

Buchenholz – Rohstoff für heute und morgen

Klimawandel, Waldumbau, Bevölkerungswachstum, Rohstoffversorgung:
die Buche ist und bleibt aktuell

Michael Lutze

Die Buche ist der wichtigste Laubbaum Mitteleuropas und wird ihren festen Platz in den klimagewandelten Wäldern von morgen einnehmen. Und das ist gut so, denn ihre hervorragenden technischen Holzeigenschaften machen sie zu einem Allrounder für die moderne Welt und gleichzeitig helfen ihre ökologischen Vorzüge, unsere Waldbestände stabiler und ertragreicher zu machen. Die letzte Bundeswaldinventur zeigte noch bedeutende Nutzungspotenziale beim Buchenstammholz auf. Also genügend gute Gründe, sich näher mit dem Holz der Buche und ihren Verwendungsmöglichkeiten zu beschäftigen.

Sie ist schon fast ein »Alleskönner«. Mit über 250 Verwendungsarten deckt die Buche eine große Nachfragespanne ab, die bei traditionellen Holzprodukten beginnt, über die Verwendung als Baustoff mit tragenden Funktionen und als Grundstoff für die Holzwerkstoffindustrie weiterführt und da sicherlich noch nicht endet, wenn Buche als Basis für alternative Plattformchemikalien in der Bioökonomie eingesetzt wird.

Buchenholz und seine Eigenschaften

Das Buchenholz ist feinporig, homogen strukturiert und ohne auffällige Zeichnung, mit Ausnahme der Spiegel. Splint und Kern sind gleichfarbig blassgelblich bis rötlichweiß. Es kann auch einen Rotkern mit wolkiger Kernfärbung besitzen. Vor einigen Jahren noch ein Geheimtipp wird heute Kernholzbuche immer mehr nachgefragt. Aus ihr lassen sich dekorative und wertbeständige, da widerstandsfähige Möbel herstellen (Abbildung 1). Buchen-

holz ist mittelschwer bis schwer, von großer Härte – härter als die Eiche – und mit seiner hohen Abriebfestigkeit gut gewappnet gegen hohe Beanspruchungen (vgl. Tabelle 1; Brinelhärte). Gedämpft lässt es sich ausgezeichnet biegen und wurde bereits vor über 150 Jahren zu den bekannten Kaffeehausstühlen verarbeitet (Abbildung 2). Allerdings ist es nicht witterungsfest, jedoch leicht zu imprägnieren. Die chemischen Eigenschaften (Tabelle 1) spielen eine bedeutende Rolle bei der Nutzung von Buchenholz in der Zellstoffindustrie und in der Bioökonomie insgesamt.

Konstruktionsholz aus Buche

Der Einsatz der Buche im Baubereich kann zwei Problemfelder lösen. Dies sind die derzeit hohen ungenutzten Vorräte sägefähiger Qualitäten und die Nachfrage nach geringer dimensionierten Bauholzprodukten mit großer Tragfähigkeit und hohem Elastizitätsmodul, wofür sich die Buche besonders eignet.

Tabelle 1: Physikalische und chemische Eigenschaften von Buchenholz

Eigenschaften	Werte
Rohdichte (kg/m ³)	540 bis 910
Druck-Festigkeit (N/mm ²) x 1000	41 bis 99
Biege-Festigkeit (N/mm ²) x 1000	74 bis 210
Zug-Festigkeit (N/mm ²) x 1000	57 bis 180
Elastizitätsmodul (N/mm ²) x 1000	10 bis 18
Brinelhärte (N/mm ²)	circa 72
Zellulose (%)	34 bis 49
Hemizellulose* (%)	bis ca. 35
*davon Pentosane (%)	17 bis 26
Lignin (%)	12 bis 23
Acetylgruppen (%)	6 bis 7
Methoxyl	5 bis 7
Dauerhaftigkeit	Klasse 5

nach: Fengel und Wegener (2003); Gruber (2012); Wagenführer (2007)



Foto: M. Lutze

Abbildung 1: Buchenholz spielt als Möbel traditionell eine große Rolle, jedoch nimmt die Möbelindustrie bei Weitem nicht alle schäl- und sägefähigen Sortimente auf. Neue marktfähige Produkte sind erforderlich.



Foto: Thonet GmbH, C. Meyer

Abbildung 2: Buche lässt sich sehr gut verformen. In den 1850er Jahren wurden die ersten Wiener Kaffeehausstühle produziert.

Brettschichtholz (BSH) aus Buche oder Buchen-Hybridträger, beispielsweise kombiniert mit Fichte, sind marktreif und aus dem Erprobungsstadium herausgewachsen. Eine Referenz ist der Erweiterungsbau der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft in Freising, in dem Brettschichtholz aus Buche verbaut wurde (Abbildung 3). Vorteil von BSH aus Buche: Bei gleicher Biegetragfähigkeit kann der Querschnitt der Balken deutlich kleiner sein als bei Fichtenholz. Nachteil: Die Ausbeute von BSH-Lamellen ist gegenüber Nadelholz sehr gering (Kuilen, van de und Torno 2014). Dementsprechend sind die Produktkosten verhältnismäßig hoch.

Baubuche auf Basis von Buchen-Furnierschichtholz vermarktet ein großer deutscher Buchenholzspezialist seit etwa zwei Jahren. Buchenfurniere haben eine lange Tradition, aber als Schichtholz für großdimensionierte Platten und Träger sind sie (noch) ein Novum im Segment der tragenden Holzbauprodukte. Fein und schlank in Form von Paneel hat die Buche Potenzial im Möbeldesign, kräftig und stark wirkt sie als »Bau-Buche Boden«.

Mit der Formholztechnologie lassen sich Buchenkanthölzer über Verdichtung und Erwärmung in einer Etagenpresse zu Platten und anschließend zu Rohren formen. Bis es jedoch zum Einsatz im Tragwerkbau kommen kann, bedarf es noch weiterer Entwicklungen (Haller 2016).

Sorgenkind Furnierindustrie

Aus Buchenstammholz guter Qualität produziert die Furnierindustrie seit Mitte des 19. Jahrhunderts Schäl furniere, insbesondere zur Herstellung von Sperrholz. Allerdings ist ihre Produktion in Deutschland seit Jahren rückläufig. Die Ursachen sind in erster Linie hohe Lohn- und Rohstoffkosten. Die Furnierausbeute lässt sich aber durch technologische Innovationen erhöhen: Aus der Furnierbahn müssen Risse und verfaul-



Foto: M. Lutze

Abbildung 3: Brettschichtholz aus Buche weist nicht nur eine hohe Tragfähigkeit auf, es ist auch dekorativ im Sichtbereich.

te Schwarzäste durch sogenanntes Klippen herausgeschnitten werden. Durch ein neues Verfahren, mit Hilfe maschineller Erkennung und Sortierung, Ausklippen und erneutem Zusammenfügen, ließe sich in Kombination mit dem Presstrocknungsverfahren die Ausbeute steigern. Allerdings wären hohe Investitionen in Trocknungsanlagen erforderlich. Das Verfahren steht aber leider noch nicht im industriellen Maßstab zur Verfügung (Richter und Buddenberg 2015).

Buchenholz als (neuer) Werkstoff

Holz wird seit langem in technisch etablierten Prozessschritten zu Werkstoffen modifiziert, die in ausgewählten Eigenschaften leistungsstärker sind als ihr Ausgangsmaterial und eine hohe stoffliche Ressourcenausnutzung ermöglichen. Buchenholz ist wegen seiner besonderen Eigenschaften für spezielle Funktionen geradezu prädestiniert. Ein Beispiel sind die »mitteldichten Faserplatten« (MDF). Hier liefert der Einsatz von Buchenholzfaserstoff aufgrund seiner kürzeren und glatteren Fasern im Vergleich zum Nadelholz eine besondere Tief fräsqualität. Bei der nächsten Generation von Holzwerkstoffen wird in die Zellstruktur der Holzzellwände eingegriffen, dabei durch Wärme, chemische Reaktionen oder Austausch von Strukturpolymeren modifiziert. Zu diesen sehr modernen Verfahren gehört die »Belmadur-Technologie«, die das Buchenholz in die Klasse 5 bei der Dauerhaftigkeit auf eine Stufe mit Teakholz hebt. Das Buchenholz wird dabei modifiziert, indem ein Mittel aus der Textilindustrie, DMDHEU (Dimethyldihydroxyethylenurea), mit den OH-Gruppen benachbarter Cellulosefibrillen chemische Bindungen eingeht und auf diese Weise einen quasi-gequollenen Zustand der Zellwand bewirkt. Dadurch wird eine Sorptionsvergütung bewirkt, da sich keine Wassermoleküle an die nun besetzten OH-Gruppen binden können (Richter und Buddenberg 2015).



Foto: Lenzing AG, M. Renner

Abbildung 4: Eine Stoff mit Zukunft: Viskosefasern aus Buchenholz

Bioraffinerie und Buchenholz

Die Grundidee einer Bioraffinerie ist es, fossile Rohstoffe – sei es aufgrund von Verknappung, Verteuerung oder aus Klimaschutzgründen – durch nachhaltig angebaute biologische Ausgangsstoffe zu ersetzen. Eine Lignocellulose-Bioraffinerie erzeugt aus Buchenholz Plattformchemikalien, aus denen durch weiter verarbeitende Industrien biobasierte Produkte entstehen. Die gleichwertige Nutzung aller Hauptkomponenten des Ausgangsmaterials (Cellulosen, Hemicellulosen und Lignin) ist damit möglich. Aus den gewonnenen Fraktionen lassen sich chemische und biotechnologische Zwischenprodukte sowie Bindemittel und Füllstoffe für Holzwerkstoffe und Kunststoffe gewinnen (nach Michels 2013).

Holzfaserstoffe erfolgreich in der Bioökonomie

Aus Zellstoff lassen sich nicht nur hochwertige Papiere herstellen, inzwischen dienen industriell isolierte nanoskalige Cellulosefibrillen oder -micellen als Grundstoff für transparente Bildschirmdisplays oder Biokunststoffe. Darüber hinaus ist Cellulose aber auch Rohstoff für Viskosefasern der Textilindustrie (Abbildung 4). Wir tragen also praktisch Holzbau- steine auf der Haut. Das Verfahren zur Viskosegewinnung aus Cellulose stammt bereits aus dem 19. Jahrhundert. Seine Weiterentwicklung erlaubt heute eine umweltfreundliche Erzeugung von Viskosefasern aus Regeneratcellulose. Sie entsteht, wenn während des Spinnverfahrens die chemische Veränderung rückgängig gemacht wird, so dass die produzierte Endlosfaser aus chemisch unveränderter Cellulose besteht (Bariska et al. 2001). Modal, eine in der Textilindustrie eingesetzte Spezialfaser aus Viskose und der neue Regeneratcellulose- typ Lyocell – unter dem Markennamen Tencel vermarktet – verdeutlichen das Potenzial, das in den Holzfaserstoffen speziell aus Buchenholz steckt.



Foto: M. Lütze

Abbildung 5: Möbel aus Kernbuche finden immer mehr Gefallen bei Designern und Verbrauchern.

Insbesondere die hohe Wertschöpfung etwa im Vergleich zur Brennholznutzung überzeugt – liegt sie doch bei 10:1. Insgesamt ist der Anteil von Viskosefasern auf Cellulosebasis mit 6 % am Weltmarkt für Fasern aber gering. Marktbeherrschend sind Baumwollfasern und Kunstfasern (Isopp 2012). Dennoch beläuft sich die Produktion allein in Deutschland und Österreich auf mehrere hunderttausend Tonnen jährlich, Tendenz steigend.

Buchenholz ist ein »Smartes Material«

Smarte Materialien sind solche, die ihre Umwelt »wahrnehmen« und auf externe Reize reagieren. Von ihnen wird erwartet, dass sie im 21. Jahrhundert zu einer neuen Klasse multifunktionaler Materialien aufsteigen. Was heute noch Forschung ist, kann morgen schon zu neuen Produkten führen. Anschaulich ist dies bei Buchenholz, es ändert mit Wechsel des Feuchtigkeitsgehaltes seine Form: Ein Stab aus Fichten- und Buchenholz verbiegt sich bei Änderung des Wassergehaltes, wobei sich das Buchenholz mehr ausdehnt als das Fichtenholz. Der Vorgang ist reversibel und das Buchenholz wirkt als »aktive Lage« (Laborie 2016). Man darf gespannt sein, mit welchen Überraschungen und Innovationen die Forschung und Entwicklung im 21. Jahrhundert noch aufwartet!

In Zeiten des Klimawandels – Ja zur Buche!

Ihre beschriebenen hervorragenden Holzeigenschaften sowie die vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten machen die Buche zu einem Baum der Zukunft – nicht zuletzt wegen ihrer ökologischen und ökonomischen Vorzüge. Denn in weniger wüchsigen und mit Risiken behafteten reinen Fichtenbeständen ist eine Beteiligung der Buche nicht nur ein vorausschauendes Risikomanagement, sondern lässt auch höhere Erträge erwarten



Foto: J. Böhm

Abbildung 6: Stabile Buchen und Buchenmischbestände stehen für den Dreiklang aus gutem Holz, Ökologie und Ökonomie.

(Pretzsch et al. 2010). Bestände von Kiefer und Buche in Mischung zeichnen sich offensichtlich generell durch eine höhere Produktivität aus, als ihre jeweiligen Reinbestände (Pretzsch 2015). Es gibt also einen Dreiklang der Buche aus gutem Holz, Ökologie und Ökonomie und somit ausreichend Gründe, sie beim Umbau reiner Fichten- und Kiefernbestände zu beteiligen.

Ein Blick ins 22. Jahrhundert

Wagen wir einen Blick ins nächste Jahrhundert und einige Gedanken zu Märkten und Preisen: Buchenholzbasierte Produkte aus der Bioökonomie-Pipeline müssen sich wie alle Produkte dem Wettbewerb stellen. Konkurrieren sie mit Gütern aus fossilen Rohstoffen, haben sie es bei den aktuell sehr niedrigen Rohölpreisen besonders schwer am Markt. Daraus lässt sich aber nicht auf zukünftige Entwicklungen schließen. Bei den langen Produktionszeiträumen jenseits von hundert Jahren wären Prognosen zu Holzpreisen und Angebots-/Nachfrageszenarien für das 22. Jahrhundert nicht seriös. Technische Entwicklungen lassen sich über einen so langen Zeitraum nicht treffend vorhersagen. Kurz- und mittelfristige Preisschwankungen wie beim Rohöl – 2008 lag der Preis bei 150 US-\$ pro Barrel, aktuell liegt er bei circa 40 US-\$ – rufen Marktstörungen hervor, aber sie kippen nicht die langfristigen Trends zu nachhaltig produzierten Materialien und Energieformen.

Das Laubstammholz mittlerer und guter Qualitäten entspricht preislich nicht den Erwartungen der Anbieter. Eine Zukunftsfrage der Forst- und Holzwirtschaft ist es, ob neue Technologien durch eine erhöhte Wertschöpfung langfristig die Wettbewerbsfähigkeit des Sektors erhalten oder erhöhen können. Die Antwort wird wohl erst im letzten Drittel dieses Jahrhunderts oder im nächsten für heute juvenile Bestände möglich sein. Eine Absage an waldbauliche Verfahren zur Erziehung qualitativ hoher sowie stärkerer Dimensionen

scheint heute zu risikoreich. Es sollte das Ziel eines jeden Waldbesitzer und Försters sein, in den Beständen einen möglichst hohen Anteil bester Stämme zu erziehen. Neue Verfahren mit Holzmodifikationen oder Nanotechnologie bedeuten nicht zugleich einen Mehrwert für den Waldbesitz. Die forstliche Koppelproduktion generiert genügend nichtsägefähige Sortimente und Nebenprodukte bzw. Reststoffe, die als Grundstoffe für neue Werkstoffkompositionen eingesetzt werden können. Wertholz aber hat schon immer gute Preise erzielt!

Literatur

Bariska, M.; Pöhler Rotach, E.; Seubert Hunziker, H. (2001): *Holzkunde II – Teil 2 Holzchemie - Skript*. ETH Zürich

Fengel, D.; Wegener, G. (2003): *Wood – Chemistry, Ultrastructure, Reactions*, Verlag N. Kessel, Reprint, 613 S.

Gruber, E. (2012): *5 Chemische Zusammensetzung des Holzes* <http://www.gruberscript.net/05Holzzusammensetzung.pdf> 15.01.2016

Haller, P. (2016): *Wie die Formholztechnologie die Schattenbaumart Buche in ein neues Licht rückt...Dresdner Transferbrief 1.16 23. Jahrgang*

Kuilen, van de J.W.; Torno, S. (2014): *Untersuchungen zur Bereitstellung von Lamellen aus Buchen- und Eschenholz für die Produktion von Brettschichtholz. Beitrag für Ergebnisse forstlicher Forschung zum Vorhaben X37. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.*

Laborie, M.P. (2016): *Smart Materials? Innovationen im Bereich Forstliche Biomaterialien*. In: *Fit für den Wandel*. 36. Freiburger Winterkolloquium Forst und Holz, Freiburg

Michels, J. (2013): *Die Lignocellulose-Bioraffinerie – Von der Idee zur Realisierung*. In: *Vision Bioökonomie – ein Thema für die Forst- und Holzwirtschaft*. 33. Freiburger Winterkolloquium Forst und Holz, Freiburg

Pretzsch, H. et al. (2015): *Produktivität von Kiefer und Buche in Mischung im Vergleich zu benachbarten Reinbeständen. Untersuchung entlang eines Produktivitätsgradienten durch Europa*. In: *Tagungsbericht Deutscher Verband forstlicher Versuchsanstalten Sektion Ertragskunde 2015*, S. 95–110

Pretzsch, H.; Block, J.; Dieler, J.; Dong, P.H.; Kohnle, U.; Nagel, J.; Spellmann, H.; Zingg, A. (2010): *Comparison between the productivity of pure and mixed stands of Norway spruce and European beech along an ecological gradient*. EDP Sciences 2010

Richter, K.; Buddenberg, H. (2015): *Steigerung der Holzausbeute und Imprägnierungsqualität von Buchenholzfurnieren zur Herstellung von Furniersperrholz*. *Holzforschung München für Bay. StMELF; Abschlussbericht*, unveröffentlicht

Wagenführ, R. (2007): *Holzatlas*. Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag

Isopp, A (2012): *Die eigentliche Baumwolle machen ja wir*. *Zuschnitt 48: Holzfasern*. 12/2012 proHolz, Austria, Wien

Dr. Michael Lutze arbeitet in der Abteilung »Forsttechnik, Betriebswirtschaft, Holz« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Michael.Lutze@lwf.bayern.de