

Review:

# Schwierigkeiten und Chancen in der Laubholzverarbeitung

Teil 1: Bestandssituation, Eigenschaften und Verarbeitung von Laubholz am Beispiel der Schweiz

**Verena Krackler, Peter Niemz**

Das dritte schweizerische Landesforstinventar (LFI) von 2004 bis 2006 bescheinigte für Laubholz eine Vorratssteigerung von 10,4 %, wohingegen der Nadelholzvorrat insgesamt sank (2,4 %). Entgegen dieser Tendenz wurde 2009 in der Schweiz der Großteil (70 %) des geernteten Laubholzes sogleich energetisch verwertet.

Neben dem geringeren Stammholzanteil und der schwierigeren Verarbeitung ist in der Schweiz besonders die nicht geschlossene Wertschöpfungskette vom Rundholz zum Endprodukt ein ausschlaggebendes Problem. In erster Linie fehlt die Weiterverarbeitung des Schnittholzes zum Halb- oder Endfabrikat. Für nicht genutzte Sortimenten war daher die energetische Verwertung bisher die komfortabelste und lohnendste Lösung. Die augenblicklichen Probleme sind nur durch die Initiative und Kooperation von Forstwirtschaft, Holz- und Sägeindustrie sowie Politik lösbar. In erster Linie sind Absatzmärkte zu entwickeln, eine Weiterverarbeitungsindustrie aufzubauen, weitere Forschungsprojekte zu lancieren und die Endverbraucher aufzuklären.

**Schlüsselwörter:** Waldbestandssituation Schweiz, Laubholzverarbeitung, Schweizer Sägeindustrie und Holzernte

## Einleitung

Holz, als eine der wichtigsten natürlichen Ressourcen der Menschheit, wird weltweit für Bauten, Werkstoffe, stoffliche oder chemische Produkte genutzt. Die Aufrechterhaltung eines ausgewogenen Gleichgewichts zwischen nachwachsendem Vorrat und Verwertung wird durch eine nachhaltige Forstwirtschaft gewährleistet. Bestandeszahlen der Schweiz zeigen jedoch eine konträre Entwicklung von Laub- und Nadelholz. Demnach nahm der Laubholzvorrat zu, wohingegen der des Nadelholzes sank. Trotz der positiven Bestandssituation für Laubholz steckt dessen Verarbeitung in einer Krise. Nicht die Verwendung an sich ist das Problem, sondern die Verteilung auf die drei verschiedenen Holzertesortimente (Stamm-, Industrie- und Energieholz).

Ziel dieser Literaturrecherche ist es zum einen die Eigenschaften des Laubholzes sowie die derzeitige Situation und die generellen Schwierigkeiten der Laubholzverarbeitung aufzuzeigen. Zum anderen soll anhand verschiedener Verwendungsrichtungen veranschaulicht werden, welches Potenzial Laubholz besitzt, wenn es bestimmten Einsatzgebieten

zugänglich gemacht wird. Um eine umfassende Analyse zu gewährleisten, erfolgt eine Trennung in drei Teile. Im ersten Teil werden wesentliche Eigenschaften des Laubholzes sowie Hintergründe zur Lage in der Schweiz und Aspekte der Verarbeitung behandelt. Der zweite Teil stellt Verwendungsmöglichkeiten von einschnittfähigem Laubholz vor, gefolgt vom dritten über die Einsatzgebiete von Laubholzresten.

## Waldbestandssituation am Beispiel der Schweiz

### Zusammensetzung der Wälder

Nach dem dritten und aktuellsten Landesforstinventar (LFI) von 2004 bis 2006 betrug die gesamte Waldfläche der Schweiz 1,28 Mio. ha (inkl. Gebüschwald), was zum LFI 2 (1993 bis 1995) eine Zunahme von 59.500 ha (4,9 %) bedeutet. Wird nur der zugängliche Wald ohne Gebüschwald betrachtet, ergibt sich eine Ausdehnung von 1,17 Mio. ha, wovon ca. 24 % reine Laubwälder und 43 % reine Nadelwälder sind. In Abhängigkeit der geografischen Lage, wird die Schweiz in fünf

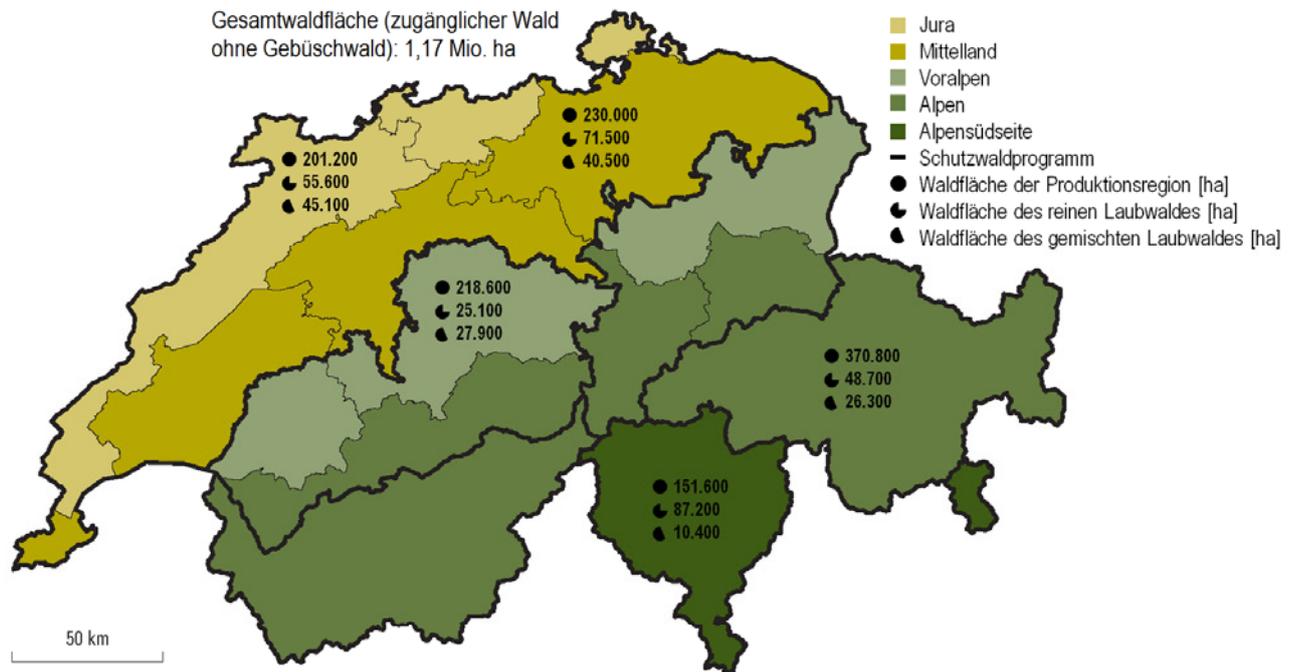


Abb. 1: Waldfläche der reinen und gemischten Laubwälder in den einzelnen Produktionsregionen der Schweiz (Brändli (2010))

Fig. 1: Forest area of the pure and the mixed deciduous forests in the different regions of production (Brändli (2009))

Produktionsregionen unterteilt (Abb. 1). Gleichzeitig beinhaltet die Grafik die zahlenmäßige Verteilung der reinen und gemischten Laubwaldbestände.

### Vorrat an Laubhölzern

Unter Vorrat werden die lebenden und Zuwachs liefernden Bäume gezählt. Dieser besteht in der Schweiz zu ca. 69 % aus Nadel- und 31 % aus Laubholz (Tab. 1). Dabei ist die Verteilung des Laubholzvorrates in den einzelnen Produktionsregionen sehr unterschiedlich. Den höchsten Anteil führt mit ca. 31 % das Mittelland, gefolgt vom Jura (26 %), den Voralpen (17 %), der Alpensüdseite (13 %) und den Alpen (12 %).

Gesamtschweizerisch betrachtet, stieg der Vorrat vom LFI 2 auf das LFI 3 um 2,4 % auf 405 Mio. m<sup>3</sup> an. Laubholz verzeichnete hierbei eine Vorratssteigerung von insgesamt 11,96 Mio. m<sup>3</sup>, wobei die Buche mit 4,28 Mio. m<sup>3</sup> am deutlichsten zunahm. Der Nadelholzvorrat dagegen sank insgesamt um 2,40 Mio. m<sup>3</sup>. Besonders hohe Verluste erlitt mit einer Abnahme um 7,55 Mio. m<sup>3</sup> die Fichte. Hintergründe sind neben einer zunehmenden Bewusstseinsänderung gegenüber der Umwelt, klimatische Auswirkungen (Sykes und Prentice, 1996) sowie forstpolitische Maßnahmen

aufgrund verheerender Stürme wie „Vivian“ (1990) oder „Lothar“ (1999). Dieser Wettererscheinung fielen vor allem monokulturell gehaltene Fichtenwälder zum Opfer. Weg von Monokulturen und Kahlschlägen, setzt die Mehrheit der Forstleute immer häufiger auf Naturverjüngung und einem „naturnahen“ Waldbau (Schärer et al., 2006).

### Charakterisierung des Laubholzes

#### Anatomische Struktur und Eigenschaften

Laubhölzer zeichnen sich gegenüber den entwicklungsgehistorisch älteren Nadelhölzern durch eine differenziertere Struktur auf. Die drei Hauptfunktionen des Baumes (Wasserleitung, Speicherspeicherung und Festigung) werden nicht mehr nur von zwei, sondern drei Zelltypen (Tracheiden, Parenchymzellen, Fasern) übernommen. Aufgrund größerer Zellwandmassen weisen Hartlaubhölzer wie Buche, Eiche und Esche höhere Dichten auf. Direkte Folgen dessen sind höhere Festigkeitswerte, denen jedoch ein ungleichmäßigeres Quell- und Schwindverhalten bei der Trocknung gegenübersteht. Tab. 2 gibt einen Überblick über die Mechanik, Dimen-

Tab. 1: Vorrat der wichtigsten Schweizer Laub- und Nadelhölzer nach dem LFI 3 (Brändli, 2010)

Tab. 1: Volume of the most important Swiss hardwoods and softwoods after the NFI 3 (Brändli, 2010)

Vorrat nach dem LFI 3	Laubholz							total
	Buche	Ahorn	Esche	Eiche	Kastanie	übrige		
[1000 m <sup>3</sup> ]	73.346	11.821	14.785	9.096	4.917	13.484	127.450	
[%]	18,1	2,9	3,7	2,2	1,2	3,3	31,4	
Vorrat nach dem LFI 3	Nadelholz							total
	Fichte	Tanne	Föhre	Lärche	Arve	übrige		
[1000 m <sup>3</sup> ]	178.799	60.189	12.583	22.180	2.521	1.653	277.924	
[%]	44,1	14,8	3,1	5,5	0,6	0,4	68,6	

**Tab. 2: Eigenschaften von Fichte, Weißtanne, Buche, Eiche und Esche (Sell und Holz, 1997; Bernasconi, 2004)**

Tab. 2: Properties of spruce, silver fir, beech, oak and ash (Sell und Holz, 1997; Bernasconi, 2004)

Eigenschaft	Fichte	Weißtanne	Holzart Buche	Eiche	Esche
Rohdichte lufttrocken [kg/m <sup>3</sup> ]	430 ... 470	430 ... 480	700 ... 790	650 ... 760	680 ... 760
Druckfestigkeit $\sigma_{dBII}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	40 ... 50	40 ... 52	52 ... 64	52 ... 64	43 ... 59
Zugfestigkeit $\sigma_{zBII}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	80 ... 90	80 ... 93	100 ... 135	88 ... 110	130 ... 160
Biegefestigkeit $\sigma_{bBII}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	65 ... 77	62 ... 74	90 ... 125	86 ... 108	100 ... 127
Scherfestigkeit $\tau_{BII}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	5,0 ... 7,5	4,9 ... 7,5	7,7 ... 10,0	9,3 ... 11,5	12,0 ... 13,4
E-Modul aus Biegeversuch $E_{II}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	10.000 ... 12.000	10.000 ... 14.500	12.300 ... 16.400	10.500 ... 14.500	11.900 ... 13.900
Dimensions- und Formstabilität	gut	gut	gering	mittel	mittel
Natürliche Dauerhaftigkeit	wenig	wenig	nicht	dauerhaft	nicht
Bearbeitbarkeit	sehr gut	sehr gut	leicht	gut	gut
Trocknung	sehr gut	sehr gut	langsam, da neigt zum Werfen und Reißen, aber technisch sehr gut	befriedigend, nur mit großem Aufwand technisch möglich	befriedigend, neigt zum Werfen und Reißen
Verleimung	problemlos	problemlos	nach Trocknung problemlos	befriedigend (Gerbsäure und Trocknung)	problemlos

sions- und Formstabilität, Dauerhaftigkeit, Bearbeitbarkeit und Beileimung der bedeutendsten Schweizer Nadel- und Laubholzarten (Fichte, Weißtanne, Buche, Eiche, Esche).

**Nutzbarer Stammholzanteil von Laubholz**

Ziel des Stammholzeinschnitts im Sägewerk ist die höchstmögliche Ausbeute an Schnittholz. Dabei gelten Laubhölzer als unprofitabler, da sie sich bedingt durch die Anatomie und meist krummeren Stammformen schwieriger verarbeiten lassen. Daneben unterscheiden sich auch Aufbau von Schaft und

Krone von den Nadelhölzern. Wie in Abb. 2 und 3 ersichtlich ist, weisen Laubbäume durch ein zumeist umfangreicheres Astwerk und Blätterdach lediglich einen nutzbaren Stammholzanteil von 40 % bis 50 %, Nadelbäume dagegen von 80 % auf (Thees, 2009).

**Verklebung von Laubholz**

Schwierigkeiten bereiten zurzeit immer noch Verklebungen von Laubholz. Ursachen sind neben den angesprochenen charakteristischen Eigenschaften fehlende allgemeingültige

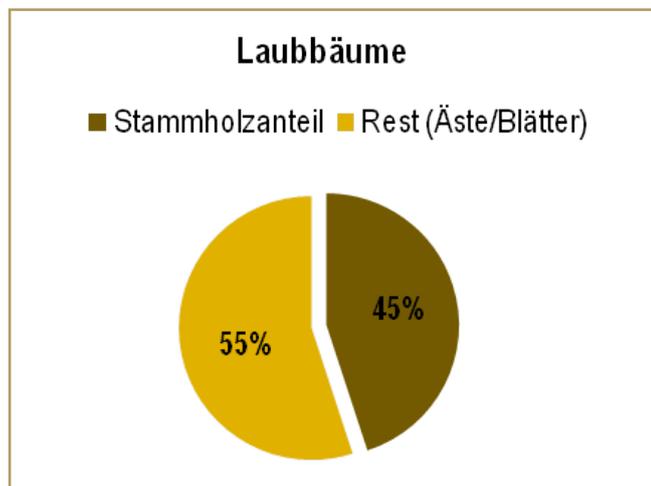


Abb. 2: Nutzbarer Stammholzanteil von Laubbäumen (Thees 2009)

Fig. 2: Useable percentage of hardwood stem wood (Thees 2009)

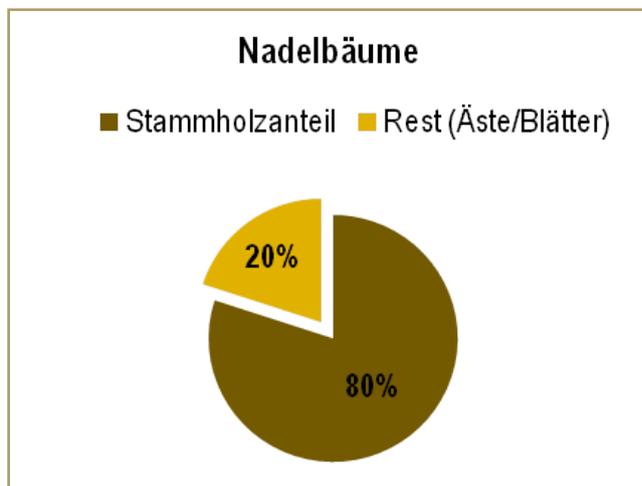


Abb. 3: Nutzbarer Stammholzanteil von Nadelbäumen (Thees 2009)

Fig. 3: Useable percentage of softwood stem wood (Thees 2009)

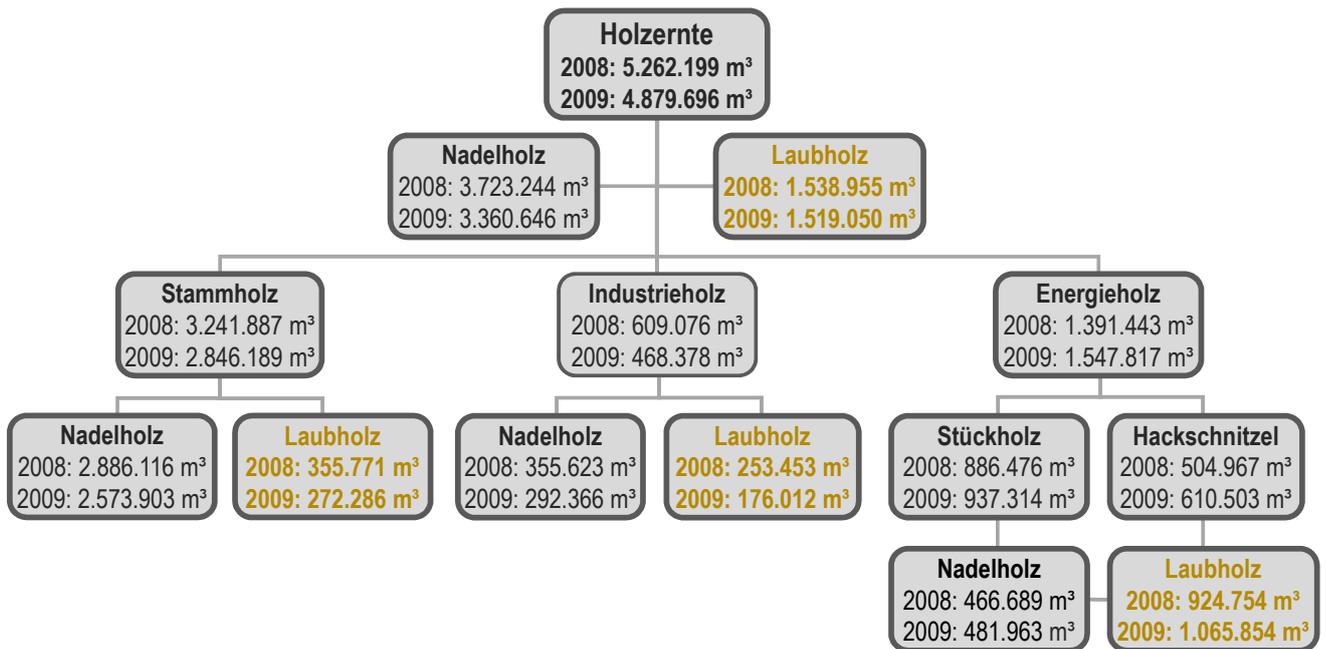


Abb. 4: Aufteilung der Holzernte von 2008 und 2009 in Sortimente und Holzart (nach Schweizerischer Forststatistik, Bundesamt für Statistik)  
 Fig. 4: Wood assortments after harvesting in Switzerland with data from 2008 and 2009 (according to Federal Statistical Office of Switzerland)

Bemessungsgrundlagen, die hochwertige Verklebungen garantieren. Die Anforderungen gültiger und relevanter Normen (insbesondere im Holzbau) sind momentan nur auf die Eigenschaften von Nadelhölzern ausgerichtet.

Generell stehen zur Verklebung von Laubhölzern die gleichen Klebstoffe zur Verfügung wie für Nadelholz. Allerdings erfordern Struktur und Inhaltsstoffe des Laubholzes andere Verklebungsparameter. Klebstoffsysteme müssen auf Laubholz konzipiert werden; Voraussetzung dafür sind geeignete Prüfverfahren, die es noch zu entwickeln gilt. Dass die Problematik kein Thema der Neuzeit ist, zeigen Untersuchungen von *Egner und Kolb* (1966), die die Verleimbarkeit von Buchenelementen prüften. *Frühwald et al.* (2003) äußerten Bedenken gegenüber der Delaminierung von Laubholz, da keine der Brettschichtholzproben aus Eiche, Esche, Robinie und Pappel den zulässigen Grenzwert von 4% einhielt. *Pöhler et al.* (2004) und ebenso *Aicher und Reinhardt* (2007) berichteten über die Verklebung von Buchenholz mit rotkernigen Anteilen mit dem Ergebnis, dass der Rotkern die Festigkeit nicht beeinflusst, zum Teil sogar verbessert. Eine Anpassung der Verklebungsparameter, insbesondere bei Erhöhung der geschlossenen Wartezeiten, führte nach *Schmidt et al.* (2009) und *Ohnesorge* (2009) zu einem Rückgang der Delaminierung von verklebter Buche mit und ohne Rotkern.

Auch am Institut für Baustoffe (IfB) der ETH Zürich fanden in den vergangenen Jahren Arbeiten zu Holzverklebungen statt. Insbesondere 1K-PUR-Reaktivklebstoffe standen dabei im Fokus der Untersuchung. Zu nennen ist hier *Wys* (2006), der sich mit dem Versagensverhalten von Holzverklebungen im makroskopischen und mikroskopischen Bereich bei Scherbelastung beschäftigte. Weiterhin wurde das Versagensverhalten von Klebfugen bei mechanischer Belastung in Abhängigkeit der Temperatur, Feuchte und Wechselklimalage-

ung untersucht (*Togni, 2007; Allenspach, 2007*). Außerdem wurde die Verklebung von thermisch behandeltem Laubholz mit unbehandelten Proben verglichen (*Schnider, 2007*). Aus Untersuchungen von *Wetzig* (2009) ging weiter hervor, dass Eigenspannungen in mit Einkomponenten-PUR (1K-PUR) verklebten dreischichtigen Massivholzplatten aus Buche und Esche kompensiert werden können, wenn dickere Fugen (2 mm) mit niedrigeren Elastizitätsmodulen des Klebstoffes kombiniert werden. Dünnere 1K-PUR-Klebstofffugen dagegen sind nicht in der Lage das Quell- und Schwindverhalten aufzunehmen, wie Prüfungen der Zugscher- und Druckscherfestigkeiten an verklebten Eschen-, Buchen- und Eichenproben erkennen ließen (*Brandmair et al., 2010*)

## Verarbeitung des Laubholzes in der Schweiz

### Sortimente des geernteten Holzes

In Abhängigkeit der Qualität wird das Holz nach der Ernte in drei Sortimente eingeteilt: Stamm-, Industrie- und Energieholz (Abb. 4, Daten aus der Schweiz von 2008 und 2009). Insgesamt nahm in der Schweiz die Holzernte von 2008 auf 2009 um ca. 7,3 % ab. Prozentual gesehen wurden im Verhältnis zur jeweiligen Gesamternte 2009 sogar 1,9 % mehr Laubholz gefällt. Oberflächlich betrachtet scheint diese Bilanz für das Laubholz positiv, allerdings offenbart sich die eigentliche Problematik der Laubholzverwertung bei genauerer Betrachtung der Verteilung auf die einzelnen Sortimente.

Lediglich 18,0 % bzw. 11,6 % der Schweizer Laubholzernte wurden 2009 als Stamm- bzw. Industrieholz genutzt. Zum Vorjahr bedeutet dies eine Abnahme um 5,3 % bzw. 4,8 %. 70,1 % des 2009 geernteten Laubholzes wurden sofort und nur energetisch verwertet. Das übersteigt den schon von 2008 hohen Anteil von 60,3 % nochmals um 9,8 %. Bei Nadelholz

Nadelholzeinschnitt		Laubholzeinschnitt	
50 – 71 %	<b>Schnittholzausbeute</b>	18 – 85 %	
<b>Schnittholzprodukte</b>			
Bauschnitt-, Baurund-, Konstruktionsvoll-, Leimholz, Balken, Pfosten, Schnittwaren, Parkettfriese, Schwellen			
<b>Weiterverarbeitung zu</b>			
Brettschichtholz, Kreuz-, Duo- und Triobalken, Türen- und Fensterkante, Treppenstufen,...			
29 – 50 %	<b>Restholzanteil</b>	15 – 82 %	
<b>Restholzprodukte</b>			
Rinde, Sägespäne, Sägemehl, Schwarten, Spreißel, Hackschnitzel			
<b>Weiterverarbeitung zu / Nutzung als</b>			
Papier, Zellstoff, Platten- und Faserwerkstoff, Energieträger			

**Abb. 5: Mengen, Sortimente und Weiterverarbeitungsprodukte des Nadel- und Laubholzes an Schnitt- und Restholz (Autorenkollektiv, 1975; Krackler et al., 2010)**

*Fig. 5: Amounts, assortments and processing products of sawn wood and sawmill waste of softwood and hardwood (Autorenkollektiv, 1975; Krackler et al., 2010)*

waren es 2008 lediglich 12,6 %, 2009 mit einem geringen Anstieg 14,4 %. Die energetische Verwertung gewinnt zunehmend an Bedeutung. Alarmierend ist jedoch, dass auch Holz als Energieträger dient, welches aufgrund seiner Qualität eigentlich dem Industrie- oder sogar dem Stammholz zugeführt werden kann.

### Schnitt- und Holzrestsortimente aus dem Sägewerk

Schnittholzausbeuten und Holzrestmengen variieren in Abhängigkeit vom Schnittprogramm, der Einschnittart, Schnittfugengröße sowie Schnitttechnologie (Gatter-, Band- oder Kreissäge). Abb. 5 gibt einen Überblick über die Schnittholz- und Holzrestanteile sowie einzelne Schnittholz- und Holzrestprodukte. Konkrete Werte für Schnittholzausbeuten von Laubholz sind in der Fachliteratur kaum vorhanden. Generell wird deren Verarbeitungstechnologie im Gegensatz zum Nadelholz nur unzureichend behandelt. Die Angaben aus Abb. 5 sind Erfahrungswerte von Laubholzsägern der Schweiz, die im Zuge einer Umfrage ermittelt wurden (Krackler et al., 2010). Bei beiden Holzgattungen handelt es sich um minimale und maximale Werte. Die Meinungen zur Ausbeute von Laubholz wichen stark voneinander ab, erklärbar mit einer höheren Abhängigkeit dieser vom Endprodukt als bei Nadelhölzern. Im Durchschnitt liegt die Schnittholzausbeute bei Laubhölzern um die 50 %.

### Aktuelle Normensituation im Holzbau

Gegenwärtig ist Nadelholz der vorwiegend eingesetzte Rohstoff für Holzbauprodukte wie Brettschichtholz (BSH). Zurückzuführen ist dies auf eine schwierigere Verarbeitung, einen meist höheren Preis und die aktuelle Normensituation. In der relevanten europäischen Norm *EN 14080* (2009) ist neben 13 Nadelholzarten ausdrücklich lediglich die Pappel für BSH zugelassen. Kombinationen verschiedener Holzarten sind ebenso ausgeschlossen. Hintergrund sind wiederum fehlende Bemessungsgrundlagen. Eine Übertragung der Nadelholzkennwerte auf Laubholz ist aufgrund der ungleichen mechanischen Eigenschaften nicht ohne Weiteres möglich. Die Situation des Schweizer Holzbaus ist ähnlich, aber nicht identisch. Auch hier stehen noch keine eindeutigen Bemessungsgrundlagen zur Verfügung. Allerdings erlaubt die Holzbaunorm *SIA 265* (2003) neben Nadelholz bei Erfüllung der entsprechenden Anforderungen andere Lamellenaufbauten und damit indirekt den Einsatz von Laubhölzern sowie ein Mischen verschiedener Holzarten.

Schweizer Firmen können damit Laubholzkonstruktionen herstellen, allerdings diese lediglich im eigenen Land anbieten. Ein entscheidender Schritt fand im Oktober 2009 in Deutschland statt. Basierend auf Untersuchungen von *Blaß et al.* (2005), *Blaß und Frese* (2006) sowie *Schmidt et al.* (2009) erteilte das Deutsche Institut für Baustoffe (DIBt) BSH und Hybridträgern aus Buche die bauaufsichtliche Zulassung für die Verwendung in beheizten Innenräumen. Ein Beschluss über die Zulassung von Eiche, beantragt von dem spanischen Brettschichtholzhändler Gámiz, wird für nächstes Jahr erwartet.

### Struktur der Schweizer Sägeindustrie

Ursachen für die ungleiche Verteilung der Sortimente sind in der Struktur der Schweizer Sägeindustrie zu finden. Besonders schwerwiegend ist eine nicht geschlossene Wertschöpfungskette vom Rundholz zum Endprodukt. In erster Linie fehlt die Weiterverarbeitung des Schnittholzes zum Halb- oder Endfabrikat. Diese werden zum großen Teil im Ausland bezogen, gefertigt mitunter aus vorher exportiertem Rundholz. Kapazitäten der Sägewerke können aus diesem Grund nicht voll genutzt werden. Aus einer aktuellen Analyse (*Lüthi*, 2010) geht hervor, dass die derzeitige Gesamteinschnittmenge um insgesamt ca. 85.000 m<sup>3</sup> pro Jahr angehoben werden könnte. Was den Sägern jedoch fehlt sind geeignete Absatzmärkte. Für nicht genutzte Sortimente war daher die energetische Verwertung aus Sicht der Forstwirtschaft bisher die komfortabelste und finanziell lohnendste Lösung.

### Schlussfolgerung

Die derzeitige Laubholzverarbeitung der Schweiz steckt in einer Krise. Da Laubholz schwieriger zu verarbeiten ist, gilt es als unrentabler und unflexibler. Allerdings sind dies Merkmale, mit denen die Laubholzverarbeitungsindustrie schon immer umgehen musste und die dank der Entwicklung neuer Technologien verbessert werden können. Die eigentlichen Schwächen offenbaren sich bei der Analyse der Holzernte und der Sägewerksstruktur. Zwar wird genügend Laubholz

gefällt, allerdings der Großteil dessen nur energetisch genutzt. Das schwerwiegendste Problem besteht daher derzeit nicht in der mangelnden Verwendung, sondern in der nicht adäquaten Verteilung auf die einzelnen Sortimente der Holzernte. Die beinahe einseitige Verwertung für energetische Zwecke fördert zwar die Unabhängigkeit von fossilen Ressourcen, das Ziel einer zukünftigen Kaskadennutzung wird so jedoch verfehlt. Wichtig werden vor allem langfristige Lösungen sein, die beiden Ansprüchen zufriedenstellend genügen. Die Probleme in den Griff zu bekommen erfordert die Initiative von Forstwirtschaft, Säge- und Holzindustrie sowie der Politik. In erster Linie sind Absatzmärkte zu entwickeln, eine Weiterverarbeitungsindustrie aufzubauen, weitere Forschungsprojekte zu lancieren und die Endverbraucher aufzuklären.

## Danksagung

Die Autoren danken an dieser Stelle dem Bundesamt für Umwelt (BAFU) der Schweiz für die aus dem Aktionsplan Holz stammende Förderung des diesem Beitrag zugrundeliegenden Projektes.

## Literatur

- Aicher S, Reinhardt HW (2007) *Delamination properties and shear strength of glued beech wood laminations with red heartwood. Holz als Roh- und Werkstoff* 65: 125-136
- Allenspach K (2007) *Untersuchungen zum Versagensverhalten von Klebfugen bei mechanischer Belastung. Diplomarbeit, ETH Zürich, IfB Holz*
- Autorenkollektiv (1975) *Werkstoffe aus Holz und andere Werkstoffe der Holzindustrie. Fachbuchverlag, Leipzig*
- Bernasconi A (2004) *Verleimung von Laubholz für den tragenden Einsatz. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 155: 533-539
- Blaß H J, Frese M (2006) *Biegefestigkeit von Brettschichtholz-Hybridträgern mit Randlamellen aus Buche und Kernlamellen aus Nadelholz. Universitätsverlag Karlsruhe, Karlsruhe*
- Blaß H J, Denzler J, Frese M, Glos P, Linsemann P (2005) *Biegefestigkeit von Brettschichtholz aus Buche. Karlsruher Berichte zum Ingenieurholzbau. Universitätsverlag Karlsruhe, Karlsruhe*
- Brandmair A, Wetzig M, Aigner N, Haß P, Clauß S, Hering S, Niemz P (2010) *Verfahrenstechnische Optimierung von PUR-basierten Klebstoffen zur Verklebung von Laubholz und Materialkombinationen. Int. Bericht ETHZ/IfB-HP Nr. 55. Wald & Holz Projekt Nr. 2008.09*
- Brändli UB (2010) *Schweizerisches Landesforstinventar – Ergebnisse der dritten Erhebung. Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Bern, Bundesamt für Umwelt, BAFU*
- DIN 1052 (2008) *Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken – Allgemeine Bemessungsregeln und Bemessungsregeln für den Hochbau*
- DIN EN 14080 (2009) *Holzbauwerke – Brettschichtholz und Balkenschichtholz – Anforderungen*
- Egner K, Kolb H (1966) *Geleimte Träger und Binder aus Buchenholz. Bauen mit Holz* 4: 147-154
- Frühwald A, Ressel JB, Bernasconi A (2003) *Hochwertiges Brettschichtholz aus Buchenholz. Abschlussbericht, Institut für Holzphysik und mechanische Technologie des Holzes, Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Hamburg*
- Krackler V, Hurst A, Keunecke D, Niemz P (2010) *Untersuchungen zur Verwertung von bei Laubholz anfallenden Holzresten. Abschlussbericht, Forschungsbericht für das Kuratorium des Fonds zur Förderung der Wald- und Holzforschung Nr. 2008.10*
- Lüthi T (2010) *Analyse der Schweizer Laubholz-Sägewerke. Teilbereich der Gesamtstudie Entscheidungsgrundlagen zur Förderung von Laubholzverarbeitung und -absatz im Rahmen des Aktionsplanes Holz*
- Ohnesorge D (2009) *Verklebungseigenschaften von Brettschichtholz aus Buche – Untersuchungen zur Verbesserung der Klebefugenfestigkeit und Klebefugenbeständigkeit von Brettschichtholz aus rotkernigem und nichtrotkernigem Buchenholz (Fagus sylvatica L.). Schriftenreihe Freiburger forstliche Forschung Band 43, Albert-Ludwig-Universität Freiburg, Institut für Forstbenutzung und forstliche Arbeitswissenschaft*
- Pöhler E, Klingner R, Künniger T (2004) *Rotkerniges Buchenholz Vorkommen, Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten. EMPA, Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt, Dübendorf*
- Schärer W, Walker D, Gautschi M (2006) *Starkholz und Laubholz in der Schweiz: gestern, heute, morgen. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 157 (12): 556-560
- Schmidt M, Glos P, Wegener G (2009) *Verklebung von Buchenholz für tragende Bauteile. European Journal of Wood and Wood Products. DOI: 10.1007/s00107-009-0382-5*
- Schnider T (2007) *Eignung mittlerer Stammabschnitte aus Schweizer Laubholz. ETH Zürich, Institut für Baustoffe, Holzphysik. 2007 (39), interner Bericht*
- Sell J (1997) *Eigenschaften und Kenngrößen von Holzarten. Lignum Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für das Holz, Baufachverlag, Dietikon*
- SIA 265 (2003) *Holzbau – SIA Schweizerischer Ingenieur- und Architekturverein Zürich*
- Sykes MT, Prentice IC (1996) *Climate change, tree species distributions and forest dynamics: A case study in the mixed conifer*

*northern hardwoods zone of northern Europe. Climatic Change 34: 161-177*

*Thees O (2009) Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL. Persönliche Mitteilung, 15.12.2009*

*Togni S (2007) Untersuchungen zum Einfluss eines Wechselklimas auf die Eigenschaften von Holzverklebungen. Diplomarbeit, ETH Zürich, IfB Holz*

*Wetzig M (2009) Untersuchungen zur Optimierung der Verklebung von Laubholz. Diplomarbeit, ETH Zürich, Institut für Baustoffe/Holzphysik, Berufsakademie Sachsen, Dresden*

*Wyss M (2006) Untersuchungen zum Versagensverhalten von Holzverklebungen im makroskopischen und mikroskopischen Bereich bei Scherbelastung. Diplomarbeit, ETH Zürich, IfB Holz*

#### Autoren

**Dipl.-Ing. (FH) Verena Krackler** studierte Holztechnik an der Hochschule für nachhaltige Entwicklung (FH) Eberswalde (HNEE) und beschäftigte sich anschließend während eines Praktikums am Institut für Baustoffe/Holzphysik der ETH Zürich mit dem Thema der Laubholzverarbeitung in der Schweiz. Seit Juni 2010 arbeitet sie dort als wissenschaftliche Mitarbeiterin.

**Prof Dr.-Ing. habil. Peter Niemz** hat an der TU Dresden am Institut für Holz- und Papiertechnik habilitiert. Seit 2002 ist er Leiter der Arbeitsgruppe Holzphysik am Institut für Baustoffe der ETH Zürich,

Institut für Baustoffe/Holzphysik, Schafmattstr. 6, 8093 Zürich.

#### ABSTRACT

##### *Difficulties and prospects in the processing of hardwood Part 1: Stock situation, properties and processing of hardwood*

*One crucial result of the recent Swiss National Forest Inventory (NFI) from 2004 to 2006 is a hardwood volume increase of 10.4 %. The volume of softwood, in contrast, has reduced (2.4 %). However, Switzerland still used the bulk (70 %) of harvested hardwood directly for energetic purposes in 2009.*

*Besides the decreasing percentage of stem wood and the more complicated processing involved, the main problem in Switzerland is that the value chain from the round timber to an end product is not closed. Predominantly the processing from sawn timber to semi-finished or finished goods is lacking. Therefore the energetic use was, and still is, the most comfortable and profitable solution for unused assortments. Solving the current problems requires the initiative and cooperation of forestry, wood industry and politics. The most important aspects will be the developing of marketing channels, the buildup of a processing industry, the realisation of further research projects and the providing of information for the end customer.*

**Keywords:** *Stock situation of Switzerland, hardwood processing, Swiss saw industry and harvesting*

#### PRODUKTE/MELDUNGEN

## Neue Forschungsakzente bei nachwachsenden Rohstoffen

Das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) hat vier neue Förderschwerpunkte zu den Themen feste Bioenergieträger, nachhaltiger Energiepflanzenanbau, biobasierte Polymere und naturfaserverstärkte Kunststoffe (NFK) sowie stoffliche Nutzung von Lignin veröffentlicht und ruft Forschungseinrichtungen und Unternehmen dazu auf, entsprechende Projektvorschläge bei der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) einzureichen. Die FNR betreut als Projektträger des BMELV das Förderprogramm Nachwachsende Rohstoffe, in dem 2011 für Forschung, Entwicklung und Demonstration 53 Mio. € bereit stehen. Für Forschungseinrichtungen und Unternehmen aus der Holzwirtschaft sollten sich vor allem Forschungsprojekte zu folgenden Fragestellungen initiieren lassen:

- Produktentwicklung auf Ligninbasis,
- neue und optimierte Bereitstellungs- und Konversionsverfahren für Lignin,

- Modifizierung von natürlich vorkommenden Polymeren zur Generierung spezieller funktioneller Eigenschaften für die Industrie,
- Entwicklung neuer biobasierter Polymere und NFK und deren Verarbeitungsprozesse,
- Entwicklung optimierter Herstellungsverfahren und neuer Anwendungen für am Markt eingeführte biobasierte Polymere und NFK,
- innovative Maßnahmen zur Schadstoffreduzierung von Feuerungsanlagen mit Biobrennstoffen.

Die ausführlichen Bekanntmachungen zu den Förderschwerpunkten stehen auf [www.fnr.de](http://www.fnr.de) im Menü Projekte & Förderung unter Förderschwerpunkte bereit.

*Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)  
info@fnr.de, www.fnr.de*