

Laubholzprodukte und -anwendungen im Bauwesen – Aktueller Stand in Europa

Hardwood construction products and applications –
the situation in Europe today

Produits à base de bois feuillus et leur emploi dans le
Bâtiment – état des lieux en Europe

Simon Aicher
MPA Universität Stuttgart
Abteilung Holzkonstruktionen
DE-Stuttgart



Laubholzprodukte und -anwendungen im Bauwesen – Aktueller Stand in Europa

1. Einführung

Für tragende Anwendungen wurden spezielle Laubhölzer, hierbei insbesondere Eiche, seit antiken Zeiten in Europa Nadelhölzern aus Gründen höherer Tragfähigkeit in Verbindung mit deutlich höherer Dauerhaftigkeit vorgezogen. Gut erhaltene Dachkonstruktionen aus dem (frühen) Mittelalter in Großbritannien und insbesondere mehrgeschossige (bis zu 8 Geschoße) Fachwerkhäuser aus dem 16. und 17. Jahrhundert in Frankreich und Deutschland repräsentieren ein greifbares Zeugnis für die mechanische Leistungsfähigkeit und Dauerhaftigkeit hochbeanspruchter Eichenholzkonstruktionen. In Südeuropa wurde Kastanienholz vergleichbar genutzt.

Die im Vergleich zu Eichenholz äußerst geringe Dauerhaftigkeit von Buchenholz in Verbindung mit extremen Formänderungen, speziell größerer Querschnitte, bei Klima- und Wasserbeanspruchung schloss hingegen die Verwendung von Buchenholz für Bauzwecke in der Vergangenheit durchweg aus. Die im Vergleich zu heimischen Holzarten außergewöhnlich hohen Festigkeits- und Dauerhaftigkeitsniveaus diverser tropischer Holzarten, z. B. Bongossi, Greenhart, Kapur führten historisch bedingt speziell in Großbritannien und den Niederlanden, sowie in anderen europäischen Ländern zu einer hohen Nutzung dieser Laubholzarten bei klima/wasserexponierten Bauwerken.

Mit Beginn des Ingenieurholzbauens in Europa um 1910 nahm die Bedeutung heimischer und tropischer Laubhölzer für den Baubereich zunehmend ab, da vorfabrizierte, in beliebigen Dimensionen/Längen hergestellte Holzbauprodukte an Bearbeitungs- und Verklebungstechnologien gebunden waren/sind, die sich mit den diesbezüglich unkompliziert einsetzbaren Nadelholzarten – vor allem Fichte/Tanne – einfach umsetzen ließen. Dieser Trend zur zunehmenden, weitaus dominierenden Nadelholzverwendung im Bauwesen hat sich bis heute in Deutschland und Europa, von wenigen Ausnahmen abgesehen, fortgesetzt. So liegt in Deutschland [1] der Laubholzanteil der bestockten Holzbodenfläche zwar bei 43%, während der Anteil an stofflicher Verwertung bei lediglich 8% liegt, wovon der Anteil im Bauwesen unter 50% liegen dürfte. Im Gegensatz dazu beträgt der Brennholzanteil fast 60%. Derartige Zahlen dürften näherungsweise auch für andere große europäische Flächenländer wie z. B. Frankreich Gültigkeit haben.

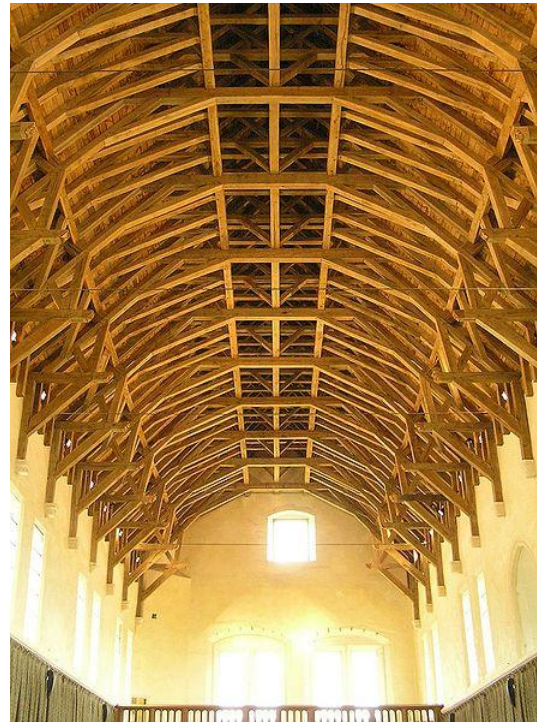
Seit wenigen Jahren zeichnen sich nunmehr Gründe und erste Anzeichen einer Trendwende in der Laubholznutzung ab. Die Preise für Nadelholz haben sich in Folge eindeutig zu hoher, nicht nachhaltiger Nutzungen und damit einhergehender Angebotsverknappungen deutlich erhöht. Infolge des Nachhaltigkeits- und Werterhaltungsgründen forcierten naturnahen Waldbaus werden Nadelholzwiederaufforstungen seit Jahren in Deutschland drastisch reduziert. Architektonisch getriebene Wünsche nach diversifizierten Raum- und Holzeindrücken, u.a. Pfosten-Riegel-Fassaden, die Rückbesinnung auf die hohen Laubholz-Leistungspotenziale und der latente Preisverfall von Laubholz haben in jüngerer Zeit eine Reihe interessanter Laubholzkonstruktionen und neue Laubholzbauteile hervorgebracht.

In Bezug auf die Verwendung von Laubhölzern als tragend einsetzbare Materialien gilt, dass die europäische Holzbaunorm DIN EN 1995-1-1 (EC5) [2] die Verwendung von Laubvollholz, sofern nach DIN EN 14081-1 [3] sortiert, voll umfänglich ermöglicht. Dies gilt bezüglich weiter veredelter „engineered wood products“ auch für Laubholz-basiertes Sperrholz gemäß DIN EN 13986 [4] in Verbindung mit EN 636 [5] und Furnierschichtholz nach DIN EN 14374 [6]. Bei Brettschichtholz ist heute europäisch normativ gemäß DIN EN 14080 [7] keine Verwendung von Laubholz möglich. Der letztere Sachverhalt wird jedoch durch diverse neuerdings vorliegende nationale und europäische Zulassungen und EADs kompensiert.

Das Leistungspotenzial sowie die Ästhetik früherer und neuzeitlicher Bauwerke unter Verwendung von Laubholz wird exemplarisch in den Bildern 1a – d aufgezeigt. Nachfolgend wird über wesentliche Aspekte von Laubholzarten, -Produkten und -Regelungen in Europa berichtet.



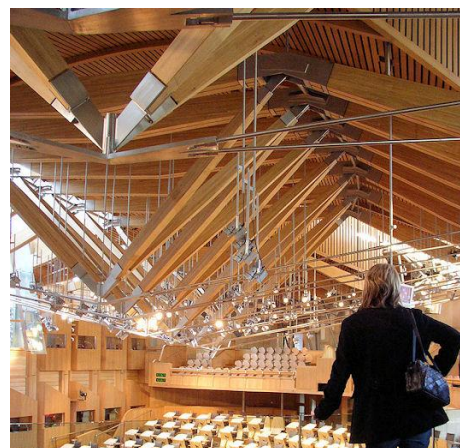
a)



b)



c)



d)

Abbildung 1a – d: Historische und neuzeitliche Bauwerke unter Verwendung von Laubholz (Eiche)-Bauten

a) 6-geschoßiges Fachwerkhhaus in Esslingen (Deutschland), 16. Jahrhundert

b) Versammlungshalle Kings College, Edinburgh (Großbritannien), in jüngster Zeit renoviert, Dachstruktur aus dem 13. Jahrhundert

c) & d) Dachkonstruktion des neuen schottisches Parlamentes

2. Laubholzarten im Bauwesen, Anwendungsbereiche, Produkte

2.1. Tragende Verwendung

Die wichtigsten heimischen und europäischen Laubholzarten, die heute im Bauwesen für tragende Zwecke als Voll-/Schnittholz als Brettlamellen für verklebte Produkte sowie in Form von Spänen/Partikeln verwendet werden, sind:

- die europäischen (Weiß-)Eichenarten (*Quercusrobur*, *Quercuspetraea*)
- Buche (*Fagussylvatica*)
- Birke (*Betulapendula*)
- Pappel (*Populusnigra* und diverse Klone, vgl. Tabelle 2)
- Kastanie (*Castaneasativa*)
- Robinie (*Robiniapseudoacacia*)
- Esche (*Fraxinusexcelsior*)

Neben den europäischen Laubhölzern werden für tragende Zwecke eine Reihe von Hart-
hölzern aus Afrika, Südostasien und Südamerika verwendet; die wichtigsten sind:

- Azobé/Bongossi (*Lophiraalata*)
- Greenhart (*Ocotearodiaei*)
- Angélique/Basralocus (*Dicoryniaguianensis* und *Dicoryniaparaensis*)
- Kapur (*Dryobalanops* spp.)
- Kerning (*Diperterocarpus* spp.)
- Karri (*Eucalyptus diversicolor*)
- Jarrah (*Eucalyptus marginata*)

Entsprechend ihrer teilweise deutlich unterschiedlichen Festigkeiten, Rohdichten, natürlichen Dauerhaftigkeiten (siehe nachfolgend) und den Verfügbarkeiten/Kosten werden die genannten Holzarten in unterschiedlichen Bearbeitungszuständen für unterschiedliche Verwendungszwecke und Produkte des Hoch-, Brücken- und Straßenbaus eingesetzt.

Tabelle 1 beinhaltet eine Zusammenstellung der Bearbeitungszustände, Verwendungszwecke und Bauprodukte der wichtigsten tragend verwendeten Laubholzarten. Bezüglich der artenspezifischen Zuordnungen zu Festigkeits- und Dauerhaftigkeitsklassen, siehe Abschnitt 3.

Tabelle 1: Zusammenstellung der wichtigsten Laubholzarten, Bearbeitungszustände und Verwendungsbereiche bzw. Produkte für tragende Zwecke im Bauwesen

Bearbeitungszustand	Holzart	Allg. Verwendung	Spezielle Verwendungen bzw. Produkte
Kantholz Bohlen / Bretter	Eiche	Hochbau Brückenbau	Balken, Stützen, Belagsbohlen
	Basralocus, Greenhart	Wasserbau	Dalben, Ufereinfassungen, insbesondere in NK3 - Kli- mabedingungen und hoch belastet.
	Bongossi, Kapur, Bangkirai	Brückenbau	
	Robinie	Straßenbau	
Brettlamellen für ver- klebte Bauprodukte	Eiche Kastanie Buche Esche Meranti (darkred)	Hochbau	Brettschichtholz
	Birke		Schalungsträger
Furniere	Buche	Hochbau	Sperrholz Furnierschichtholz
	Pappel Birke		Sperrholz
Späne / Partikel	Buche Pappel	Hochbau	Spanplatten

2.2. Nicht tragende Verwendung

Neben dem tragenden Bereich werden Laubhölzer in nicht unbedeutendem Maße für bemessungsrelevant nichttragende Zwecke im Fenster- und Türenbau sowie als Terrassenbeläge verwendet (Anmerkung: Die umfangreichen Verwendungen im Möbelbau werden hier nicht betrachtet). Im Fensterbau mit einer Absolutmenge von rd. 11 Millionen Fenstereinheiten in Deutschland im Jahr 2013 beträgt der Anteil an Holzfenstern bzw. Holz/Alu-Fenstern ca. 25%, was bei rd. 10lfm Holz pro Holzfenstereinheit rd. 200.000 m³ lamellierten Holzkanteln entspricht, wovon der Hauptanteil von rd. 65% (rd. 130.000 m³) auf Nadelholzkanteln entfällt. Circa 5% der Gesamtmenge an Holzfensterkanteln, d. h. rd. 10.000 m³, entfallen hierbei auf Eichenholzkanteln für die neben europäischer Eiche insbesondere (bessere Verfügbarkeit, geeigneterer Einschnitt) amerikanische Weißeichen verwendet werden.

30 % der lamellierten Fensterkanteln (rd. 60.000 m³) entfallen auf tropische Holzarten, insbesondere:

- Dark red Meranti (*Shorea pauciflora*, Südostasien) zu ca. 90%
- Sipo-Mahagoni (*Entandrophragma utile*)
- Sapeli-Mahagoni (*Entandrophragmacylindricum*, Zentral-, Westafrika)

In geringeren Mengen werden daneben für lamellierte Fensterkanteln verschiedene Eucalypten-Arten, insbesondere *Eucalyptus grandis* aus Mittelamerika sowie *Eucalyptus globulus* aus Spanien eingesetzt.

3. Festigkeits-, Steifigkeits- und Dauerhaftigkeitskennwerte von Laubhölzern

Ungeachtet der heute im Vergleich zur Nadelholzverwendungen im Bauwesen untergeordneten Bedeutung der Laubhölzer ist für die meisten tragend verwendeten, bzw. verwendbaren Laubholzarten eine Zuordnung von visuellen Sortierklassen zufolge DIN EN 14081-1 – konformer Sortiervorschriften zu Festigkeitsklassen nach DIN EN 338 [8] mit spezifischen Festigkeits-, Steifigkeits- und Rohdichteprofilen nach EN 1912 [9] möglich.

Tabelle 2 beinhaltet eine Zusammenstellung der Festigkeitsklassenzuordnungen der wichtigsten im Bauwesen tragend verwendeten Laubholzarten spezieller Herkünfte mit den entsprechenden Sortiervorschriften. Mit angegeben sind die natürlichen Dauerhaftigkeiten nach DIN EN 350-2 [10]. Tabelle 3 zeigt die Festigkeits-, Steifigkeits- und Rohdichteprofile ausgewählter D- und C-Festigkeitsklassen gemäß DIN EN 338; D-Klassen geben die charakteristischen Eigenschaften von Laubhölzern an, während C-Klassen für Nadelhölzer stehen und zum Vergleich mit angegeben sind.

Es ist darauf hinzuweisen, dass die Sortierklassen der Laubholzart „Pappel“ deutscher und französischer Herkunft im Wesentlichen historisch bedingt in Nadelholz-Festigkeitsklassen (C-Klassen) eingestuft werden und nicht, wie zu erwarten, in die D-Klassen für Laubhölzer. Die zugeordneten C- und D-Klassen, z.B. C30 und D30, unterscheiden sich hinsichtlich der wichtigsten Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften (Biegung, Zug und Druck in Faserrichtung) nicht, bei der Schubfestigkeit sowie beim Elastizitätsmodul in Faserrichtung und beim Schubmodul nur gering. Deutliche bzw. sehr große Unterschiede zwischen zahlenmäßig gleichen C- und D-Klassen liegen jedoch bei der Zugfestigkeit rechtwinklig zur Faserrichtung $f_{t,90,k}$ sowie insbesondere bei der Druckfestigkeit $f_{c,90,k}$ und beim Elastizitätsmodul rechtwinklig zur Faserrichtung $E_{m,90,mean}$ sowie bei der Rohdichte ρ_k vor. So liegen die $f_{t,90,k}$ – bzw. $f_{c,90,k}$ – sowie die ρ_k –Werte der D-Klassen um den Faktor 1,5 bzw. 2,0 und 1,8 über den jeweiligen C-Klassen-Werten.

Wie ersichtlich kann Eichenholz deutscher Provenienz der Sortierklasse LS10 nach DIN 4074-5 [11] lediglich der Festigkeitsklasse D30 zugeordnet werden (eine normative LS13-Einstufung existiert bislang nicht). Buchenholz der Sortierklasse LS13 sowie Eschenholz der Sortierklassen LS10 und höher (Herkunft jeweils aus Deutschland) können ebenso wie *Eucalyptus globulus* aus Spanien der Festigkeitsklasse D40 zugeordnet werden.

Die hohen (D50) und die sehr hohen Festigkeitsklassen D60 und D70 sind mit Ausnahme amerikanischer Weißeiche zufolge englischer TH1 – Einstufung, die überprüfenswert erscheint, ausschließlich tropischen Laubhölzern aus Südostasien, Südamerika und Afrika vorbehalten. Diese Hölzer werden im Regelfall als (sehr) große Kantholzquerschnitte verbaut.

Es ist wichtig darauf hinzuweisen, dass sich die Festigkeitsklassenzuordnungen spezieller visueller Sortierklassen, z. B. der Sortierklasse LS10 nach DIN 4074-5 einer speziellen Laubholzart (z. B. Eiche) gemäß DIN EN 1912 ausschließlich auf den Fall der Kantholzsortierung und Hochkant- Biegefestigkeitsprüfungen beziehen. Dieser Sachverhalt ist insofern von großer Bedeutung, da spezifische Wuchseigenschaften der aufkommensmäßig wichtigsten europäischen Laubholzarten Buche und Eiche umfangreiche Vollholzverwendungen als Bretter, Bohlen oder Kanthölzer mit Längen im Bereich von rd. 3 bis 8 m im Grunde ausschließen.

Die resultiert zum einen aus der Ästigkeit in Verbindung mit ausgeprägten häufig schwer erkennbaren Faserneigungen und zum anderen aus Querschnittsverformungen, Balkenverdrehungen und Rissen infolge ausgeprägter Schwind- und Quellmaße, was insbesondere bei Buche zu abträglichen Form- und Dimensionsänderungen führt.

Die Kantholzsortierung und die auf Hochkantbiegung basierende Festigkeitseinstufung von Buche und Eiche führt sodann zu einer deutlichen Unterbewertung des eigentlichen Leistungspotentials beider Holzarten, das durch Auskappen von Schwachstellen aus Brettlamellen und deren Verwendung in keilgezinkten, verklebten Produkten (Brettschichtholz) weitaus besser genutzt werden kann (siehe nachfolgend).

Tabelle 2: Zuordnung länder- und holzartenspezifischer visueller Sortierklassen zu Festigkeitsklassen gemäß DIN EN 1912 [9]

Festigkeitskl. gemäß DIN EN 338	Land, das die Sortiervorschrift verwendet	Sortierklasse	Holzart		Herkunft	natürliche Dauerhaftigkeit nach DIN EN 350-2
			Handelsname	Botanische Bezeichnung		
D24	Italien	S	Edelkastanie	Castaneasativa	Italien ¹⁾	2
C22	Deutschland	LS10 und höher	Pappel	Populus nigra	Deutschland	5
C24	Frankreich	ST-II	Pappel	Populus ²⁾	Frankreich	5
C27	Deutschland	LS13	Pappel	Populus nigra	Deutschland	5
D30	Deutschland	LS10	Eiche	Quercus petraea Quercus robur	Deutschland	2
D35	Deutschland	LS10 und höher	Buche	Fagus sylvatica	Deutschland	5
D40	Deutschland	LS13	Buche	Fagus sylvatica	Deutschland	5
		LS10 und höher	Esche	Fraxinusexcelsior	Deutschland	5
	Spanien	MEF	Eucalyptus	Eucalyptusglobulus	Spanien	5
	Niederlande	C3 STH	Okan /Denja	Cylicodiscusgabunensis Harms	Congo-Brazzaville und Kamerun	1
	GB	HS	Iroko	Miliciaexcelsa Miliciaregia	Afrika ³⁾	1-2
			Jarrah	Eucalyptusmarginata	Westaustralien	1
			Sapeli-Mahagoni	Entandophragmacylindricum	Zentral-West-Afrika	3
D50	Frankreich	HS ST1	Angélique/Basralocus	Dicoryniaguianensis	Südamerika, franz. Guyana	2
	Niederlande	C3 STH	Balau/Bangkirai	Shoreaglauca Shoreamaxwelliana	Südostasien	2
			Greenhart	Ocotearodiaei	Surinam	1
	GB	HS	Kerning	Dipterocarpu-salba	Südostasien	3
			Karri	Eucalyptusdiversicolor	Westaustralien	2
TH1	Weißliche	Quercusalba	USA	2-3		
D60	GB	HS	Kapur	Dryobalanops spp.	Südostasien	1-2
D70	Niederlande	C3 STH	Azobé/Bongossi	Lophiraalata	Westafrika	2
	GB	HS	Greenhart	Ocotea rodiaei	Guyana	1

Tabelle 3: Ausgewählte D-Festigkeitsklassen für Laubhölzer gemäß DIN EN 338 [8]; zum Vergleich sind die Eigenschaften korrespondierender C(Nadelholz)-Klassen mit angegeben

Festigkeitsklasse	D30	(C30)	D40	(C40)	D50	(C50)	D60	D70
Festigkeitseigenschaften in N/mm²								
Biegung $f_{m,0,k}$	30		50		60		70	
Zug in Faser- richtung $f_{t,0,k}$	18		30		36		42	
Zug rechtwink- lig zur Faser- richtung $f_{t,90,k}$	0,6	(0,4)	0,6	(0,4)	0,6	(0,4)	0,6	0,6
Druck in Faser- richtung $f_{c,0,k}$	23		27		30		33	35
Druck rech- twinklig zur Faserrichtung $f_{c,90,k}$	5,3	(2,7)	5,5	(2,8)	6,2	(3,0)	7,0	9,0
Schub	3,9	(4,0)	4,2	(4,0)				
Steifigkeitseigenschaften in kN/mm²								
Mittelwert des Elastizitäts- moduls bei Bie- gung in Faser- richtung $E_{m,0,mean}$	11	(12)	13	(14)	14	(16)	17	20
Mittelwert des Elastizitätsmo- duls bei Bie- gung rechtwink- lig zur Faser- richtung $E_{m,90,mean}$	0,74	(0,40)	0,87	(0,43)	0,94	(0,53)	1,14	1,34
Mittelwert des Schubmoduls G_{mean}	0,69	(0,75)	0,81	(0,88)	0,88	(1,0)	1,06	1,25
Rohdichte in kg/m³								
Char. Rohdichte ρ_k	530	(380)	550	(400)	620	(430)	700	900

4. Gründe für die Nichtregelung von LH-BSH in DIN EN 14080

Der Sachverhalt, dass die neue europäische Brettschichtholznorm DIN EN 14080:2013 [7] keine konkreten Regelungen für Brettschichtholz (BSH) aus Laubholz (LH) enthält und sodann auch eine CE-Kennzeichnung auf Basis der Norm ausschließt, hat mehrere Gründe. Diese liegen zum einen im Bereich des Holzes selbst sowie in Verklebungs- und Qualitätssicherungsmaßnahmen.

Eine zuverlässige, sichere Abschätzung der Tragfähigkeit von Brettschichtholz beruht auf der Kenntnis der Zugfestigkeit der Lamellen $f_{t,0,k}$ sowie der Zugfestigkeit der Keilzinkenverbindung der Lamellen $f_{t,0,l,k}$ (für Qualitätssicherungsmaßnahmen kann die Keilzinkenzugfestigkeit durch Keilzinkenbiegefestigkeit $f_{m,i,j,k}$ ersetzt werden, sofern eindeutige Korrelationen bekannt sind). Basierend auf den genannten Kenngrößen kann in Verbindung mit gesicherten Erkenntnissen zu den Elastizitätsmoduln und deren Veränderung über die Lamellenlänge ein Modell für die Tragfähigkeit von Brettschichtholz, wie es z.B. in DIN EN 14080 mittels der Gleichungen in der Norm für Nadelholz angegeben ist, gebildet werden.

Diesbezüglich ist festzustellen, dass die genannten Eingangsgrößen – Zugfestigkeiten, Keilzinkenfestigkeiten, Elastizitätsmodulverteilungen für die unterschiedlichen für LH-BSH infrage kommenden Laubhölzer zum Zeitpunkt der Normabfassung nicht oder nur bedingt allgemein gültig vorlagen. Eine unmittelbare Übertragung der Zugfestigkeiten aus den D-Klassen-Festigkeitsprofilen für Kanthölzer wurde zudem insbesondere für die höheren D-Klassen als wissenschaftlich nicht statthaft angesehen.

Ein weiterer wesentlicher Punkt für die bisherige Ausklammerung von LH-BSH aus der europäischen BSH-Norm beruht darauf, dass keine allgemein verbindlichen, abgesicherten Angaben und Untersuchungen betreffend Anforderungen für die Scherfestigkeiten

und die Delaminierungsgrenzwerte der Flächenverklebungen vorlagen. In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass sich die Verklebung von Laubhölzern, artenspezifisch unterschiedlich, mit zunehmender Rohdichte, erheblich schwieriger gestaltet als bei Nadelhölzern, womit der Sicherstellung einer langfristigen Klebfugenbeständigkeit und -integrität ein umso erhöhter Stellenwert zukommt.

Die genannten Defizite, die einer Normung von LH-BSH bislang im Wege standen werden zurzeit u.a. in einem großen europäischen Wood-Wisdom Forschungsvorhaben untersucht. Es ist damit zu rechnen, dass nach Abschluss des Vorhabens zumindest für einige wichtige europäische Laubholzarten ausreichend Grundlagen für normative LH-BSH Regelungen vorliegen sollten.

5. National und Europäisch zugelassene Brettschichthölzer aus Laubholz

5.1. Meranti-BSH

Das erste im Jahr 2004 national seitens des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) zugelassene Produkt war Brettschichtholz aus Dark Red Meranti (Z-9.1-577 [12]), der Fa. Roggemann, Bremen, bzw. der Fa. PT Samtraco, Indonesien.

Die Abmessungen des Meranti-BSH sind mit Breiten von 55 bis 150 mm, einer Querschnittshöhe $h < 320$ und einer Länge l von maximal 6 m sehr beschränkt. Die Festigkeitsklasse des Brettschichtholzes wurde bei der Erstzulassung äußerst konservativ zu GL24h angesetzt, obwohl die Materialprüfungen eine Festigkeitsklasse in der Größenordnung von GL32 – GL36 ermöglicht hätten. Dieser Sachverhalt wird im Rahmen der anstehenden Zulassungsverlängerung/-ergänzung des bislang ohne bekannt gewordene Mängel eingesetzten Bauprodukts verfolgt.

5.2. Buche-BSH

Das erstmalig im Jahr 2009 national seitens des Deutschen Instituts für Bautechnik (DiBt) zugelassene BS-Holz aus Buche und BS-Holz aus Buche-Hybridträgern (Z-9.1-679 [13], Antragsteller: Studiengemeinschaft e.V., Wuppertal) stellt gegenüber dem vorstehend benannten, Meranti – BSH ein weitaus komplexeres und für deutlich größere Dimensionen zugelassenes Bauprodukt dar. Die Zulassung, die auf Erkenntnissen [14] eines umfangreichen Forschungsvorhabens am KIT fußt, regelt reines Buche-BSH mit einer Höhe bis 600 mm und Buche-Fichte-Hybridträger mit Querschnittshöhen bis 900 mm. Die Breite darf maximal 160 mm betragen und die Dicke der Buchenlamellen darf 30 mm nicht überschreiten. Die maximal zulässigen Dicken sind in der Neufassung der Zulassung für breite Querschnitte etwas reduziert. (Anmerkung des Autors: Die Dicken sollten auch bei geringeren Breiten aufgrund der Rissneigung des Buchenholzes geringer sein).

Infolge der geringen natürlichen Dauerhaftigkeit von Buchenholz, insbesondere jedoch wegen des ausgeprägten Schwind / Quellverhaltens des Holzes und der hieraus resultierenden Eigenspannungen und Rissbildungen ist der Anwendungsbereich auf die (Klima-) Nutzungsklasse 1 beschränkt.

Der Querschnittsaufbau des speziellen Buche-BSH kann zum einen homogen aus rein visuell nach LS10 gemäß DIN4074-5sortierten Lamellen sein. Zum anderen aber sind, wie in Tabelle 4 gezeigt, neben den ebenfalls rein visuellen Sortierklassen LS13 und LS13+A („+A“: Zusatzkriterium betreffend Ästigkeit: $DEB \leq 0,04$) fünf weitere kombiniert visuell-maschinelle Sortierklassen definiert, bei denen insbesondere Vorgaben bezüglich des Lamellen-Elastizitätsmoduls zu erfüllen sind. Mittels des genannten Lamellenspektrums lassen sich sodann, wie in Tabelle 5 gezeigt, insgesamt 6 unterschiedliche Buche- BSH-Festigkeitsklassen, beginnend bei GL28h bis zur höchsten Klasse GL48c, aufbauen.

Die den jeweiligen Festigkeitsklassen zugeordneten Festigkeits- und Steifigkeitskennwerte sind in Tabelle 6 aufgeführt. Es ist darauf hinzuweisen, dass insbesondere die Zug- und Druckfestigkeiten, die für alle Festigkeitsklassen in Ermangelung ausreichend abgesicherter Versuchs- / Simulationswerte extrem konservativ angesetzt wurden, zukünftig ent-

sprechend dem tatsächlichen Leistungspotentials des Holzes in die Zulassung implementiert werden. Bezüglich der Hybridbauten und der diesbezüglichen Regelungen sei aus Umfangsgründen auf [13] verwiesen.

Tabelle 4: Sortierkriterien und Grenzwerte der Buchenholzlamellen gemäß [13]

Bezeichnung	Sortierkriterien nach DIN 4074-5	Zusätzlich Ästigkeit	Elastizitätsmodul (N/mm ²)
LS 10	LS 10		
LS 10 + E13	LS 10		13000 <Edyn
LS 10 + E14	LS 10		14000 <Edyn
LS 13	LS 13		
LS 13 + A	LS 13	DEB ≤ 0,04	
LS 13 + E14	LS 13		14000 <Edyn
LS 13 + E15	LS 13		15000 <Edyn
LS 13 + A + E15	LS 13	DEB ≤ 0,04	15000 <Edyn

DEB = Ästigkeit A für den Einzelast nach DIN 4074-5

Tabelle 5: Querschnittsaufbauten der Buche- BSH-Träger unterschiedlicher Festigkeitsklassen nach [23] mit Anforderungen an die charakteristische Biegefestigkeit der Keilzinkenverbindungen

	GL 28h	GL 32c	GL 36c	GL 40c	GL 44c	GL 48c
Anforderungen an die äußeren Lamellen (> H/6 je Seite)						
Sortierung	LS 10	LS 13	LS13 + A	LS13 + E14	LS13 + E15	LS13 + A + E15
E _{dyn}	-	-	-	>14000	>15000	>15000
Anforderungen an die inneren Lamellen						
Sortierung	LS 10	LS 10	LS 10	LS 10+E13	LS 10+E14	LS 10+E14
E _{dyn}	-	-	-	>13000	>14000	>14000
Charakteristische Biegefestigkeit der Keilzinkenverbindungen						
f _{m,j,k}	≥ 47	≥ 55	≥ 58	≥ 62	≥ 65	≥ 69

Tabelle 6: Festigkeits-, Steifigkeits- Rohdichtekennwerte des reinen Buchen-BSH [13]

Festigkeitsklasse		GL 28h	GL 32c	GL 36c	GL 40c	GL 44c	GL 48c
Festigkeitskennwerte (N/mm ²)							
Biegefestigkeit	$f_{m,g,k}^{ab}$	28	32	36	40	44	48
	Zugfestigkeit						
	$f_{t,0,q,k}$	21					
	$f_{t,90,q,k}$	0,5					
Druckfestigkeit	$f_{c,0,q,k}$	25					
	$f_{c,90,q,k}$	8,4					
Schubfestigkeit	$f_{v,g,k}$	3,4					
	Steifigkeitskennwerte (N/mm ²)						
Elastizitätsmodul	$E_{0,q,mean}$	13500	13500	13500	14300	15100	15100
	$E_{0,q,05}$	12700	12700	12700	13700	14700	14700
	$E_{90,q,mean}$	690					
	$E_{90,q,05}$	550					
Schubmodul	$G_{q,mean}$	1000					
	$G_{q,0,05}$	800					
Rohdichtekennwert (kg/m ³)							
Rohdichte	$\rho_{g,k}$	650					
a	Bei Flachkant-Biegebeanspruchung der Lamellen bei Trägern mit einer Querschnittshöhe $h < 600$ mm darf der charakteristische Festigkeitswert mit dem Beiwert						
	$k_h = \min\left\{\left(\frac{600}{h}\right)^{0,14}; 1,1\right\}$ multipliziert werden.						
b	Die Werte gelten für Hochkant- und Flachkant-Biegebeanspruchung der Lamellen des Brettschichtholzes.						

5.3. Eiche- und Kastanien-BSH

In den Jahren 2012 und 2013 wurden für drei verschiedene Hersteller Brettschichthölzer aus Eiche und Kastanie basierend auf umfangreichen Zulassungsuntersuchungen an der MPA Universität Stuttgart zugelassen. Tabelle 7 beinhaltet für alle Produkte die relevanten Querschnittsabmessungen und -aufbauten, Lamellendicken und Holzherkünfte. Im Falle von Eiche-BSH der Fa. Holz-Schiller [15] handelt es sich um kleinformatigen, homogen aufgebauten BSH-Träger mit maximalen Querschnittsabmessungen von 70 mm x 280 mm. Die Träger werden vornehmlich für Pfosten – Riegel-Konstruktionen in Fassaden verwendet. Die Sortierklassen der Lamellen LS13 + entspricht den Kriterien der Klasse LS13 nach DIN 4074-5 und darüber hinaus darf der sichtbare Durchmesser der Äste maximal 7 mm betragen. Die Rohdichte der Eichenlamellen mit Herkunft aus Deutschland und Tschechien muss mindestens 600 kg/m³ und darf höchstens 700 kg/m³ betragen. Die Premiumklasse von Holz Schiller Eiche BSH zeichnet gegenüber den Standardprodukten dadurch aus, dass die beidseitig äußeren Lamellen keine Keilzinkenstöße aufweisen; hinsichtlich der Festigkeits-/und Steifigkeiten siehe nachfolgend.

Für das VIGAM Eichen-BSH mit Holzherkunft aus Frankreich liegen sowohl eine nationale DiBt-Zulassung [16] wie eine ETA [17] vor. Die maximalen Querschnittsabmessungen dieses Brettschichtholzes liegen bei 160 mm x 400 mm, die max. Länge beträgt 12 m und der Querschnitt ist durchweg inhomogen aus Lamellen der Sortierklasse LS10 und LS13 aufgebaut. Zur Sicherstellung der Produkt-Leistungsfähigkeiten sind im Rahmen der

werkseigenen Produktionskontrolle sowohl die Biegefestigkeit der Lamellen wie die Biegefestigkeit der Keilzinkenstöße zu prüfen. Für die Sortierklassen LS10 und LS13 liegen die Anforderungen für $f_{m,l,k}$ bei 38 bzw. 47 N/mm² und für $f_{m,j,k}$ bei 49 bzw. 51 N/mm².

Bezüglich des Querschnittaufbaus des Kastanienbrettschichtholzes gemäß ETA [18] wird auf Umfangsgründen auf die Tabelle 7 und [19] verwiesen.

Tabelle 7: Zusammenstellung von Abmessungen, Querschnittsaufbauten und Holzherkünften von drei national und europäisch zugelassenen LH-BSH-Produkten aus Eiche bzw. Kastanie

Dimensionsandspecifications	Glulamspeciesandbrand		
	oak Schiller standard& premium	oak VIGAM	chestnut
	[15]	[16], [17]	[18]
glulam			
-depth h (mm)	76-280	80-400	80-900
-width b (mm)	50-70	50-160	50-200
-length l (m)	≤ 4	≤ 12	≤ 13.5
-build-up			
• homogeneous	x ¹⁾	-	-
• symmetric inhomogeneous	-	x	x
• inner layer (≤2h/3)	LS 13+	LS 10	LS 10
• outer layers (h/6)	LS 13+	LS 13	LS 13
-number of laminations	≥4	≥4	4-30
laminations			
-thickness t (mm)	19-23	20±2	20-30
-width b (mm)	max. 70	50-160	50-200
-board length between finger joints l (m)	≥0.3	0.3-1.2	-
species	Quercusrobur Quercuspetraea		Castaneasativa
-origin	Germany & Czech Rep.	France	Northern Spain
-wood density ρ_{12} (kg/m ³)	-	600-750	-

Tabelle 8 führt für alle drei genannten LH-BSH-Produkte die charakteristischen Festigkeits-, Steifigkeits- und Rohdichtekenngrößen auf. Wie ersichtlich, liegen VIGAM- und Schiller Standard Eiche-BSH hinsichtlich der charakteristischen Biegefestigkeit nominell in Höhe der höchsten NH-BSH-Festigkeitsklasse GL32c. Wendet man den für NH-BSH mit Höhen $h < 600$ mm zulässigen Höhenfaktor an, so entsprechen die beiden Eiche-Produkte bei jeweils maximal zulässiger Höhe von 280 mm [15] bzw. 400 mm [16] etwa der NH-BSH der Klassen GL30c. Die Zugfestigkeiten parallel zur Faser von VIGAM- und Schiller Standard, Eiche BSH liegen unterschiedlich ausgeprägt um das rd. 1,3- bzw. 1,5 fache über den Werten von GL32c aus Nadelholz. Die mittleren Elastizitätsmoduln von Schiller (Standard und Premium) – Eiche BSH liegt mit 14,0 bzw. 14,4 GPa um max. 10% über dem NH-GL32c Wert.

Die größten Leistungspotentiale gegenüber Nadelholz-BSH liegen jedoch im Bereich der Druckfestigkeiten parallel und rechtwinklig zur Faserrichtung. Im Falle der faserparallelen Druckfestigkeit liegen die charakteristischen Werte von VIGAM- und Schiller-Eiche BSH etwa um den Faktor 2 oberhalb der Werte für NH-BSH der Klasse GL 32c. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass die sehr hohen Druckfestigkeitskennwerte $f_{c,0,k}$ nur für den Fall einer Verwendung in den Umgebungsbedingungen der NK1 gültig sind und für die NK2 um 1/3 auf ein sodann immer noch über NH-BSH liegendes Niveau abzumindern sind.

Die Druckfestigkeit rechtwinklig zur Faserrichtung der im Rede stehenden Eichen-BSH-Produkte liegt um Faktoren von 3-4 erwartungsgemäß weit über den $f_{c,90,k}$ -Werten von NH-BSH.

Im Falle von Schiller Premium Eiche-BSH mit nicht keilgezinkten Randlamellen verdoppelt sich die charakteristische Biegefestigkeit des Standard-Produkts auf nahezu 60 N/mm² während die anderen Eigenschaften nahezu durchweg unverändert bleiben.

Kastanien-BSH [18] weist gegenüber den vorstehend diskutierten Eiche-BSH-Produkten gut vergleichbare im Allgemeinen jedoch rd. 5 - 10% niedrigere Festigkeits- und Steifigkeitswerte auf. Ungeachtet dieses hohen Leistungspotentials liegt die Rohdichte von Kastanien-BSH mit $\rho_k = 520 \text{ kg/m}^3$ deutlich unterhalb der Eichen BSH-Werte, die im Bereich von 650 – 690 kg/m³ liegen. Es ist wesentlich, darauf hinzuweisen, dass sowohl die diskutierten Eiche- BSH-Produkte wie das Kastanien-BSH bislang ausschließlich für die Nutzungsklassen 1 und 2 zugelassen sind.

Tabelle 8: Kennwerte von Brettschichthölzern aus Eiche und Kastanie gemäß nationaler und europäisch technischer Zulassungen. Zu Vergleichszwecken ist NH-BSH der Festigkeitsklasse GL 32c mit angegeben.

Festigkeitseigenschaften (5% Quantile in MPA)	Eiche- BSH			Kastanie- BSH	Nadelholz- BSH GL 32c gemäß EN 14080:2013 [7]
	VIGAM [16], [17]	Schiller [15]			
		stan- dard	pre- mium	Sierrolam [18]	
Biegung $f_{m,k}$	33 ^{a),b)}	31,5	59,0	30	32
Zug					
parallel $f_{t,0,k}$	23	28,5	29,4	20	19,5
rechtwinklig $f_{t,90,k}$	0,6	0,6	0,6	0,7	0,5
Druck					
parallel $f_{c,0,k}$	45 ^{c)}	48	48	45	24,5
rechtwinklig $f_{c,90,k}$	8	9	9	5,5	2,5
Schub $f_{v,k}$	4	5,5	5,5	4,2	3,5
Steifigkeitseigenschaften (Mittelwerte in GPa)					
$E_{0,mean}$	14,4	14	14	13	13,5
G_{mean}	0,85	0,8	0,8	0,68	0,65
Rohdichte (in kg/m ³)					
ρ_k [kg/m ³]	690	650	650	520	400

6. National zugelassene und europäisch genormte LH-Sperrholzplatten

Sperrholz nach den europäischen Normen DIN EN 636 [5] und DIN EN 13986 [4] schließt die Verwendung von Laubhölzern mit ein. Dessen ungeachtet werden die meisten Sperrhölzer in Europa heute aus Nadelholz hergestellt. Daneben gibt es einige wenige genormte bzw. allgemein bauaufsichtlich zugelassene Sperrhölzer aus den Holzarten Birke, Pappel und Buche. Tabelle 9 listet einige der bekanntesten Produkte der Laubholz-Sperrhölzer gemäß den Zulassungen [20] und [21] (Birke- bzw. Buchesperrhölzer) bzw. gemäß Hersteller-Leistungserklärung [22] gemäß DIN EN 13986 (Pappel-Sperrholz) auf. Wie ersichtlich weisen alle LH-Sperrhölzer gegenüber typischem Nadelholz-Sperrholz deutlich höhere Festigkeiten auf, während die Steifigkeitskennwerte ungefähr in der gleichen Größenordnung liegen.

Tabelle 9: Festigkeit-, Steifigkeits-, und Rohdichtekennwerte allgemein bauaufsichtlich zugelassener bzw. europäisch genormter Sperrholzplatten

Holzarten					
		Fichte¹⁾	Birke²⁾	Pappel³⁾	Buche⁴⁾
charakteristische Festigkeitskennwerte (N/mm²)					
Plattenbeanspruchung					
Biegung parallel	$f_{m,0,k}$	21,4	38,8	31,0	54,7
Biegung quer	$f_{m,90,k}$	12,8	32,3	21,0	57,7
Schub	$f_{v,k}$	1	2,7	--	2,5
Scheibenbeanspruchung					
Zug parallel	$f_{t,0,k}$	13,6	41,5	--	40
Zug quer	$f_{t,90,k}$	5	37,5	--	40
Druck parallel	$f_{c,0,k}$	22,7	28,1	--	40
Schub	$f_{v,0,k}$	3,7	9,9	--	8
mittlere Steifigkeitskennwerte (N/mm²)					
Plattenbeanspruchung					
	$E_{m,0,mean}$	8600	9500	5100	9300
	$E_{m,90,mean}$	3800	7000	3600-	8800
Scheibenbeanspruchung					
	$E_{t/c,0,mean}$	9100	8900	--	9100
	G_{mean}	370	625	--	800
Rohdichtekennwert (kg/m³)					
	ρ_k	400	630	--	730
1) "Metsä Wood Spruce" gemäß Z-9.1-843 [20], Anlage 4; Plattendicke 24 mm, Furnierdicke 3 mm, Aufbau I-III-I					
2) "Metsä Wood Birch" gemäß Z-9.1-843 [20], Anlage 8 Plattendicke 24 mm, Furnierdicke 1,4 mm, Aufbau* I-I-I-I-I-I-I-I; * Fehler in Zulassung					
3) "WELDE FILM ROBUSTA" [22], Typ EN 636-3S gemäß EN 13986 zufolge Leistungserklärung der Fa. WELDE BULGARIA AD, Plattendicke 30 mm, Furnierdicke 2,0 mm, Aufbau I-I-I-I-I-I-I-I					
4) "Sperrholz aus Buchefurnieren, Fa. Hess[21], Döttingen, gemäß Z-9.1-841, Anlage Plattendicke 25 mm, Furnierdicke 2,5 mm (Außenlagen 1,25 mm), Aufbau D I-I-I-I-I-I					

7. National zugelassene bzw. europäisch genormte LH-Furnierschichtholzprodukte

Seit Kurzem ist das erste LH-Furnierschichtholzprodukt in Europa verfügbar, nämlich Buchen-Furnierschichtholz [23] der Fa. Pollmeier. Dieses Produkt wird ausführlich in anderen IHF 2014-Beiträgen vorgestellt.

8. Zugelassene LH-Schalungsträger

Der Fa. Doka Industrie GmbH wurde als Antragsteller im Jahr 2011 erstmalig eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für einen hochkomplex aufgebauten Holzschalungsträger [24] erteilt, der in wesentlichen Komponenten aus Laubholzprodukten besteht. Das Stegmaterial ist Pappelsperrholz [22] und die Gurte bestehen aus einer hybriden zweischichtigen Verklebung von Birken- und Fichtenlamellen. Die charakteristische Flachkant-Biegefestigkeit der Gurte mit der keilgezinkten Birkenholzlamelle in der Zugzone muss hierbei mindestens 63 N/mm^2 betragen

9. Ausblick

In jüngerer Zeit (ab 2012) wurden vermehrt hochleistungsfähige und architektonisch ansprechende Bauprodukte (Brettschichtholz, Schalungsträger, Sperrholz, Furnierschichtholz) auf Basis diverser europäischer Laubhölzer (Eiche, Kastanie, Buche und Birke) national und europäisch zugelassen bzw. normenbasiert in den Markt eingeführt. Es ist ein zunehmender Einsatz dieser Produkte zu verzeichnen.

Zur Überwindung bestehender Einschränkungen des Laubholzeinsatzes insbesondere für höherwertige verklebte Bauprodukte, resultierend aus Wissensdefiziten werden zurzeit an mehreren Forschungsstellen u.a. im Rahmen eines EU-Wood Wisdom Projekts umfangreiche Forschungs- und Entwicklungsarbeiten betrieben. Es ist davon auszugehen, dass ökonomische, technische und forst- sowie umweltpolitische Triebfedern in Kürze zu einer deutlich höheren Verwendung von Laubhölzern im Bauwesen führen werden.

10. Literatur

- [1] Statistisches Bundesamt: Holzeinschlag und Verkauf. Unterlage der Gruppe VII A. Bonn
- [2] DIN EN 1995-1-1:2010, Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Holzbau
- [3] DIN EN 14081:2011 Holzbauwerke – Nach Festigkeit sortiertes Bauholz für tragende Zwecke mit rechteckigem Querschnitt – Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- [4] DIN EN 13986:2005 Holzwerkstoffe zur Verwendung im Bauwesen – Eigenschaften, Bewertung der Konformität und Kennzeichnung
- [5] DIN EN 636:2012 Sperrholz - Anforderungen
- [6] DIN EN 14374: 2005 Holzbauwerke – Furnierschichtholz für tragende Zwecke – Anforderungen
- [7] DIN EN 14080:2013: Holzbauwerke – Brettschichtholz und Balkenschichtholz – Anforderungen
- [8] DIN EN 338:2013 Bauholz für tragende Zwecke – Festigkeitsklassen
- [9] DIN EN 1912:2012 Bauholz für tragende Zwecke – Festigkeitsklassen – Zuordnung von visuellen Sortierklassen und Holzarten
- [10] DIN EN 350-2:1994 Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten: Natürliche Dauerhaftigkeit von Vollholz
- [11] DIN 4074-5:2008 Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit – Teil 5: Laubschnittholz
- [12] Z-9.1-577: Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) vom 01.04.2010 (Erstzulassung 05.04.2004). Zulassungsgegenstand: Brettschichtholz aus Dark Red Meranti, Antragsteller Enno Roggemann GmbH, Bremen.

- [13] Z-9.1-679: Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) vom 07.10.2009. Zulassungsgegenstand: BS-Holz aus Buche und BS-Holz Buche-Hybridträger. Antragsteller: Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V., Wuppertal
- [14] Frese, M (2006): Die Biegefestigkeit von Brettschichtholz aus Buche- Experimentelle und numerische Untersuchungen zum Laminierungseffekt. Forschungsbericht, Band 5, Karlsruher Berichte zum Ingenieurholzbau, Universitätsverlag Karlsruhe
- [15] Z-9.1-821: Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) vom 02.03.2013. Zulassungsgegenstand: Holz Schiller Eiche-Pfosten-Riegel-Brettschichtholz. Antragsteller: Holz Schiller GmbH, Regen
- [16] Z-9.1-704: Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) vom 04.05.2012. Zulassungsgegenstand: VIGAM Brettschichtholz aus Eiche. Antragsteller: Elaborados y Fabricados Gamiz S.A., Sta. Cruz de Campezo, Spanien
- [17] ETA-13/0642: Europäisch Technische Zulassung des Österreichischen Instituts für Bautechnik (OIB) vom 28.06.2013. Zulassungsgegenstand: Brettschichtholz (BSH) aus Laubholz, Antragsteller: Elaborados y Fabricados Gamiz S.A., Sta. Cruz de Campezo, Spanien
- [18] ETA-13/0646: Europäisch Technische Zulassung des Österreichischen Instituts für Bautechnik (OIB) vom 28.06.2013. Zulassungsgegenstand: Brettschichtholz (BSH) aus Laubholz. Antragsteller: SIEROLAM S.A., Siero 33188 Asturias, Spanien
- [19] Aicher, S., Christian, Z.; Dill-Langer, G. (2014): Hardwood glulams – emerging timber products of superior mechanical properties. Proceedings World Conf. on Timber Engineering (WCTE 2014).
- [20] Z-9.1-843: Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) vom 04.08.2014. Zulassungsgegenstand: Sperrhölzer aus Nadelholz „Metsä Wood Spruce“ und Sperrhölzer aus Birkenholz „Metsä Wood Birch“. Antragsteller: MetsäliittoCooperativeMetsä Wood, Finnland
- [21] Z-9.1-841: Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) vom 25.11.2013. Zulassungsgegenstand: Sperrholz aus Buchefurnieren. Antragsteller: Hess & Co. AG, Döttingen, Schweiz
- [22] DOP for WELDE FILM ROBUSTA 01/07/2013: Declaration of performance for product type „WELDE FILM ROBUSTA“poplar plywood external use as structural components in exterior conditions (EN 636-3S), Manufacuterer: WELDE BULGARIA AD, Troyan, Bulgarien
- [23] Z-9.1-838: Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) vom 25.09.2013. Zulassungsgegenstand: Furnierschichtholz aus Buche zur Ausbildung stabförmiger und flächiger Tragwerke „Buchen-FSH längslagig“ „Buchen-FSH querlagig“. Antragsteller: Pollmeier Furnierwerkstoffe GmbH, Creuzburg
- [24] Z-9.1-773: Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) vom 8.4.2014 (erstmalig zugelassen am 2.11.2011). Zulassungsgegenstand: Holzschalungsträger DOKA-Träger I tec 20, Antragsteller: DO-KA Industrie GmbH, Amstetten, Österreich