



Stephan Willems (Autor)

**Zur Abschätzung der Holzernte-Produktivität bei
Optimierung von Bereitstellungsverfahren für
Sortimente aus Laubholzkronen**

Stephan Willems

**Zur Abschätzung der
Holzernte-Produktivität**

bei Optimierung von Bereitstellungs-
verfahren für Sortimente aus Laubholzkronen



Cuvillier Verlag Göttingen
Internationaler wissenschaftlicher Fachverlag

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/6911>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentzsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,
Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>



1 Einleitung

1.1 Hintergrund und Problemstellung

Neben Nachrichten aus aller Welt finden sich in der Berichterstattung der Medien zunehmend Hinweise auf eine drohende Holznot, wenigstens Verknappung dieses natürlichen Rohstoffes. Nicht selten wird, politisch motiviert, von einem Ausverkauf heimischer Ressourcen berichtet. Die Einrichtung weiterer Schutzgebiete und Ausweisung von Biotopbäumen forcieren den Druck auf die verbleibenden Nutzungspotentiale. Nicht selten finden sich unter den betroffenen Arealen forstlich hochproduktive Waldbestände. Um einer drohenden Verknappung der heimischen Ressource Holz nicht mit weiteren Übernutzungen und Einfuhren teils fragwürdiger Herkunft zu begegnen, bedarf es optimierter Strategien zur nachhaltigen Nutzung hiesiger Potentiale.

Holzmobilisierung – ein forstpolitisches Programm oder doch eher eine Phrase – suggeriert in erster Linie die Mobilisierung bislang unerschlossener Vorräte. Die wenigen noch zu hebenden Potentiale befinden sich schwerpunktmäßig im klein strukturierten Privatwald.

Ein weiterer Aspekt der Mobilisierung betrifft die technische Bereitstellung von Holz, das bislang schwierig oder nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand zugänglich ist. Allein steigende Holzpreise führen als Marktanzreiz keineswegs zu einem wachsenden Angebot. So kann eine positive Entwicklung beim Waldeigentümer auch zur Einschlagszurückhaltung beitragen. Einerseits sollen Vorräte zu noch besseren Konditionen veräußert werden, andererseits für schlechte Zeiten eine Reserve darstellen. Die Annahmen prognostizieren eine weitere Verschärfung der Situation auf dem Rohholzmarkt, insbesondere beim Nadelholz und den Brennholzsortimenten (MANTAU, 2012b). So haben viele große Forstbetriebe und -verwaltungen über lange Zeit gegen die Märkte gehandelt. Zur Erfüllung der Vorgaben und Pläne wurden bei schlechten Holzpreisen die Hiebssätze erhöht, bei besseren Preisen vollzog sich Gegenseitiges. Vergleichbares ist gegenwärtig bei der Ölförderung zu beobachten. Allgemein bekannte Marktmechanismen können die Lage weiter verschärfen. So führt bei schlechten Preisen ein Angebotsüberhang leicht zu einem weiteren Wertverfall (OESTEN UND ROEDER, 2002).

Für die weitere Holzmobilisierung, die zweifellos ein mühsames Betätigungsfeld darstellt, können aussagekräftige Bereitstellungskosten auf Basis ermittelter Leis-



tungsangaben eine solide Hilfe sein. Gegenüber unverständlich hergeleiteten, risikobehafteten Erlösen überzeugen fundierte Kalkulationen.

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit Bereitstellungsverfahren – schwerpunktmäßig für Schwachholzsortimente –, hergeleiteten Bereitstellungskosten und zeigt ebenso mögliche und vorhandene Restriktionen auf.

Die Wahl erforderlicher Verfahren wird im Wesentlichen sowohl durch den Standort, den dadurch beeinflussten aufstockenden Bestand als auch durch betriebliche und vom Markt vorgegebene Rahmenbedingungen beeinflusst. Die schwindende Preisdifferenz zwischen Lang- und Kurzholz aufgrund moderner Sägewerkstechnik sowie die Zunahme von Holzwerkstoffen haben zu einer weiteren Steigerung der CTL-Technik beigetragen. Beim Cut-To-Length-Verfahren werden hochmechanisiert vom Harvester Abschnitte produziert, um anschließend vom Forwarder an die Waldstraße gerückt zu werden.

Holz – in der frühzeitlichen menschlichen Geschichte Rohstoff zur Fertigung von einfachen Werkzeugen und Waffen – wurde später auch als Baumaterial und Energieträger genutzt. Mit zunehmender Industrialisierung büßte Holz diese Funktionen in der modernen Gesellschaft mehr und mehr ein. Das oft schwer normierbare Holz aus den Wäldern musste Substituten wie Beton, Glas, Stahl, Kunststoff, Kohle, Erdöl und Gas weichen.

Mit aufwendigen Kampagnen wurde und wird weiterhin für den heimischen, schier unendlichen Rohstoff geworben, gleichzeitig die Ausbeutung Dritter Weltländer wie auch europäischer Primärwälder ebenso verurteilt wie die Abhängigkeit von Öl- und Gasimporten bemängelt. Zunehmend rückt die Nutzung heimischer Hölzer wieder in den Fokus unserer Gesellschaft.

Befeuert durch den Klimawandel und die Nutzung CO₂-neutraler – zumindest CO₂-freundlicher – Rohstoffe gewinnen Holzprodukte wieder an Boden. Kampagnen (300 Jahre Nachhaltigkeit) von Politik, Wirtschaft, ja sogar Naturschutzverbänden zur Nutzung heimischen Holzes verhalfen diesem, insbesondere bei der stofflichen Verwertung, zu gesteigertem Ansehen. Alltagsgegenstände aus Holz wie Möbel, Werkzeugstiele, Küchenutensilien und Kinderspielzeug genießen gegenüber anderen Materialien heute häufig das Image von Natürlichkeit, Dauerhaftigkeit und Hochwertigkeit. Gegenüber alternativen Werkstoffen sind Holzprodukte oftmals im höherpreisigen Segment zu finden.



Aus natürlich belassenem Holz gefertigte Gebrauchsgegenstände, Möbel und Dekorationsartikel wirken zeitlos, was die Dauerhaftigkeit unterstreicht. Darüber hinaus lebt Holz. Es atmet, was sich in unseren durch einen entsprechenden Fensterbau zunehmend voll isolierten Behausungen durchaus positiv auf das Raum- und Wohnklima auswirkt. Insgesamt nimmt der Rohstoff Holz als Baustoff einen wachsenden Anteil ein. In Baden-Württemberg liegt die Holzbauquote bei überdurchschnittlich hohen 23,7 % und damit im Bundesdurchschnitt auf dem ersten Platz. Dem Spitzenreiter folgen Rheinland-Pfalz mit 21,6 %, Bayern mit 19,0 % und Hessen mit 18,6 %. Die durchschnittliche Holzbauquote in Deutschland lag 2012 bei beachtlichen 15,2 %, im Nichtwohnbau sogar noch 3,4 % höher (HOLZBAU DEUTSCHLAND – BUND DEUTSCHER ZIMMERMEISTER, 2014).

Neben ausgefallenen Gebrauchsgegenständen aus Holz, wie USB-Stick, Tastatur, Monitor und Computermaus, deren Holzanteil wohl mehr der Optik denn deren Funktionalität zugute kommt, gibt es Gegenstände, die sich „hergestellt aus Holz“ auch in den zurückliegenden Jahrzehnten behaupten konnten, so zum Beispiel Kleiderbügel, Werkzeugstiele, Wäscheklammern oder Schneidbretter. Viele Verbraucher setzen mit dem Erwerb holziger Gegenstände sowohl auf den Dekor- und Exklusivitätswert als auch den Nachhaltigkeitsgedanken, der ihnen zu einem vermeintlich ökologischen Fußabdruck verhilft.

Das anhaltende Wachstum auf dem Energiesektor ist nicht zwangsläufig einem Ansehensgewinn der Produkte des heimischen Waldes zuzurechnen, vielmehr dem schwindenden zur Verfügung stehenden Einkommen vieler Haushalte (JÖNSSON, 2012). Die dauerhaft zunehmenden Preise für Energie und Mobilität ließen das Einsparpotential durch die Nutzung von Holz stetig anwachsen. So ist es kaum verwunderlich, dass der bei den Privatwaldeigentümern beginnende Brennholzboom sich über die Landbevölkerung bis in die Vorstädte ausgebreitet hat. Eine weitere Expansion in die Ballungsräume hinein wird nicht selten durch die Geruchsbelästigung und die steigende Feinstaubbelastung der Umwelt unterbunden. Das Bedürfnis, sich körperlich in der Natur zu betätigen, hat den Run aufs Brennholz zusätzlich befeuert. Schon heute werden mehr als 50 % des Holzaufkommens in Deutschland mit wachsender Tendenz einer energetischen Verwertung zugeführt. Ein Gesamtvolumen von knapp 70 Mio. Fm Holz findet heute in verschiedensten Kesseln und Öfen sein Ende als Brennstoff, wovon allein 50 % als Scheitholz verbrannt werden, welche zu $\frac{2}{3}$ aus dem Wald stammen (MANTAU, 2012b). Bereits die prognostizierte EEG-Umlage 2014 in Höhe von 21,5 Mrd. Euro (BUNDESNETZAGENTUR, 2013) belas-



tet die knapp 40 Mio. Haushalte in Deutschland durchschnittlich mit ca. 540 Euro je Haushalt, respektive 270 Euro je Bundesbürger (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2014a) zusätzlich. Denn ganz gleich, ob die Umlage von öffentlichen Verwaltungen oder privaten Unternehmen zu entrichten ist, zahlen diese im Ergebnis die Verbraucher und damit die Haushalte über Steuern und Abgaben sowie steigende Preise.

Die weiter anhaltende Förderung zur Steigerung regenerativer Energien, insbesondere der Biomasse, zieht zunehmend eine Verschärfung auf dem hart umkämpften Markt geringwertiger Sortimente nach sich. Eine grenzenlose Steigerung des nutzbaren Energieholzpotentials ist nicht möglich. Anhaltende Zuwächse aus den Bereichen Landschaftspflegematerial und Altholz sind nach MANTAU (2013) nicht zu erwarten. Ein weiterer nennenswerter Zuwachs des Waldenergieholzanteils geht wohl nur zu Lasten anderer Nachfrager wie der Rohholz verarbeitenden Industrie.

Nach ersten Einschätzungen ist der Nachhaltshiebsatz nahezu flächendeckend erreicht. Es darf davon ausgegangen werden, dass dieser kalamitätsbedingt bei der Baumart Fichte bereits deutlich überschritten und in Abhängigkeit der Befahrbarkeit stellenweise ebenfalls mehr als vollends ausgeschöpft wurde und somit der Hiebsatz unter Einbeziehung nur schwer erreichbarer Standorte (Staunässe und Steilhänge) sich nahezu ausgeglichen darstellt.

Dem traditionell forstlichen Gedanken der Nachhaltigkeit verpflichtet, ist es die Aufgabe dieses Berufszweiges, nun erneut den Bedürfnissen energie- und profitgieriger Konzerne und politisch ambitionierten Programmen sowie einer Gewinnmaximierung der Waldbesitzer – ganz gleich, ob es sich dabei um Privatpersonen oder die öffentliche Hand handelt – zu trotzen und auf die Generationenverpflichtung des Waldes zu verweisen sowie das Nutzungspotential für folgende Generationen dauerhaft zu wahren.

Dazu zählt neben der Vermeidung einer aufgrund der o. g. Gesichtspunkte langfristig reduzierten Nutzungsmenge auch die Bewahrung einer Wertnachhaltigkeit in Bezug auf die Baumartenvielfalt und die möglichen Sortimente. Folglich sollen Baumarten aller Altersklassen und Qualitäten dauerhaft vertreten sein. Diese gilt es zu erhalten, zu mehren und ihre Qualität durch Pflege zu sichern (BWALDG, 2010).

Mögliche Kompensationen durch Nutzungsverzichte aufgrund naturschutzrechtlicher Restriktionen sind zu diskutieren. Interessante wenn auch nicht unumstrittene Konzepte zur Ascherückführung zwecks Nährstoffausgleichs für überhöhte Energieholznutzung (VON WILPERT ET AL., 2012) liegen vor und könnten, so sie denn Akzep-



tanz und Zulassung finden, zu einer Ausweitung des nachhaltig nutzbaren Waldenergieholzpotentials beitragen. Bereits die gängige Konzentration des Reismaterials auf und an den Gassen dürfte bei fortgesetzter Praxis zu einer erhöhten Nährstoffkonzentration entlang der Befahrungslinien führen.

Der Föderalismus in Deutschland hat eine Mannigfaltigkeit von Lösungsansätzen begünstigt. So wurde in den zurückliegenden Jahrzehnten eine Vielzahl an Verfahren zur Nutzung der vorhandenen „Energieholzreserven“ aufgezeigt und angepasst. Häufig heben die Entwicklungen auf bereits vorhandene Technischelemente ab. Nicht selten sind die heute auf dem Markt dargebotenen Lösungen auf Eigenentwicklungen, zumindest Beteiligungen forstlicher Unternehmer zurückzuführen. Teile der Entwicklungsarbeit werden von Forstbetrieben und Unternehmern übernommen.

Die Holzernte, insbesondere die technische Entwicklung dafür, ist naturwissenschaftlichen Gesetzmäßigkeiten unterworfen. So lassen sich kaum Maschinen konstruieren, die bodenschonend, ergonomisch ausgefeilt, witterungsunempfindlich und zu geringen Kostensätzen arbeiten können. Dennoch vermag es die Forstbranche immer wieder, mit aufsehenerregenden Neuerungen aufzuwarten und die interessierte Öffentlichkeit wie auch die Fachwelt zu verblüffen. Nicht selten geht es dabei um technische Entwicklungen zur Erschließung problematischer Areale, insbesondere im schwachen Holz. Regelmäßig tauchen neue Varianten schreitender Maschinen oder unbemannter Fahrzeuge auf.

Durch die Strukturreformen des zurückliegenden Jahrzehntes begünstigt, hat sich eine Vielzahl an Modifizierungen entwickelt. Eine Vereinheitlichung allgemeingültiger Vorgaben mit regionalen Abwandlungen ist deshalb erstrebenswert. Beispielsweise kann eine mögliche Harvestervermessung nur dann ihre Vorteile ausspielen, wenn alle Vertragspartner diese anerkennen. Zunehmend sind jedoch Einflüsse differenter Wertvorstellungen und moralischer Maßstäbe in der Waldarbeit zu beobachten. Diese sind häufig nicht wissenschaftlich begründet.

Nennenswerte Holzpotentiale bestehen lediglich noch im Bereich des Restholzes, eine Ressource, die jedoch neben erheblichen ökonomischen Risiken zunehmend auch ökologischen Beschränkungen unterworfen wird. MANTAU (2013) misst dem Waldrestholzpotential die bei weitem größten Wachstumsmöglichkeiten bei. Weder beim klassischen Derbholz aus dem Wald, dem Landschaftspflegeholz noch beim Altholz konnte MANTAU (2013) nennenswerte Reserven ausmachen.



Folgerichtig kann und wird sich die künftige Auseinandersetzung neben einer Beleuchtung der Waldrestholzproblematik vorrangig auf die Verfahren der Bereitstellung konzentrieren. Diese müssen wirtschaftlich vorteilhaft, ergonomisch günstig, arbeitstechnisch sicher sowie ökologisch verträglich gestaltet werden. Die forstlichen Produkte sind dabei kundenkonform bereitzustellen.

Die vorliegende Arbeit soll einen Überblick möglicher Verfahren und Prozessketten liefern und mögliche BEST-Verfahren zur Holzernte-Produktivität herausstellen, erhebt jedoch keineswegs den Anspruch auf Vollständigkeit und Abdeckung aller in Frage kommenden Gegebenheiten.

1.2 Zielsetzung und Hypothesen

Abwechslungsreich und gefährlich ist die Arbeit im Wald bis heute. Nicht immer einfach zu kalkulieren sind die in der Holzernte auftretenden Risiken, ebenso wenig Produktivität und Kosten. Dabei sollten gerade diese für einen Wirtschaftsbetrieb unabkömmlich sein. Bedauerlicher Weise droht in der Gegenwart der Verlust arbeitsintensiv erhobener und mühevoll zusammengetragener Daten. Immer schwieriger wird es, allgemeingültige Grundlagen einvernehmlich anzuerkennen. Es gibt eine unüberschaubare Zahl an Tarifen und Berechnungsmodellen. Eine dem Erweiterten Sortentarif (EST) vergleichbare Basis scheint ebenso wie das Interesse an einer solchen Kalkulationsgrundlage verloren gegangen zu sein. In Zeiten bildreich und bunt illustrierter Nachhaltigkeitsberichte ist eine Betrachtung von Arbeitskraft, Produktivstunden und Leistung eher unerquicklich.

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit einer Zusammenstellung und Herleitung solide kalkulierter Grundlagen mit Schwerpunkt auf den Schwachholzsortimenten. Dazu werden für besonders bedeutende Bereitstellungsverfahren entsprechende Kalkulationsgrundlagen ermittelt und anwenderfreundlich aufbereitet.

Folgende Verfahren werden detailliert betrachtet:

1. Konventionelle Holzernte (Kapitel 3)
2. Hochmechanisierte Holzernte (Kapitel 4)
3. Hochmechanisierte Brennholzbereitstellung aus Buchenkronen (Kapitel 5)



Dabei werden diese Hypothesen bearbeitet:

- 1) Aus dem Fundus des EST lassen sich auch für heutige Anwendungen funktionale Kalkulationsmodelle herleiten.
- 2) Anwenderfreundliche Kalkulationsmodelle sind darüber hinaus für die hochmechanisierte Holzernte erstellbar.
- 3) Die hochmechanisierte Bereitstellung von Brennholz aus Laubbaumkronen kann wirtschaftlich, ökologisch und ergonomisch verbessert werden.
- 4) Die kombinierte Bereitstellung von Brennholz und zur Zerspannung vorgesehenen Waldrestholzes birgt potentielle Synergien.
- 5) Die Bereitstellung von Hackschnitzeln ist oftmals, rein wirtschaftlich betrachtet, nicht rentabel durchführbar.
- 6) Obwohl wirtschaftlich nicht darstellbar, kann eine Nutzung des Waldrestholzes dennoch sinnvoll/vorteilhaft sein.



2 Grundlagen

2.1 Definitionen

Im Sprachgebrauch haben sich vielfach Begriffe ohne eine einheitlich definierte Basis etabliert. Dies kann zu Missverständnissen und Irritationen führen. Um dem vorzubeugen, werden im Folgenden einige für das Verständnis erforderliche Begrifflichkeiten eindeutig definiert. Die Begriffsbestimmungen erfolgen in Anlehnung an die RAHMENVEREINBARUNG FÜR DEN ROHHOLZHANDEL IN DEUTSCHLAND (RVR, 2014). Diese noch immer in Bearbeitung befindliche privatrechtliche Regelung von Deutschem Forstwirtschaftsrat e. V. (DFWR) und Deutschem Holzwirtschaftsrat e. V. (DHWR) soll der bundeseinheitlich standardisierten Sortierung und Vermessung von Rohholz dienen. Sie wird als Nachfolgeregelung die Ende 2008 aufgehobene Gesetzliche HANDELSKLASSENSORTIERUNG FÜR ROHHOLZ (FORST-HKS, 1969) ablösen (RVR, 2014).

Rohholz

Um Rohholz handelt es sich bei liegendem, gezopftem und entastetem Holz. Es kann darüber hinaus bereits abgelängt, entrindet oder gespalten sein. Rohholz wird sortiert in Stamm-, Industrie- und Energieholz.

Stammholz

Rundholz, welches für eine stoffliche Verwertung, zumeist in der Säge- oder Furnierindustrie, bestimmt ist, wird als Stammholz bezeichnet. Es wird zwischen Langholz und Abschnitten von bis zu 6 m Länge differenziert. Auch die Schwelle gehört zum Stammholz.

Industrieholz

Industrieholz (IH) gehört ebenso wie das Stamm- und Energieholz zum Rohholz. Gegenüber dem Energieholz lässt es sich durch die vorgesehene stoffliche Nutzung in der Industrie abgrenzen. Dazu wird es mechanisch oder chemisch aufgeschlossen. Das Sortiment Industrieholz wird in die Sorten lang (IL), kurz (IS) und Waldhackschnitzel (HS oder WHI) untergliedert. Das IL bezeichnet Industrieholz von einer Länge über 3 m und IS wird üblicherweise für Schichtholz in Längen von 1 bis 3 m verwendet.

**Energieholz**

Das Energieholz wird analog zum Industrieholz ebenfalls in die Sorten lang (BL), kurz (BS) und Waldhackschnitzel (HS oder WHE) aufgliedert. Das Sortiment ist jedoch für eine energetische Nutzung vorgesehen.

Kurzholz

Unter das Kurzholz fallen Stammholzabschnitte vorgegebener Längen von bis zu 6 m und aufgearbeitetes Industrie- als auch Energieholz von bis zu 3 m Länge. In Ausnahmefällen kommen auch Energieholzlängen von bis zu 6 m vor.

Langholz

Langholz weist eine Länge von mehr als 6 m auf.

Kranlängen

Kranlängen sind durch eine Länge von 3 bis 7 m definiert. Die Bezeichnung findet beim Industrie- und Brennholz Verwendung.

Schichtholz

Schichtholz bezeichnet sowohl gesetztes Industrie- als auch Energieholz in kurzer Form. Es wird in 1m-Schritten abgelängt. Für gewöhnlich beträgt die Maximallänge 3 m.

Brennscheitholz

Unter dem Begriff Brennscheitholz oder nur Scheitholz werden Brennholzstücke von bis zu 1 m Länge in gespaltener und runder Form subsumiert.

Brennholz

Das Brennholz ist Teil des Energieholzes und unterscheidet sich vom Hackschnitzel durch seine Stückigkeit. Es wird in langer (BL) und kurzer (BS) Form vermarktet.

Waldrestholz

Zum Waldrestholz werden die für die stoffliche Nutzung und Verwendung als klassische Brennholzsortimente ungeeigneten oder wirtschaftlich kaum mehr bereitzustellenden Baumbestandteile, einschließlich Derbholz und Nichtderbholz gezählt. Aufgrund mangelnder Dimension, Länge oder Qualität verbleiben diese im Wald oder werden gemeinsam mit zugunsten einer energetischen Nutzung verbliebenen Holz mengen entsprechender Verwendung zugeführt. Früher verblieb dieses Holz oftmals im Bestand und der Derbholzanteil wurde als X-Holz geschätzt.

Hackschnitzel

Hackschnitzel werden in Industriebackschnitzel, gewonnen aus Industrie- und Industrierestholz, und Waldhackschnitzel, zumeist gewonnen aus Waldrestholz, unterteilt. Die maschinelle Zerkleinerung erfolgt mobil oder stationär. Die Begriffe Hackschnitzel und Hackgut werden synonym verwendet.

Hackholz

Unter Hackholz wird zur Zerspannung vorgesehenes Material verstanden. Vorwiegend handelt es sich dabei um Waldrestholz.

X-Holz

Zum X-Holz zählt das bei der Holzernte bearbeitete, jedoch aufgrund mangelnder Qualität für die stoffliche Nutzung nicht verwertbare Derbholz. Das X-Holz verbleibt üblicherweise im Schlag. Sein Anteil am Hiebsvolumen liegt landläufig bei 5 bis 10 % und wird mangels durchgeführter Vermessung geschätzt.

Nicht selten sind in der Praxis die Übergänge zwischen den einzelnen Sorten und Sortimenten fließend. Neben weiterveräußerten Mengen kaufen insbesondere größere Heiz(kraft)werke in nennenswertem Umfang Industrieholz, um dieses einer energetischen Verwertung zuzuführen (MANTAU, 2012b). Auch der umgekehrte Fall ist vorstellbar. Insbesondere das häufig als „Automatenholz“ bezeichnete Sortiment, bestimmt für die Verarbeitung in sogenannten Säge-Spaltautomaten, muss hohe Qualitätsanforderungen an Dimension, Gesundheit, Krümmung und Astreinheit erfüllen, die dem Industrieholz n (normal) sehr nahe kommen. Die althergebrachte



Buchung des Sortimentes Industrieholz mit der Verwendung Brennholz ist weiterhin durchaus gängig. MANTAU (2013) nimmt an, dass es sich bei 5 % des Industrieholzes um Nichtderbholz handelt und demnach dem Waldrestholz zuzuordnen wäre.

Immer wieder erfahren auch Längen von mehr als 3 m einen Absatz als Schichtholz. Versuchsweise (vgl. Kapitel 5) aufgrund von Vermessungsproblemen bei der Produktion von Abschnitten oder beim Zweitverkauf an einen Käufer ohne Vermessungseinrichtungen kommt dies vor.

Rohschaft

In der vorliegenden Arbeit wird ein bei der Holzernte im Bestand weitgehend entasteter und gezopfter Baum als Rohschaft bezeichnet. Das Abtrennen verbliebener Äste und die Sortimentierung erfolgen an der übersichtlicheren Waldstraße. Dieses Verfahren erlaubt eine bessere Ansprache der Holzqualität, reduziert den Aushaltungsaufwand ebenso wie die Unfallrisiken beim vollständigen Entasten und Einschneiden im Hieb. Das größere Stückvolumen gegenüber eingeschnittenen Sortimenten reduziert den Rückeaufwand. Rohschaftverfahren erfreuen sich besonders in mehrstufigen und -schichtigen Beständen einer zunehmenden Beliebtheit.

Vollbaum

In Abgrenzung zum Ganzbaum bezeichnet der Vollbaum die gesamte oberirdische Biomasse eines Baumes.

Ganzbaum

Der Ganzbaum fasst oberirdische und unterirdische Biomasse eines Baumes zusammen.

Derbholz

Der Begriff Derbholz entstammt der Forsteinrichtung und zielt folglich auf stehendes Holz ab. Er umfasst alles Holz bis zu einem Durchmesser von 7 cm einschließlich der Rinde.



Äste

Unter den verschieden gebrauchten Begriff Äste fallen alle Holzteile kleiner 7 cm und größer einschließlich 2 cm mit Rinde.

Reisig

Zum Reisig, auch als Feinreisig bezeichnet, gehören die oberirdischen holzigen Baumkompartimente mit Durchmessern geringer 2 cm.

2.2 Potentiale und ihre wirtschaftliche Bedeutung

Waldenergieholz

Für die energetische Nutzung aus dem Wald bereitgestelltes Holz zählt zum Waldenergieholz. Dieses wird zumeist in Form von Brennholz, Scheitholz oder Hackenschnitzeln angedient, wobei die Qualität keinem einheitlichen Standard entspricht. Seltener wird noch zu zerkleinerndes Holz in Form von Waldrestholz, sogenanntes Hackholz angeboten. Abrechnungsgrundlage ist dann jedoch das gehackte Material, da sich eine Maßermittlung beim Waldrestholz anhand des Raummaßes als äußerst schwierig erweist (KANZIAN ET AL., 2006).

Schwerpunktmäßig besteht das Energieholz aus schwachen und qualitativ geringwertigen Sortimenten. Dazu zählen Kronenteile, schwaches Durchforstungsholz und Material vom rechtzeitigen Gassenauftrieb sowie von der Lichtraumprofilpflege und oftmals stark dimensioniertes, stofflich nicht verwertbares Derbholz (Faulstücke, Zwiesel etc.), sogenanntes X-Holz.

Es darf davon ausgegangen werden, dass die forstseitige Sortierung nicht immer ihre entsprechende Umsetzung erfährt. So ist es nicht unüblich, dass für die stoffliche Verwertung bereitgestelltes Industrieholz für den Betrieb von Sägespaltautomaten genutzt wird. Die in Sägewerken immer wieder unerwünscht auftretenden Mengen von Stammholz, das den Qualitätsanforderungen nicht entspricht bzw. besplittert ist, werden meist energetisch verwertet. Auch ist die Nachsortierung und stoffliche Nutzung von Brennholzsortimenten durchaus denkbar.

Darüber hinaus erfahren die Rindenanteile, Sägenebenprodukte, Schwarten und Spreißel als auch Reststoffe der Papierindustrie häufig eine energetische Verwertung, ohne jedoch zum Waldenergieholz gezählt zu werden. Die auf den folgenden



Verarbeitungsstufen anfallenden Reste und Abfälle bleiben ebenso wie eine Kaskadennutzung (Altholz) unberücksichtigt.

Waldenergieholzpotential

Das Waldenergieholzpotential umfasst die möglicherweise für eine energetische Verwendung aus dem Wald direkt bereitgestellten Anteile an Derbholz und Nicht-derbholz in Rinde einschließlich Laub und Nadeln. Eine gesonderte Erfassung dieser Feianteile beim Restholz nach der Verarbeitung zu Hackschnitzeln ist nicht mehr möglich, folglich müssen sie bereits bei der Potentialermittlung, wenn auch nur einen geringen Anteil ausmachend, berücksichtigt werden. Ein größerer Anteil dieser Feinkompartimente ist in den Hackschnitzeln weder erwünscht noch wirkt er sich volumenmäßig sonderlich fördernd aus und trägt zu einem überdurchschnittlichen Nährstoffaustrag bei seiner Nutzung bei (WITTKOPF, 2004). Im Allgemeinen darf davon ausgegangen werden, dass die Mehrheit der Waldeigentümer bemüht ist, Feinreisig, Laub und Nadeln daher in den Waldbeständen zurückzuhalten. Durch eine Abtrocknung des Materials in den Beständen vor der Rückung gelingt dies oftmals gut.

Das Waldenergieholzpotential kann aus Sicht des Betrachters unterschiedlich stark schwanken. Gewichtigen Einfluss hat die aktuelle Marktsituation in Form von Nachfrage nach den verschiedenen Sortimenten und deren Preisbildung. Potentiell lässt sich der gesamte Holzvorrat einschließlich aller Furnierqualitäten zur Erzeugung von Strom und Wärme verbrennen, wobei die Produkte der stofflichen Nutzung, allem voran das sägefähige Stammholz, üblicherweise bei der Ermittlung des Waldenergieholzpotentials unberücksichtigt bleiben. Ebenso ergeht es den besseren Anteilen des Industrieholzes. Der Dauerwaldgedanke und naturschutzfachliche Aspekte verwehren die Nutzung von Stubben und Wurzeln in Deutschland. Die Übergänge zwischen stofflicher und energetischer Nutzung sind jedoch fließend. Die Aushaltung wird vom Preis, vom Aushaltungsaufwand und Massenanteil beeinflusst.

Ein Vergleich (Tabelle 1) der zu erzielenden Erlöse von Palettenholz¹ und Industrieholz, aber auch mit schwachem oder anhängendem Holz der Güteklasse C, insbesondere bei der Baumart Buche, veranschaulicht die enge Preisspanne. In den

¹ Palettenholz meint Stammholz der Güteklasse D nach FORST-HKS (1969). Dieses ist aufgrund von Fehlern nicht in die Güteklassen A, B und C zu sortieren, muss jedoch zu mindestens 40 vom Hundert gewerblich verwendbar sein.

mittleren und nördlichen Regionen Niedersachsens liegen die erzielten Preise für Brennscheitholz bereits teilweise über den C-Holz-Preisen der Buche (NIEDERSÄCHSISCHE LANDESFORSTEN, 2014).

Tabelle 1: Buchenholzerlöse aus Niedersachsen 2013

Sortiment	Preis (€/Fm)	Mittelwert (€/Fm)
Bu C L4 ⁽¹⁾	60,00 – 65,00	62,50
Bu C L4 ⁽²⁾	63,00 – 66,00	64,50
Bu anhängendes C ⁽²⁾	63,00 – 66,00	64,50
Bu C L5/6 ⁽¹⁾	60,00 – 66,00	63,00
Bu C L5 ⁽²⁾	62,00 – 67,00	64,50
Bu Palette ⁽¹⁾	55,00 – 68,00	61,50
Bu IN/IF ⁽¹⁾	49,50 – 60,00	54,75
Bu Brennholz ⁽¹⁾	43,00 – 57,00	50,00
Bu Brennholz ⁽²⁾	55,00 – 65,00	60,00

⁽¹⁾ (LWK NIEDERSACHSEN, 2013); ⁽²⁾ (BEITZEN-HEINECKE, 2013)

Zu berücksichtigen bleibt bei der Gegenüberstellung der deutlich höhere Aufwand für Vermessung und Buchführung beim Stammholz gegenüber den Industrieholz-/Brennholzsortimenten. Nach der Rundholzvermessungs-Anweisung (RV-A) des MINISTERIUMS FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT, ERNÄHRUNG, WEINBAU UND FORSTEN des Landes Rheinland-Pfalz (MULEWF, 2013) wird der Aufwand für Vermessung und Aufnahme nummerierter Sortimente mit 3,00 bis 4,00 €/Fm und damit knapp 4-mal so hoch wie bei Schichtholzsortimenten angegeben. Die Aushaltung zusätzlicher Sortimente beansprucht mehr Platz zum Poltern, steigert die Aufarbeitungskosten und kann zu zusätzlichen Überfahrten und damit unverhältnismäßiger Beanspruchung der Erschließungslinien führen.

Gerade im Privatwald ist die energetische Nutzung sägefähiger Sortimente als Energieholz zu beobachten. Die Möglichkeiten einer stofflichen Verwertung ebenso wie deren Erlöse scheinen gelegentlich unklar zu sein. Aber auch im Kommunalwald sind Tendenzen zur bevorzugten Befriedigung der Brennholznachfrage Ortsansässiger zu beobachten.

Durch die Bereitstellung von Industrieholz wird das verbleibende technische Energieholzpotential über das schon genutzte Industrieholz hinaus weiter reduziert. Das beim Entasten in der Krone anfallende Restholz in Form von Reisig lässt sich anschließend kaum mehr mit vertretbarem Aufwand vollständig mobilisieren. Mit ab-



nehmender Dimension des Waldrestholzes nehmen die Anteile an Ernteverlusten zu.

Die vier folgenden in der Literatur häufig, jedoch nicht einheitlich ausgeschiedenen Potentiale werden für das bessere Verständnis der vorliegenden Arbeit definiert.

Theoretisches Waldenergieholzpotential

Zum theoretischen Potential zählt das in einer definierten Region innerhalb eines gegebenen Zeitraumes theoretisch physikalisch nutzbare Waldenergieholz. Dieses theoretische Vorkommen ist aufgrund technischer, ökologischer und ökonomischer Restriktionen mit der tatsächlichen Nutzbarkeit nicht deckungsgleich (KALTSCHMITT ET AL., 2009).

Zum theoretischen Waldenergieholzpotential zählt folglich die gesamte Masse an Derbholz und Nichtderbholz, einschließlich Rinde, Blättern und Nadeln ebenso wie Wurzelstöcke samt Wurzeln. Bei seiner Ermittlung werden die praktische Verfügbarkeit sowie Aspekte der Nachhaltigkeit und weiterer Restriktionen, beispielsweise durch eine mögliche Zertifizierung, ausgeblendet. Was vorhanden ist, kann auch genutzt werden. Dieses theoretische Potential stellt die Obergrenze dessen dar, was verfügbar ist.

Technisches Waldenergieholzpotential

Nach KALTSCHMITT ET AL. (2009) beschreibt das technische Potential den Teil des theoretischen Potentials, welcher nach Beachtung der technischen Beschränkungen nutzbar ist. Darüber hinaus werden strukturelle, ökologische und gesetzliche Einschränkungen berücksichtigt.

Das technische Potential bildet damit das aus forstlicher und energetischer Sicht bedeutendste Potential ab. Technische Einschränkungen können aufgrund der Hangneigung ebenso wie unvermeidbare Ernteverluste eine Rolle spielen. Zu berücksichtigen bleibt bei der Erhebung der aktuelle Stand der Technik. Darüber hinaus spielen bei diesem Potential bereits Zertifizierung, Nährstoffnachhaltigkeit und Naturschutz eine Rolle, welche von anderen Autoren einem ökologischen Potential zugerechnet werden. Es erscheint jedoch sinnvoll, technische Einschränkungen mit ökologischen und gesetzlichen Begrenzungen zu kombinieren, da sich diese oftmals gegenseitig bedingen und die aktuelle Technik auf entsprechende Vorgaben abhebt.