

TECHNISCHE INFORMATIE

KVH® MASSIEF CONSTRUCTIEHOUT

(Constructiehout met zwaluwstaartverbinding volgens EN 15497:2014)

DUOBALKEN®, TRIOBALKEN®

(gelamineerd massief hout volgens EN 14080:2013)



Uitgever:
Überwachungsgemeinschaft
KVH Konstruktionsvollholz e.V.

Contact:
Heinz-Fangman-Str. 2
42287 Wuppertal
0202 – 769 727 35 fax
info@kvh.eu

De technische informatie in dit document komt op het moment van het ter perse gaan overeen met de erkende regels van de techniek. Enige vorm van aansprakelijkheid voor de inhoud kan ondanks zorgvuldige bewerking en toetsing niet worden aanvaard.

Technische bewerking:
bauart Konstruktions GmbH & Co. KG
Spessartstraße 13
36341 Lauterbach (Hessen)
www.bauart-konstruktion.de

Redactie:
Dr.-Ing. Tobias Wiegand, Wuppertal

Lay-out:
radermacher schmitz pr
53639 Königswinter
www.radermacher-pr.de

Foto's:
Pag 1: Überwachungsgemeinschaft
Konstruktionsvollholz e.V.

Pag 4: Thomas Koculak,
Informationsdienst Holz;
architektur_raum,
bauer sternberg, Bonn

Architects: architektur_raum,
bauer sternberg, Bonn

Pag 15: Stora Enso Timber Deutschland GmbH
Max-Breiherr-Straße 20
D - 84347 Pfarrkirchen

Pag 16: Ladenburger GmbH
Zur Walkmühle 1-5
D- 73441 Bopfingen-Aufhausen

Pag 20: Holzwerke Bullinger GmbH & Co. KG
In der Au
D - 73453 Abtsgmünd

Pag 30: Stora Enso Timber Deutschland GmbH
Max-Breiherr-Straße 20
D - 84347 Pfarrkirchen

Inhoud

1	Een nauwkeurig materiaal	3
2	Vervaardiging en technische eigenschappen	5
3	Eisen en toepassingsgebieden	6
4	Leveringsprogramma en geprefereerde doorsneden	9
5	Ontwerp	11
6	Aanbesteding en technische regels	21
7	Prestatieverklaringen, aanduidingen en aanvullende controle in overeenstemming met de overeenkomst inzake KVH®	22
8	Literatuur en normenoverzicht	31
9	Voordelen van KVH®, Duobalken® en Triobalken®	32

1 Een nauwkeurig materiaal

Het bouwen met hout kent een zeer lange traditie. Sinds duizenden jaren gebruikt de mens hout voor zijn bouwwerken. Ook vandaag de dag nog gebruikte bouwwerken uit vroegere eeuwen tonen de duurzaamheid en de hoge woonwaarde van houten gebouwen aan.

Beter dan de norm voorschrijft

Woongebouwen moeten aan hogere eisen voldoen wat betreft veiligheid en comfort. De gebouwen dienen een goede thermische bescherming in de winter te bieden, 's zomers tegen de warmte te beschermen en bovendien geluidswerend te zijn. De gebruikte bouwstoffen dienen zowel ecologisch als voor de gezondheid onschadelijk te zijn, zichtbaar blijvende bouw delen dienen er met weinig onderhoud blijvend esthetisch uit te zien. De moderne houtbouw vergt vandaag de dag bovendien maathoudende, exact gedimensioneerde en technisch gedroogde massief houten producten. De veranderde productietechnologie in de timmerbedrijven, die veelal CNC-bestuurde verwerkingsinstallaties toepassen, vergt voor een vlekkeloos productieproces een duidelijk gedefinieerd materiaal.

De bovengenoemde eisen wat betreft massief houten producten vinden hun weerslag in strengere eisen in de betreffende normen. De in de overeenkomst met betrekking tot massief constructiehout KVH® [1] en Duobalken®/Triobalken® [2] voorkomende eisen gaan, zoals hieronder nog zal worden aangegeven, heel wat verder dan deze richtlijnen.

Technologievoordeel

Met de ontwikkeling van KVH® massief constructiehout evenals de Duobalken® en Triobalken® zijn er nauwkeurige materialen beschikbaar, die zorgvuldig technisch gedroogd, maathoudend, geschaafd of geëgaliseerd en uit voorraad in vele afmetingen en lengten leverbaar zijn. KVH® evenals Duobalken® en Triobalken® zijn beschermde handelsmerken.

Gecontroleerde kwaliteit

De bedrijfsinterne kwaliteitscontrole voor massief constructiehout van KVH® wordt volgens de strenge regels van de controlegemeenschap KVH® uitgevoerd, de bedrijven worden bovendien door onafhankelijke keuringsdiensten regelmatig extern gecontroleerd. De controlevoorwaarden van de controlegemeenschap KVH®

zijn in de overeenkomsten met Holzbau Deutschland (Houtbouw Duitsland) (Holzbau Deutschland – Bund Deutscher Zimmermeister) vastgelegd. De controle van Duobalken® en Triobalken® vindt op een vergelijkbare manier plaats.

KVH® massief constructiehout (constructiehout met zwaluwstaartverbinding) volgens EN 15497:2014 [3]

Kunstmatig gedroogd en geschaafd of geëgaliseerd¹⁾ massief hout met vastgelegde maattoleranties, visueel of machinaal gesorteerd, voor zichtbare en niet zichtbare toepassingen. Normaal gesproken heeft KVH® zwaluwstaartverbindingen. De lengte bedraagt normaal gesproken 13 m. Grotere lengten zijn op aanvraag mogelijk. KVH® voldoet aan de eisen DIN EN 15497 (voor massief hout met zwaluwstaartverbinding) evenals DIN EN 14081-1 [4] (voor massief hout zonder zwaluwstaartverbinding). Daarnaast wordt de naleving van de aanvullende eisen uit de overeenkomst m.b.t. massief constructiehout door eigen of externe bewaking gecontroleerd.

¹⁾geëgaliseerd door passende houtbewerking (bv. zagen, schaven, slijpen) op een uniforme afmeting gebracht, zonder recht op gladde, uniforme oppervlakte.

Duobalken® en Triobalken® (gelaagd balkennout), volgens DIN EN 14080:2013 [5]

Samengestelde massief houten diameter uit twee resp. drie aan elkaar gelijkde afzonderlijke houten van dezelfde doorsnede. De lamellen hebben over het algemeen een zwaluwstaartverbinding. De lengte van de Duobalken® en de Triobalken® bedragen normaal gesproken 13 m. Grotere lengten zijn op aanvraag mogelijk. Duobalken® en Triobalken® worden volgens EN14080:2013 vervaardigd. Boven de norm uitgaande kwaliteitseisen, bijvoorbeeld aan de oppervlakte, kunnen volgens de overeenkomst over Duobalken® en Triobalken® met Holzbau Deutschland worden aangevraagd. Zoals bij KVH® wordt de naleving van deze aanvullende kwaliteitseisen in het kader van eigen externe controles door onafhankelijke instellingen veilig bewaakt.



Duurzaamheid

Hout heeft in vergelijking met andere bouwstoffen ecologische voordelen. Naast het unieke kenmerk de enige in grote hoeveelheden groeiende constructiebouwstof te zijn, zijn korte transportwegen, eenvoudige bewerking en afvalvrije productie slechts enkele van de redenen, waarom voor de productie van een functioneel gelijkwaardige houten bouwcomponent veel minder energie nodig is dan voor componenten van andere materialen.

Nadere informatie bevatten de milieuproduct-declaraties [6], [7] die op de homepage www.kvh.eu te vinden zijn.

Nauwkeurige voorbereiding en energiezuinig bouwen

De hoge mate van maathoudendheid van KVH[®], Duobalken[®] en Triobalken[®] (zie ook tabel 3.1 en 3.2) is een belangrijke voorwaarde voor de efficiënte machinale houtbewerking in het houtbouwbedrijf.

Pas met dergelijke houten kunnen kostenbesparende CNC-gestuurde machines worden toegepast en kan er een hoge prefabricagegraad worden gerealiseerd.

Goed geïsoleerde gebouwen vergen een duurzame luchtdichtheid van de gebouwmantel. De bouwdeelen moeten daarom exact passend vervaardigd zijn. Door vocht veroorzaakte vormveranderingen mogen de luchtdichtheid niet nadelig beïnvloeden. High-tech houtsoorten zoals KVH[®], Duobalken[®] en Triobalken[®] maken luchtdichte en zodoende energiezuinige houten bouwwerken mogelijk met een hoge thermische isolatiestandaard.

2 Productie en technische eigenschappen

For the production of KVH[®], Duobalken[®] en Triobalken[®] zacht hout, normaal gesproken vuren- hout, wordt gebruikt voor de primaire verwerking tot ruwe balken op moderne versnipperaars en cirkelzaaginstallaties. Het afvalhout van de verwerking, zoals schors, brandhout en snippers, wordt volledig ge-recycled en gebruikt voor het opwekken van stroom, in de papierproductie of voor de vervaardiging van houtvezelmaterialen.

Na de volledige droging in volautomatische, computerbestuurde ovens, wordt het hout op sterkte gesorteerd. Vergroeiingen die de sterkte van het product zouden kunnen verminderen, worden uit de balken gesneden. De op die manier geresaliseerde afzonderlijke doorsneden worden vervolgens door middel van zogenaamde zwaluwstaarten met elkaar verbonden, zodat er theoretisch oneindig lange strengen kunnen worden vervaardigd.

Na het maken van de zwaluwstaartverbinding (afhankelijk van de lengte, hiervan kan op aanvraag worden afgezien), worden de stukken hout op lengte gezaagd en op een exacte maat geschaafd of geëgaliseerd.

Bij Duobalken[®] en Triobalken[®] wordt dit gevolgd door het verlijmen van twee tot vijf afzonderlijke lamellen, zodat er een gelijkmatige doorsnede wordt gerealiseerd; het geheel wordt nogmaals geschaafd. De op die manier gemaakte producten worden gedroogd en in klimaatgeregelde opslagplaatsen bewaard, om ervoor te zorgen dat de balken droog en maathoudend zijn, voordat ze worden afgeleverd. Iedere productiefase kenmerkt zich door voortdurende kwaliteitscontroles (intern en externe inspecties door onafhankelijke instellingen).

TABEAU 2.1 - Soort, sterkteklasse en bouwphysische eigenschappen

Technische eigenschappen	KVH [®]	Duobalken [®] /Triobalken [®]
Soort	Vuren hout, ook grenen, pijnboom, lariks, douglas den op aanvraag	
Sterkteklasse volgens DIN EN 338 [8] sorteringsklasse volgens DIN 4074-1 [9]1)	C24 / S 10 TS ²⁾ ou C24 / S 10 K ³⁾ TS ²⁾ ou C24 M ⁴⁾ TS ²⁾	
Vochtgehalte u_m ⁵⁾	15 % ± 3 %	≤ 15%
Uitzetting- en krimperhouding	0,24 % voor 1 % verandering van vochtandeel	
Brandgedrag klasse volgens EN 13501-1 [10]	D-s2, d0	
Thermische geleidbaarheid λ	0,13 W / (mK)	
Waterdampdiffusieweerstand factor μ	40	

- 1) Voor andere Europese sorteringsnormen kan een toewijzing van de nationale sorteringsklassen aan sterkteklasse C24 worden gehandeld uit EN 1912:2013 [11]. De opmerking met betrekking tot de sorteringsnorm kan buiten beschouwing worden gelaten voor de machinale sterktesortering.
- 2) Het identificatieteken „TS” staat voor „droog gesorteerd”, d.w.z. voor de sortering bij een vochtgehalte van $u_m \leq 20\%$
- 3) Het identificatieteken „K” duidt een plaat of plank, gesorteerd als een verband.
- 4) Het identificatieteken „M” duidt mechanische sortering aan.
- 5) In de praktijk is het gemiddelde vochtgehalte u_m doorslaggevend voor het beoordelen van het vocht in het hout, waarbij u_m de aritmetische gemiddelde waarde van de meetresultaten is die worden verkregen van ieder stuk hout waarbij de elektroden 5 mm diep in het hout worden gestoken (oppervlaktevocht), tot de helft in het hout (kernvocht) en een derde van de houtdikte (gemiddeld vocht in het hout).

3 Eisen en toepassingsgebieden voor constructies die gedimensioneerd zijn volgens EN 1995-1-1 (Eurocode 5)

Massief constructiehout KVH®

In DIN EN 1995-1-1:2010 wordt in het hoofdstuk 3.2. "Massief hout" enerzijds een sortering naar sterkte volgens DIN EN 14081-1 anderzijds zwaluwstaart-verbindingen volgens DIN EN 385 [13] geëist.

Massief hout met zwaluwstaart-verbinding, zoals bijvoorbeeld KVH® mag principieel worden gebruikt voor de toepassingsdoeleinden, waarbij ook het gebruik van massief hout toegestaan is. Voor massief hout met zwaluwstaartverbinding geldt bovendien de beperking dat dit alleen in de gebruiksklassen 1 en 2 mag worden gebruikt.

De bovengenoemde norm DIN EN 385 werd in september 2013 ingetrokken en vervangen door de norm DIN EN 15497:2014. Onder de datum 10-10-2014 vond de publicatie van de norm DIN EN 15497 plaats in het Europese ambtelijk publicatieblad van de EU als basis voor de Europa-brede toepasbaarheid ervan. Onder de publicatiedatum 10-10-2014 is de norm in de landen van de EU in principe van toepassing. Tegelijkertijd begint er een één jaar durende co-existentperiode. Voor de toepassing van de norm DIN EN 15497 dienen eventueel de in de betreffende landen van de EU geldende regelingen voor de toepassing en het betoog in de betreffende nationale annex bij de Eurocode 5 in aanmerking te worden genomen.

DIN 15497 regelt prestatie- en productie-eisen voor bouwhout met zwaluwstaartverbinding met rechthoekige doorsnede van bepaalde naaldhoutsoorten. Massief constructiehout KVH® is massief hout met zwaluwstaartverbinding, waaraan aanvullende eisen worden gesteld wat betreft de maathoudendheid en de oppervlaktekwaliteit.

De Europese productnorm EN 14081-1 is van toepassing op KVH® dat geen zwaluwstaartverbinding heeft.

Voor KVH® zonder zwaluwstaartverbinding dient de Europese productnorm DIN EN 14081-1 te worden toegepast.

Naast de hierboven genoemde eisen van het bouwtoezicht moet massief constructiehout KVH® voldoen aan de aanvullende eisen van de "Overeenkomst inzake massief constructiehout", zie ook tabel 3.1.

Toepassingsgebied KVH®

KVH® met zwaluwstaartverbinding mag in de gebruiksklassen 1 en 2 volgens DIN EN 1995-1-1 (zie tabel 3.3) in constructies niet onderhevig zijn aan vermoeiingsbelastingen.

Er wordt met lijm van het type I volgens DIN EN 301 of DIN EN 15245 vervaardigd en de grenswaarde van de formaldehyde-uitstootklasse E1 (formaldehyde-uitstoot ≤ 0.124 mg/m³ lucht) worden duidelijk onderschreden. De bruikbaarheid van KVH® met verschillende natuurlijke duurzaamheid met behandeling met beschermingsmiddelen is nationaal geregeld.

KVH® zonder zwaluwstaartverbinding kan met dienovereenkomstige natuurlijk duurzaamheid, ook in de gebruiksklasse 3 worden gebruikt.

TABEL 3.1 - Eisen aan massief constructiehout KVH®

Sorteringscriterium	Eisen aan KVH®		Opmerkingen
	zichtbare toepassingen (KVH®-Si)	niet zichtbare toepassingen (KVH®-NSi)	
Sterkteklasse	C24, C24M		Andere sterkteklassen dienen apart overeen te worden gekomen
Productnorm	EN 14081-1 voor KVH® zonder zwaluwstaartverbinding EN 15497 voor KVH® met zwaluwstaartverbinding		
Houtvochtigheid	15% ± 3% technisch gedroogd: hout dat in een daarvoor geschikte technische installatie met procesbesturing op een temperatuur van T ≥ 55°C tenminste 48 uur op een houtvochtigheid van u ≤ 20% werd gedroogd		De gedefinieerde houtvochtigheid vormt de voorwaarde voor een verstrekkend afzien van preventieve chemische houtbescherming; evt. ook voorwaarde voor de vervaardiging van zwaluwstaartverbindingen.
Inzaagtype	het inzagen geschiedt gelet op het feit dat bij een ideaal gegroeide stam de mergpijp in twee strengen wordt ingezaagd; op verzoek: uitnemen van een kernplank met ≥ 40 mm	het inzagen geschiedt gelet op het feit dat bij een ideaal gegroeide stam de mergpijp bij het inzagen in twee strengen wordt doorgezaagd.	
Boom	niet toegestaan	10% van de kleinere diameterzijde	
Maathoudendheid van de diameter	DIN EN 336 [16] maathoudendheidsklasse 2 ≤ 10 cm = ±1 mm; > 10 cm en ≤ 30 cm = ±1,5 mm		De maathoudendheid voor de lengteafmetingen dient tussen de besteller en de leverancier te worden overeengekomen
Knoesttoestand	Losse knoesten en dode knoesten zijn niet toegestaan; hier en daar beschadigde knoesten of delen van knoesten tot max 20 mm diameter zijn toegestaan		
Knoesten	niet meer dan 70 mm		Bij machinale sortering geldt: • voor KVH®-NSi blijven de takafmetingen buiten beschouwing • voor KVH®-Si (geldt knoestigheid A gemeten volgens DIN 4074-1).
Ingegroeide schors	niet toegestaan		knoestschors wordt bij de knoest opgeteld
Scheuren	scheurbreedte b ≤ 3 % niet meer dan 6 mm	scheurbreedte b ≤ 5%	Scheurbreedte b gerelateerd aan de betreffende diameterzijde zonder beperking van de lengte of van het aantal scheuren.
Harsgallen	breedte ≤ 5 mm	-)	zonder beperking van de lengte of van het aantal harsgallen
Verkleuringen	niet toegestaan	blauwe kleur: toegestaan nagelbestendige bruine en rode stroken tot 2/5 bruine rot, witte rot: niet toegestaan	gemeten volgens DIN 4074-1
Insectenaandoening	niet toegestaan (DIN 68365 kwaliteitsklasse 1)	wormgaten tot 2 mm diameter toegestaan	
Verdraaiing	1 mm peer 25 mm hoogte		gemeten volgens DIN 4074-1
Overlangse kromming	≤ 8 mm/2m bij uitgenomen kernplank ≤ 4 mm/2m	par coupe à cœur refendu ≤ 8 mm/2m	gemeten volgens DIN 4074-1
Bewerking van de uiteinden	Haaks gekapt		
Oppervlaktehoedanigheid	geschaafd en afgekant	geëgaliseerd en afgekant	

) Correctie drukfout Juli 2016

Duobalken[®] / Triobalken[®] gelijmd massief hout

Gelijmd massief hout wordt niet vermeld in EN 1995-1-1, aangezien dit nog geen voorwerp is geweest van een Europese regeling op het moment dat deze norm werd afgedrukt. Gelijmd massief hout wordt normaal gesproken gebruikt wanneer KVH[®] oneconomisch is gebleken op grond van grote dwarsdoorsneden.

EN 14080 regelt de prestatie- en productievereisten met betrekking tot gelijmd massief hout dat van bepaalde zachte soorten vervaardigd is evenals van populier. In overeenstemming met EN 14080 moet gelijmd massief hout worden geproduceerd.

- Van lamellen met een maximale dikte van 85 mm met dezelfde sterkteklasse;
- Meet een maximale totale diameter van 280 mm;

Van lamellen zonder en met zwaluwstaartverbinding die met elkaar verlijmd zijn met een lijmtipe I (in overeenstemming met EN 301 [14] of EN 15425 [15]) voor serviceklasse 1 of met een lijm van het type II voor serviceklasse 1 en 2.

Duobalken[®] en Triobalken[®] die voldoen aan meer dan de vereisten van EN 14080:2013 die voldoen aan de aanvullende eisen van de overeenkomst m.b.t. Duobalken[®]/Triobalken[®] kunnen worden besteld, zie tevens tabel 3.1..

TABEL 3.2 - Eisen aan Duobalken[®] et Triobalken[®] balken

Sorteringscriterium	Eisen		Opmerkingen
	zichtbare toepassing (Si)	niet zichtbare toepassing (NSi)	
Technische regel	EN 14080:2013		
Sterkteklasse	C24 / C24M		andere sterkteklassen op aanvraag
Vochtaandeel	Maximum 15%		beschikbaar voorwaarden voor verlijmen
Afmetingstoleranties van de diameter	EN 336 tolerantieklasse 2 ≤ 10 cm = ± 1 mm, > 10 en ≤ 30 cm = ± 1,5 mm, > 30 cm = ± 2 mm		de afmetingstoleranties voor de overlangse afmetingen dienen te worden overeengekomen tussen de klant en de leverancier
Verdraaiing	≤ 4 mm/2 m		Ter vergelijking: DIN 4074-1; S10: ≤ 8 mm/2m
Overlangse kromming	≤ 4 mm/2 m		Ter vergelijking: DIN 4074-1; S10: ≤ 8 mm/2m
Oppervlaktekwaliteit	geschaafd en afgekant	geëgaliseerd en afgekant	de rechter kanten (kant aangrenzend aan de kern) moeten naar buiten gericht zijn
Afwerking van de uiteinden	loodrecht afgewerkt		

Toepassingsgebieden voor Duobalken® en Triobalken®

Duobalken® en Triobalken® balken kunnen in de gebruiksklasse 1 en 2 worden toegepast in overeenstemming met EN 1995-1-1 (zie tabel 3.3); zie voor de rest zijn de details en uitleg bij KVH® van toepassing.

TABEL 3.3 - Gebruiksklassen

Gebruiksklassen (SC) volgens EN 1995-1-1 ¹⁾	gemiddelde houtvochtigheid u_m	Omschrijving
SC 1	$\leq 12 \%$	De gebruiksklasse 1 wordt aangeduid door een vochtgehalte in de bouwstoffen dat overeenkomt met een temperatuur van 20 °C en een relatieve luchtvochtigheid van de omgevende lucht, die slechts gedurende enkele weken per jaar een waarde van 65 % te boven gaat.
SC 2	$\leq 20 \%$	De gebruiksklasse 2 onderscheidt zich door een vochtigheidsgehalte in de bouwstoffen, dat overeenkomt met een temperatuur van 20 °C en een relatieve luchtvochtigheid van de omgevende lucht die slechts gedurende enkele weken per jaar een waarde van 85 % te boven gaat.
SC 3	$> 20 \%$	De gebruiksklasse omvat klimaatomstandigheden die leiden tot hogere vochtgehalten dan in gebruiksklasse 2.

4 Leveringsprogramma en geprefereerde diameters

KVH®, Duobalken® en Triobalken® zijn in talrijke geprefereerde diameters in de houtsoort vurenhout uit voorraad en onmiddellijk leverbaar. De houtsoorten grove de en zilverden evenals de duurzame lariks en de Douglas den zijn op verzoek leverbaar.

Kostenbesparing door geprefereerde diameters

De op de gebruikelijke constructieafmetingen in de houtbouw afgestemde geprefereerde diameters maken aanzienlijke kosten-besparingen mogelijk. De houtgroothandel met voorraadmagazijn bespaart de houtbouw-bedrijven een eigen groot

magazijn en maakt een grote planningsvrijheid mogelijk, zonder bedrijfskapitaal te binden. De fabrikanten kunnen door industriële productie voordelig produceren.

Levering ook volgens catalogus

De productie is zo flexibel opgezet dat lengten ook bouwwerk-gerelateerd "volgens catalogus" kunnen worden geleverd. Hiermee is ook daar waar men voor een order-gerelateerde planning heeft gekozen, droog en maathoudend hout beschikbaar.

Afmetingen

De maximaal leverbare diameterafmetingen zijn bij KVH[®] door de eisen aan de technische droging en de minimaal hard gekloofde zaging begrensd. Met de maximale afmeting van ca 14/24 cm kunnen de meeste eisen, bijvoorbeeld voor de plafondbalkdiameters met KVH[®] worden gerealiseerd. Voor verder gaande diametergrootten en bij hoge optische eisen zijn Duobalken[®] en Triobalken[®] beschikbaar, waarvan de diameters conform de vergunning van het bouwtoezicht beperkt zijn volgens EN 14080: 2013.

KVH [®]	b/h ≤ 14/24 cm
Duobalken [®]	b/h ≤ 16/28 cm (2 x 8/28 cm)
Triobalken [®]	b/h ≤ 24/28 cm (3 x 8/28 cm)
	b/h ≤ 10/36 cm (3 x 10/12 cm)

TABEL 4.1 - Geprefereerde diameters constructiehout KVH[®] NSi van vurenhout/den volgens de sterkteklasse C24/C24M

- Van doorsneden van meer dan 140mm moet omwille van de technische droging worden afgezien. Voor grotere breedten dan 140mm wordt het gebruik van gelamineerd balkenhout of gelamineerd plankenhout aanbevolen.
- Diameters voor andere houtsoorten (bijv. vurenhout, Douglas den, lariks) op aanvraag.
- Diameters in zichtbare kwaliteit (Si) op aanvraag.
- Andere sterkteklassen dan C24/C24M op aanvraag.

Hoogte (mm)	100	120	140	160	180	200	220	240
Breedte (mm)								
60	■	■	■	■	■	■	■	■
80		■		■	■	■	■	■
100	■			■		■		■
120		■		■		■		■
140			■					

TABEL 4.2 - geprefereerde diameters voor gelamineerd balkenhout van vurenhout/den (Si en NSi) en grove den (NSi) van sterkteklasse C24/C24 M

Ten aanzien van het draagvermogen is het verloop van lijmvog (horizontaal resp. verticaal) niet van belang. Zolang een fabrikant conform DIN EN 14080 geen verschillende sterktes in de beide hoofd draagrichtingen aangeeft, hetgeen momenteel niet gebruikelijk is. Wanneer een bepaald verloop van de lijmvog wordt gewenst, dient dit bij de bestelling te worden vermeld.

Geprefereerde diameters voor andere houtsoorten op aanvraag.

Hoogte (mm)	100	120	140	160	180	200	220	240
Breedte (mm)								
60 ¹⁾	■	■	■	■	■	■	■	■
80 ¹⁾	■	■	■	■	■	■	■	■
100	■	■	■	■	■	■	■	■
120		■	■	■	■	■	■	■
140			■	■	■	■	■	■
160				■	■	■	■	■
180					■	■	■	■
200						■	■	■
240							■	■

¹⁾ Deze diameters zijn volgens de definitie van DIN EN 14080 genormaliseerde triplex, werden echter volgens de nationale definitie tot dusver als gelamineerd balkenhout beschouwd.

● = Si = Si zichtbaar gedeelte
■ = NSi = niet zichtbaar gedeelte

5 Ontwerp

Ontwerp volgens EN 1995-1-1 (Eurocode 5-1-1)

Algemene zaken over Eurocode 5: Ontwerp en constructie van houten constructie - Deel 1-1: Algemeen - Algemene regels en regels voor de opbouw - De actuele stand van de ontwikkeling van de Eurocodes

5.1 Basisinformatie

Sinds medio jaren '70 werden er Europese ontwerpnormen, de zogenaamde Eurocodes, ontwikkeld. Deze zijn inmiddels in heel Europa van kracht. De Eurocodes zijn in Duitsland als Europese normen uit de serie EN 1990 – 1999 gepubliceerd.

De Eurocodes bevatten zogenaamde nationaal vast te stellen parameter (nationally determined parameters (NDPs)). Het is de landen van de EU geoorloofd om voor het realiseren en toepassen van de Eurocodes nationale annexen uit te werken. Hier worden nationale parameters vastgelegd, bijv. de gedeeltelijke veiligheidscoëfficiënten voor belasting- en materiaalparameters, zodat de nationale bouwtoezichts-organisaties het gewenste nationale veiligheid-sniveau kunnen veilig stellen. De NDPs worden in een nationale annex (National Annex (NA)) bij ieder gedeelte van de betreffende Eurocode vastgelegd. De nationale annexen mogen naast de NDPs ook aanvullende regelingen en toelichtingen (non-contradictory complementary information = NCI) bevatten, die niet in strijd zijn met de Eurocode. In het Duitse normenboek worden de nationale annexen door een toegevoegde „/NA” bij het betreffende normnummer aangeduid. DIN EN 1995-1-1/NA is bijvoorbeeld de Duitse annex bij de norm DIN EN 1995-1-1 [17].

Voor de houtbouw werd de Eurocode 5 in de volgende onderdelen ontwikkeld:

- la norme EN 1995-1-1:2010, in combinatie met EN 1995-1-1/A2:2014 – ontwerp en constructie van houten - deel 1-1: algemeen - algemene regels en regels voor hoogbouw
- EN 1995-1-2 [18] 2010 – Eurocode 5 : Ontwerp en constructie van houten constructies - deel

1-2: Algemeen- Ontwerp van de dragende constructie in geval van brand

- EN 1995-2 [19] 2010 – Eurocode 5 : Ontwerp en constructie van houten constructies-
deel 2: Bruggen

Het veiligheidsconcept van de gedeeltelijke veiligheidscoëfficiënten

EN 1995-1-1 baseert op het semi-probabilistische veiligheidsconcept met gedeeltelijke veiligheidscoëfficiënten. Evenals bij de meeste andere bouwstoffen wordt ook in Eurocode 5 voor de houtbouw gedifferentieerd naar de verificatie voor draagvermogen en voor de geschiktheid voor het gebruik (doorbuiging, trillingen).

Bij het aantonen van het draagvermogen dient te worden gecontroleerd dat de ontwerpwaarden¹⁾ van de belasting (E_d) in geen enkele ontwerp situatie groter zijn dan de ontwerpwaarden van de belastbaarheid (bouwcomponentweerstand (R_d)). Voor het bepalen van de ontwerpwaarden worden de karakteristieken²⁾ inwerken door permanente en veranderlijke lasten G_k resp. Q_k) met de gedeeltelijke veiligheidscoëfficiënten resp. γ_G ou γ_Q vermenigvuldigd. Analoog wordt de karakteristieke bouwcomponentweerstand R_k met een materiaal-deelveiligheidscoëfficiënt verlaagd.

¹⁾ Ontwerpswaarden met index d
(ontwerp) aangeduid

²⁾ karakteristieke waarden met index k
aangeduid

Vérificatie:	$E_d \leq R_d$
Ontwerpwaarden voor lasten:	$E_d = \gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k$
Ontwerpwaarden voor krachten en weerstanden:	$= \frac{k_{mod} \cdot R_k}{\gamma_M}$

De factor k_{mod} houdt bij het verifiëren van het draagvermogen als zogenaamde modificatiecoëfficiënt rekening met de bijzondere materiaaleigenschappen van het hout afhankelijk van de heersende klimatologische omstandigheden en de duur van de lastinwerking. De klimatologische omstandigheden worden over de gebruiksklassen gedefinieerd, zie tabel 3.3. Voor het bewijs van de geschiktheid voor het gebruik dienen de telkens aangegeven vervormingscoëfficiënten k_{def} te worden toegepast, die het verschillende gedrag van het hout en van de houtproducten in aanmerking nemen. De gedeeltelijke materiaalveiligheidscoëfficiënten, de modificatiecoëfficiënten evenals de vervormingscoëfficiënten dienen om te beginnen aan de norm DIN EN 1995-1-1 te worden ontleend. Waarden uit DIN 1995-1-1 gelden alleen voor zover de betreffende nationale annex (in Duitsland DIN EN 1995-1-1/NA) geen andere waarden vermeldt.

TABEL 5.1 – Coëfficiënten γ_M , k_{mod} en k_{def} als voorbeeld voor Duitsland

¹⁾ De nationale annexen van de overige EU-landen kunnen andere regelingen bevatten die moeten worden nageleefd..

	DIN EN 1995-1-1	DIN EN 1995-1-1/NA (Nationale annex in Duitsland) ¹⁾
Gedeeltelijke veiligheid-scoëfficiënt γ_M	EN 1995:2010, tabel 2.3 geldt niet!	Hier geldt: DIN EN 1995-1-1/NA:2013, tabel NA.2, tabel NA.3 Waarden zijn toegevoegd voor divers producten, die niet vermeld zijn in EN 1995-1-1.
Modificatie coëfficiënten k_{mod}	DIN EN 1995:2010, Tabel 3.1	Daarnaast geldt: DIN EN 1995-1-1/NA:2013, tabel NA.4 Waarden zijn toegevoegd voor diverse producten, die niet vermeld zijn in EN 1995-1-1.
Vervormings coëfficiënten k_{def}	DIN EN 1995:2010, tabel 3.2	Daarnaast geldt: DIN EN 1995-1-1/NA:2013, tabel NA. 5 Waarden zijn toegevoegd voor diverse producten, die niet vermeld zijn in EN 1995-1-1.

Karakteristieke sterkte- en stijfheidseigenschappen en de aanduiding ervan

De Eurocode 5-1-1 verwijst voor het ontwerp van massief hout zonder zwaluwstaartverbinding naar de Europese geharmoniseerde productnorm DIN EN 14081-1. Voor massief hout met zwaluwstaartverbinding wordt daarnaast geëist dat zwaluwstaartverbindingen moeten voldoen aan de norm DIN EN 385.

Het in de norm DIN EN 1995-1-1 geregelde product "gelamineerd balkenhout" (algemeen begrip voor Duobalken® en Triobalken®) wordt in de norm DIN EN 1995-1-1 niet gedefinieerd. Het wordt gedimensioneerd als massief hout.

TABEL 5.2 – Europese productnormen

Product	Product regel
Op sterkte gesorteerd constructiehout met rechthoekige doorsnede	DIN EN 14081-1
Massief hout met zwaluwstaartverbinding	DIN EN 15497
Duobalken®, Triobalken® (gelamineerd massief hout)	DIN EN 14080

Sinds 1 augustus 2012 dient constructiehout voor dragende doeleinden conform EN 14081-1 van het CE-keurmerk te zijn voorzien. In het CE-keurmerk dient de sterkteklasse volgend DIN EN 338 te worden vermeld (zie ook hoofdstuk 8 hieronder).

Constructiehout kan visueel op sterkte gesorteerd zij of machinaal. Voor de visuele sterktesortering wordt in Duitsland voor naaldhout over het algemeen de norm DIN 4074-1:2012 „Sortering van hout op sterkte – Deel 1: Gezaagd naaldhout” toegepast.

De machinale sortering vindt plaats volgens EN 14081-4: 2009 „Houten constructies – Op sterkte gesorteerd constructiehout voor dragende

doeleinden met rechthoekige doorsnede – Deel 4: Machinale sortering – Instellingen van sorteermachines voor machinaal gecontroleerde systemen”. Aangezien er in Europa historisch gezien een groot aantal visuele sorteringsnormen bestaat, die rekening houden met geografische bijzonderheden (houtsoort, groeigebieden en -eigenschappen, traditie), is het momenteel niet mogelijk om een enkel toepasselijk regelwerk voor de visuele sortering vast te leggen.

Een overzicht van de verschillende sorteringsnormen is indien nodig te vinden in de betreffende actuele versie van de norm DIN EN 1912:2013, Tabel A.1 [11].

TABEL 5.3 - toewijzing van visuele sorteringsklassen bij Europese sterkteklassen

Houtsoort (naaldhout)	Sorteringsklasse volgens DIN 4074-1	Sterkteklasse
vurenhout, den, grove den, lariks, Douglas den	S 10 ¹⁾ TS of S 10K ²⁾ TS	C 24

¹⁾ Vermelding van de toegestane buigspanning volgens de niet meer toepasselijke DIN 1052:1988/1996.

²⁾ De aanduiding K duidt op een als een kanthout gesorteerde plank of plaat.

TABEL 5.4 - Sterkte- & stijfheidscoëfficiënten in N/mm² en ruwe dichtheitscoëfficiënten in kg/m³ volgens EN 338 voor KVH[®] en voor Duobalken[®]/Triobalken[®]

Parameter	Toelichting	Symbool	C24
Buigsterkte		$f_{m,k}$	24
Treksterkte	parallel aan de vezel loodrecht t.o.v. de vezel	$f_{t,0,k}$ $f_{t,90,k}$	14 0,4
Druksterkte	parallel aan de vezel loodrecht t.o.v. de vezel	$f_{c,0,k}$ $f_{c,90,k}$	21 2,5
Schuifsterkte (schuifkracht en torsie)		$f_{v,k}$	4 ¹⁾
Rolschuifsterkte		$f_{R,k}$	1
Elasticiteitsmodules	gemiddelde waarde parallel aan de vezel	$E_{0,mean}$	11.000
	5%-kwantiel parallel aan de vezel	$E_{0,05}$	7.400
	gemiddelde waarde loodrecht t.o.v. de vezel	$E_{90,mean}$	370
Schuifmodules		G_{mean}	690
Rolschuifmodules		$G_{R,mean}$	69
Ruwe dichtheid	5%-kwantiel	ρ_k	350
	gemiddelde waarde	ρ_{mean}	420

¹⁾ Om de schuifspanningen ten gevolge overdrachtskracht aan te tonen dient, $f_{v,k}$ volgens de richtlijnen van de betreffende nationale annex met de coëfficiënt te worden verlaagd

5.2 Berekeningsvoorbeeld voor een plafond van houten balken

Het voorbeeld baseert op Duitse Nationale Annexen.

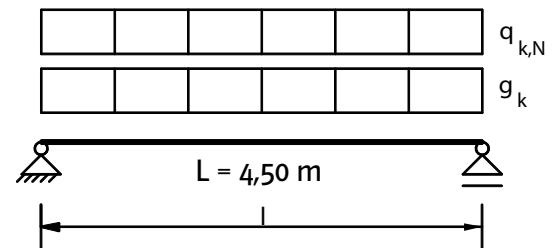
$q_{k,N}$ = toegestane maximum belasting voor woon- en verblijfsruimten evenals kantoren conform DIN EN 1991-1-1 een de Duitse nationale annex [20], [21] vermeerderd met de toevoeging voor tussenwanden $0,8 \text{ kN/m}^2$.

1. Systeem, afmetingen van bouwcomponenten

Plafond van houten balken als constructie met enkele overspanning

Balkstand: $e = 62,5 \text{ cm}$, $l = 4,50 \text{ m}$

Matériau: massief constructiehout KVH[®], C 24



2. Karakteristieke ineringen

permanent (statische belastingen)

$$g_k = 1,75 \text{ kN/m}^2$$

veranderlijke (nuttige lading incl. lichte tussendwand)

$$q_{k,N} = 2,80 \text{ kN/m}^2$$

Belastingcombinaties voor verificatie van draagvermogen

No.	Combinatie	Combinatieregels	Ontwerpwaarde	IDC	k_{mod}
LC 1	g	$1,35 \cdot g_k$	$\Sigma q_d = 2,36 \text{ kN/m}^2$	permanent	0,60
LC 2	g + p	$1,35 \cdot g_k + 1,5 \cdot q_k$	$\Sigma q_d = 6,56 \text{ kN/m}^2$	middel	0,80

Doorslaggevend is duidelijk LC2 die hieronder zal worden gevolgd.

3. Sterkte- en stijfheidseigenschappen C24

Karakteristieke waarde van buigsterkte

$$f_{m,k} = 24,0 \text{ N/mm}^2$$

Karakteristieke waarde van schuigsterkte

$$f_{v,k} = 2,0 \text{ N/mm}^2$$

Elasticiteitsmodules parallel aan de vezel

$$E_{o,mean} = 11.000 \text{ N/mm}^2$$

4. Ontwerpwaarden van de sterkten

Modificatiecoëfficiënt voor massief hout

$$k_{mod} = 0,80$$

Gedeeltelijke veiligheidscoëfficiënt

$$\gamma_M = 1,3$$

Ontwerpwaarde van de buigsterkte

$$f_{m,d} = 0,8 \cdot 24,0 / 1,3$$

$$f_{m,d} = 14,8 \text{ N/mm}^2$$

Ontwerpwaarde van de schuifsterkte

$$f_{v,d} = 0,8 \cdot 2,0 / 1,3$$

$$f_{v,d} = 1,23 \text{ N/mm}^2$$

5. Belastingen buigmomenten, laterale krachten en steunreacties

Snijwaarden per balk ($e = 62,5 \text{ cm}$)

$$R_d = \frac{k_{mod} \cdot R_k}{\gamma_M}$$

Ontwerpmoment voor LC 2:

$$M_d = \Sigma q_d \cdot l^2 / 8 = 6,56 \cdot 4,50^2 / 8 = 0,625$$

$$M_d = 10,38 \text{ kNm}$$

Laterale ontwerp kracht voor LC 2:

$$V_d = \Sigma q_d \cdot l / 2 = 6,56 \cdot 4,50 / 2 = 0,625$$

$$V_d = 9,23 \text{ kN}$$



Karakteristieke steunreactie voor de doorslaggevende LC 2:

Eindsteunen A en B:

$$A_{g,k} = B_{g,k} = 1,75 \cdot 4,50 / 2$$

$$A_{g,k} = 3,94 \text{ kN/m}$$

$$A_{q,k} = B_{q,k} = 2,80 \cdot 4,50 / 2$$

$$A_{q,k} = 6,30 \text{ kN/m}$$

6. Voor-dimensionering

Vereiste weerstandsmodules:

$$W_{y,req} = M_d / f_{m,d} = 10,38 \cdot 10^3 / 14,8$$

$$W_{y,req} = 701 \text{ cm}^3$$

Gekozen doorsnede:

voor $M_d = 10,38 \text{ kNm}$ $l/h = 8/24 \text{ cm}$ waarbij $W_y = 768 \text{ cm}^3$

7. Verificatie van grenswaarde van de belastbaarheid

Ontwerpwaarde van de buigsterkte:

$$\sigma_{m,y,d} = M_d / W_y = 10,38 / 768 \cdot 10^3 \quad \sigma_{m,y,d} = 13,5 \text{ N/mm}^2$$

verificatie:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} = \frac{13,5}{14,8} = 0,91 < 1$$

Ontwerpwaarde van de schuifspanning:

$$\tau_d = 1,5 \cdot V_d / A = 1,5 \cdot 9,23 / 192 \quad \tau_d = 0,72 \text{ N/mm}^2$$

verificatie:

$$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} = \frac{0,72}{1,23} = 0,59 < 1$$



8. Verificatie van geschiktheid voor het gebruik

Conform EN 1995-1-1, hoofdstuk 2.2.3, wordt aanbevolen om principieel de twee navolgende gevallen te onderzoeken:

a) Besperking van de initële doorbuiging zonder tijdsafhankelijke kruipinvloeden:

$$w_{inst} = w_{inst,G} + w_{inst,Q1} + \sum w_{inst,Qi} \text{ (avec } i \text{ étant } > 1) \leq l/300 - l/500$$

b) Besperking van de einddoorbuiging met tijdsafhankelijke kruipinvloeden:

$$w_{fin} = w_{fin,G} + w_{fin,Q1} + \sum w_{fin,Qi} \leq l/150 - l/300$$

Voor zover er een geplande verkanting w_o aanwezig is, dient bovendien het volgende te worden onderzocht:

c) eindoorbuiging $w_{net,fin}$ met aftrek van verkanting w_o :

$$w_{net,fin} = w_{fin} - w_o \leq l/250 - l/350$$

Volgens DIN EN 1995-1-1 geeft aanbevolen doorbuigingsbeperkingen aan in paragraaf 7.2 (2). Het vastleggen van de concrete grenswaarde is primair afhankelijk van het feit welke vervorming om technische of optische redenen in individuele gevallen als acceptabel gelden. Er wordt van uit gegaan dat de aangegeven maximum waarden van de doorbuiging principieel dienen te worden nageleefd.

Berekeningen van de doorbuigingen

Buigingsstijfheid voor doorsnede

$$b/h = 8/24 \text{ cm}$$

Vervormingscoëfficiënt factor k_{def} in

overeenstemming met DIN EN 1995-1-1,

tabel 3.2 in verbinding met DIN EN 1995-

1-1/NA, tabel NA.5 - voor massief hout

en gelamineerd massief hout:

$$k_{def} \text{ (SC 1)} = 0,6$$

$$E_{o,mean} \cdot I_y = 11,00 \cdot 92,16 \cdot 10^6 = 1,014 \cdot 10^{12} \text{ Nmm}^2$$

$$w_{inst,G} = \frac{5}{384} \cdot \frac{g_k \cdot L^4}{E \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{(1,75 \cdot 0,625) \cdot 4500^4 \cdot 12}{11.000 \cdot 80 \cdot 240^3} = 5,8 \text{ cm}$$

$$w_{fin,G} = w_{inst,G} (1 + k_{def}) = 5,8 \cdot (1 + 0,6) = 9,3 \text{ mm}$$

$$w_{inst,Q} = \frac{5}{384} \cdot \frac{g_k \cdot L^4}{E \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{(2,80 \cdot 0,625) \cdot 4500^4 \cdot 12}{11.000 \cdot 80 \cdot 240^3} = 9,2 \text{ cm}$$

$$w_{fin,G} = w_{inst,Q} (1 + k_{def}) = 9,2 \cdot (1 + 0,6) = 14,7 \text{ mm}$$

Doorbuigingsverificatie

Geval a) $w_{inst} = w_{inst,G} = 5,8 + 9,2 = 15 \text{ mm}$

voor $w_{inst,max} = l/300 = 4500/300 = 15 \text{ mm} \rightarrow = w_{inst} \rightarrow \text{OK}$

voor $w_{inst,max} = l/500 = 4500/500 = 9 \text{ mm} \rightarrow > w_{inst} \rightarrow \text{vergroting van de doorsnede vereist}$

Geval b) $w_{fin} = w_{fin,G} + \psi^2 * w_{fin,QG} = 9,3 + 0,3 * 14,7 = 13,7 \text{ mm}$

voor $w_{fin,max} = l/150 = 4500/150 = 30 \text{ mm} \rightarrow > w_{fin} \rightarrow \text{OK}$

voor $w_{fin,max} = l/300 = 4500/300 = 15 \text{ mm} \rightarrow = w_{fin} \rightarrow \text{OK}$

Geval c) $w_{net,fin} = w_{fin} - w_0$ vervalt, aangezien er geen geplande verkanting aanwezig is.

Trillingsverificatie

In DIN EN 1995-1-1 worden uitsluitend trillingen bij woningplafonds met een intrinsieke frequentie (basis-trilling van de eerste orde) $1 > 8 \text{ Hz}$ geregeld. Voor alle overige zaken zijn bijzondere onderzoeken vereist, die echter niet nader worden beschreven. Een vereenvoudigd bewijs op basis van een doorbuigingsbegrenzing, wordt niet aangeboden.

DIN EN 1995-1-1, paragraaf 7.3

De volgende voorwaarden dienen te worden nagekomen:

$$w / F \leq a \quad \text{en} \quad v \leq b^{(f_1 \cdot \zeta - 1)}$$

hierbij is:

w de grootste verticale begindoorbuiging ten gevolge van een geconcentreerde verticale statische individuele last F , op een willekeurige plek inwerkend en gelet op de lastverdeling vastgesteld. Zinvol is hier over het algemeen de zogenaamde manlast met 1.0 kN als benadering voor het betreden van het plafond;

v de uniforme impulsnelheidsreactie;

ζ de modale dempingsgraad (wordt over het algemeen met 0.01 aangegeven).

Het trillingsgedrag van een houten balkenplafond wordt primair bepaald door de stijfheid van de dragende balken. De plafondbreedte is slechts met de bijdrage van de dragende plafondplanken en het vermogen ervan om trillingen verticaal ten opzichte van de balklaag over te brengen, van invloed. Vereenvoudigend wordt zodoende verderop uitgegaan van een fictieve plafondbreedte van 1.0 m. De belangrijkste trillingscoëfficiënten kunnen worden getransponeerd op willekeurige plafondbreedten. In het onderhavige voorbeeld wordt uitgegaan van messing-en-groefplanken met een dikte van 24 mm.

Ingangswaarden

$$\begin{aligned} I_{\text{Plafond}} &= I_{\text{balken}} = 4,5 \text{ m} & b_{\text{Decke}} &= 1,0 \text{ m} & b_{\text{Balken}} &= 8 \text{ cm} = 0,08 \text{ m} \\ h_{\text{Balken}} &= 24 \text{ cm} = 0,24 \text{ m} & F &= 1,0 \text{ kN} & m &= 1,75 \text{ kN/m}^2 = 175 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

Berekening van de stijfheden overlans $(EI)_l$ en overdwers $(EI)_b$ t.o.v. de balkenlaag.

Hierbij geldt altijd $(EI)_l > (EI)_b$

$$(EI)_l = E_{\text{poutres}} \cdot \frac{I_{\text{poutres}} \cdot h_{\text{poutres}}^3}{12 \cdot e_{\text{poutres}}} = 11.000 \cdot 10^6 \cdot \frac{0,08 \cdot 0,24^3}{12 \cdot 0,625} = 1,622 \cdot 10^6 \text{ Nm}^2 / \text{m}$$

$$(EI)_b = E_{\text{plancher}} \cdot \frac{I_{\text{plancher}} \cdot d_{\text{plancher}}^3}{12} = 11.000 \cdot 10^6 \cdot \frac{1,0 \cdot 0,024^3}{12} = 12,67 \cdot 10^3 \text{ Nm}^2 / \text{m}$$

Een centrale parameter voor het trillingsgedrag is de intrinsieke frequentie f_1 van de bouwcomponent, die voor de verdere uitvoering van de verificatie niet onder 8,0 Hz mag liggen.

$$f_1 = \frac{\pi}{2 \cdot l^2} \cdot \sqrt{\frac{(EI)_l}{m}} = \frac{\pi}{2 \cdot 4,5^2} \cdot \sqrt{\frac{1,622 \cdot 10^6}{175}} = 7,46 \text{ Hz} < f_{1,\text{min}} = 8,0 \text{ Hz}$$

Met een gekozen doorsnede is de vereiste intrinsieke frequentie van 8,0 Hz niet bereikbaar.

→ Nieuw gekozen balkdoorsnede: 10/24 cm

$$(EI)_l = E_{\text{poutres}} \cdot \frac{I_{\text{poutres}} \cdot h_{\text{poutres}}^3}{12 \cdot e_{\text{poutres}}} = 11.000 \cdot 10^6 \cdot \frac{0,10 \cdot 0,24^3}{12 \cdot 0,625} = 2,027 \cdot 10^6 \text{ Nm}^2 / \text{m}$$

$$f_1 = \frac{\pi}{2 \cdot 4,5^2} \cdot \sqrt{\frac{2,027 \cdot 10^6}{175}} = 8,23 \text{ Hz} > f_{1,\text{min}} = 8,0 \text{ Hz}$$

Met de snelheidsreactie wordt een minimum eis aan de massa van het plafond gesteld. Daardoor dient te worden gegarandeerd dat bij impulsachtige inwerking (bijv. springen, huppen enz.) de trillingsreactie gering wordt gehouden. Voor naar alle kanten flexibel gelagerde plafonds geldt.

$$v = \frac{4 \cdot (0,4 + 0,6 \cdot n_{40})}{m \cdot l \cdot L + 200}$$

waarbij

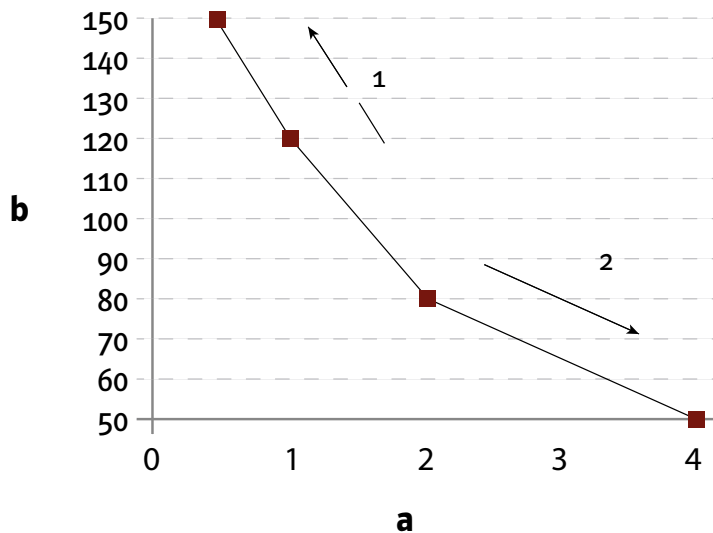
$$n_{40} = \left[\left(\frac{40}{f_1} \right)^2 - 1 \right] \cdot \left[\frac{l}{L} \cdot \frac{(EI)_l}{(EI)_b} \right]^{0,25} = \left[\left(\frac{40}{8,23} \right)^2 - 1 \right] \cdot \left[\frac{1,0}{4,5} \cdot \frac{2,027 \cdot 10^6}{12,67 \cdot 10^3} \right]^{0,25} = 1,72$$

In geval van een voorbeeld van een plafond geldt zodoende:

$$v = \frac{4 \cdot (0,4 + 0,6 \cdot 1,72)}{175 \cdot 1,0 \cdot 4,5 + 200} = 5,80 \cdot 10^{-3}$$

De waarde v mag een bepaalde grenswaarde niet overschrijden. Afb. 7.2 in EN 1995-1-1 geeft de verhouding van de twee richtwaarden a en b aan. De waarde a dient hierbij niet hoger te zijn dan 1,5, omdat een plafond anders een eerder ongunstig trillingsgedrag vertoont.

Afbeelding 7.2 Aanbevolen bereik en relatie tussen a en b



Volgens afb. 7.2, EN 1995-1-1 is van toepassing voor

$a = 0 - 2 \rightarrow$ beter en

$a = 2 - 4 \rightarrow$ slechter trillingsgedrag

1 = beter trillingsgedrag

2 = slechter trillingsgedrag

Er dient te worden aangetoond dat:

$$\frac{w}{F} \leq a \leq 1,5 \text{ mm / kN}$$

waarbij de doorbuiging w van het plafond onder een individuele last F dient te worden berekend. F wordt hierbij over het algemeen als manlast van 1,0 kN verondersteld. Voor de doorbuiging doet zich in dit voorbeeld voor:

$$w = \frac{FL^3}{48 EL} = \frac{1000 \cdot 4500^3 \cdot 12}{48 \cdot 11000 \cdot 100 \cdot 240^3} = 1,5 \text{ mm}$$

$$\rightarrow \frac{w}{F} = \frac{1,5}{1,0} = 1,5 \text{ mm / kN}$$

De grenswaarde voor a is zodoende nog net bereikt. Uit de afb. Fig. 7.2 in EN 1995-1-1 doet zich voor de richtwaarde $b = 100$ voor. Hiermee kan worden aangetoond dat:

$$v \leq b^{(f_1 \cdot \zeta - 1)} \rightarrow 5,80 \cdot 10^3 \leq 100^{(8,23 \cdot 0,01 - 1)} = 0,015 \rightarrow \text{OK}$$

Hierbij blijkt dat de voorbeeldconstructie zowel ten aanzien van de intrinsieke frequentie f_1 als ten aanzien van de doorbuiging uit de stimulatielast f bij de betreffende grenswaarde ligt. De trillingsverificatie is weliswaar wat betreft de grenswaarde gerealiseerd, de constructie vertoont echter ten aanzien van uitvoeringsschommelingen in de bouwpraktijk helemaal geen toleranties. In dergelijke gevallen verdient het aanbeveling om een veiligheidsafstand ten opzichte van de grenswaarden in te plannen door grotere balkdoorsneden te kiezen.



6 Bestekken en technische regels

Een prestatie dient eenduidig en zo uitgebreid en duidelijk te worden beschreven dat alle aanbieders de beschrijving in dezelfde zin moeten opvatten en hun prijzen correct en zonder uitgebreide voorbereidende werkzaamheden kunnen berekenen. Alleen met een duidelijke technisch juiste en volledige formulering in uw bestekdocumenten kunt u er zeker van zijn dat u het juiste product ontvangt. De hoge kwaliteitseisen aan KVH[®], Duobalken[®] en Triobalken[®] vergen een zorgvuldige kwaliteitscontrole in het bedrijf. Let er daarom in uw eigen belang op dat het hout afkomstig is uit een kwaliteitsgecontroleerde productie. Een actuele lijst met gecontroleerde bedrijven vindt u op internet op www.kvh.eu.

Speciale wensen – houtsoorten

Standaard wordt KVH[®] evenals Duo-balken[®] en Triobalken[®] in vurenhout/grove den geleverd. Op verzoek kan het hout in grove den, lariks en Douglas vurenhout worden besteld.

Bestektekst voor de levering van massief constructiehout KVH[®]

Item ... m³ Levering van massief constructiehout KVH[®] Si, C24

Massief constructiehout KVH[®] Si (voor de zichtbare zone)
Volgens EN 15497 (indien met zwaluwstaartverbinding) of EN 14081-1 (indien zonder zwaluwstaartverbinding), sterkteklasse C24,
vochtgehalte $u_m = 15 \pm 3 \%$,
type kap: hart gekloofd, oppervlakte geschaafd en afgekant,
tolerantieklasse 2 volgen EN 336, uit gecontroleerde productie.

Item ... m³ Levering van massief constructiehout KVH[®] NSi

Massief constructiehout KVH[®] NSi (voor de niet zichtbare zone)
volgens EN 15497 (indien met zwaluwstaartverbinding) of EN 14081-1 (indien zonder zwaluwstaartverbinding), sterkteklasse C 24,
vochtaandeel $u_m = 15 \pm 3\%$,
Type kap: hart gekloofd, oppervlakte geëgaliseerd en afgekant,
tolerantieklasse 2 volgens EN 336, uit gecontroleerde productie.

Bestektekst voor de levering van gelamineerd massief hout

Item ... m³ Levering van gelamineerd massief hout Duobalken[®] balken Si

Gelamineerd massief hout Duobalken[®] Si balken (voor zichtbare toepassing),
Gemaakt van twee planken die volgens EN 14080 met elkaar verlijmd zijn,
sterkteklasse C24, vochtaandeel $u_m = \max. 15 \%$, oppervlakte geschaafd en afgekant,
tolerantieklasse 2 volgens EN 336, uit gecontroleerde productie.

Item ... m³ Levering van gelamineerd massief hout Triobalken[®] balken Si

Gelamineerd massief hout Triobalken[®] balken Si (voor zichtbare toepassing),
Gemaakt van drie planken, met elkaar verlijmd volgens EN 14080,
sterkteklasse C24, vochtaandeel $u_m = \max. 15 \%$, oppervlakte geschaafd en afgekant,
tolerantieklasse 2 volgens EN 336, uit kwaliteitsgecontroleerde productie.

7 Prestatieverklaringen, CE-aanduiding en aanvullende controle volgens de overeenkomst inzake KVH®

7.1 KVH® zonder zwaluwstaartverbinding

De fabrikant dient een prestatieverklaring op te stellen, waarvan een voorbeeld hieronder voor KVH® zonder zwaluwstaartverbinding weergegeven is. De rode tekst dient te worden aangepast aan de specifieke omstandigheden van de fabrikant.

Prestatieverklaring	
Nr. xyz	
1. Eenduidige referentie code van het producttype:	naam producttype 1 naam producttype 2 naam producttype 3
2. Beoogd gebruikt:	bâtiments et ponts
3. Fabrikant:	naam van het bedrijf straat post code & plaats land
4. Gevolmachtigde vertegenwoordiger:	geen externe gevolmachtigde vertegenwoordiger
5. Systeem voor het beoordelen en controleren van de prestatiebestandigheid:	Systeem 2+
6.a Geharmoniseerde standaard:	EN 14081-1:2011
Geïnformeerde instantie:	No. 1234
7 Verklaarde prestaties:	

BELANGRIJKE EIGENSCHAPPEN	PRESTATIE
Elasticiteitsmodules	Droog gesorteerd
Buigsterkte	Vurenhout (PCAB)
Druksterkte	Gesorteerd volgens DIN 4074-1, toegewezen volgens EN 1912
Treksterkte	Mechanische eigenschappen van de sterkteklasse volgens EN 338 voor:
Schuifsterkte	Naam producttype 1: C18 (S7) Naam producttype 2: C24 (S10) De toewijzing van de geleverde componenten aan de afzonderlijke sterkteklassen kan worden ontleend aan de begeleidende documenten.
Gedrag bij brand	D-s2,d0
Duurzaamheid	Duurzaamheidsklasse tegen schimmels: 5

De prestaties van het bovenstaande product komen overeen met de verklaarde prestatie. Voor het opstellen van de prestatieverklaring in overeenstemming met de verordening EU/305/2011 is alleen de bovengenoemde fabrikant verantwoordelijk.

Ondertekend voor de fabrikant en namens de fabrikant door:

.....
(naam en functie)

.....
(plaats en datum van afgifte)

.....
(handtekening)

De CE-aanduiding is gebaseerd op de prestatieverklaring en dient op het product of de warenbon resp. de verpakking te worden aangebracht. Als alternatief kan er ook met een tekstmarkering op het product zelf worden gemarkeerd. Deze moet volgens EN 14081-1 de volgende gegevens bevatten:

- Naam van de fabrikant,
- Sorteringsklasse en -norm,
- "M" bij machinale sortering,
- "DROOG GESORTEERD", voor zover van toepassing,
- Identificatienummer die het product uit de beleidende documenten identificeert,
- "PT" indien bij behandeling met houtbeschermingsmiddelen.

		CE-teken volgens richtlijn 93/68/EEC Nummer van de geïnformeerde instantie
Naam van het bedrijf 14 Nr. xyz		Naam of teken van de fabrikant Opmerking: het adres van de fabrikant mag worden aangevuld De laatste bij de cijfers van het jaar van eerste keuring Nummer van de prestatieverklaring
EN 14081-1:2011 Naar sterkte gesorteerd constructiehout voor dragende doeleinden voor de toepassing in bouwwerken en bruggen		Normnummer met jaar van publicatie Omschrijving van het product en toepassingsgebied
Elasticiteitsmodules	droog gesorteerd	Gegarandeerde eigenschappen
Buigsterkte	vuren hout (PCAB)	
Druksterkte	gesorteerd volgens DIN 4074-1,	
Treksterkte	toegewezen volgens EN 1912	
Schuifsterkte	C24 (S10)	
Brandgedragklasse	D-s2,d0	
natuurlijke bestendigheid tegen houtvernietigende	duurzaamheidsklasse tegen schimmels: 5	

Afb. 7.1: voorbeeld van een CE-teken voor KVH[®] zonder zwaluwstaartverbinding volgens EN 14081-1

7.2 KVH[®] met zwaluwstaartverbinding

De fabrikant dient een prestatieverklaring op te stellen. Hieronder is een voorbeeld van een prestatieverklaring weergegeven voor KVH[®] met zwaluwstaartverbinding. De rode tekst dient te worden aangepast aan de specifieke omstandigheden van de fabrikant.

Prestatieverklaring

Nr. xyz

- | | | |
|-----|--|--|
| 1. | Eenduidige referentiecode van het product type: | naam producttype 1
naam producttype 2 |
| 2. | Beoogd gebruik: | bouwwerken en bruggen |
| 3. | Fabrikant: | naam van het bedrijf
straat
post code & plaats
land |
| 4. | Gevolmachtigde vertegenwoordiger: | Geen externe geautoriseerde gevolmachtigde vertegenwoordiger |
| 5. | Systeem voor de beoordeling en het verifiëren van de prestatiebestendigheid: | Systeem 1 |
| 6.a | Geharmoniseerde standaard: | EN 15497:2014 |
| | Geïnformeerde instantie: | No. 1234 |
| 7 | verklaarde : | |

BELANGRIJKE EIGENSCHAPPEN	PRESTATIE
Mechanische eigenschappen als	
Elasticiteitsmodules	Mechanische eigenschappen van de sterkteklasse volgens EN 14081-1 voor:
Buigsterkte	naam producttype 1: C18 (S7)
Druksterkte	naam producttype 2: C24 (S10)
Treksterkte	De toewijzing van de geleverde componenten aan de afzonderlijke sterkteklassen kan aan de begeleidende documenten worden ontleend.
Schuifsterkte	
Lijmsterkte als	
Buigsterkte van de zwaluwstaartverbindingen	naam producttype 1: 18 N/mm²
	naam producttype 2: 24 N/mm²
Duurzaamheid van de kleefsterkte als:	
houtsoort	naam producttype 1: vurenhout
	naam producttype 2: vurenhout

Lijm	Voor alle producttypes: Lijm voor zwaluwstaartverbindingen: PUR, colle type I
Duurzaamheid tegenover biologische aantasting als	
Natuurlijke duurzaamheidsklasse tegen hout-vernietigende schimmels EN 350-2	Voor alle producttypes: 5
Brandweerstand als	
Geometrische gegevens	Voor alle producttypes: Breedten van 60 tot 140 mm hoogte van 100 tot 240 mm
Verbrandinspercentage als • Soortelijke densiteit	De toewijzing van de geleverde componenten aan de afzonderlijke doorsnede-afmetingen kan worden ontleend aan de begeleidende documenten voor alle producttypes: soortelijke ruwe densiteit van de betreffende sterkteklasse
• Houtsoort	Naam producttype 1: vurenhout Name producttype 2: vurenhout
Brandgedrag als	
Brandgedragklasse	Voor alle producttypes: D-s2, d0
Uitstoot van formaldehyde als	
Formaldehyde-uitstootklasse	Voor alle producttypes: E 1
Vrijkomen van andere gevaarlijke stoffen	
Vrijkomen van andere gevaarlijke stoffen	Voor alle producttypes: niet relevant

De eigenschappen van het bovengenoemde product komen overeen met de verklaarde prestaties. Voor het opstellen van de prestatieverklaring in overeenstemming met de verordening EU/305/2011 is alleen de bovengenoemde fabrikant verantwoordelijk.

Ondertekend voor de fabrikant en namens de fabrikant door:

.....
(naam en functie)

.....
(plaats & datum van afgifte)

.....
(handtekening)

De CE-aanduiding geschiedt op basis van de prestatieverklaring en dient op het product of de warenbegeleidingsbon resp. de verpakking te worden aangebracht. Als alternatief kan er ook met een tekstmarkering op het product zelf worden gemarkeerd. Voor het aanbrengen en de inhoud van de CE-aanduiding gelden dezelfde voorwaarden als hiervoor voor KVH[®] zonder zwaluwstaartverbinding beschreven werd.

CE-keurmerk volgens richtlijn 93/68/EEG Nummer van de
geïnfomeerde instantie

Naam of teken van de fabrikant
Let op: Het adres van de fabrikant mag worden toegevoegd
Laatste twee cijfers van het jaar van de eerste keuring
Nummer van de prestatieverklaring

Standaard nummer met jaar van publicatie Omschrijving
van het product en toepassingsgebied
Gegarandeerde eigenschappen

CE 1234	
Naam van het bedrijf 14 Nr. xyz	
EN 15497:2014 Massief hout met zwaluwstaartverbinding voor de	
Mechanische eigenschappen en brandweerstand als	
geometrische gegevens (mm)	60 x 120 x 12000
sterkteklasse en soortelijke ruwe densiteit	C 24
Houtsoort	vurenhout (picea abies)
kleefsterkte als	
zwaluwstaartbuigsterkte	24 N/mm ²
Duurzaamheid van de lijmsterkte als	
Houtsoort	vurenhout (picea abies)
lijm voor zwaluwstaartverbin- dingen	PUR, I
Duurzaamheid van andere eigenschappen als	
natuurlijke bestendigheid tegen houtvernietigende schimmels	5
Brandgedrag	D-s2, d0
Uitstoot van formaldehyde	E1

**Afbeelding 7.2: Voorbeeld van een CE-keurmerk voor massief hout met
zwaluwstaartverbinding producttype 2 van het voorbeeld
van de prestatieverklaring**

7.3 Gelamineerd balkenhout (Duobalken[®]/Triobalken[®])

De fabrikant dient een prestatieverklaring op te stellen. Hieronder is een voorbeeld van een dergelijke prestatieverklaring voor Duobalken[®]-balken weergegeven. De rode tekst dient te worden aangepast aan de specifieke omstandigheden van de fabrikant.

Prestatieverklaring

Nr. xyz

- | | | |
|-----|---|--|
| 1. | Eenduidige referentiecode van het producttype: | naam producttype 1
naam producttype 2 |
| 2. | Beoogd gebruik: | bouwwerken en bruggen |
| 3. | Fabrikant: | Naam van het bedrijf
straat
postcode & plaats
land |
| 4. | Gevolmachtigde vertegenwoordiger | Geen externe geautoriseerde gevolmachtigde vertegenwoordiger |
| 5. | Systeem voor het beoordelen en controleren van de prestatiebestendigheid: | Systeem 1 |
| 6.a | Geharmonieerde norm: | EN 14080:2013 |
| | Geïnformeerde instantie: | No 1234 |
| 7 | Verklaarde prestaties: | |

BELANGRIJKE EIGENSCHAPPEN	PRESTATIE
Mechanische eigenschappen als	
Elasticiteitsmodules	Mechanische eigenschappen van de sterkteklasse
Buigsterkte	volgens EN 14081-1 for:
Druksterkte	Naam producttype 1: C18 (S7)
Treksterkte	Naam producttype 2: C24 (S10)
Schuifsterkte	De toewijzing van de geleverde componenten aan de afzonderlijke sterkteklassen kan worden ontleend aan de begeleidende documenten.
	k _{sys} volgens EN 1995-1-1:2004, sub-section 6.6 (4) mag niet worden toegepast
Geometrische gegevens	voor alle producttypes:
	breedten van 60 tot 160 mm
	hoogten van 80 tot 240 mm
	De betreffende productafmetingen kunnen worden ontleend aan de begeleidende documenten.

Kleefsterkte als

Buigsterkte van zwaluwstaartverbindingen	Naam producttype 1: 18 N/mm ² Naam producttype 2: 24 N/mm ²
Lijmvoegintegriteit van de oppervlakteverlijming	delamineringskeuring volgens EN 14080, annexe C, Methode B

Duurzaamheid van de kleefsterkte als:

Houtsoort	Voor alle producttypen: vurenhout (picea abies)
Lijm	Lijm voor zwaluwstaartverbindingen: PUR, lijmsort I lijmsort voor oppervlakteverlijming: MUF, IGP70S

Duurzaamheid ten opzichte van biologische aantasting als

Natuurlijke duurzaamheidsklasse tegen houtvernietigende schimmels EN 350-2	5
--	---

Brandweerstand als

Geometrische gegevens	Zie „Geometrische gegevens“
Verbrandingspercentage als	
• Soortelijke densiteit	Ruwe densiteit van de betreffende sterkteklasse
• houtsoort	Voor alle producttypes: vurenhout (picea abies)

Reactie op brand als

Reactie op brandklassen	D-s2, do
-------------------------	----------

Emissie van formaldehyde als

Formaldehyde-uitstootklasse	E 1
-----------------------------	-----

Vrijkomen van andere gevaarlijke stoffen

Vrijkomen van andere gevaarlijke stoffen	Niet relevant
--	---------------

De eigenschappen van het bovenstaande product komen overeen met de verklaarde prestaties. Voor het opstellen van de prestatieverklaring in overeenstemming met de verordening EU/305/2011 is alleen de bovengenoemde fabrikant verantwoordelijk.

Ondertekend in opdracht van de fabrikant en in diens naam door:

.....
(naam en functie)

.....
(Lieu & date)

.....
(handtekening)

CE 1234	
Naam van het bedrijf 14 Nr. xyz	
EN 14080:2013 Gelamineerd massief hout gemaakt van vurenhout zonder houtbehandeling voor het gebruik in	
Mechanische eigenschappen en brandweerstand als	
Geometrische gegevens (mm)	160 x 240 x 12000
sterkteklasse en soortelijke ruwe densiteit	C 24
Soort	vurenhout (picea abies)
Kleefsterkte als	
buigsterkte van zwaluwstaart- verbinding	24 N/mm ²
lijmvoegintegriteitstest	B
Brandgedrag	D-s2, d0
Uitstoot van formaldehyde	E1
Duurzaamheid van kleefsterkte als	
Houtsoort kleefstof voor oppervlakte-verlij- mingen tussen lamellen	5
lijm voor zwaluwstaartverbin- dingen	PUR, I
Duurzaamheid van andere eigenschappen als	
natuurlijke bestendigheid tegen houtvernietigende schimmel	5

CE-aanduiding volgens Richtlijn 93/68/EEC

Nummer van aangemelde instantie of naam van de instantie

Naam of teken van de fabrikant

Merk op: Het adres van de fabricant kan worden toegevoegd

Laatste twee cijfers: jaar van eerste inspectie

Nummer van prestatieverklaring

Normnummer met jaar van publicatie

Producomschrijving en toepassingsgebied

Gegarandeerde eigenschappen

Afbeelding 7.3 — voorbeeld van een CE-teken voor gelamineerd massief hout (Duobalken®)

7.4 KVH® inspectiegoedkeuring

De leden van de Überwachungsgemeinschaft Konstruktionsvollholz e.V. controleren de kwaliteit van hun producten door middel van interne inspecties (zelfcontrole) en door aanvullende inspecties die worden uitgevoerd door onafhankelijke instellingen. Dit is niet alleen van toepassing op de omstandigheden die door de bouwtoezicht-autoriteiten worden voorgeschreven, maar eveneens op aanvullende eisen voortvloeiend uit de overeenkomst inzake massief constructiehout.

Alleen op die manier gecontroleerd, door de aangesloten ondernemingen van de Überwachungsgemeinschaft Konstruktionsvollholz e.V. massief constructiehout mag middels het internationaal beschermde merkteken KVH® worden aangeduid.



Figuur 7.4
KVH®
inspectiegoedkeuring



8 Literatuur en normenoverzicht

- [1] Bund Deutscher Zimmermeister et Überwachungsgemeinschaft Konstruktionsvollholz e.V. (2015): Overeenkomst inzake KVH[®] (massief constructiehout) gemaakt van vurenhout, den, pijnboom, lariks en Douglas spar
- [2] Bund Deutscher Zimmermeister et Überwachungsgemeinschaft Konstruktionsvollholz e.V. (2015): Overeenkomst inzake Duo /Trio balken gemaakt van vurenhout, den, pijnboom, lariks en Douglas spar.
- [3] EN 15497:2014: Constructiehout met zwaluwstaartverbinding – Prestatievereisten en minimum productie-eisen
- [4] EN 14081-1:2011: Houten constructies - Naar sterkte gesorteerd constructiehout voor dragende doeleinden met rechthoekige doorsneden - Deel 1: Algemene eisen
- [5] EN 14080:2013: Constructiehout – gelamineerd hout en gelamineerd massief hout – Eisen
- [6] Institut Bauen und Umwelt e.V. (2014): milieu-gerelateerd product verklaring in overeenstemming met ISO 14025 en EN 15804 voor massief constructiehout KVH[®]
- [7] Institut Bauen und Umwelt e.V. (2013): milieu-gerelateerd product verklaring in overeenstemming met ISO 14025 en EN 15804 voor Duobalken[®] & Triobalken[®] leden (gelamineerd massief hout)
- [8] EN 338:2009: constructiehout – sterkteklassen
- [9] DIN 4074-1:2012: Sterkteclassificatie van hout - deel 1: gezaagd naaldhout
- [10] EN 13501-1:2009: Brandclassificatie van bouwproducten en bouwelementen - deel 1: Classificatie die gebruik maakt van gegevens uit reactie op brandtests
- [11] EN 1912:2013: Constructiehout – Sterkteklassen – Toewijzing van de visuele klassen en soorten
- [12] EN 1995-1-1:2010: Eurocode 5 - Ontwerp van houtconstructies - deel 1-1: Algemeen – gemeenschappelijke regels en regels voor gebouwen
- [13] EN 385:2001: Zwaluwstaartverbindingen – Prestatie-eisen en minimale productieveisten (ingetrokken)
- [14] EN 301:2013: Lijmstoffen, phenomen en aminoplastic, voor lastdragende houten constructies - Classificatie en prestatie-eisen
- [15] EN 15425:2008: Lijmstoffen – een component polyurethaan (PUR) voor lastdragende houten constructies – Classificatie en prestatie-eisen
- [16] EN 336:2013: Constructiehout – Afmeting, toegestane afmetingen
- [17] DIN EN 1995-1-1/NA:2013: Nationale Annex – Nationaal vastgestelde parameters - Eurocode 5: Ontwerp van houten constructies - Deel 1-1: Algemeen – Gemeenschappelijke regels en regels voor gebouwen
- [18] EN 1995-1-2:2009: Eurocode 5 - Ontwerp van houten constructies - Deel 1-2: Algemeen – Brandontwerp constructie
- [19] EN 1995-2: 2005: Eurocode 5 - Ontwerp van houten constructies - Deel 1-2: Algemeen – Brandontwerp constructie
- [20] EN 1991-1-1:2009 : Eurocode 1 - Acties aan constructies - Deel 1-1: Algemene acties - Densiteit, eigen gewicht, uitgeoefende lasten voor gebouwen
- [21] DIN EN 1991-1-1/NA:2010, Nationale Annex – Nationaal vastgestelde parameters - Eurocode 1: Acties op constructies - Deel 1-1: Algemene acties - Densiteit, eigen gewicht, uitgeoefende lasten voor gebouwen
- [22] DIN EN 1990/NA:2010 : Nationale Annex – Nationaal vastgestelde parameters
- [23] DIN 20000-5:2012: Toepassing van bouwproducten in constructies - Deel 5: Op sterkte gesorteerd constructiehout met rechthoeksnede

Voordelen van KVH®

- Bouwcomponenten van droog hout met doorsneden tot maximaal 14/24 cm beschikbaar
- Maathoudend, daar kunstmatig gedroogd tot 15% +/- 3% en split-heart gezaagd (op verzoek kemvrij)
- In twee kwaliteiten leverbaar:
 - Geschaafd voor zichtbare toepassingen (Si)
 - Geëgaliseerd voor niet zichtbare toepassingen (Nsi)
- Voldoet aan hogere eisen dan in vergelijking met EN 14080 of EN 14081-1
- Aanbevolen als massief constructiehout voor de bouw van houten frameconstructies en houten huizen
- Gemakkelijke deelname aan aanbestedingen dankzij de eenduidige kwaliteitsovereenkomst
- Ongevoelig voor insecten door kunstmatige droging; behandeling van chemische stoffen is niet nodig
- economisch geprefereerde doorsneden en lengten van maximaal 13 m rechtstreeks uit voorraad leverbaar

Voordelen van Duobalken® en Triobalken®

- Grotere doorsneden van maximal 28/24 cm of 10/36 cm direct leverbaar
- maathoudend, daar kunstmatig gedroogd tot maximaal 15%, hart geklooft verlijmd
- lijmverbindingen vergeleken met verlijmd gelamineerd hout (maximaal 2), lijmverbinding nauwelijks zichtbaar
- leverbaar in twee kwaliteiten:
 - geschaafd voor zichtbare toepassingen (Si)
 - geëgaliseerd voor niet zichtbare toepassingen (NSi)
- aanbevolen voor volumineuze of grote doorsneden met hoge optische eisen
- Ongevoelig voor insecten door kunstmatige droging; behandeling met chemische stoffen is niet nodig
- Economisch geprefereerde doorsneden en lengten van maximaal 13 m rechtstreeks leverbaar uit voorraad, grotere lengten op aanvraag

Überwachungsgemeinschaft KVH
Konstruktionsvollholz e.V.
Heinz-Fangman-Straße 2
42287 Wuppertal
Germany

E-Mail info@kvh.de
Internet www.kvh.eu

