

Tragfähigkeit und Baupotenziale von Buchen-Furnierschichtholz

Load-bearing capacity and construction uses of beech laminated veneer lumber

Performances statiques et potentiel constructif du LVL de hêtre

Gerhard Dill-Langer
MPA Universität Stuttgart
Abteilung Holzkonstruktionen
DE-Stuttgart



Tragfähigkeit und Baupotenziale von Buchen-Furnierschichtholz

1. Einführung

Die Zunahme der Verwendung von Holz für tragende Zwecke im Bauwesen ist eng an die Entwicklung verklebter Holzbauprodukte gekoppelt. Hierbei wird zwischen plattenförmigen Holzwerkstoffen wie z.B. Spanplatten oder OSB und balkenförmigen Vollholz-Verbundwerkstoffen wie z.B. Balkenschichtholz oder Brettschichtholz unterschieden. Eine Sonderstellung nimmt hierbei der Werkstoff Furnierschichtholz ein, der zunächst – hinsichtlich der Normung und Anwendung – als plattenförmiger Holzwerkstoff behandelt wird, aus dem aber in einem zweiten Verarbeitungsschritt durch Flächen-Verklebung von Plattenstreifen auch balkenförmige Bauteile hergestellt werden können. Furnierschichtholz weist verglichen mit anderen Holzwerkstoffen einen niedrigen Klebstoffanteil und eine im Allgemeinen sehr hohe Festigkeit und Steifigkeit auf, insbesondere bei rein längslagigem Querschnittsaufbau. Die Tragfähigkeit von längslagigem Furnierschichtholz aus Nadelholz liegt – aufgrund des hohen Homogenisierungsgrades der wenigen mm dünnen Schälurniere im Querschnitt – zudem üblicherweise auch deutlich oberhalb der höchsten Werte für Vollholzverbundwerkstoffe wie z.B. Brettschichtholz.

Dies gilt in noch weit größerem Maße für das neu am Markt eingeführte Bauprodukt Buchen-Furnierschichtholz, das hinsichtlich der Festigkeit und damit hinsichtlich mancher Anwendungen völlig neue Maßstäbe für holzbasierte Bauprodukte setzen kann. Die Reichweite aber auch die Grenzen des Einsatzbereiches sollen in dem folgenden Artikel aufgezeigt werden.

2. Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit

2.1. Platten

Die Eigenschaften des Buchen-Furnierschichtholzes wurden in zwei großen Prüfserien ermittelt, die im Rahmen einer Typprüfung nach EN 14374 durchgeführt worden waren. Bei den ersten Prüfserien [1] bis [3] waren Vorserienprodukte geprüft worden, die im Wesentlichen dem endgültigen Furnierschichtholz entsprachen, jedoch noch nicht in dem speziell hierfür geplanten Werk hergestellt worden waren. Nach Fertigstellung der für die Herstellung von Furnierschichtholz aus Buchenholz vorgesehenen Produktionsanlagen wurden daher im Rahmen der Zertifizierung einige wesentliche Eigenschaften, die anzunehmend durch die geänderten Produktionsbedingungen beeinflussbar waren, erneut geprüft [4].

In der Tabelle 1 sind die Festigkeits- und Steifigkeitskennwerte für die unterschiedlichen Beanspruchungskonfigurationen zusammengestellt. Es sind sowohl Werte für die Variante des Buchen-Furnierschichtholzes mit und ohne Querlagen aufgelistet.

Zur Einordnung der Eigenschaften des neuen Bauproduktes sind in Tabelle 2 die entsprechenden Kenngrößen von Buchen-FSH den entsprechenden Werten von üblichem Furnierschichtholz aus Nadelholz gegenübergestellt. Für diesen Vergleich wurden FSH-Produkte mit vergleichsweise hohen Rechenwerten zufolge zweier allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassungen (Z-9.1-100 [5] und Z-9.1-811 [6]) ausgewählt.

Tabelle 1: Rechenwerte von Furnierschichtholz aus unterschiedlichen Holzarten

Rechenwert		Buche EN 14374, Z-9.1-838 [7]		Fichte Z-9.1-100 [5]		Kiefer Z-9.1-811 [6]	
		längslagig	mit Querlagen	längslagig	mit Querlagen	längslagig	mit Querlagen
Plattenbeanspruchung							
Biegefestigkeit parallel	$f_{m,0,k}$	65	45	50	36	52	38
Druckfestigkeit rechtwinklig	$f_{m,90,k}$	10	10	2,0	2,0	4,2	4,2
Schubfestigkeit	$f_{v,k}$	8,0 / 3,3 (parall. / roll)	3,3	2,3	1,5	2,7	3,7
Scheibenbeanspruchung							
Biegefestigkeit	$f_{m,k}$	70	60	48	36	55	38
Zugfestigkeit parallel	$f_{t,0,k}$	60	40	38	27	42	24
Zugfestigkeit rechtwinklig	$f_{t,90,k}$	1,5	17	0,8	6,0	0,9	5,0
Druckfestigkeit parallel	$f_{c,0,k}$	50 ¹⁾	26,6 ¹⁾	38	27	56	34
Druckfestigkeit rechtwinklig	$f_{c,90,k}$	14	14	6,0	9,0	8,6	8,0
Schubfestigkeit		8,0	9,0	4,4	4,8	5,2	4,6
Steifigkeit und Rohdichte							
E-Modul parallel	$E_{0,mean}$	16800	11800	13800	10500	15600	11000
E-Modul rechtwinklig	$E_{90,mean}$	470	3700	300	2500	--	3000
Schubmodul	G_{mean}	760-850 (hk / fk) ²⁾	890-430 (hk/fk) ²⁾	500	500	550	550
Rohdichte	ρ_k	680		480		545	480

¹⁾ Wert gilt nur für Nutzungsklasse 1

¹⁾ hk = hochkant, fk = flachkant

Aus der Vielzahl der Kennwerte sind die vergleichsweise hohen Biege- und Zugfestigkeiten parallel zur Faserrichtung und die hohe Druckfestigkeit rechtwinklig zur Faserrichtung herauszugreifen.

Es ist abzulesen, dass die Rechenwerte der Biege- und Zugfestigkeit bei parallellagigem Furnierschichtholz aus Buche um 25% bzw. 43% höher liegen als die entsprechenden größten Werte für Furnierschichtholz aus Nadelholz (in diesem Fall Kiefernholz). Demgegenüber liegt der E-Modul nur um einen wesentlich kleineren Faktor von 1,08 oberhalb der besten Werte für Furnierschichtholz aus Nadelholz. Für die Verwendung in zusammengesetzten verklebten Trägeraufbauten ist insbesondere die hohe Zugfestigkeit von Bedeutung.

Wie für Laubholz zu erwarten, liegt die Druckfestigkeit rechtwinklig zur Faserrichtung von FSH aus Buche deutlich (ca. 2,4 mal) höher im Vergleich zu den besten Werten für FSH aus Nadelholz.

2.2. Träger

Im Gegensatz zu demnach EN 14374 normativ geregelten Plattenprodukt können die Trägerbauteile, die ausschließlich aus längslagig aufgebauten Plattenstreifen (=Lamellen) analog zu Brettschichtholz an den Breitseiten der Lamellen miteinander verklebt sind, nur durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (AbZ) oder ein europäisch technische Bewertung (ETA) in den Markt eingeführt werden. Für „Brettschichtholz aus Buchen-Furnierschichtholz“ liegt sowohl die entsprechende Zulassung Z-9.1-837 [8] als auch (zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Artikels noch als Entwurf) eine ETA auf Grundlage des EAD No. 13-0010-00-0304 „Glued laminated timber made of hardwood – Structural laminated veneer lumber made of beech“ vor.

Grundlage für die beiden genannten bautechnischen Zulassungen waren umfangreiche experimentelle Untersuchungen an großformatigen Bauteilen, die an der MPA Universität Stuttgart durchgeführt wurden [9, 10]. Hierbei wurden die Biegefestigkeit, der Biege-Modul, die Rohdichte, die Druckfestigkeit parallel zur Faserrichtung und die Schubfestigkeit in Faserrichtung für unterschiedliche Querschnittsgrößen an Probenkollektiven von jeweils 15 Stück pro Querschnitt und Beanspruchungskonfiguration bestimmt. Darüber hinaus wurde das Ausgangsmaterial, d.h. die Furnierschichtholz-Lamellen, hinsichtlich Zug- und Biegefestigkeit charakterisiert, um die entsprechenden Anforderungswerte für die werkseigene Produktionskontrolle ableiten zu können. Ein wichtiger Teil der Untersuchungen, der im Folgenden nicht detailliert dargestellt wird, waren außerdem die Prüfungen zur langzeitigen Klebfugenintegrität unter Einfluss von wechselnden Temperatur- und Feuchtebedingungen. In diesem Artikel werden ausschließlich die Festigkeitsuntersuchungen behandelt.

Ein Teil der Untersuchungen wurde – wie im Falle der Erstprüfung des Plattenproduktes – an Proben durchgeführt, die noch nicht auf den endgültigen Produktionsanlagen hergestellt worden waren. Daher wurden – entsprechend den Vorgaben der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Z-9.1-837- zusätzliche Prüfserien mit Biege- und Schubprüfungen an jeweils 12 Trägern mit den größten zulässigen Trägerhöhen durchgeführt. Diese Prüfungen aus dem Zertifizierungsverfahren [11] an Proben, die auf der endgültigen, für die Herstellung von Buchenfurnierschichtholz optimierten Anlagen hergestellt worden waren, zeigten durchweg deutlich höhere Werte als die Werte der ursprünglichen Untersuchungen und sind noch nicht in die deklarierten Rechenwerte der Zulassung eingegangen.

In der Tabelle 2 sind in einer Übersicht die Anzahl der überwiegend gemäß EN 408 durchgeführten Prüfungen an Trägerbauteilen aufgelistet. Die drei unterschiedlichen geprüften Querschnitte sind in Abbildung 1 photographisch dargestellt.

Querschnitts-Breite [mm]	Querschnitts-Höhe [mm]		
	120	330 / 360	500 / 600
50	Biegung: 15 Schub: 15 Druck: 15		
150			Biegung: 15 + 12 Schub: 15 + 12 Druck: 15
300		Biegung: 15 Schub: 15 Druck: 15	



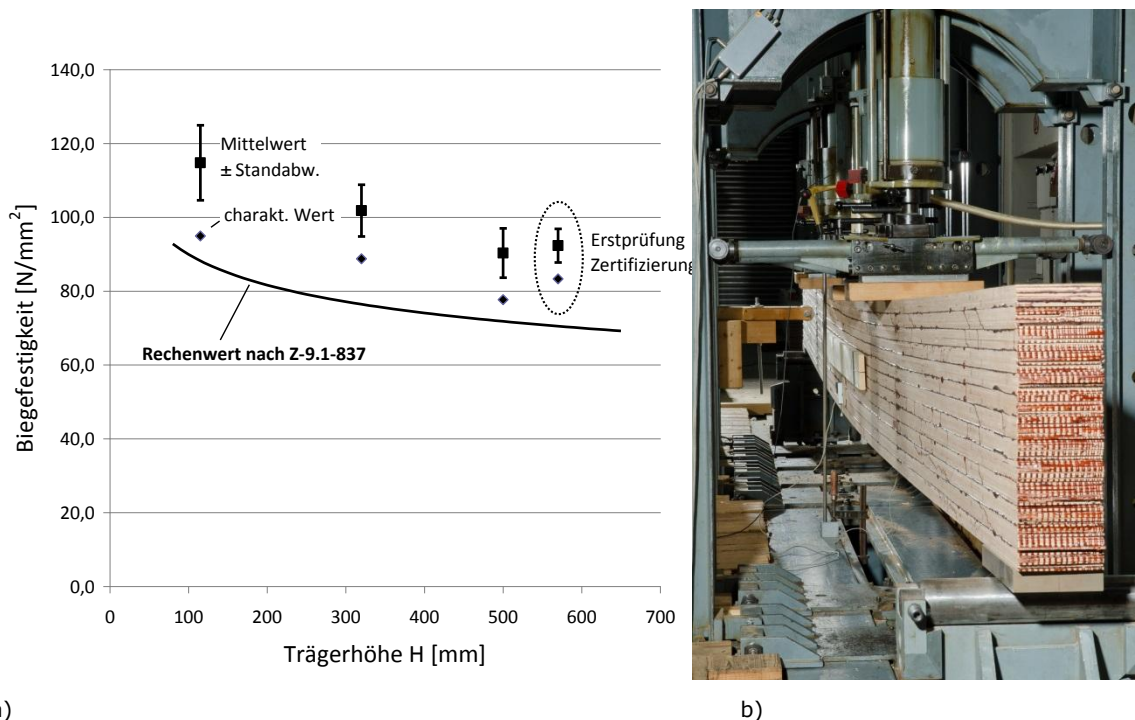
Tabelle 2: Übersicht zu den Anzahlen der unterschiedlichen Prüfungen an Trägerbauteilen

Abbildung 1: Foto der geprüften Querschnitte

Im Folgenden sind die wichtigsten Ergebnisse der Prüfungen in den Abbildungen 2, 3 und 4 zusammengefasst. Es sind jeweils – in Abhängigkeit von der Höhe der geprüften Trägerbauteile – die Mittelwerte, Standardabweichungen und die gemäß EN 14358 ermittelten charakteristischen Festigkeitswerte angegeben. Zusätzlich sind die in der Zulassung Z-9.1-837 festgelegten Rechenwerte (ebenfalls als Funktion der Trägerhöhe) in die Diagramme eingetragen.

Abbildung 2 zeigt die Ergebnisse der Biegefestigkeitsprüfungen für die Brettschichtholz-Querschnittshöhen 120, 320 und 500 bzw. 600 mm. Es ist ein ausgeprägter Größenskalen- („size“-) Effekt mit einer Abnahme der Festigkeitswerte bei zunehmender Trägerhöhe zu erkennen, der in der gleichen Größenordnung liegt wie der für Brettschichtholz aus Nadel-Vollholz, jedoch auf einem deutlich höheren absoluten Festigkeitsniveau. In der Zulassung ist der size-Effekt mit einem Exponenten von 0,14 festgeschrieben.

Die erhaltenen Werte für die Biegefestigkeiten des auf den endgültigen Produktionsanlagen hergestellten Materials, das im Rahmen des Zertifizierungsverfahrens entnommen wurde, liegen oberhalb der an den Vorserien ermittelten Werte. Dies ist eventuell auch danebenfalls festgestellten etwashöheren Rohdichtewertes geschuldet.



a)

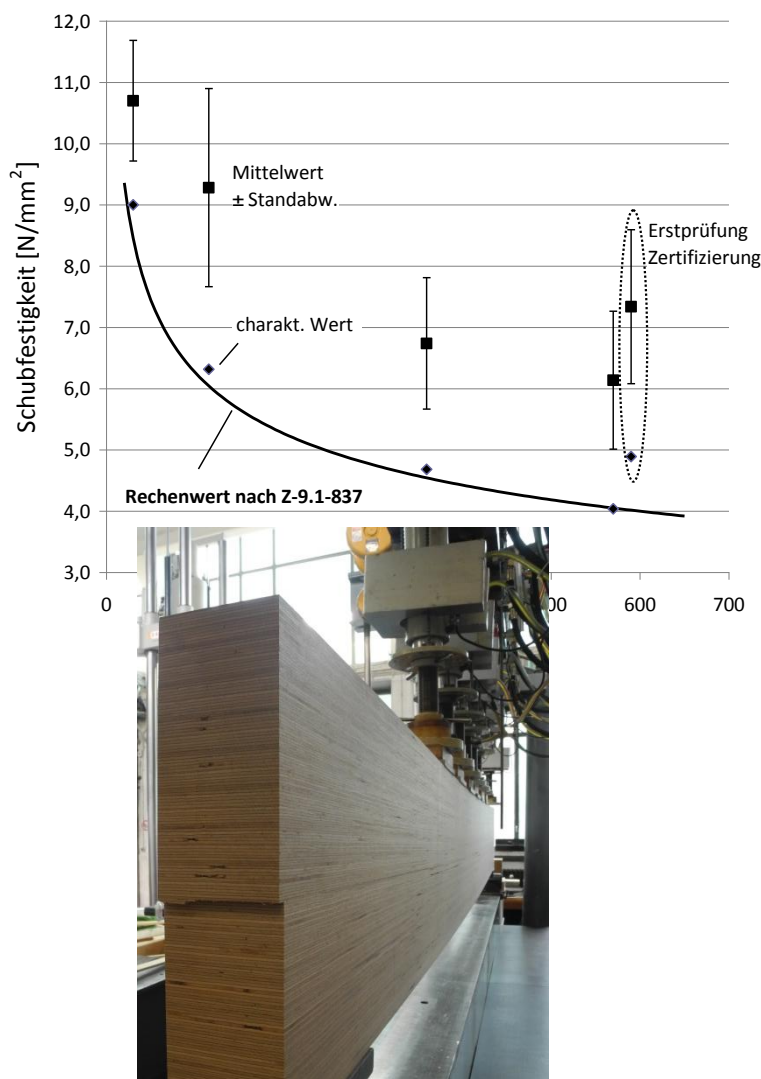
b)

Abbildung 2: a) Empirisch ermittelte und gemäß Z-9.1-837 ansetzbare Biegefestigkeiten f_m in Abhängigkeit von der Trägerhöhe H

b) Foto einer Biegefestigkeitsprüfung

Abbildung 3 zeigt die Ergebnisse der Schubfestigkeitsprüfungen für die Brettschichtholz-Querschnittshöhen 120, 360 und 570 bzw. 590 mm, die in Biegeanordnung in Anlehnung an ASTM 3737 durchgeführt wurden. Der sichtbare Größenskaleneffekt mit einer Abnahme der Festigkeitswerte bei zunehmender Trägerhöhe ist deutlicher ausgeprägt als für den Fall der Biegefestigkeiten. Mit eingetragen in das Diagramm sind die Schubfestigkeiten einzelner Lamellen, die sich sehr gut mit dem Größenskalenfaktor mit abbilden lassen. In der Zulassung Z-9.1-837 ist der size-Effekt der Schubfestigkeit mit einem Exponenten von 0,25 berücksichtigt.

Die erhaltenen Werte für die Schubfestigkeiten des auf den endgültigen Produktionsanlagen hergestellten Materials liegen wiederum deutlich oberhalb der an den Vorserien ermittelten Werte. Letzteres ist anzunehmend auch durch eine Optimierung der Lamellenverklebung z.B. durch eine geeignete Wahl des Pressdrucks erreicht worden.



a)

b)

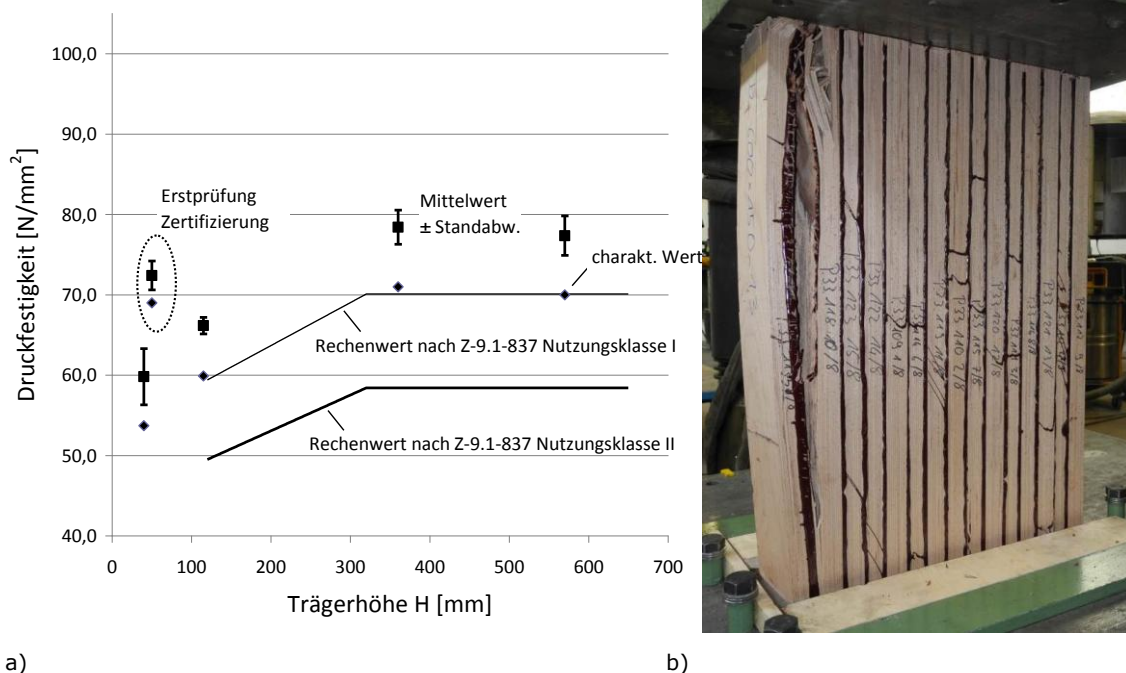
Abbildung 3: a) Empirisch ermittelte und gemäß Z-9.1-837 ansetzbare Schubfestigkeiten f_v in Abhängigkeit von der Trägerhöhe H
 b) Foto einer Schubfestigkeitsprüfung

Abbildung 4 zeigt die Ergebnisse der Druckfestigkeitsprüfungen parallel zur Faserrichtung für unterschiedliche Lamellenanzahlen bzw. damit einhergehende Querschnittshöhen zusammen mit den Druckfestigkeiten der Einzellamelle. Auch hier gibt es eine deutliche Abhängigkeit der Festigkeiten von der Querschnittsabmessung, wobei bei dieser Beanspruchung die Festigkeiten mit zunehmender Trägerhöhe (oder Lamellenanzahl) zunehmen. Bei ca. 9 Lamellen ($H = 360$ mm) ist eine Schwelle zu erkennen, oberhalb derer es offensichtlich keine weitere Zunahme der Druckfestigkeit mehr gibt. Der beobachtete Effekt lässt sich auf Lastumlagerungen in dem parallelen System der druckbeanspruchten Querschnitte zurückführen. Das Erreichen einer Schwelle für diesen positiven Systemeffekt ist dabei typisch für einen Lastumlagerungsmechanismus mit begrenztem Wirkungsradius.

Die Festlegungen für den Rechenwert der Druckfestigkeit parallel zur Faserrichtung zufolge Z-9.1-837 berücksichtigen dieses Systemverhalten – in Analogie zum Systembeiwert des EC5 – durch eine lineare Erhöhung zwischen 120 mm und ca. 360 mm und einem konstanten Wert für größere Trägerhöhen.

Da die Druckfestigkeit mit zunehmendem Feuchtegehalt deutlich abnimmt, ist aus den Versuchswerten zunächst nur die Druckfestigkeit für die Nutzungsklasse 1 abzuleiten. Da keine Untersuchungen zur Druckfestigkeit bei höheren Feuchten vorliegen, wird in der Zulassung Z-9.1-837 (wie bei vergleichbaren neueren Zulassungen von verklebten Voll-

holzprodukten allgemein üblich) für die Nutzungsklasse 2 ein pauschaler Abminderungsfaktor von 1,2 angesetzt. In der Abbildung sind dementsprechend die größenabhängigen Druckfestigkeitswerte sowohl für Nutzungsklasse 1 als auch für die Nutzungsklasse 2 angegeben.



a) Empirisch ermittelte und gemäß Z-9.1-837 ansetzbare Druckfestigkeit in Faserrichtung $f_{c,0}$ in Abhängigkeit von der Trägerhöhe H
 b) Foto einer Druckprüfung

Das Potential der hohen Biegefestigkeitswerte und der hohen Druck- und Zugfestigkeiten parallel zur Faserrichtung werden aus einer Gegenüberstellung mit anderen holzbasierten Materialien, die für Trägerbauteile verwendet werden können, deutlich.

In der Abbildung 5 sind für:

- Standard-Brettschichtholz aus Nadelholz,
- Brettschichtholz mit Premiumlamellen,
- Brettschichtholz aus Buchen-Vollholz
- Brettschichtholz aus Eichen-Vollholz,
- Brettschichtholz aus Fichten-Furnierschichtholz und
- Brettschichtholz aus Buchenfurnierschichtholz

jeweils die Wertepaare der charakteristische Biegefestigkeit und des mittleren E-Moduls gegeneinander aufgetragen.

Die Erhöhung der Biegefestigkeit ist vor allem gegenüber der höchsten auf dem Markt verfügbaren Klasse GL32 für Brettschichtholz aus Nadelvollholz mit einem Faktor von 2,2 sehr deutlich. Für Furnierschichtholz aus Nadelholz finden sich nur in einer Zulassung Z-9.1-100 entsprechende Regelungen für den Aufbau von verklebten (Brettschichtholz-) Querschnitten. Verglichen mit den aus dieser Zulassung durch Anwendung eines dort angegebenen Size-Effektes ableitbaren Biegefestigkeiten ist die Biegefestigkeit des Buchen-Furnierschichtholzes ebenfalls deutlich (um einen Faktor 1,5) höher¹. Brettschichtholz aus Buchen-Furnierschichtholz weist auch gegenüber den höchsten verfügbaren Klassen von Brettschichtholz aus Buchen- und Eichen-Vollholzlamellen deutlich höhere Biegefestigkeitswerte auf und hat – in geringerem Maße – auch einen höheren E-Modul als die Bauprodukte aus Laub-(Voll-)Holz.

¹Für die in Z-9.1-100 angegebene Größenabhängigkeit der Biegefestigkeit von Brettschichtholz aus Fichten-Furnierschichtholz und damit für die hieraus formal ableitbaren Festigkeitswerte liegt nach Kenntnis des Autors bislang kein konsistenter empirischer Nachweis vor.

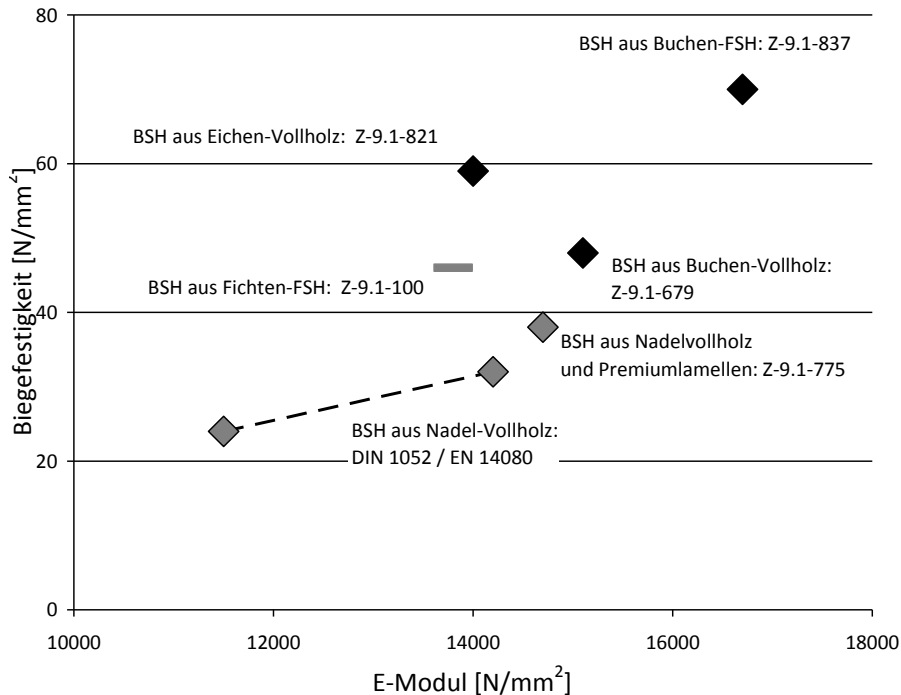


Abbildung 5: Vergleich der charakteristischen Biegefestigkeiten und der mittleren E-Moduln unterschiedlicher Nadel- und Laubholz-basierter Werkstoffe für Trägerbauteile (absolute Werte)

Die relativ zu anderen holzbasierten Werkstoffen sehr hohen Festigkeitswerte von BSH aus Buche-FSH-Lamellen relativieren sich – bei Betrachtung absoluter Werte – im Vergleich mit anderen Werkstoffklassen wie Beton oder Baustahl vor allem hinsichtlich der Biege- und Zugfestigkeit und in besonderer Weise im Hinblick auf den E-Modul. Eine Ausnahme bildet die Druckfestigkeit, die bei ausreichend großen Querschnitten durchaus mit den Werten von hochfestem Beton vergleichbar ist.

In einer gewichtsbezogenen Betrachtung, d.h. einer linearen Normierung der Festigkeits- und Steifigkeitskennwerte auf die jeweilige Rohdichte, ergibt sich jedoch ein differenzierteres Bild: Der „Vorsprung“ der Biegefestigkeit von Brettschichtholz aus Buchen-Furnierschichtholz gegenüber Brettschichtholz aus Nadelvollholz wird bei der Gewichtsnormierung z. B. auf einen Wert von 500 kg/m³ geringer (Biegefestigkeit: Faktor 1,4) und kehrt sich hinsichtlich der E-Moduls sogar um (Faktor 0,76). Dagegen erreicht man in gewichtsbezogener Betrachtung der Biegefestigkeit gegenüber Baustahl üblicher Qualitäts sogar einen erheblichen Vorteil (Faktor von 2,3). Der gewichtsbezogene E-Modul beträgt ca. 90% verglichen mit dem normierten Wert von Baustahl.

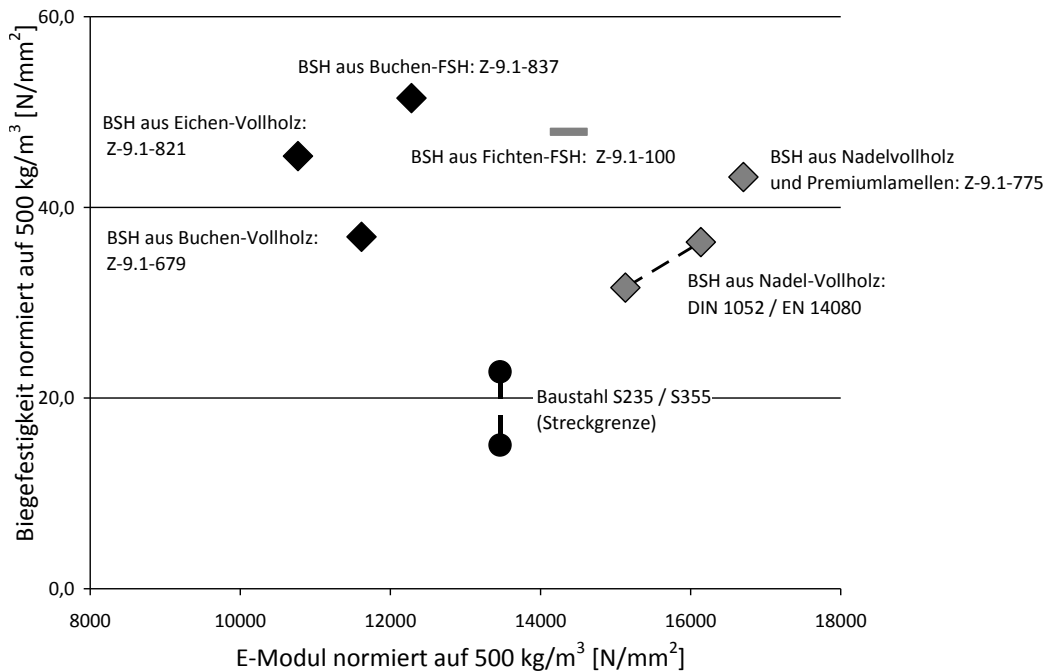


Abbildung 6: Vergleich der charakteristischen Biegefestigkeiten und der mittleren E-Moduln unterschiedlicher Werkstoffe für Trägerbauteile (Werte auf eine Rohdichte von 500 kg/m³ normiert)

3. Einsatzbereiche: Vorteile und Einschränkungen

Die Anwendungsbereiche ergeben sich einerseits aus den – empirisch basierten – Rechenwerte, die für das neue Bauprodukt Buchen-Furnierschichtholz nach harmonisierter Norm, allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung bzw. Europäisch technischer Bewertung zur Verfügung stehen und andererseits aus den sonstigen Eigenschaften des Materials, die zum Teil in den entsprechenden Anwendungsdokumenten zu finden sind.

Im Hinblick auf den Nachweis der Tragfähigkeit, insbesondere der Biege-, Zug- und Drucktragfähigkeit (parallel zur Faserrichtung) kann der Werkstoff sein ganzes Potential ausspielen. Dies kann z.B. im Vergleich zu üblichem Brettschichtholz zu deutlichen schlankeren oder niedrigeren Trägern führen. Die mit 4 N/mm² vergleichsweise beschränkte Schubfestigkeit (allerdings durch den in der Zulassung auf den Wert von 1,0 festgelegten k_{cr} -Faktor voll ausnutzbar) begrenzt die aufnehmbaren Lasten jedoch in speziellen Fällen.

Beim Lastfall Eigengewicht können BSH-Träger aus Buchen-Furnierschichtholz Stahlträger hinsichtlich des Grenzzustandes der Tragfähigkeit in manchen Fällen ersetzen.

Druckbeanspruchte gedrungene Stützen lassen sich – bei Betrachtung nur der Druckfestigkeit – statt aus Beton in manchen Fällen alternativ gleichwert / besser aus Buchen-FSH realisieren. Begrenzend wirkt sich hier bei größeren Schlankheiten der niedrigere E-Modul aus, der z.B. in den Knicknachweis eingeht.

Generell ist die Ausnutzung der Vorteile des neuen Bauprodukts durch die im Verhältnis zur Tragfähigkeit nicht ebenso hohe Steifigkeit beim Nachweis der Gebrauchstauglichkeit begrenzt. Dies wirkt sich auf die Bemessung von Trägerbauteilen je nach statischem System und Geometrie unterschiedlich aus:

- Bei Durchlaufträgern kann das hohe Festigkeitspotential besser ausgenutzt werden als bei Einfeldträgern, bei denen häufig die Gebrauchstauglichkeit maßgeblich wird.
- Zusammengesetzte Querschnitte (z.B. I-Träger, Fachwerkträger) eignen sich für eine Ausnutzung der Festigkeitseigenschaften mehr als Vollwandträger.
- Hohen Querkräften kann durch eine lokale Verstärkung z.B. mit selbstbohrenden Schrauben entgegengewirkt werden.

Eine nennenswerte Einschränkung des Einsatzbereiches von Bauteilen aus dem neuen Werkstoff ist durch das vergleichsweise starke Quell- und Schwindmaß der Holzart Buche gegeben. Aufgrund der damit verbundenen Gefahr von Eigenspannungen bei sehr großen

Feuchteschwankungen ist der Anwendungsbereich in allen Anwendungsdokumenten auf die in der Baupraxis dominierenden Nutzungsklassen 1 und 2 beschränkt. Neben der Rissneigung bei Feuchtegradienten im Trägerquerschnitt ist hierbei auch die sehr geringe Dauerhaftigkeit von europäischer Buche ein Grund für den Ausschluss einer Anwendung in Nutzungsklasse 3. Es sollte auch darauf hingewiesen werden, dass neben der Anwendung in Nutzungsklasse 3 auch spezielle Anwendungen in Nutzungsklasse 2, die zu einer temporären Durchfeuchtung und anschließender starker Trocknung führen könnten, auszuschließen sind. Konstruktionen aus Buchen-Furnierschichtholz sind ausschließlich für Anwendungen unter Dach bei strikter Vermeidung von extremen Feuchtegradienten und von Kontakt mit flüssigem Wasser aus Niederschlag oder Kondensation geeignet.

4. Ausblick

Die Baupotenziale des Werkstoffes Furnierschichtholz aus Buche können einerseits schon mit dem heute verfügbaren Material weitestgehend ausgenutzt werden, wenn die entsprechenden Randbedingungen vor allem hinsichtlich der Feuchtebeanspruchung beachtet werden und wenn durch die gewählte Konstruktion gezielt die Stärken des Werkstoffes (hohe Biege-, Zug- und Druckfestigkeiten) ausgenutzt werden und den Schwächen (im Verhältnis geringe Schubfestigkeit, im Verhältnis geringe E-Modulwerte) entgegen gewirkt wird.

Für eine Ausweitung der Einsatzmöglichkeiten gibt es verschiedene Entwicklungsfelder, die weiter zu bearbeiten sind:

1. Aus Untersuchungen an unterschiedlichen Varianten des Furnierschichtholzes mit und ohne Schäftungsverbindungen lässt sich erkennen, dass das Festigkeitspotential des Werkstoffes trotz des bereits heute sehr hohen Niveaus noch nicht vollständig ausgeschöpft ist. Auf diese Tatsache deuten auch die vorliegenden aktuellen Werte aus der laufenden Produktionskontrolle hin, die durch den stetigen Optimierungsprozess der Herstellparameter – vor allem hinsichtlich der Schäftungsverbindungen – einen deutlich positiven Trend mit einem zunehmend höheren Festigkeitsniveau als in den Erstuntersuchungen erkennen lassen. Somit ist in absehbarer Zeit mit noch höheren – empirisch abgesicherten – Werten für die Biege- und Zugfestigkeit zu rechnen. Durch graduelle Verbesserungen ohne grundlegende Änderung der Produktionsprozesse können voraussichtlich nachhaltige Steigerungen der ansetzbaren Rechenwerte für die Biege- und Zugfestigkeit um bis zu ca. 10 – 20% erreicht werden. Demgegenüber ist eine signifikante Steigerung der Steifigkeitskennwerte nicht ohne weiteres zu erwarten. Hierzu wäre eventuell eine geänderte Materialvorsortierung notwendig.
2. Eine optimale Ausnutzung des vergleichsweise wertvollen Werkstoffes und damit ein wirtschaftlicherer und auch ökologisch sinnvollerer Einsatz kann auch durch eine gezielte Kombination mit einfacheren Werkstoffen wie z.B. Brettschichtholz aus Nadelvollholz erreicht werden. Zur Optimierung der Querschnittsaufbauten, der Dauerhaftigkeit der Hybridverklebung und zur Entwicklung von Längsstößen wird an der MPA Universität Stuttgart ein entsprechendes Forschungsprojekt bearbeitet.
3. Die größte technische Herausforderung besteht in einer Reduzierung der Feuchteempfindlichkeit des Werkstoffes z.B. durch einen Modifikationsprozess der Buchenfurniere vor der Verklebung. Ein Erhalt der Verklebungsintegrität und der hohen Tragfähigkeitswerte wären mit einem solchen modifizierten Material dann erneut nachzuweisen, was jedoch vor dem Hintergrund der großen wirtschaftlichen Chancen einer Ausweitung des Einsatzbereiches auch für einen Einsatz in der Nutzungsklasse 3 zu sehen ist.

Hinsichtlich der drei genannten Punkte sind aufgrund der laufenden Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in absehbarer Zukunft deutliche Fortschritte zu erwarten, die den Einsatzbereich von Furnierschichtholz aus Buche über die heutigen Grenzen des Holzbaus hinaus nochmals deutlich erweitern werden.

5. Literatur

- [1] Prüfbericht Nr. 10511 „Ergebnisse der Zulassungsversuche für eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) von Furnierschichtholz aus Buche, 4.9.2012, TU München, Holzforschung München
- [2] Prüfbericht 11513 „Ergebnisse der Zulassungsversuche für eine Erweiterung der beantragten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung von Furnierschichtholz aus Buche“, 31.1.2013, TU München, Holzforschung München
- [3] Prüfbericht 126127 „Ermittlung der Hochkant-Biegefestigkeit von Furnierschichtholz aus Buche“, 7.9.2012, Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine, Karlsruher Institut für Technologie
- [4] Überwachungs- und Erstprüfungsbericht 902 7992 000 „Erstinspektion des Werkes und der werkseigenen Produktionkontrolle im Hinblick auf die Erteilung einer Bescheinigung der Leistungsbeständigkeit (System zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit: 1) für das Herstellwerk in Creuzburg sowie Erstprüfung“ der MPA Universität Stuttgart vom 20.08.2014
- [5] Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-9.1-100 „Furnierschichtholz Kerto S und Kerto Q“, Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin, 6.6.2011
- [6] Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-9.1-811 „Furnierschichtholz Ultralam R, Ultralam RS und Ultralam X“, Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin, 25.05.2010
- [7] Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-9.1-838 „Furnierschichtholz aus Buche zur Ausbildung flächiger und stabförmiger Tragwerke: Buchen-FSH längslagig und Buchen-FSH querlagig“, Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin, 21.09.2013
- [8] Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-9.1-837 „Brettschichtholz aus Buchen-Furnierschichtholz“, Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin, 02.12.2013
- [9] Prüfbericht 9026312000 / 1 „Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für Pollmeier Brettschichtholz aus Furnierschichtholz“ der MPA Universität Stuttgart vom 13.9.2013
- [10] Dill-Langer, G., Aicher, S. (2013) „Glulam composed of glued laminated veneer lumber made of beech wood: superior performance in compression loading.“ in Aicher S. et al. (editors) „Materials and Joints in Timber Structures“, RILEM book series, Springer Heidelberg
- [11] Prüfbericht 9027931000/2 „Erstprüfung von BSH aus Buchen-Furnierschichtholz“ der MPA Universität Stuttgart vom 30.09.2014