

# Forstlicher Hoffnungsträger: Brettschichtholz aus Buche

Richtige Verklebung ebnet Buchenholz neue Verwendungsmöglichkeiten

Michael Schmidt und Peter Glos

**Die Absatzbasis für Buchenschnittholz muss angesichts steigender Vorräte und wachsender Bedeutung der Buche verbreitert werden. Brettschichtholzträger aus Buche eröffnen der Forstwirtschaft, der Laubschnittholzindustrie und dem Holzleimbau neue Absatzmöglichkeiten. Die TU München und das Karlsruher Institut für Technologie schufen die wissenschaftlichen Grundlagen und führten die erforderlichen Forschungsarbeiten für eine bauaufsichtliche Zulassung durch. Anfang Oktober 2009 wurde die Zulassung erteilt. Seitdem kann in Deutschland Brettschichtholz aus Buche hergestellt und eingesetzt werden.**

Die Buche (*Fagus sylvatica*) ist aus vegetationskundlicher, naturschutzfachlicher und waldbaulicher Sicht eine der wichtigsten Baumarten Mitteleuropas. Für eine standortgerechte und naturnahe Bewirtschaftung der Wälder ist die Buche von herausragender Bedeutung. Die prognostizierten Klimaveränderungen und deren voraussichtlichen Auswirkungen auf das Waldwachstum erfordern von der Forstwirtschaft Anpassungsstrategien. Unter anderem wird der Buchenanteil im Zuge des Waldumbaus gezielt erhöht. Im Widerspruch zur zunehmenden Bedeutung der Buche steht ihre geringe Nutzung. Das führte in den letzten Jahren zu einem deutlichen Anstieg des Vorrates (Polley 2009).

## Neue Einsatzmöglichkeit: hochfestes Brettschichtholz

Während Nadelholz in vielen Bereichen in vielfältiger Weise eingesetzt wird, gibt es für Buchenholz derzeit nur sehr begrenzte Verwertungsmöglichkeiten. Der Verbrauch an Schreiner- und Furnierholz ist europaweit rückläufig. Auch in Deutschland ist die Buchenschnittholzverwendung seit Jahren stagnierend bis rückläufig. Um für das anfallende Buchen-Durchforstungsholz und den Einschlag hiebsreifer Bestände wirtschaftlich befriedigende Absatzmöglichkeiten sicherzustellen, ist es dringend erforderlich, neue Anwendungsgebiete für Buchenholz, insbesondere auch für mittlere Rundholzqualitäten, zu erschließen.

Ein wirtschaftlich interessantes, aber bisher unerschlossenes Gebiet ist die Verwendung für tragende Bauteile im Hochbau. Buchenholz hat hier auf Grund seiner im Vergleich mit Nadelholz wesentlich höheren Festigkeitswerte ein großes Potential. Daher wurde seit den 1960er Jahren immer wieder vorgeschlagen, Brettschichtholz (BSH) vollständig aus hochfesten Laubhölzern herzustellen oder BSH aus Nadelholz mit solchen gezielt zu verstärken (Egner und Kolb 1966; Gehri 1985; Frühwald et al. 2003). Mit einigen wenigen hochfesten Buchenholzlamellen im Biegezug- und Biegedruckbereich sowie einem Kern aus Fichtenlamellen können hochfeste Buche-Hybridträger produziert werden (Blaß und Frese 2006). Mit BSH-Trägern aus Buchenholz bzw. Buche-Hybridträgern lassen sich ohne Einbußen bei der Tragfähigkeit und Gebrauchs-



Abbildung 1: Brettschichtholz mit gleicher Tragfähigkeit: Buche (links) und Fichte (rechts) Foto: R. Rosin

tauglichkeit im Vergleich mit Nadelholz schlankere, architektonisch anspruchsvollere Konstruktionen verwirklichen und damit die Konkurrenzfähigkeit von BSH gegenüber Stahl und Beton steigern (Abbildung 1).

## Forschungsschwerpunkt: BSH aus Buche

Damit Holzleimbaubetriebe Buchen-BSH produzieren und auf dem Markt einführen können, war es zunächst notwendig, wissenschaftliche Kenntnisse über die strukturellen und mechanischen Eigenschaften von Buchenbrettern, die Grundlagen der Festigkeitssortierung, die mechanischen Eigenschaften der Keilzinkenverbindungen und die Flächenverklebung zu erarbeiten. Das erforderte eine intensive und langjährige Forschungsarbeit, die in Zusammenarbeit zwischen dem Karlsruher Institut für Technologie und der Technischen Universität München geleistet wurde. Ein wichtiger Förderer dieser Forschungsarbeiten war das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Die Forschungsaktivitäten wurden an der Holzforschung München (HFM) der TU München nicht nur in finanzieller, sondern auch in personeller Hinsicht unterstützt.

## Festigkeitssortierung

Eine wesentliche Voraussetzung für die Nutzung von Buchenholz zur BSH-Herstellung ist das zuverlässige Einhalten vorgegebener Mindestwerte der Festigkeit und Steifigkeit. Wenn Buchenholz für tragende Zwecke eingesetzt werden soll, muss es nach genormten Kriterien beurteilt werden. Dazu wurde die DIN 4074 um den Teil 5 zur Sortierung von Laubschnittholz ergänzt. Eine wesentliche Grundlage dafür bildeten die Forschungsarbeiten von Glos und Lederer (2000) zur Sortierung von Buchenschnittholz. Visuell ist Buchenholz schwieriger zu sortieren als Nadelholz. Gründe dafür sind u. a. die im Vergleich zu Nadelholz komplexeren Astformen und örtliche Faserabweichungen. Hinzu kommen die oftmals größeren Krümmungen und Verdrehungen.

Visuell nach DIN 4074-5 sortiertes Buchenschnittholz kann in die Festigkeitsklassen D35 und D40 der europäischen Norm EN 338 eingestuft werden. Es weist damit eine um 16 bis 33 Prozent höhere Festigkeit auf als visuell sortiertes Nadelholz der höchsten Sortierklasse S13. Dies belegt das große Potential von Buchenholz für eine Verwendung in hoch beanspruchten Bauteilen. Allerdings muss das Buchenholz dabei so eingeschnitten werden, dass es keine Markröhre aufweist, weil Hölzer mit Markröhre in der Regel stark reißen und sich verwerfen. Verfärbungen oder Farbkernanteile sind dagegen zulässig, da sie die Festigkeit nicht beeinflussen. Auch sind Aststärken und Astansammlungen erlaubt, die in anderen Verwertungslinien für Buchenschnittholz nicht akzeptiert werden.

Eine noch höherwertigere Verwendung wird möglich, wenn das Buchenholz maschinell sortiert wird. Mit der Ermittlung des dynamischen Elastizitätsmoduls, einem maschinellen Sortierverfahren, könnten Buchenbretter bis in die Festigkeitsklasse D70 sortiert werden. Solche Bretter besitzen Festigkeitseigenschaften, die um 75 Prozent höher liegen als die mit maschineller Sortierung erzielbare Festigkeit von Fichtenholz bester Güte.

## Anforderungen an das Rundholz

Die wirtschaftliche Verwendung von Buchenholz im Bauwesen hängt unter anderem von den Entstehungskosten des Schnittholzes ab. Für die Produktionskosten von entscheidender Bedeutung sind zum einen die Kosten für das Rundholz und zum anderen die erzielbaren Schnittholzausbeuten. In ersten Analysen wurde preiswertes Rundholz der Stärkeklassen L2b und L3a zu Brettlamellen eingeschnitten (Abbildung 2). Die Ausbeuten mit diesem Rundholzsortiment waren gering. Besonders negativ wirken sich das Sortierkriterium »Markröhre« und die nach der Trocknung auftretenden Krümmungen aus. Inwieweit sich die Ausbeuten steigern lassen, wenn man stärkeres Rundholz verarbeitet, wurde nicht ermittelt. Hier besteht noch weiterer Forschungsbedarf.



Abbildung 2: Untersuchtetes Rundholz der Stärkeklassen L2b und L3a

## Problem »Verklebung« gelöst

Buchenholz besitzt einige Vorteile gegenüber anderen Holzarten hinsichtlich einer Verwendung im Bauwesen. Gleichzeitig müssen aber die holzartenspezifischen Restriktionen berücksichtigt werden. Nachteilig ist vor allem die geringe natürliche Dauerhaftigkeit und das ausgeprägte Quell- und Schwindverhalten. Insbesondere die geringe Formstabilität lässt sich verbessern, wenn man anstatt Vollholz verklebte Produkte verwendet. Außerdem ermöglicht die Verklebung, Bauteile in den erforderlichen Abmessungen herzustellen. Bisher gab es für Buchenholz jedoch noch keinen Klebstoff, mit dem dauerhafte und zuverlässige Klebverbindungen zwischen den Lamellen hergestellt werden konnten, und der die Anforderungen an einen baurechtlich geforderten Klebstoff vom Typ I nach EN 301 erfüllte. Daher war die Verwendung von BSH aus Buche und auch anderer verklebter Bauteile aus Buchenvollholz im tragenden Bereich bisher nicht möglich. Die Frage der Verklebung war deshalb von zentraler Bedeutung für das gesamte Projekt.

Die Langzeitbeständigkeit von Klebverbindungen wird weltweit mit einer Delaminierungsprüfung ermittelt. Das in Europa anzuwendende Prüfverfahren regelt die EN 302-2. Aus speziell hergestellten kleinformatischen BSH-Trägern werden Prüfkörper herausgetrennt, während einer Druck-Vakuum-Behandlung in Wasser getränkt und anschließend sehr schnell getrocknet. Dieser Behandlungszyklus wird mehrmals wiederholt. Es entstehen dabei innerhalb des Prüfkörpers Zugspannungen rechtwinklig zur Fuge. Übersteigen diese Spannungen die Festigkeit der Klebverbindung, öffnet sich die Klebfuge. In Abbildung 3 sind zwei Prüfkörper mit unterschiedlich stark ausgeprägter Delaminierung dargestellt.

Aufbauend auf grundlegenden Forschungen zu den verklebungsrelevanten chemischen und physikalischen Besonderheiten der Buche wurde eine angepasste Klebtechnologie entwickelt, die eine zuverlässige Verklebung von Buchenholz

Abbildung 3: Prüfkörper nach der Delaminierungsprüfung; links: Fugen wurden bereits kurz nach dem Leimauftrag verpresst; rechts: Die Fugen wurden erst nach längerer Wartezeit verpresst.



Foto: R. Rosin

ermöglicht (Schmidt et al. 2009). Erstmals konnte mit einem handelsüblichen MUF-Klebstoff eine ausreichend hohe Delaminierungsbeständigkeit gefügter Buchenlamellen erreicht werden, die den Anforderungen an einen Klebstoff vom Typ I entspricht. Ausschlaggebend ist eine ausreichend lange Wartezeit zwischen Klebstoffauftrag und dem Einsetzen des Pressdrucks. Das führt zu einer höheren Viskosität des Klebstoffs, die die Fugenbeständigkeit deutlich verbessert. Mikroskopische Aufnahmen der Klebfugen zeigen, dass sich erst mit einer Verlängerung der Wartezeit eine hinreichend stabile Fuge ausbildet. Bei einer kurzen Wartezeit dringt der Klebstoff tief in das Holz ein. Zudem wird die Klebfuge extrem dünn. Hingegen ist bei längeren Wartezeiten der Klebstoff nur wenige Zellreihen in das umliegende Holzgewebe eingedrungen. Ursache für diesen Unterschied könnte das Abbindeverhalten des Klebstoffs sein. Der ursprünglich für Nadelholz konzipierte, säurehärtende Polykondensationsklebstoff bindet offenbar auf Buchenholz nur verzögert ab. Unterschiede zwischen den Holzarten, wie zum Beispiel ein höherer pH-Wert oder ein höheres Säurepufferungsvermögen von Buchenholz, eignen sich dazu, das Abbinden des Klebstoffs zu verlangsamen. Denkbar ist allerdings auch, dass der für die Verklebung von Buche notwendige höhere Pressdruck den noch niedrigviskosen Klebstoff aus der Fuge herausdrückt. Die bisherigen Arbeiten zeigen, dass der Farbkern der Buche die Verklebbarkeit nicht beeinflusst und sich auch Hybridträger aus Buche und Fichte dauerhaft verkleben lassen. Damit steht zur Herstellung von BSH ein leistungsfähiger Klebstoff zur Verfügung, der die baurechtlichen Vorgaben vollständig erfüllt. In laufenden Forschungsvorhaben an der TU München wird erforscht, wie die Verklebung von Laubhölzern weiter verbessert und wirtschaftlicher gemacht werden kann.

Im Rahmen eines Forschungsvorhabens begleitet die Holzforschung München ein Bauprojekt, bei dem zum ersten Mal BSH-Träger aus Buche in größerem Umfang verwendet werden. Bauträger ist die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft in Freising, die dieses innovative Pilotprojekt maßgeblich unterstützt. Dieses Vorhaben wird allen Beteiligten der Forst-Holz-Kette, aber auch Tragwerksplanern und Architekten die neuen Einsatzmöglichkeiten von Buchenholz aufzeigen.

## Zusammenfassung

Die Rotbuche gewinnt über Bayern hinaus in ganz Deutschland waldbaulich und forstwirtschaftlich zunehmend an Bedeutung. Jedoch sind ihre bislang begrenzten Verwendungsmöglichkeiten hauptverantwortlich für den geringen Buchenholzabsatz. Ein erfolgversprechender Ansatz ist die Verwendung von Buchenholz für die Herstellung von Brettschichtholz (BSH). Da Buchenholz hohe Festigkeitswerte aufweist, werden mit diesem Bauprodukt besonders schlanke und anspruchsvolle Holzkonstruktionen möglich. Eine neu entwickelte, an Buchenholz angepasste und zuverlässige Klebtechnik ermöglicht Buchen-BSH herzustellen. Seit Oktober 2009 gibt es eine bauaufsichtliche Zulassung für dieses innovative Produkt. Mit dem Einsatz von Brettschichtholz aus Buche werden die Verwendungsmöglichkeiten für Buchenholz erheblich erweitert und der Buchenholzabsatz gefördert.

## Literatur

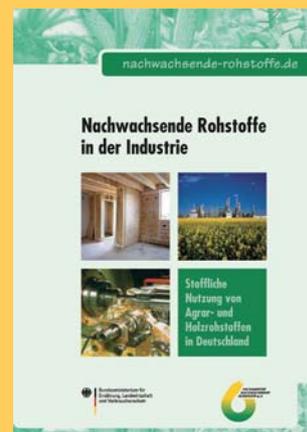
Im Internet unter: [www.lwf.bayern.de](http://www.lwf.bayern.de)

Michael Schmidt ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Holzkunde und Holztechnik der TU München.

[michael.schmidt@wzvw.tum.de](mailto:michael.schmidt@wzvw.tum.de)

Prof. Dr. Peter Glos leitete bis 2008 das Fachgebiet »Physikalische Holztechnologie« an der Holzforschung München und war maßgeblich an der Entwicklung von Buchen-Brettschichtholz beteiligt.

## Nachwachsende Rohstoffe in der Industrie



Die chemische Industrie verwendete 2008 2,7 Millionen Tonnen nachwachsende Rohstoffe, Tendenz steigend. Bemerkenswert ist dies nicht zuletzt, weil die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe sich in Deutschland bisher weitestgehend ohne staatliche Förderung behauptet.

Die Broschüre »Nachwachsende Rohstoffe in der Industrie« bietet neben grundsätzlichen Erläuterungen zahlreiche

Anwendungsbeispiele und Zahlen zu Rohstoffen und Verarbeitungsgebieten. Die Broschüre der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) ist ein wichtiges Nachschlagewerk für alle, die sich mit der industriellen Nutzung agrarischer Rohstoffe und der stofflichen Verwendung von Holz aus marktanalytischer Sicht beschäftigen.

red

Die Broschüre kann kostenlos unter [www.fnr.de](http://www.fnr.de) bestellt, aber auch heruntergeladen werden.