

Bauen mit Laubholz

Mehr als nur für den Innenausbau tauglich: Aktuelle Forschungsergebnisse bringen Laubholz in das Tragwerk zurück

Michael Schmidt, Markus Knorz und Stefan Torno

Heimische Laubholzarten wie Buche, Eiche und Esche begegnen uns im Bauwesen vorwiegend als Treppen, Böden und Türen. Historische Bauwerke belegen allerdings, dass Laubhölzer früher vielfach auch in tragenden Konstruktionen als Stützen und Balken eingesetzt wurden. Heute werden tragende Bauteile fast ausschließlich aus Nadelhölzern hergestellt. Allerdings weisen Laubhölzer eine ganze Reihe von Vorteilen gegenüber Nadelhölzern auf. Seit einigen Jahren rückt daher die Verwendung von Laubholz im Bauwesen immer mehr in den Fokus der Holzforschung.

Alte Bauwerke aus früheren Jahrhunderten zeigen, dass die Verwendung von Laubhölzern nicht nur auf den Bereich des Innenausbaus beschränkt war, sondern insbesondere Eiche vielfach auch in tragenden Konstruktionen als Stützen und Balken eingesetzt wurde. Seit einigen Jahrzehnten wird darüber diskutiert, heimische Laubhölzer wieder in tragenden Bereichen zu verwenden. Erste Ansätze hierzu wurden in den 1960er Jahren an der Materialprüfungsanstalt in Stuttgart erarbeitet und in der Schweiz von Prof. E. Gehri in den 1980er Jahren fortgeführt. Aber nicht nur theoretische Grundlagen wurden in der Schweiz geschaffen, sondern auch erste Bauwerke aus Buchen-Brettschichtholz (z. B. Seeparksaal in Arbon) errichtet, um die Möglichkeiten und Vorteile der Laubholzverwendung aufzuzeigen und erlebbar zu machen. In Deutschland wurde das Thema erst wieder Ende der 1990er Jahre unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. P. Glos an der Holzforschung München aufgegriffen. Zwischenzeitlich hatten sich auch die Rahmenbedingungen grundlegend verändert. In Folge einer Neuausrichtung der Waldbewirtschaftung erhöhten sich die Laubholzvorräte in den Wäldern deutlich. Dass Laubholz stärker in den Fokus der Forschung und Entwicklung rückte, hat auch mit den Vorteilen zu tun, die sich bei einer intelligenten Verwendung gegenüber den Nadelhölzern ergeben. So können beispielsweise die höheren Festigkeitseigenschaften ausgenutzt werden, um schlankere und damit architektonisch anspruchsvollere Konstruktionen zu realisieren. Zudem lässt das ansprechende Erscheinungsbild der Laubhölzer die Grenze zum Innenausbau fließend werden. Insbesondere bei Repräsentativbauten kann ein neues Holzerlebnis erzeugt werden. Um die aufgezeigten Potenziale auszuschöpfen und die Absatzmöglichkeiten für Laubholz zu erweitern, wurden in den letzten Jahren die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im gesamten deutschsprachigen Raum ausgedehnt. Aufgrund der mengenmäßigen Bedeutung wurden insbesondere das Holz von Buche, Eiche und Esche eingehender untersucht und erste Bauprodukte entwickelt.

Hohe Werte für Festigkeit und Steifigkeit

Im Vergleich zu Nadelholz besitzen die Laubhölzer eine deutlich höhere Festigkeit. Dies wird klar, wenn man die in der europäischen Norm EN 338 enthaltenen, auf der Biegefestigkeit basierten Festigkeitsklassen für Bauholz (Bezeichnung der Klassen mit »C« für Nadelholz bzw. »D« für Laubholz) näher betrachtet. Voraussetzung für die Einstufung in eine solche Festigkeitsklasse ist zunächst eine Sortierung der Hölzer, die zumeist auf der Basis äußerlich erkennbarer Sortiermerkmale (z. B. Äste) erfolgt. Mithilfe einer Sortiervorschrift (DIN 4074) erfolgt eine Einstufung in Sortierklassen, die dann den jeweiligen Festigkeitsklassen der EN 338 zugeordnet werden (Tabelle 1). Bei den Sortierklassen wird zwischen (L)S7, (L)S10 und (L)S13 unterschieden (Zusatz »L« bezeichnet die Laubholz-Klassen).

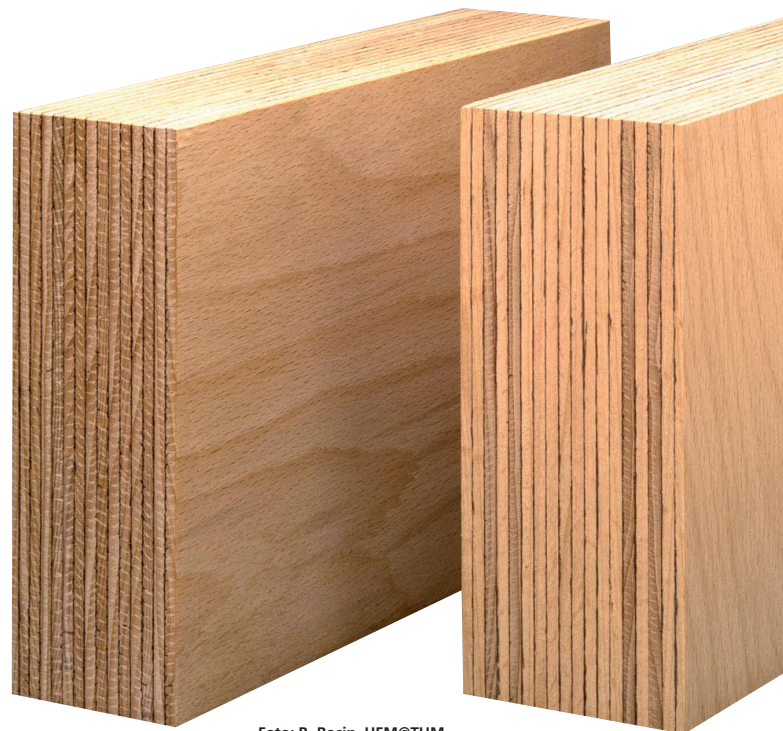


Foto: R. Rosin, HFM@TUM

Abbildung 1: Furnierschichtholz (FSH) aus Buche; FSH-S mit längslaufenden (li.) und FSH-Q mit längs- und querlaufenden Fasern (re.).

Tabelle 1: Festigkeit und Steifigkeit von Laub- und Nadelhölzern im Vergleich

Festigkeitsklassen						
Nadelholz	C18	C24	C30	C35	C40	
Laubholz			D30	D35	D40	D50
Biegefestigkeit (in %)	60	80	100	116	133	166
E-Modul (in %)	Nadelholz	75	92	100	108	117
	Laubholz			92	100	108
Sortierklassen (visuelle Sortierung)						
Fichte, Kiefer	S7	S10	S13			
Buche				LS10+	LS13	
Eiche			LS10			
Esche					LS10+	LS13 *

* voraussichtlich mögliche Einstufung

Die derzeit gültigen Zuordnungen spiegeln das hohe Potenzial von Laubholz wider. Während visuell sortiertes Fichten- und Kiefernholz maximal die Festigkeitsklasse C30 erreicht, kann Buchenschnittholz der Festigkeitsklasse D40 zugeordnet werden. Erste Versuchsergebnisse für Eschenholz weisen darauf hin, dass die Sortierklasse LS13 sogar der Festigkeitsklasse D50 zugeordnet werden kann. Visuell sortiertes Eschenholz würde somit eine um 66 % höhere Biegefestigkeit als Nadelholz aufweisen und damit sogar das Niveau der Buche übertreffen. Für Eichenholz ist die Datengrundlage bisher nicht ausreichend, um eine differenziertere Sortierung und eine Einstufung in eine höhere Festigkeitsklasse als D30 zu ermöglichen.

Nach EN 338 weisen Nadel- und Laubhölzer Steifigkeitsunterschiede auf. Allerdings wurde bei vergleichbarer Biegefestigkeit die charakteristische Steifigkeit für Laubholz niedriger angesetzt. Forschungsarbeiten zeigen jedoch, dass Buche, Eiche und Esche in der Realität deutlich höhere Steifigkeiten aufweisen.

Wird die Sortierung nicht visuell, sondern maschinell durchgeführt, lassen sich noch wesentlich höhere charakteristische Festigkeiten erreichen. Bei der maschinellen Sortierung werden auch nicht sichtbare Merkmale (z. B. Rohdichte, Elastizitätsmodul) erfasst und für die Einstufung des Holzes herangezogen. Während derartige Verfahren bei Nadelholz weitgehend ausgereift sind und beispielsweise Fichtenholz bis zur Festigkeitsklasse C45 zuverlässig sortiert wird, gibt es für Laubhölzer noch keine anerkannten maschinellen Sortierverfahren. Erste Forschungsergebnisse zeigen allerdings, dass sich hiermit die hohen Festigkeitspotenziale des Laubholzes ebenfalls deutlich besser ausschöpfen ließen. Eine Einstufung in D70 und höher erscheint durchaus möglich.

Ebenfalls noch nicht ausgeschöpft sind die hohen Zugfestigkeiten von Laubholz. Versuche an Buche und Esche erbrachten mittlere Werte von etwa 60 N/mm². Damit übersteigt die Zugfestigkeit die der Fichte um etwa 100 %. Macht man sich diese hohen Werte, beispielsweise durch eine gezielte Sortierung und Klassifizierung zunutze (sog. »L-Klassen«), so lassen sich hochtragfähige Bauprodukte herstellen.

Optimierungsbedarf bei Be- und Verarbeitungstechnologien

Die Herstellung konstruktiver Bauprodukte aus Nadelholz beruht auf einem breiten Erfahrungswissen, das über Jahrzehnte aufgebaut wurde. Für nahezu alle Be- und Verarbeitungsprozesse stehen ausgereifte Technologien zur Verfügung. Bei der Herstellung von Produkten aus Laubholz gibt es dagegen noch einige ungelöste Herausforderungen, die sich mittelfristig jedoch sicher überwinden lassen. Problematisch stellen sich die holzartenspezifischen Eigenschaften Krummschäftigkeit, Trocknungsverhalten, Schwind- und Quellverhalten und Dauerhaftigkeit dar.

Krummschäftigkeit

Die häufig anzutreffende Krummschäftigkeit der Stämme reduziert sowohl die nutzbare Länge als auch die Ausbeute des erzeugten Schnittholzes deutlich.

Trocknungsverhalten

Die technische Trocknung ist zeitintensiv und/oder teuer, zudem kommt es oft zu unerwünschten Verformungen.

Schwind- und Quellverhalten

Aufgrund der höheren Rohdichte schwinden bzw. quellen Laubhölzer bei Feuchtewechsel deutlich stärker.

Dauerhaftigkeit

Eine natürliche Dauerhaftigkeit gegenüber Pilzen ist bei Buche und Esche kaum gegeben (Dauerhaftigkeits-Klasse 5 nach DIN EN 350-2). Hingegen ist das Kernholz von Eiche dauerhaft (Klasse 2). Im Vergleich dazu gilt Fichte als wenig (Klasse 4) und Kiefer als mäßig bis wenig (Klasse 3–4) dauerhaft. Diese Einstufung erfolgte allerdings anhand von Versuchen mit halb ins Erdreich eingegrabenen Kernhölzern – einer Situation, wie sie im Holzbau üblicherweise nicht zu finden ist. In der Praxis kommt es vielmehr auf die wechselnden klimatischen Beanspruchungen (Witterung) sowie den konkreten Einbauort (Exposition) an. Soll eine erhöhte Dauerhaftigkeit mithilfe von Schutzmitteln erreicht werden, kann sich die gute Imprägnierbarkeit von Buche und Esche vorteilhaft auswirken.

»Kleben« – eine wichtige Grundlage für die Laubholznutzung

Der Nachteil kurzer Schnittholzlängen lässt sich nur überwinden, wenn statt Vollholz verklebte Produkte verwendet werden. Hierdurch reduziert sich nicht nur das oftmals ausgeprägte Quell- und Schwindverhalten, sondern es lassen sich formstabile Produkte in verschiedensten Abmessungen herstellen, die sich leicht an die konstruktiven Erfordernisse anpassen lassen. Die Verklebung ist somit von zentraler Bedeutung, um Laubholz im konstruktiven Bereich verwenden zu können. Forschungsarbeiten haben aber gezeigt, dass man teilweise speziell angepasste Klebtechnologien anwenden muss und für Nadelholz bewährte Klebstoffsysteme nicht gleichermaßen geeignet sind. So konnte die Eignung für die Verklebung von Buche bisher nur für drei und für Eiche erst für

Tabelle 2: Vergleich wichtiger Eigenschaften für konstruktive Anwendungen von Laub- und Nadelhölzern

Holzart	Festigkeit und Steifigkeit	Dauerhaftigkeit ¹	Sortierung / Einstufung	Be- und Verarbeitungstechnologie	Produkte
Fichte	0	0	++	++	++
Kiefer	0	+	++	++	+
Buche	++ ²	-	-	0	0
Eiche	+ ²	+	-	-	0
Esche	++ ²	-	-	-	--

¹ incl. Imprägnierbarkeit; ² bisher noch nicht umfassend belegt
Erläuterungen: -- = schlecht; - = mäßig; 0 = normal; + = gut; ++ = sehr gut

einen Klebstoff nachgewiesen werden. Für Esche steht dagegen noch kein zugelassener Klebstoff zur Verfügung. Allerdings gibt es auch für diese Holzart bereits positive Forschungsergebnisse. Erste Erfahrungen aus der betrieblichen Fertigung von Brettschichtholz aus Buche haben zudem gezeigt, dass die Verklebung sehr sorgfältig erfolgen muss, damit die Klebefugen dauerhaft den auftretenden Beanspruchungen standhalten.

Bauaufsichtliche Verwendbarkeit

Buchen-, Eichen- und Eschenschnittholz kann nach Eurocode 5 bemessen und eingesetzt werden. Allerdings dürfte aufgrund der beschriebenen Nachteile Vollholz nur im Einzelfall verwendet werden. Die Herstellung und Verwendung geklebter Bauprodukte aus Laubholz wird hingegen von bestehenden Regelwerken nicht abgedeckt. Die maßgeblichen Normen für Brettschichtholz (BSH) erlauben bisher nur die Verwendung von Nadelholz. Geklebte Produkte aus Laubholz benötigen daher in Deutschland eine »allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ)« oder eine »Zustimmung im Einzelfall«.

Derzeit sind in Deutschland drei Bauprodukte aus einheimischen Laubhölzern bauaufsichtlich zugelassen, die ein-drucksvoll das hohe Potenzial demonstrieren. Die erste Zulassung für ein Bauprodukt aus einheimischem Laubholz wurde 2009 für BSH aus Buche und BSH Buche-Hybridträger erteilt. Die Grundlagen hierfür haben das Karlsruher Institut für Technologie und die Holzforschung München in enger Zusammenarbeit geschaffen. Für BSH aus Buche wird für die Sortierung der einzelnen Lamellen zusätzlich das maschinelle Verfahren zur Bestimmung des Elastizitätsmoduls angewendet. Die aus diesen Lamellen aufgebauten Träger erreichen eine um 33 % höhere Tragfähigkeit als Träger aus Fichte oder Kiefer. Seit Mai 2012 ist zudem BSH aus Eiche bauaufsichtlich zugelassen.

Im September 2013 erhielt ein weiteres Bauprodukt aus Laubholz eine »allgemeine bauaufsichtliche Zulassung«. Die Fa. Pollmeier Furnierwerkstoffe GmbH hat ein leistungsfähiges Furnierschichtholz (FSH) aus Buche entwickelt (Abbildung 1) und in Zusammenarbeit mit der Holzforschung München die notwendigen Versuche durchgeführt. Die hohe Anzahl an Furnieren bewirkt in diesem Produkt eine starke Homogenisierung und führt zu herausragenden Produkteigenschaften. So weist Furnierschichtholz aus Buche sowohl eine charakteristische Biege- als auch Zugfestigkeit von circa 70 N/mm² auf.

Für geklebte Produkte aus Eschenholz gibt es in Deutschland noch keine bauaufsichtliche Zulassung. Allerdings ist in der Schweiz der Einsatz von Brettschichtholz aus Esche aufgrund eines liberaleren Baurechts möglich. Die Leistungsfähigkeit dieses Bauproduktes konnte dort bereits in mehreren Bauwerken (z. B. Skischulzentrum Arosa, Sporthalle Sargans) ein-drucksvoll unter Beweis gestellt werden.

Zusammenfassung

Die derzeitige Situation für das Bauen mit Laubholz ist für die wichtigsten Punkte noch einmal in Tabelle 2 zusammengefasst. Laubhölzer bieten aufgrund ihrer hohen Festigkeits- und Steifigkeitswerte beste Voraussetzungen für Anwendungen im konstruktiven Bereich. Um diese jedoch umfassend nutzbar zu machen, besteht in einigen Bereichen noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf. Zusätzlich ist der Mut von Architekten und Bauherren gefordert, entsprechende Bauprodukte gezielt einzusetzen und so die Grundlage für eine breitere Akzeptanz von Laubholz im Bauwesen zu schaffen.

Ein erster Schritt in diese Richtung ist der Erweiterungsbau der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) in Freising, bei der erstmalig in Deutschland Buchen-Brettschichtholz in größerem Umfang eingesetzt wird. Im allseitig geschlossenen und beheizten Bereich (Nutzungsklasse 1) werden Stützen und Dachträger entsprechend der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung eingesetzt. Darüber hinaus kommt Buchen-Brettschichtholz auch im offenen, überdachten Außenbereich (Nutzungsklasse 2) zur Verwendung. Die Holzforschung München begleitet das Bauvorhaben und das weitere Monitoring intensiv. Dieses Projekt ist ein anschauliches Beispiel für das Bauen mit Laubholz und wird hoffentlich eine große Zahl an Folgeprojekten nach sich ziehen.

Michael Schmidt ist Mitarbeiter im Referat »Nachwachsende Rohstoffe« des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.

Stefan Torno und Markus Knorz sind Mitarbeiter der Holzforschung München, Technische Universität München (HFM@TUM).
Korrespondierender Autor: michael.schmidt@stmelf.bayern.de