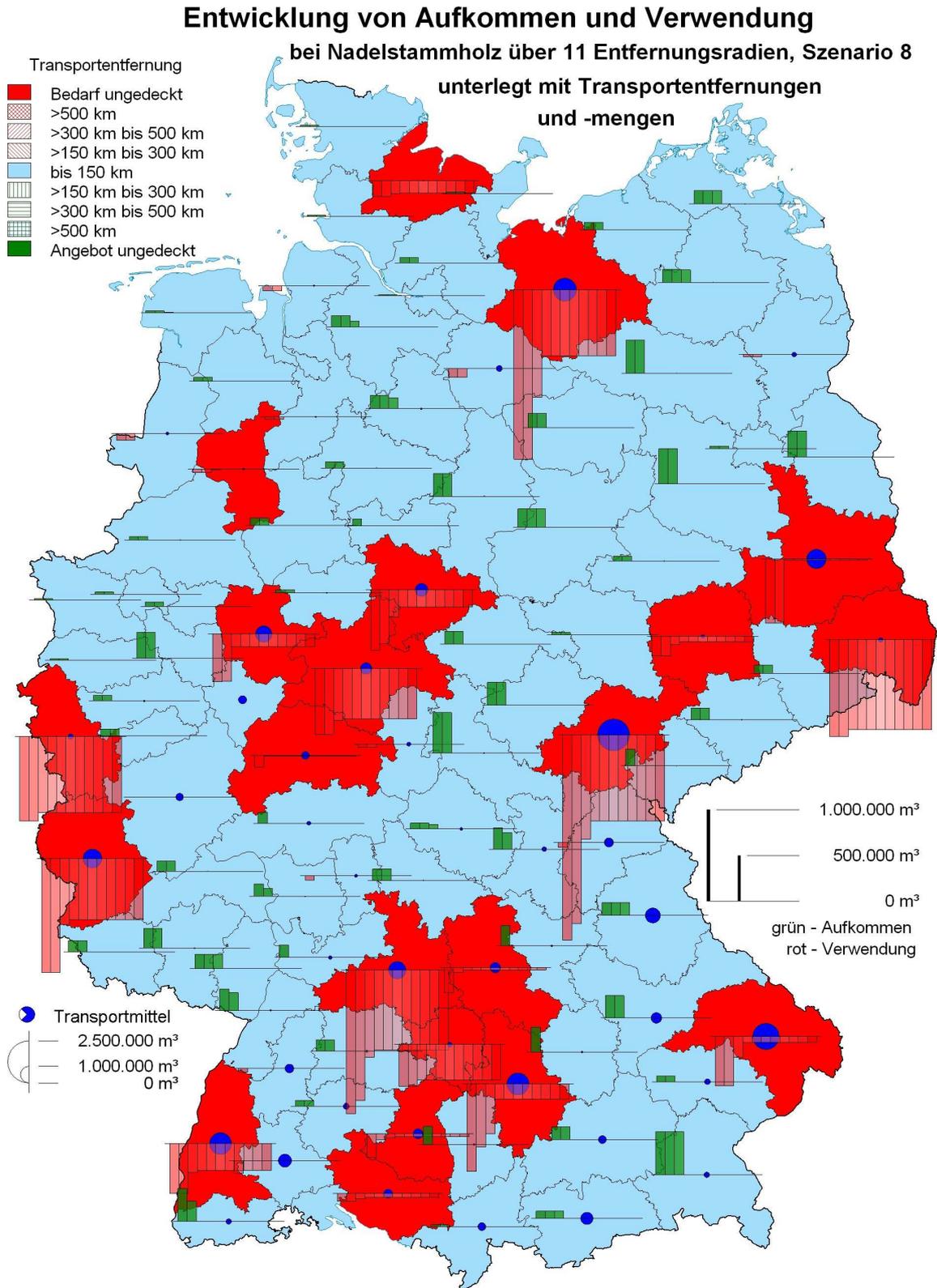
Quelle: eigene Darstellung

Abbildung X-10: Szenario 7 – Zusammenfassung



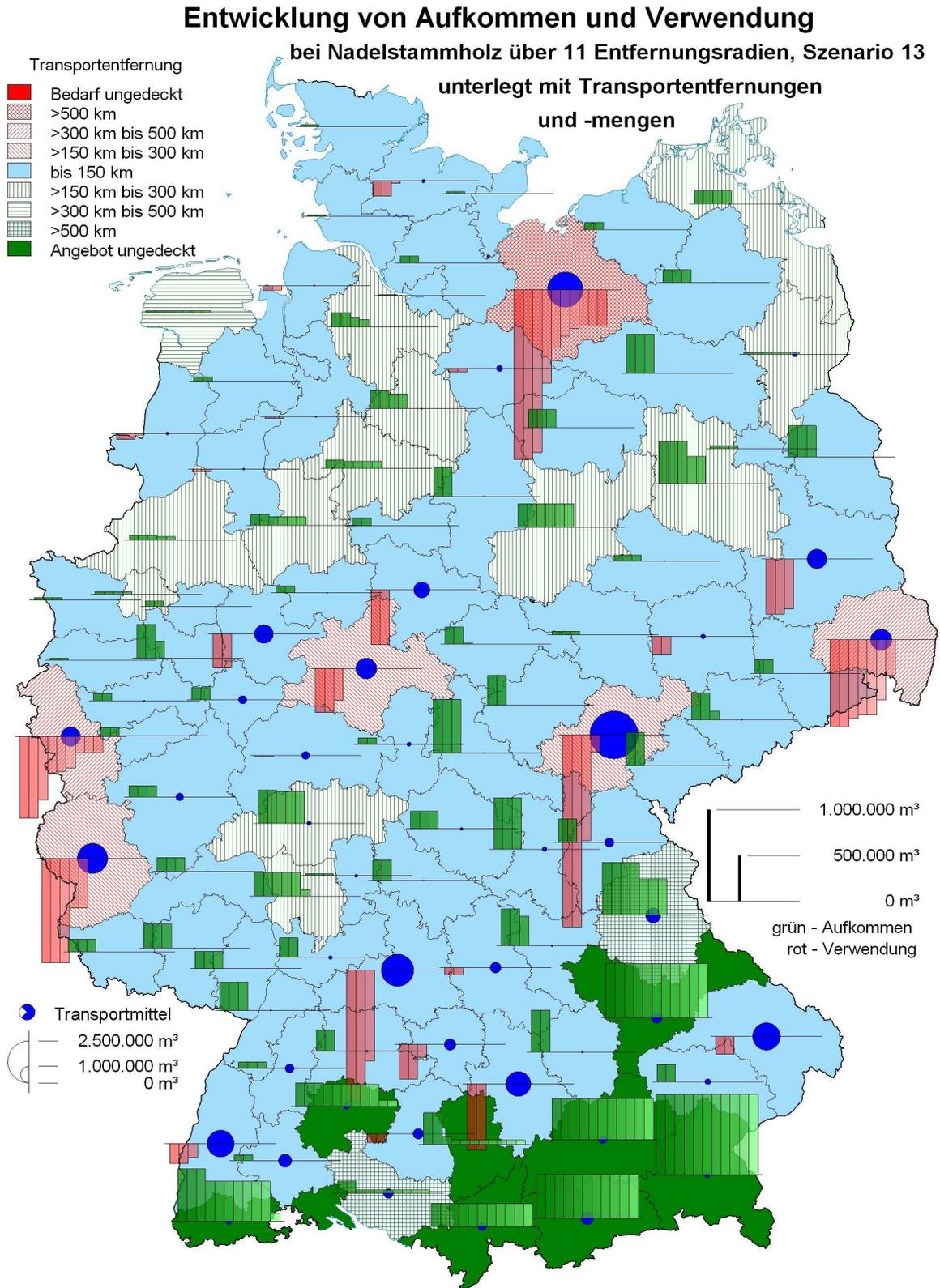
Quelle: eigene Darstellung

Abbildung X-11: Szenario 8 – Zusammenfassung



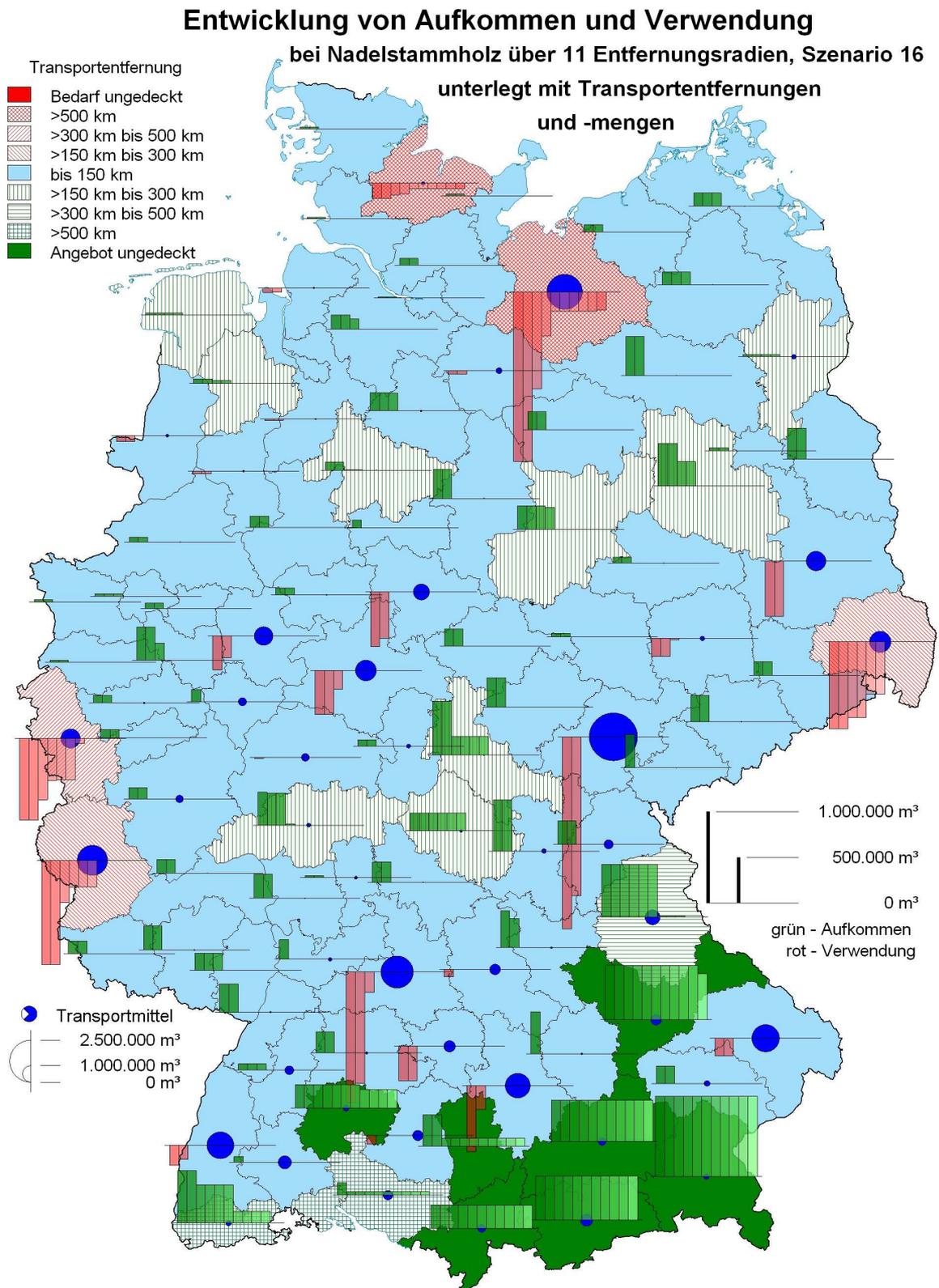
Quelle: eigene Darstellung

Abbildung X-12: Szenario 13 – Zusammenfassung



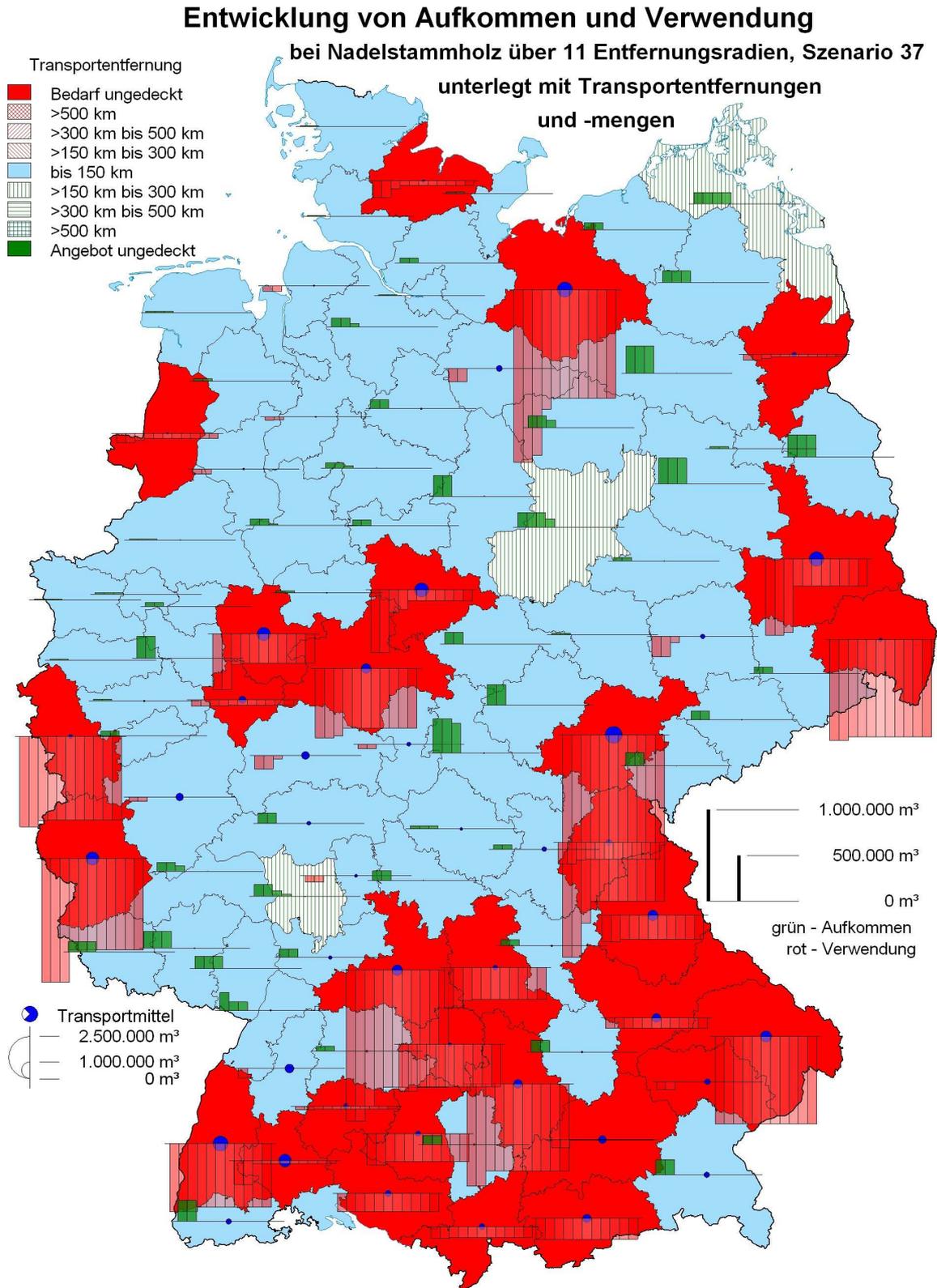
Quelle: eigene Darstellung

Abbildung X-13: Szenario 16 – Zusammenfassung



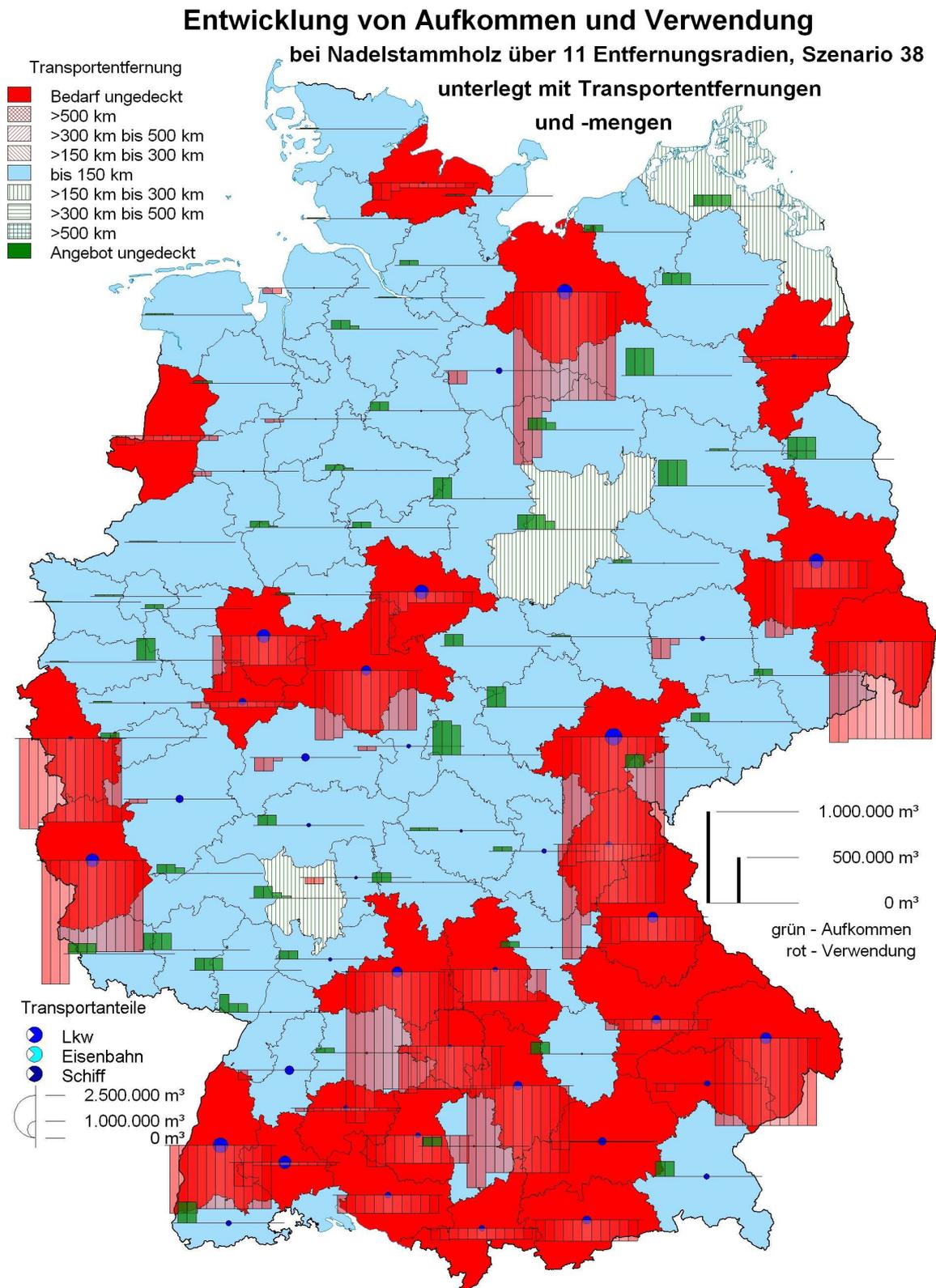
Quelle: eigene Darstellung

Abbildung X-14: Szenario 37 – Zusammenfassung



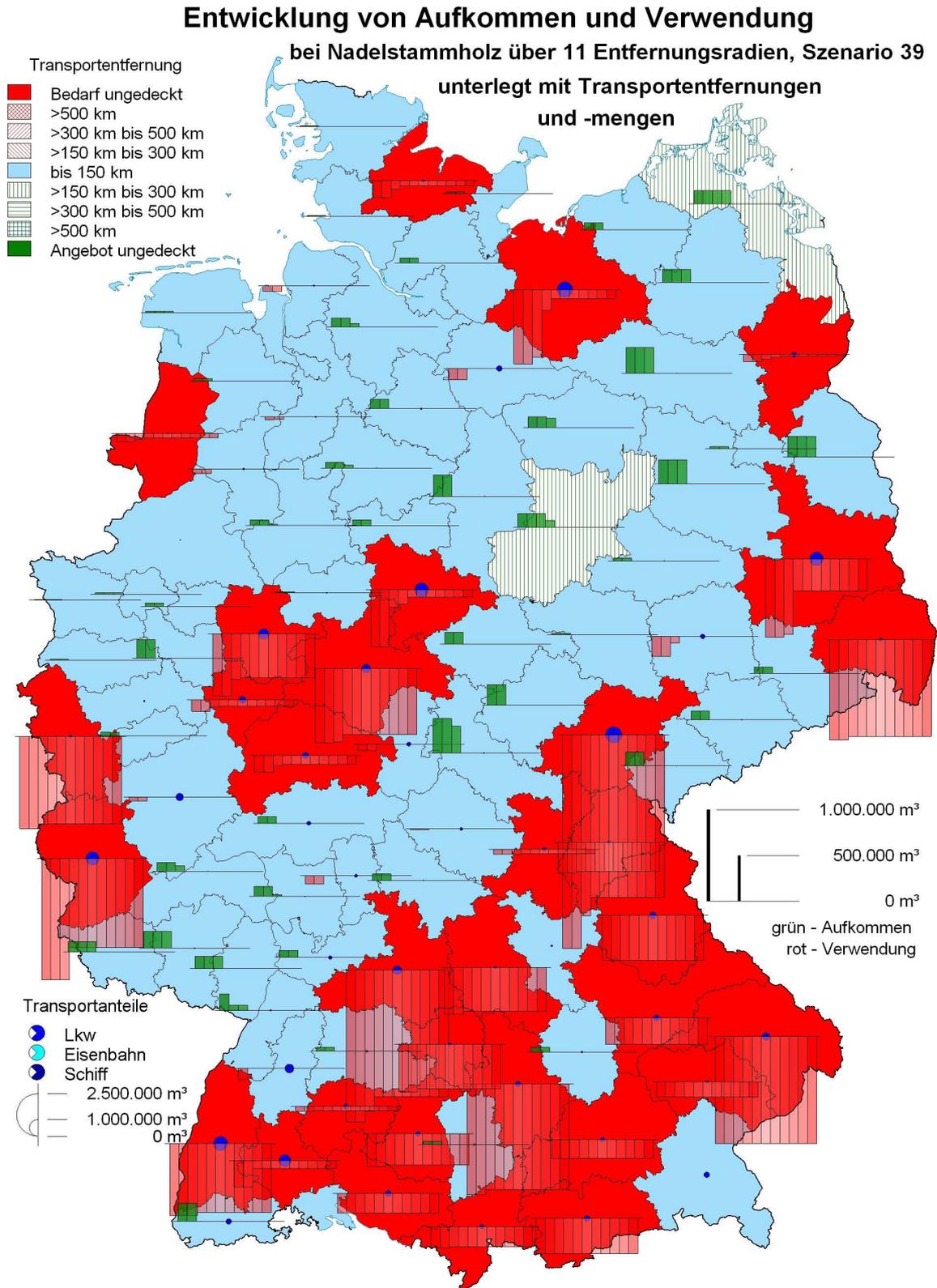
Quelle: eigene Darstellung

Abbildung X-15: Szenario 38 – Zusammenfassung



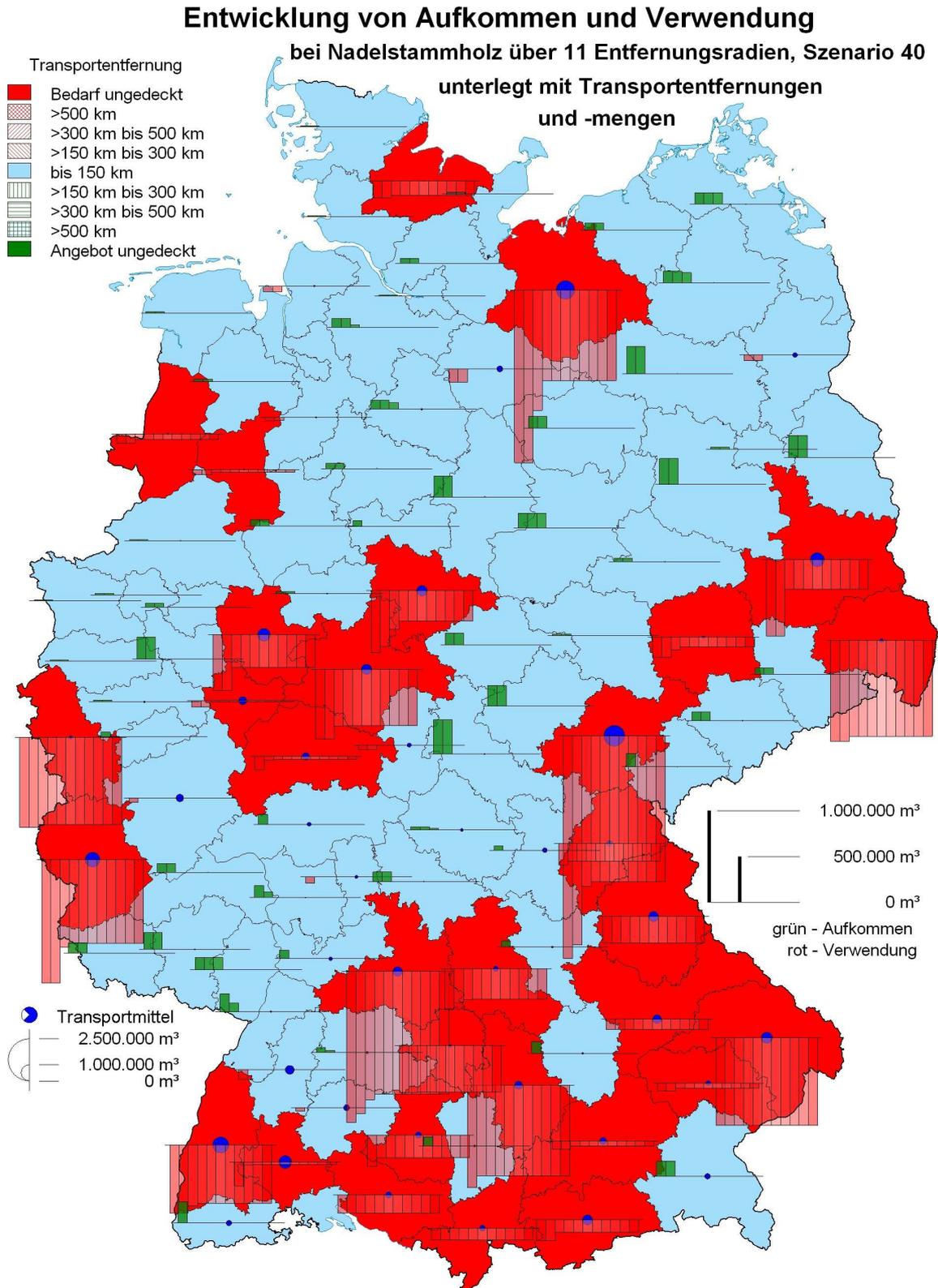
Quelle: eigene Darstellung

Abbildung X-16: Szenario 39 – Zusammenfassung



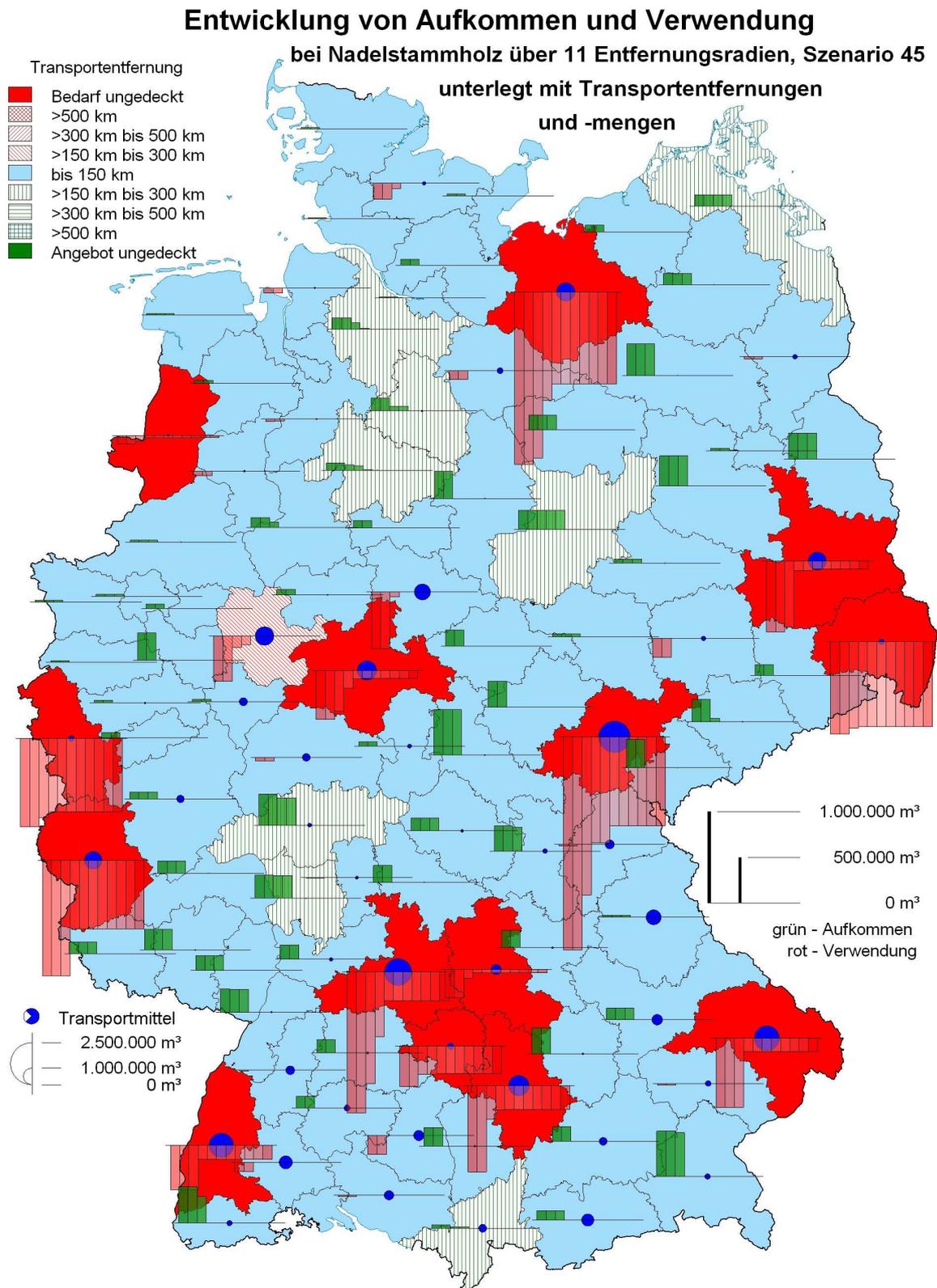
Quelle: eigene Darstellung

Abbildung X-17: Szenario 40 – Zusammenfassung



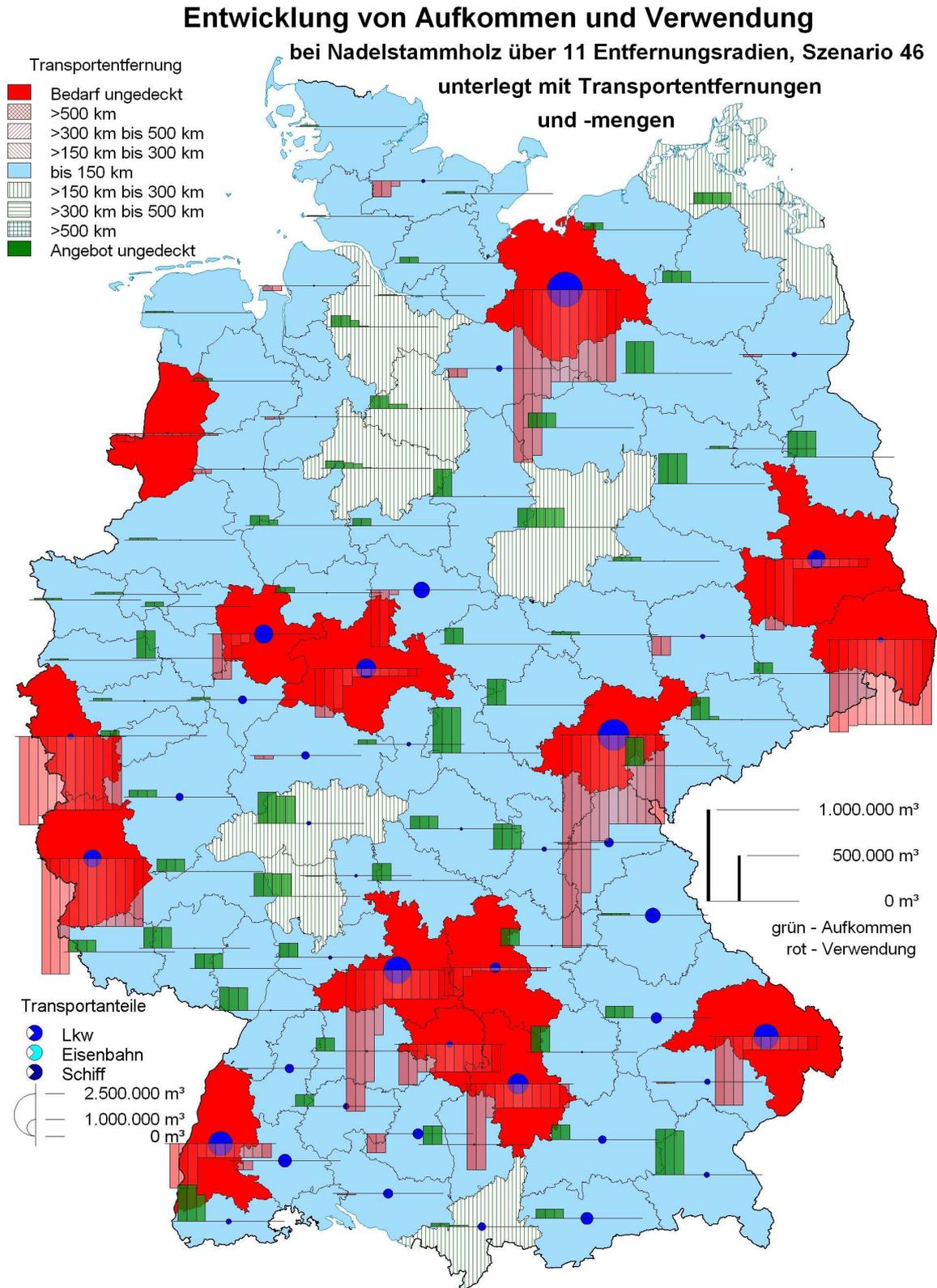
Quelle: eigene Darstellung

Abbildung X-18: Szenario 45 – Zusammenfassung



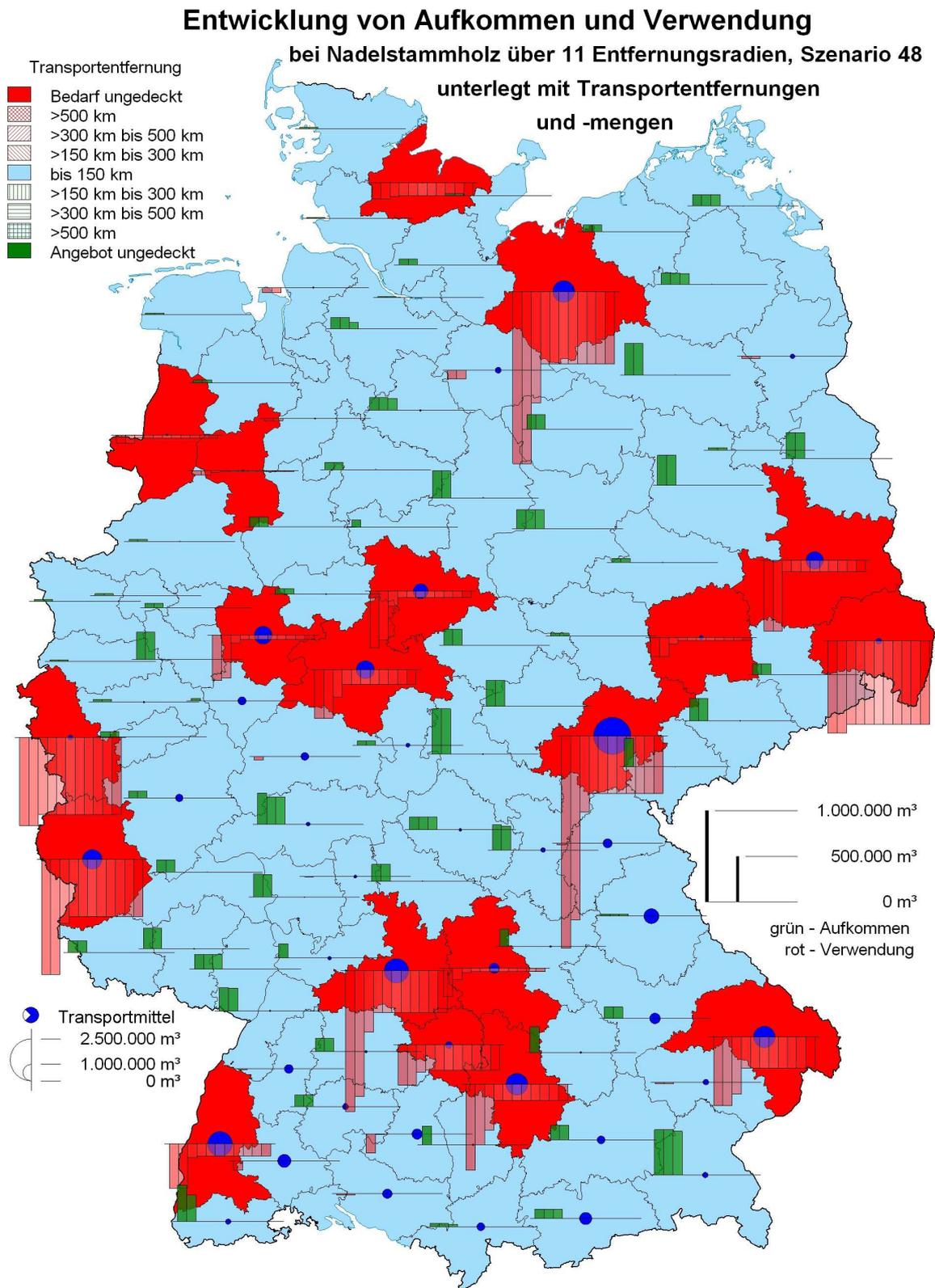
Quelle: eigene Darstellung

Abbildung X-19: Szenario 46 – Zusammenfassung



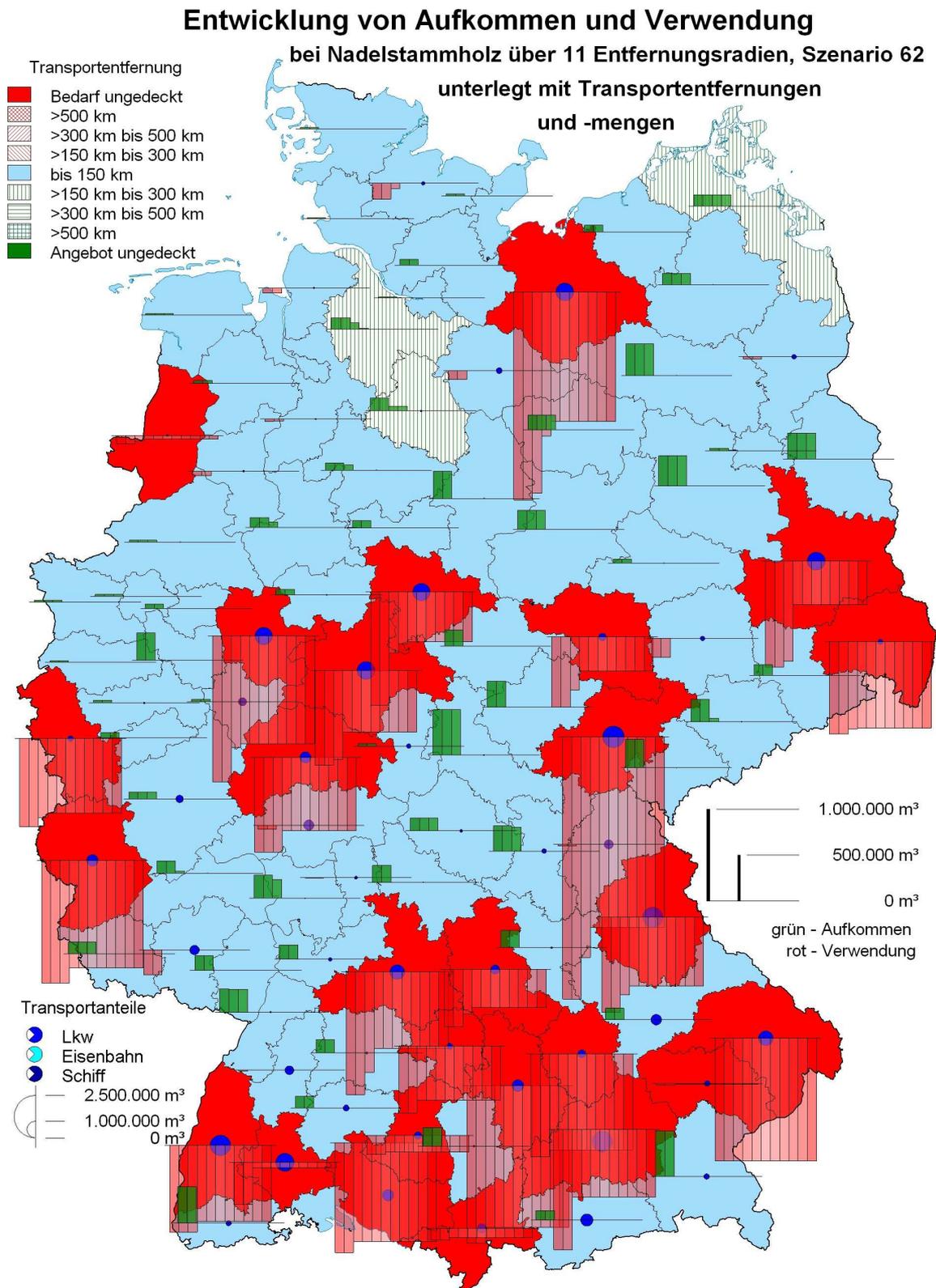
Quelle: eigene Darstellung

Abbildung X-20: Szenario 48 – Zusammenfassung



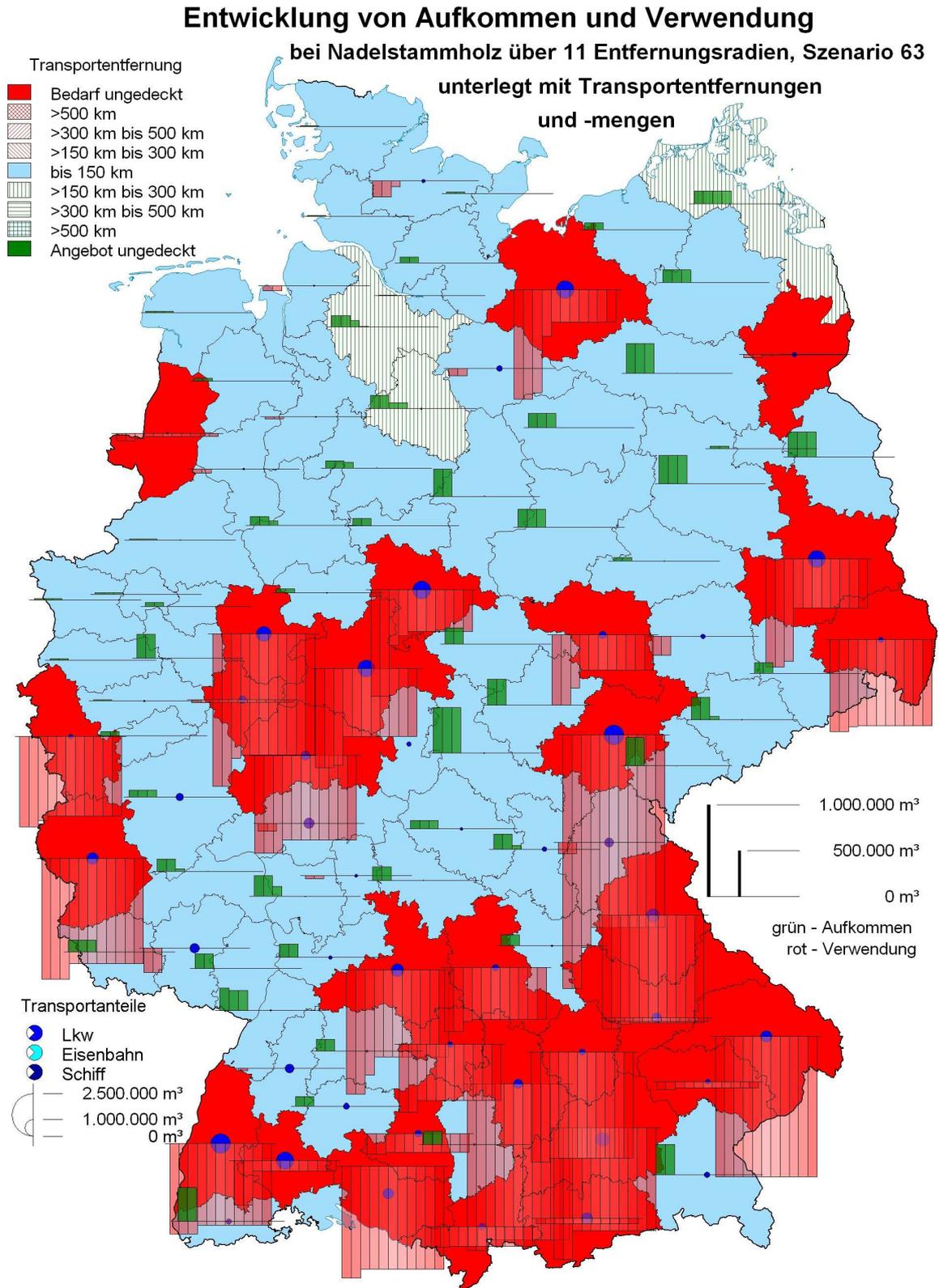
Quelle: eigene Darstellung

Abbildung X-21: Szenario 62 – Zusammenfassung



Quelle: eigene Darstellung

Abbildung X-22: Szenario 63 – Zusammenfassung



Quelle: eigene Darstellung