1 „Energieholz“ – ein neues, altes Phänomen

1.1 Ansprüche an Rohholz aus Sicht verschiedener Nutzungsinteressen

Holz als Energieträger hat gerade in den letzten Jahren einen regelrechten Boom erlebt (vgl. auch IßLEIB, 2007; IßLEIB, 2011). Viele, insbesondere private Nutzer, haben Holz dabei scheinbar „neu entdeckt“, obwohl es einer der ältesten Rohstoffe der Welt ist. Schon seit Jahrhunderten nutzen (auch) die Bewohner Mitteleuropas Holz für die Konstruktion von Gebäuden, als Wärmequelle, zur Zubereitung von Speisen oder als Lichtquelle (KÜSTER, 1998; S. 68). Bei einer relativ geringen Bevölkerungsdichte und einem vergleichsweise hohen Waldanteil in Mitteleuropa war Holz ein in der Vergangenheit scheinbar unbegrenzt verfügbarer Rohstoff. Neben privaten Nutzungen war Holz auch früh Rohstoff für holzbearbeitende Handwerksbetriebe, den Bau von Kirchen, Kathedralen und Schiffen (RADKAU UND SCHÄFER, 1987; S. 66 ff.). Abhängig von den jeweils aktuellen Bedürfnissen der Menschen haben sich dabei regional sehr unterschiedliche Nutzungsformen des Waldes etabliert. Hutewälder, die unter anderem zur Versorgung des gehaltenen Viehs genutzt wurden oder die Mittelwaldbewirtschaftung als Instrument um den Ertrag eines genossenschaftlichen Waldes den jeweiligen Eigentümern zu Gute kommen zu lassen (vgl. auch HASEL UND SCHWARTZ, 2006; S. 305 ff.; GRÜTZ, 1986; MAYER, 1986; BORCHERT UND REITENSPIEß, 2009), sind Beispiele solcher Nutzungen.

Auch mit dem Beginn der Industrialisierung blieb der Bedarf nach Holz auf einem hohen Niveau und es wurde zunehmend offensichtlich, dass Wald nur dauerhaft zu erhalten ist, wenn ihm durch Entnahmen nicht mehr zugemutet wird, als er imstande ist, durch Wachstum zu leisten (HASEL UND SCHWARTZ, 2006; S. 305 ff.). Ziel der Nachhaltigkeit war stets, den Wald nicht nur als Lebensraum, sondern insbesondere als Rohstoffquelle für den Menschen zu erhalten. Dieser Nutzungsaspekt hat den Wald über Jahrhunderte geprägt. Auch Monokulturen aus Nadelholzbaumarten, als eine raschwüchsige Wiederbepflanzung der im 19. Jahrhundert abgeholzten oder infolge von Kriegsreparationsleistungen stark dezimierten Waldbestände, sind letztlich Wissensstand einer Nachhaltigen Waldwirtschaft gewesen, von der noch heute weite Teile der Volkswirtschaft profitieren.

Letztlich prägen alle diese Erscheinungen die Landschaft und geben ihr einen regional z. T. sehr differenzierten Charakter. Heutige Forstleute arbeiten und ernten in Waldbeständen, die ihre Vorgänger teils über mehrere Generationen begründet und gepflegt haben, und nehmen durch eigene waldbauliche Entscheidungen Einfluss auf die zukünftige Struktur von Wald und Landschaft. Die zur Verfügung stehenden wissenschaftlichen Erkenntnisse über den Wald in seinen verschiedenen Ausprägungen steigen stetig und müssen sich im Zuge wandelnder Rahmenbedingungen ständig neuen Herausforderungen stellen.

Auch die gesellschaftlichen Rahmenbedingungen ändern sich: Der häufig kleinparzellierte Privatwald wird teilweise nicht mehr aktiv bewirtschaftet, da deren Eigentümer zunehmend in land- und forstwirtschaftsfernen Berufen tätig sind und sich z. B. durch Wohnortwechsel häufig geografisch von ihrem Wald entfernen.

Gleichzeitig führt die Diskussion über klimatische Veränderungen, ein vermeintlich absehbares Versiegen fossiler Rohstoffquellen wie Erdöl und eine (zumindest gefühlte) Häufung weltweiter

Naturkatastrophen in der Öffentlichkeit zu einem zunehmenden Interesse an einer „nachhaltigen Nutzung“ und einer „CO_2-neutralen Energieversorgung“. Und während auf der einen Seite die CO_2-Senkenfunktion ungenutzter Altbestände als Beitrag für den Klimaschutz angepriesen wird, werden die begrenzt zur Verfügung stehenden Wald- und Holzreserven gleichzeitig für einen Ausbau der Energieversorgung auf Basis nachwachsender Rohstoffe verplant. Dies belegen Beispiele wie ein *„Nationaler Biomasseaktionsplan für Deutschland“*, mit dem die Bundesregierung den Beitrag der Biomasse für eine nachhaltige Energieversorgung deutlich auszubauen gedenkt (BMELV, 2009). In der Bevölkerung wird dabei vielfach der Eindruck vermittelt, Holz könne in naher Zukunft nennenswerte zusätzliche Beiträge zur Energieversorgung in Deutschland leisten. Zur Ernüchterung mag hier JACKE (2007) beitragen, der neben anderen Autoren zeigte (vgl. auch JÖNSSON, 2008), dass der Beitrag, den ein deutscher Jahreseinschlag zur Deckung des deutschen Primärenergiebedarfs unter der Annahme einer energetischen Nutzung des Energiegehaltes unter optimalen Bedingungen liefern könne, bei lediglich 3-4 % liege.

Mögliche Holzreserven wurden nicht zuletzt durch die Ergebnisse der Bundeswaldinventur II insbesondere im Kleinprivatwald konstatiert, in dem seit der Bundeswaldinventur I weiterhin verhältnismäßig geringe Nutzungen zu verzeichnen waren (BMELV, 2004). Deshalb wurde das Augenmerk auf diese Waldbesitzart gelenkt. Zahlreiche wissenschaftliche Projekte haben sich seitdem mit der Mobilisierung von Rohholzpotentialen aus dem Privatwald, aber auch aus anderen Waldbesitzarten beschäftigt (vgl. auch SCHULTZ ET AL., 2003; SCHULTZ ET AL., 2003a; SCHULTZ ET AL., 2003b; BODELSCHWINGH V. ET AL., 2005; KÖHLER, 2008; KAFFENBERGER, 2009).

Auch die holzverarbeitende Industrie „entdeckte“ das waldreiche Deutschland immer wieder für sich. Vermeintlich große Mengen bisher kaum genutzter Schwachholzsortimente versprachen eine sichere Rohstoffverfügbarkeit. Auch motiviert durch eine hohe Nachfrage seitens der Papierindustrie nach Zellstoff, der in der Vergangenheit in großen Teilen importiert wurde, erhöhte die Zellstoffindustrie ihre Kapazitäten deutlich (vgl. auch KELLER, 2000; VORHER, 2000) und installierte Werke mit beachtlichen Kapazitäten und daraus resultierenden Bedarfsmengen von teilweise mehreren Millionen Festmetern pro Anlage (LOBODA, 1999; LOBODA, 2003).

Die durch die Bundeswaldinventur II kalkulierten Rohholzreserven haben darüber hinaus auch die Sägeindustrie zu Kapazitätserweiterungen veranlasst (vgl. auch KELLERER, 2005; KRAUHAUSEN, 2007; HARTKOPF, 2008), nachdem diese schon in der Vergangenheit, *„als Gegenstand staatlicher Förderung entdeckt“* wurde und insbesondere nach der Wiedervereinigung in Ostdeutschland Großkapazitäten *„jenseits eines vernünftigen Ausmaßes“* geschaffen hatte (HEIDER, 2000). So mögen neben regional vorhandenen Rohholzkapazitäten eben auch Förderquoten öffentlicher Geldgeber von z. B. etwa einem Drittel der Investitionssumme zum Bau entsprechender, auf Wachstum ausgerichteter Großsägewerke motiviert haben (PIRSON, 2004). Auch zwischenzeitlich positive konjunkturelle Entwicklungen in der Bauwirtschaft, so beispielsweise in den Jahren 2006 und 2007, haben zu einem steigenden Bedarf nach Holzprodukten und infolgedessen nach dem Rohstoff selbst geführt (vgl. auch VORHER, 2007; ANONYMUS, 2007).

Weitere Wirtschaftszweige verplanen seitens der forstlichen Öffentlichkeit ebenfalls scheinbar unbemerkt beachtliche Rohholzpotentiale. So könnte der Biokraftstoffsektor mit großindustriellen Anlagen zur „Biomass-to-liquid-Produktion“ als neuer Abnehmer von Holz auf den Markt und damit in Konkurrenz zu etablierten Abnehmern treten (vgl. auch JACKE, 2007a). Das Wachstumspotential dieser Branche wird dabei scheinbar von verschiedenen Akteuren unterschiedlich eingeschätzt: Nach einer von KNAUF und FRÜHWALD (2011) durchgeführten Delphistudie halten es 34 % der dort befragten Experten der Forst-, Holz- und Rohstoffbranche für *„sehr unwahrschein-*

lich“ oder *„unwahrscheinlich“*, dass die Hersteller von Biokraftstoffen im Jahr 2020 mehrere großindustrielle Anlagen zur Treibstoffproduktion vorhalten werden. Nur 30 % der Befragten halten dieses Szenario für *„sehr wahrscheinlich“* oder *„wahrscheinlich“*, 35 % der Experten bezeichnen die Entwicklung als *„unklar“* (KNAUF UND FRÜHWALD, 2011).

Gleichzeitig wurden im Rahmen der öffentlichen Förderung nachwachsender Rohstoffe seitens des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV), die im Wesentlichen über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) erfolgt, in den Jahren 2009/2010 für Projekte zur Förderung von „Biokraftstoffen“ z. B. 24 % der Mittel für die Förderung der „energetischen Nutzung“ eingesetzt (FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE, 2010). Eine wesentliche und nicht zu unterschätzende Triebfeder für die zukünftige Entwicklung solcher Treibstoffe dürfte die Automobilindustrie sein, die sich auch derzeit schon regelmäßig an entsprechenden Projekten beteiligt (vgl. auch FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE, 2011). Ob etablierte Abnehmer der holzbe- und holzverarbeitenden Industrie bei ihrer Rohstoffversorgung mit einer konsequent auf aus Holz bestehenden Biotreibstoffen setzenden Automobilbranche konkurrieren können, ist fraglich.

Initiativen, wie z. B. das Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz, EEG) und andere Programme auf Länderebene (vgl. auch ANONYMUS, 2007a) haben, einhergehend mit einer zumindest zwischenzeitlichen Steigerung der Rohölpreise, zudem zu einer stärkeren direkten energetischen Holzverwendung beigetragen. Mit dieser zusätzlichen Holznachfrage durch energetische Verwerter sind auch die Preise für gering dimensioniertes Waldindustrieholz und für Waldresthölzer gestiegen (vgl. auch ANONYMUS, 2007b).

Davon nicht unbeeinflusst ist auch der Waldbesitz: So melden die Niedersächsischen Landesforsten A. ö. R. (NLF) erstmals einen Gewinn im Kerngeschäft „Forstbetrieb“ für das Geschäftsjahr 2006 (ANONYMUS, 2007c; vgl. auch ANONYMUS, 2011). Auch die Landesforsten Rheinland-Pfalz verzeichnen für das Jahr 2006 ein seit Jahren wieder positives Betriebsergebnis in Millionenhöhe für den Produktbereich 1 (Bewirtschaftung des Staatswaldes), und dies bei einer Erhöhung des Stammholzeinschlages um 7 % (853.000 Festmeter), einer Reduktion des Industrieholzeinschlages um 3 % (auf 354.000 Festmeter) bei einer gleichzeitigen Steigerung des Energieholzaufkommens um 106 % (auf 276.000 Festmeter) im Vergleich zum Jahr 2005 (ANONYMUS, 2007d).

Seit der Bundeswaldinventur II werden bundesweit mittlerweile im Durchschnitt 93 % des Zuwachses durch Holzeinschlag und natürlichen Abgang abgeschöpft (POLLEY ET AL., 2009). Es darf vermutet werden, dass vermehrt energetische „Sortimente“ anstelle der Industrieholzsortimente für holzverarbeitende Unternehmen bereitgestellt worden sind.

Damit tritt die energetische Holznutzung vermehrt als Konkurrent der Holzindustrie um den Rohstoff Holz auf. Diese These stützen teilweise nervöse Reaktionen von Vertretern der holzbe- und holzverarbeitenden Unternehmen auf einen sich abzeichnenden Mangel an verfügbarem Holz, der auch in der forstlichen Öffentlichkeit für Diskussionen sorgt (vgl. auch MÜHLHAUSEN, 2010; ENCKE, 2010; KRAUHAUSEN, 2011; MÜHLHAUSEN, 2011; MANTAU UND SAAL, 2011). Mit Kampagnen gegen eine primär energetische Verwendung von Holz, in denen stets ein volkswirtschaftlich höherer Nutzten einer zunächst stofflichen Verwendung von Holz propagiert und die Förderung der energetischen Holznutzung als wettbewerbsverzerrende Subventionierung dargestellt werden, versuchen Vertreter der Holzindustrie auch Einfluss auf politische Entscheidungsträger zu nehmen (vgl. auch IßLEIB UND FISCHER, 2010). Dieses geschieht, obwohl auch die Installation der eigenen Großwerke in der Vergangenheit vielfach durch Subventionen öffentlicher Geldgeber

begleitet wurde und teilweise mit einem Verdrängungswettbewerb zum Nachteil kleinerer holzbe- und holzverarbeitender Unternehmen einherging.

Der Waldbesitz, der in der Vergangenheit oftmals vergeblich versuchte, höhere Preise für seine Sortimente durchzusetzen, dürfte die Belebung der Holznachfrage dabei zunächst positiv bewerten, ermöglicht sie ihm doch echte Handlungsoptionen beim Verkauf seines Rohholzes. Eine zunehmende energetische Verwertung von Holz kann dabei aber auch zur Folge haben, dass die Holzindustrie aufgrund gestiegener Rohstoffpreise ihre Werke schließt oder an andere Standorte außerhalb Deutschlands verlagert und somit Absatzmärkte verloren gehen. Diese Entwicklung belegen zahlreiche Berichte über Werksschließungen (vgl. auch FISCHER, 2010; FISCHER, 2010a). Entsprechend „wandert" die Holzindustrie dem Rohstoff in Richtung großer Holzreserven, z. B. nach Russland, hinterher (vgl. auch FISCHER UND IßLEIB, 2007; PIRSON, 2011).

Aus diesen Gründen haben z. B. die NLF schon im Jahr 2006 angekündigt, keine zusätzlichen Holzvolumen für die energetische Holznutzung bereitzustellen, um die Versorgung der Holzindustrie mittel- und langfristig sicherzustellen (NLF, 2006). Diese Selbstbeschränkung konzentriert sich jedoch im Wesentlichen auf den Bereich der privaten Brennholzselbstwerber, denn im Bereich der Rohholzbereitstellung für die Hackschnitzelproduktion versuchen die NLF weiterhin, bisher nicht genutzte Holzpotentiale konsequent zu erschließen, wenn es die Nährstoffverfügbarkeit des jeweiligen forstlichen Standortes zulässt. In diesem Zusammenhang wurden in der Vergangenheit z. B. zusätzliche Lieferzusagen für die Versorgung eines Biomasseheizkraftwerkes in Hildesheim gemacht, die über bestehende Verträge mit forstlichen Dienstleistungsunternehmen bedient werden sollen (WINKELMANN, 2010; vgl. auch ANONYMUS, 2011a). Das sich ändernde Marktumfeld führt derzeit also zu sehr unterschiedlichen Reaktionen bei den beteiligten Akteuren und macht eine mittel- bis langfristige Entwicklungsprognose schwierig.

1.2 Zielstellung

In der öffentlichen Diskussion finden indes forstliche Dienstleistungsunternehmen, die als Schnittstelle zwischen Rohholzproduzenten und den verschiedenen Abnehmern von Holz agieren, wenig Beachtung. Auch sie nehmen durch Investitionen in Betriebsmittel und durch Partnerschaften mit Waldbesitzern und sich neu am Markt etablierenden Abnehmern Einfluss auf die Forst-Holz-Branche und gestalten diese aktiv mit.

Nicht immer sind dabei getroffene Investitionsentscheidungen das Ergebnis einer vorangegangenen Analyse des Marktumfeldes; vielmehr ist zu vermuten, dass Forstunternehmen in das neue und subjektiv rasant an Bedeutung gewinnende Geschäftsfeld Energieholz investieren und dabei schlicht auf ständig weiter wachsende Märkte vertrauen. Im Rahmen des BMBF-Verbundprojektes KMU-Forstunternehmen (Einbindung klein- und mittelständischer Forstunternehmen in branchenübergreifende Wertschöpfungsketten), das unter Federführung der Abteilung Arbeitswissenschaft und Verfahrenstechnologie der Georg-August-Universität Göttingen durchgeführt wurde, und auf das auch zahlreiche Ergebnisse dieser Schrift zurückgehen, wurden deshalb auch solche Aspekte untersucht. So haben Gespräche, die im Jahr 2006 mit im Geschäftsfeld Energieholz tätigen Forstunternehmen der Arbeitsgemeinschaft forstwirtschaftlicher Lohnunternehmer Niedersachsen e. V. (AfL Niedersachsen) und Experten der NLF geführt wurden, gezeigt, dass z. B. Einschätzungen über anzusetzende Maschinenkosten stark differierten (ANONYMUS, 2006). Einzelnen, elementaren Eingangsgrößen für Maschinenkostenkalkulationen wurde in der

Vergangenheit also scheinbar selbst von den Unternehmen, die bereits in das Geschäftsfeld investiert hatten, kaum Beachtung geschenkt. Deshalb sollen zunächst grundlegende Informationen zu speziellen Betriebsmitteln der Energieholzbereitstellung zusammen getragen und begriffliche Abgrenzungen vorgenommen werden. Darüber hinaus sollen aus der Fülle potentieller Bereitstellungsketten für Energieholz einige exemplarische Ketten erläutert werden, die für niedersächsische Verhältnisse geeignet erscheinen.

Auch wie der niedersächsische Waldbesitz auf das sich ändernde Marktumfeld tatsächlich reagiert, ist weitgehend unbekannt, zumal sich durch eine wahrnehmbar wachsende Bedeutung des Geschäftsfeldes (insbesondere im Bereich der Hackschnitzel) zusätzliche bzw. alternative Nutzungsmöglichkeiten von Waldholz anbieten, mit denen auch der vor Ort tätige Förster zunächst vertraut gemacht werden muss (WINKELMANN, 2007). Die entsprechenden Entwicklungen wurden in Kooperation mit dem niedersächsischen Waldbesitz erhoben. Dadurch wird anhand realer Bereitstellungsvolumen eine Abschätzung des zukünftigen Entwicklungspotentials des Geschäftsfeldes Energieholz für Forstunternehmen möglich.

Für betriebliche Entscheidungen von Forstunternehmen ist neben der Reaktion des Waldbesitzes auf die Veränderungen im Geschäftsfeld Energieholz aber insbesondere eine genaue Kenntnis über die eigenen Mitbewerber nötig. Informationen zur Betriebsstruktur, zu den Tätigkeitsfeldern und bisher getroffenen Investitionsentscheidungen der Marktteilnehmer sind elementar, um eigene Nischen finden und besetzen zu können, aber auch, um zu verhindern, dass eine kollektive Investition in das vermeintlich neue und erfolgversprechende Geschäftsfeld Energieholz in kurzer Zeit zu Überkapazitäten, z. B. von Maschinen, am Markt führt. Der detaillierten Analyse und Beschreibung des Berufsstandes „Forstunternehmer“ kommt im Folgenden deshalb eine Schlüsselrolle zu.

Darüber hinaus sind auch Informationen über die Anforderungen potentieller Abnehmer von „Energieholz“ nötig. Dabei ist z. B. zu ergründen, wie sich Abnehmer derzeit versorgen, d. h., von wem sie ihren Rohstoff beziehen oder auf welche Transportmittel sie durch vorhandene Lagerkapazitäten, benötigte Lieferintervalle etc. angewiesen sind. Diese Informationen sollen es Forstunternehmen ermöglichen, ihr Dienstleistungsportfolio auf die Bedürfnisse potentieller Kunden auszurichten. Von besonderem Interesse sind in diesem Zusammenhang die Abnehmer von Hackschnitzeln, da für deren professionelle Bereitstellung ein hoher Mechanisierungsgrad und damit ein hohes wirtschaftliches Risiko für Forstunternehmen verbunden ist.

Die auch zunehmend öffentlich diskutierte Konkurrenz zwischen der stofflichen und der energetischen Verwendung von Waldholz (vgl. auch HARTKOPF, 2007a; JÖNSSON, 2010; SEBULKE, 2010) und sogar bestehende bzw. potentiell drohende Konkurrenzen innerhalb verschiedener energetischer Nutzungen, wie sie JACKE (2007a) beschreibt, lassen es sinnvoll erscheinen, auch derzeit weniger intensiv genutzte Rohholzquellen für die Produktion von „Energieholz“ in Betracht zu ziehen. Solche Rohholzpotentiale werden vielfach im Straßenbegleitholz vermutet. Durch eine Erhebung derzeit anfallender Gehölzvolumen bei den Meistereien der Niedersächsischen Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr kann daraus auch das zusätzlich bereitzustellende Volumen für eine eventuell energetische Verwertung abgeschätzt werden.

Durch diese gezielte Betrachtung ausgewählter Aspekte entlang branchenübergreifender Wertschöpfungsketten sollen Forstunternehmen in Niedersachsen die benötigten Informationen für eine individuelle Einschätzung des Marktpotentials von Energieholz für den jeweiligen Betrieb ermöglicht werden.

2 Der Rohstoff Holz

2.1 Eigenschaften und Energiegehalte von Holz

Holz ist ein weniger homogener Energieträger als Öl oder Gas. Es besteht aus einer Vielzahl von Zellen, die sich in Art, Form und Verteilung unterscheiden. Es kann (je nach Funktion) zwischen Festigungsgewebe, Leitgewebe und Speichergewebe unterschieden werden. Die Wasserleitung wird bei Laubhölzern durch ein System aus Poren und Kanälen übernommen, während die Wasserleitung bei Nadelhölzern durch das Festigungsgewebe erfolgt (SEEGER, 1989; S.10). Das bei der Verbrennung von Nadelhölzern häufig hörbare Knistern hat seine Ursache in eben diesem Holzaufbau. Denn durch die Verdampfung der Zellflüssigkeit wird die geschlossene Zellstruktur bei der Verbrennung aufgebrochen, während der entstehende Wasserdampf und flüchtige Stoffe der Holzsubstanz bei Laubhölzern durch die offenen Kanäle und Poren entweichen können (SEEGER, 1989; S.10).

Letztlich ist Holz ein Faserverbundwerkstoff, dessen konstitutionelle Bestandteile der Zellwände aus Zellulose (ca. 43 bis 46 Massen-%), Hemizellulosen (27 bis 37 Massen-%) und Ligninen (20 bis 27 Massen-%) aufgebaut sind (FAIX, 2008). Darüber hinaus sind im Holz akzessorische Bestandteile enthalten, deren Anteil in einem großen Schwankungsbereich zwischen 0,5 und 10 Massen-% variiert. Akzessorische Bestandteile können aus organischen Extraktstoffen, aber auch aus anorganischen Mineralstoffen bestehen. Sie können als aktiver Schutz z. B. gegen Mikroorganismen wirken und beeinflussen zugleich die Gebrauchseigenschaften (z. B. Farbe, Abriebsfestigkeit oder Dauerhaftigkeit) des Holzes. Auch Wassermoleküle dringen in die Holzstrukturen ein und treten dort mit den Gerüstsubstanzen und Inhaltstoffen in Wechselwirkung (Faix, 2008).

Die Zellulose ist ein makromolekulares Fadenmolekül, dessen wichtigste funktionelle Gruppen aus den primären alkoholischen (-OH)- und (-CH_2OH)-Gruppen bestehen. Die Hemizellulosen weisen neben den alkoholischen Gruppen auch Methyl-(-CH_3) und Carboxylgruppen (-COOH) auf (SEEGER, 1989; S.10f.). Daraus resultiert eine für verschiedene Holzarten relativ gleichartige Elementzusammensetzung von Holz, die LOHMANN (2006) wie folgt angibt (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1: *Elementarzusammensetzung des Holzes verändert nach LOHMANN (2006)*

Elemente	Anteil (in Massen-%)
Kohlenstoff (C)	50 %
Sauerstoff (O)	44 %
Wasserstoff (H)	6 %
Stickstoff (N)	0,05-0,25 %

Darüber hinaus enthält Holz Pflanzennährstoffe, die nach KALTSCHMITT UND HARTMANN (2001; S. 37) in Abhängigkeit der davon benötigten Mengen in Makro- und Mikronährstoffe untergliedert werden. Die wichtigsten Makronährstoffe sind Stickstoff (N), Kalium (K), Kalzium (Ca), Phosphor (P), Magnesium (Mg) und Schwefel (S). Auch Eisen (Fe) kann zu den Makronährstoffen gezählt

oder den Mikronährstoffen zugeordnet werden. Zu letzteren zählen auch Bor (B), Mangan (Mn), Kupfer (Cu), Zink (Zn) und Molybdän (Mo). Ob auch Chlor (Cl), Silizium (Si) und Natrium (Na) zu den benötigten Pflanzennährstoffen gehören, ist nach wie vor umstritten (KALTSCHMITT UND HARTMANN, 2001; S. 37). Die bei der Verbrennung von Holz maßgeblichen Elemente sind Kohlenstoff und Sauerstoff, die insbesondere zu CO_2 umgewandelt werden. Vereinfacht lässt sich die Verbrennung von Holz auch durch die Stufen *„Trocknung“*, *„Pyrolyse“* und *„Oxidation“* beschreiben. Die dabei ablaufenden Reaktionen gibt Abbildung 1 wieder, die auf SEEGER (1989) zurückgeht.

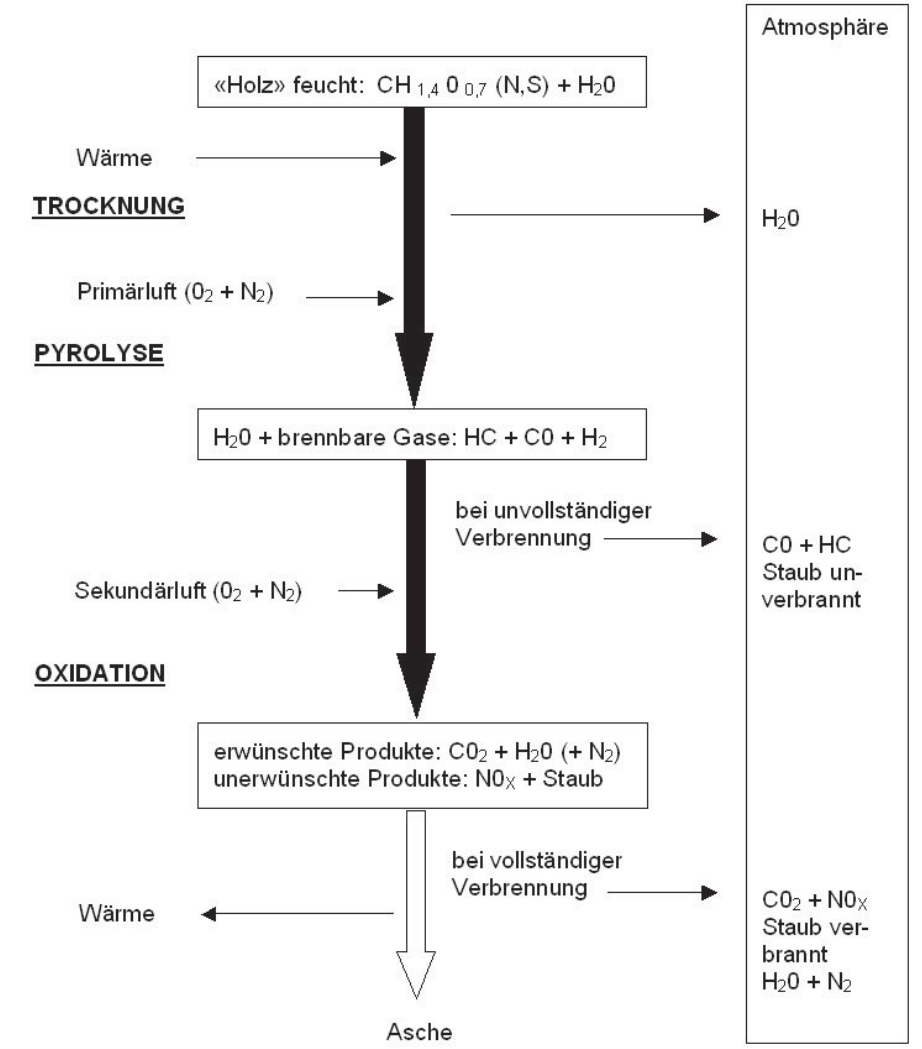

Abbildung 1: *Reaktionsgleichung der Holzverbrennung (verändert nach SEEGER, 1989; S. 12)*

Das im Holz enthaltene Wasser muss demnach zunächst verdunstet werden. Dazu ist Energie (Wärme) notwendig. Hat das Brennmaterial eine Temperatur von ca. 150°C erreicht, ist der Trocknungsprozess abgeschlossen (SEEGER, 1989; S.11). Die Pyrolyse des Holzes findet bei Temperaturen oberhalb von 150°C statt. Dabei brechen die Grundbausteine des Holzes auseinander, wobei das Lignin und die Hemizellulosen von der thermischen Zersetzung früher erfasst werden als die temperaturstabilere Zellulose. Mit steigender Temperatur steigen auch die Abbaureaktionen. Ab ca. 250°C gehen die endothermen Zersetzungsreaktionen in die exotherme Phase über, es wird also Wärme freigesetzt. Während der Endgasungsphase, die bis zu Temperaturen

von ca. 600°C andauert, werden ca. 85 % der Holzmasse in Form von Wasserdampf, Kohlenmonoxid und brennbaren organischen Verbindungen freigesetzt (MARUTZKY UND SEEGER, 2002). Diese „Brenngase“ werden in Gegenwart von Luftsauerstoff im Idealfall zu Kohlendioxid und Wasser oxidiert. In der Praxis ist eine „optimale“ Verbrennung aber in der Regel nicht zu realisieren; während des Verbrennungsprozesses können beispielsweise unerwünschte NO_x-Verbindungen, Ruß und Teer entstehen.

Produkt der Entgasung von Holz (aber auch von anderen Biobrennstoffen) ist Holzkohle oder Koks. Sie besteht zu ca. 90 % aus Kohlenstoff, verbrennt weniger heftig als Brenngas und praktisch flammlos bei Temperaturen von über 600°C (MARUTZKY UND SEEGER, 2002).

Für die Verbrennung von einem Kilogramm absolut trockenem Holz sind 1,39 kg Sauerstoff nötig, was einem Volumen von 0,97 m^3 Sauerstoff bzw. 4,62 m^3 Luft (bei 1013 hPA Luftdruck, 0°C Lufttemperatur und einem Sauerstoffgehalt der Luft von 21 %) entspricht (MARUTZKY UND SEEGER, 2002).

Soll Holz energetisch genutzt werden, ist dessen „Energiegehalt“ die entscheidende Größe. Die hier relevanten physikalischen Größen „Energie“ [E] oder auch „Arbeit“ [W] werden in der Einheit „Joule“ [J] angegeben. Wird die „Arbeit“ auf die Zeit, in der sie verrichtet wird, oder die „Energie“ auf die Zeit bezogen, in der sie freigesetzt wird, resultiert daraus die physikalische Größe „Leistung“, die als Joule/Sekunde bzw. J/s in Watt [W] angegeben wird. Multipliziert mit der Größe „Zeit“ resultiert daraus wieder die Energie, die z. B. in Kilowattstunde (kWh) angegeben werden kann (vgl. auch JACKE, 2007). Eine kWh entspricht dabei 3,6 Megajoule.

Die im Holz enthaltene Energie, die hier auch als Heizwert bezeichnet wird, beträgt für absolut trockenes Holz ca. 5 kWh pro kg. Nadelholz hat dabei in der Regel einen leicht höheren Energiegehalt als die Laubbaumarten (LWF, 2003). Durch eine meist höhere Dichte der Laubhölzer ist deren Energiegehalt pro Volumeneinheit aber üblicherweise höher.

Für den Heizwert entscheidend ist daneben, auf die Holzmasse bezogen, insbesondere der im Holz enthaltende Anteil an Wasser. Dieser Wasseranteil kann beachtlich schwanken. Hinzu kommt, dass zwei verschiedene Definitionen existieren, die beschreiben wie „nass“ oder „trocken“ Holz ist. Dies sind die „Holzfeuchte“ und der „Wassergehalt“. In der Praxis finden beide Definitionen Verwendung.

Die Holzfeuchte ist definiert als:

$$\text{Feuchte [\%]} = \frac{\text{Feuchtes Holz} - \text{Trockenes Holz [\%]}}{\text{Trockenes Holz [\%]}} \times 100$$

Der Wassergehalt ist definiert als:

$$\text{Wassergehalt [\%]} = \frac{\text{Feuchtes Holz} - \text{Trockenes Holz [\%]}}{\text{Feuchtes Holz [\%]}} \times 100$$

Holzfeuchte und Wassergehalt können ineinander umgerechnet werden. Der Zusammenhang zwischen beiden „Einheiten“ ist in Abbildung 2 grafisch dargestellt. Im Anhang befindet sich darüber hinaus eine Umrechnungstabelle zwischen beiden „Einheiten“ (Anhang I).

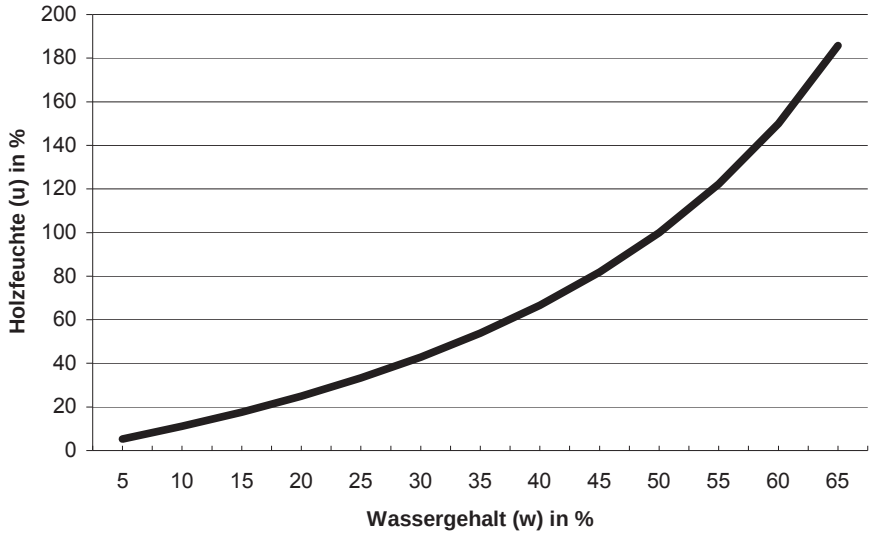

Abbildung 2: *Zusammenhang zwischen Wassergehalt und Holzfeuchte*

Der Wassergehalt gibt darüber Auskunft, wie viel Kilogramm Wasser in der vorhandenen Gesamtmasse enthalten sind. Eine Holzlieferung mit der Gesamtmasse 1.000 kg und einem Wassergehalt von 50 % besteht folglich aus 500 kg Trockenmasse Holz und 500 kg Wasser. Anders als beim Wassergehalt kann die Holzfeuchte auch Werte von über 100 % annehmen, da sie das im Holz enthaltene Wasser ins Verhältnis zur Trockenmasse des Holzes setzt.

Mit steigendem Wassergehalt (bzw. mit steigender Holzfeuchte) sinkt der im Holz enthaltende Heizwert. Bei der Verbrennung des Holzes muss schlicht ein Teil der im Holz enthaltenden Energie für die Verdunstung des enthaltenen Wassers aufgewendet werden (HARTKOPF, 2008a). Damit steht auch nur ein Teil der „Holzenergie“ zur Verfügung.

Während z. B. absolut trockenes Laubholz einen Heizwert von 5,0 kWh pro Kilogramm Trockenmasse aufweist, reduziert sich der Heizwert bei einem Wassergehalt von 50 % auf nur noch ca. 2,2 kWh pro Kilogramm Holz und damit auf weniger als die Hälfte (LWF, 2003).

2.2 Holzvolumen und Holzmassen

Zur Bestimmung von Holzvolumen und Holzmassen sind in der forstlichen Praxis zahlreiche so genannte „Einheiten“ üblich, so z. B. der Festmeter (Fm), der das Volumen einer festen Holzmenge beschreibt oder der Raummeter (Rm), der zur Angabe des Holzvolumens bei üblicherweise geschichteten Holzstämmen oder anderen Holzteilen, wie Scheitholz, verwendet wird. Auch gibt es ebenfalls raumbezogene Maßeinheiten wie den Schüttraummeter (Srm), der geschüttete Holzvolumina beschreibt und oftmals im Bereich von Hackschnitzeln oder bei ofenfertig produziertem Scheitholz zum Einsatz kommt.

Darüber hinaus sind auch massebezogene Maßeinheiten wie die Tonne lufttrockenes Holz (t_{lutro}) oder die Tonne absolut trockenes Holz (t_{atro}) etabliert, wobei diese häufiger von den Abnehmern der holzbe- und holzverarbeitenden Industrie bzw. größeren Heiz(kraft)werken favorisiert werden.

Was genau ein „Meter“ oder eine „Tonne“ ist, ist dabei festgelegt. In Deutschland gilt im geschäftlichen und amtlichen Verkehr das Internationale Einheitensystem „SI“ (Système International d`Unités), das mit dem Gesetz über Einheiten im Messwesen vom 2. Juli 1969 eingeführt wurde. Damit ist das SI als das geltende Einheitensystem festlegt und für Deutschland auch in der Norm DIN 1301 festgeschrieben.

Die SI-Basisgrößen „Länge“ mit ihrer SI-Basiseinheit Meter (m) oder „Masse“ mit der SI-Basiseinheit Kilogramm (kg) lassen sich zwar präzise messen, für eine eindeutige Beschreibung der vorliegenden Holzmenge eignen sie sich alleine aber nicht. So ist z. B. für den energetischen Holznutzer der im Holz gespeicherte Energiegehalt von Interesse. Dieser variiert in Abhängigkeit von der Baumart und verschiedenen Holzeigenschaften und –zuständen aber deutlich. Da sich zahlreiche relevante Parameter vor Ort aber kaum praktikabel bestimmen lassen, werden Abrechnungsmaße wie z. B. „Schüttraummeter Hackschnitzel“ oder „Raummeter Scheitholz“, eventuell ergänzt um Angaben zur Holzart oder Stückigkeit, dennoch verwendet. So lassen sich zudem z. B. auch die verwendeten Transporthilfsmittel (beispielweise „40 m^3-Container“ oder „Gitterbox“) als Abrechnungsgegenstand verwenden.

Eine weitere Unschärfe kommt durch kalkulatorische Umrechnungen zwischen den oben genannten Abrechnungsmaßen zustande. Denn für Umrechnungen zwischen diesen Bereitstellungsformen werden in der Praxis Faktoren herangezogen, die sich vielfach deutlich unterscheiden. Tabelle 2 zeigt eine Auswahl verschiedener Umrechnungsfaktoren unterschiedlicher Autoren am Beispiel der Umrechnung von Festmeter in verschiedene andere Maße.

Tabelle 2: *Beispiele für Umrechnungsfaktoren zwischen dem Festmeter und anderen Raummaßen*

	(HDG, 2009)	(LWF, 2003) (LWF, 2009)	(REISINGER ET AL., 2002)		(JACKE , 2007)	ÖNORM M 7132	
			für Buche	**für Fichte**			
1 Fm Rundholz entsprechen:	-	1,40	1,70	1,55	1,43	1,43	Rm Rundlinge (geschichtet)
	1,40	1,60	1,98	1,80	-	-	Rm Scheitholz (1 m, gesetzt)
	1,20	1,40	1,61	1,55	1,60	-	Rm Stückholz (ofenfertig, gesetzt)
	2,00	2,00 – 2,20	2,38	2,52	2,40	-	Srm Stückholz, ofenfertig geschüttet
	2,50	2,50	-	-	2,50	2,50	Srm Hackschnitzel (G 30)
	3,00	-	-	-	-	3,03	Srm Hackschnitzel (G 50)

Die unterschiedlichen vorgeschlagenen Umrechnungsfaktoren variieren bei dem gewählten Beispiel um bis zu 41 %.

Dabei können Unterschiede nicht nur durch die Verwendung von Vorschlägen verschiedener Autoren entstehen. Dem Ziel, den Nutzern eine möglichst praktikable Umrechnungstabelle an die Hand zu geben, wird in der Regel auch die Genauigkeit innerhalb der eigenen Tabelle geopfert. In die verschiedenen „Einheiten“ kann deshalb vielfach nicht beliebig umgerechnet werden, ohne dass Rundungsfehler entstehen.

Dies verdeutlicht, dass es sich bei Umrechnungsfaktoren nur um Richtwerte handeln kann, worauf die Autoren aber in der Regel hinweisen. Im Folgenden mussten ebenfalls Umrechnungen vorgenommen werden, um Angaben, die z. B. von verschiedenen Befragten in unterschiedlichen Einheiten angegeben wurden, zu vereinheitlichen. Die dabei verwendeten Umrechnungsfaktoren lassen sich Tabelle 3 entnehmen.

Tabelle 3: *In der vorliegenden Arbeit verwendete Umrechnungsfaktoren*

	Fm	Rm Rundlinge (1 m, gesetzt)	Rm Scheitholz (1 m, gesetzt)	Rm Stückholz (0,33 m, gesetzt)	Srm Stückholz (0,33 m)	Srm Hackschnitzel
Fm	**1,00**	1,40	1,50	1,60	2,40	2,50
Rm Rundholz (1 m, gesetzt)	0,70	**1,00**	1,05	1,10	1,70	1,75
Rm Scheitholz (1 m, gesetzt)	0,65	0,95	**1,00**	1,05	1,55	1,60
Rm Stückholz (0,33 m, gesetzt)	0,60	0,95	0,95	**1,00**	1,45	1,50
Srm Stückholz (0,33 m)	0,40	0,60	0,65	0,70	**1,00**	1,00
Srm Hackschnitzel	0,40	0,55	0,60	0,65	1,00	**1,00**

Als Bezugsgröße wurde zunächst der Festmeter gewählt, der sich, verglichen mit anderen „Einheiten“, relativ genau und reproduzierbar bestimmen lässt. Unter Zuhilfenahme der verschiedenen Literaturangaben wurden die Umrechnungsfaktoren von Festmeter in die unterschiedlichen angegebenen „Sortimente“ festgelegt (Zeile 1). Die übrigen Umrechnungsfaktoren wurden im Anschluss daran aus den Umrechnungen von Festmeter in die übrigen „Einheiten“ abgeleitet, wobei auch hier einige Werte gerundet wurden, um sie handhabbarer zu machen. So ließen sich verschiedene Sortimente auf eine einheitliche Bezugsgröße umrechnen (die angesprochenen Rundungsfehler wurden in Kauf genommen). Darüber hinaus wurde auch keine Unterscheidung zwischen Nadelholz und Laubholz gemacht und eine einheitliche Umrechnung in Schüttraummeter Hackschnitzel, unabhängig von deren Stückigkeit, gewählt.

Ein Raummeter gesetzte Rundlinge von einem Meter Länge entsprechen 0,7 Fm. Ein Festmeter entspricht 2,4 Srm Scheitholz mit einer Scheitlänge von 0,33 m und aus einem Festmeter Holz werden 2,5 Srm Hackschnitzel produziert.

3 Die Energieholzbereitstellung

3.1 Abgrenzung

Bei der Bereitstellung von Energieholz werden häufig Betriebsmittel eingesetzt, die auch in klassischen Prozessketten stofflicher Holzsortimente verwendet werden und/oder in der Literatur bereits vielfach analysiert und beschrieben sind. So geben z. B. FINSTERBUSCH UND THIELE (1987) oder FLEISCHER (2009) einen historischen Rückblick über eingesetzte Geräte und Maschinen, insbesondere zur manuellen Ernte von Holz auch für energetische Zwecke. Darüber hinaus sind in der Literatur eine Fülle an Prototypen und etablierten Betriebsmitteln mit höherem Mechanisierungsgrad beschrieben. So gibt z. B. FLEISCHER (2007) einen Überblick über die Entwicklung mobiler Holzerntemaschinen und AUST (2007) sowie AUST (2008) zeigen den Facettenreichtum der Forsttechnik an den Produktpaletten zahlreicher Hersteller. Auch HUMMEL ET AL. (2005) geben einen allgemeinen Überblick über „Forstmaschinen“, auch über solche, die der energetischen Bereitstellung von Holz dienen. Heute auf dem Markt befindliche „Energieholz-Aggregate“ sind z. B. bei JÖNSSON (2009), HEINRICH (2010) oder bei KWF (2010) dargestellt und deren Produktivität ist mehrfach untersucht worden (vgl. auch EBERHARDINGER, 2007; BROKMEIER, 2007; EBERHARDINGER, 2010).

Auf eine umfassende Beschreibung und Kategorisierung potentiell relevanter Forstgeräte sowie Ernte- und Rückemaschinen wird im Folgenden deshalb verzichtet. Stattdessen werden nur relevante Maschinen des eigentlichen Produktionsschrittes vom Rohholz zum „Energieholzprodukt“ näher beleuchtet. Ziel ist es insbesondere, definitorische Abgrenzungen dieser recht speziellen Betriebsmittel vorzunehmen.

Im Folgenden werden deshalb zunächst die grundsätzlichen Funktionsprinzipien und Unterschiede von Horizontal- und Vertikalspaltern sowie Säge-Spalt-Prozessoren erläutert. Im Anschluss daran werden auch die Betriebsmittel zur Produktion von Schüttgut (ohne Scheitholz) entsprechend beleuchtet, denn diese werden in der Praxis oftmals nicht korrekt voneinander abgegrenzt. Am häufigsten ist in diesem Zusammenhang vermutlich die synonyme und somit oftmals falsche Verwendung der Begriffe „Hacker“ und „Schredder“, deren Produkte sich aufgrund der sehr unterschiedlichen Funktionsprinzipien der Maschinen deutlich unterscheiden. Durch eine solche undifferenzierte Begriffsverwendung können leicht vermeidbare Missverständnisse zwischen Lieferanten und Abnehmern von entsprechenden Schüttgütern entstehen.

Neben der definitorischen Abgrenzung der verschiedenen Maschinenkategorien sollte der die Maschine einsetzende Unternehmer auch dabei zu erwartende Kosten kalkulieren können. Hilfestellung liefern hier Modelle und darin hinterlegte Zahlen, die für die etablierten Betriebsmittel wie z. B. Seilschlepper, Harvester oder Forwarder schon seit vielen Jahren existieren und regelmäßig veröffentlicht werden (vgl. auch AFL NIEDERSACHSEN, 2010). Für einen Säge-Spalt-Prozessor und einen mobilen Großhacker werden solche Modellkalkulationen abschließend beispielhaft dargestellt.

3.2 Betriebsmittel zur maschinellen Produktion von Scheitholz

3.2.1 Horizontal-, Vertikalspalter

Horizontal- bzw. Waagerecht- und Vertikal-, bzw. Senkrechtspalter sind relativ einfach konstruierte Maschinen, mit denen Rundholz lediglich in Längsrichtung zerteilt bzw. gespalten, nicht jedoch auf gewünschte Längen eingekürzt werden kann. Darüber hinaus wird jeder einzelne Spaltprozess durch den Bediener ausgelöst. Abbildung 3 zeigt Beispiele für Vertikalspalter.

Abbildung 3: *Beispiele für Vertikalspalter (Bilder: Werksbilder Posch)*

Die zu spaltenden Rundhölzer werden beim Vertikalspalter mit der Stirnseite des Stammstücks longitudinal auf eine massiv konstruierte Metallplatte gestellt und in der Regel durch einen hydraulisch nach unten getriebenen Spaltkeil geteilt. Der Hydraulikmotor zur Versorgung des eingebauten Hydraulikzylinders wird dabei elektrisch oder über die Zapfwelle eines landwirtschaftlichen Schleppers angetrieben. Ebenso kann der Druckzylinder aber auch direkt über die Hydraulikpumpe des Schleppers versorgt werden. Kleinere Vertikalspalter werden dabei oft mit eigenen Rädern ausgerüstet, die es erlauben, den Spalter über sehr kurze Distanzen mittels Muskelkraft an den Einsatzort zu rollen. Schwerere Ausführungen sind meist für die Dreipunktaufhängung eines landwirtschaftlichen Schleppers vorgesehen oder als eigenständiger Anhänger konstruiert.

Bei Vertikalspaltern, die für das Zerteilen längerer Stämme (z. B. Meterholz) ausgelegt sind, befindet sich die Metallplatte, gegen die das Stammstück gedrückt wird, meist bodennah und die zu spaltenden Stämme müssen zunächst aufgerichtet werden. Entsprechende Varianten werden üblicherweise für das Spalten von Meterholz verwendet, das dann zum Trocknen aufgesetzt werden kann. Häufiger werden Vertikalspalter aber für die Produktion von kurzem Scheitholz verwendet und vorher eingekürzte Stammstücke verarbeitet, die, ein niedriger Wassergehalt vorausgesetzt, so für die Verwendung in offenen Kaminen oder kleineren Scheitholzöfen geeignet sind. Die Platte, auf die gedrückt wird, ist dabei meist höher angelegt, um durch einen aufrechten Stand des Maschinenbedieners eine möglichst ergonomische Manipulation der kurzen Stammstücke zu ermöglichen.

Mit Horizontalspaltern werden Stammstücke „liegend“ gespalten. Abbildung 4 zeigt einige Beispiele.

Abbildung 4: *Beispiele für Horizontalspalter (Bild mitte: Werksbild Posch; Bild rechts: Werksbild Vielitz)*

Bei Horizontalspaltern wird meist nicht der Spaltkeil durch das Holz, sondern der Holzstamm mittels eines Druckstempels bzw. einer Druckplatte durch den fest montierten Spaltkeil getrieben. Insbesondere wenn längere Stammstücke gespalten werden sollen, können solche Spalter durch die Verwendung von Auflagetischen (siehe Bild links) einfacher beschickt werden, als wenn die Stämme zunächst aufgerichtet werden müssen. Dies setzt dann allerdings voraus, dass die Stämme nicht zunächst manuell auf den Auflagetisch gehoben werden müssen, sondern z. B. durch einen Kran aufgelegt werden können. Die Antriebsmöglichkeiten sind letztlich vergleichbar mit denen der Vertikalspalter. Auch bei Horizontalspaltern werden kleinere Maschinen meist händisch zum Einsatzort gebracht, an die Dreipunktaufhängung eines Schleppers montiert oder auf einen Anhänger aufgebaut. Einen Überblick über die derzeit am Markt verfügbaren Horizontal- und Vertikalspalter liefert KWF (2008).

Neben den oben dargestellten Horizontal- und Vertikalspaltern sind auf dem Markt auch Spiralkegelspalter verfügbar. Diese sind mit einem Kegel ausgestattet, der mit spiralförmigen Windungen versehen ist, die sich durch Rotation des Kegels selbsttätig in das Holz bohren und die Stammstücke dadurch teilen (KALTSCHMITT UND HARTMANN, 2001; S. 179). Entsprechende Spalter werden vergleichsweise selten eingesetzt und sollen hier deshalb nicht weiter erläutert werden.

3.2.2 Säge-Spalt-Prozessoren

Für die professionelle Produktion von (insbesondere kurzem) Brennscheitholz werden heute üblicherweise Säge-Spalt-Prozessoren eingesetzt. Diese können Scheitholz z. T. sogar automatisiert herstellen und erreichen dadurch deutlich höhere Produktivitäten, als dies mit den lediglich spaltenden horizontal- und vertikalarbeitenden Geräten möglich ist. Sie können dabei Baumstämme zu Stammstücken definierter Länge einkürzen, diese spalten und die Scheite z. B. über ein Förderband in bereitstehende Verpackungs-, Lager- oder Transportbehälter befördern. Abbildung 5 zeigt drei verschiedene Modelle von Schneid-Spalt-Prozessoren.

Abbildung 5: *Verschiedene Modelle von Schneid-Spalt-Prozessoren*

Üblicherweise wird dem Säge-Spalt-Prozessor ein Auflagetisch für die zu verarbeitenden Stämme spendiert. Er dient als Puffer, um eine durchgängige Scheitholzproduktion sicherstellen zu können, und wird mittels eines Krans mit Stämmen beschickt. Der Kran ist dabei in der Regel nicht direkt am Säge-Spalt-Prozessor, sondern meist an einem separaten Fahrzeug montiert.

Manuell durch den Maschinenführer oder hydraulisch unterstützt, wird der zu verarbeitende Stamm auf ein Einzugsförderband gebracht, das diesen in Richtung der Spalteinheit transportiert. Am Ende befindet sich ein Anschlag, durch dessen Verstellung in horizontaler Richtung die Scheitlänge variiert werden kann, da damit die Distanz zwischen Anschlag und einer quer zur Stammrichtung arbeitenden Schneidgarnitur einer Sägeketteneinheit oder einem Kreissägeblatt variiert wird. Ein Holzniederhalter fixiert den Stamm und die Schneidgarnitur bzw. das Kreissägeblatt trennt ein Stammstück in der gewünschten Länge ab. Dieses fällt seitlich in einen Spaltkanal und wird mittel eines hydraulisch betriebenen Druckstempels (vergleichbar dem der oben beschriebenen Horizontalspalter) durch ein feststehendes Spaltkreuz gedrückt. Durch Variation des Spaltkreuzes kann die Anzahl und damit die Größe der aus den Stammstücken gewonnenen Scheite bestimmt werden. Hinter dem Spaltkreuz fallen die Scheite dann auf das Förderband zum Verpackungs-, Lager- oder Transportbehälter. Abbildung 6 zeigt beispielhaft ein Einzugförderband mit Anschlag, den Spaltkanal mit Druckstempel und ein 8-fach Spaltkreuz.

Abbildung 6: *Beispielhafte Darstellung von Produktionsstationen von Schneid-Spalt-Prozessoren*

Moderne Säge-Spalt-Prozessoren verfügen über computergestützte Automatikprogramme, die den Stamm automatisch einem Anschlag zuführen, ihn fixieren, den Trennschnitt durchführen und den Spaltvorgang auslösen. Hier muss der Bediener nur bei Störungen im Betriebsablauf, z. B. bei verklemmten Stämmen oder Scheiten, eingreifen. Daneben lassen sich die Arbeitsabläufe aber in der Regel auch einzeln vom Bediener steuern.

Abhängig davon, ob allein hydraulische Komponenten oder auch elektronische Steuerungen angetrieben werden müssen, bieten sich verschiedene Antriebsmöglichkeiten an. Stationäre Schneid-Spalt-Prozessoren und die darin verbauten Hydraulikpumpen werden hierbei häufig